



# Ateliers RST

Jeudi 3 novembre 2021



**27<sup>e</sup> RÉUNION DES SCIENCES DE LA TERRE** 01 au 05 novembre 2021

# ATELIER HYDRO – EXEMPLE DU 4 OCTOBRE 2021

APPORTS DE L'HYDROGÉOLOGIE DANS L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Fabrice Mourau (enseignant de SVT/CDM géosciences-Observatoire EduMed)



UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR



ACADÉMIE DE NICE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



EDU MED

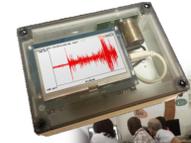


EAUX SOUTERRAINES

Crédits photographiques depuis la gauche. En haut: PNR Ste Baume, La Provence. En bas : MRE-PACA, BFM, Var-Matin



HYDRO



SISMO

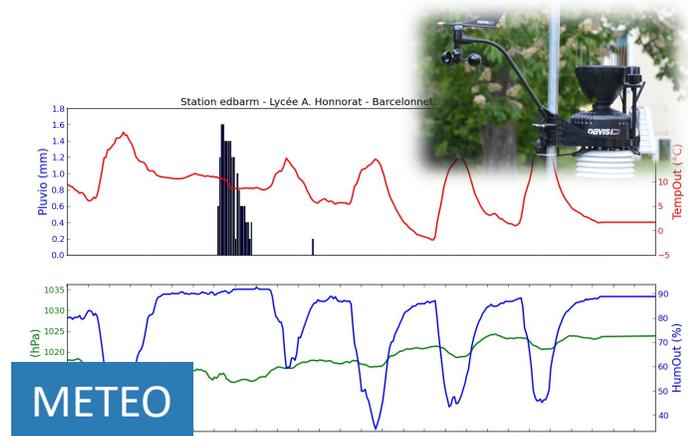


ATMO

# L'observatoire méditerranéen à vocation éducative



OCEANO



METEO



Le projet EduMed-Obs

L'observatoire EduMed, ou EDUMED-Obs, consiste à mettre en oeuvre une interface basée sur les données de recherche en géosciences concernant le bassin méditerranéen et orienté vers l'éducation au risque naturel. Ces données sont disponibles pour l'Enseignement Secondaire, et aussi pour le grand public. L'observatoire éducatif vise à faciliter l'utilisation des données issues de capteurs dans l'enseignement secondaire et supérieur.

[En savoir plus...](#)

[En manque d'idées pour vos progressions ? Cliquez ici !](#)

[->> Voir toutes les actualités](#)

ACTUALITES À LA UNE



Nouveauté pour préparer la rentrée : le lien "En manque d'idées pour vos progressions?" !  
2021-08-26 | Sophie Anquetin  
Le nouveau lien "En manque d'idées pour vos progressions ?" permet d'accéder rapidement à des propositions de pistes pédagogiques, au regard des programmes publiés.



Les données éducatives du séisme de magnitude de moment 7.2 survenu en Haïti le 14 août 2021  
2021-08-14 | Fabrice  
Les données sont disponibles dans l'espace data-center/seismo (onglets Sismogrammes d'intérêt pédagogique et Ma station).

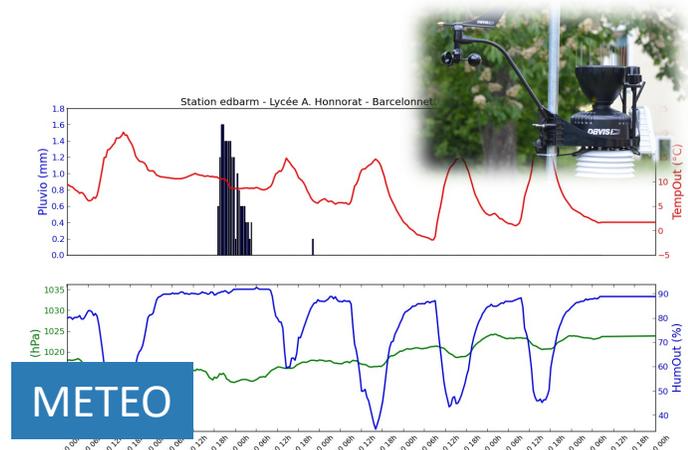
Tweets by @EduMedObs

**edumed-obs** @edumedobs  
Fête de la Science au @collegedesospel : sensibilisation au risque sismique dans les Alpes Maritimes animée par @EduMedObs (@Univ\_CotedAzur @umrGeoazur @AcademieNice @UCAcsti )



# edumed.unice.fr

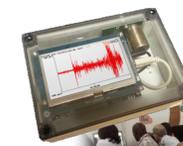
Data Center  
Tools Lab  
Teachers room



Focus : Education au risque  
Cible prioritaire : Bac-3/Bac+3



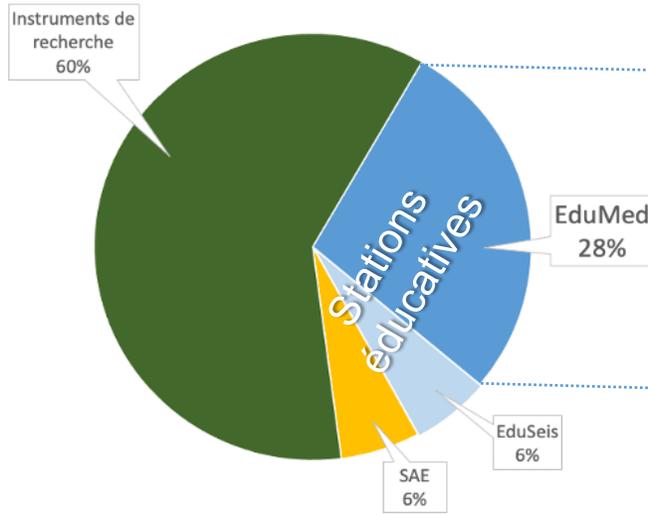
HYDRO



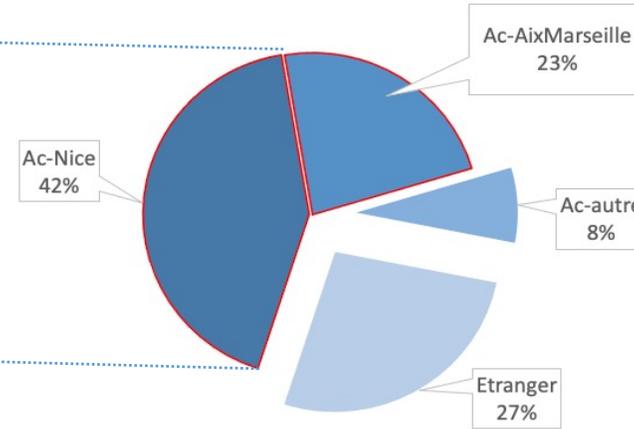
SISMO



ATMO



187  
Stations de  
mesures

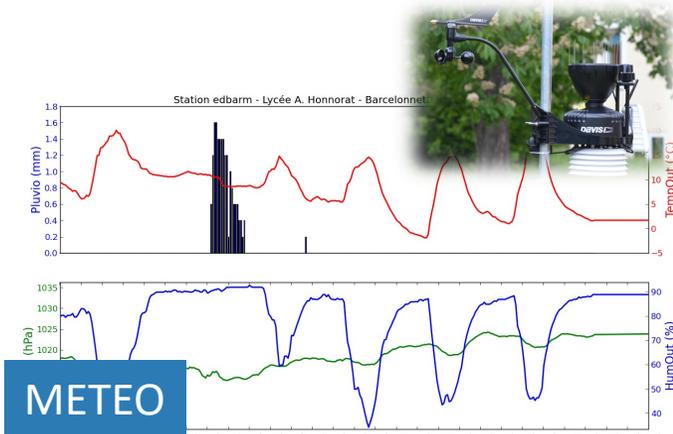


## Data Center

Une interface  
unique qui facilite le  
travail en classe

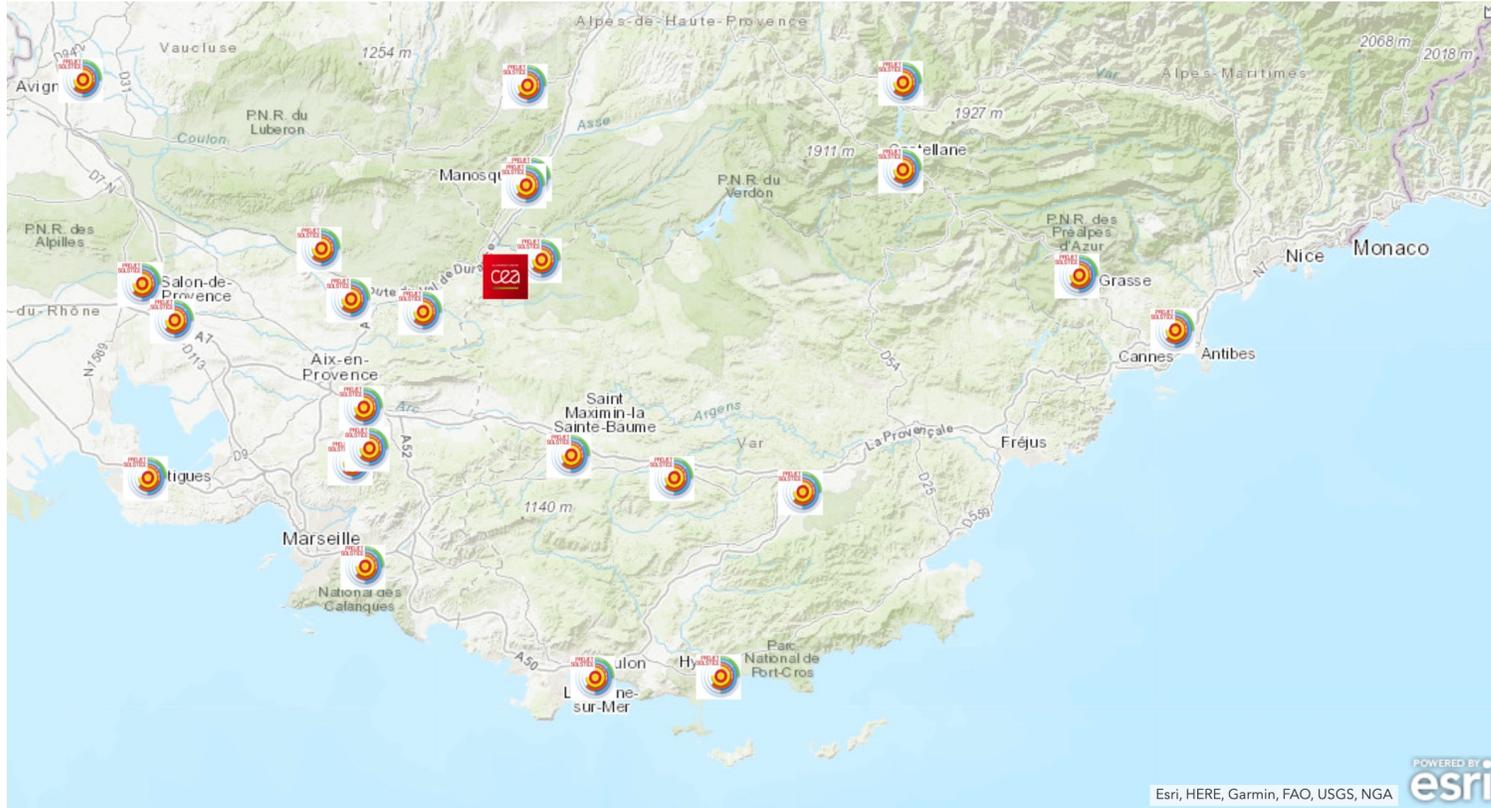


OCEANO



METEO

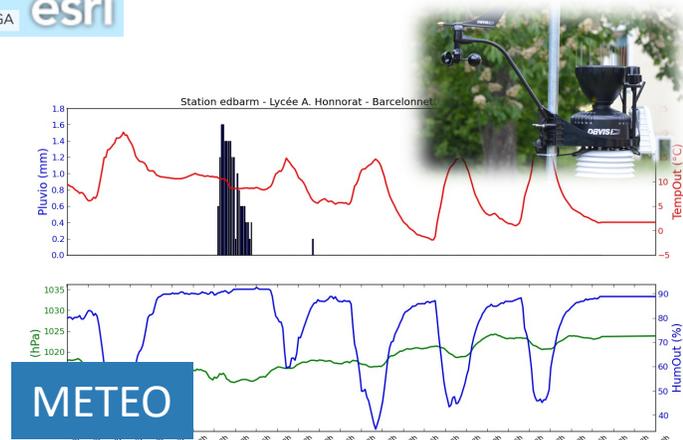
Exemple du réseau météorologique **Solstice** administré en partenariat avec le CEA Cadarache



# Data Center

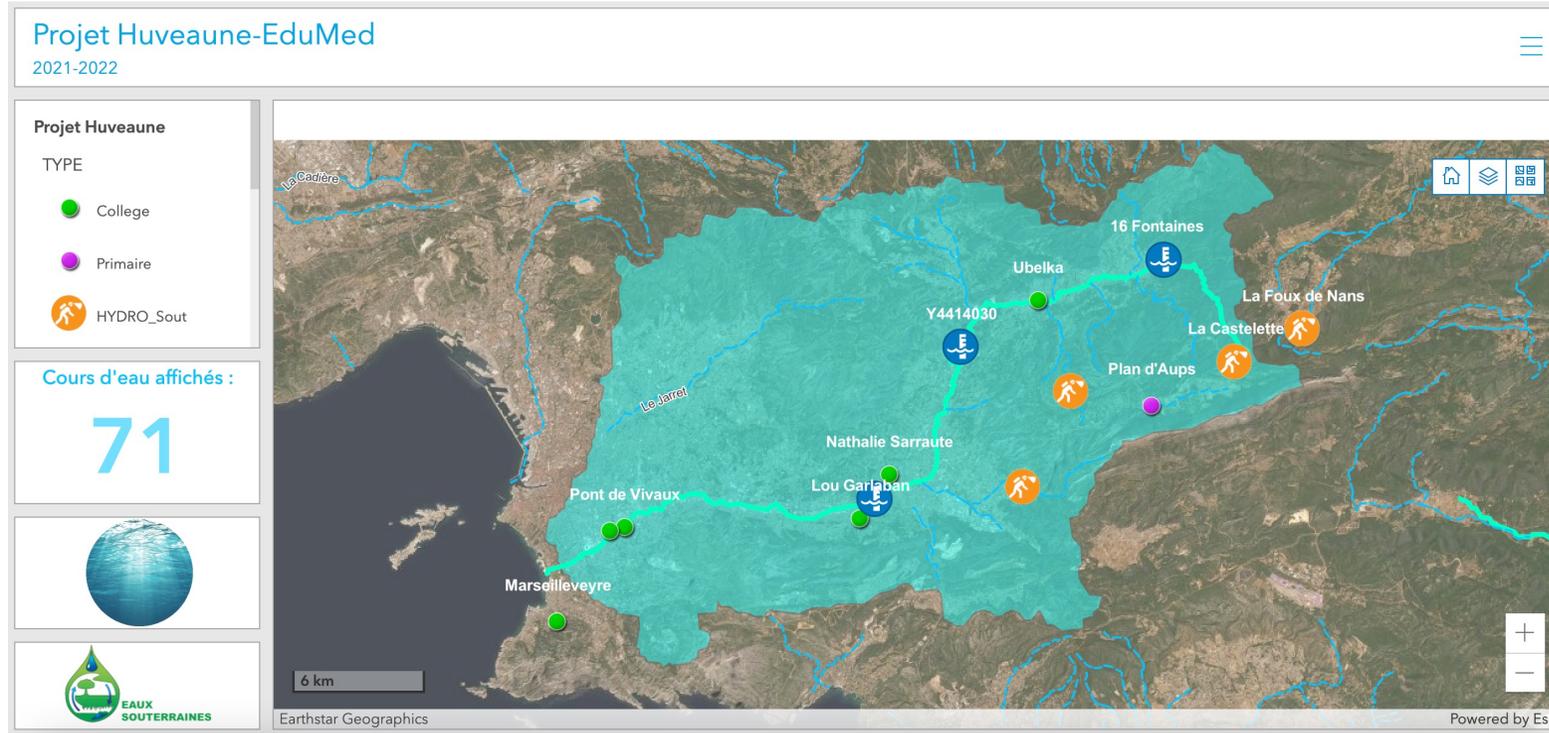
Une interface unique qui facilite le travail en classe

