

AMENAGEMENT DE LA RETENUE D'ALTITUDE DE LA FECLAZ



SAVOIE GRAND REVARD
La Féclaz, Le Revard, St François de Sales, Arith

***Note complémentaire au dossier de déclaration au
titre du code de l'environnement
(Courrier du 13/08/2019)***

Commune : LES DESERTS

Station : LA FECLAZ

Ce document a pour objectif d'apporter des réponses à la demande de complément pour l'instruction du dossier lois sur l'eau relatif à l'aménagement de la retenue d'altitude de la Feclaz (dossier n° 73-2019-00090).

Cette demande de complément a été formulée dans le courrier daté du 13/08/2019 et reçu par le syndicat mixte des stations des Bauges en recommandé le 20/08/2019.

Les informations présentées dans cette note supplantent celles du dossier déclaratif si elles sont contradictoires.

Périmètre de protection du captage de La Cha

L'utilisation du puits Lachat pour la production de neige se fera sous réserve que la commune des Déserts affiche l'abandon du captage du puits Lacha pour l'alimentation en eau potable ce qui engendrera la suppression du périmètre du captage du puits Lachat. Des discussions sont actuellement en cours entre les différentes entités publiques concernées.

Asservissement de la pompe

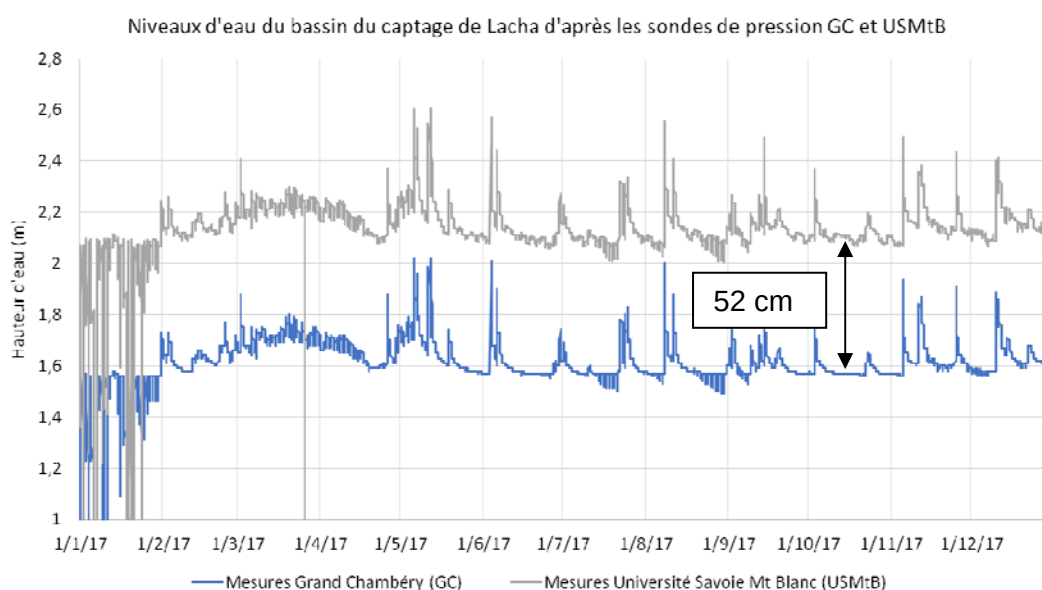
La pompe doit être asservie de manière à ne jamais prélever d'eau lorsque le débit de la Doria est inférieur à son débit réservé (180 l/s) auquel est ajouté le débit de prélèvement (7,5 l/s) soit un total de 187,5 l/s.

Pour cela deux méthodes sont proposées.

Méthode 1 : asservissement selon un seuil de hauteur dans le puits

Cette méthode consiste à automatiser complètement le système de prélèvement en fonction de la hauteur d'eau mesurée dans le puits.

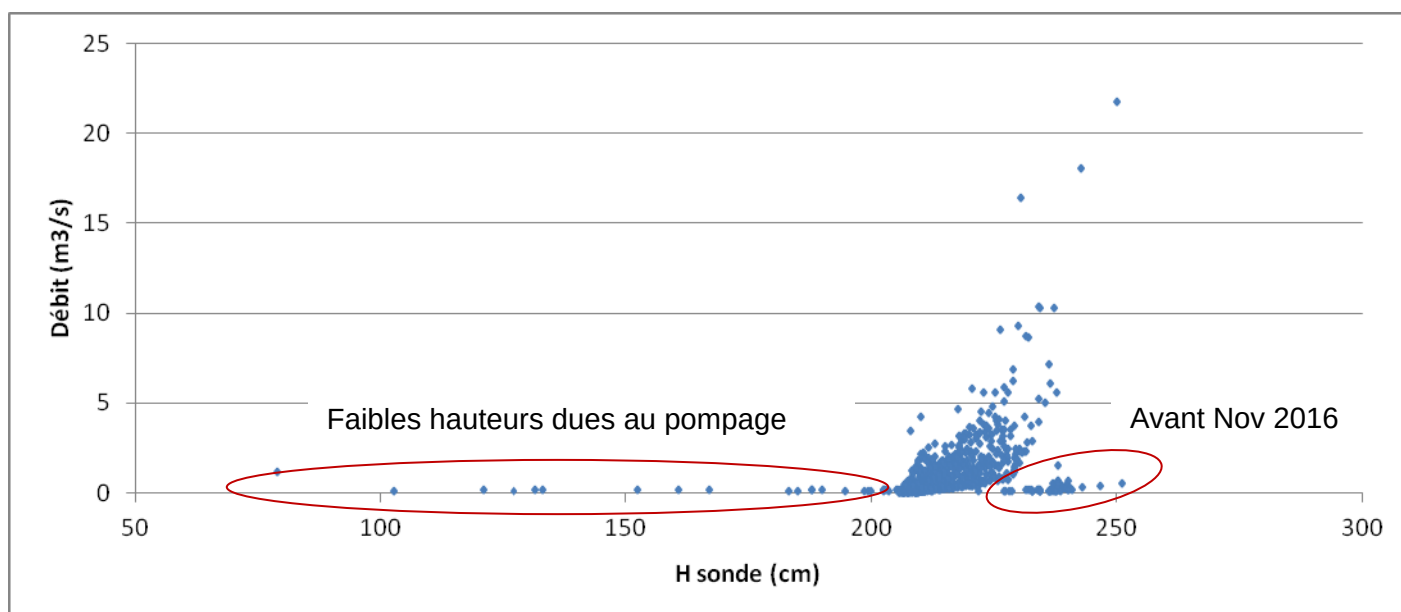
Actuellement deux sondes de pressions sont installées au fond du puits, l'une appartenant à Grand Chambéry et l'autre au CNRS exploité par l'université de Savoie. L'analyse proposée ci-après repose sur les données universitaires dont nous disposons d'une plus grande chronique (2016-2019) sur des pas de temps plus fins (~10 min). La différence entre les données de la sonde du CNRS et de la sonde de Grand Chambéry est de 52 cm basé sur la comparaison des données des deux sondes sur l'année 2017.



Le pompage s'activera ou se désactivera en fonction de deux hauteurs mesurées :

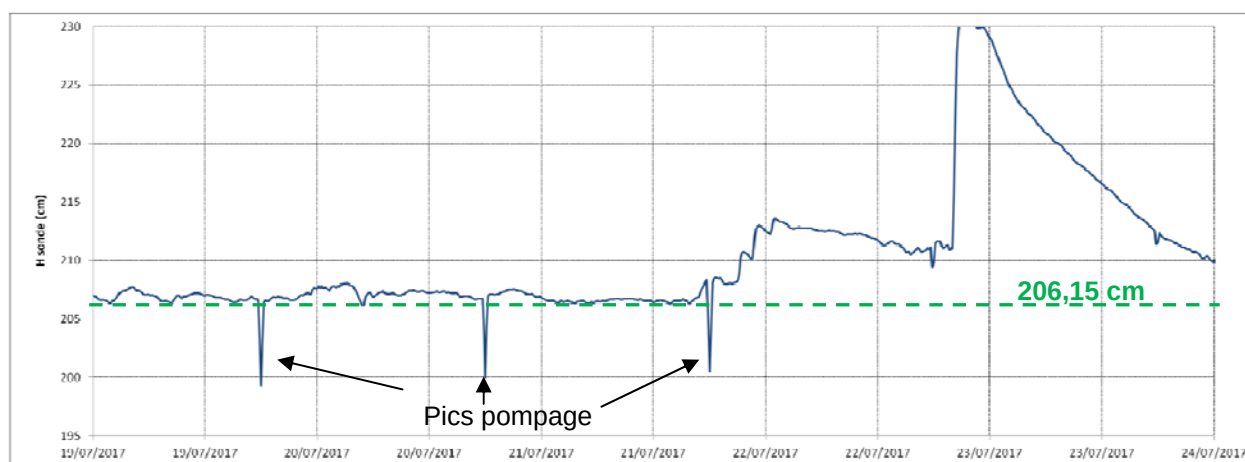
- Démarrage du pompage lorsque la hauteur d'eau mesurée dépasse la valeur h_1
- La hauteur diminue de Δh
- Arrêt du pompage lorsque la hauteur passe en dessous de la valeur $h_2 = h_1 - \Delta h$

Afin de déterminer la hauteur h_1 , les débits journaliers de la Doria estimés à partir des débits de la Lyesse à Ravoire avec la relation ($Q_{Doria} = 0,4482 Q_{Lyesse} - 0,0183$) sont tracés en fonction des hauteurs moyennes journalières mesurées par la sonde.



