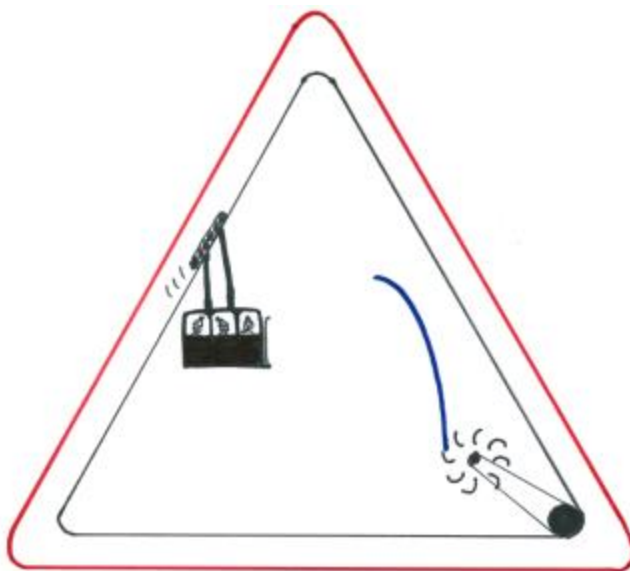


AUTEUR : HYDROSTADIUM  
CLIENT : SERMA  
SITUATION : MONTRIOND

## PROJET DE MICROCENTRALE

### AMENAGEMENT LINDARETS - MONTRIOND TURBINAGE RÉSEAU NEIGE DE CULTURE



#### Présentation du projet



N° rapport	Indice	Date
AVORIAZ – MONTRIOND- DDT	D	Mars 2018

*Ce document est la seule propriété d'HYDROSTADIUM, il ne peut être modifié ou diffusé à des tiers sans autorisation écrite préalable.*

## Tableau de suivi de révision

Indice	Objet succinct de la révision	Date	Rédacteur	Vérificateur
A	Initial	7/12/2017	G.MACQUERON	Y.GROSSE
B	Complément après réunion en DDT le 8/12/2017	12/12/2017	G.MACQUERON	Y.GROSSE
C	Complément suite à demande DDT du 10/01/2018	11/01/2018	G.MACQUERON	Y.GROSSE
D	Complément suite à Annexe 3 de l'étude d'impact – Hydrologie Et RDV avec AFB 74	16/03/2018	G.MACQUERON	Y.GROSSE
Signatures				

## Objet de la révision

Suite à la réunion avec l'AFB 74 et à l'exploitation de l'annexe 3 de l'étude d'impact :

- Hydrologie complémentaire basée sur l'étude hydrologique (avec mesures in situ), réalisée par SAGE ENVIRONNEMENT en 2011.

---

## Table des matières

1. Objectifs .....	4
2. Présentation globale du projet .....	5
2.1. Prélèvement.....	5
2.2. Débit réservé .....	5
3. Descriptif du projet de turbinage .....	6
3.1. Hydrologie du site .....	6
3.2. Détermination de la puissance .....	7
3.3. Détermination du productible.....	8
3.4. Incidence du débit du prélèvement hydroelectrique .....	9
4. La prise d'eau .....	12
4.1. Le principe .....	12
4.2. Raccordement au reseau neige .....	15
5. Installation du Groupe de production .....	16
5.1. Les caractéristiques des équipements .....	16
5.2. Localisation – implantation bâtiment .....	17

## 1. OBJECTIFS

### ➤ Utiliser le potentiel énergétique de l'eau

Un site de montagne tel que celui d'Avoriaz présente les caractéristiques potentielles pour produire de l'énergie hydroélectrique, à savoir :

- de l'eau ;
- de la dénivellation ;
- des installations existantes.

### ➤ Produire de l'énergie verte

Cette électricité, obtenue de manière naturelle et respectueuse de l'environnement, est une énergie à privilégier au maximum dans les décennies à venir.

Notifiée par un « **certificat vert** » garantissant sa provenance, cette énergie écologique fait preuve d'une traçabilité irréprochable afin de pouvoir remonter aisément du consommateur jusqu'au producteur. Transitant par le réseau électrique classique, cette électricité propre est acheminée de la même manière que la traditionnelle jusqu'aux personnes souhaitant consommer une électricité respectueuse de l'environnement.

En France, la Loi 2000-108 a notamment introduit l'obligation d'achat de l'électricité renouvelable.

### ➤ Utiliser au maximum les installations existantes

Construire des installations de production d'énergie verte nécessite des travaux qui souvent génèrent des impacts sur l'environnement. Dans la majorité des cas, ces travaux sont soumis à Autorisation de la part de l'Etat (si la puissance installée est inférieure à 4 500 kW, sinon ils sont soumis à demande de concession).

L'objectif, dans le cas présent, est d'utiliser les installations ou partie des installations qui ont déjà été construites pour la production de neige afin de :

- minimiser les impacts de la phase travaux et de la phase exploitation et d'ainsi augmenter l'acceptabilité du projet auprès des services de l'Etat et de la population ;
- réduire les coûts d'investissement, optimiser et amortir plus rapidement ceux déjà faits par une production d'énergie et une utilisation étalée dans le temps des installations ;
- être prêt à produire le plus rapidement possible.

### ➤ Diversification du métier de nivoculteur

La production d'électricité sera dissociée de la production de neige (séparation des usages). Elle requiert une exploitation des installations et une maintenance courante pendant les périodes de production d'hydroélectricité ce qui peut permettre d'étendre la mission des nivoculteurs.

## 2. PRÉSENTATION GLOBALE DU PROJET

Le projet consiste à utiliser les installations existantes : la prise d'eau à Lindarets, la conduite du réseau neige de la piste d'Ardent et l'usine de Montriond pour installer la turbine.



