Lycée de Céret
Déodat de Séverac

Fédération Française de Spéléologie

Étude des variations de débit du Canyon de Baoussous

Occitanie
Fédération Française de Spéléologie

Classe de seconde MPS – 2017-2018

Depuis la rentrée scolaire 2013, le lycée de Céret a mis en place un enseignement d'exploration basé sur l'étude des grottes et canyons. Un partenariat a été signé avec le Comité Régional de Spéléologie Occitanie, et le lycée a obtenu le label fédéral qui garantit la rigueur scientifique et le respect des règles de sécurité.
Rapidement, un autre partenariat a été mis en place avec le Spéléo Canyon Club du Vallespir qui apporte un soutien matériel, et dans la gestion des équipements et l'encadrement des élèves.
Pour l'année scolaire 2017-2018, les enseignants ont souhaité travailler sur l'étude des débits dans un canyon tout proche du lycée. Un dossier a été déposé auprès du Fond d'Aide aux Actions Locales (FAAL) de la Fédération Française de Spéléologie, qui a accordé une subvention de 1000 € pour l'achat du matériel de mesure. Nous avons donc pu acquérir des sondes Reefnet et un pluviomètre, qui vont servir tout au long de l'année et qui vont être utilisés de nouveau l'an prochain sur un autre projet.

Nous aimerions remercier vivement la FFS pour son soutien, et les élèves pour leur investissement, leur gentillesse et leur bonne humeur tout au long de l'année.

François Masson, enseignant de SVT
Hélène Mervaux, enseignante de Physique – Chimie
François Potier, enseignant de Mathématiques
Christophe Lorente, moniteur canyon

Table des matières

1. Présentation du site d'étude 4
1.1 Le bassin versant 4
1.2 Profil de la rivière 5
1.3 Problématique 5

2. Le matériel utilisé 6
2.1 Les sondes Reefnet 6
2.2 Le pluviomètre 7
2.3 Le débimètre 8

3. Les résultats 9

4. Interprétation 13

5. Bilan 14

6. Les élèves 15

1. Présentation du site d'étude

Le site étudié se trouve à Céret, petite ville des Pyrénées très vivante et dynamique proche du Canigou. Le site s'appelle le canyon de Baoussous. Nous avons descendu pour la première fois ce canyon en septembre, c'est là où nous avons utilisé le matériel de canyon pour la première fois (baudriers, combinaisons). Nous avons donc effectué nos premiers rappels.

Vérification du matériel

Premier toboggan

Descente en rappel

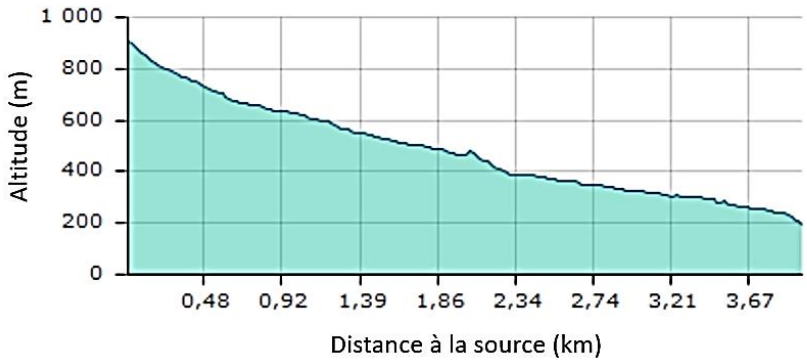
Le bassin versant

Un bassin versant est un espace géographique qui alimente un cours d'eau. Toute l'eau tombée dans celui-ci va vers un même point de sortie appelé exutoire. Le bassin versant des Baoussous mesure 3,51 km^2 ce qui est petit.

La rivière que nous avons décidé d'étudier tout au long de notre année de Seconde se nomme Correc de Nogarède.

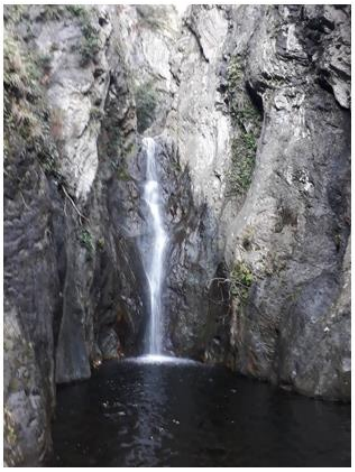
Profil de la rivière

Nous avons étudié le profil de cette rivière, de sa source à l'arrivée du canyon de Baoussous. Pour pouvoir trouver ce profil nous avons utilisé l'application Géoportail. Ce profil montre l'altitude en fonction de la distance. La pente moyenne de cette rivière est de 18% mais elle est beaucoup plus forte au niveau des cascades finales.



Problématique

Lors de notre descente, le niveau d'eau était bas, mais nous avons vu au cours de l'année que le niveau pouvait monter fortement.



11 janvier

6 février

Nous avons donc une problématique qui nous suivra tout au long de l'année et qui nous sera utile dans tous nos travaux. Celle-ci est :

- La descente du canyon peut-elle devenir dangereuse lorsqu'il pleut ?
- Quel est le temps nécessaire pour que l'eau monte à la suite d'une pluie ?

Nous y retournerons plusieurs fois pour prendre plusieurs mesures afin de pouvoir les exploiter dans nos travaux.