Débits journaliers de la Doria en fonction de la hauteur lue à la sonde CNRS du puits Lacha

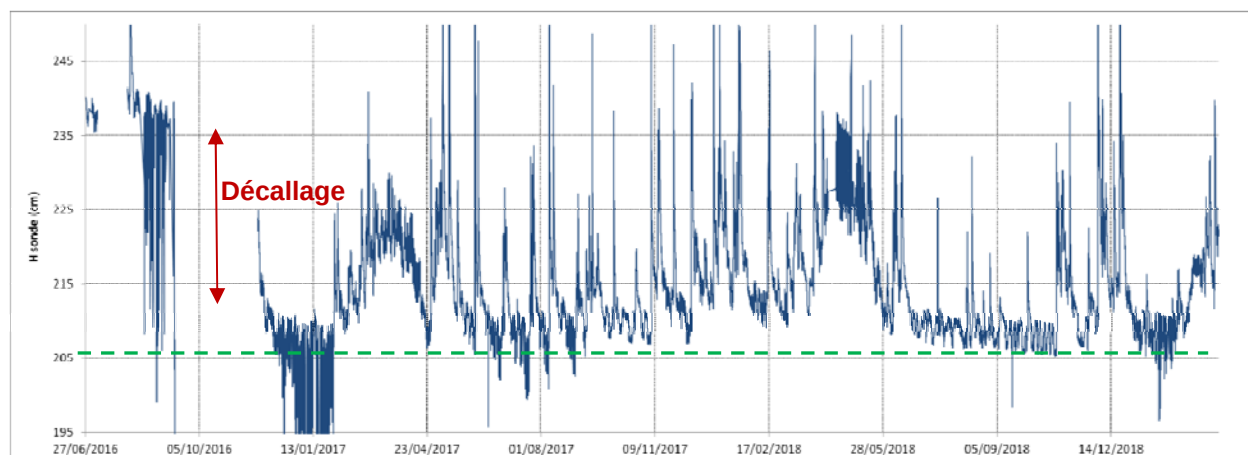
L'analyse des données de la sonde montrent que les valeurs inférieures à 206,15 cm correspondent aux périodes de pompage caractérisées par des pics descendants.



Exemple de pics lié au pompage en 2017

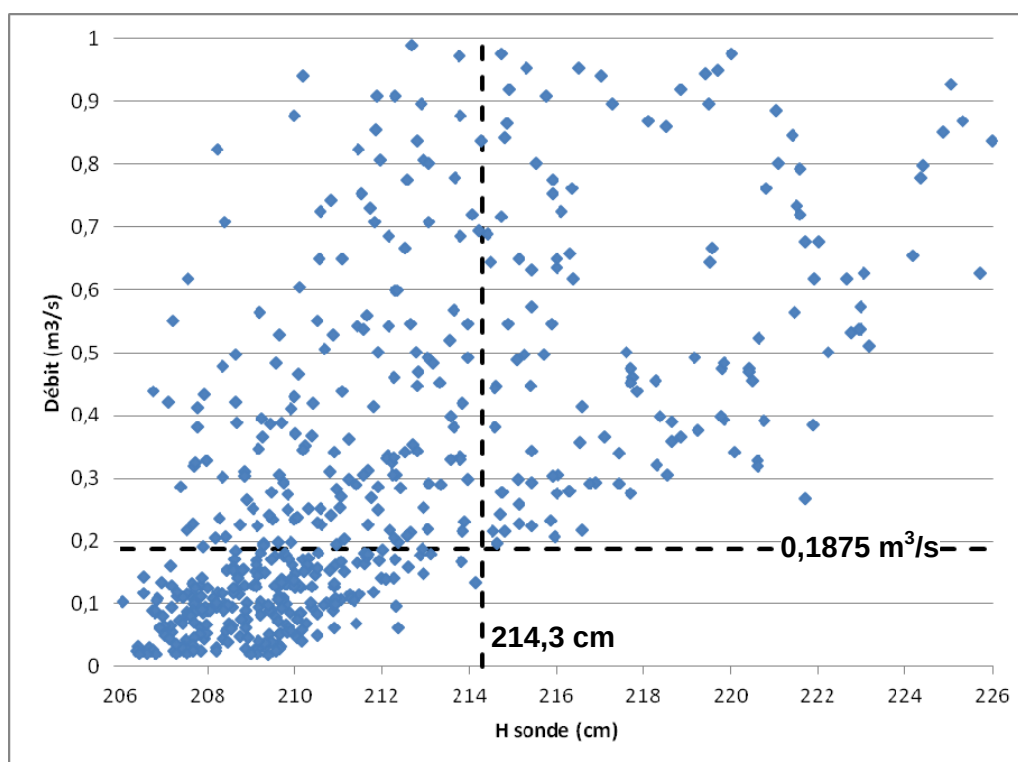
Au début de la chronique, on observe un décalage important de l'ordre de 20 cm entre les premières mesures et les mesures suivantes, après une période de lacune en octobre et novembre 2016. Il est probable qu'un étalonnage ait été effectué pendant cette période. Les

mesures antérieures à novembre 2016 sont donc exclues de l'échantillon utilisé pour la détermination du seuil de prélèvement.



Décalage des hauteurs mesurées en 2016

La hauteur seuil à partir de laquelle les prélèvements sont possibles est ainsi déterminée en considérant la hauteur à partir de laquelle tous les points de l'échantillon sont supérieur au débit minimum biologique (DMB) de la Doria estimé à $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$ augmenté du débit de prélèvement de $7,5 \text{ l/s}$, soit un débit total de $0,1875 \text{ m}^3/\text{s}$. La hauteur h_1 est ainsi estimée à **214,3 cm**.



Débits journaliers de la Doria en fonction de la hauteur lue à la sonde du puits Lacha

Afin de définir la diminution de la hauteur d'eau Δh engendrée par le pompage de $27 \text{ m}^3/\text{h}$ ($7,5 \text{ l/s}$), une courbe de tarage du seuil est établie. Connaissant les dimensions du seuil,

le débit est estimé en fonction de la hauteur au dessus du seuil par la loi de seuil à crête épaisse:

$$Q = \mu L \sqrt{2g} (H_1)^{3/2}$$

Q : débit m³/s
H₁ : hauteur à l'amont du seuil (m)
L : largeur du seuil (m) = 1m
g : constante gravitationnelle (9.81m/s²)
μ : coefficient de débit (0.45)

La valeur du coefficient de débit de 0,45 a été ajusté en sachant que 55 mm sur le seuil implique un débit de 25 l/s en sortie des buses amont au barrage (source : rapport Hydrokarst du 19/02/2009) et en négligeant le laminage du bassin.

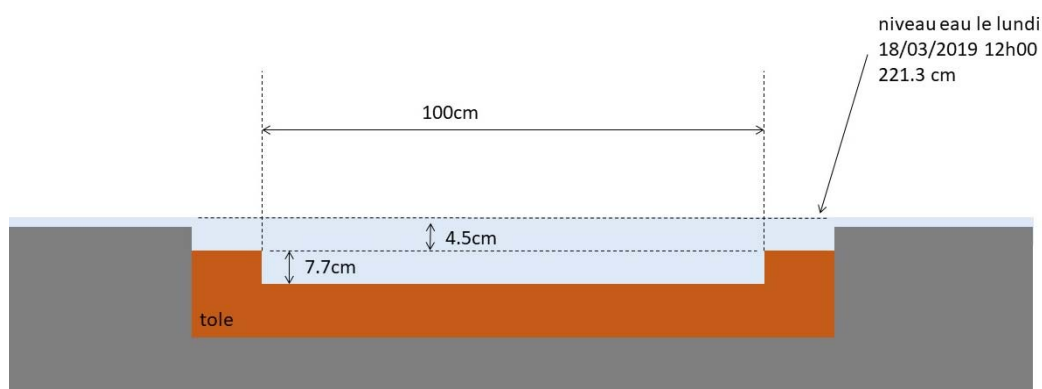
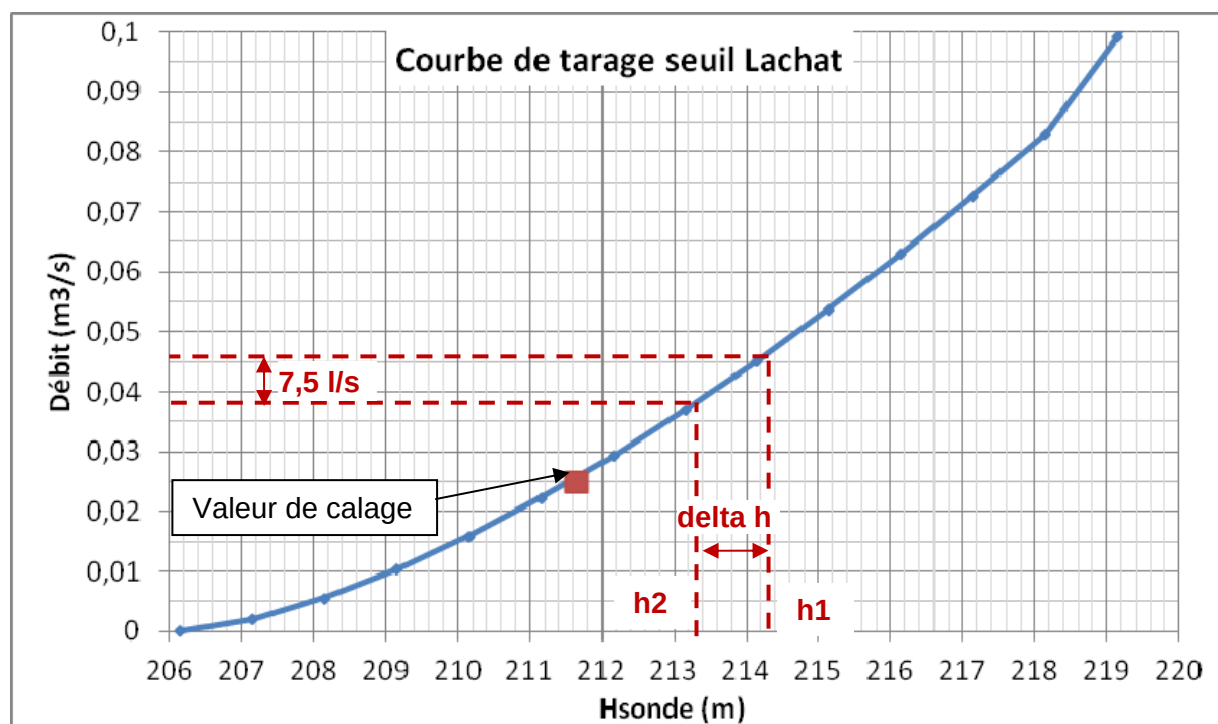


Schéma du seuil (source université de Savoie)

Il reste à déterminer la hauteur du seuil par rapport à la sonde. D'après le schéma ci-dessus la côte du seuil correspondrait à une hauteur de sonde de 209,1 cm en se basant sur la hauteur d'eau mesurée le 18-03-2019.