## Le Map viewer : un outil de gestion



## Exemple du projet « Huveaune » :

10 établissements de la région académique Aix-Marseille-Nice travaillent en réseau sur le risque et la ressource

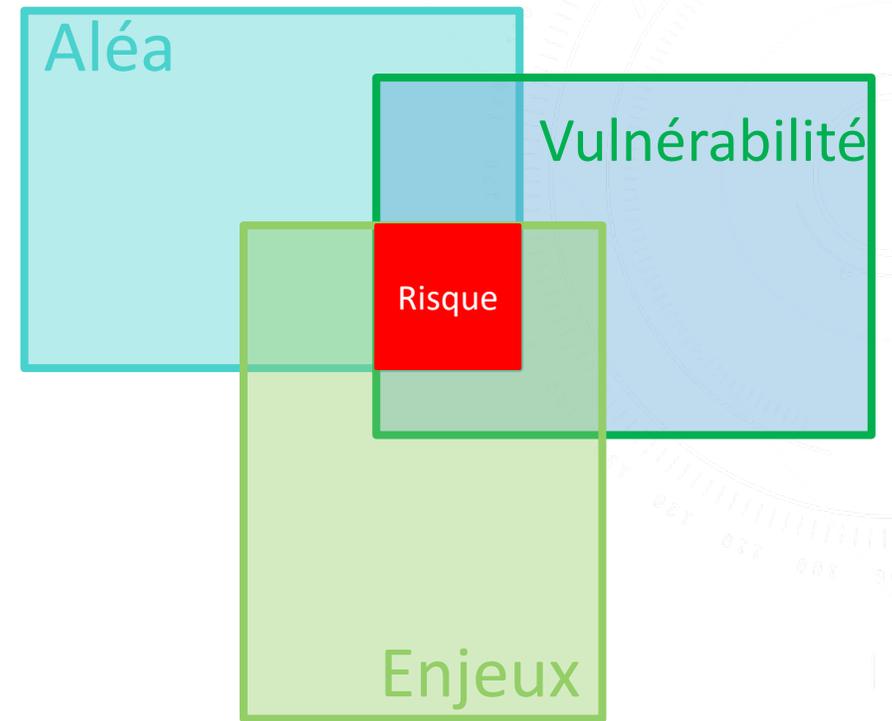
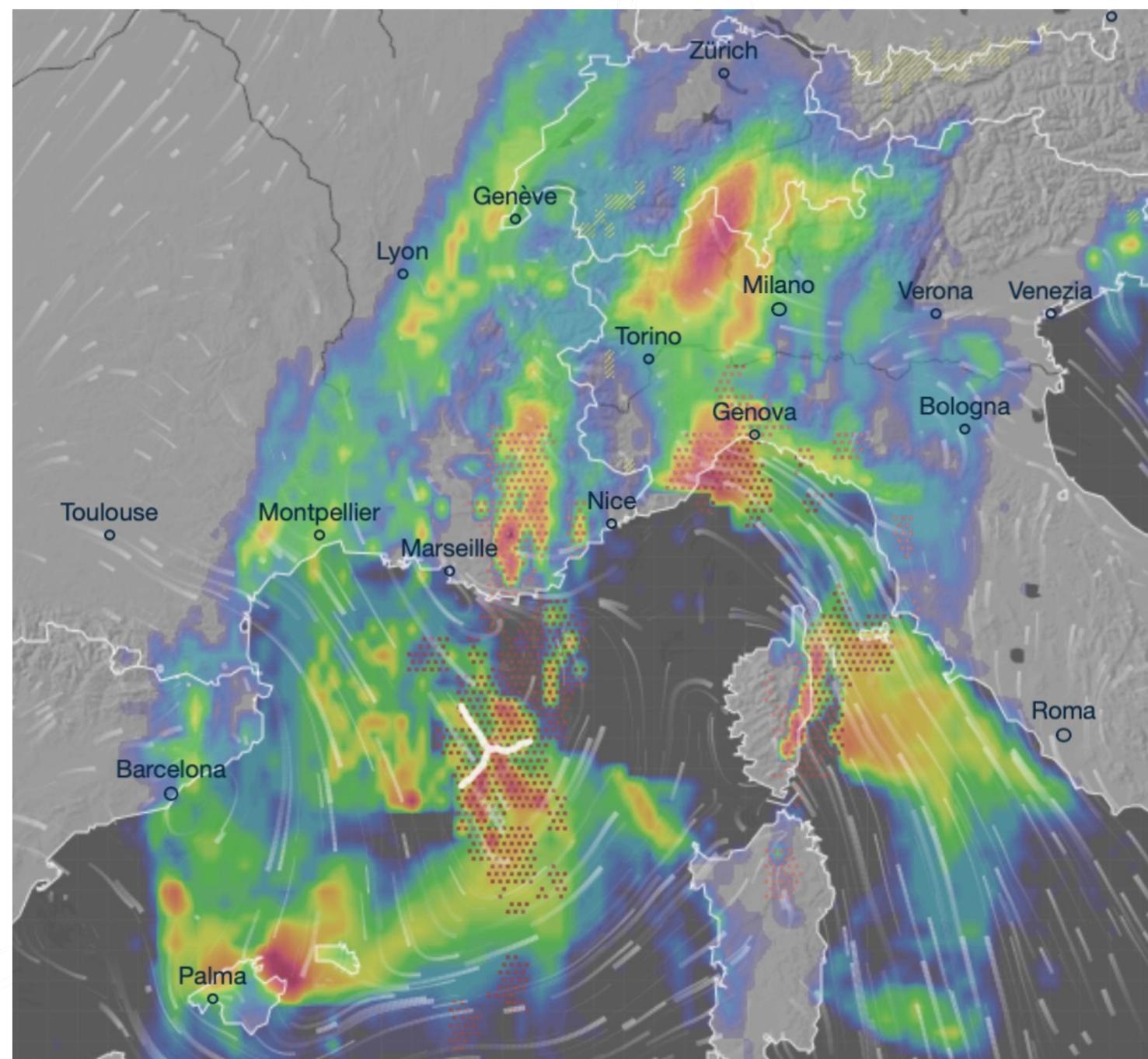


## Data Center

Une interface  
unique qui facilite le  
travail en classe

Le Dashboard: créer des outils en  
ligne à destination des élèves





**VIGILANCE MÉTÉO**  
 Carte diffusée le lundi 04 octobre 2021 à 18h00  
 Valable jusqu'au mardi 05 octobre 2021 à 16h00

- Pluie-inondation
- Crues
- Orages

METEO FRANCE 6 départements en Orange

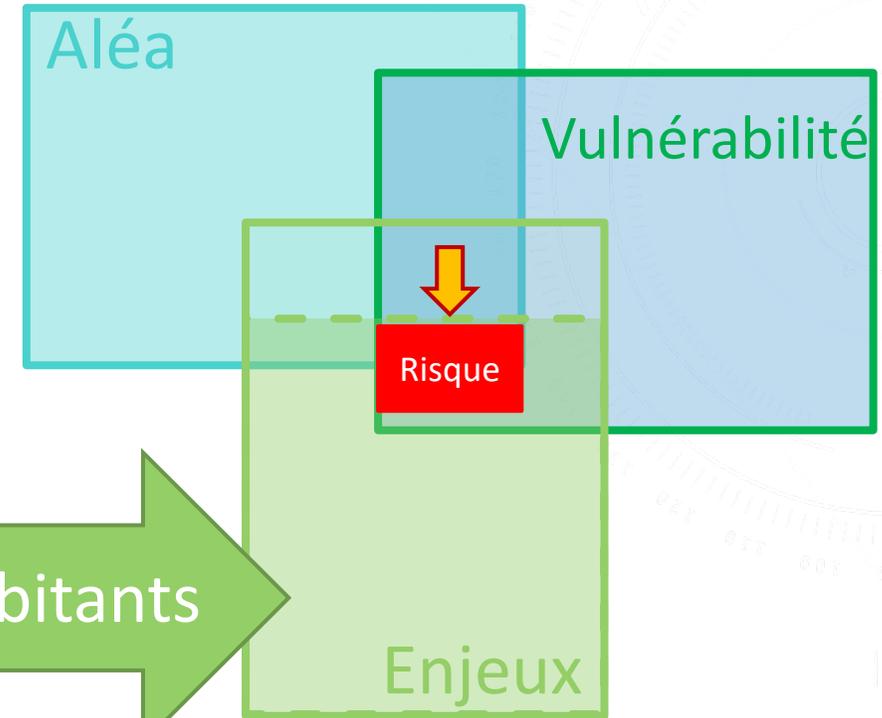
Une situation à risque

Modèle de précipitations le 04 octobre 2021 à 14h  
 Données Ventusky sur le DataCenter EduMed

Crédit image : interface Ventusky depuis le Data Center METEO (edumed.unice.fr)



1 000 000 d'habitants



VAR Météo alertemétéo83

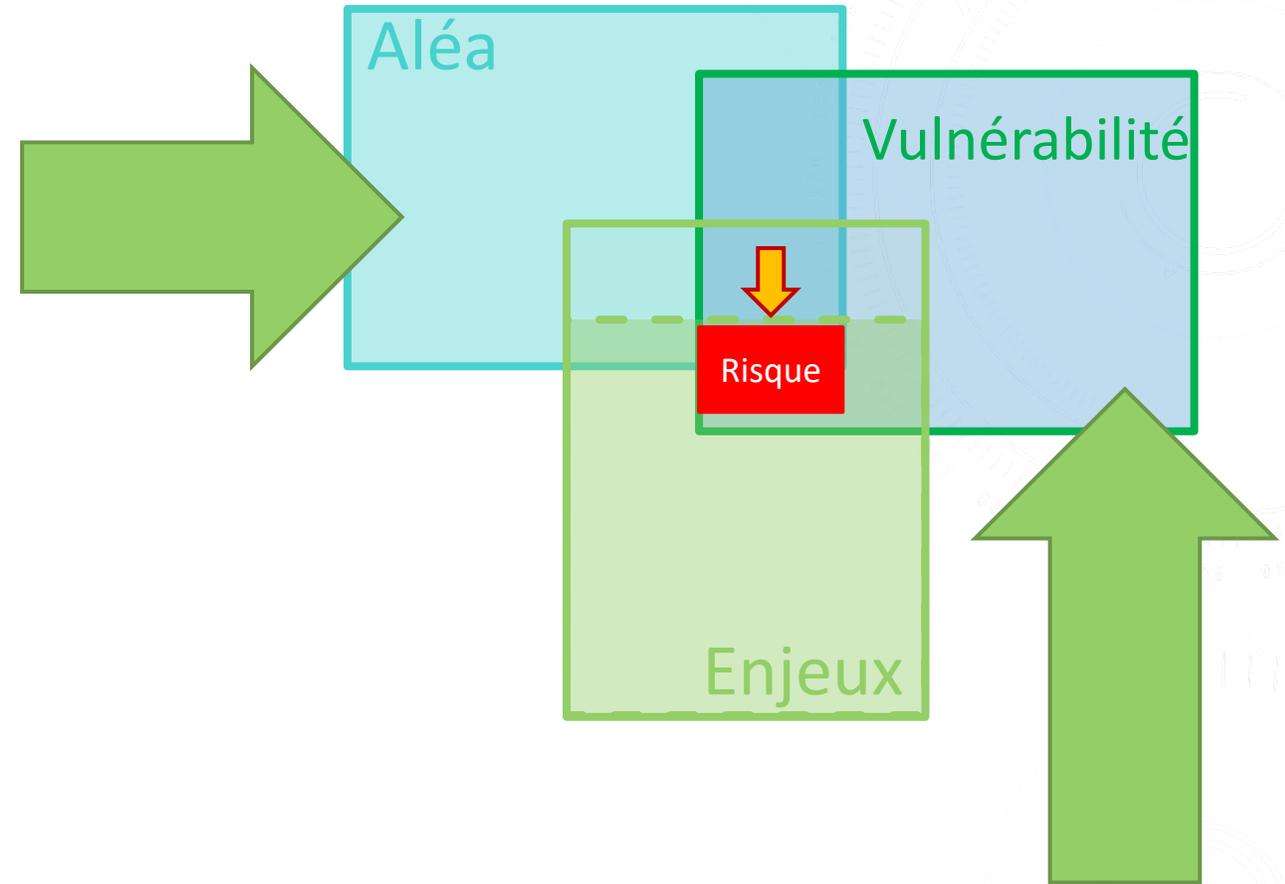
## Alerte météo: **Fermeture des écoles**, état des routes, interventions... La situation à 13H dans le Var

Jusqu'à 21 heures ce lundi, le département du Var est placé sous vigilance orange aux orages et pluie-inondation. De grandes quantités d'eau sont déjà tombées dans la matinée, tandis que de gros orages sont attendus en début d'après-midi.

La rédaction • Publié le 04/10/2021 à 12:56, mis à jour le 04/10/2021 à 13:05

Extrait du site internet de Nice Matin

Comment aborder l'aléa  
Crue-inondation avec  
vos élèves ?



Aujourd'hui ?

Comment démontrer  
une vulnérabilité accrue  
des zones urbanisées ?

# Comment mesurer un hauteur d'eau avec vos élèves ?



← **Limnimètre**



# Comment mesurer un hauteur d'eau avec vos élèves ?

La station hydrologique : du limnimètre à flotteur au radar télémétré.