Figure 1 – Représentation du bassin versant et de la conduite

### 2.1. PRÉLÈVEMENT

L'arrêté préfectoral ARP\_2014177\_021 précise : que le prélèvement autorisé est soumis au régime de l'AUTORISATION (Rubrique 1210).

2 sites de prélèvements :

- Prise d'eau sur le Nant de Brochaux : débit instantané 8,33l/s du 1<sup>er</sup> avril au 30 juin
- Prise d'eau dans le lac de Montriond : débit instantané 66,66l/s du 1<sup>er</sup> novembre au 31 mars.

Ces prélèvements ne doivent pas être simultanés.

### 2.2. DÉBIT RÉSERVÉ

Extrait de l'arrêté : Le **débit réservé** à la prise d'eau du Nant de Brochaux est de 69 m³/h, soit **19.16 l/s**. Un dispositif calibré et vérifiable facilement permettant le contrôle du débit réservé doit être mise en place.

### 3. DESCRIPTIF DU PROJET DE TURBINAGE

#### 3.1. HYDROLOGIE DU SITE

Selon l'exploitation de l'étude hydrologique réalisée par SAGE ENVIRONNEMENT en 2011 (Annexe 3 de l'étude d'impact) :

Les cours d'eau « proches » utilisés pour caractériser la Dranse de Montriond sont les suivants :

Ind D

Cours d'eau	Dranse de Morzine	Dranse d'Abondance	Le Borne
Station	Seytroux	Vacheresse	St Jean de Sixt
Altitude de la station	690 m	720 m	882 m
Superficie Bassin versant	170 km <sup>2</sup>	175 km <sup>2</sup>	65 km <sup>2</sup>
Hypsométrie du bassin versant	690 – 2500 mNGF	720 – 2432 mNGF	882 – 2750 mNGF
Régime hydrologique dominant	Nivo-pluvial	Nivo-pluvial	Nival
Module (m <sup>3</sup> /s)	7,44	6,37	2,93
Débit spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )	43,7	36,4	45.1
QMNA5 (m3/s)	2	1.9	0.43

Selon étude hydrologique (extrait page 55 et page 66) :

$$Q_j^{\text{Montriond}} = 0,1168 \left( \frac{Q_j^{\text{Morzine}} + Q_j^{\text{Abondance}}}{2} \right) - 204,82$$

$$Q_j^{\text{Montriond}} = 0,3297 Q_j^{\text{Borne}} - 98,05$$

Station	Superficie bassin versant	Module interannuel	Module Quinquennale sèche	Module Quinquennale humide
Dranse de Montriond Station 1 – amont du lac	16,56 km <sup>2</sup>	815 l/s soit 49,2 l/s/km <sup>2</sup>	680 l/s	1 000 l/s

Ind D

Dranse amont de Montriond		Nant de Brochaux	
Débit spécifique	49,2 l/s/km <sup>2</sup>	Débit spécifique	49,2 l/s/km <sup>2</sup>
BV	16,56 km <sup>2</sup>	BV	6,65 km <sup>2</sup>
Module estimé	815 l/s	Module estimé	337 l/s
QMNA5	172 l/s	QMNA5	56 l/s

En appliquant la loi de Myer :

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \left( \frac{S_A}{S_B} \right)^\alpha$$

Avec  $\alpha = 1$  pour les débits moyens

Avec  $\alpha = 1,25$  pour les débits d'étiage



### 3.2. DÉBIT RÉSERVÉ

Le débit réservé inscrit à l'arrêté préfectoral est de 19.16 l/s, soit 5,8% du module estimé.

Réglementairement, le débit réservé doit être au moins égale au 1/10<sup>e</sup> du module : **Qr = 33.7 l/s**.

Afin de prendre en compte les contraintes d'étiage hivernal (développement des alvins de truite méditerranéenne autochtone dans un cours d'eau dont la température en plein hiver avoisine les 5°C), nous proposons de porter le débit réservé pendant l'étiage hivernal, au débit d'étiage (QMNA5).

Synthèse :

Proposition de débits réservés	
Débit réservé du 1 <sup>er</sup> Mars à 30 Novembre	33,7 l/s
Débit réservé du 1 <sup>er</sup> Décembre au 28 février	56 l/s

### 3.3. DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE

Avec l'utilisation de la prise d'eau à Lindarets (alt. : 1 494 m) et un turbinage à la salle des machines de Montriond (alt. : 1 066 m), on obtient une chute brute de 428 m.

Le **débit d'équipement** est le meilleur compromis entre capacité hydraulique dans la conduite d'eau et le débit raisonnable attendu tenant compte de la disparité de l'hydrologie en fonction des années.

⇒ A partir des données récoltées et du diamètre de la conduite existante, le débit d'équipement est fixé à **80 l/s**.

A ce débit d'équipement, la chute nette devrait être de 341 m.

Sous cette hauteur de chute nette à ce débit d'équipement, la **puissance électrique** produite par la turbine sera de :

$$\underline{P_{elec} = 230 \text{ kW}}$$

La turbine sera raccordée sur le réseau de distribution 20kV d'ENEDIS.

Cette puissance correspond à la puissance maximale injectée sur le réseau. Pour ENEDIS, cette puissance correspond à la **puissance de raccordement** qui sera mentionné sur le Contrat d'Accès au Réseau de Distribution en injection (CARDi).

L'alternateur (générateur synchrone) de la turbine est dimensionné à 250 kVA. Cette puissance correspond à la **puissance installée**, qui sera mentionnée dans le Contrat d'Obligation d'Achat.

### 3.4. DÉTERMINATION DU PRODUCTIBLE

À partir des données hydrologiques et de la puissance de la turbine, on en déduit le **productible** mensuel attendu par le groupe de production.

#### 3.4.1. Selon une hypothèse moyenne : hydrologie très prudente, basée sur une moyenne

Conditions :

- Taux de disponibilité 95% ;
- Approche sur la moyenne des débits mensuels moyens des 3 stations ;
- Fonctionnement sur les 9 mois hors production neige de culture.

