

SERMA / Cne de Montriond



Calibrage d'un seuil de prise d'eau

Ruisseau des Lindarets

Rapport de mesures et d'installation

septembre 12

Rapport d'essais



www.sage-environnement.com

12 avenue du pré de Challes
Parc des Glaisins
74 940 Annecy le Vieux
Tél : 04 50 64 06 14
Fax : 04 50 64 08 73

sage.annecy@sage-environnement.fr

Un avenir préservé dans un monde de projets...

N° d'affaire : 12-244	Date d'édition du rapport : 20/09/2012
N° de devis : 12.09.449	N° du rapport : 1
Chargé d'études : NT	Indice de révision : 0
Assistants : -	Statut du document : Final
Relecteur : -	Confidentialité : -

Préambule

La SERMA exploite une prise d'eau sur le ruisseau des Lindarets, au lieu-dit du même nom, permettant le remplissage, par pompage, de la retenue d'altitude des Prolays.

Cette prise d'eau est constituée par un seuil béton transversal dans le cours d'eau, avec notamment une passe bas débit et un ajutage. Le débit entonné est prélevé en rive gauche, par une canalisation ; le débit équipé est de $78 \text{ m}^3/\text{h}$.

Le débit réservé au droit de cet ouvrage est de $69 \text{ m}^3/\text{h}$, soit environ $19,2 \text{ l/s}$. Jusqu'à présent, aucun dispositif de contrôle du débit restitué n'était installé sur cet aménagement.

SAGE ENVIRONNEMENT a donc été missionné pour effectuer des mesures de débit en aval de l'ouvrage, corrélées avec des relevés géométriques sur l'ouvrage, avec pour objectif de calibrer cet ouvrage (connaître la loi hauteur – débit). Une échelle limnimétrique a également été installée dans la prise d'eau ; elle permet désormais, à partir de la courbe présentée à la fin de ce rapport, de connaître le débit délivré en aval de l'ouvrage par une simple lecture de hauteur d'eau dans la retenue.



Sommaire

DESCRIPTION DE L'OUVRAGE - INSTALLATION ECHELLE LIMNIMETRIQUE	7
I Présentation générale de l'ouvrage.....	7
II Installation d'une échelle limnimétrique	11
RESULTATS DES MESURES EFFECTUEES.....	13
I Condition de réalisation des mesures.....	13
II Mise en œuvre des mesures	13
II.1 Méthode de mesure	13
II.2 Matériel utilisé	14
II.3 Choix de la section de mesure	14
II.4 Précision des mesures	14
III Résultats des mesures	15
III.1 Description des essais.....	15
III.2 Essai 1	16
III.3 Essai 2	17
III.4 Conclusions	18
EXPLOITATION DES MESURES DE DEBIT – CALIBRAGE DU SEUIL	19
I Approche hydraulique du système	19
I.1 Éléments de théorie - hypothèses.....	19
I.2 Recalage d'une loi hauteur / débit.....	20
II Conclusions.....	23
ANNEXES	24

Annexes

Annexe 1 : Résultats des jaugeages	25
Annexe 2 : Certificats d'étalonnage des moulinets.....	26
Annexe 3 : Courbe hauteur - débit	27

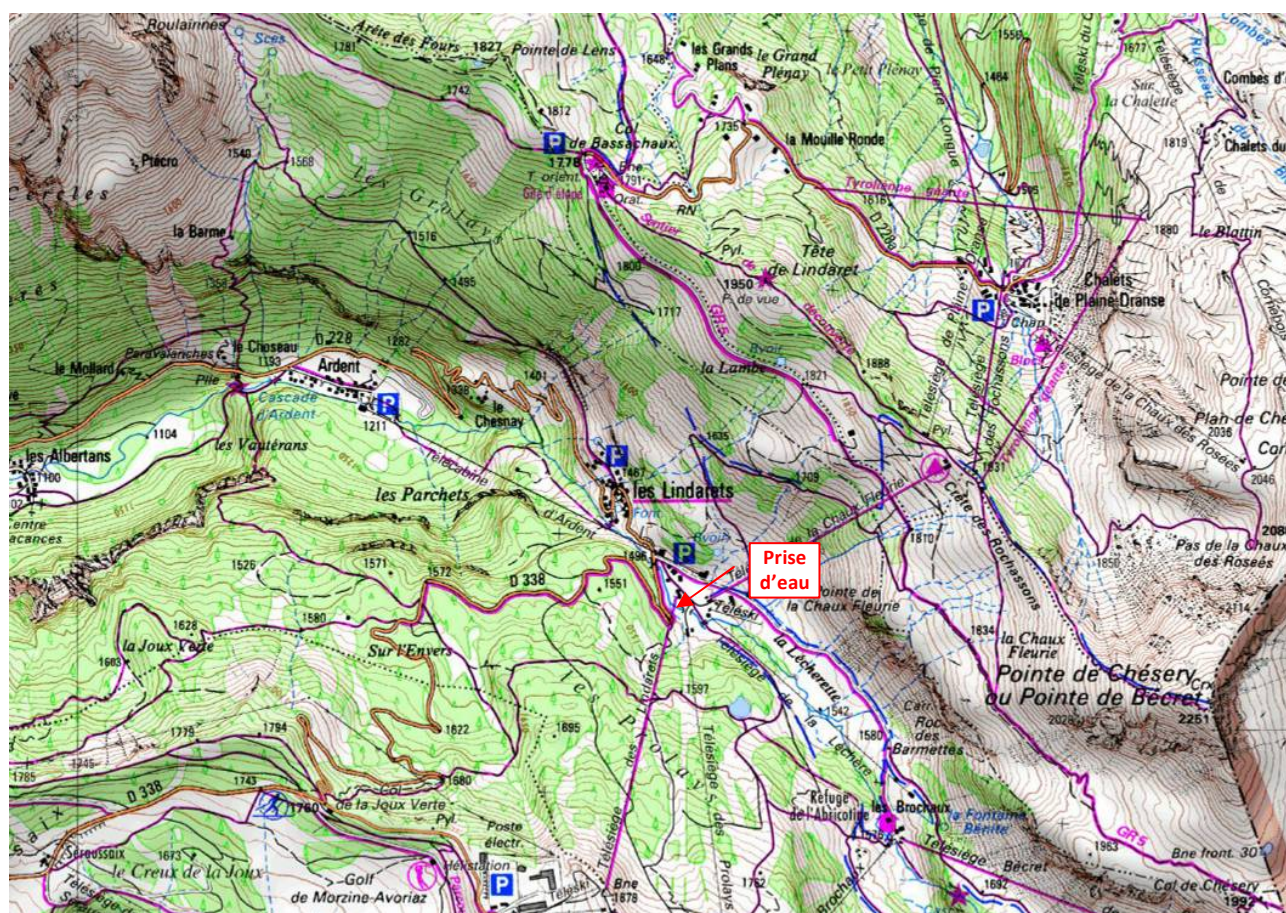
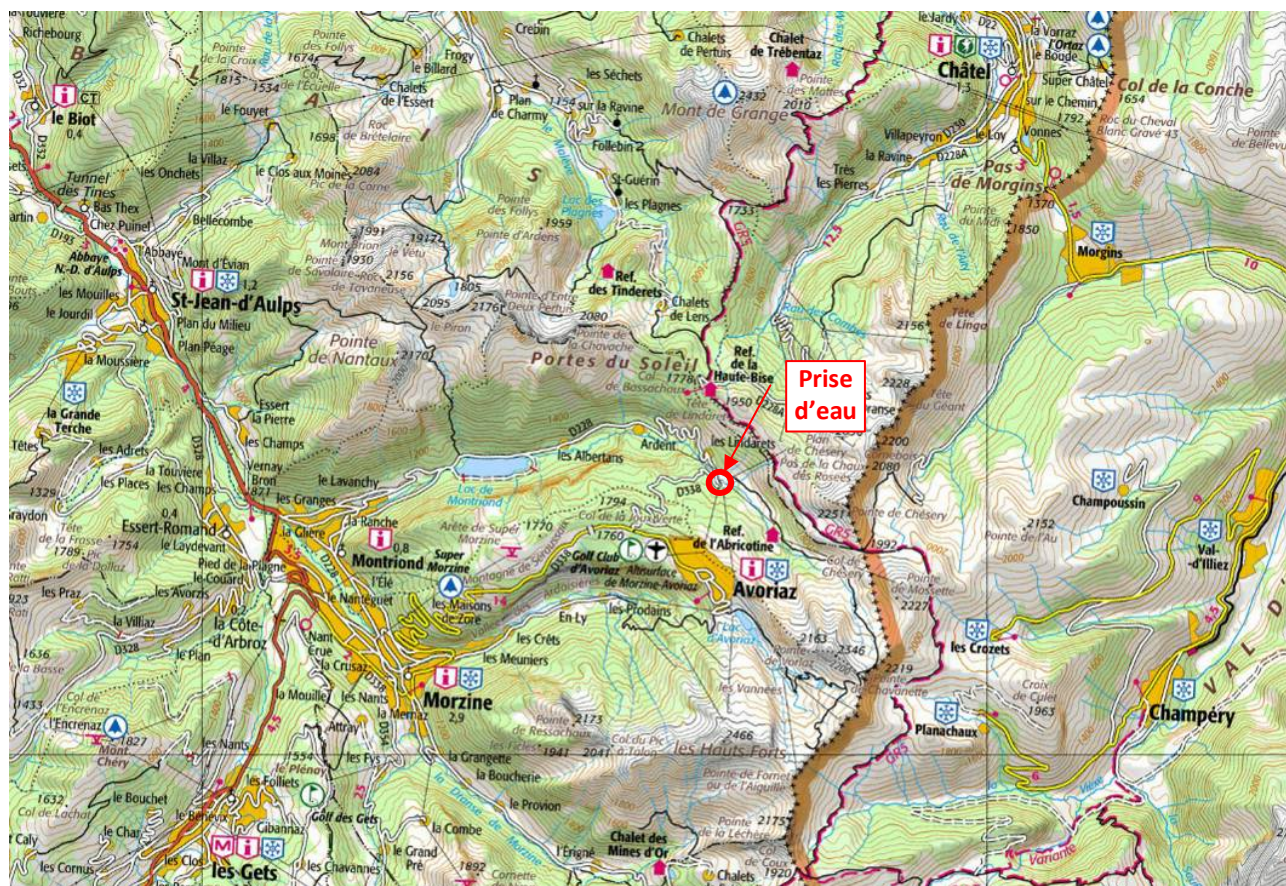
Tableaux

Tableau 1 : Résultats de la mesure de débit n°1.....	16
Tableau 2 : Résultats de la mesure de débit n°2.....	17
Tableau 3 : Valeurs numériques de la loi de calibrage du seuil	22

Figures

Figure 1 : Localisation de l'ouvrage (source : Géoportail)	6
Figure 2 : Vue d'ensemble de l'ouvrage	7
Figure 3 : Passe bas-débit, vue de l'aval	8
Figure 4 : Bac de prise d'eau en rive gauche, vue de l'amont	8
Figure 5 : Vue en plan de l'ouvrage.....	9
Figure 6 : Coupes de l'ouvrage.....	10
Figure 7 : Emplacement de l'échelle, vue de l'amont.....	11
Figure 8 : Echelle limnimétrique installée.....	12
Figure 9 : Observations météorologiques à Chamonix Mt Blanc –Août/Septembre 2012 (source : Météo France)	13
Figure 10 : Section utilisée pour les mesures de débit.....	15
Figure 11 : Conditions d'écoulement en aval de la prise d'eau – débit de 85 l/s.....	17
Figure 12 : Illustrations des dispositifs hydrauliques (source : Hydraulique Générale et appliquée, M. Carlier).....	19
Figure 13 : Courbe hauteur - débit au droit du seuil	21

Figure 1 : Localisation de l'ouvrage (source : Géoportail)



DESCRIPTION DE L'OUVRAGE - INSTALLATION ECHELLE LIMNIMETRIQUE

I PRESENTATION GENERALE DE L'OUVRAGE

Le ruisseau des Lindarets draine la vallée située entre les pointes de Vorlaz, des Mossettes, de Chésery et de la Chavache. Il alimente plus en aval le lac de Montriond, et de la Dranse de Montriond qui conflue finalement dans la Dranse de Morzine.