Axe de mouvement du stylet

Stylet Limnigramme

cable

Contrepoid

Moteur

Flotteur

Un limnigraphe

Picture : sustainable ministry, France

Limnimètre

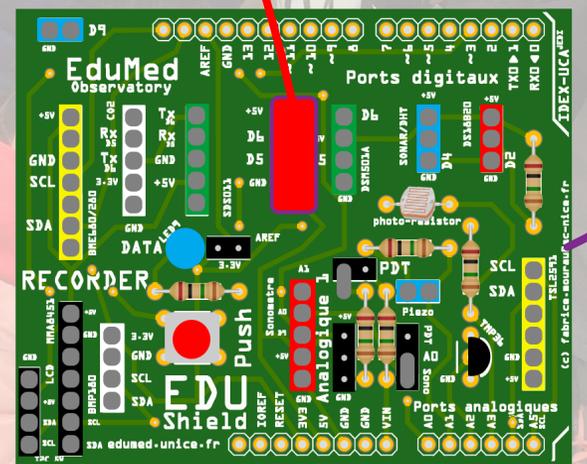
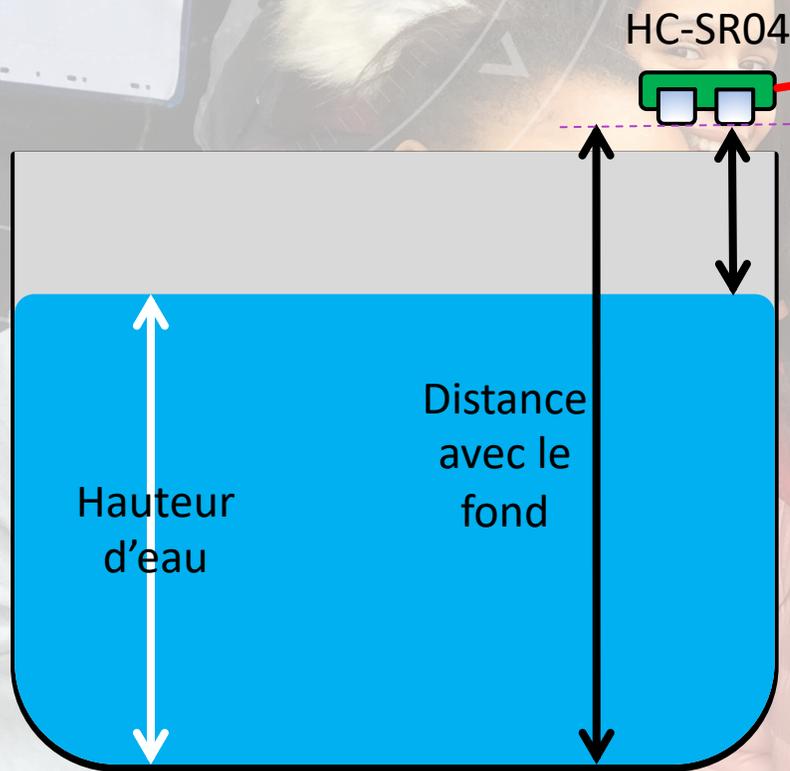
Sonde radar →



Picture : AKIM hydrometry

Picture with pupils: F. Mourau, january 2016

Hauteur d'eau = Distance avec le fond – Distance mesurée par le capteur



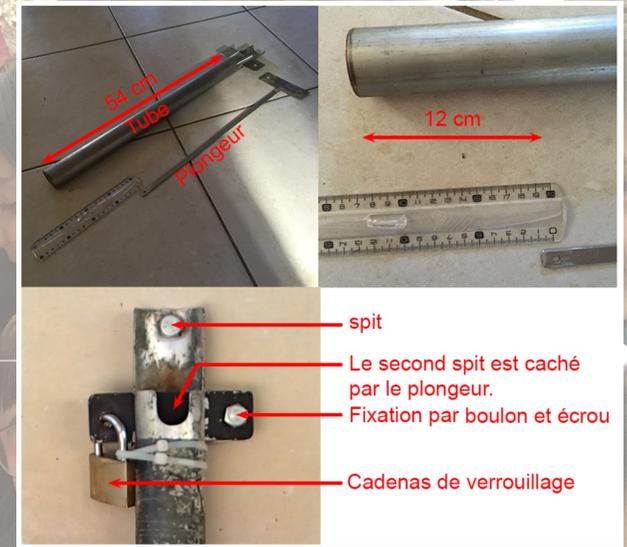
EduShield



Picture : AKIM hydrometry

# Comment mesurer un hauteur d'eau avec vos élèves ?

## Utiliser des capteurs de pression et de température



### Limnimètre

Opéré par la communauté d'agglo

### Sonde limnimétrique

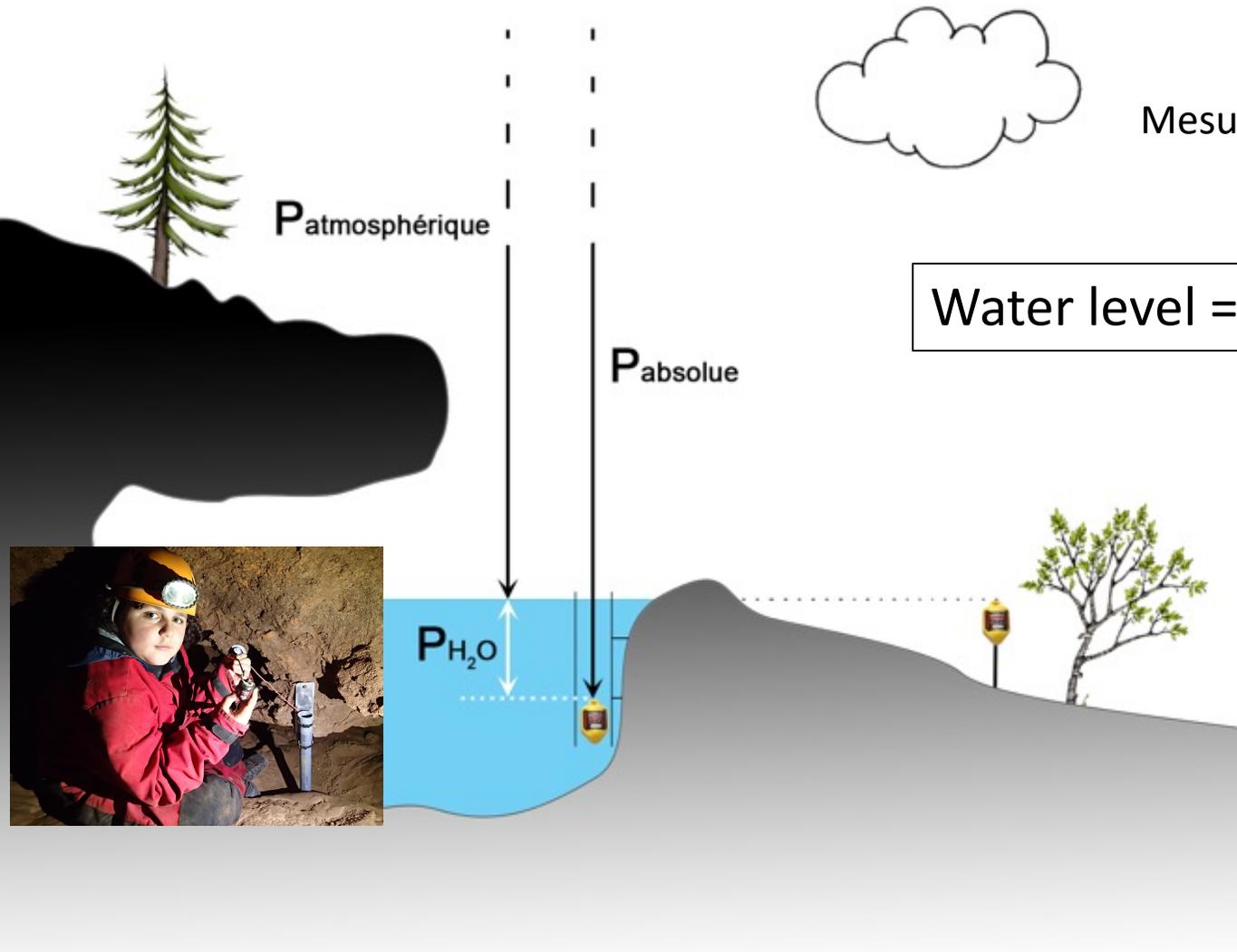
Opérée par les élèves



Sensus Ultra (reefnet©) sensor  
(pressure and temperature)

Picture : F. Mourau, january 2016

# Comment mesurer un hauteur d'eau avec vos élèves ?



Mesures réalisées avec un pas d'échantillonnage de 15 minutes

Water level = absolute pressure – atmospheric pressure

$$P_{\text{absolue}} = P_{\text{atmosphérique}} + P_{\text{H}_2\text{O}}$$

Using pressure sensors to measure water level

Fabrice.mourau@ac-nice.fr



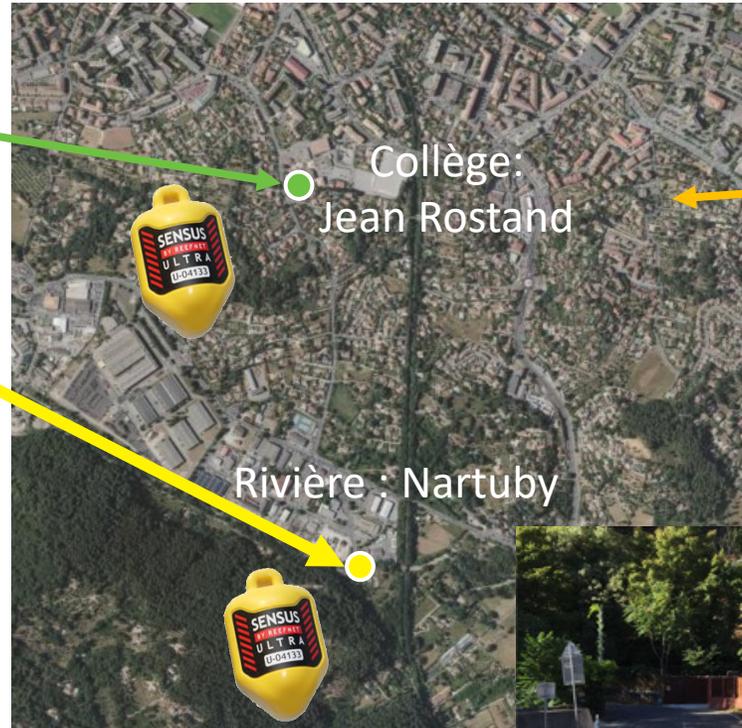
Sensus Ultra (reefnet©) sensor  
(pressure and temperature)

# Comment mesurer un hauteur d'eau avec vos élèves ?

Enregistrer la hauteur d'eau et la température

$$=C2-E2$$

	A	B	C	D	E	F
	Date	T (°C)Nartuby	Pression air+eau (m)Nartuby	T (°C) Air collège J Rostand	Pression atmo collège J Rostand	
1						
2	26/09/2019 09:21	22,84	10,16553	24,66	10,10429	
3	26/09/2019 10:21	23,43	10,17574	23,59	10,10429	
4	26/09/2019 11:21	24,07	10,15533	23,45	10,10429	
5	26/09/2019 12:21	25,23	10,16553	23,58	10,09409	
6	26/09/2019 13:21	25,16	10,15533	24,11	10,09409	
7	26/09/2019 14:21	25,24	10,17574	24,69	10,09409	
8	26/09/2019 15:21	23,76	10,15533	25,24	10,10429	
9	26/09/2019 16:21	22,95	10,16553	25,46	10,10429	
10	26/09/2019 17:21	21,88	10,16553	25,48	10,10429	
11	26/09/2019 18:21	20,22	10,17574	25,41	10,12471	
12	26/09/2019 19:21	19,3	10,19615	25,27	10,12471	
13	26/09/2019 20:21	18,76	10,19615	25,11	10,12471	
14	26/09/2019 21:21	18,37	10,18595	24,92	10,12471	
15	26/09/2019 22:21	17,93	10,19615	24,71	10,13491	
16	26/09/2019 23:21	17,28	10,18595	24,52	10,12471	
17	27/09/2019 00:21	16,78	10,19615	24,31	10,13491	
18	27/09/2019 01:21	16,76	10,19615	24,13	10,12471	
19	27/09/2019 02:21	16,77	10,18595	23,94	10,12471	
20	27/09/2019 03:21	16,94	10,18595	23,77	10,1145	
21	27/09/2019 04:21	16,97	10,19615	23,64	10,1145	
22	27/09/2019 05:21	16,14	10,19615	23,51	10,12471	
23	27/09/2019 06:21	15,91	10,19615	23,39	10,12471	
24	27/09/2019 07:21	17,67	10,20636	23,29	10,12471	
25	27/09/2019 08:21	20,22	10,20636	23,23	10,12471	

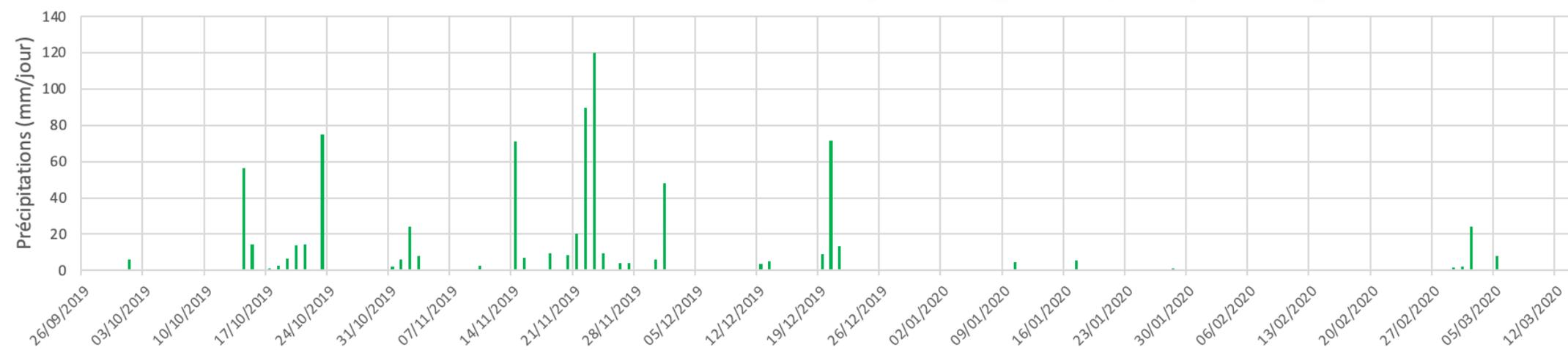
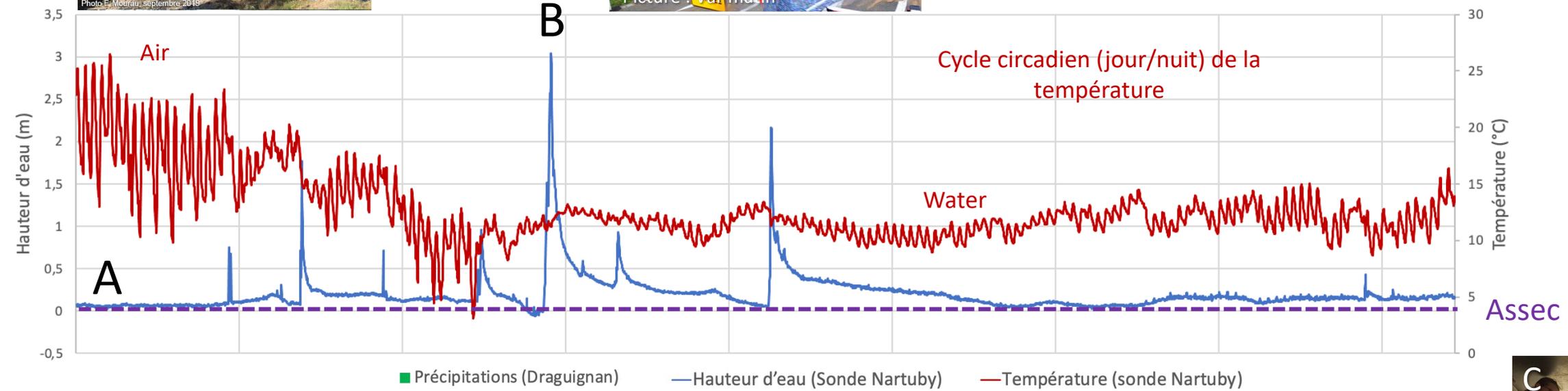