Nant de Brochaux	Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	TOTAL
	Année quinquennales sèches													
	Q Ruisseau (l/s)	66	64	79	149	180	107	67	53	51	55	60	64	
	Q Turbiné (l/s)	45	8	12	80	80	73	34	20	18	21	26	8	
	P (kW)	128	22	130	230	230	211	97	56	51	61	76	24	
	E (MWh)	Neige	14	92	157	163	144	68	40	35	43	Neige	Neige	756
	Année quinquennales médianes													
	Q Ruisseau (l/s)	137	125	213	396	492	437	199	153	124	130	160	147	
	Q Turbiné (l/s)	80	70	80	80	80	80	80	80	80	8	80	80	
	P (kW)	230	200	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	
	E (MWh)	Neige	128	163	157	163	157	163	163	157	163	Neige	Neige	1 413

#### 3.4.1. Selon une hypothèse « étude hydrologique 2011 » : basée sur mesures « in situ »

Ind D

Nant de Brochaux	Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	TOTAL
	Année quinquennales sèches													
	Q Ruisseau (l/s)	60	52	209	450	502	394	193	129	124	84	96	96	
	Q Turbiné (l/s)	45	45	60	80	80	80	80	56	45	40	41	43	
	P (kW)	128	126	173	230	230	230	230	160	128	115	118	124	
	E (MWh)	Neige	81	123	157	163	157	163	113	88	81	Neige	Neige	1 125
	Année quinquennales médianes													
	Q Ruisseau (l/s)	158	169	344	574	710	569	366	234	251	226	237	213	
	Q Turbiné (m³/h)	80	88	80	80	80	80	80	80	80	8	80	80	
	P (kW)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	
	E (MWh)	Neige	147	163	157	163	157	163	163	157	163	Neige	Neige	1 433

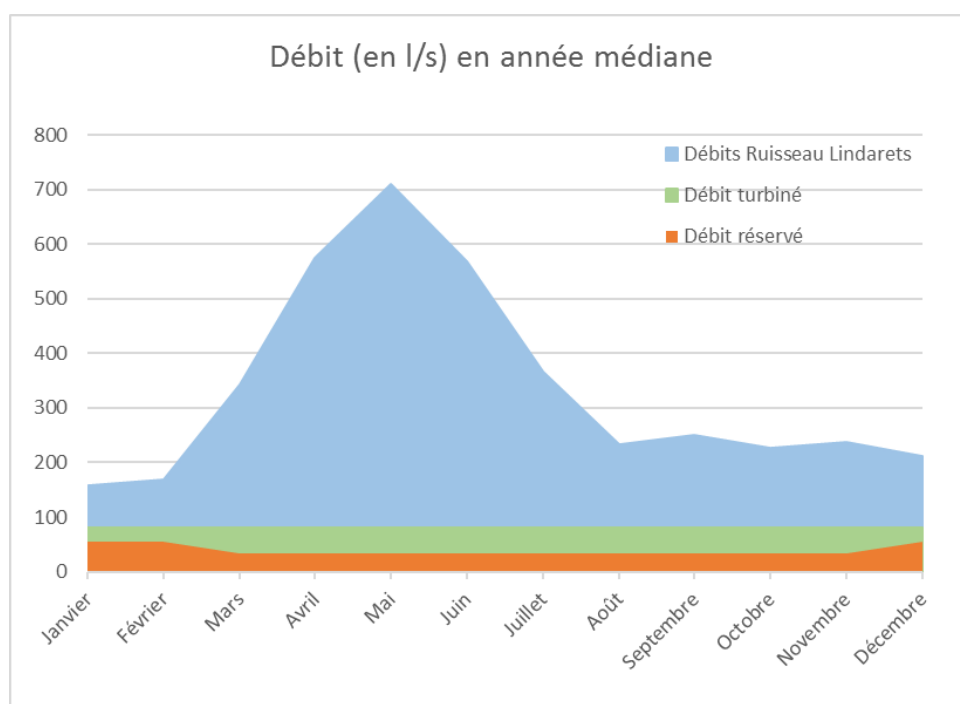
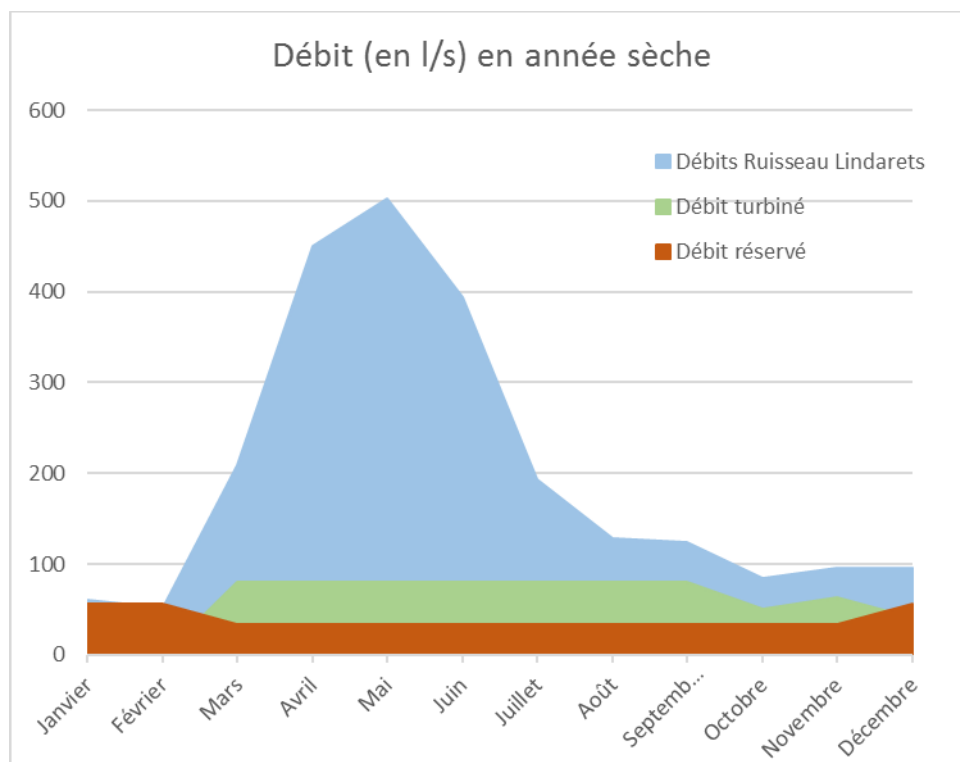