Séance de mesure de débit

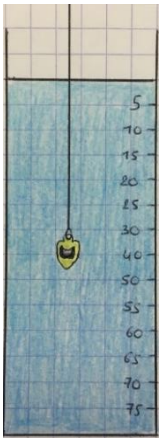
2. Le matériel utilisé

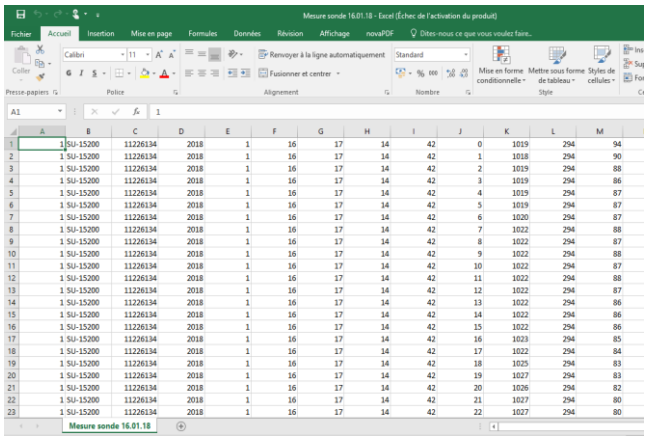
2.1 Les sondes Reefnet

Afin de mesurer la pression dans l'eau pour savoir si elle est liée au débit et à la pluviométrie, nous avons utilisé des sondes Reefnet Ultra Sensus, qui sont des capteurs autonomes capables de mesurer à intervalles de temps réguliers la pression et la température. Les données mesurées sont stockées dans une mémoire interne, il faut les relever grâce au logiciel Sensus Manager et les convertir pour pouvoir les utiliser avec Excel. On peut donc grâce à ces sondes connaître la hauteur de l'eau en fonction de la pression de la colonne d'eau située au-dessus de la sonde.

Nous avons d'abord réalisé des tests par petits groupes en classe, comme par exemple celui présenté sur la photo.
On fait descendre la sonde dans une colonne d'eau pendant un temps donné, puis on récupère les données enregistrées, afin d'obtenir une fiche Excel comme celle-ci. Cette étape est très importante car elle nous permet de comprendre comment fonctionne notre sonde : ici, on devait déterminer à quelle grandeur correspondait chaque colonne.

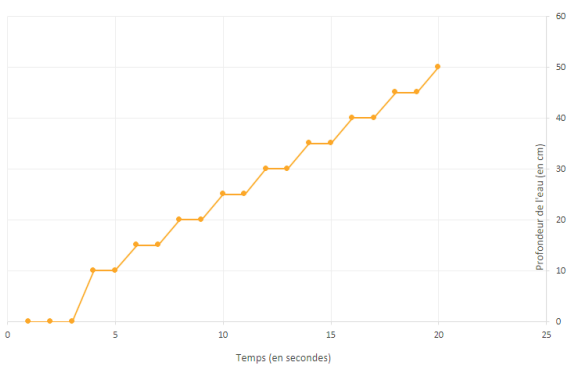
On crée donc un premier graphique qui représente la profondeur théorique de l'eau au cours du temps (Graphique 1), puis grâce aux mesures organisées avec Excel, on en crée un second (Graphique 2), afin de comparer les deux graphiques. Comme vous pouvez le voir, ils sont très similaires, car la profondeur est liée à la pression. Cette expérience nous a permis de comprendre comment fonctionnait notre sonde.



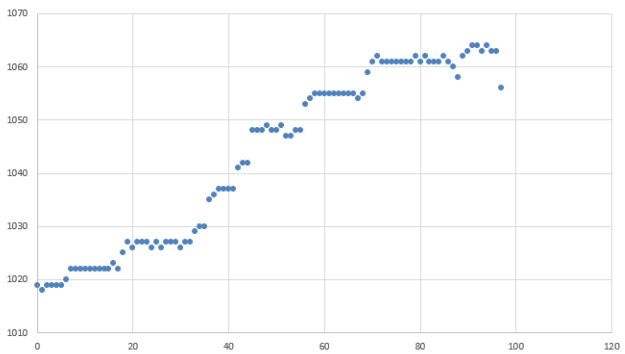


1	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	0	1019	294	94
2	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	1	1018	294	90
3	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	2	1019	294	88
4	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	3	1019	294	86
5	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	4	1019	294	87
6	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	5	1019	294	87
7	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	6	1020	294	87
8	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	7	1022	294	88
9	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	8	1022	294	87
10	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	9	1022	294	88
11	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	10	1022	294	87
12	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	11	1022	294	88
13	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	12	1022	294	87
14	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	13	1022	294	86
15	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	14	1022	294	86
16	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	15	1022	294	86
17	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	16	1023	294	85
18	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	17	1022	294	84
19	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	18	1025	294	83
20	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	19	1027	294	83
21	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	20	1026	294	82
22	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	21	1027	294	80
23	1 SU-15200	11226134	2018	1	16	17	14	42	22	1027	294	80