Exemple: collège Jean Rostand (Draguignan); Enseignante : Aude Morino (SVT)

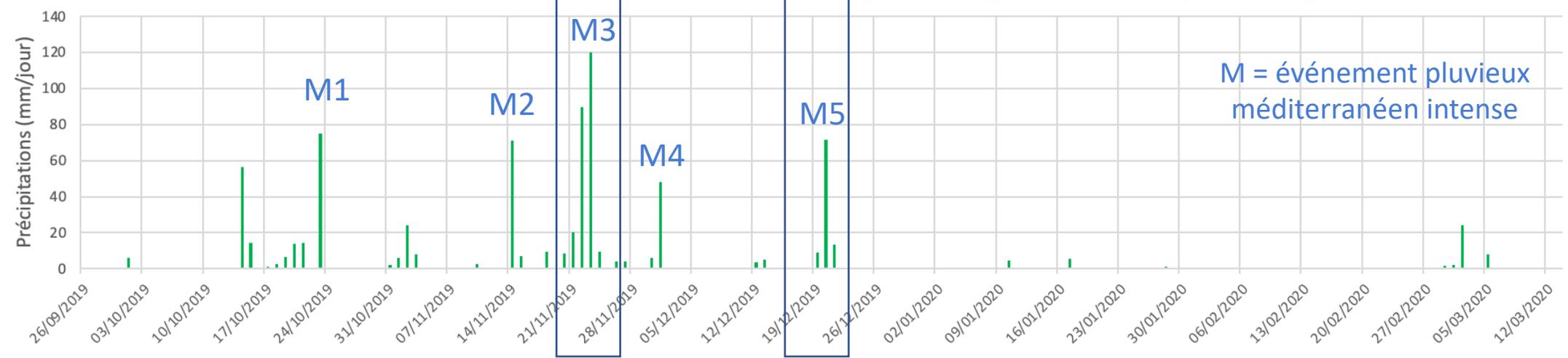
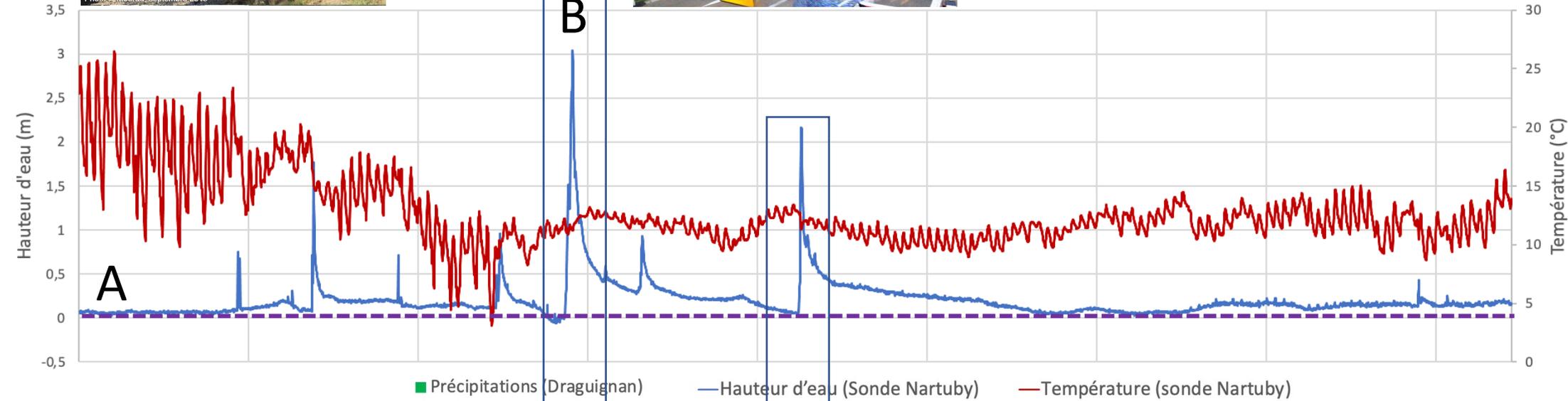
# Comment mesurer un hauteur d'eau avec vos élèves ?



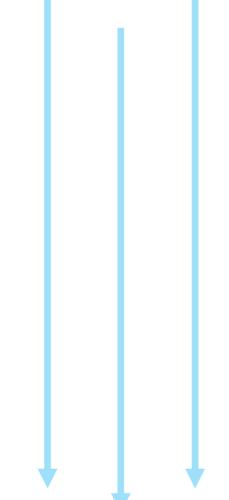
Suivi de la Nartuby (Var) par les élèves du collège Jean Rostand (C) durant l'hiver 2019-2020 à l'aide d'un capteur de pression et de température in-situ.



# Pluie et niveau d'eau : une relation simple ?



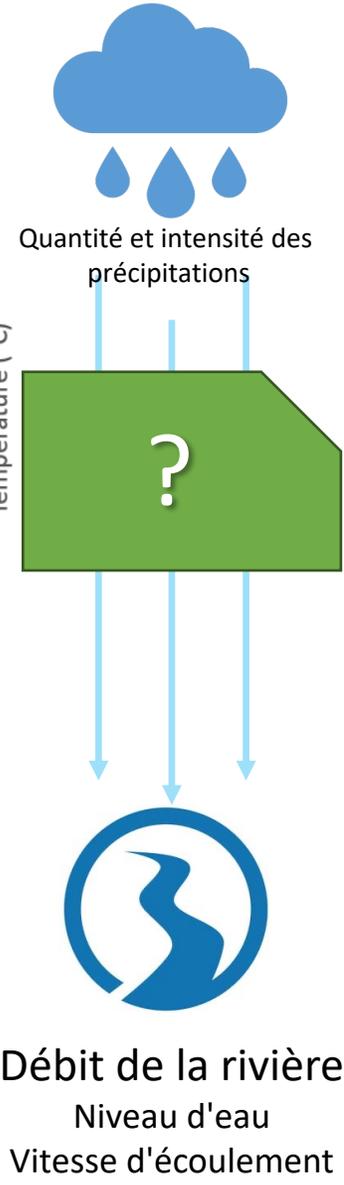
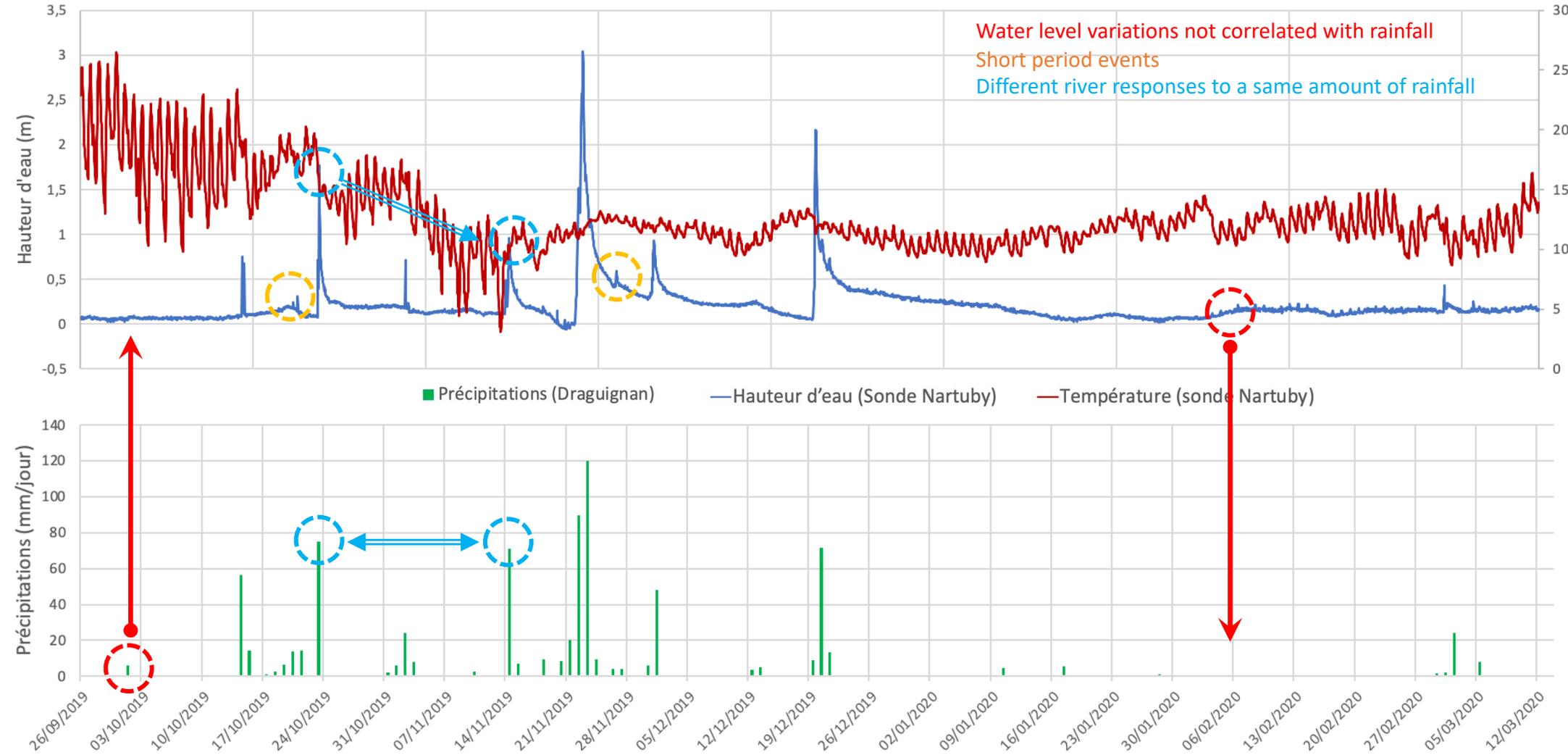
Quantité et intensité des précipitations



Débit de la rivière  
Niveau d'eau  
Vitesse d'écoulement

# Pluie et niveau d'eau : une relation simple ?

Mais la pluie n'explique pas tous les phénomènes observés...



# Rôle du sol et du sous-sol en milieu karstique



● Ville de Rocbaron  
Capteur de pression d'air

● Rivière souterraine de Planesselve  
Capteur de pression air+eau



Pictures :  
Google Earth  
Geoportail  
GAS-CDS83  
(Spéléos)

# Rôle du sol et du sous-sol en milieu karstique



● Ville de Rocbaron  
Capteur de pression d'air



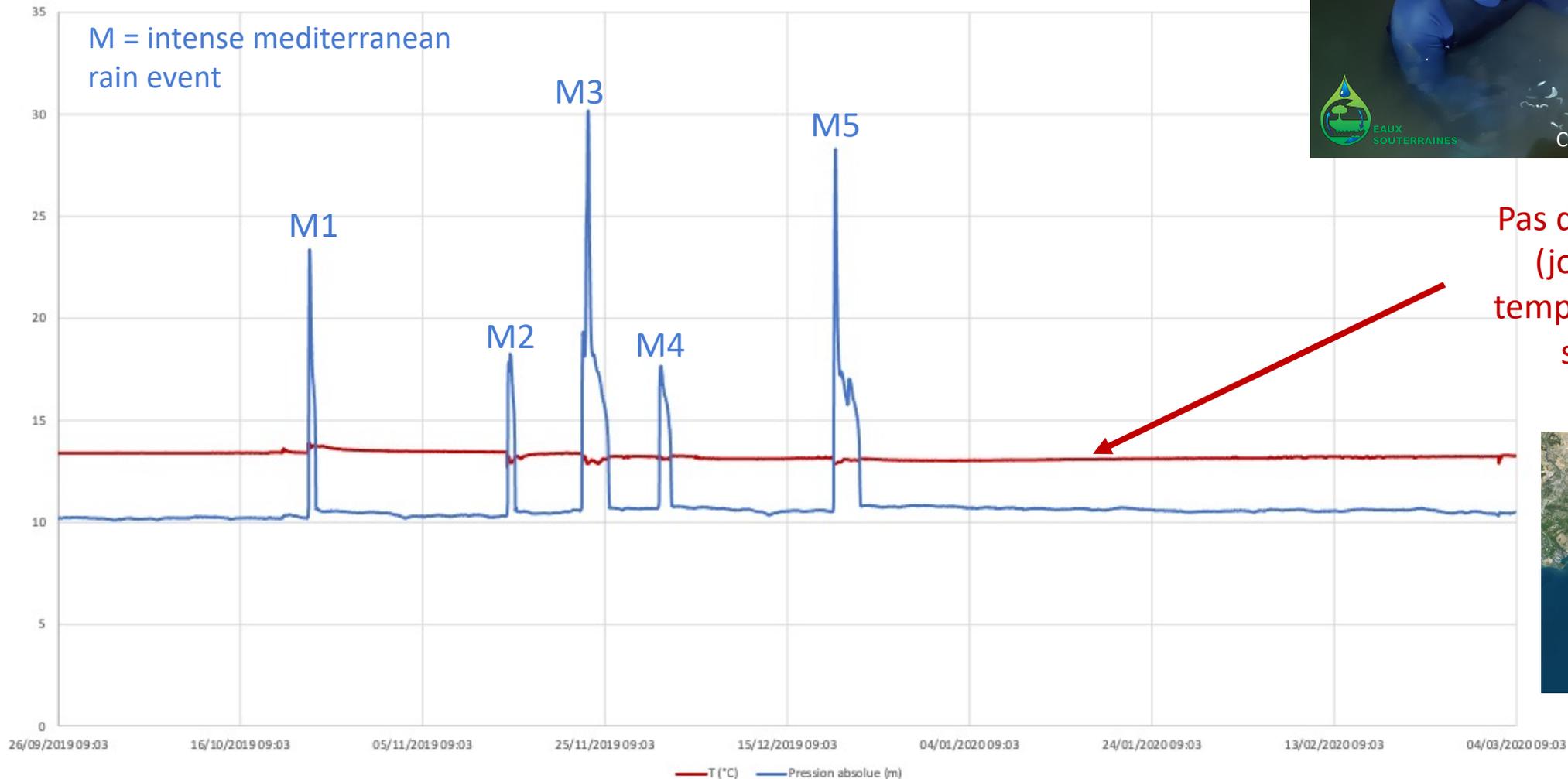
● Rivière souterraine de Planesselve  
Capteur de pression air+eau