La prise d'eau se situe à la cote 1490 mNGF, au droit du télésiège des Lindarets. Elle permet d'alimenter, par pompage, la retenue d'altitude des Prolays qui est utilisée en hiver pour la production de neige de culture. Le débit équipé est de $78 \text{ m}^3/\text{h}$ correspondant à $21,7 \text{ l/s}$.

Cette prise d'eau est constituée des éléments suivants :

- Un seuil béton transversal, dans le cours d'eau, de largeur totale 8,15 m., et d'épaisseur 20 cm.
- Une échancrure dans ce seuil, dite « passe bas-débit », de hauteur 8,5 cm et de largeur 60 cm, qui permet d'assurer un débit minimum d'environ 20 l/s « à pleins bords »,
- Un « bac », de longueur 2,04 m. et de largeur de 50 cm, en rive gauche, où l'on retrouve la prise d'eau vers les pompes ($\varnothing 250 \text{ mm}$) côté rive gauche et un ajutage dans le béton du seuil (côté aval) de diamètre 75 mm.

Le jour de notre intervention, nous avons relevé les différentes grandeurs, pour établir des plans « de principe » mais suffisamment précis pour ensuite recalculer les lois hydrauliques des ouvrages. Aussi, une vue en plan et des coupes cotées sont présentées ci après. Les cotes d'eau relevées ce jour ont été également notées.



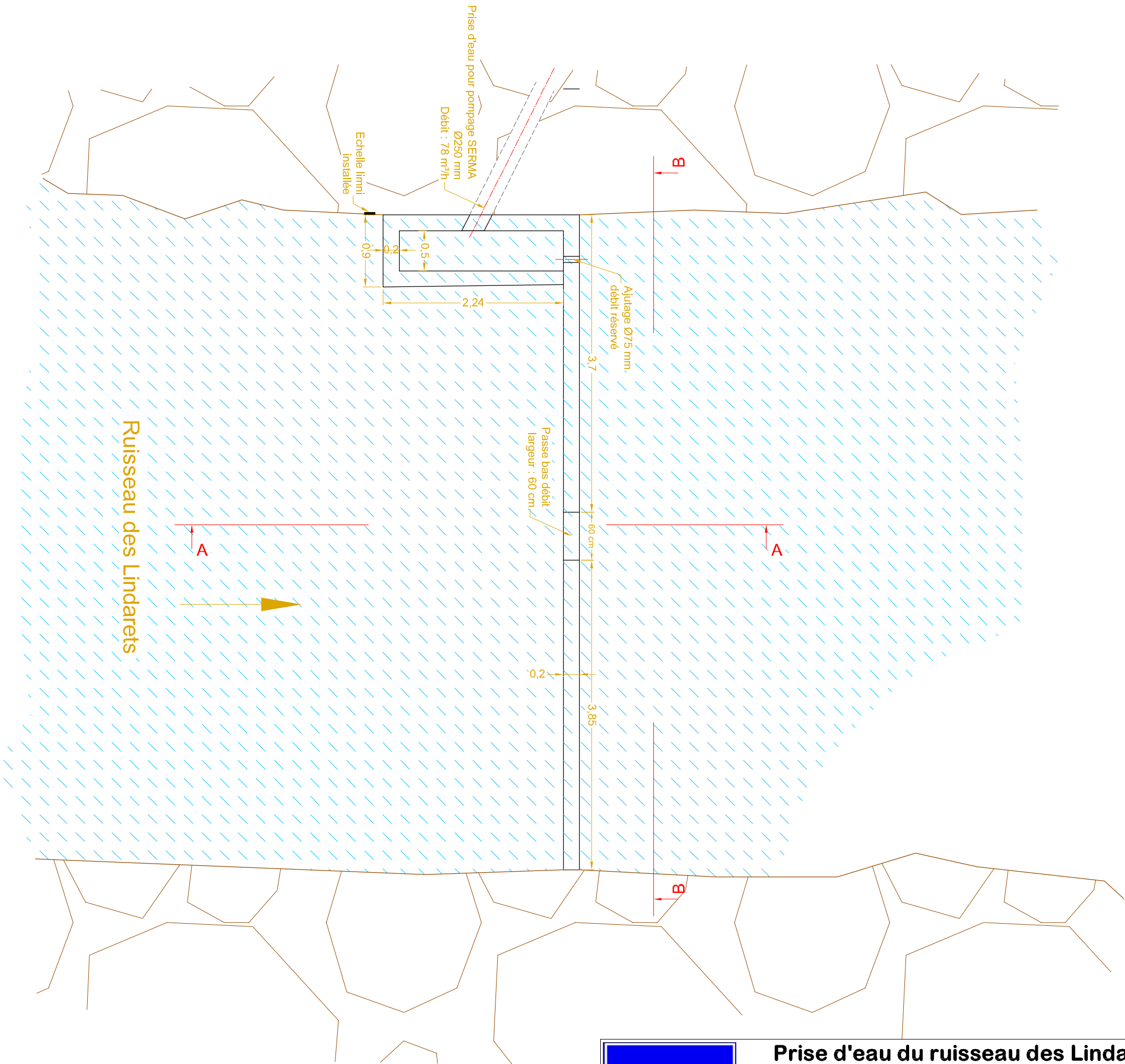
Figure 2 : Vue d'ensemble de l'ouvrage



Figure 3 : Passe bas-débit, vue de l'aval



Figure 4 : Bac de prise d'eau en rive gauche, vue de l'amont

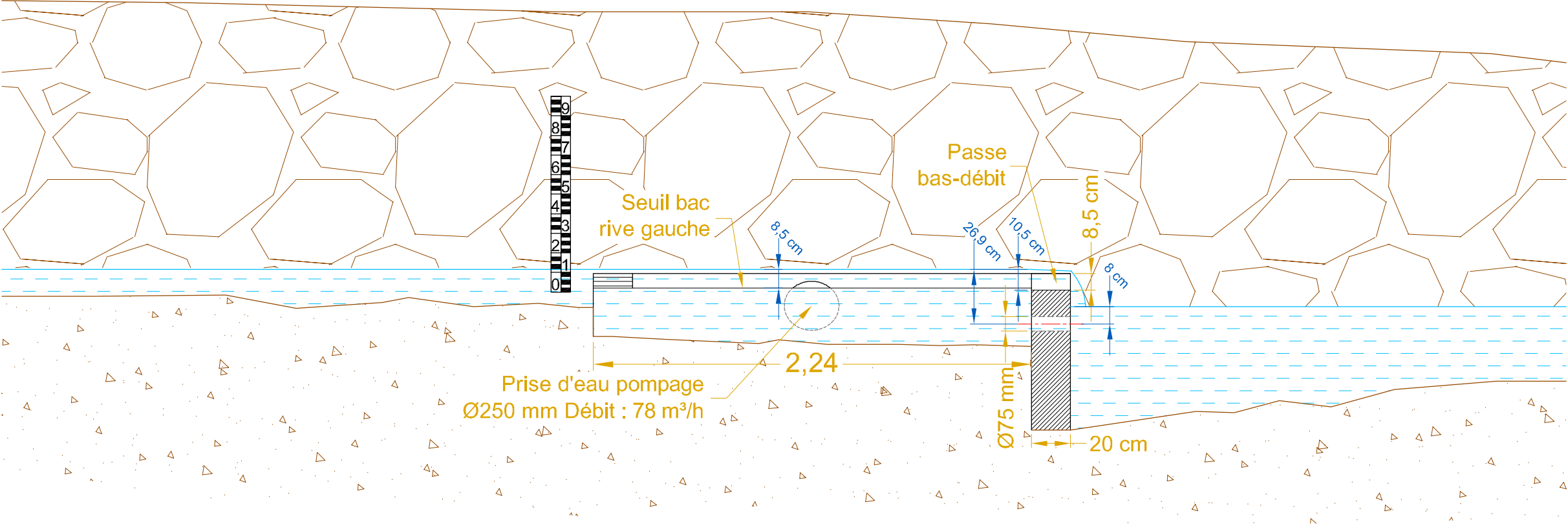


Prise d'eau du ruisseau des Lindarets
Vue en plan de l'ouvrage

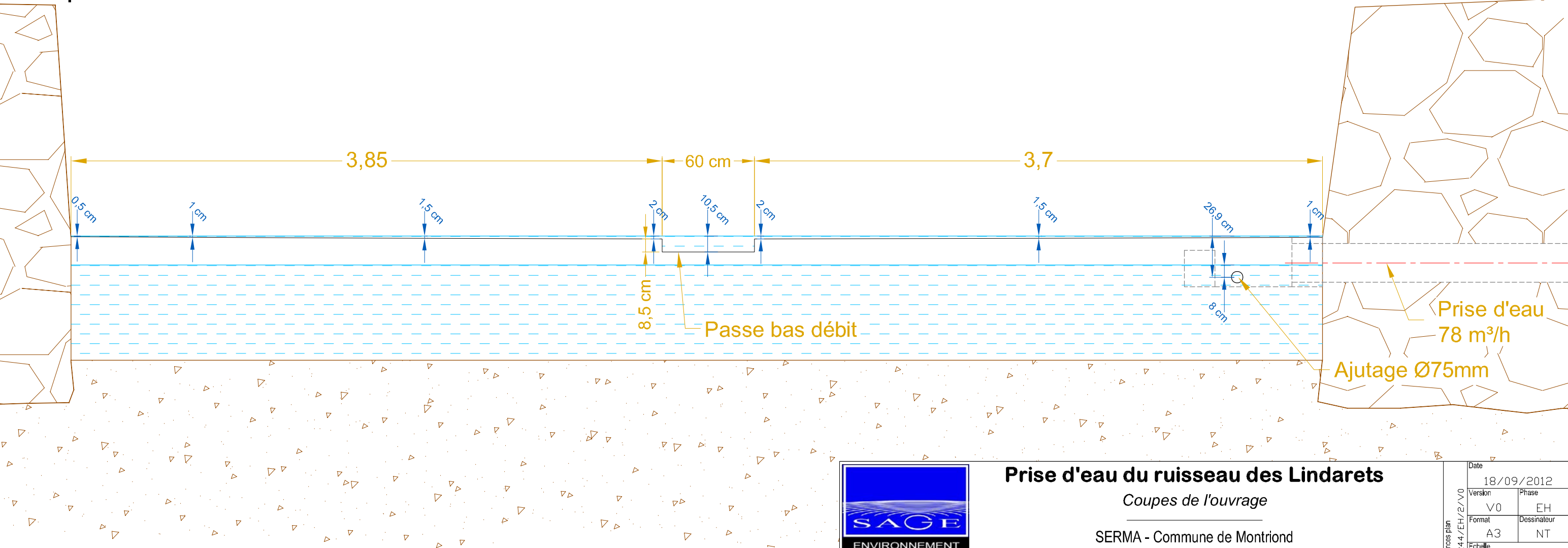
SERMA - Commune de Montriond

Références plan 12-244/EH/1/V0	Date 18/09/2012	
	Version V0	Phase EH
	Format A3	Dessinateur NT
	Echelle 1/50ème	

Coupe - élévation AA



Coupe - élévation BB



Prise d'eau du ruisseau des Lindarets
Coupes de l'ouvrage

SERMA - Commune de Montrond

Références plan 12-244/EH/2/V0	Date	18/09/2012
	Version	V0
	Format	A3
	Echelle	1/25ème
		Phase
		EH
		Dessinateur
		NT

II INSTALLATION D'UNE ECHELLE LIMNIMETRIQUE

Afin de pouvoir obtenir une relation « hauteur – débit » au droit de cet ouvrage, et de pouvoir ainsi contrôler le débit délivré en aval de celui-ci, une échelle limnimétrique a été installée en amont immédiat, sur la berge rive gauche.

Le zéro de l'échelle est calé sur la cote la plus basse du seuil, c'est-à-dire au droit de la passe bas-débit.