### 3.5. INCIDENCE DU DÉBIT DU PRÉLÈVEMENT HYDROELECTRIQUE

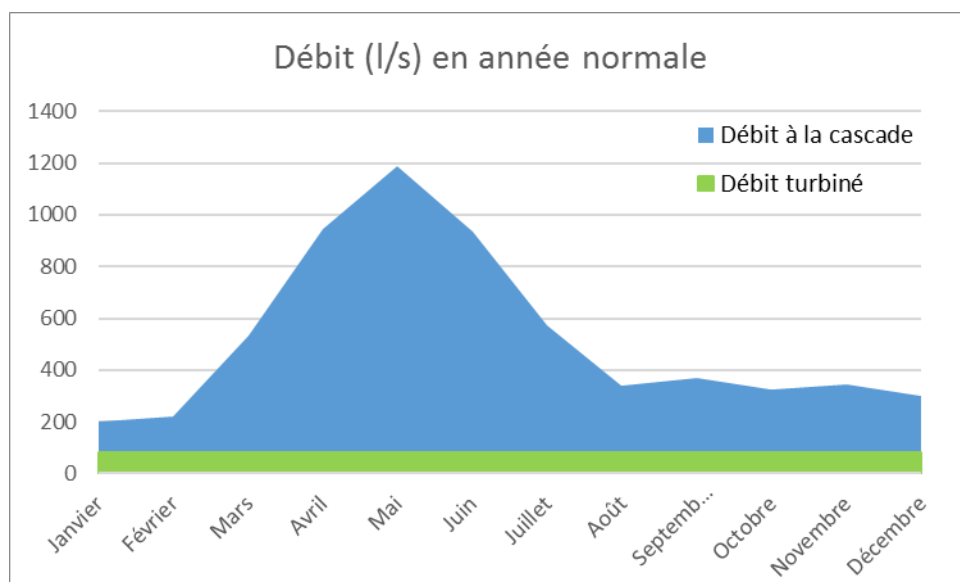
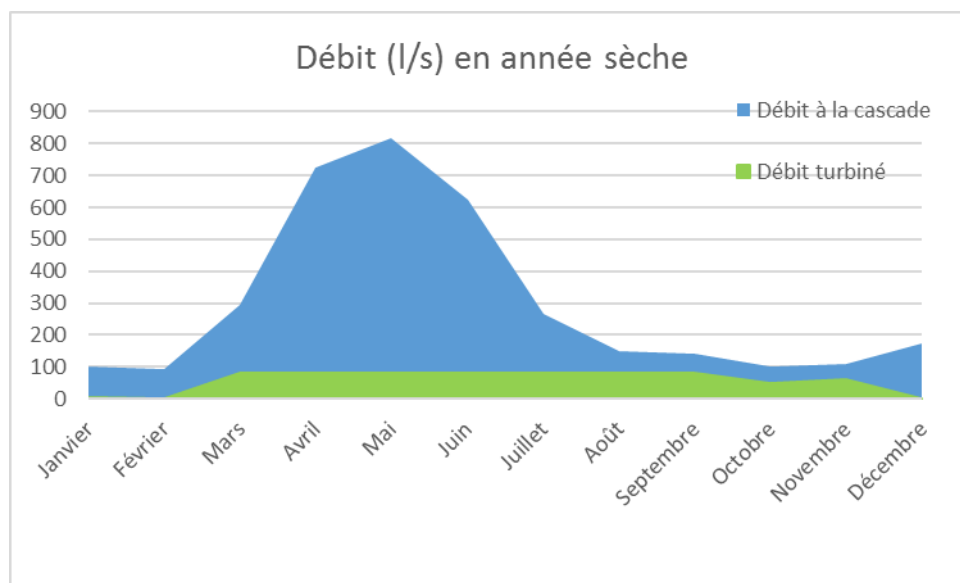
Le module estimé du Nant de Brochaux à la prise d'eau est de 337 l/s pour une approche moyenne.

Les impacts sur le cours d'eau aux 2 points remarquables suivants sont :

#### Répartition des débits à la prise d'eau :



### A la cascade d'Ardent :



### Observations / conclusions :

L'incidence du débit turbiné sur le cours d'eau à la cascade d'Ardent est donc faible.

En année sèche, il y a entre 1,7 fois et 10 fois plus débit d'eau dans le cours d'eau que de débit prélevé.

En année normale, il y a entre 3 fois et 15 fois plus débit d'eau dans le cours d'eau que de débit prélevé.

Ind C

## Tableaux correspondants

NB : Par prudence le productible est calculé sur 9 mois de production pour laisser 3 mois (Novembre, décembre, Janvier) réservé à la Neige de culture.

Pour apprécier l'impact global, volontairement, la prélèvement d'un débit turbiné potentiel est pris sur les 12 mois.