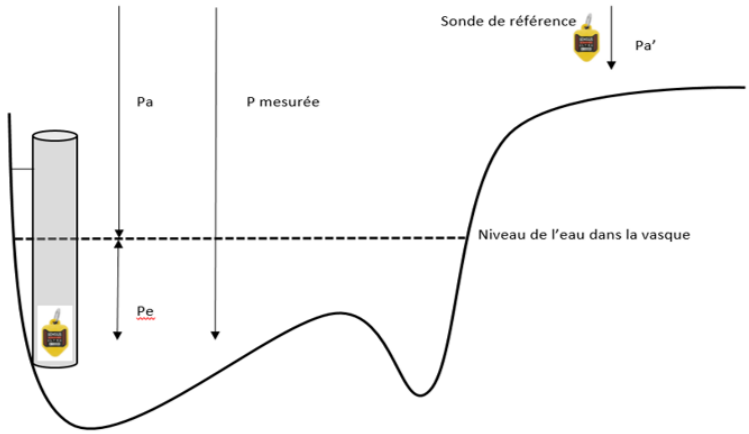
1. Profondeur théorique de l'eau en fonction du temps:



2. Résultat mesuré par la sonde de la Pression (en hPa) en fonction du temps (en s):



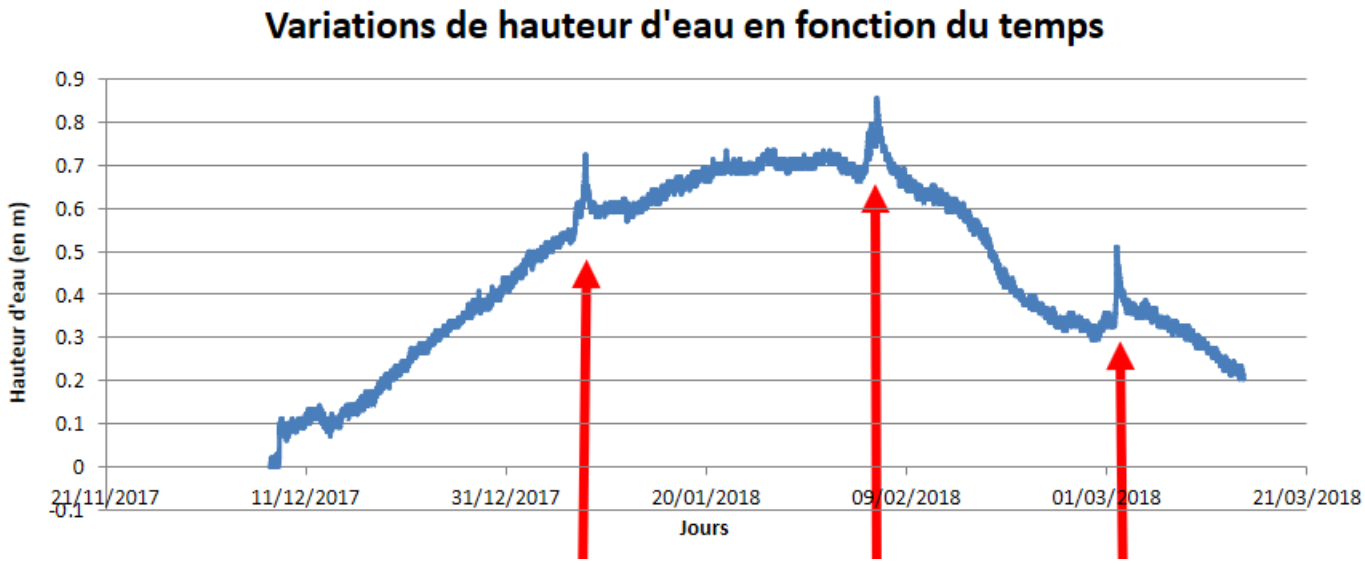
Au canyon, nous avons placé une sonde dans l'eau et une autre à l'air libre. Les mesures apportées par ces sondes nous ont permis de calculer la pression dans l'eau grâce à la formule : $P_{eau}= P_{mesurée}-P_{atmoshpérique}$. Nous avons ensuite utilisé une seconde formule : $P_{eau}= \rho \times g \times h$. Dans cette formule, la lettre grecque ρ représente la masse volumique de l'eau, g représente l'intensité de la pesanteur, et h la hauteur de l'eau, que nous devions calculer. Connaissant toutes les données sauf la hauteur, nous pouvions la calculer.



$$P_{eau}= P_{mesurée} - P_{atmosphérique}$$

$$P_{eau}= \rho \times g \times h$$

Voici le graphique final des variations de la hauteur d'eau en fonction du temps que nous avons obtenu : on pouvait remarquer qu'il y avait plusieurs « pics » de hauteur d'eau importante, notre mission était ensuite de savoir si on pouvait les corréler aux « pics » de la pluviométrie et du débit.



2.2 Le pluviomètre

Nous allons vous présenter un outil qui nous a aidés dans notre étude : le pluviomètre.
Cet outil nous a servi à mesurer la quantité de pluie tombée aux alentours de Céret.