Compte tenu de la configuration de la berge (blocs d'enrochement), elle présente une inclinaison d'environ 20° par rapport à la verticale ; cette inclinaison a été prise en compte dans la détermination des lois hydrauliques présentées ci après, car il en résulte une faible « distorsion » sur les hauteurs d'eau réelles au droit du seuil.

Par ailleurs, on suppose que le niveau d'eau au droit de l'échelle correspond à la charge à l'amont immédiat du seuil (plan d'eau), ce qui est le cas pour les débits étudiés ; pour cette raison, la loi de calibrage n'est déterminée que pour une gamme limitée de hauteurs d'eau (0 – 30 cm), car au-delà, cette hypothèse n'est plus certaine (de même que la « coupure hydraulique » entre l'amont et l'aval du seuil qui n'est plus certaine pour des fortes valeurs de débit).

Cette échelle permettra, par un simple contrôle visuel, de s'assurer que le débit délivré en aval du seuil est suffisant au regard de l'arrêté d'autorisation de la prise d'eau (débit réservé de 69 m³/h ou 19,2 l/s), les organes de restitution étant « dégagés » de tout embâcle ou engrèvement.



Figure 7 : Emplacement de l'échelle, vue de l'amont



Figure 8 : Echelle limnimétrique installée

RESULTATS DES MESURES EFFECTUEES

I CONDITION DE REALISATION DES MESURES

Les mesures de débit et installation du limnimètre ont été réalisées le mardi 11/09/2012.

Le temps observé pour cette période était sec avec des températures conformes aux normales de saison, depuis plusieurs jours. Sur la figure suivante, on observe d'importantes précipitations ce même jour ; elles se sont produites en fin de journée, après notre intervention (orages).

Les débits entrants étaient donc stabilisés à l'étiage.

Les données suivantes sont issues du poste météorologique Météo France de Chamonix Mont Blanc (74), pour les mois d'août/septembre 2012, ces données étant géographiquement les plus proches disponibles.

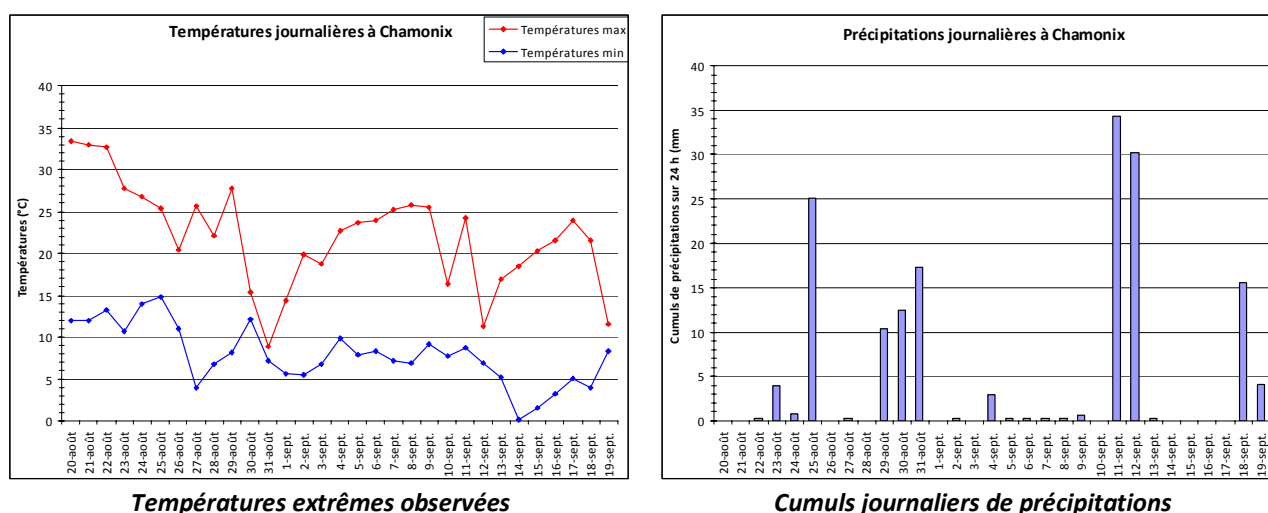


Figure 9 : Observations météorologiques à Chamonix Mt Blanc –Août/Septembre 2012 (source : Météo France)

II MISE EN ŒUVRE DES MESURES

Deux mesures de débit du ruisseau, en aval du seuil, ont été réalisées le 11 septembre 2012.

II.1 METHODE DE MESURE

Les mesures ont été réalisées par exploration du champ de vitesse, point par point, au moyen d'un ensemble micro moulinet / hélice OTT C2.

Cette méthode consiste à relever en différents points d'une section transversale du cours d'eau les vitesses de courant, puis d'intégrer ces valeurs élémentaires sur l'ensemble de la section afin d'en déterminer le débit total ($\text{Débit} = \text{Vitesse} \times \text{Section}$), tout en prenant en compte les « effets de bord », au niveau des berges et du fond du lit (ralentissement de l'écoulement).

Les mesures ont été réalisées en « point par point », sur 10 verticales dans la section jaugée.

Pour mettre en œuvre cette méthode, il est nécessaire de disposer d'une section de cours d'eau où les écoulements sont aussi laminaires et uniformes que possible (pas de recirculation d'eau, pas de ressaut hydraulique, pas de variations pulsatoires de la lame d'eau) et où la profondeur est partout d'au moins 5 à 7 cm.

Au niveau de chaque verticale (repérée en abscisse dans la section grâce à un décamètre), la profondeur d'eau totale est mesurée, et la vitesse est déterminée en différents points sur cette verticale, afin de déterminer le profil des vitesses avec précision. Les points sont resserrés dans les zones où le gradient est important, près du fond et de la surface.

Les vitesses sont déterminées grâce à une hélice calibrée, dont on mesure le nombre de tours en un temps de comptage déterminé (ici 30 secondes).

L'ensemble des valeurs mesurées sur le terrain sont ensuite saisies dans un logiciel qui détermine, par intégration des valeurs et par extrapolation au niveau du fond et des berges le débit total de la section jaugée.

II.2 MATERIEL UTILISE

Le matériel employé pour réaliser les mesures est celui de SAGE ENVIRONNEMENT. Il s'agissait d'un ensemble OTT C2, monté sur perche Ø20 mm (ID corps de moulinet : 95 437).

Compte tenu des vitesses d'écoulement observées, deux hélices (n°1 et n°3) ont été utilisées :

- hélice n°3, Ø 5 cm, pas de 0,25, n°195 067 *dernier calibrage : 06/03/2012*
- hélice n°1, Ø 5 cm, pas de 0,05, n°272 465 *dernier calibrage : 18/02/2011*

Le compteur utilisé est un compteur Z30 de la marque OTT (n°192847).

Les certificats d'étalonnage des hélices sont visibles en annexe.

L'exploitation des valeurs mesurées (vitesses de courant et dimensions) a été réalisée à l'aide du logiciel « BAREME », réalisé par la DIREN Rhône Alpes (devenue DREAL).

II.3 CHOIX DE LA SECTION DE MESURE

La section de mesure a été placée environ 50 mètres en aval du seuil, là où la configuration de l'écoulement était la plus favorable pour mettre en œuvre une mesure au micromoulinet. Plus en aval, un affluent rive gauche rejoint le ruisseau, aussi il est impossible de se déplacer plus en aval pour pouvoir ne mesurer que le débit restitué par le seuil.

Cette section présentait une largeur d'environ 3 mètres, avec des profondeurs variant de 0 à 18 cm. La section est visible ci après.

II.4 PRECISION DES MESURES

La détermination des hauteurs d'eau sur chaque verticale de mesure est donnée à ± 1 cm, ce qui représente en moyenne entre 5 et 10 % de précision relative compte tenu des profondeurs mises en jeu (entre 0 et 20 cm). L'imprécision vient d'une part de la nature du fond du lit du torrent, constitué par endroits de blocs et galets, et d'autre part des variations permanentes de la lame d'eau.

Les vitesses sont elles déterminées avec une précision de 5 à 10% environ, les mesures ont été prises sur 30 secondes, dans un courant modéré (vitesses comprises entre 0 et 0,55 m/s → utilisation des hélices n°1 et n°3).

Finalement, les valeurs de débits fournies par la suite seront données avec une précision globale de $\pm 10 \%$. En effet, lorsque les profondeurs sont importantes, les vitesses sont plus faibles et réciproquement ; considérant que plus les valeurs mesurées sont élevées, plus l'erreur relative de mesure est faible, une précision moyenne de 10% sur les valeurs de débits peut valablement être retenue.



Figure 10 : Section utilisée pour les mesures de débit

III RESULTATS DES MESURES

Dans ce chapitre sont présentés de façon synthétique les résultats obtenus et conditions des jaugeages réalisés. Les détails des jaugeages (fiches de dépouillement) sont fournis en annexe 1.

III.1 DESCRIPTION DES ESSAIS

Deux essais successifs ont été réalisés le 11/09/2012 :

- le premier a été réalisé dans les conditions « normales » de fonctionnement de l'installation, comme nous l'avons trouvée à notre arrivée. La charge d'eau, au droit de la passe bas débit du seuil (hauteur prise pour référence dans la suite), était de 10,5 cm.
- Le second a été réalisé dans des conditions similaires, au niveau de la même section de mesure ; nous avons simplement obstrué l'ajutage situé dans le béton du seuil, afin d'évaluer l'élévation de ligne d'eau provoquée à l'amont immédiat du seuil.

Le débit naturel entrant est resté stable au cours des deux essais (contrôle à l'aide d'une échelle limnimétrique).

On remarque que l'élévation d'eau observée est restée très faible, de l'ordre de 0,2 à 0,3 cm (difficilement mesurable donc en raison des variations « naturelles » de la surface du plan d'eau (vent, ondulations,...)).

Par ailleurs, l'objectif des mesures étant de s'assurer d'un débit réservé suffisant en toutes circonstances, nous avons reproduit les conditions a priori les plus défavorables pour la restitution de celui-ci ; le pompage d'eau, en direction de la retenue des Prolays, était donc en fonctionnement au cours des deux essais, au débit nominal de 78 m³/h soit 21,7 l/s.

On remarque que le fonctionnement du pompage ne perturbe pas la configuration du plan d'eau à l'amont du seuil transversal au ruisseau, et ce bien que le bac de mise en charge de la prise d'eau présente également un seuil en entrée ; il n'y a pas d'abaissement de la ligne d'eau à son passage, compte tenu de ses dimensions et de son calage altimétrique.

III.2 ESSAI 1

Ce premier essai a été réalisé pour les conditions « normales » de fonctionnement, observées à notre arrivée (débit aval délivré par le seuil + ajutage). Les résultats du jaugeage, calculés par le logiciel BAREME, sont repris dans le tableau suivant :

Date / heure du jaugeage	11/09/2012 12h00
Débit mesuré	85 l/s
Incertitude calculée (± 10%)	77 < Q < 94 l/s
Périmètre mouillé	3,03 m
Largeur au miroir	2,95 m
Vitesse moyenne section	0,23 m/s
Vitesse maximale	0,53 m/s
Section	0,365 m ²
Charge amont seuil <i>(au droit de la passe bas débit)</i>	10,5 cm
Hauteur sur limnimètre	10,5 cm
Débit prélevé pour le pompage	21,7 l/s
Hélice utilisée	Hélice n°3 – 195 067

Tableau 1 : Résultats de la mesure de débit n°1

Les conditions d'écoulement, pour un tel débit, en aval de la prise d'eau, sont visibles ci après.



Figure 11 : Conditions d'écoulement en aval de la prise d'eau – débit de 85 l/s

III.3 ESSAI 2

Pour ce second essai, l'ajutage situé dans le béton du seuil a été obstrué, afin d'évaluer l'élévation de ligne d'eau provoquée à l'amont immédiat du seuil, toutes choses étant égales par ailleurs (débit entrant, débit prélevé,...).

On constate que l'élévation reste très faible, à la limite de ce qu'il est possible d'observer « visuellement » ; nous avons évalué cette élévation entre 0,2 et 0,3 cm. Le débit restitué au niveau de l'ajutage contribue faiblement au débit total restitué à l'aval du seuil (voir chapitre suivant).