Cependant l'analyse des données de la sonde montre que la côte minimale mesurée (hors pompage) est plutôt de l'ordre de 206,15 à 206,8 cm selon la période. Une erreur potentielle de 2 à 3 cm sur les mesures des différentes côtes du schéma ci-dessus n'est donc pas à exclure.

En considérant une hauteur du seuil à 206,15 cm, on obtient la courbe de tarage suivante :



Courbe de tarage (Débit/Hauteur) du seuil au puits Lacha

Cela permet de définir la hauteur d'abaissement de l'eau Δh à l'amont du barrage à environ **1 cm** soit une hauteur h_2 de 213,3 cm. Cette hauteur correspond à un débit de l'ordre de 39 l/s, il s'agit du débit minimal restitué à la Doria lorsque la pompe est en fonctionnement.

En considérant la relation $Q_{Lacha} = 0,04 Q_{Doria}$, le débit de la Doria correspondant à 39 l/s serait de l'ordre de 1 m³/s ce qui est largement supérieur au DMB de la Doria estimé à 0,18 m³/s.

Notons que la hauteur du seuil par rapport à la sonde restant à préciser, ces résultats sont à considérer comme une première approximation.

Protocole de mesures

Lorsque l'installation sera opérationnelle, des mesures devront être réalisées pour préciser les différents seuils de démarrage et d'arrêt de la pompe.

Une règle devra être préalablement installée sur la partie amont du barrage pour pouvoir lire la hauteur d'eau.

- Protocole lors de la première mise en fonction de la pompe

Avant la première mise en route du pompage les actions suivantes seront réalisées :

- Test de l'isolement de la pompe
- Mise en tension de la SDM
- Vérification de la bonne visualisation des données de la sonde

Un jaugeage de la Doria devra également avoir été fait moins d'une semaine auparavant afin de s'assurer que le débit de la Doria est bien supérieur au DMB de 180 l/s au moment de la mise en route.

Sous ces conditions une équipe de spéléologue préalablement formée aux techniques de jaugeage pourra descendre au fond du puits pour réaliser les actions suivantes :

- Contrôle visuelle du système de pompage
- Installation d'une règle sur la partie amont du barrage pour pouvoir lire la hauteur d'eau
- Mesure de la hauteur d'eau lue à la règle
- Mesure précise des hauteurs entre les deux sondes et le seuil.
- Mesure précise des dimensions du seuil
- Mesure du débit à l'amont du barrage (à la perche) et si possible à l'aval (au seau)

Si le contrôle visuel est positif, la pompe peut être mise en route. L'équipe dans la SDM s'assurera du bon fonctionnement de la pompe par contrôle de l'intensité et du débit refoulé.

Pendant le pompage stabilisé à 7,5 l/s, l'équipe dans le puits procédera à :

- Mesure de la hauteur d'eau lue à la règle
- Mesure du débit à l'amont du barrage (à la perche) et si possible à l'aval (au seau)

Ces premières mesures permettront de valider ou préciser la hauteur d'abaissement définie précédemment et réaliser une première programmation des consignes de démarrage et d'arrêt de la pompe. Cela est valable si le débit disponible est bien supérieur à 45 l/s (débit correspondant au seuil h1).

Notons que théoriquement si le débit est supérieur l'abaissement de la hauteur d'eau devrait être moindre. Si tel est le cas, la valeur Δh théorique est conservée jusqu'à une éventuelle mesure montrant un abaissement supérieur.

Concrètement, la valeur d'abaissement Δh devra être légèrement augmentée afin d'éviter des arrêts et redémarrages fréquents de la pompe lorsque la hauteur d'eau est proche de ces seuils.

En outre, des courbes de correspondance seront réalisées entre la hauteur lue à la règle et les hauteurs mesurées par les deux sondes.

- Validation de la courbe de tarage, mesures au Lachat

Afin de valider et préciser la courbe de tarage, il sera nécessaire d'effectuer des mesures supplémentaires au barrage souterrain du Lachat. Nous recommandons au moins 2 interventions de mesures supplémentaires. Ces mesures devront être effectuées lorsque

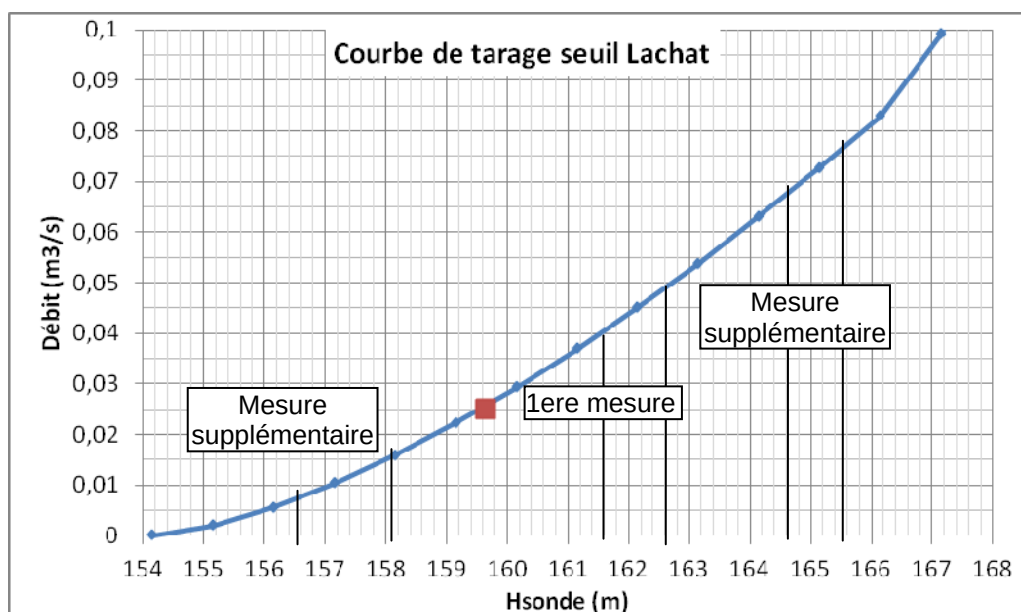
l'eau au dessus du seuil est cantonnée dans l'échancrure de 1 m. Cela correspond à des hauteurs inférieures à 12 cm, au delà l'eau passe en surverse au dessus du barrage.

Les interventions seront donc programmées en fonction de la hauteur de la sonde accessible en continu par l'exploitant et en fonction des hauteurs d'eau mesurées lors de la première intervention.

Les mesures consisteront en un jaugeage à l'amont et si possible à l'aval du barrage et en la lecture de la hauteur d'eau lorsque le pompage est actif et lorsqu'il est inactif. Cela permettra d'avoir 2 points supplémentaires Q/H par intervention avec un espacement d'environ 1cm.

Au final, le but est de disposer de 6 points de calage de la courbe de tarage (+1 déjà réalisé) pour des hauteurs inférieures à 12 cm. Cela permettra d'avoir un bon encadrement des valeurs seuils et de valider la courbe de tarage. Ainsi le débit écoulé au Lachat pourra être connu en continu et avec précision jusqu'à une valeur de l'ordre de 100 l/s. La hauteur d'abaissement pourra également être validée.

A titre d'exemple les mesures pourraient avoir lieu lorsque la hauteur est de l'ordre de 157 cm et 165 cm dans le cas où la première mesure aurait eu lieu lorsque la hauteur était aux alentours de 162 cm. Exceptionnellement la pompe serait utilisée dans le cadre de cette mesure quand la hauteur est inférieure au seuil d'asservissement afin de définir la partie basse de la courbe de tarage. Cette mesure nécessitera une attention particulière afin de ne pas mettre la pompe hors d'eau.



Exemple d'intervention en fonction de la hauteur à la sonde de Grand Chambéry

- Mesures du débit de la Doria

Afin de vérifier que le seuil h1 considéré est cohérent et vérifier les relations liant les débits de la Leyse et de la Cha avec celui de la Doria, des mesures du débit de la Doria seront

réalisés mensuellement. Lorsque le débit de la Leysse à la Ravoire se rapprochera de son DMB de $(0,440) \text{ m}^3/\text{s}$, la fréquence des mesures sera doublée (tous les 15 jours) jusqu'à ce que le débit repasse au dessus du double de cette valeur $(0,88 \text{ m}^3/\text{s})$. Ces mesures seront réalisées sur une période de 1 an. Les débits de la Leysse pourront être visualisés régulièrement grâce au site Hydoreel.

A l'issu des premiers mois de fonctionnement du système d'asservissement, les différentes données seront analysées et de nouvelles consignes seront éventuellement définies en fonction des conclusions de l'analyse. En particulier ces mesures permettront de vérifier que les seuils définis permettent bien de garantir le DMB de la Doria $(0,18 \text{ m}^3/\text{s})$. En ce sens la programmation des seuils pourra être actualisée si la correspondance du seuil d'arrêt du pompage (h2) avec le DMB de la Doria n'est pas bonne. A l'issu de la période de 1 an, un rapport sera réalisé et fixera définitivement les consignes d'asservissement.

Méthode 2 : Asservissement selon un seuil de hauteur de la Doria

Cette méthode consiste à installer une station hydrométrique sur la Doria et de définir l'asservissement selon les hauteurs mesurées à cette station.

- Convention avec le CISALB

Le CISALB avait déjà envisagé d'installer une station hydrométrique sur la Doria. Suite à un échange avec le CISALB il a été convenu oralement qu'une convention pourrait être réalisée entre Savoie Grand Revard et le CISALB concernant l'installation et l'exploitation de cette station. Cette convention stipulera globalement que :

- L'installation de la station et du système de télétransmission associé sera à la charge de Savoie Grand Revard qui en sera le propriétaire.
- Le CISALB gérera l'exploitation des données et l'entretien de la station (hormis le système de télétransmission) dans le cadre de visites de routine.
- Le CISALB établira la courbe de tarage pour des débits de 0 à environ $1 \text{ m}^3/\text{s}$ par la réalisation de jaugeages pour différentes hauteurs d'eau. La courbe sera actualisée en cas de détarage.
- La gestion du système de télétransmission sera faite par Savoie Grand Revard.
- Les données récupérées par la CISALB seront transmises à Savoie Grand Revard selon une fréquence à définir.