# Rôle du sol et du sous-sol en milieu karstique

## Analyse des données : niveau et température de l'eau

Evolution de la température et de la hauteur d'eau dans la rivière souterraine de Planesselve  
Du 26/09/2019 au 04/03/2020  
(Données Eaux souterraines, CDS83/CEREGE/SpéléH2O)

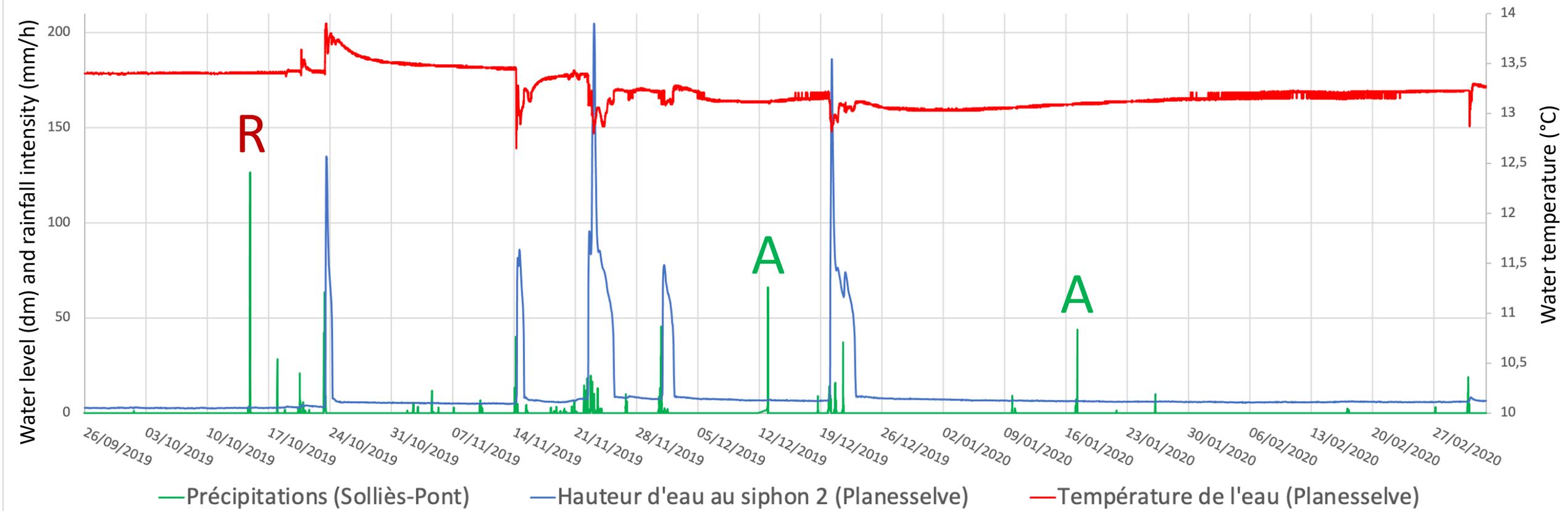


Cliché : F. Prévost (GAS-CDS83)

Pas de cycle circadien (jour/nuit) sur la température des eaux souterraines.



# Rôle du sol et du sous-sol en milieu karstique



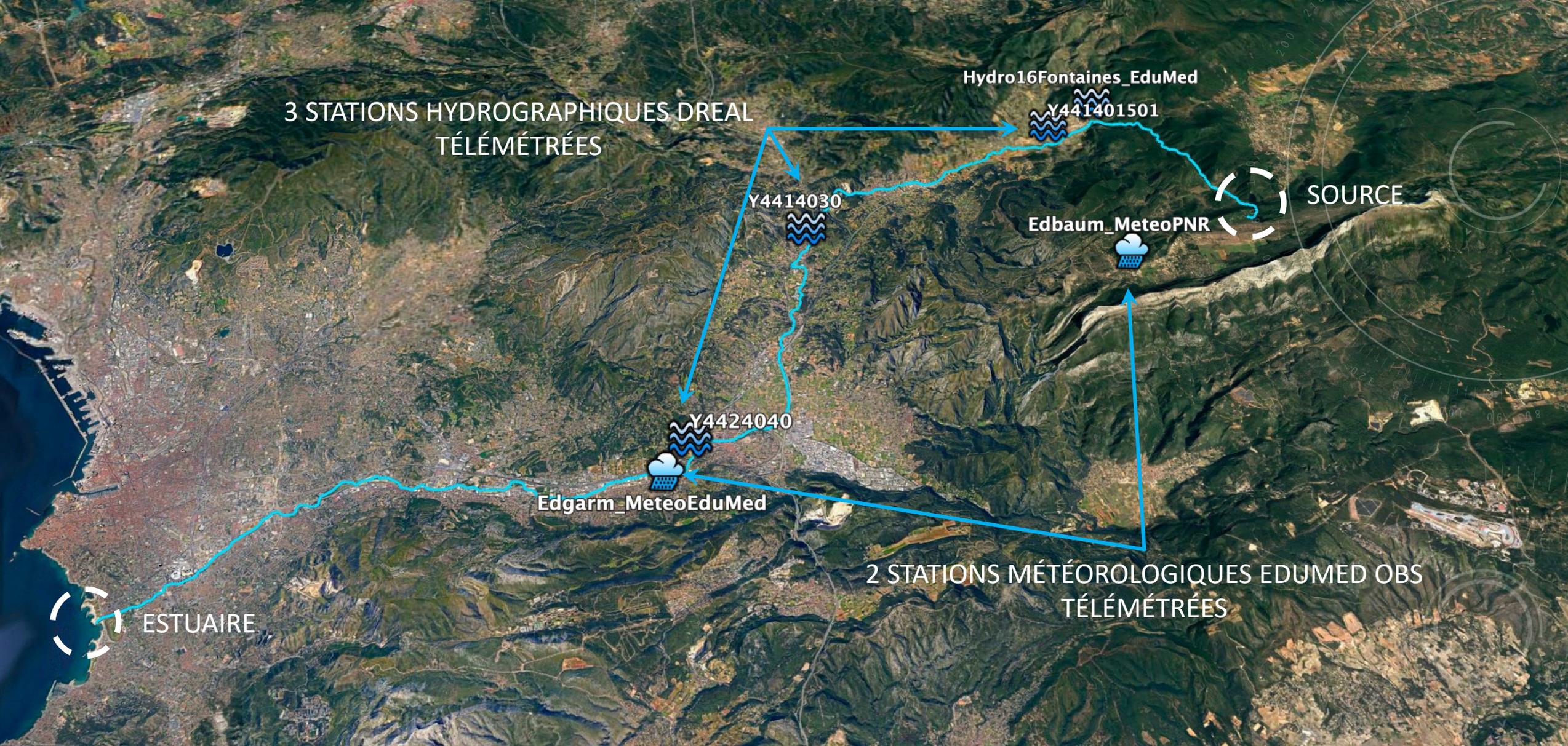
Lorsqu'ils sont très secs ou totalement saturés, le sol et l'épikarst ne peuvent pas absorber l'eau et celle-ci s'écoule très rapidement à la surface.

**R**  
**Ruissellement**

**A**  
**Absorption par l'épikarst**



Lorsqu'ils sont secs, le sol et l'épikarst retiennent puis transmettent lentement l'eau de pluie



3 STATIONS HYDROGRAPHIQUES DREAL  
TÉLÉMÉTRÉES

Hydro16Fontaines\_EduMed

Y441401501

Y4414030

SOURCE

Edbaum\_MeteoPNR

Y4424040

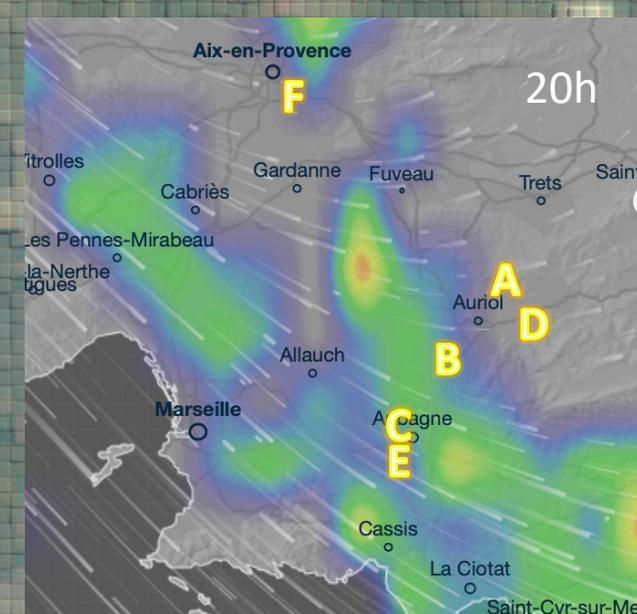
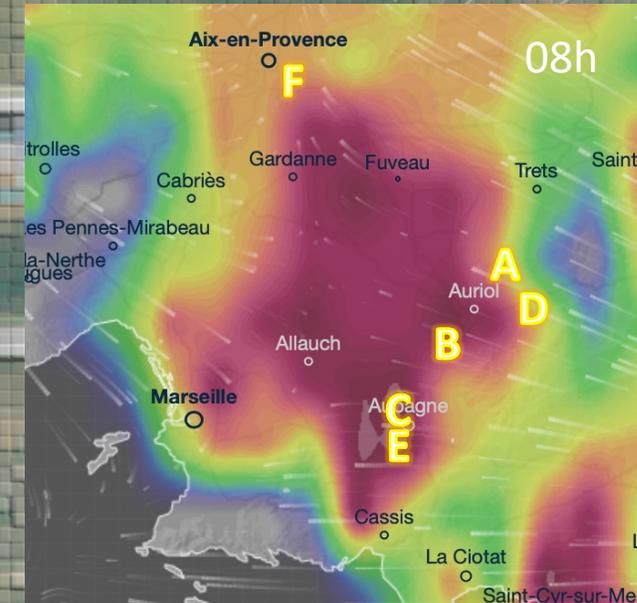
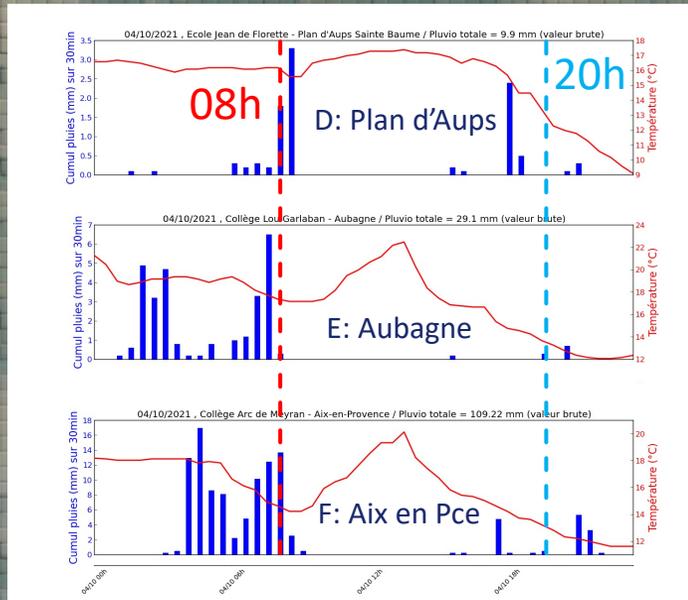
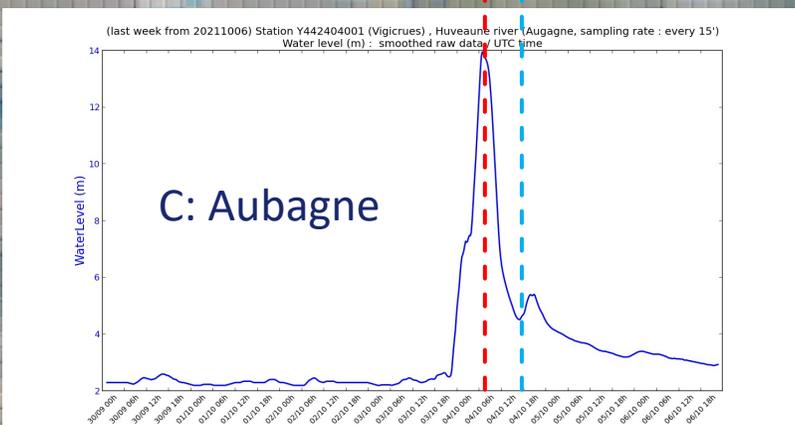
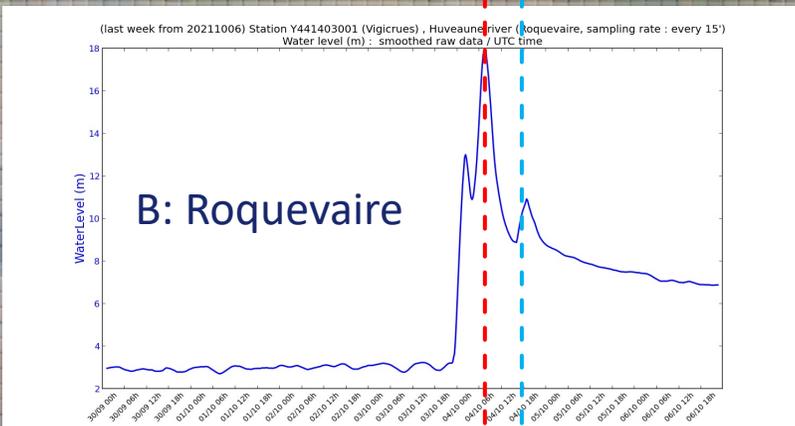
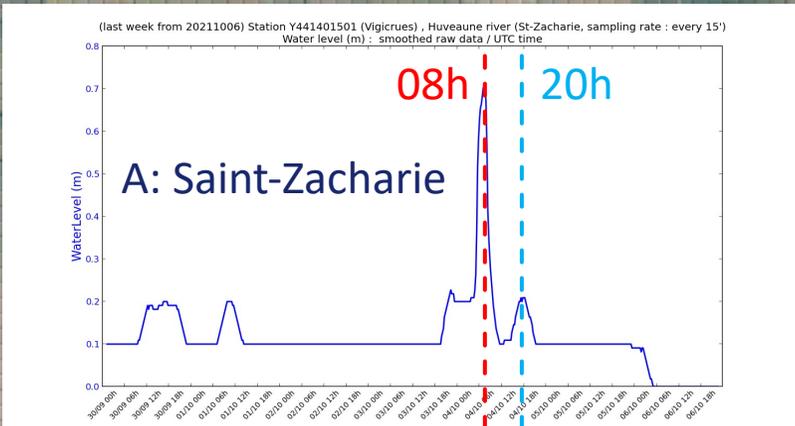
Edgarm\_MeteoEduMed