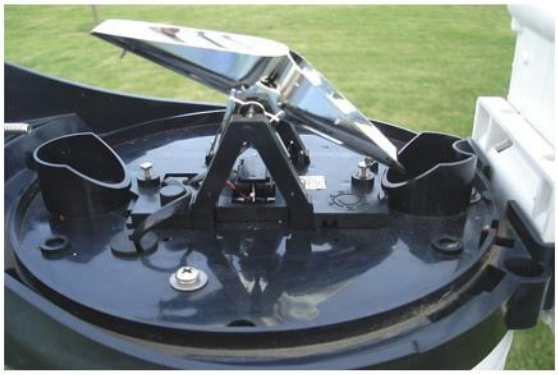
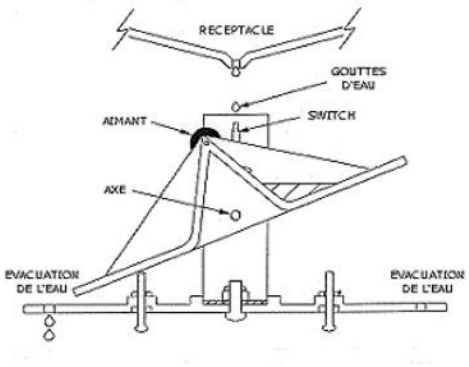
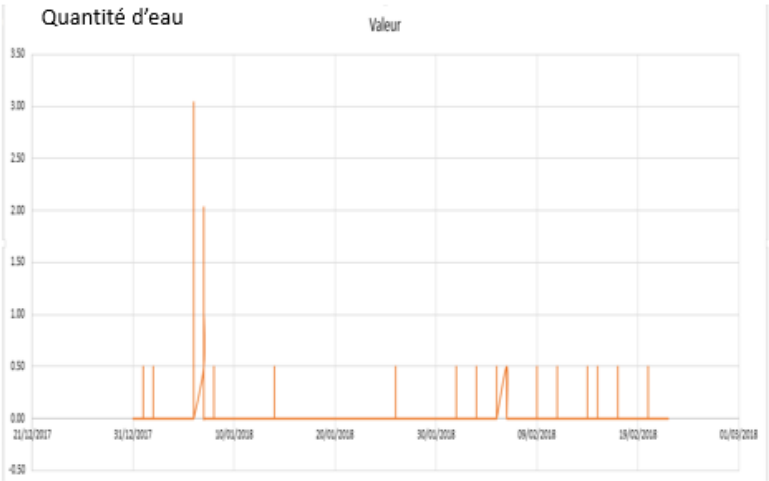


Photo de l'intérieur du pluviomètre



Principe de fonctionnement

Le fichier des résultats nous donne le nombre de basculements d'auget toutes les 5 minutes. Pour l'étalonner, nous devons mesurer la quantité d'eau qu'il faut pour faire basculer l'auget. Ici, un basculement d'auget est dû à la chute de 5ml d'eau dans le pluviomètre. Pour calculer la hauteur d'eau tombée, nous avons dû calculer la surface du pluviomètre (2,21 dm ^{2}). En remettant cela à 1m², nous avons vu que 1 basculement d'auget correspond à 0,7 mm de pluie tombée. Il nous suffira donc de reporter cette mesure à la surface du bassin versant.
Les résultats obtenus peuvent être présentés sous forme d'un graphique qui nous donne la pluviométrie en fonction du temps.



Exemples de résultats obtenus

Date	Heure	Valeur
31/12/2017	1.00	0.00
01/01/2018	0.00	0.00
01/01/2018	0.00	0.00
01/01/2018	0.01	0.00
01/01/2018	0.01	0.00
01/01/2018	0.01	1.00
01/01/2018	0.02	1.00
01/01/2018	0.02	1.00
01/01/2018	0.02	2.00
01/01/2018	0.03	2.00
01/01/2018	0.03	1.00
01/01/2018	0.03	1.00
01/01/2018	0.04	0.00
01/01/2018	0.04	0.00

2.3 Le débimètre

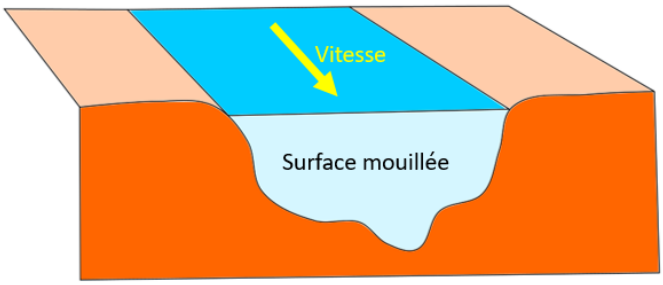
Le débimètre est un outil permettant de calculer la vitesse de l'eau. Cet outil est muni d'une turbine pour pouvoir nous donner la vitesse de l'eau en temps réel, et il suffit de la lire sur un écran. Grâce à cette information, nous allons pouvoir mesurer le débit de la rivière.

Le débimètre

Mesure de la surface mouillée

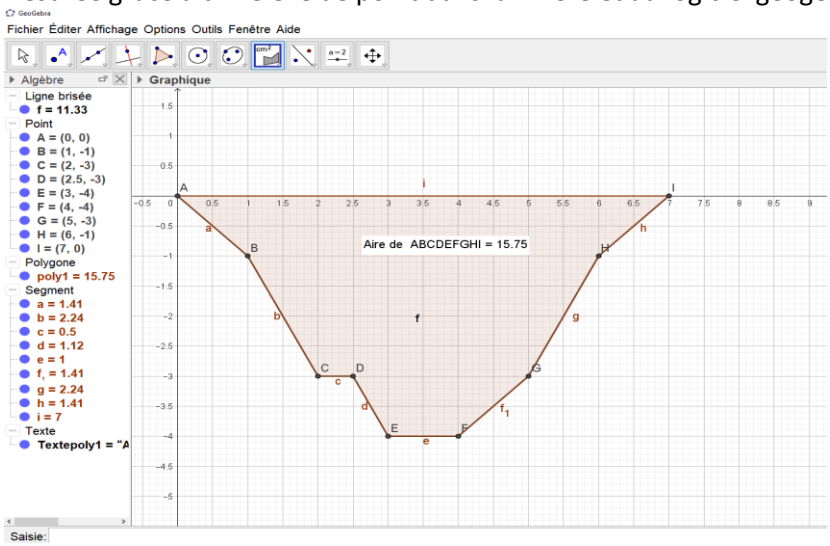
Mesure du débit

En considérant que la vitesse de l'eau est homogène, le débit pourra être mesuré grâce au calcul de la surface mouillée en m² multiplié par la vitesse de l'eau en m/s.