Les résultats du jaugeage, calculés par le logiciel BAREME, sont repris dans le tableau suivant :

Date / heure du jaugeage	11/09/2012 12h30
Débit mesuré	89 l/s
Incertitude calculée ($\pm 10\%$)	$80 < Q < 98$ l/s
Périmètre mouillé	3,03 m
Largeur au miroir	2,95 m
Vitesse moyenne section	0,24 m/s
Vitesse maximale	0,54 m/s
Section	0,365 m ²
Charge amont seuil (au droit de la passe bas débit)	10,8 cm
Hauteur sur limnimètre	10,8 cm
Débit prélevé pour le pompage	21,7 l/s
Hélice utilisée	Hélice n°1 – 272 465

Tableau 2 : Résultats de la mesure de débit n°2

III.4 CONCLUSIONS

Les deux mesures réalisées donnent des valeurs proches, ce qui confirme la régularité des conditions de réalisation du jaugeage (débit naturel entrant, débit prélevé,....).

En croisant les intervalles de confiance obtenus sur les deux mesures, on obtient :

- un débit moyen de 87 l/s restitué en aval de la prise d'eau
- un encadrement de la valeur entre 80 et 94 l/s (cas favorable).

Ces valeurs sont utilisées au chapitre suivant pour calibrer les lois hydrauliques.

Par ailleurs, le « transfert » du débit restitué par l'ajutage Ø75 mm sur le seuil ne provoque qu'une élévation très faible de la lame d'eau à l'amont du seuil, de l'ordre de 2 à 3 mm ; le débit restitué par ajutage est donc faible et ne contribue que peu au débit total délivré en aval de l'ouvrage.



EXPLOITATION DES MESURES DE DEBIT – CALIBRAGE DU SEUIL

I APPROCHE HYDRAULIQUE DU SYSTEME

I.1 ELEMENTS DE THEORIE - HYPOTHESES

Le dispositif de restitution du débit réservé de la prise d'eau des Lindarets s'apparente, pour les faibles débits, à deux dispositifs hydrauliques qui fonctionnent conjointement :

- un seuil épais avec échancrure (passe bas-débit), en régime dénoyé¹,
- auquel s'ajoute un ajutage long « sortant » en régime noyé (influencé par l'aval donc).

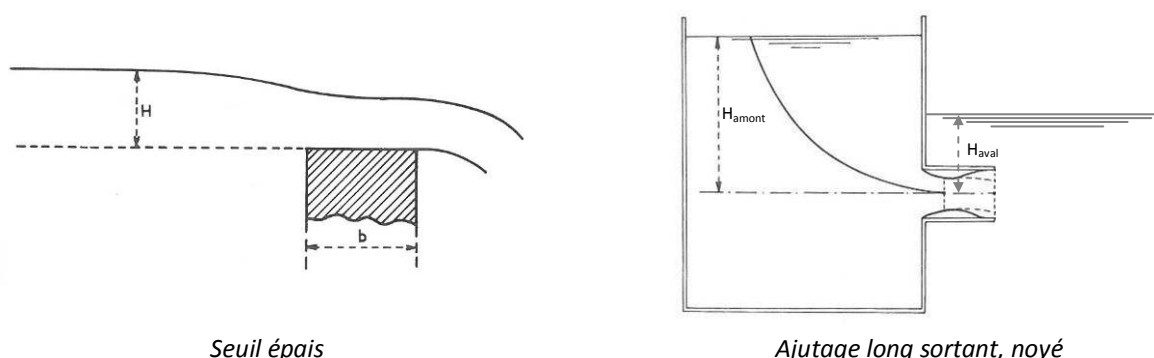


Figure 12 : Illustrations des dispositifs hydrauliques (source : Hydraulique Générale et appliquée, M. Carlier)

Ces dispositifs fonctionnent suivant des lois théoriques, données par la littérature :

$$Q = mLH\sqrt{2gH}$$

Loi de débitance d'un seuil dénoyé (Loi de Bazin)

$$Q = mS\sqrt{2g(H_{\text{amont}} - H_{\text{aval}})}$$

Loi de débitance au travers d'un ajustage noyé

Avec : **Q** débit délivré par le dispositif, **S** section de l'orifice/ajutage, **m** coefficient de débit, **g** constante universelle de gravité et **H** différence de charge hydraulique au passage du dispositif (charge amont au passage du seuil, lorsque les vitesses d'approche de celui-ci sont faibles – cas d'un plan d'eau –, ou différence de charge amont-aval pour l'ajutage noyé), et **L** largeur du seuil.

Afin de prendre en compte la présence de la passe bas débit (échancrure) dans le seuil, qui fait que la charge **H** n'est pas constante sur toute la largeur du seuil, il faut en réalité additionner les débits délivrés par les 3 sections du seuil (moitié rive gauche, passe bas débit, moitié rive droite). On peut sinon, pour simplifier, assimiler le produit $L \times H$ à la section d'écoulement **S** à l'amont immédiat du seuil (dans son ensemble), qui peut être connue en fonction de la hauteur d'eau lue sur l'échelle limnimétrique.

Dans le cas présent, les coefficients de débits théoriques donnés par la littérature spécialisée sont :

¹ dénoyé : sans influence aval de l'écoulement

- pour un seuil épais dénoyé : entre $K \times 0,40$ et $K \times 0,43$, avec $K = 0,7 + 0,185 \frac{H}{b}$, b étant l'épaisseur du seuil (20 cm ici) soit un coefficient m compris entre 0,31 et 0,34.
- pour un ajutage long sortant : $m = 0,82$

Il s'agit toutefois de valeurs théoriques qui dépendent en réalité des « finitions » des dispositifs, de leur rugosité,...

L'objectif du calibrage de l'ouvrage est de déterminer ces coefficients pour retrouver ensuite une loi hauteur – débit, dont on ne peut toutefois garantir la validité que pour des hauteurs d'eau proches de celles observées le jour des mesures.

Une inconnue demeure dans le cas présent ; il s'agit de la charge aval (H_{aval}) qui s'applique sur l'ajutage. Le jour des mesures, pour un débit de 87 l/s, elle était de 8 cm. Les mesures réalisées ne permettent pas de savoir comment varie cette charge avec le débit. Il a donc été nécessaire de faire des hypothèses sur cette valeur afin de déterminer la loi de débitance de l'ouvrage. Ces hypothèses, faites « dans le sens de la sécurité », sont les suivantes :

- à débit nul, la charge à l'aval de l'ajutage est nulle (hypothèse faite à partir de la configuration du lit du ruisseau en aval et du fil d'eau identifié lors de la reconnaissance ;
- pour le débit le plus élevé pris en considération (environ 1,3 m³/s), on suppose que la charge aval augmente dans des proportions moindres que la charge amont dans la mesure où l'on constate un élargissement du lit en aval ; nous avons retenu « par sécurité » une augmentation de 25 cm à l'aval pour une augmentation amont de 30 cm.

Il en résulte que la débitance estimée pour l'ajutage ne varie que très peu en fonction de la charge amont. Par ailleurs, compte tenu des dimensions de l'ajutage, sa débitance est faible de façon sûre, et ne contribue que très peu au débit total restitué en aval dans le ruisseau ; il ne dépasse pas 11 l/s dans des hypothèses favorables, pour la charge maximale amont étudiée, alors que le seuil délivre lui plus de 1,3 m³/s. Le débit de l'ajutage représente alors moins de 1 % du débit total.

Dernier point : la loi de débitance présentée ci après n'est valide qu'en présence d'une « coupure hydraulique » au passage du seuil. Pour les forts débits, et compte tenu de la faible dénivelée du seuil, il est certain que l'écoulement aval puisse influencer l'amont.

I.2 RECALAGE D'UNE LOI HAUTEUR / DEBIT

A partir des éléments de théorie précédents et des mesures réalisées dont les résultats ont été exposés dans le chapitre précédent, la relation hauteur – débit au droit du seuil a été élaborée.

Elle ne dépend pas du fonctionnement de la prise d'eau (pompage), située en rive gauche, tant que le niveau d'eau à l'amont du seuil est « constant » sur toute la largeur du ruisseau et s'apparente à un plan d'eau.

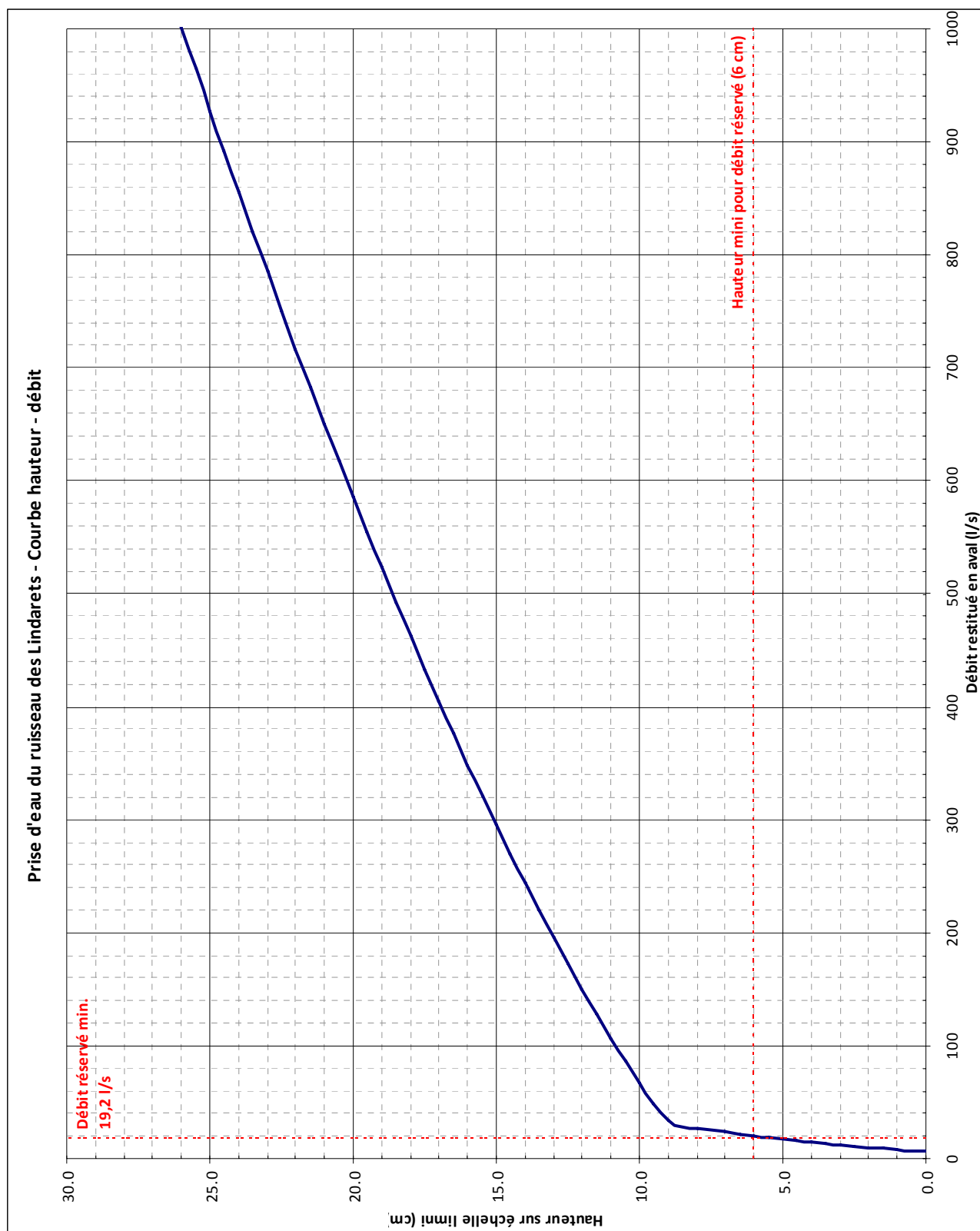
Elle est valide dans la gamme des hauteurs présentées (0 – 30 cm), tant que le seuil n'est pas « noyé » (plus de coupure hydraulique à son passage).