Le CISALB aura également un rôle d'assistance technique dans la mise en place de la station et la gestion des données hydrométriques.

- Installation de la station

La station pourra être installée sur la Doria, à l'amont de sa confluence avec la Leysse. Il s'agit du tronçon sur lequel a été effectuée la transposition permettant de définir le débit réservé de 180 l/s .

Le CISALB a identifié un emplacement potentiel de la sonde à environ 50 m en amont de la confluence contre le mur en rive gauche. Cette section présente l'avantage d'avoir ses berges maçonnées ce qui la rend très stable vis-à-vis des crues. Néanmoins il conviendra de vérifier que l'emplacement de la sonde est toujours en eau, sans écoulement préférentiel en rive opposé et non influencé par des venues de l'ancienne pisciculture. Une visite de terrain en basses eaux permettra de relever ces interrogations et statuer sur l'emplacement de la station.



Emplacement potentiel de la station hydrométrique

La station sera munie des équipements suivants :

- une échelle limnimétrique
- une sonde de pression
- une batterie
- un modem
- un panneau solaire
- autres équipements électriques (boitier, câbles...)

Le panneau solaire permettra de recharger la batterie qui alimente le modem nécessaire à la télétransmission. Si l'utilisation du panneau n'est pas pertinente (trop d'ombre), il faudra envisager un autre moyen comme par exemple l'utilisation de deux batteries en alternance nécessitant des passages selon une certaine fréquence.

Les équipements électriques et le câble lié à la sonde seront contenus dans une armoire métallique cadenassée afin de les protéger contre le vol et les intempéries.

Les données seront télétransmises via internet au système informatique de la SDM. Celui-ci sera programmé de manière à envoyer une consigne d'arrêt à la pompe si la hauteur d'eau reçue est inférieure au seuil correspondant au débit de 187,5 l/s.

Notons que l'asservissement pourrait présenter des dysfonctionnements liés à des défauts de télétransmission. En effet, il est possible que des pics ponctuels vers le bas engendrent des arrêts du pompage alors que le débit est bien supérieur au seuil défini. Si cela se produit, il faudra envisager une solution permettant de pallier ce problème comme par exemple la programmation du seuil associée à une durée minimum pendant laquelle ce seuil est dépassé (vers le bas).

Dans tous les cas, les détails liés à la télétransmission (mise en place, fréquence d'envoi, traitement de la donnée, etc.) seront précisés en phase projet et suivis par l'entreprise spécialisée intervenante.

Le pompage sera également asservi par la hauteur d'eau mesurée par la sonde du puits Lachat. En dessous d'une certaine hauteur au dessus de la pompe (50-60cm), une consigne sera envoyée à la pompe afin qu'elle demeure toujours en eau comme cela se fait actuellement.

- Protocole de mesure

Afin de définir le seuil de hauteur pour lequel le débit de la Doria est égal à son débit réservé, il est nécessaire d'établir la courbe de tarage de la station. Pour cela, le CISALB effectuera des mesures de débits (jaugeage) sur le cours d'eau pour différentes hauteurs d'eau. Le but est de définir la courbe de tarage pour des débits allant de 0 à 1m³/s. La période de mesure dépendra donc de la variabilité de la hauteur d'eau et pourra s'étaler sur plusieurs mois.

Choix de la méthode

Nous retenons la **méthode 2** qui semble la plus pertinente en termes de coût et de faisabilité. Le nombre d'opérations nécessaires pour lier le seuil d'asservissement au débit réservé de la Doria est également réduit ce qui limite le cumul d'incertitudes.

Dans tous les cas il s'avérera intéressant d'archiver les données issues des sondes dans le puits et dans la Doria qui pourront être utiles pour mieux comprendre le fonctionnement des deux cours d'eau et aussi définir une corrélation qui permettra éventuellement de réviser l'asservissement en cas de défaut d'une des sondes.

Faisabilité technique

Afin de connaître les caractéristiques des équipements en place au captage du Lacha, Grand Chambéry a été contacté. La pompe en place est immergée au fond du puits. Il s'agit d'une pompe électrique Pleuger (courbier en annexe) mise en place en 2015. La sonde du Grand Chambéry est fixée à la pompe. Les câbles qui font la liaison entre la salle de traitement AEP et les équipements du puits (pompe, sondes) sont attachés à la conduite de refoulement. Actuellement le pompage est protégé via un boîtier connecté à la sonde de manière à se stopper lorsque l'eau atteint une certaine hauteur (sous le seuil) de manière à ce que la pompe demeure toujours immergée. En surface l'eau pompée est stockée dans un réservoir. Lorsque ce dernier atteint une certaine cote de remplissage, une poire de niveau connectée à un interrupteur permet également l'arrêt du pompage. Les données de la sonde sont visualisables sur un afficheur.

D'après Grand Chambéry, la durée de fonctionnement ne pose pas de problème si les paramètres débits, intensités et isolement sont correctement surveillés.

L'automatisation de la pompe est donc possible en associant le contrôle de ces paramètres. De plus le débit de la pompe de 7,5 l/s ne nécessite pas le fonctionnement de la pompe en pleine puissance. Dans ces conditions il est envisagé de conserver la pompe et la sonde actuelle. Seule la salle en surface sera rééquipée.

Concrètement l'adaptation du captage à l'alimentation de la retenue pourra se faire de la manière suivante.

La salle des machines sera rééquipée comme présenté en page 19 du DLE.

Le système informatif de la SDM sera adapté au visionnage, à la programmation et à l'enregistrement des données de la pompe, de la sonde et des données de la Doria reçues par télétransmission.

Un nouveau débitmètre sera installé (celui de Grand Chambéry ayant été désinstallé) sur la conduite de refoulement

Le tuyau desservant l'eau du pompage sera connecté à un système de filtration et traitement UV puis raccordé au haut du radier d'alimentation de la retenue par une conduite en fonte DN100.

Lors de la première utilisation de la pompe, les données du débitmètre permettront de connaître l'intensité nécessaire à fournir à la pompe correspondant à un débit de 7,5 l/s.

Un pic d'intensité avertit d'un éventuel problème d'isolement. Une alarme sera mise en place alertant lorsqu'un certain seuil anormal d'intensité est dépassé. En cas de dépassement de ce seuil la pompe est automatiquement arrêtée et une personne du personnel d'exploitation devra se rendre sur place pour constater le problème. Ce seuil sera défini après la première mise en route de la pompe à +20% de l'intensité initiale puis adapté après utilisation.

L'asservissement de la pompe sera également dépendant de la hauteur d'eau de la retenue. Lorsque l'eau atteindra la cote nominale de 1322,35 m, une consigne d'arrêt sera envoyée à

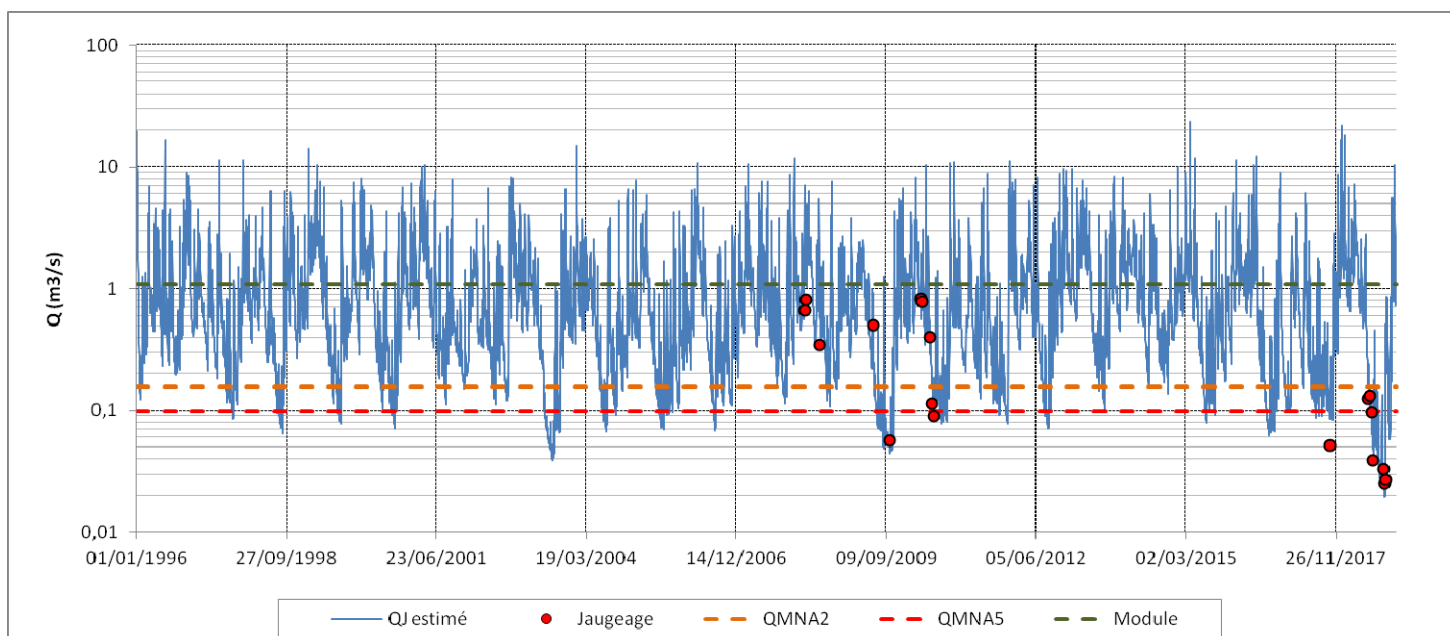
la pompe via le système informatique connecté à la sonde de pression du lac indépendant du système neige et opérationnel toute l'année.

Ce système informatique opérationnel toute l'année centralisera toutes les données relatives à la retenue et au captage et permettra leur enregistrement. Ces données pourront ainsi être exploitées dans le cadre d'une étude visant à affiner les différentes consignes.