### EN AVAL IMMEDIAT DE LA PRISE D'EAU :

Données quinquennales sèches (en l/s)												
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Débit Nant de Brochaux	60	52	209	450	502	394	193	129	124	84	96	96
Débit réservé	56	56	34	34	34	34	34	34	34	34	34	56
Débit prélevé	4	0	80	80	80	80	80	80	80	51	63	40
Volume prélevé (1000m3)	11	0	214	207	214	207	214	214	207	136	162	108
Débit rivière aval PE	56	52	129	370	422	314	113	49	44	34	34	56

Données quinquennales médianes (en l/s)												
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Débit Nant de Brochaux	158	169	344	574	710	569	366	234	251	226	237	213
Débit réservé	56	56	34	34	34	34	34	34	34	34	34	56
Débit prélevé	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Volume prélevé (1000m3)	214	194	214	207	214	207	214	214	207	214	207	214
Débit rivière aval PE	78	89	264	494	630	489	286	154	171	146	157	133

Données quinquennales humides (en l/s)												
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Débit Nant de Brochaux	237	257	458	687	896	723	514	325	349	337	357	313
Débit réservé	56	56	34	34	34	34	34	34	34	34	34	56
Débit prélevé	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Volume prélevé (1000m3)	214	194	214	207	214	207	214	214	207	214	207	214
Débit rivière aval PE	157	177	378	607	816	643	434	245	269	257	277	233

### A LA CASCADE D'ARDENT :

Données quinquennales sèches (en l/s)												
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Débit à la cascade sans turbinage	108	93	373	804	897	704	345	230	223	151	172	172
Débit prélevé à la prise d'eau	4	0	80	80	80	80	80	80	80	51	63	0
Débit à la cascade avec turbinage	103	93	293	724	817	624	265	150	143	100	110	172

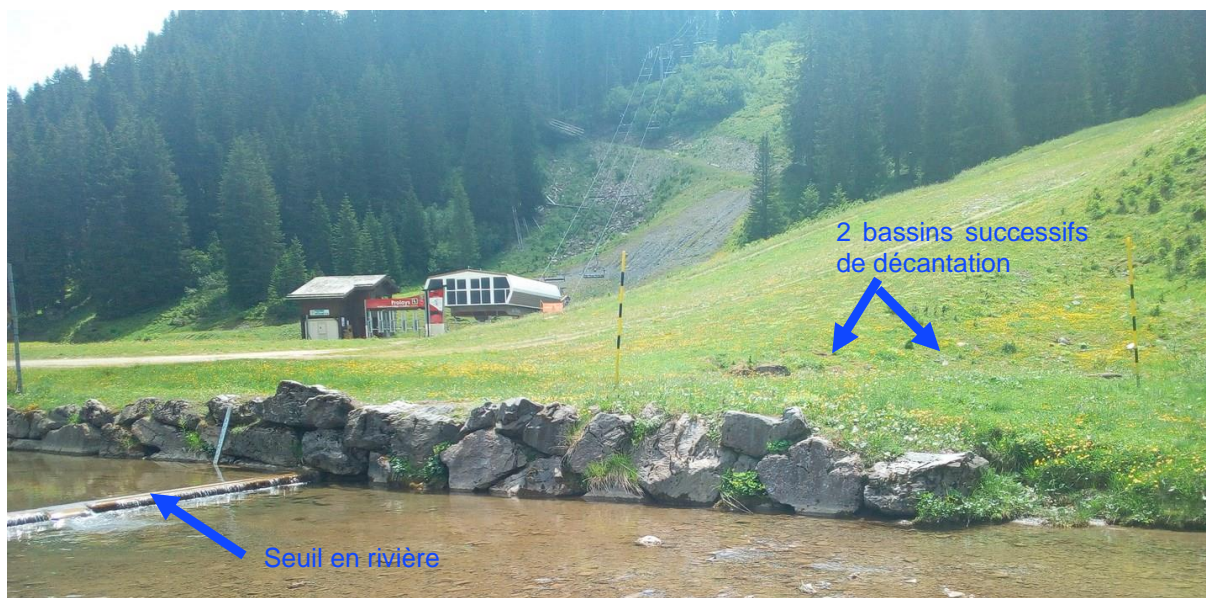
Données quinquennales médianes (en l/s)												
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Débit à la cascade sans turbinage	282	302	615	1026	1269	1017	654	419	449	404	424	380
Débit prélevé à la prise d'eau	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Débit à la cascade avec turbinage	202	222	535	946	1189	937	574	339	369	324	344	300

Données quinquennales humides (en l/s)												
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Débit à la cascade sans turbinage	424	460	819	1228	1601	1292	919	582	625	603	639	560
Débit prélevé à la prise d'eau	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Débit à la cascade avec turbinage	344	380	739	1148	1521	1212	839	502	545	523	559	480

## 4. LA PRISE D'EAU

### 4.1. LE PRINCIPE

Le principe est d'utiliser la prise d'eau existante dans le Nant de Brochaux au plateau du Lindarets et de dériver l'eau vers la conduite du réseau neige.

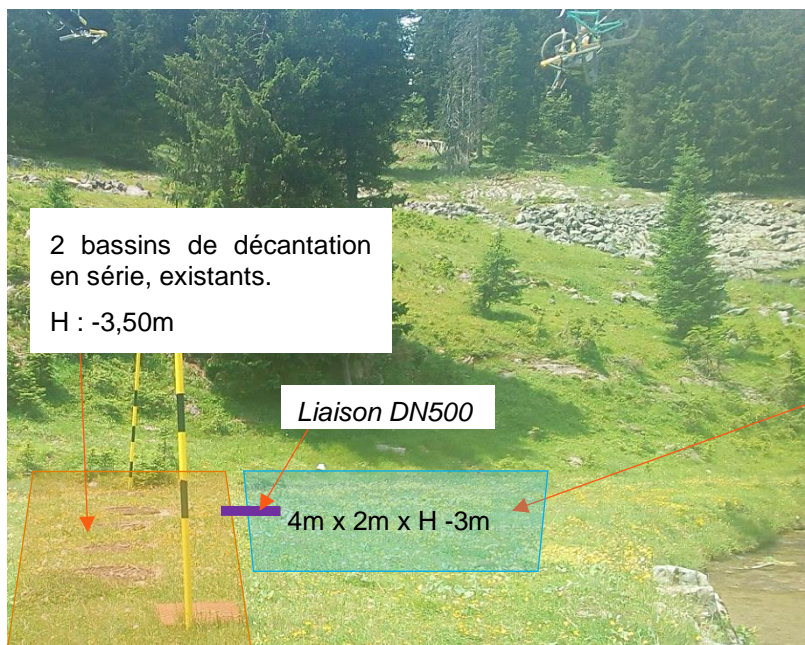


La prise d'eau existante est calée à l'altitude 1 494 m NGF.