Les coefficients de débits réels calculés à partir des mesures effectuées (charge amont de 10,5 cm et débit déversés de 87 l/s) sont :

- Coefficient de débit de l'ajutage : $m_{\text{ajutage}} = 0,8$
- Coefficient de débit du seuil : $m_{\text{seuil}} = 0,331$

On obtient alors les valeurs et le graphique suivant (graphique repris en annexe).

Figure 13 : Courbe hauteur - débit au droit du seuil



Hauteur limni installé (cm) <i>incli. 20°</i>	Hauteur lame d'eau réelle (cm)	Section lame sur seuil (m²)	Débit Seuil Bazin (l/s)	Charge amont orifice (cm CE)	Charge aval orifice (cm CE)	Diff de charge en mCE	Débit délivré par ajutage (l/s)	DEBIT TOTAL AVAL Ruisseau (l/s)
0.0	0.6	0.00380	0.4	16.4	0.0	0.164	6.3	7
0.5	1.1	0.00662	1.0	16.9	0.4	0.165	6.4	7
1.0	1.6	0.00944	1.7	17.4	0.8	0.166	6.4	8
1.5	2.0	0.01226	2.6	17.9	1.1	0.168	6.4	9
2.0	2.5	0.01508	3.5	18.4	1.5	0.169	6.4	10
2.5	3.0	0.01789	4.5	18.9	1.9	0.170	6.5	11
3.0	3.5	0.02071	5.6	19.4	2.3	0.171	6.5	12
3.5	3.9	0.02353	6.8	19.9	2.7	0.172	6.5	13
4.0	4.4	0.02635	8.1	20.4	3.0	0.174	6.5	15
4.5	4.9	0.02917	9.4	20.9	3.4	0.175	6.5	16
5.0	5.3	0.03199	10.8	21.4	3.8	0.176	6.6	17
5.5	5.8	0.03481	12.3	21.9	4.2	0.177	6.6	19
6.0	6.3	0.03763	13.8	22.4	4.6	0.178	6.6	20
6.5	6.7	0.04045	15.4	22.9	5.0	0.179	6.6	22
7.0	7.2	0.04327	17.0	23.4	5.3	0.181	6.7	24
7.5	7.7	0.04609	18.7	23.9	5.7	0.182	6.7	25
8.0	8.2	0.04890	20.5	24.4	6.1	0.183	6.7	27
8.5	8.6	0.05172	22.3	24.9	6.5	0.184	6.7	29
9.0	9.1	0.06250	27.6	25.4	6.9	0.185	6.7	34
9.5	9.6	0.09090	41.2	25.9	7.2	0.187	6.8	48
10.0	10.0	0.12960	60.2	26.4	7.6	0.188	6.8	67
10.5	10.5	0.16789	79.8	26.9	8.0	0.189	6.8	87
11.0	11.0	0.20618	100.1	27.4	8.4	0.190	6.8	107
11.5	11.4	0.24448	121.2	27.9	8.9	0.190	6.8	128
12.0	11.9	0.28277	143.1	28.4	9.3	0.191	6.8	150
12.5	12.4	0.32106	165.6	28.9	9.7	0.192	6.9	172
13.0	12.8	0.35935	188.9	29.4	10.2	0.192	6.9	196
13.5	13.3	0.39765	212.8	29.9	10.6	0.193	6.9	220
14.0	13.8	0.43594	237.3	30.4	11.1	0.193	6.9	244
14.5	14.3	0.47423	262.5	30.9	11.5	0.194	6.9	269
15.0	14.7	0.51252	288.4	31.4	11.9	0.195	6.9	295
15.5	15.2	0.55082	314.8	31.9	12.4	0.195	6.9	322
16.0	15.7	0.58911	341.9	32.4	12.8	0.196	6.9	349
16.5	16.1	0.62740	369.5	32.9	13.2	0.197	6.9	376
17.0	16.6	0.66569	397.8	33.4	13.7	0.197	7.0	405
17.5	17.1	0.70399	426.5	33.9	14.1	0.198	7.0	434
18.0	17.5	0.74228	455.9	34.4	14.5	0.199	7.0	463
18.5	18.0	0.78057	485.8	34.9	15.0	0.199	7.0	493
19.0	18.5	0.81886	516.2	35.4	15.4	0.200	7.0	523
19.5	19.0	0.85716	547.2	35.9	15.8	0.201	7.0	554
20.0	19.4	0.89545	578.7	36.4	16.3	0.201	7.0	586
20.5	19.9	0.93374	610.7	36.9	16.7	0.202	7.0	618
21.0	20.4	0.97203	643.2	37.4	17.2	0.202	7.0	650
21.5	20.8	1.01033	676.2	37.9	17.6	0.203	7.1	683
22.0	21.3	1.04862	709.7	38.4	18.0	0.204	7.1	717
22.5	21.8	1.08691	743.6	38.9	18.5	0.204	7.1	751
23.0	22.2	1.12520	778.1	39.4	18.9	0.205	7.1	785
23.5	22.7	1.16350	813.0	39.9	19.3	0.206	7.1	820
24.0	23.2	1.20179	848.4	40.4	19.8	0.206	7.1	856
24.5	23.7	1.24008	884.3	40.9	20.2	0.207	7.1	891
25.0	24.1	1.27837	920.6	41.4	20.6	0.208	7.1	928
25.5	24.6	1.31667	957.4	41.9	21.1	0.208	7.1	965
26.0	25.1	1.35496	994.6	42.4	21.5	0.209	7.2	1002
26.5	25.5	1.39325	1032.2	42.9	21.9	0.210	7.2	1039
27.0	26.0	1.43154	1070.3	43.4	22.4	0.210	7.2	1077
27.5	26.5	1.46984	1108.8	43.9	22.8	0.211	7.2	1116
28.0	26.9	1.50813	1147.8	44.4	23.3	0.211	7.2	1155
28.5	27.4	1.54642	1187.1	44.9	23.7	0.212	7.2	1194
29.0	27.9	1.58471	1226.9	45.4	24.1	0.213	7.2	1234
29.5	28.4	1.62301	1267.1	45.9	24.6	0.213	7.2	1274
30.0	28.8	1.66130	1307.7	46.4	25.0	0.214	7.2	1315

Tableau 3 : Valeurs numériques de la loi de calibrage du seuil

II CONCLUSIONS

Le débit réservé au droit de la prise d'eau des Lindarets est de 19,2 l/s.

Au regard des éléments précédents, ce débit est restitué en aval du seuil (celui-ci étant dégagé de tout embâcle, de même que l'ajutage ne doit pas être engravé) dès lors que le niveau d'eau amont dépasse 6 cm sur l'échelle limnimétrique mise en place à l'occasion des mesures du 11/09/2012.

Un autre repère visuel simple est que la passe bas débit (échancrure située au centre du seuil) est dimensionnée pour ce débit de 20 l/s (sans prendre en compte l'ajutage qui vient s'ajouter à cette valeur). Autrement dit, dès que l'écoulement vient se faire sur le seuil de part et d'autre de l'échancrure (soit une charge $\geq 8,5$ cm), le débit restitué par l'échancrure uniquement (hors ajutage noyé) est suffisant au regard de l'arrêté d'autorisation de prélèvement.

Ces deux informations donnent à l'exploitant des repères visuels lui permettant de contrôler qu'en toutes circonstances, un débit suffisant est restitué à l'aval de la prise d'eau dans le ruisseau des Lindarets (sauf si le débit naturel entrant est inférieur auquel cas tout doit être restitué en aval et aucun prélèvement ne peut avoir lieu).

ANNEXES

Annexe 1 : Résultats des jaugeages	25
Annexe 2 : Certificats d'étalonnage des moulinets.....	26
Annexe 3 : Courbe hauteur - débit	27

Annexe 1 : Résultats des jaugeages

Ruisseau des Lindarets à PE LINDARETS (01)
Jaugeage du 11/09/2012 12:00

Numéro du jaugeage : 01

Cote retenue (cm) : 22.0

Date-Heure de début : 11/09/2012 12:00

Cote de début (cm) :

Date-Heure de fin :

Cote de fin (cm) :

Débit (m3/s) : 0.085

Incertitude sur le débit (%) : 10

Distance de la section de jaugeage à la station (m) :

Section mouillée (m²) : 0.365

Vitesse moyenne (m/s) : 0.23

Périmètre mouillé (m) : 3.03

Vitesse maximum (m/s) : 0.53

Largeur au miroir (m) : 2.95

Vitesse max en surface (m/s) :

Mode de jaugeage : Perche point par point

Commentaire :

Essai 1 - Seuil + ajutage

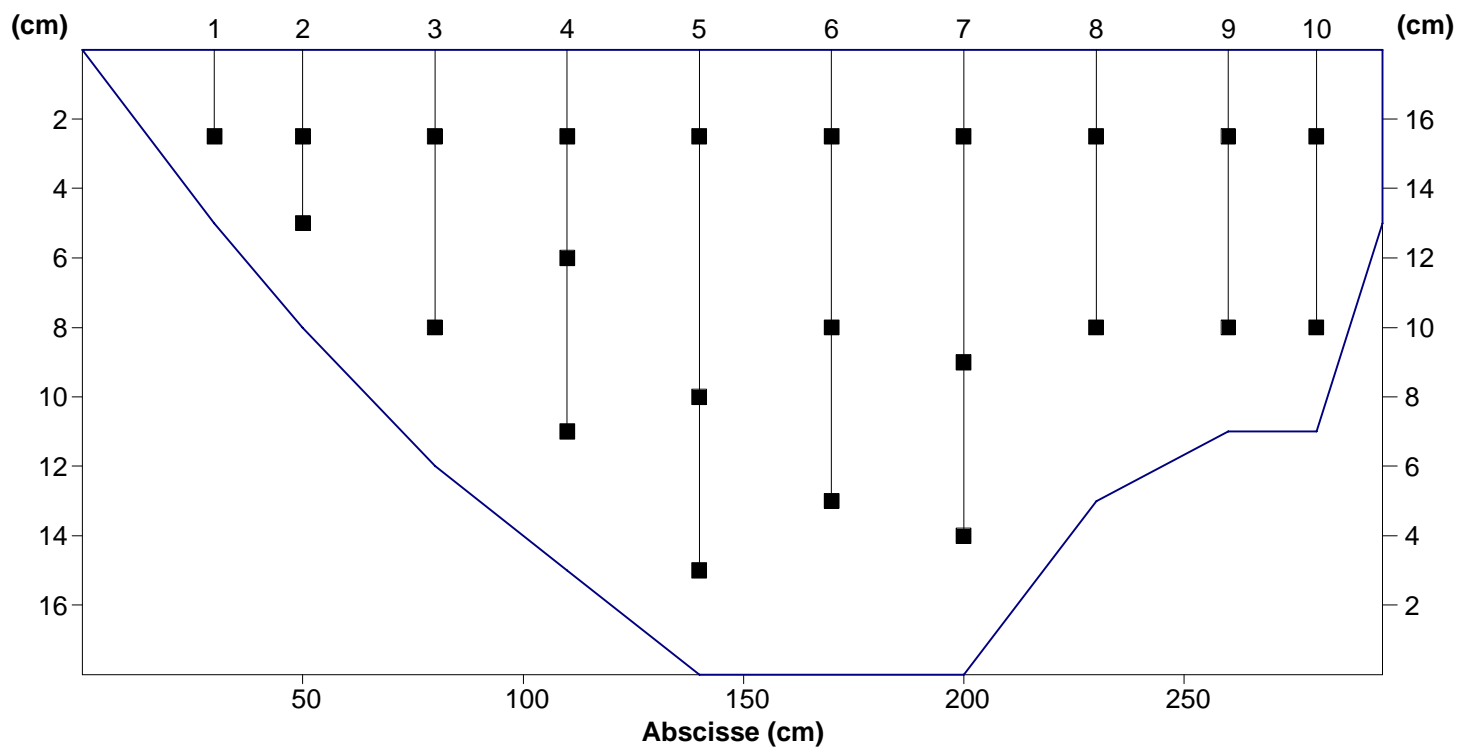
Ruisseau des Lindarets à PE LINDARETS (01)
Jaugeage du 11/09/2012 12:00 - Section(s) de mesures