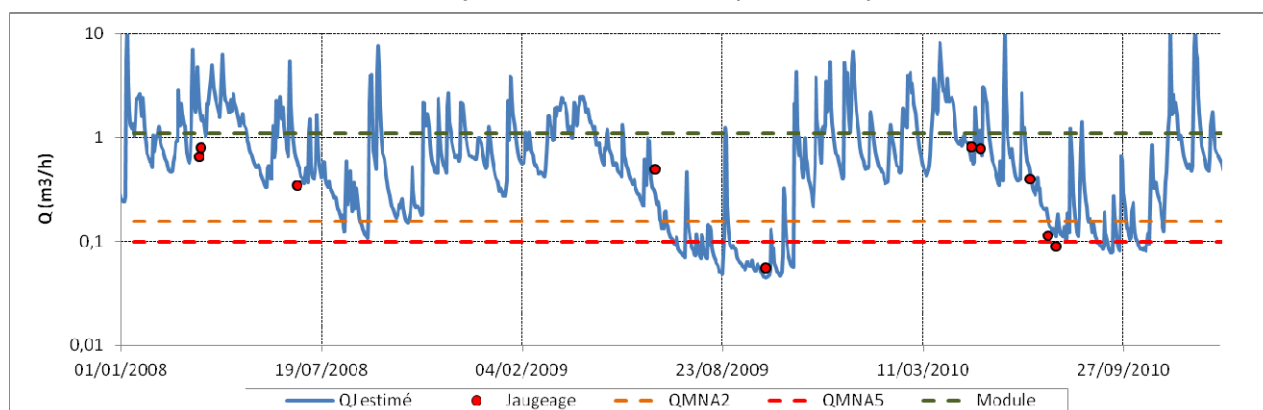
Incidence du débit de pompage

En première approche, notons que le débit de prélèvement (7,5 l/s) ne représente que 4% du DMB de la Doria estimé à 180 l/s. Les prélèvements n'ayant lieu que lorsque le débit de la Doria est supérieur à son DMB auquel on ajoute le débit de prélèvement soit 187,5 l/s, le déficit engendré par le prélèvement ne pourra pas être supérieur à 4%.

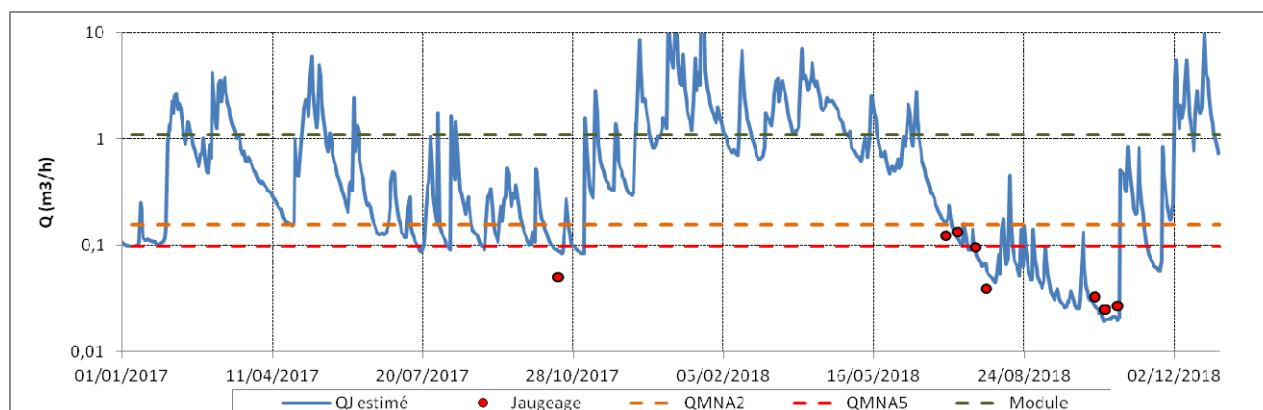
La chronique de débits journaliers de la Doria reconstitués à partir des débits de la Leysse à la Ravoire est présentée ci-dessous. Les jaugeages sont tracés sur les graphiques. Les débits minimum mensuels biennal (QMNA2) et quinquennal (QMNA5) ainsi que le module ont été estimés à partir de l'échantillon reconstitué. Les débits minimums mensuels QMN2 et QMNA5 ont été déterminés par ajustement selon une loi log-normale (Galton).



Débits journaliers de la Doria (1996-2018)



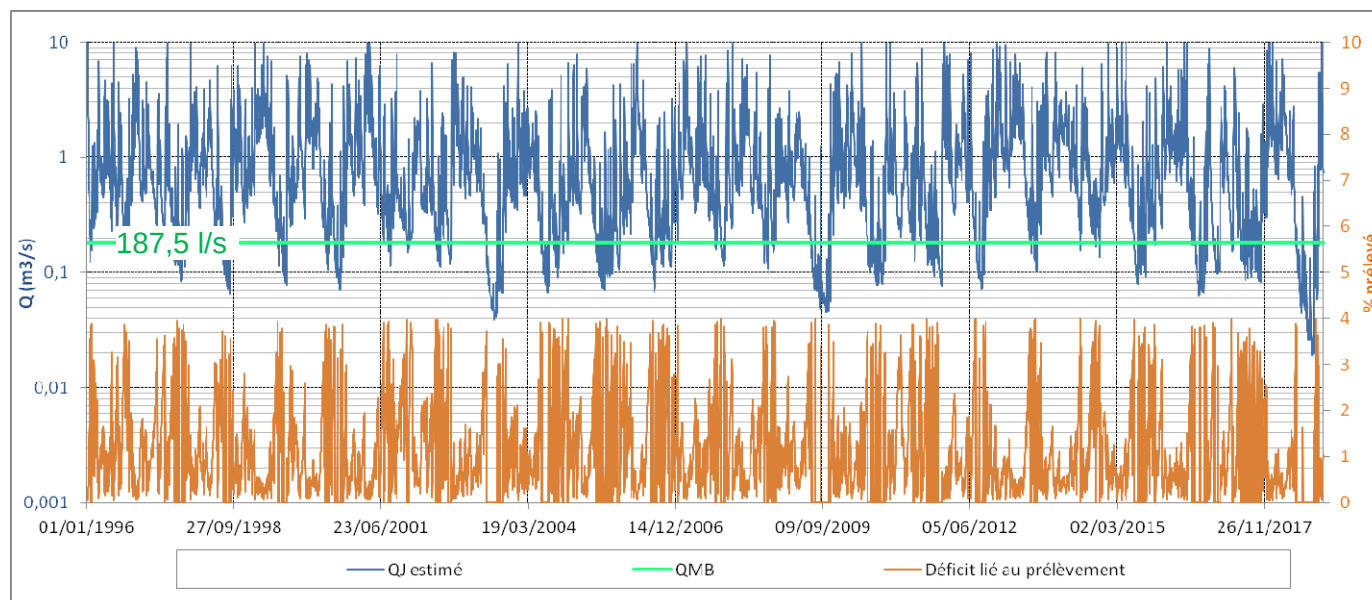
Débits journaliers de la Doria (1996-2018)



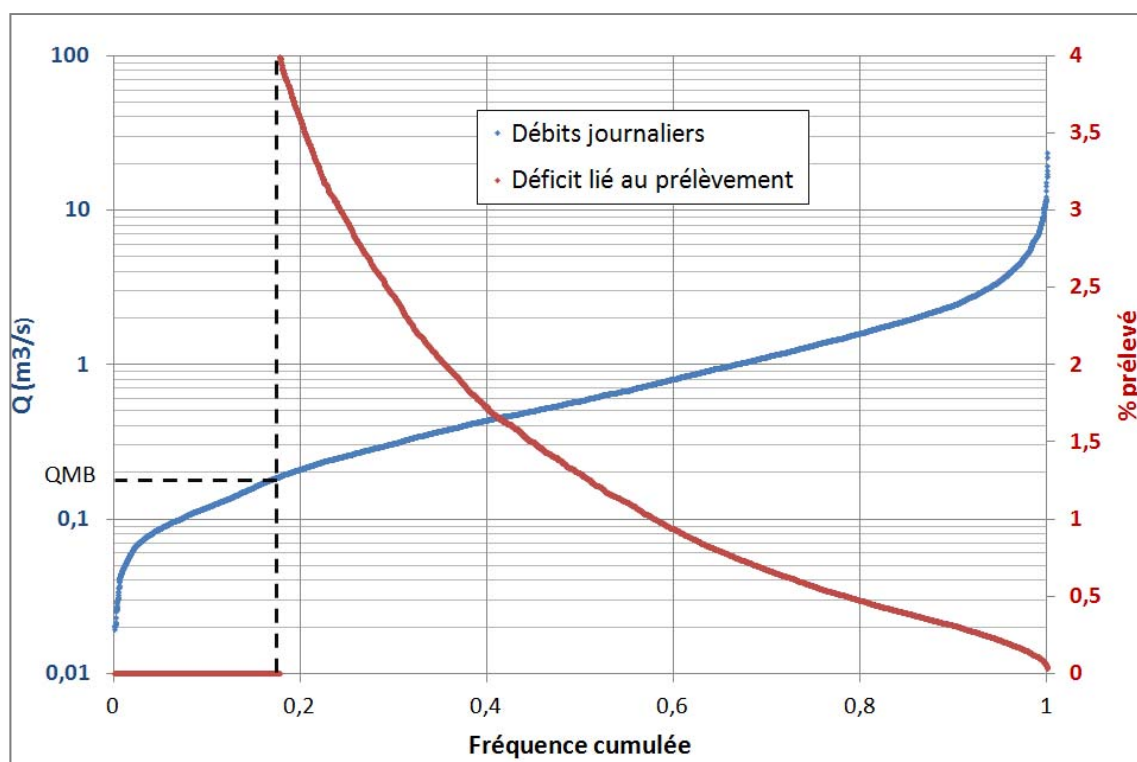
Débits journaliers de la Doria (1996-2018)

Il apparaît que les jaugeages ont principalement été effectués en basses eaux et les valeurs mesurées sont toutes inférieures au module du ruisseau estimé à $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Sur les 18 mesures effectuées, 11 points sont inférieurs au QMNA2. Notons par ailleurs que l'étiage de l'année 2018 fut le plus sévère de toute la chronique avec un minimum de 20 l/s jamais atteint depuis 1996. Cela permet d'expliquer que les valeurs de débit issues des jaugeages semblent considérablement plus faibles que les valeurs moyennes mensuelles présentées en p55 du DLE.