Cette solution suppose que gravitairement l'eau s'écoule entre la prise d'eau et le lac de Montriond. Hors, le plateau du Lindaret est « fermé » par un verrou qui est situé, après relevés sur site, à +1,70m de dénivelé au-dessus du seuil de la prise d'eau

Mesures réalisées sur site le 5 octobre 2017 :



Emprise au sol de principe, du bassin de décantation et mise en charge.



Tracé de principe de l'adduction DN300 entre la prise d'eau et la chambre à vannes existante (abri 41.)

### Bassin de mise en charge (BMC) avec fonction décanteur

Finesse – performance du décanteur : 300 microns

### Conduite d'amenée entre BMC et abri 41 (raccordement sur la conduite neige DN200)

La conduite DN300 se raccordera au droit du regard neige n° 41.

La longueur de cette nouvelle conduite se décompose en 2 tronçons :

- tronçon [BMC – point haut verrou] : 260ml
- tronçon [point haut verrou – regard n°41] : 100ml



Figure 2 – Tracé de la conduite de raccordement entre BMC et Regard de sectionnement n°41.

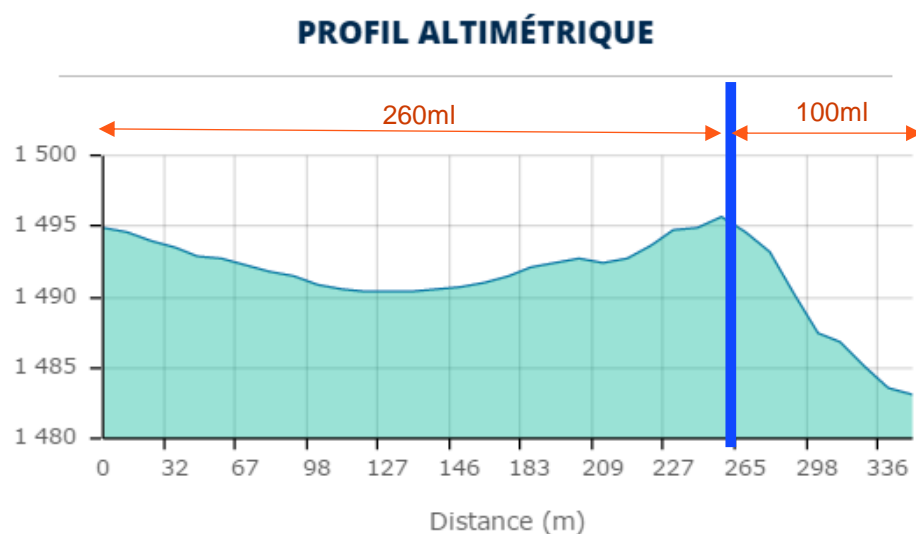


Figure 3 – Profil en long (sur Géoportail)

**Enfouissement au point haut au verrou :** Le profil en long (figure 6), montre bien qu'il sera nécessaire d'enfouir la nouvelle conduite DN300 à une profondeur comprise entre -2,5 et -3m.

### Conditions de travaux

L'ouverture de la tranchée nécessitera de blinder les fouilles (afin d'en limiter l'emprise) et de mettre en place un pompage d'exhaure

Le plus favorable est de réaliser la tranchée et la pose de la conduite à l'avancement afin de limiter le temps d'ouverture, la durée de pompage et le nombre de panneaux de blindage.

#### 4.2. RACCORDEMENT AU RESEAU NEIGE

La nouvelle conduite DN300 PN16 depuis le BMC devra se raccorder à la conduite neige DN200 PN40 à proximité immédiate du regard n°41, à l'aval de la vanne de sectionnement manuelle existante.

Altitude regard de sectionnement n°41 : 1480m

Pression à débit nul à SDM3 = 73.4 b. Altitude 1067m

Pression à débit nul au regard n°41 = 32,1b

Il est prévu le tuyautage d'une vanne de garde manuelle DN200PN40 dans un nouveau regard maçonné.

Le principe de raccordement à la conduite neige de la piste d'Ardent est le suivant :