Section numéro 1

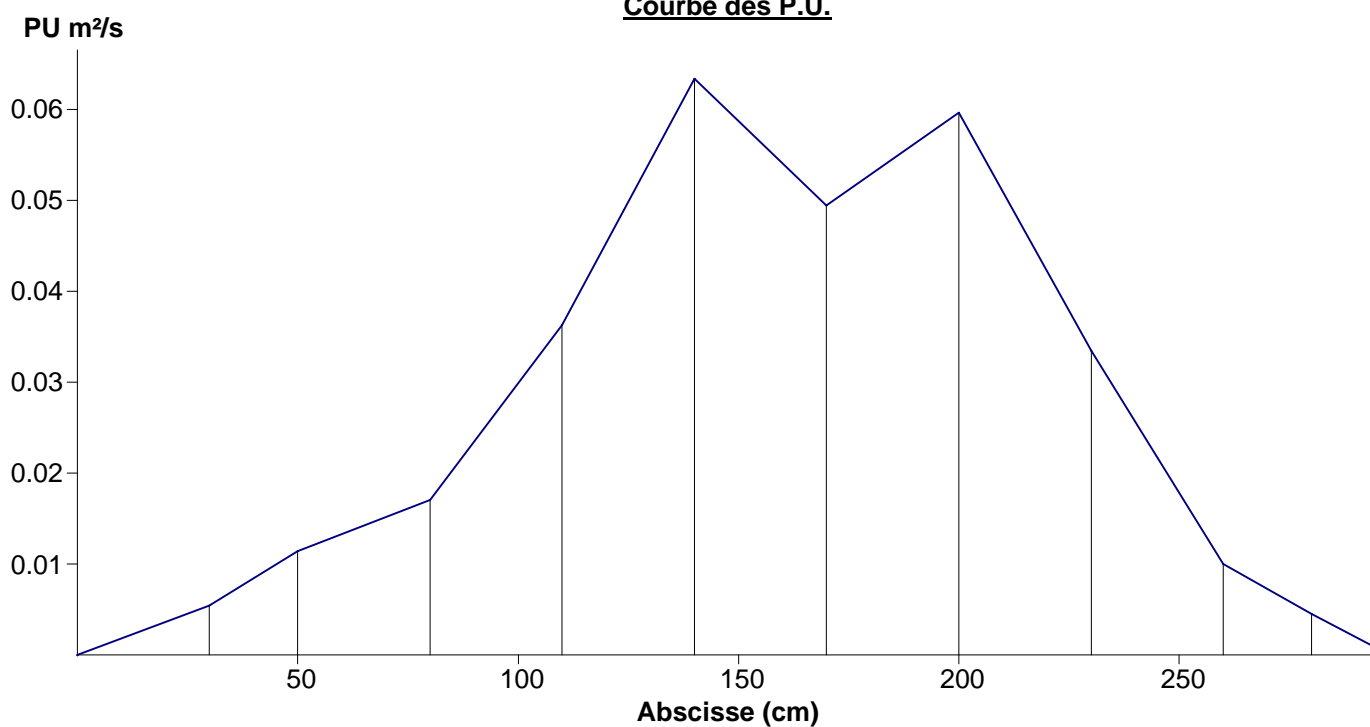
Débit = 0.085 m³/s

Vitesse moyenne = 0.23 m/s

Profil en travers - Section = 0.365 m²



Courbe des P.U.



Ruisseau des Lindarets à PE LINDARETS (01)

Jaugeage du 11/09/2012 12:00

Périmètre mouillé (m)	Largeur au miroir (m)	Vitesse Moyenne (m/s)	Vitesse Maxi (m/s)	Section (m²)	Débit (m³/s)	Cote Echelle
3.03	2.95	0.23	0.53	0.365	0.085	22.0

Toutes les abscisses, hauteurs, profondeurs, ... qui suivent sont exprimées en cm.
Pour les verticales de type 'point par point', le zéro est compté à partir du fond, et les mesures se font en montant.

SECTION NUMERO 1

Nb verticales	Abs Rive1	Prof Rive1	Coef Rive1	Abs Rive2	Prof Rive2	Coef Rive2	Vmoy(m/s)	Section (m²)	Débit (m³/s)
10	0	0	0.67	295	5	0.67	0.234	0.365	0.085

Verticale 1

Abscisse : 30
Hauteur totale : 5
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n3

P.U. (m²/s) : 0.005

Haut	trs	V (m/s)
2.5	14	0.13

Verticale 2

Abscisse : 50
Hauteur totale : 8
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n3

P.U. (m²/s) : 0.011

Haut	trs	V (m/s)
3	12	0.12
5.5	23	0.20

Verticale 3

Abscisse : 80
Hauteur totale : 12
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n3

P.U. (m²/s) : 0.017

Haut	trs	V (m/s)
4	12	0.12
9.5	23	0.20

Verticale 4

Abscisse : 110
Hauteur totale : 15
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n3

P.U. (m²/s) : 0.036

Haut	trs	V (m/s)
4	17	0.15
9	34	0.30
12.5	43	0.37

Verticale 5

Abscisse : 140
Hauteur totale : 18
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n3

P.U. (m²/s) : 0.063

Haut	trs	V (m/s)
3	23	0.20
8	39	0.34
15.5	61	0.53

Verticale 6

Abscisse : 170
Hauteur totale : 18
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n3

P.U. (m²/s) : 0.049

Haut	trs	V (m/s)
5	31	0.27
10	32	0.28
15.5	42	0.36

Verticale 7

Abscisse : 200
Hauteur totale : 18
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n3

P.U. (m²/s) : 0.060

Haut	trs	V (m/s)
4	14	0.13
9	49	0.42
15.5	58	0.50

Verticale 8

Abscisse : 230
Hauteur totale : 13
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n3

P.U. (m²/s) : 0.033

Haut	trs	V (m/s)
5	33	0.29
10.5	35	0.30

Ruisseau des Lindarets à PE LINDARETS (01)
Jaugeage du 11/09/2012 12:00

Verticale 9

Abscisse : 260

Hauteur totale : 11

Coefficient fond : 0.67

Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s

Moulinet : OTT C2 hél n3

P.U. (m²/s) : 0.010

Haut	trs	V (m/s)
3	9	0.10
8.5	10	0.10

Verticale 10

Abscisse : 280

Hauteur totale : 11

Coefficient fond : 0.67

Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s

Moulinet : OTT C2 hél n3

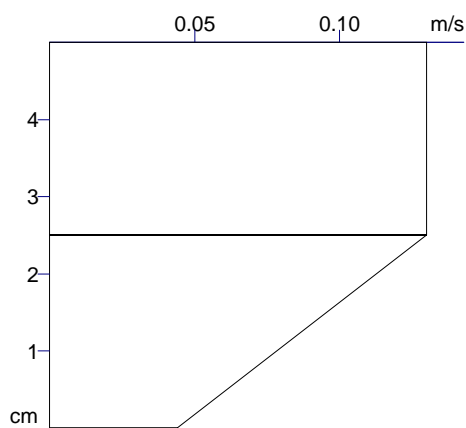
P.U. (m²/s) : 0.004

Haut	trs	V (m/s)
3	3	0.05
8.5	1	0.04

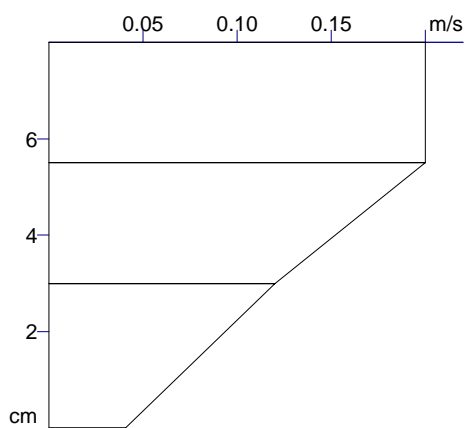
Ruisseau des Lindarets à PE LINDARETS (01)