Afin de déterminer l'influence du pompage sur les débits de la Doria, le déficit est calculé pour chaque débit journalier. Lorsque le débit de la Doria est inférieur à 187 l/s ($Q_{MB} + Q_{pompage}$), le pompage est stoppé et le déficit nul.



Débits journaliers et déficit de la Doria lié au pompage



Débits journaliers classés

Débit journalier Doria (m³/s)	Déficit	Pourcentage échantillon
< 0,187 (DDB+Qp)	0%	17,7 %
0,187 - 0,25	3 - 4 %	6,5 %
0,25 - 0,38	2 - 3 %	11,2 %
0,38 - 0,75	1 - 2 %	22,5 %
0,75 - 23,4	0 - 1 %	42,1 %

Fréquence des intervalles de déficit

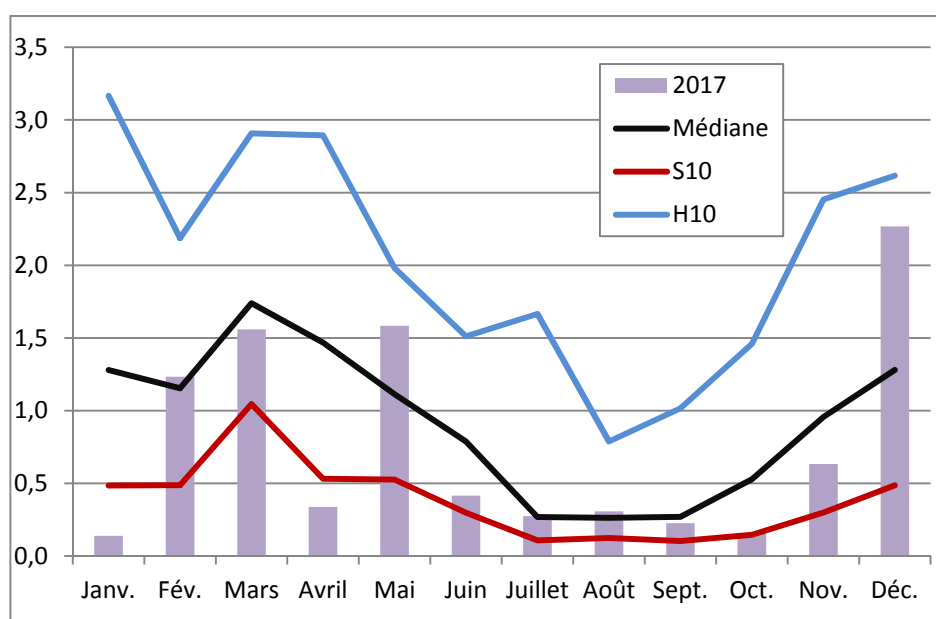
Ces éléments montrent que si le système de pompage avait été actif sur la période de 1996 à 2018 et que le pompage avait fonctionné en continu dès que le débit de la Doria dépassait le seuil de 187,5 l/s, environ 60% des débits journaliers présenteraient un déficit inférieur à 1%, 70% inférieur à 2%, 93% inférieur à 3% et 100% inférieur à 4%. Cela montre que l'incidence du pompage sur les débits de la Doria peut être considéré comme faible ce qui conforte les conclusions de l'étude d'impact basé sur les moyennes mensuelles.

Notons que l'imprécision sur l'estimation des débits de hautes eaux ne remet pas en doute ces conclusions car la borne inférieure du dernier intervalle de 0,75 m³/s est inférieure au débit jaugé maximal et demeure dans le domaine de validité de la régression linéaire.

Estimation des volumes prélevables

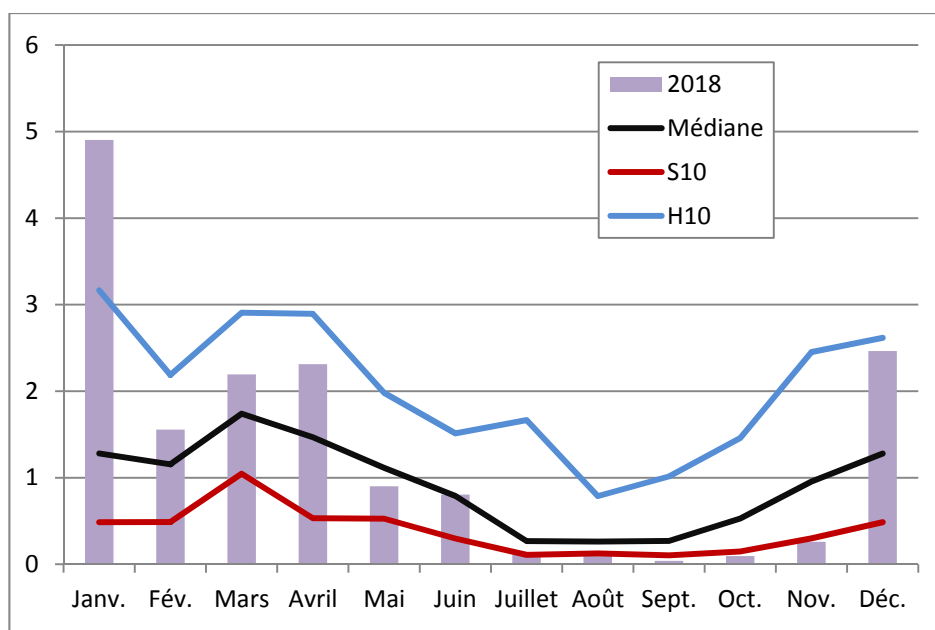
Les volumes potentiellement prélevables sont estimés pour la période de mesure de la sonde universitaire (11/2016-03/2019) en comptant le nombre d'heures pour lesquelles la hauteur mesurée est supérieure à la hauteur d'asservissement h_1 .

Afin de se rendre compte du niveau de sécheresse ou d'humidité correspondant aux résultats, les moyennes mensuelles de la Doria de 2017 à 2019 sont confrontées aux statistiques mensuelles (décennale sèche S10, décennale humide H10 et médiane) calculées sur la période 1996-2019 par interpolation des valeurs mensuelles dont les fréquences empiriques encadrent la fréquence souhaitée.



Débits moyens mensuels (m³/s) de la Doria en 2017

L'année 2017 est relativement sèche avec des débits mensuels inférieurs à la médiane pour tous les mois de l'année hormis février, mai et décembre. L'échantillon des débits mensuels est très hétérogène avec des mois pouvant être très secs (janv, avril) et d'autres très humides (mai, déc).



Débits moyens mensuels (m3/s) de la Doria en 2018

Le premier semestre de l'année 2018 est plutôt humide avec des débits mensuels supérieurs ou du moins proche de la médiane. L'étiage se manifestant au deuxième semestre est le plus sévère des 20 dernières années avec des débits inférieures aux valeurs décennales sèches. Le mois de décembre est particulièrement humide.

< S10
S10 - Mediane
~ Mediane
Médiane - H10
> H10

Les valeurs de mars 2019 sont incomplètes (disponibles jusqu'au 18 mars)

	2017		2018		2019		Moyenne	
	nb heures	Volume	nb heures	Volume	nb heures	Volume	nb heures	Volume
janvier	17	459	744	20083	32	868	198	5353
février	500	13491	511	13801	305	8239	329	8883
mars	744	20088	637	17195	420	11335	450	12155
avril	565	15259	720	19440			643	17350
mai	567	15304	643	17361			605	16333
juin	258	6975	397	10710			327	8842
juillet	221	5971	8	207			114	3089
août	256	6916	103	2772			179	4844
septembre	434	11718	21	562			227	6140
octobre	162	4379	153	4122			157	4250
novembre	574	15507	379	10238			477	12872
décembre	590	15926	689	18612			640	17269

Volumes (m³) potentiellement disponibles au captage avec le système d'asservissement

Les résultats montrent que les volumes disponibles permettraient le remplissage de la retenue de 25 000 m³ sur la période de mars à mai en 2017 et en 2018. Pour ces deux années, cette période présente des volumes cumulés globalement moyens de l'ordre de 50 000 m³.

Des ajustements seraient possibles les autres mois.

Les mois de juin à novembre étant particulièrement secs ces deux années, les volumes correspondant sont pessimistes et devraient en moyenne être supérieurs les années à venir.

Le mois de décembre est humide pour les deux années, les volumes correspondant sont donc optimistes.

Pour les autres mois, les résultats présentent globalement des intervalles permettant de se situer dans le cas d'une saison sèche ou humide.

Quoi qu'il en soit les volumes disponibles ont des grandeurs suffisamment significatives pour justifier l'utilisation du captage de la Cha dans le cadre du remplissage de la retenue de la Féclaz tout le long de l'année.

L'exploitant souhaite pouvoir utiliser ce captage principalement les mois de mars à mai durant lesquels auront lieu le remplissage de la retenue mais également le reste de l'année pour ajuster si nécessaire le niveau de la retenue notamment suite à la première campagne d'enneigement aux mois de novembre ou décembre. Tous les prélèvements seront bien entendu réalisés selon les disponibilités définies ci-avant.

Première mise en eau

La question de la première mise en eau pourra être résolue en procédant en deux fois : un remplissage en automne éventuellement partiel en fonction de la disponibilité puis un remplissage complet au printemps suivant. La nécessité de remplir la retenue complètement en avant saison ne sera donc pas systématique et nécessitera éventuellement la réalisation de deux premières mises en eau.