ESTUAIRE

2 STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES EDUMED OBS  
TÉLÉMÉTRÉES

# BASSIN VERSANT DE L'HUVEAUNE

Amont



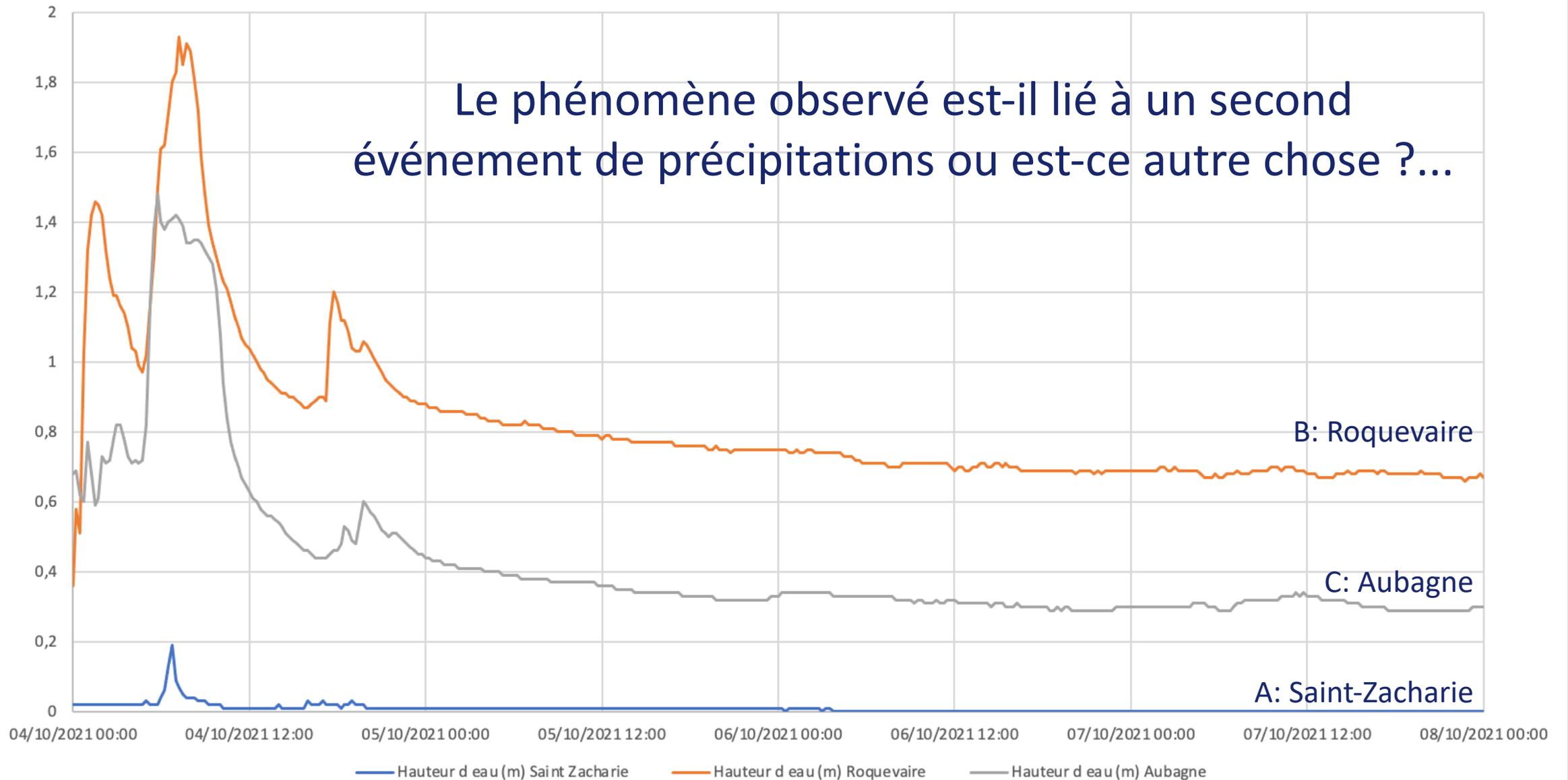
Comment expliquer les 2 maximums de crue du 4 octobre ?

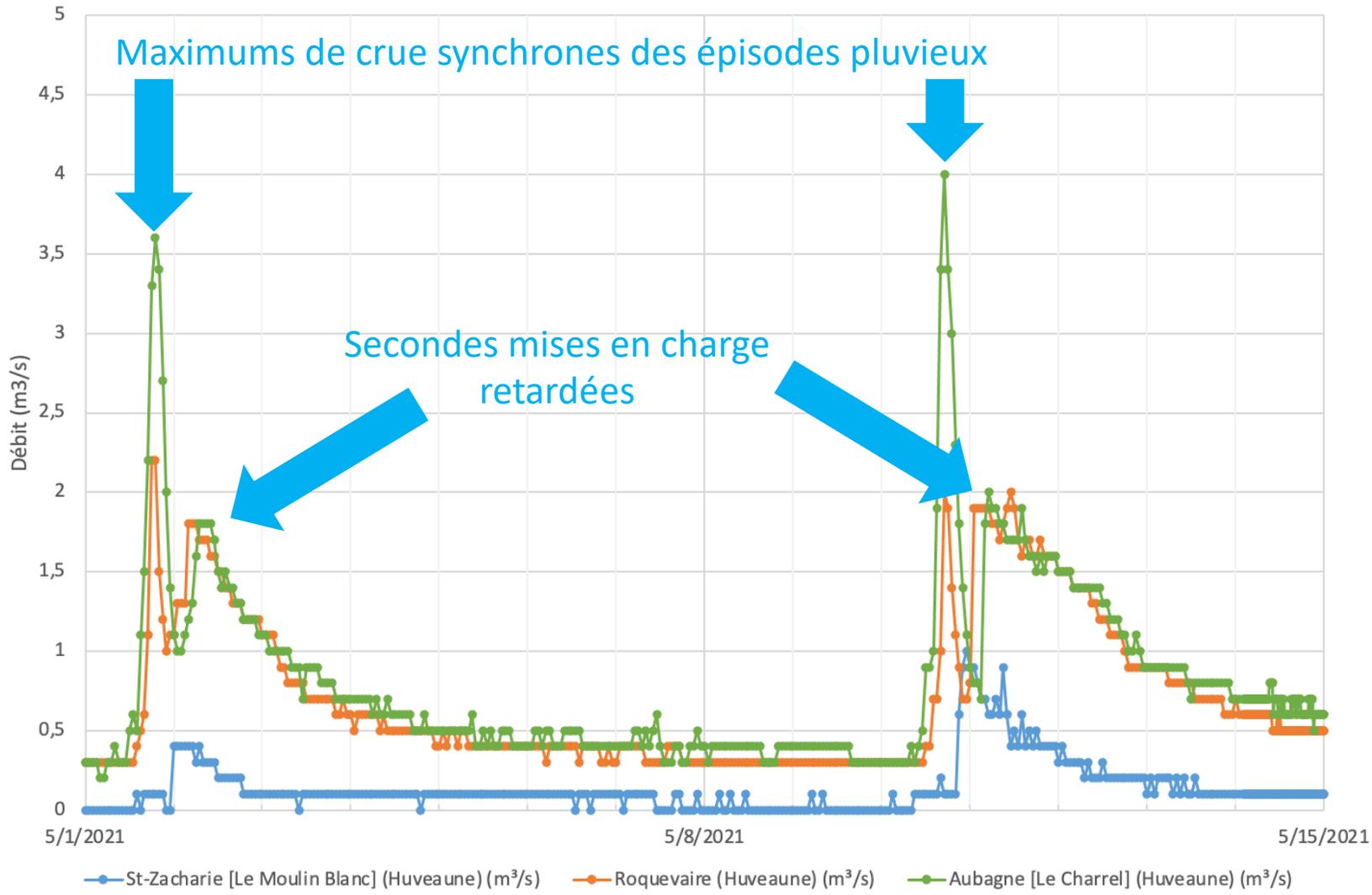
Data-Center : Dérouleurs journaliers des données du 04 octobre 2021

Crédit image : Data Center HYDRO à gauche et METEO au centre et à droite (edumed.unice.fr)

Aval

Le phénomène observé est-il lié à un second événement de précipitations ou est-ce autre chose ?...



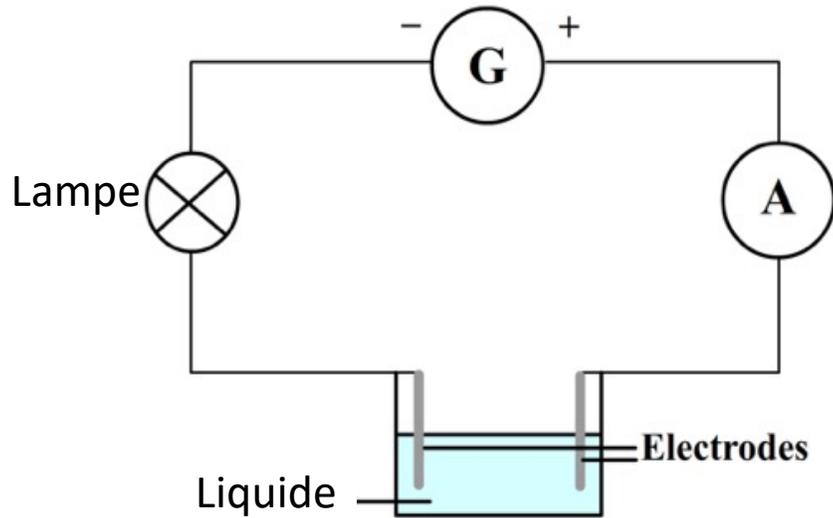


On suppose que le premier maximum correspond au ruissellement, mais comment le prouver

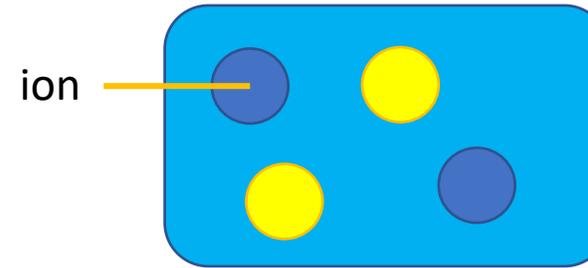


Données du 1<sup>er</sup> au 15 mai 2021

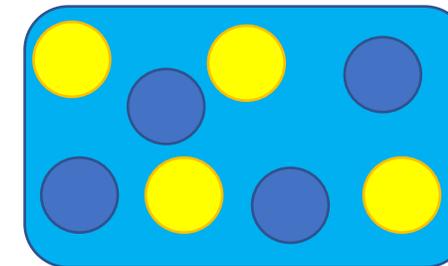
# Utiliser la conductivité électrique pour comprendre les chemins de l'eau



L'eau pure est isolante



La conductivité électrique de l'eau douce dépend de sa composition : quels ions et en quelle quantité ?



L'eau de mer est un bonne conductrice

Sur le terrain, on utilise des sondes qui intègrent un conductivimètre : ce sont les divers «Van Essen instruments »