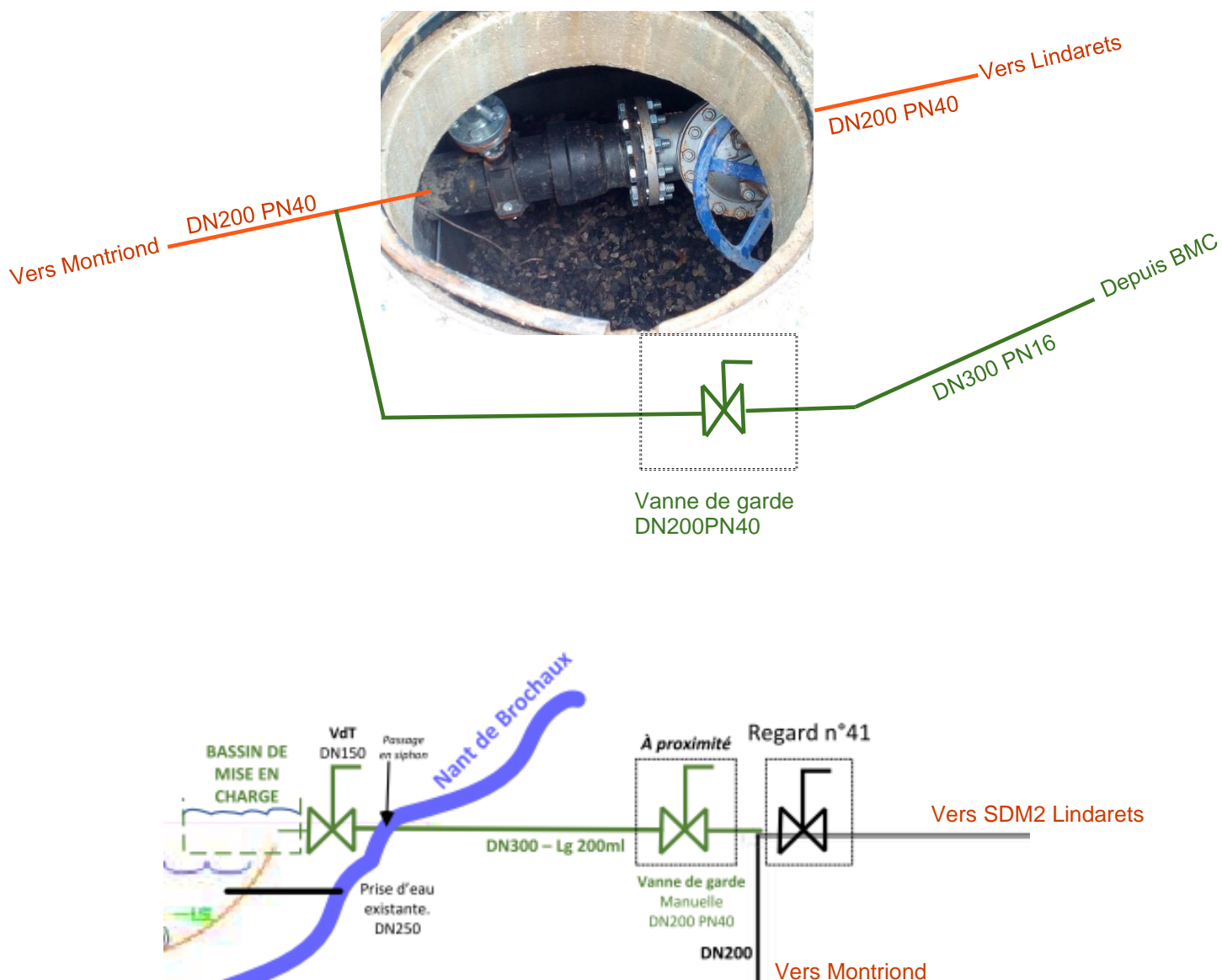


Figure 4 – Extrait du schéma process



## 5. INSTALLATION DU GROUPE DE PRODUCTION

### 5.1. LES CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS

Caractéristiques de l'aménagement	
Chute brute ( $H_b$ )	434 m
Chute nette ( $H_n$ )	341 m
Débit maximum turbiné ( $Q_{max}$ )	0,080 m <sup>3</sup> /s (80 l/s, 288 m <sup>3</sup> /h)
La vanne de pied	
Type	Robinet sphérique
Diamètre nominal	DN150
Pression de service	PN63
La turbine	
Type	Pelton 1 jet
Vitesse de rotation	1 500 tr/min
Vitesse d'emballement	2 700 tr/min
Puissance mécanique max à $H_n$ et $Q_{max}$	245 kW
Rendement à 100% de $Q_{max}$	90 %
Rendement à 50% de $Q_{max}$	88,50%
Diamètre de la roue	507 mm
La génératrice	
Type	Alternateur synchrone
Tension de sortie	400 V
Puissance nominale	250 kVA
Cos $\varphi$	1
Rendement à 100%	94,30 %
Rendement à 50%	94 %
Le transformateur (existant)	
Type	1 000 kVA
Tensions	20kV / 400V

Tenant compte de ces caractéristiques, la puissance max injectée sur le réseau sera 230 kW.

## 5.2. LOCALISATION – IMPLANTATION BATIMENT

Le groupe de production sera installé à la salle des machines du lac de Montriond (SDM3).

Sur la base d'un plan d'encombrement d'un des turbiniers, une extension de 16m<sup>2</sup> est nécessaire pour accueillir :

- La turbine et son alternateur
- La vanne de pied
- La tubulure d'injecteur
- Les armoires de puissances et automatismes

L'extension du bâtiment tient compte des contraintes identifiées lors des visites terrain à savoir :

- Être enterrée
- Ne pas créer d'ouverture vers l'extérieur
- Ne pas déplacer la piste d'accès existante