Jaugeage du 11/09/2012 12:00 - Profils des verticales

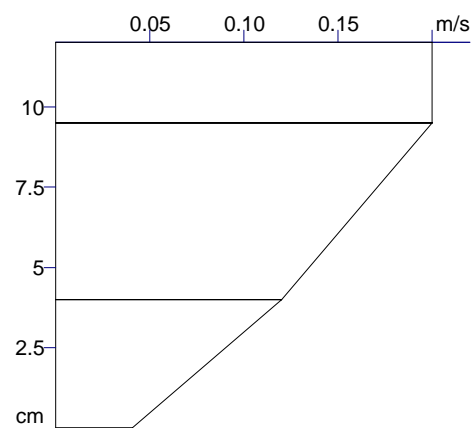
Verticale numéro 1 P.U. = 0.005 m²/s



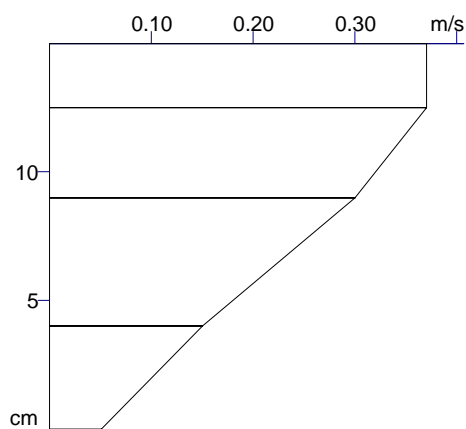
Verticale numéro 2 P.U. = 0.011 m²/s



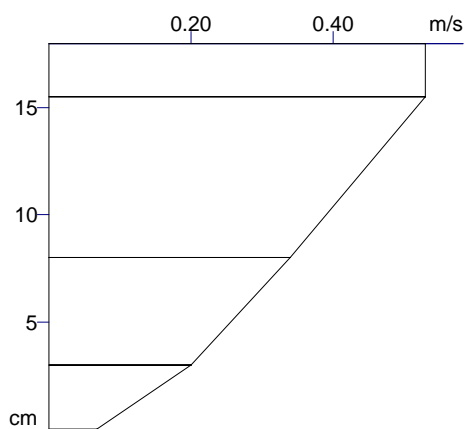
Verticale numéro 3 P.U. = 0.017 m²/s



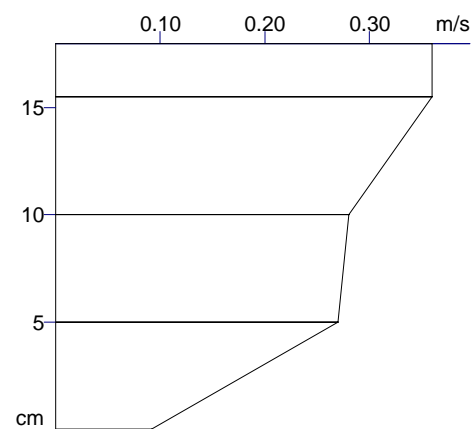
Verticale numéro 4 P.U. = 0.036 m²/s



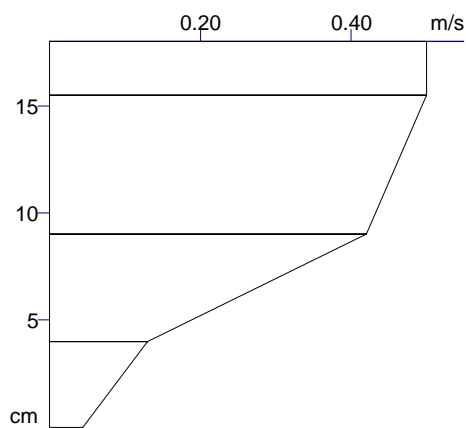
Verticale numéro 5 P.U. = 0.063 m²/s



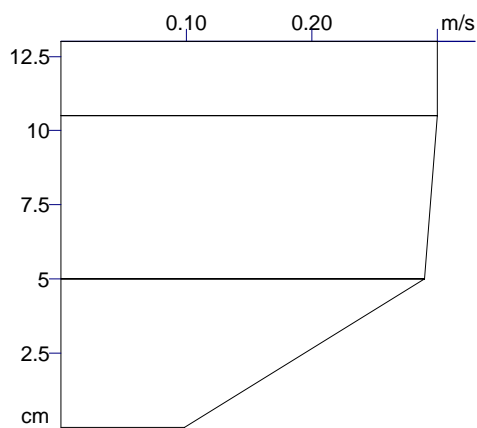
Verticale numéro 6 P.U. = 0.049 m²/s



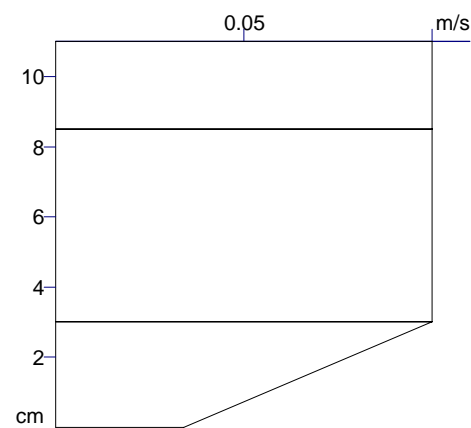
Verticale numéro 7 P.U. = 0.060 m²/s



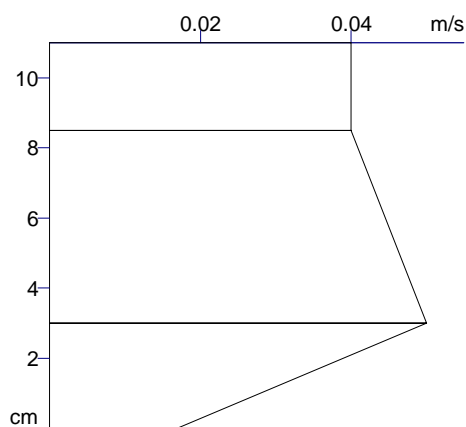
Verticale numéro 8 P.U. = 0.033 m²/s



Verticale numéro 9 P.U. = 0.010 m²/s



Verticale numéro 10 P.U. = 0.004 m²/s



Ruisseau des Lindarets à PE LINDARETS (01)
Jaugeage du 11/09/2012 12:30

Numéro du jaugeage : 02

Cote retenue (cm) : 22.5

Date-Heure de début : 11/09/2012 12:30

Cote de début (cm) :

Date-Heure de fin :

Cote de fin (cm) :

Débit (m³/s) : 0.089

Incertitude sur le débit (%) : 10

Distance de la section de jaugeage à la station (m) :

Section mouillée (m²) : 0.365

Vitesse moyenne (m/s) : 0.24

Périmètre mouillé (m) : 3.03

Vitesse maximum (m/s) : 0.54

Largeur au miroir (m) : 2.95

Vitesse max en surface (m/s) :

Mode de jaugeage : Perche point par point

Commentaire :

Essai 2 - Seuil / ajutage bouché

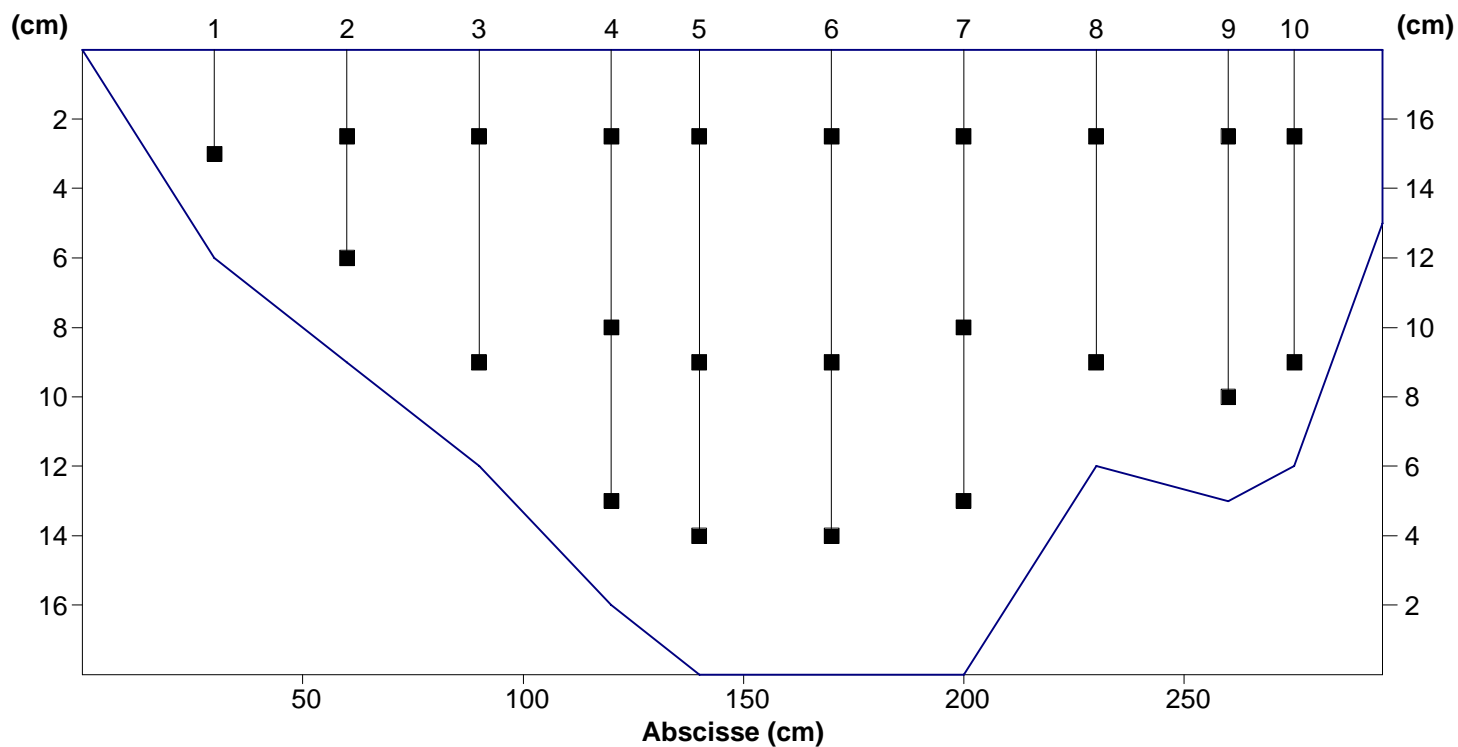
Ruisseau des Lindarets à PE LINDARETS (01)
Jaugeage du 11/09/2012 12:30 - Section(s) de mesures

Section numéro 1

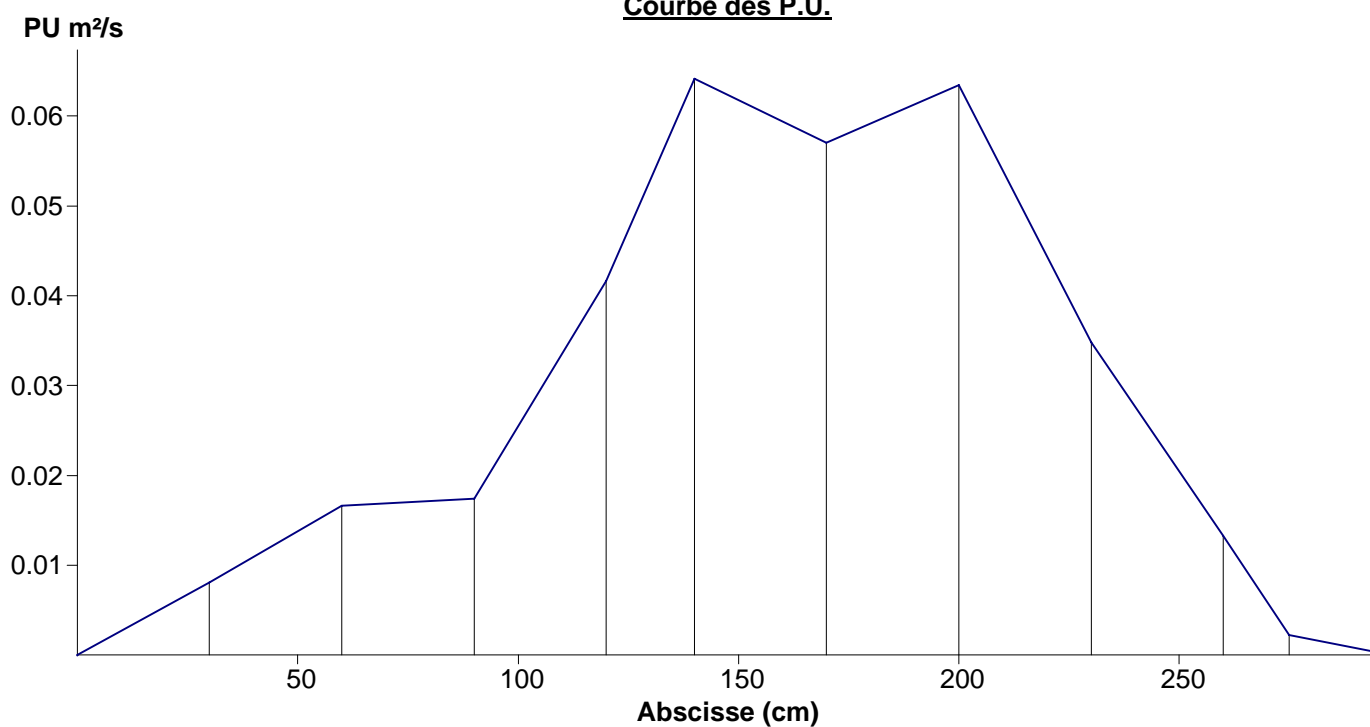
Débit = 0.089 m³/s

Vitesse moyenne = 0.24 m/s

Profil en travers - Section = 0.365 m²



Courbe des P.U.



Ruisseau des Lindarets à PE LINDARETS (01)

Jaugeage du 11/09/2012 12:30

Périmètre mouillé (m)	Largeur au miroir (m)	Vitesse Moyenne (m/s)	Vitesse Maxi (m/s)	Section (m²)	Débit (m³/s)	Cote Echelle
3.03	2.95	0.24	0.54	0.365	0.089	22.5

Toutes les abscisses, hauteurs, profondeurs, ... qui suivent sont exprimées en cm.
Pour les verticales de type 'point par point', le zéro est compté à partir du fond, et les mesures se font en montant.