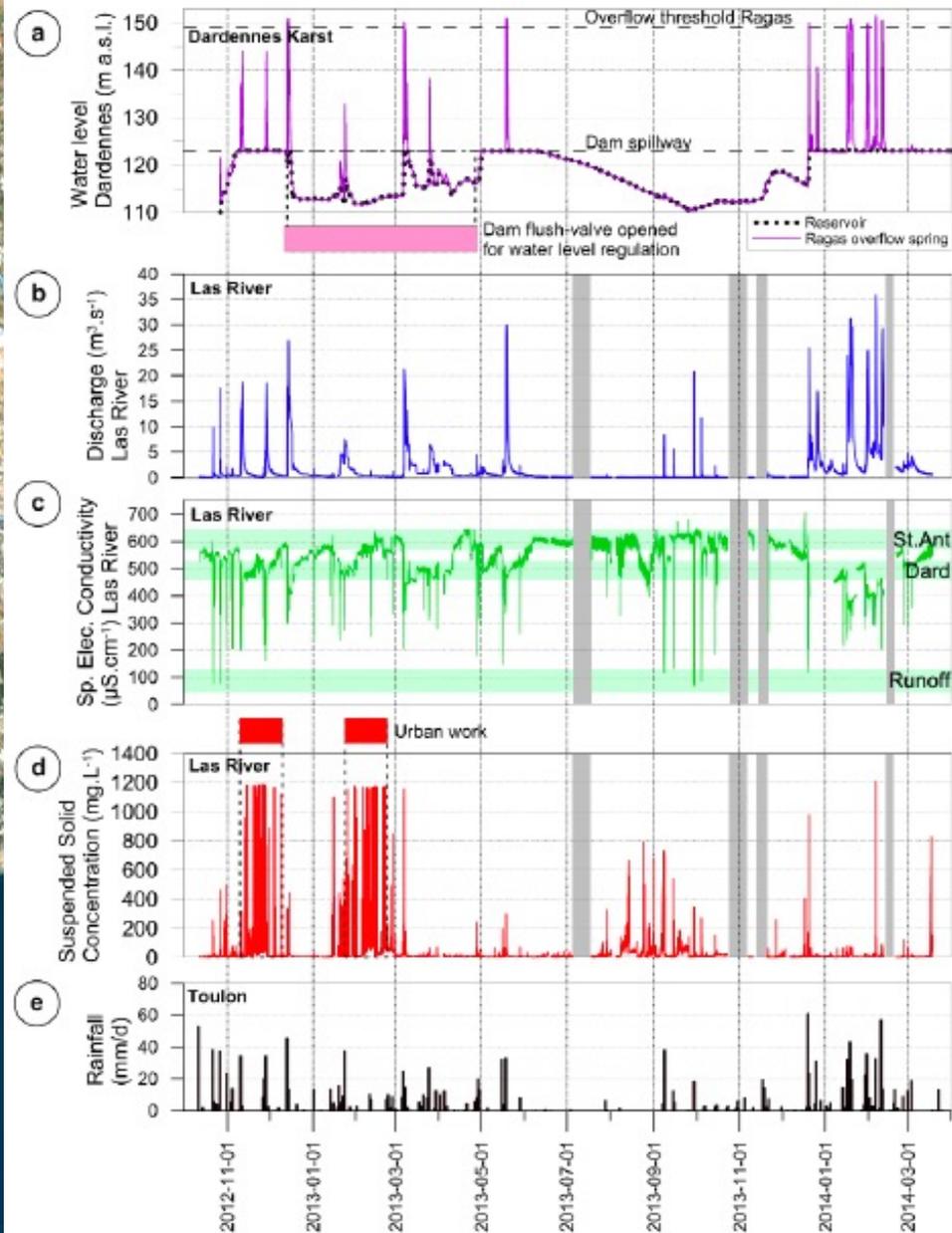


# Utiliser la conductivité électrique pour comprendre les chemins de l'eau



Le Las

City of Toulon  
350 000 residents



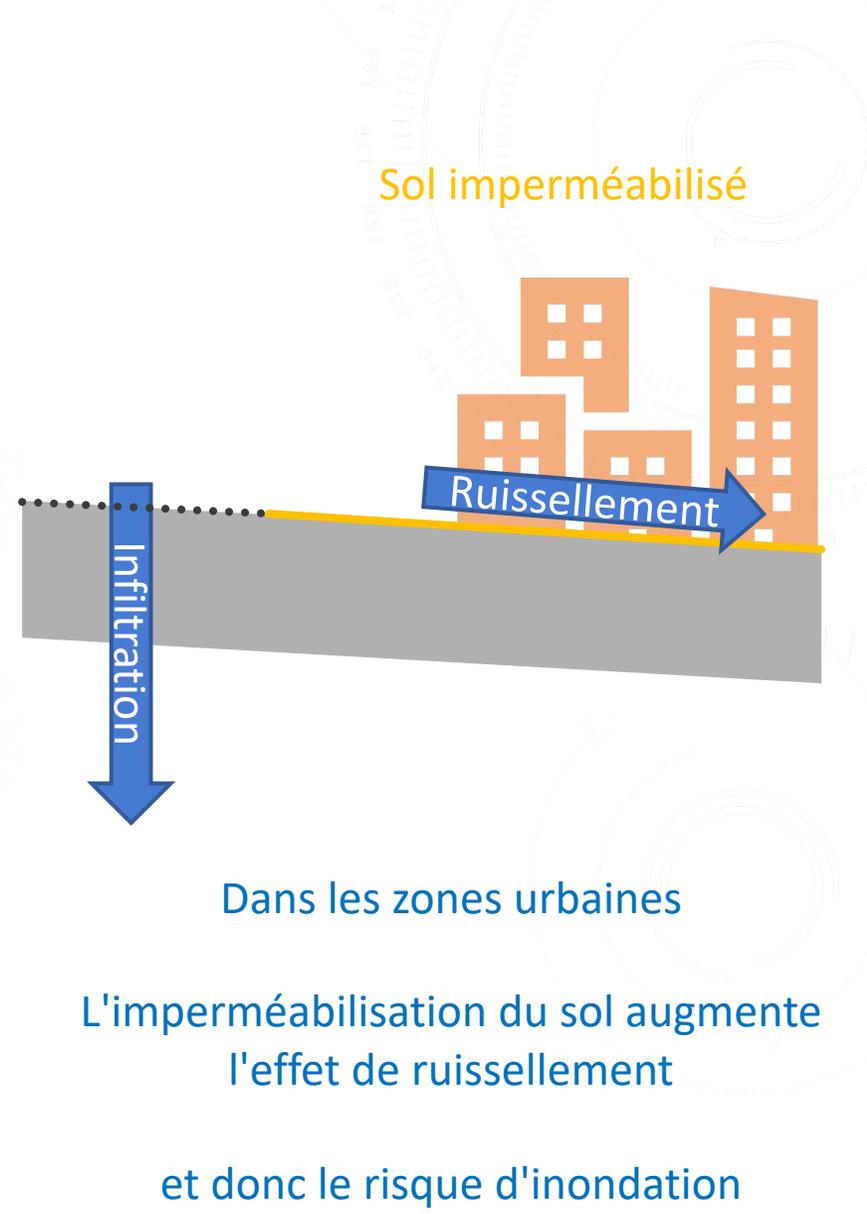
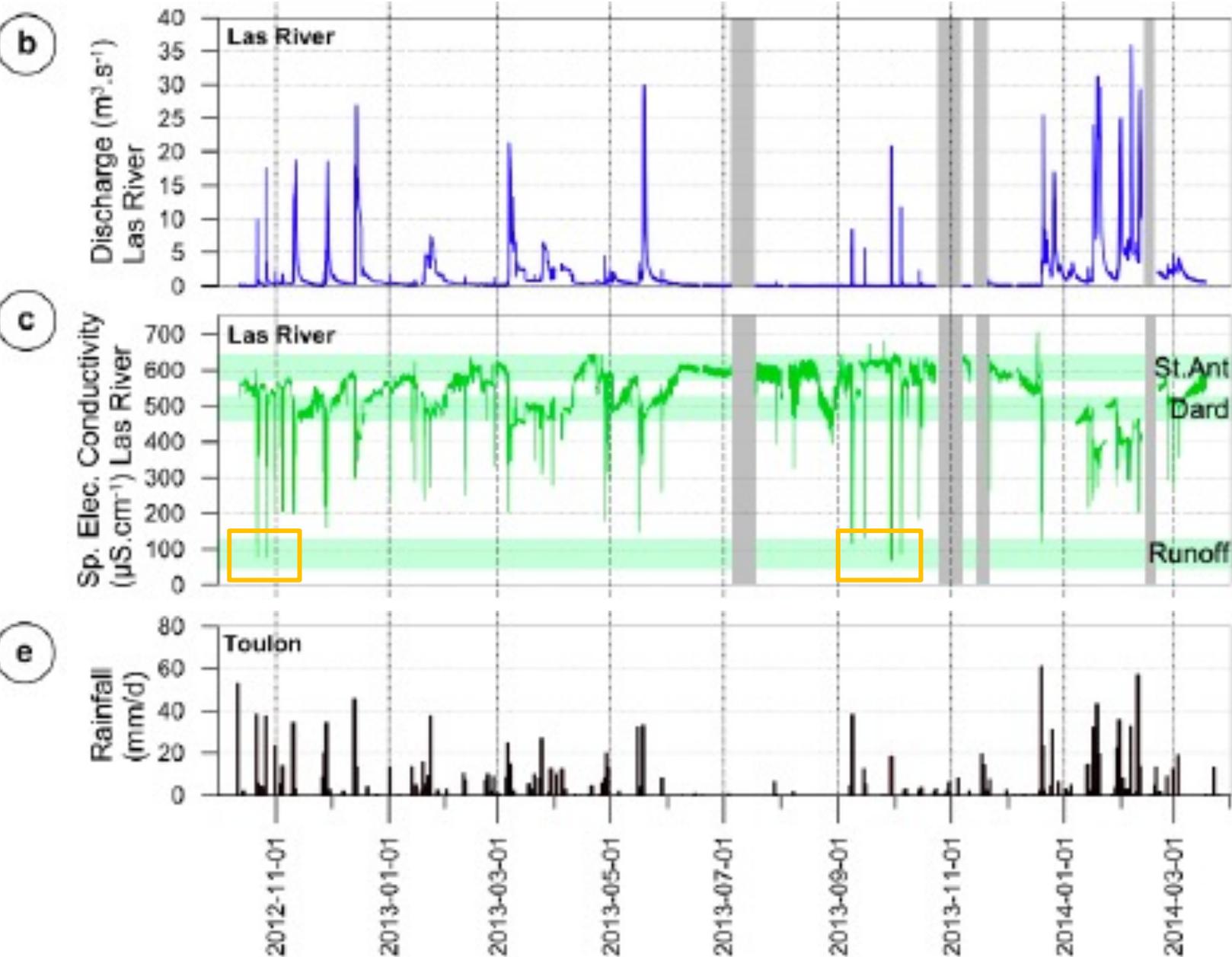
From : Christiane Dufresne, Bruno Arfib, Loic Ducros, Céline Duffa, Frank Giner, Vincent Rey (July 2020)



Échelle 1 : 136 440

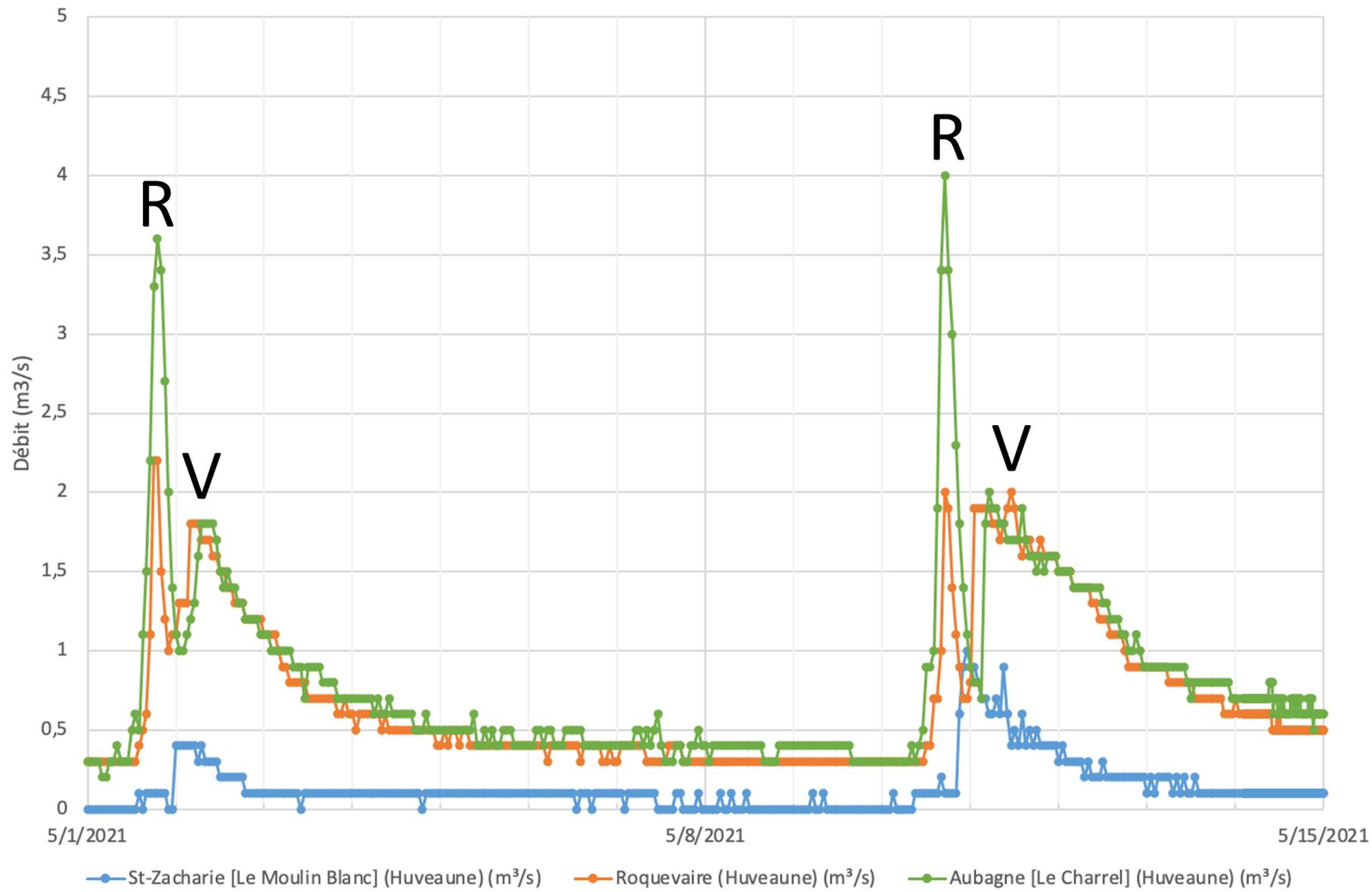


# Utiliser la conductivité électrique pour comprendre les chemins de l'eau



**Autre méthode :**

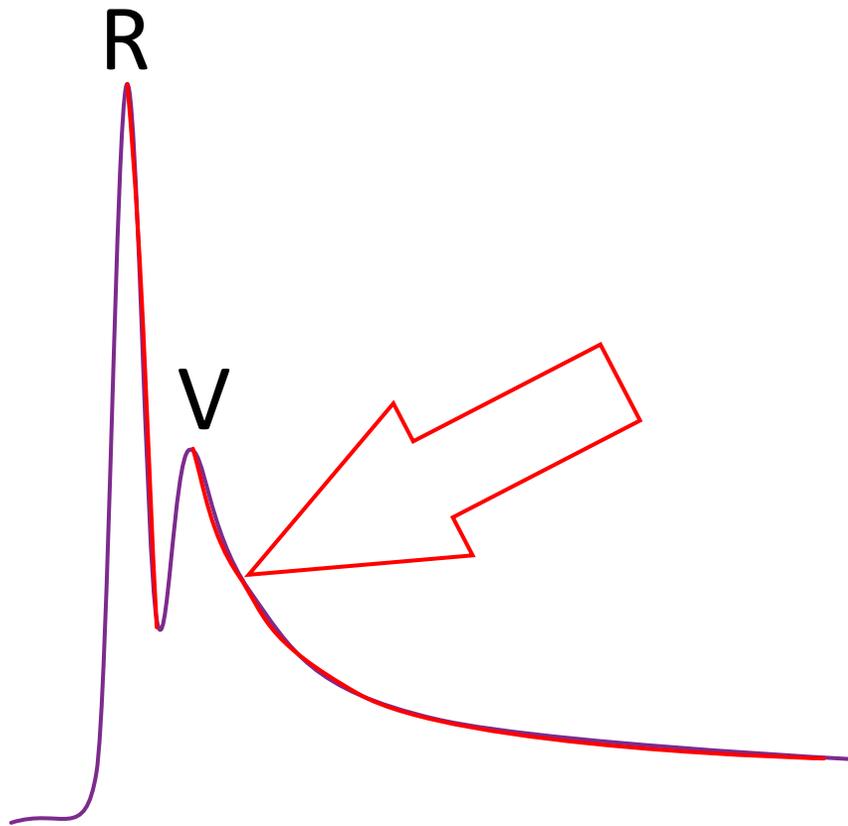
**Comparer la cinétique des 2 événements**



Données du 1<sup>er</sup> au 15 mai 2021

Au lycée : Projet numérique expérimental en Première Maths complémentaires/Grand oral en terminale