Débit = Surface mouillée x Vitesse

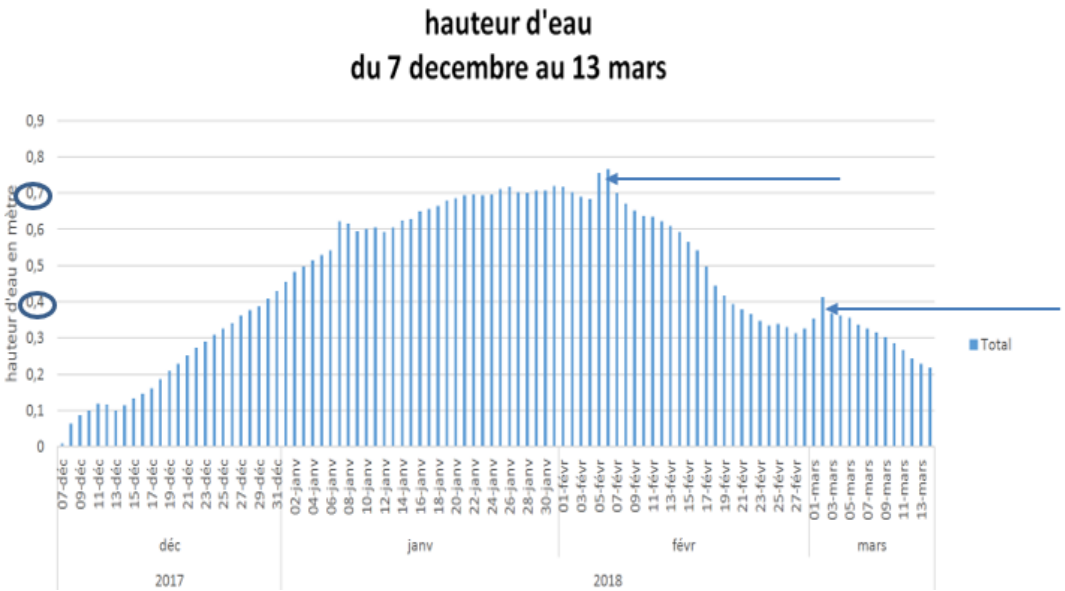
La surface mouillée est mesurée grâce à un relevé de point dans la rivière et au logiciel géogébra.



Mesure de la surface mouillée grâce à Géogebra

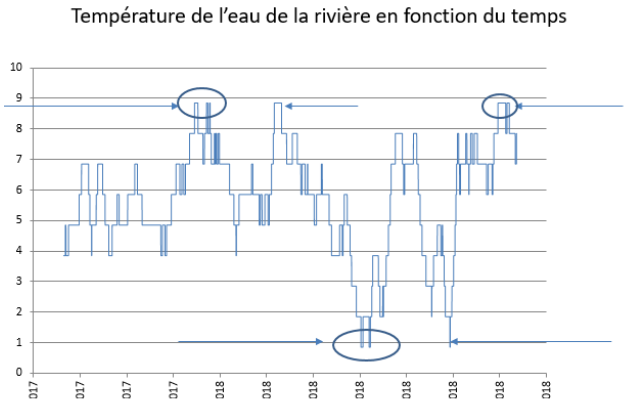
3. Résultats

Grâce à la sonde Reefnet, nous obtenons ce graphique qui nous montre la variation de la hauteur d'eau de la rivière de Nogarède au cours du temps.



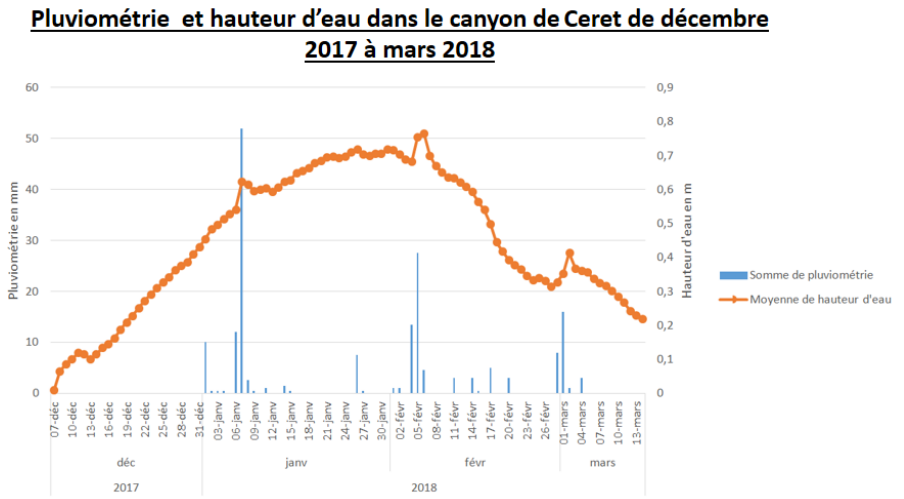
On constate que la hauteur d'eau varie lentement en fonction du temps : le niveau d'eau monte entre début décembre et début février, puis redescend ensuite globalement. Il existe toutefois des pics de temps en temps.
Nous pouvons voir que le pic le plus haut est le 7 février avec environ 0,76 m.