SECTION NUMERO 1

Nb verticales	Abs Rive1	Prof Rive1	Coef Rive1	Abs Rive2	Prof Rive2	Coef Rive2	Vmoy(m/s)	Section (m²)	Débit (m³/s)
10	0	0	0.67	295	5	0.67	0.244	0.365	0.089

Verticale 1

Abscisse : 30
Hauteur totale : 6
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n1

P.U. (m²/s) : 0.008

Haut	trs	V (m/s)
3	67	0.16

Verticale 2

Abscisse : 60
Hauteur totale : 9
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n1

P.U. (m²/s) : 0.017

Haut	trs	V (m/s)
3	65	0.16
6.5	110	0.25

Verticale 3

Abscisse : 90
Hauteur totale : 12
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n1

P.U. (m²/s) : 0.017

Haut	trs	V (m/s)
3	33	0.09
9.5	97	0.22

Verticale 4

Abscisse : 120
Hauteur totale : 16
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n1

P.U. (m²/s) : 0.042

Haut	trs	V (m/s)
3	49	0.12
8	126	0.28
13.5	197	0.41

Verticale 5

Abscisse : 140
Hauteur totale : 18
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n1

P.U. (m²/s) : 0.064

Haut	trs	V (m/s)
4	106	0.24
9	169	0.36
15.5	270	0.54

Verticale 6

Abscisse : 170
Hauteur totale : 18
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n1

P.U. (m²/s) : 0.057

Haut	trs	V (m/s)
4	129	0.28
9	143	0.31
15.5	204	0.43

Verticale 7

Abscisse : 200
Hauteur totale : 18
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n1

P.U. (m²/s) : 0.063

Haut	trs	V (m/s)
5	69	0.16
10	241	0.49
15.5	266	0.54

Verticale 8

Abscisse : 230
Hauteur totale : 12
Coefficient fond : 0.67
Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s
Moulinet : OTT C2 hél n1

P.U. (m²/s) : 0.035

Haut	trs	V (m/s)
3	78	0.18
9.5	212	0.44

Ruisseau des Lindarets à PE LINDARETS (01)

Jaugeage du 11/09/2012 12:30

Verticale 9

Abscisse : 260

Hauteur totale : 13

Coefficient fond : 0.67

Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s

Moulinet : OTT C2 hél n1

P.U. (m²/s) : 0.013

Haut	trs	V (m/s)
3	41	0.10
10.5	49	0.12

Verticale 10

Abscisse : 275

Hauteur totale : 12

Coefficient fond : 0.67

Angle de dérive : 0°

Temps de mesure : 30s

Moulinet : OTT C2 hél n1

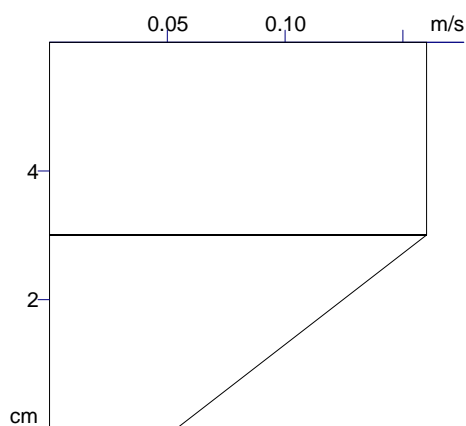
P.U. (m²/s) : 0.002

Haut	trs	V (m/s)
3	3	0.02
9.5	2	0.02

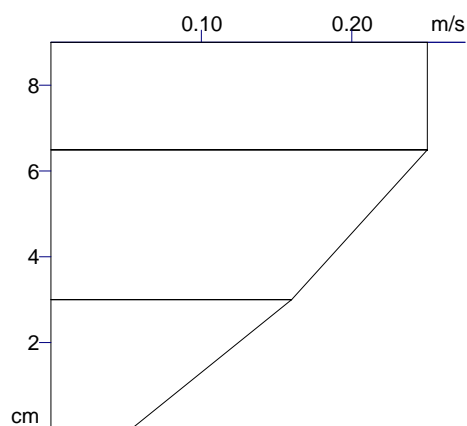
Ruisseau des Lindarets à PE LINDARETS (01)

Jaugeage du 11/09/2012 12:30 - Profils des verticales

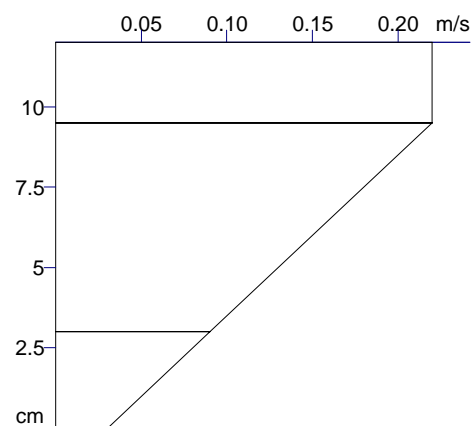
Verticale numéro 1 P.U. = 0.008 m²/s



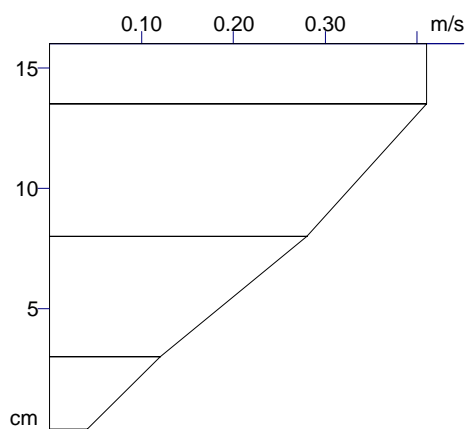
Verticale numéro 2 P.U. = 0.017 m²/s



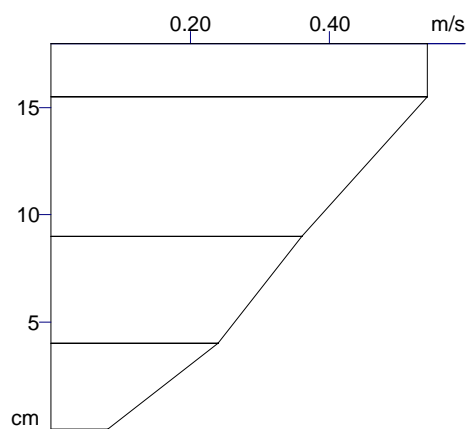
Verticale numéro 3 P.U. = 0.017 m²/s



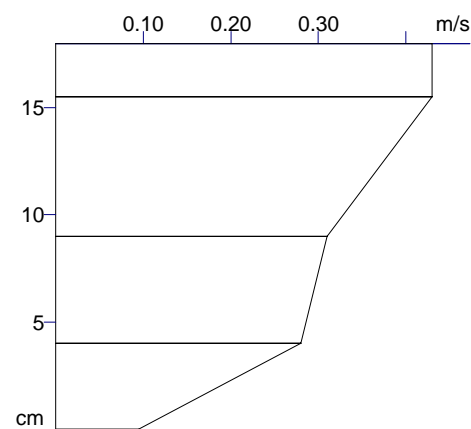
Verticale numéro 4 P.U. = 0.042 m²/s



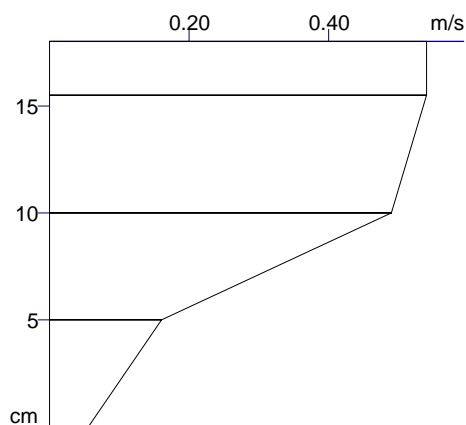
Verticale numéro 5 P.U. = 0.064 m²/s



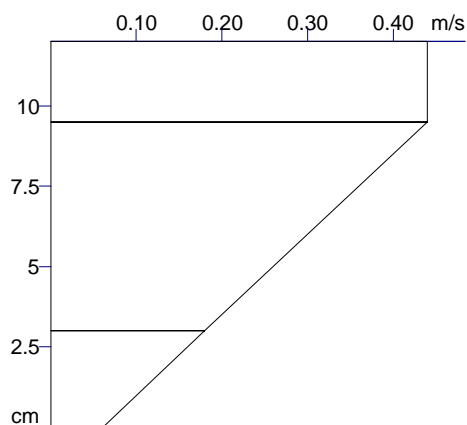
Verticale numéro 6 P.U. = 0.057 m²/s



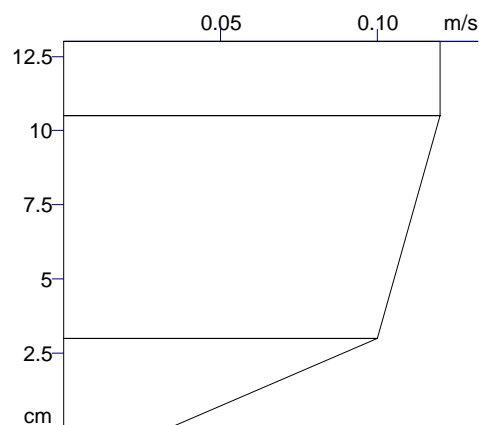
Verticale numéro 7 P.U. = 0.063 m²/s



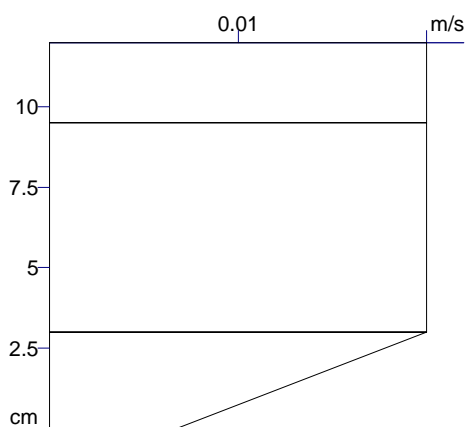
Verticale numéro 8 P.U. = 0.035 m²/s



Verticale numéro 9 P.U. = 0.013 m²/s



Verticale numéro 10 P.U. = 0.002 m²/s



Annexe 2 : Certificats d'étalonnage des moulinets



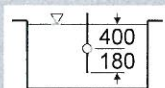
Moulinet: C2 '10.150'

No.: -/-

Marque: OTT

Contact: 1

Fixation: perche diamètre 20 mm
avec pièce de fixation



Procédé: BARGO

Hélice: 1

Ø [mm]: 50

No.: 272465

Pas [m]: 0.050

Matériau: Al

Équations:

$$\begin{array}{lll} n \leq 2.82 & v = 0.0651 \cdot n + 0.014 \\ 2.82 \leq n \leq 6.94 & v = 0.0573 \cdot n + 0.036 \\ 6.94 \leq n \leq 17.53 & v = 0.0537 \cdot n + 0.061 \end{array}$$

Lors du tarage selon la méthode **BARGO**, le moulinet hydrométrique est déplacé au moyen d'un système de translation, en eau calme, à 8 vitesses différentes, ou plus, réparties sur la plage de mesure totale de l'hélice. La relation déterminée entre le nombre de tours de l'hélice et la vitesse du translation du chariot est traduite sous forme d'une ou plusieurs équations ($v = k \cdot n + a$).

Les constantes k et a dépendent de l'hélice, du moulinet et du mode de fixation de celui-ci.

v = vitesse en m/s

k = pas hydraulique de l'hélice en m

n = nombre de tours de l'hélice en 1/s

a = constante en m/s

Nous certifions que les instruments de mesure OTT désignés ci-dessus ont été étalonnés conformément à la norme ISO 3455, dans le canal d'étalonnage de l'usine OTT!

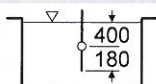
Kempton, 18.02.2011

Moulinet: C2 '10.150'

No.: 95437

Marque: OTT

Contact: 1

Fixation: perche diamètre 20 mm
avec pièce de fixation


Procédé: BARGO

Hélice: 3

 \varnothing [mm]: 50

Équations:

No.: 195067

Pas [m]: 0.250

$$\begin{aligned} n &\leq 0.69 & v &= 0.2216 \cdot n + 0.029 \\ 0.69 &\leq n & & \\ n &\leq 9.62 & v &= 0.2577 \cdot n + 0.004 \end{aligned}$$

Matériau: Al

Lors du tarage selon la méthode **BARGO**, le moulinet hydrométrique est déplacé au moyen d'un système de translation, en eau calme, à 8 vitesses différentes, ou plus, réparties sur la plage de mesure totale de l'hélice. La relation déterminée entre le nombre de tours de l'hélice et la vitesse du translation du chariot est traduite sous forme d'une ou plusieurs équations ($v = k \cdot n + a$).

Les constantes **k** et **a** dépendent de l'hélice, du moulinet et du mode de fixation de celui-ci.

v = vitesse en m/s

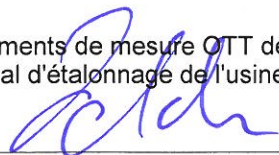
k = pas hydraulique de l'hélice en m

n = nombre de tours de l'hélice en 1/s

a = constante en m/s

Nous certifions que les instruments de mesure OTT désignés ci-dessus ont été étalonnés conformément à la norme ISO 3455, dans le canal d'étalonnage de l'usine OTT!

Kempton, 06.03.2012



Annexe 3 : Courbe hauteur - débit

Prise d'eau du ruisseau des Lindarets - Courbe hauteur - débit