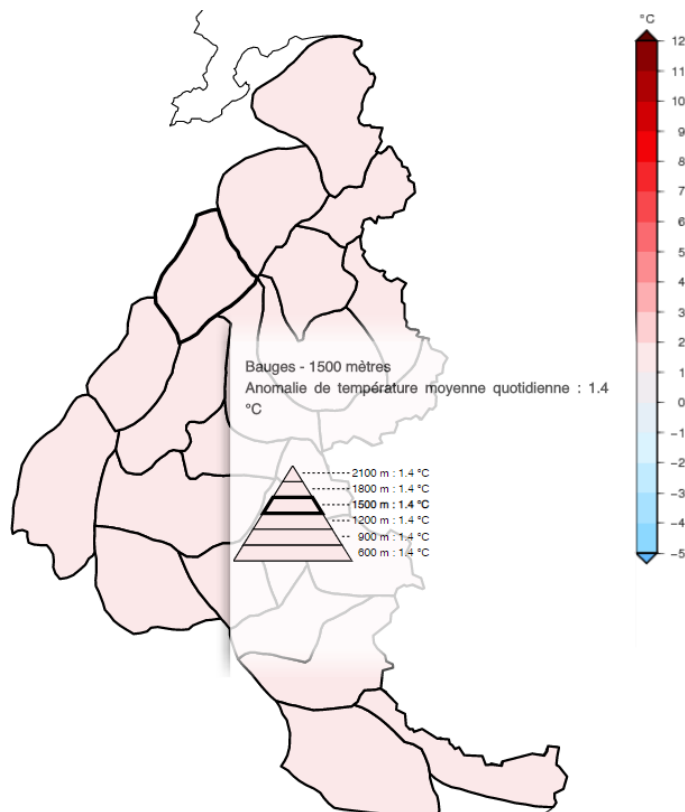
Dans tous les cas, la première mise en eau respectera les consignes d'asservissement précédemment proposées et aucun prélèvement n'aura lieu si le débit réservé de la Doria n'est pas assuré.

Justification vis-à-vis de l'enneigement

Prévisions climatologiques (données DRIAS)

La justification vis-à-vis de l'enneigement proposé dans le dossier déclaratif se base sur 2 méthodes basées sur les fenêtres de froids disponibles. A l'état actuel, il est montré que la production de neige de culture est possible la majorité du temps les mois de décembre à février. A l'horizon 2040, les années où la production est viable se réduit avec en décembre une probabilité juste supérieur à une année sur deux. Ces prévisions peuvent également être moindres en raison du fait que seule la température a été utilisée, d'autres critères (humidité, vent) pourraient également être non propices à la production de neige.

Pour compléter l'analyse, il est proposé de présenter certains résultats de prévision météorologiques disponibles sur le site DRIAS. Les données présentées sont issues du modèle ALADIN53 du CNRM-CM5 en considérant une politique climatique visant à stabiliser les gaz à effets de serre (hypothèse moyenne selon les trois scénarios proposés). Les données sont présentées à l'horizon proche (2021-2050) et l'horizon moyen (2041-2070). Les résultats concernent le massif des Bauges pour une altitude de l'ordre de 1200m à 1500m.



Exemple de prévisions sur le site DRIAS au massif des Bauges

	Horizon proche 2021-2050	Horizon moyen 2041-2070
Octobre	1,5	2
Novembre	1,5	2
Décembre	1,5	2
Janvier	1,5	2
Février	1	0,7
Mars	1,4	1,5
Moyenne	1,40	1,70

Augmentation des températures quotidiennes moyennes (°C)

	Horizon proche 2021-2050	Horizon moyen 2041-2070
Octobre	1,6	2,3
Novembre	1,6	2,2
Décembre	1,6	2,2
Janvier	1,6	2,2
Février	1	0,7
Mars	1,3	1,5
Moyenne	1,55	1,85

Augmentation des températures minimales quotidiennes moyennes(°C)

Les données DRIAS sur le massif des Bauges montrent que l'augmentation de 2°C à l'horizon 2040 n'est pas surestimée. Au contraire l'augmentation serait plutôt en moyenne sur la saison hivernale de l'ordre de 1,5°C à l'horizon proche et 1,8°C à l'horizon moyen. L'augmentation des températures minimales sont légèrement supérieures à celle des températures moyennes (0,1 – 0,2 °C).

	Horizon proche 2021-2050	Horizon moyen 2041-2070
Octobre	-4,2	-3,6
Novembre	-4,2	-3,6
Décembre	-4,2	-3,6
Janvier	-4,2	-3,6
Février	-3,9	-4,1
Mars	-1,5	-1,2
Moyenne	-3,7	-3,3

Températures minimales quotidiennes moyennes (°C)

Les températures minimales inférieures à -3°C permettant la production de neige seront encore disponibles à l'horizon moyen avec des températures minimales moyennes de l'ordre de -4,2 à l'horizon proche et -3,6 à l'horizon moyen.

	Horizon proche 2021-2050	Horizon moyen 2041-2070
Novembre	48	43
Décembre	48	43
Janvier	48	43
Février	63	61
Mars	58	50
Avril	20	11
Moyenne	47,5	41,8

Enneigement épaisseur moyenne (cm)

Bien qu'ayant diminué d'environ 20 cm, l'enneigement à l'horizon moyen sera encore présent sur le massif des Bauges à une altitude de 1200 m avec une épaisseur moyenne du manteau neigeux de 43 cm. Cela montre que les possibilités d'enneigements futurs resteront possibles.

Les résultats DRIAS permettent d'avoir des ordres de grandeur sur les conditions climatiques futures. L'analyse n'a pas été reproduite et les conditions de vent et d'humidité demeurent lacunaires. Néanmoins on peut considérer en première approche que les conclusions du dossier déclaratif ne sont pas particulièrement optimistes.

Les conclusions concernant l'état actuel et les prévisions DRIAS à l'horizon proche montre que les conditions climatiques devraient encore être suffisamment favorables pour la production de neige dans les 10 à 15 années à venir.

Il reste à démontrer que le projet sera amorti financièrement à l'issue de cette période.

Evaluation du retour sur investissement

Le projet d'aménagement faisant l'objet du dossier engendre un coût de l'ordre de 3 200 000 € H.T. Le tableau ci-dessous présente l'amortissement du projet sur 10, 15 et 20 ans.

		Coût
Investissement (frais bancaires inclus)		3 700 000 €
Amortissement	10 ans	370 000 € / an
	15 ans	247 000 € / an
	20 ans	185 000 € / an

Amortissement du projet sur 10 à 20 ans

La neige de culture ne vise pas à gagner de la clientèle mais a plutôt comme objectif de limiter la baisse voire la perte de fréquentation due à un déficit de neige. Le manque à gagner est ainsi estimé selon différents scénarios de baisse de fréquentation (de 10% à 50%). La fréquentation de référence est prise égale à celle de la saison 2017-2018. Le chiffre d'affaire est calculé sur la base des tarifs forfaitaires journaliers de 20€ pour le ski alpin et 8€ pour le ski nordique.

	Fréquentation (journée skieur)			Chiffre d'affaire (€)		
	alpin	nordique	total	alpin	nordique	total
Total 2017/2018	80 000	130 000	210 000	1 600 000	1 040 000	2 640 000
perte 10%	8 000	13 000	21 000	160 000	104 000	264 000
perte 20%	16 000	26 000	42 000	320 000	208 000	528 000
perte 30%	24 000	39 000	63 000	480 000	312 000	792 000
perte 50%	40 000	65 000	105 000	800 000	520 000	1 320 000

Perte de chiffre d'affaire selon la baisse de fréquentation par rapport à 2018

Il apparait que la perte engendrée par une diminution de fréquentation de 10% serait supérieure à l'amortissement sur 15 ans et la perte engendrée par une diminution de 20% serait supérieure à l'amortissement sur 10 ans.

Il suffirait de trois saisons particulièrement déficitaires qui verraient sa fréquentation diminuée de moitié pour que la perte soit supérieure au coût total du projet.

Les pertes de fréquentations de ces ordres de grandeurs étant réalistes en raison de la diminution de l'enneigement naturel, la production de neige de culture apparait comme une nécessité.

Notons qu'en plus des pertes liées directement à la vente des forfaits, la baisse de fréquentation engendrerait des déficits importants pour toutes les activités économiques liés au fonctionnement de la station tels que la location, l'hébergement, la restauration, les cours...

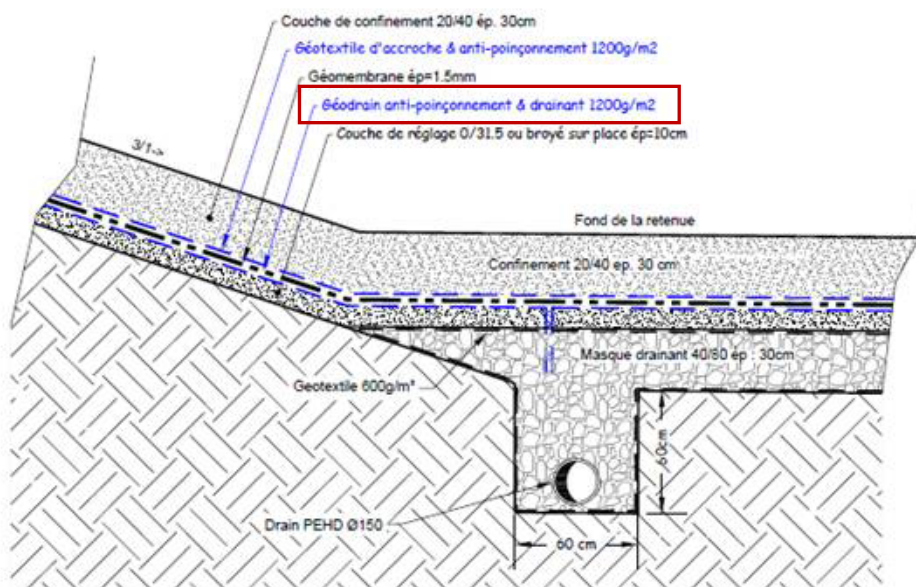
A l'avenir, les périodes de production en avant saison seront suffisantes mais réduites par rapport à la situation actuelle. Il apparait alors réellement nécessaire d'augmenter la capacité de production instantanée pour optimiser les créneaux de froid qui se réduisent. Donc augmenter la capacité de stockage.

Suivant toutes ces conditions, un investissement tel que proposé précédemment apparait comme opportun et viable à minima jusqu'à l'horizon 2050.