Grâce à la sonde nous pouvons aussi voir la variation de la température de l'eau au cours du temps, ici de début décembre au 21 mars.
La température varie entre 5 et 9°, mais elle est descendue à moins de 1° à deux reprises, lors des vagues de froid.

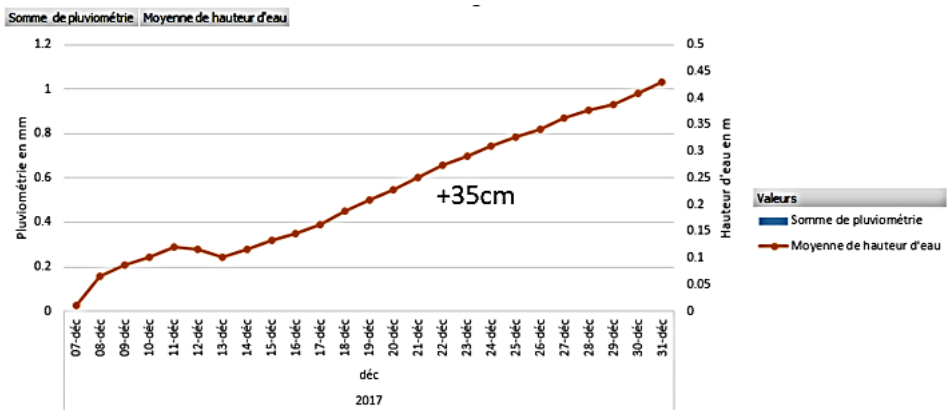


Nous allons maintenant essayer de lier les données du pluviomètre et de la sonde.

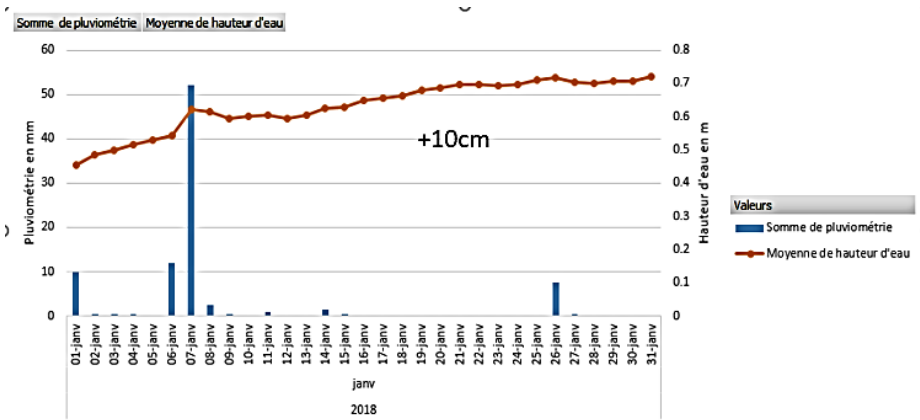
Dans un premier temps, nous pouvons observer que la hauteur moyenne de l'eau effectue une parabole et qu'il y a 3 pics de pluviométrie en Janvier, Février et Mars 2018.



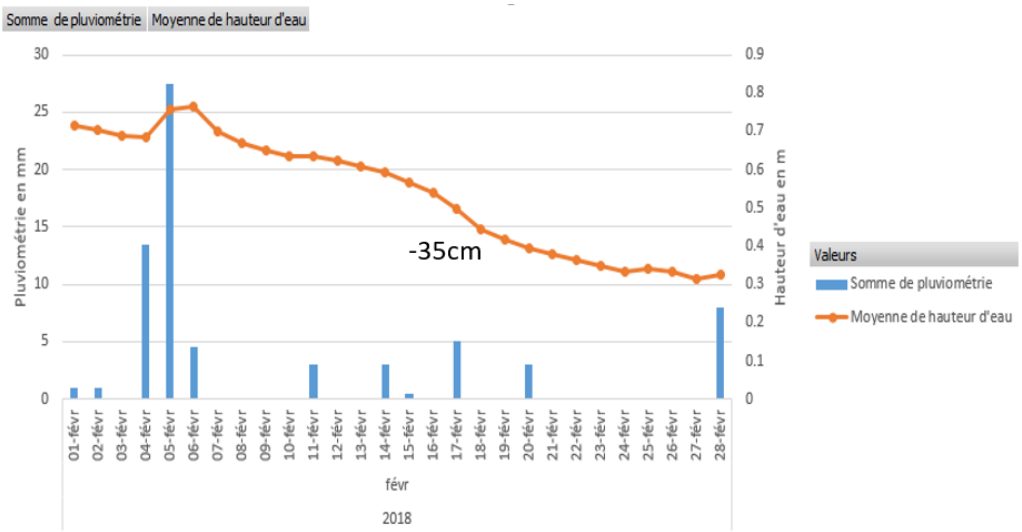
Intéressons-nous tout d'abord au mois du Décembre 2017. Nous pouvons observer que la hauteur moyenne de l'eau augmente fortement du 3 au 13 et qu'après elle augmente de manière constante de jour en jour. A la fin de ce mois, le canyon a gagné 35 cm d'hauteur d'eau alors qu'il n'a pas plu du tout.