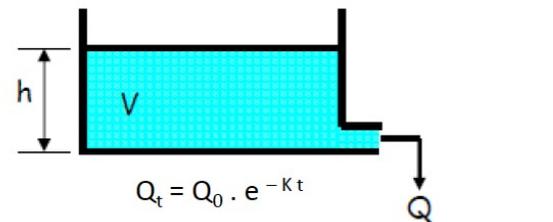
# Courbes de tarissement : dynamique de la décrue



Modèles boîte noire Pluie-Débit



Modèles conceptuels à réservoirs



vidange d'un réservoir à travers un orifice (Loi de Maillet – 1906)

Modéliser le fonctionnement de l'aquifère karstique (d'après B. arfib, 2017)

La dynamique de la courbe de tarissement suit la loi de vidange d'un réservoir : la loi de Maillet

$$Q_t = Q_0 \cdot e^{-k \cdot t}$$

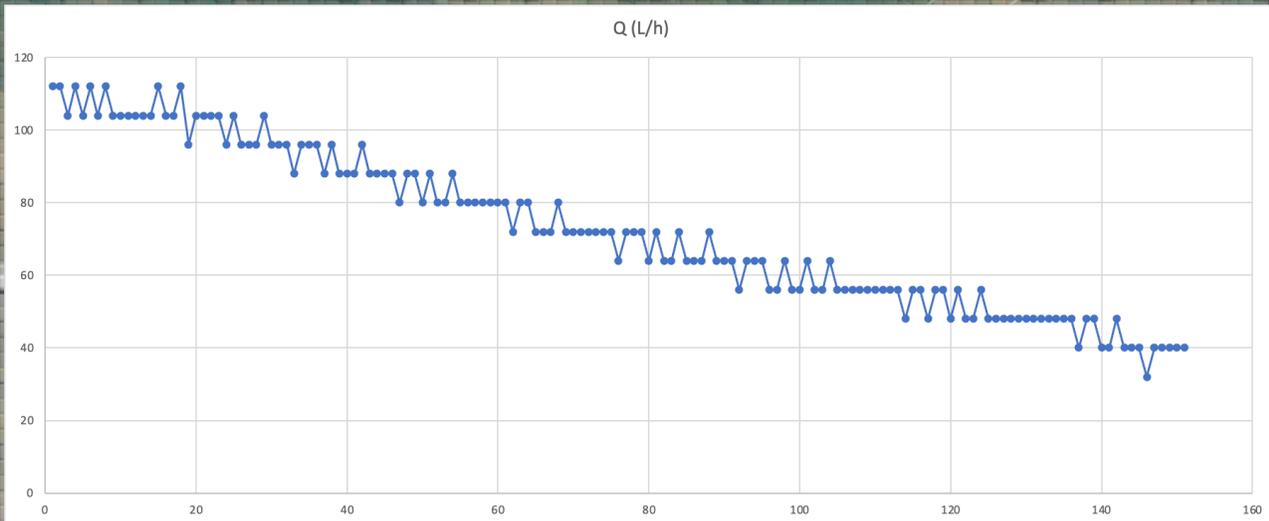
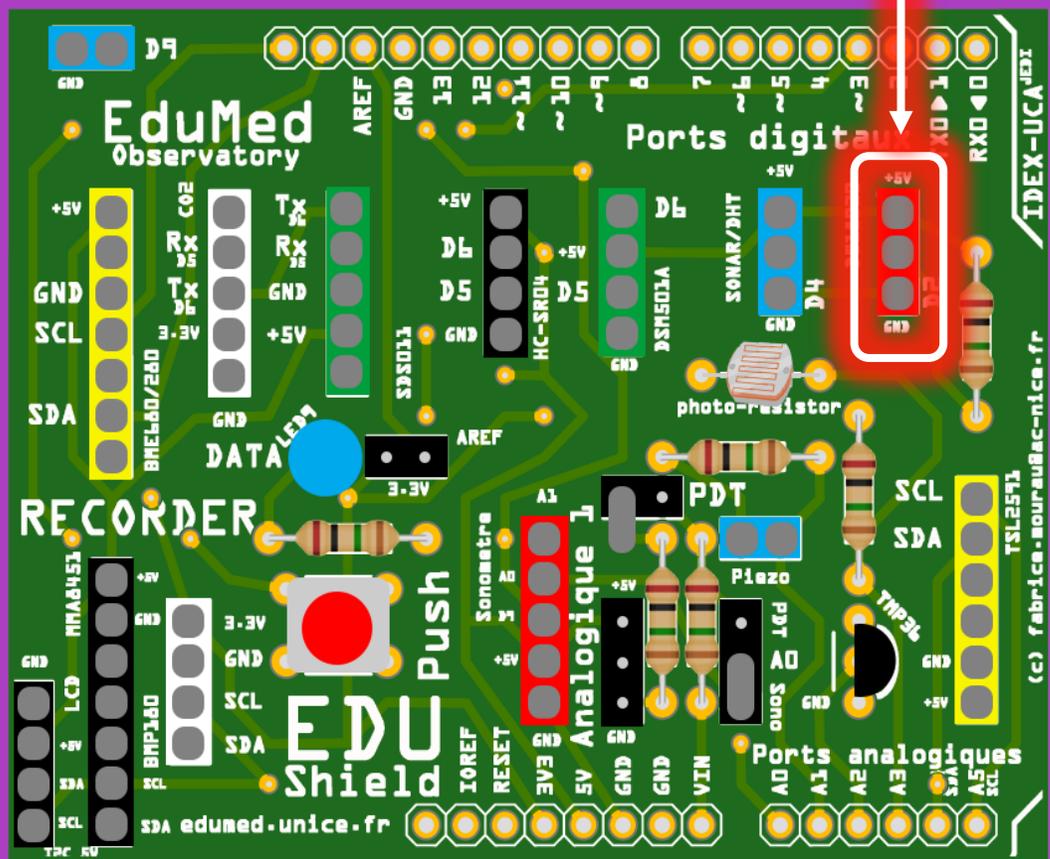
Modélisation à l'aide d'un EduShield

Données du 1<sup>er</sup> au 15 mai 2021

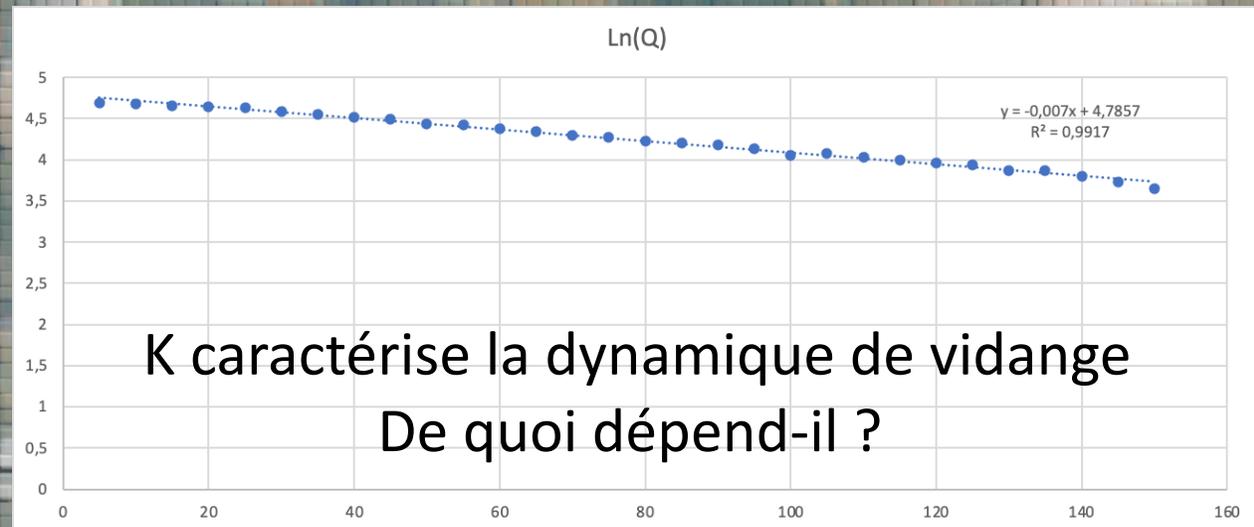
Au lycée : Projet numérique expérimental en Première Maths complémentaires/Grand oral en terminale

On récupère directement les données sur l'IDE Arduino, elles sont travaillées à partir d'un tableur

Le débitmètre est directement branché sur le shield

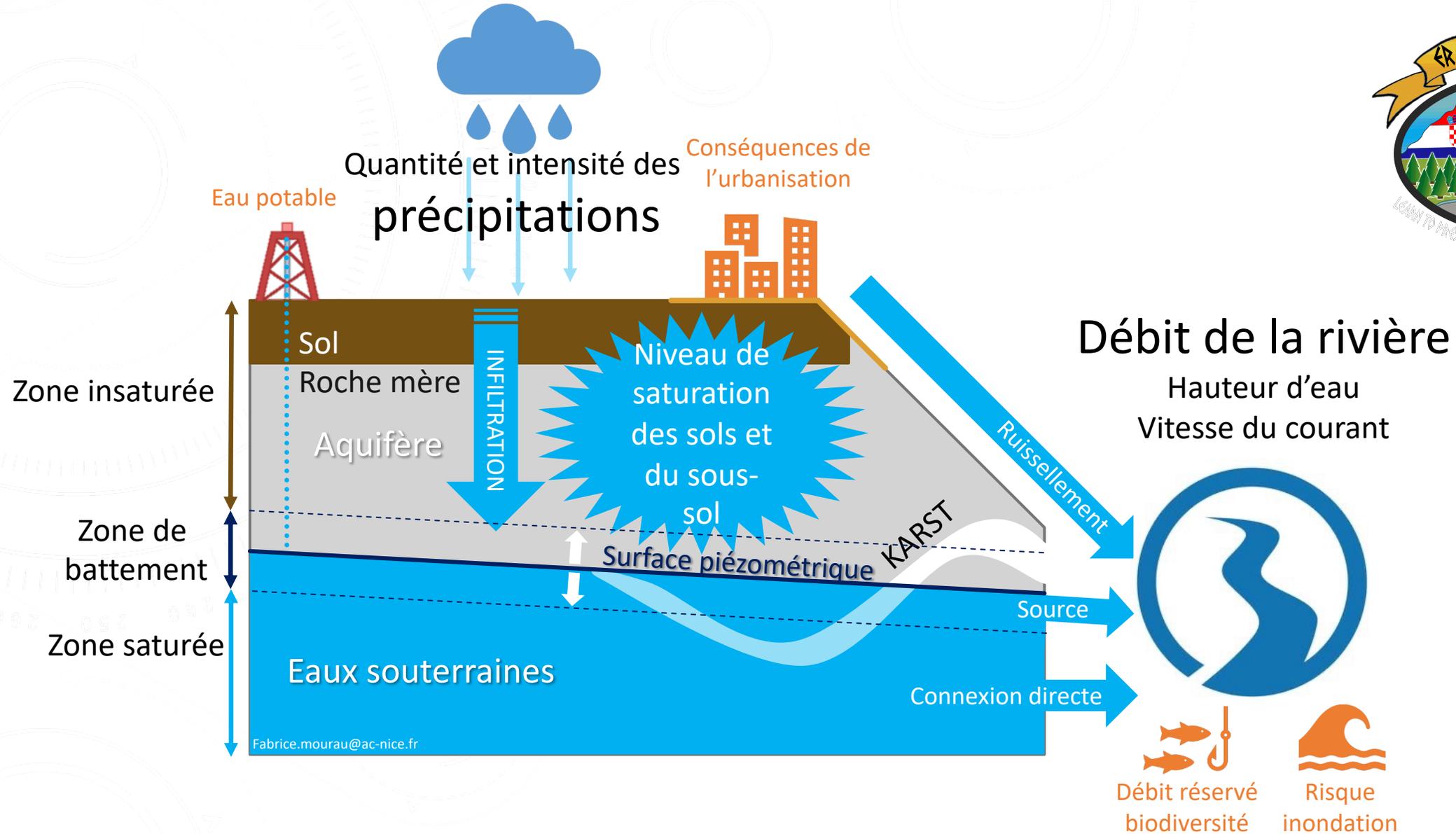


On linéarise pour trouver k  
 $\ln(Q_t) = -KT + \ln(Q_0)$



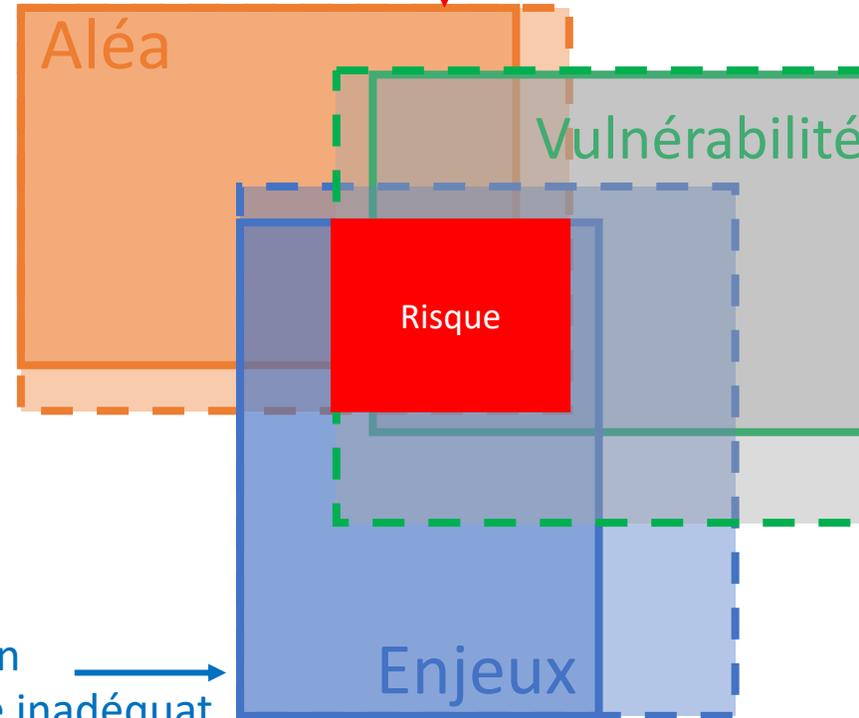
K caractérise la dynamique de vidange  
 De quoi dépend-il ?

# Le sous-sol contrôle les transferts entre l'atmosphère et l'hydrosphère



L'urbanisation du territoire augmente sa vulnérabilité

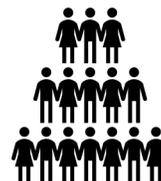
Intensité aléa : hauteur d'eau et vitesse d'écoulement



L'imperméabilisation des sols augmente la vulnérabilité des zones urbaines



Augmentation de la densité de population  
Héritage d'un aménagement du territoire inadéquat



Une croissance des enjeux augmente le risque

Un aléa plus intense augmente le risque