Aménagement de la retenue

Drainage intérieur

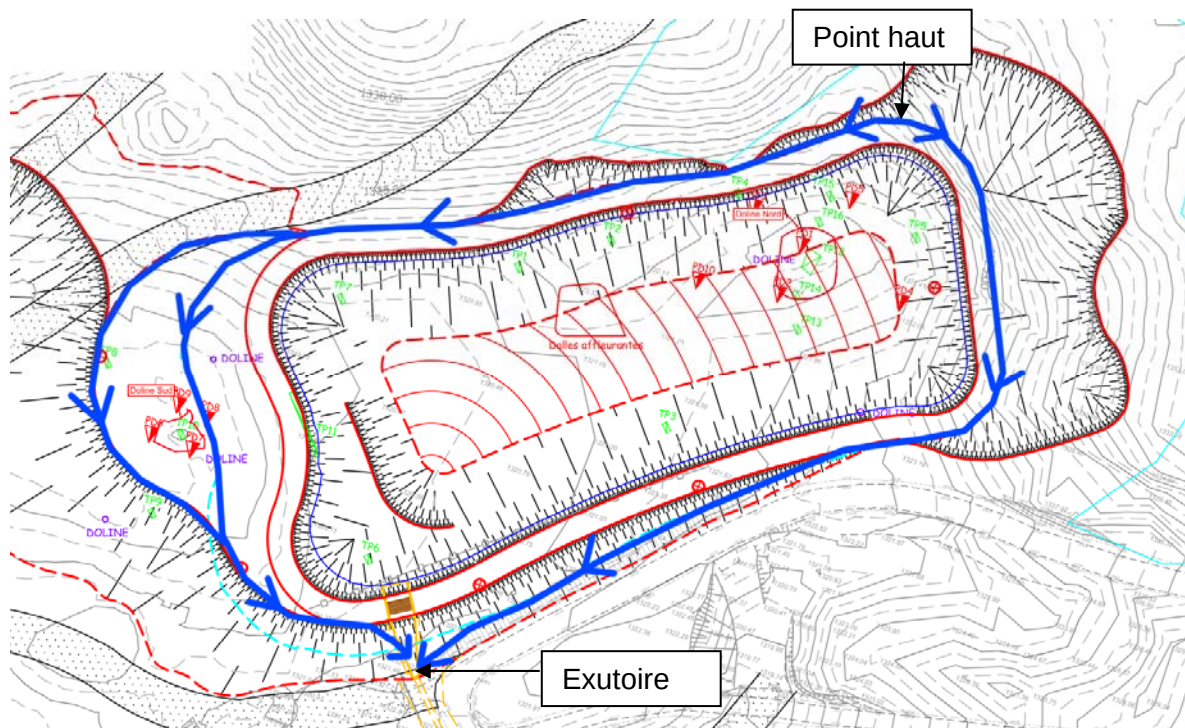
Le système de drainage est bien mis en place sur l'ensemble des talus intérieurs de la retenue. En effet, la géomembrane est posée au-dessus d'un géodrain anti-poinçonnement et drainant (1200g/m²) permettant de drainer les eaux vers la tranchée drainante en fond de lac.



Coupe du système de drainage interne

Drainage périphérique

Afin d'éviter toute venue d'eau dans les dolines sud et nord un drainage périphérique sera aménagé tel que présenté dans le schéma ci-dessous (trait bleu). Les deux drains se rejeteront dans le coursier du déversoir à l'amont du dalot de franchissement de la piste. L'exutoire des deux drains sera aménagé de manière à ce qu'une mesure soit possible (petite chute permettant un jaugage au seau).



Drainage périphérique

Surveillance et dispositif d'auscultation

La mesure de la côte d'eau et les systèmes d'alarme (drains, côte d'eau de la retenue, intensité pompage) seront opérationnels toute l'année. Hors saison d'exploitation, bien que le système informatique relatif à la production de neige soit éteint, le courant électrique sera maintenu et le PC fonctionnel permettant le suivi de la retenue et du pompage toute l'année.

Les visites de routines intégreront la vérification du débit et de l'intensité du pompage afin de s'assurer du bon fonctionnement de la pompe et du non dépassement du débit de 7,5 l/s lorsque celle-ci est en fonctionnement. Si cette valeur est dépassée, le débit est réajusté en conséquence.

S'agissant d'une pompe immergée, le principal risque concerne son isolement électrique. Celui-ci peut être testé hors tension. Ce test devra être réalisé mensuellement lorsque la pompe n'est pas en fonctionnement.

La mesure des débits des drains périphériques sera effectuée de manière mensuelle.

Annexes

PLEUGER

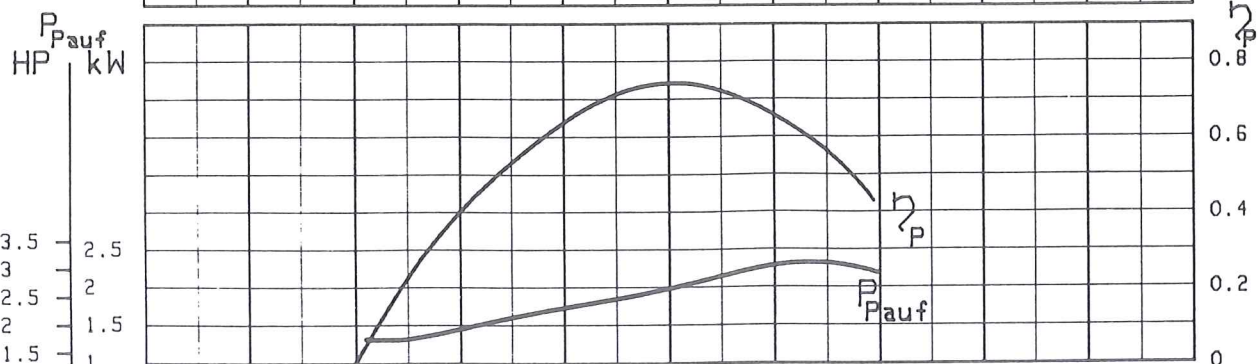
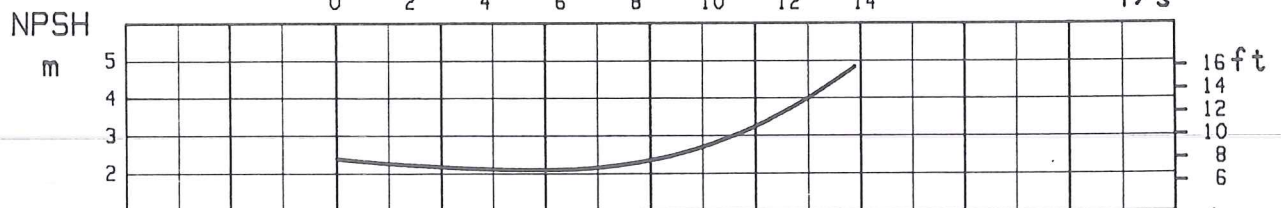
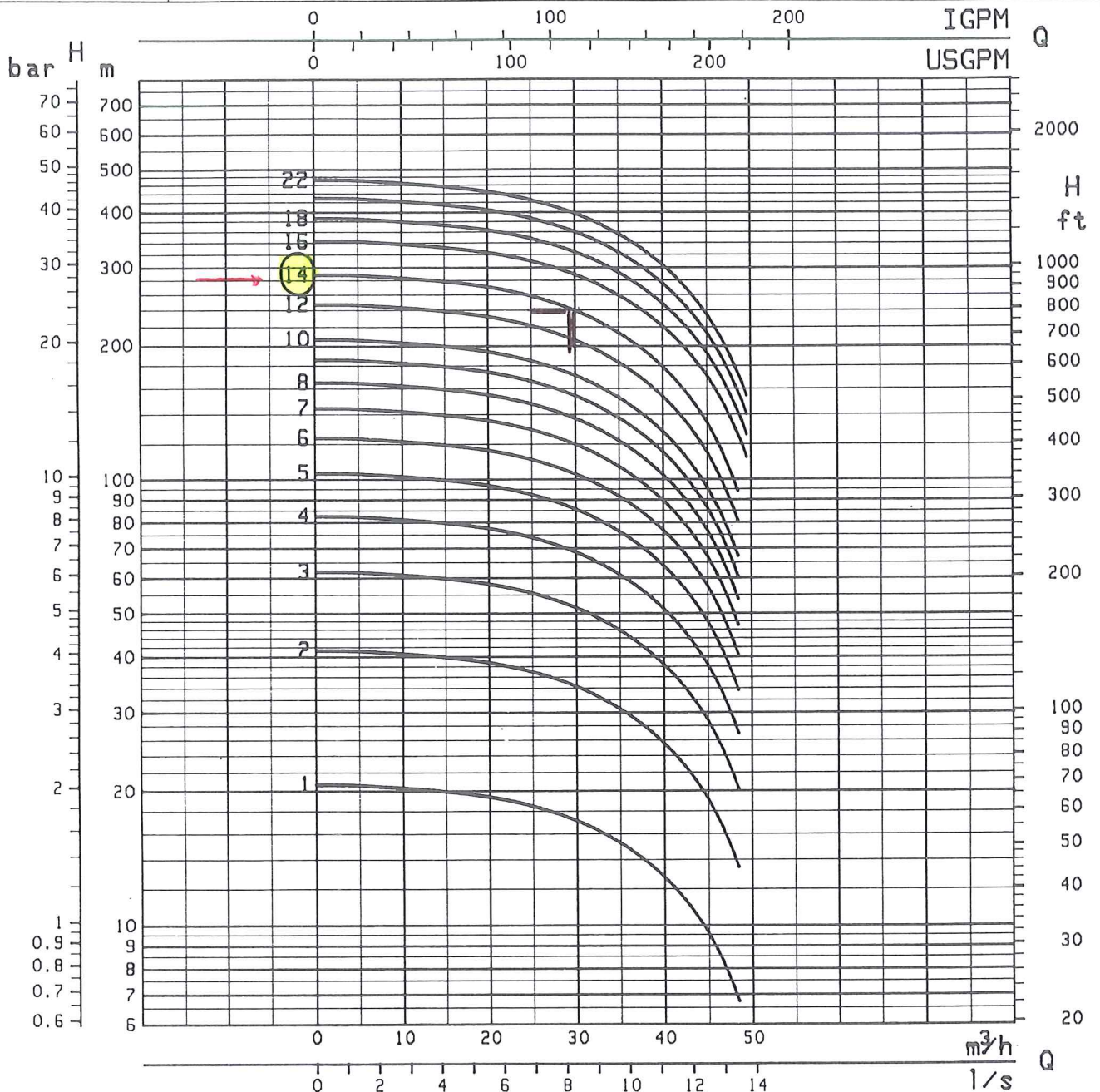
Unterwasserpumpen
Submersible pumps

3 ~ Drehstrom
3-Phase AC

NE 85

2840 1/min

50 Hz



Salle de traitement AEP (Grand Chambery)