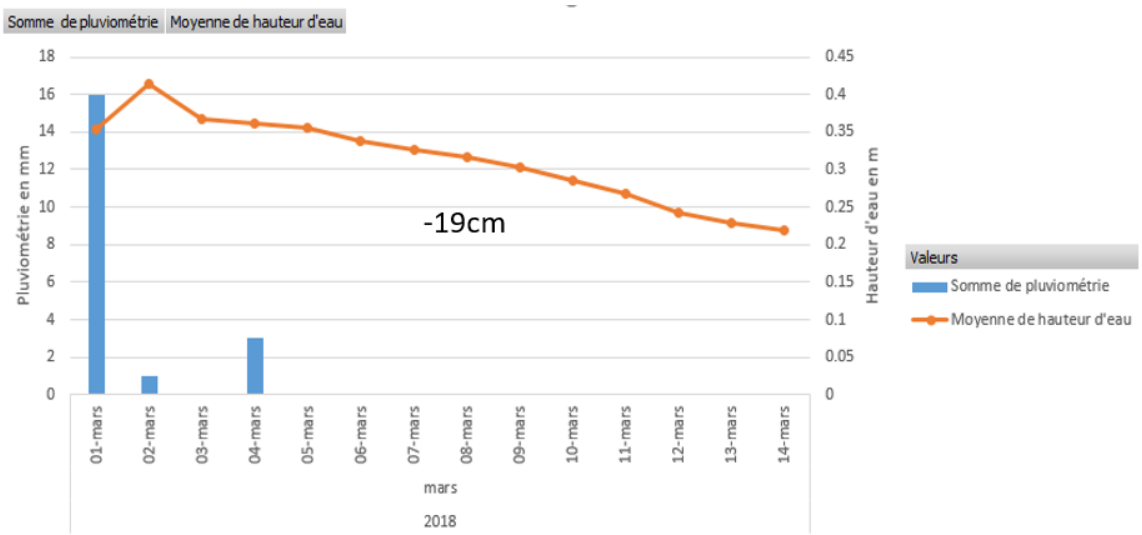
Regardons maintenant le mois de Janvier, nous pouvons remarquer immédiatement un fort pic de précipitation : le 6, une précipitation de 10 mm fait hausser la hauteur de l'eau dans le canyon et le lendemain, une forte précipitation de 52 mm se fait observer. Malgré cela, la hauteur de l'eau dans le canyon va tout de même baisser avant de remonter et de gagner en tout 10 cm au cours du mois.



Le mois de Février commence avec trois jours consécutifs de moyenne et forte pluviométrie les 4, 5 et 6. Nous remarquons une montée de la hauteur de l'eau durant ces trois jours. Malgré cela, la hauteur moyenne de l'eau aura chuté de 35 cm en tout au cours du mois.



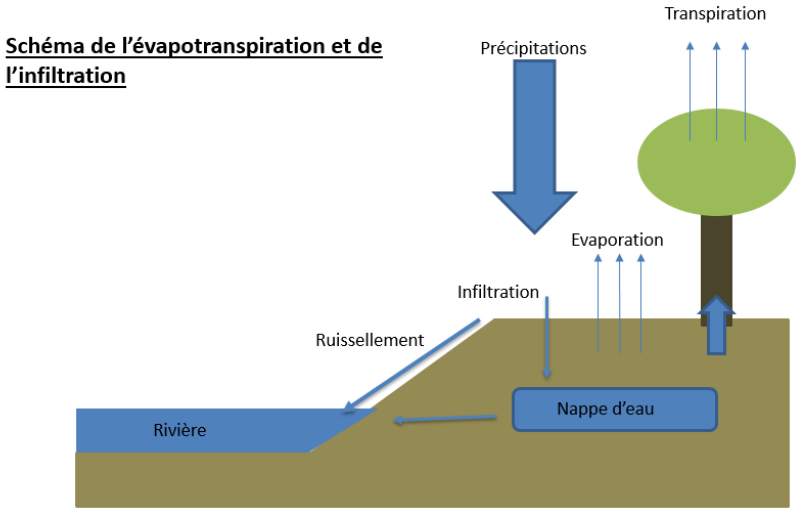
Le mois de Mars commence très fort avec une pluviométrie de 16 mm le 1er Mars, la hauteur de l'eau dans le canyon a donc augmenté de 5 cm. Par la suite, la hauteur de l'eau va continuer à diminuer pour arriver le 14 mars avec 19 cm en moins.