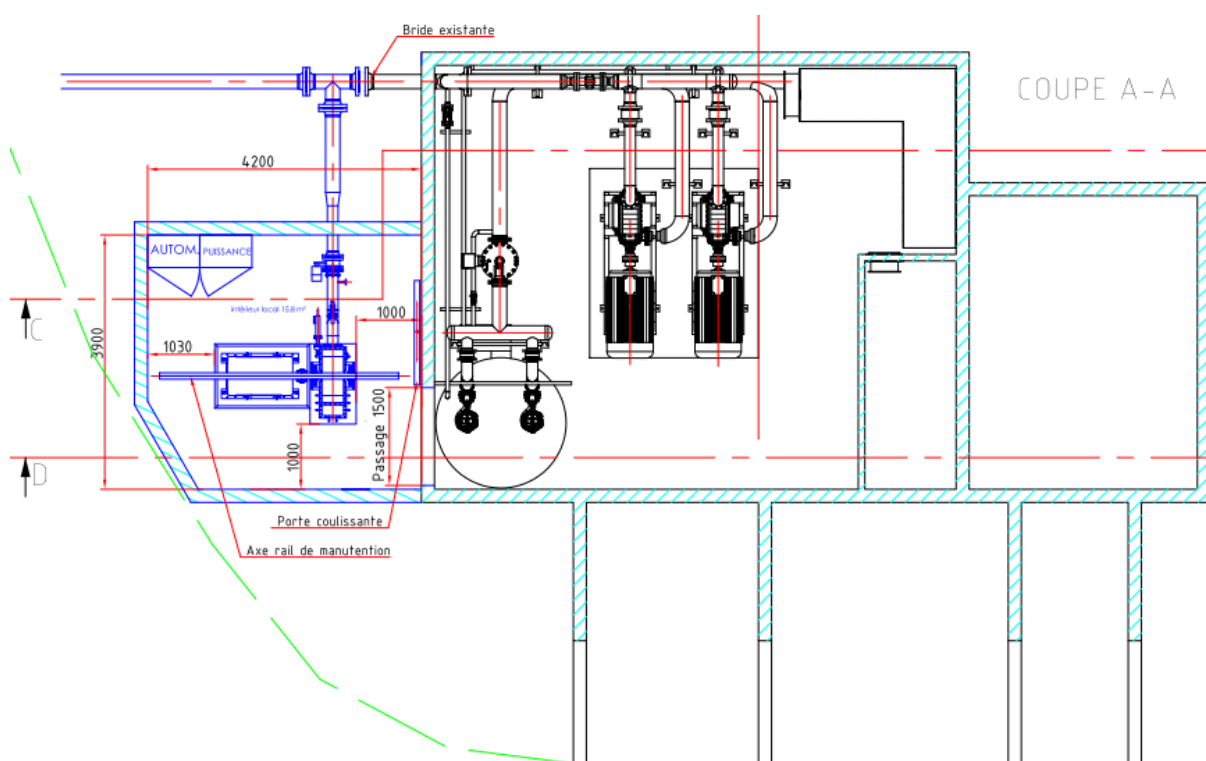


Figure 5 - Implantation de la turbine (en bleu) dans la salle des machines SDM3

Une fois turbinées, les eaux doivent retourner au lac de Montriond. Pour cela, une fosse en béton sera réalisée sous la turbine avec un piquage sur lequel un tuyau en DN 400, viendra se raccorder. Ce dernier sera enterré et rejoindra la berge du lac pour évacuer l'eau.

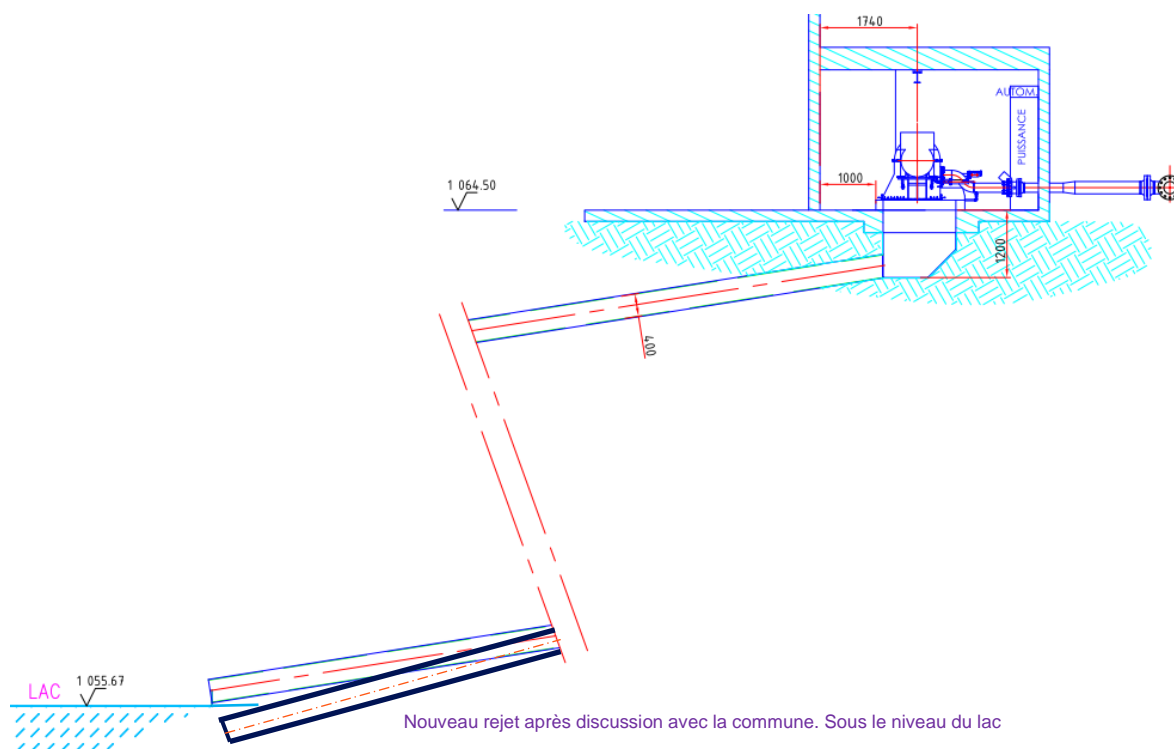


Figure 6 – Implantation canal de fuite DN400



Exutoire, retour au lac existant

Principe canal de fuite DN400

⇒ Retour au lac  
à proximité de l'existant



**Situation existante :**

**La prise d'eau du Nant de Brochaux**



Débit réservé actuellement restitué en 2 points distincts :

- Échancrure sur le seuil
- Un orifice DN100 dans le bassin d'entonnement

**Proposition**

Obturer l'orifice afin de ne conserver qu'un point de débit réservé :

- en reprenant l'échancrure existante par une mesure en V indiquant visuellement le débit réservé
- en surélevant le seuil de 10cm,.

**Impact amont :**

Crue cinquantennale estimée à 2,3 m<sup>3</sup>/s donc impact à l'amont, c'est-à-dire sous le pont très réduit.

D'autant qu'il n'y a pas d'embâcle à l'amont de l'ouvrage.



L'usine :