4. Interprétation

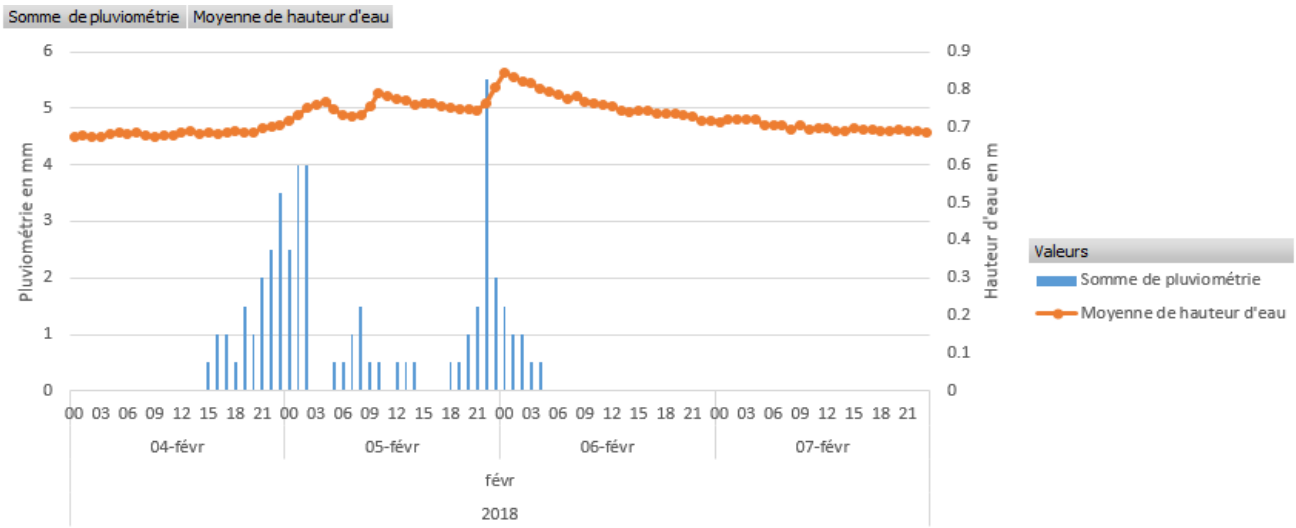
Nous allons vous présenter les interprétations des données que nous avons récupérées sur l'étude du canyon de Baoussous durant cette année.

En décembre, nous avons pu observer une augmentation de la hauteur d'eau sans qu'il n'y ait de précipitations. Cela est dû aux infiltration de l'eau souterraine car il n'y a pas eu d'évapotranspiration, toute l'eau s'est donc écoulée dans le canyon.



Quand il pleut, l'eau de pluie va en partie dans les nappes d'eau, c'est l'infiltration, et en partie ruisselle vers la rivière. Aussi, les végétaux s'approvisionnent en eau. L'eau des nappes peut ruisseler en petite quantité jusqu'à la rivière comme on peut l'observer en décembre. (Toute l'eau ne va pas dans la rivière) L'évapotranspiration, c'est l'évaporation de l'eau provenant du sol et la transpiration des végétaux, elle est donc due à la chaleur des sols et de l'air, c'est pourquoi il n'y a pas d'évapotranspiration en hiver. L'absence d'évapotranspiration provoque des infiltrations de plus grande quantité d'eau ce qui fait augmenter le niveau d'eau de la rivière.

Le temps de réponse dit réponse hydrique est d'à peu près 2h (la hauteur d'eau augmente 2 h après que la pluie ait commencé et elle baisse 2h après que la pluie se soit arrêtée)



La réponse hydrique est l'écart de temps qu'il y a entre une précipitation et une augmentation de hauteur de l'eau. C'est le « temps de réaction » de la rivière.

Les valeurs de hauteur d'eau et de débit ne semblent absolument pas liées : quand la hauteur d'eau augmente, le débit diminue puis la hauteur d'eau diminue et le débit augmente de façon extravagante. Cela n'est pas normal.

Date	Débit calculé (l/s)	Hauteur d'eau (cm)
9 janvier	3,8	59
6 février	3,3	74
11 avril	2500	66

Cela est dû au fait que le niveau de base varie au cours de la saison (il monte, puis descend). Quand la hauteur d'eau monte, le débit de sortie d'eau est plus faible que celui d'entrée, donc le débit sera assez faible. Quand la hauteur d'eau descend, le débit de sortie d'eau est plus fort que celui d'entrée d'eau, le débit sera donc plus fort.
Pour corréler le débit d'eau à la hauteur d'eau il nous faudrait donc plus de valeurs à comparer, faire l'expérience sur plus de temps pour pouvoir établir un lien entre eux.
Nous pouvons cependant supposer que le débit augmente avec un temps de décalage avec la hauteur d'eau : quand elle commence à baisser, c'est là que le débit augmente.

5. **Bilan** :

Nous pouvons donc en conclure que la hauteur d'eau varie sans apport de pluie, donc on ne peut pas toujours prévoir les variations de la hauteur d'eau. On sait aussi qu'une pluie provoque un pic de hauteur d'eau et qu'il existe un temps de décalage de 2 heures entre la pluie et la réponse du canyon, donc quand il pleut, nous disposons d'environ 2 heures pour sortir du canyon afin de ne pas subir l'augmentation de la hauteur d'eau.
L'augmentation de la hauteur d'eau peut être dangereuse dans le cas où les ancrages se situent en dessous de la surface. Cependant nous ne savons pas encore précisément comment le débit réagit à une variation de ce genre.

6. Les élèves

Sibylle Ancel

Matthieu Bosch

Grégory Carbonne

Louisa Colin

Pauline Dufour

Maya Enault

Esteban Gonzalez

Elinaëlle guinaldo

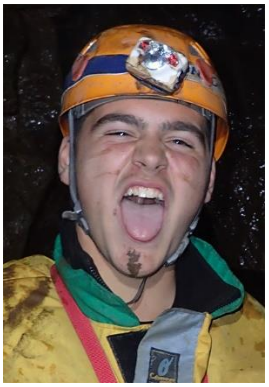
Arthur Livernois

André Moerman

Felix Panabières

Zoé Planas

Marie Potier


Thibaut Sobraques

Lola Tichadou

Guillaume Weber