



ATELIER HYDRO – EXEMPLE DU 4 OCTOBRE 2021

APPORTS DE L'HYDROGÉOLOGIE DANS L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE
RÉUNION D'ÉQUINOXE DU RESEAU SOLSTICE, LE 14 OCTOBRE 2021

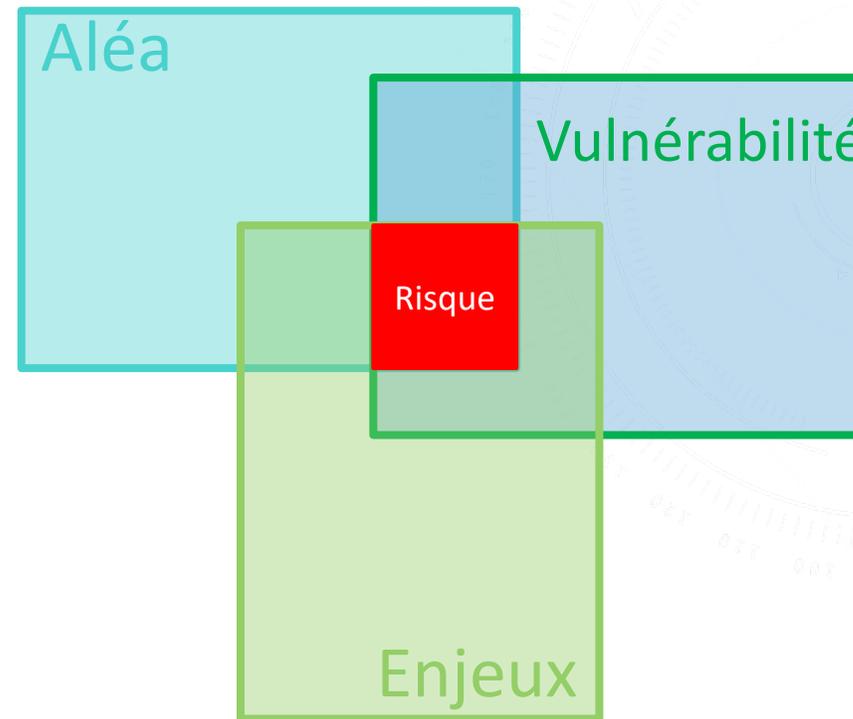
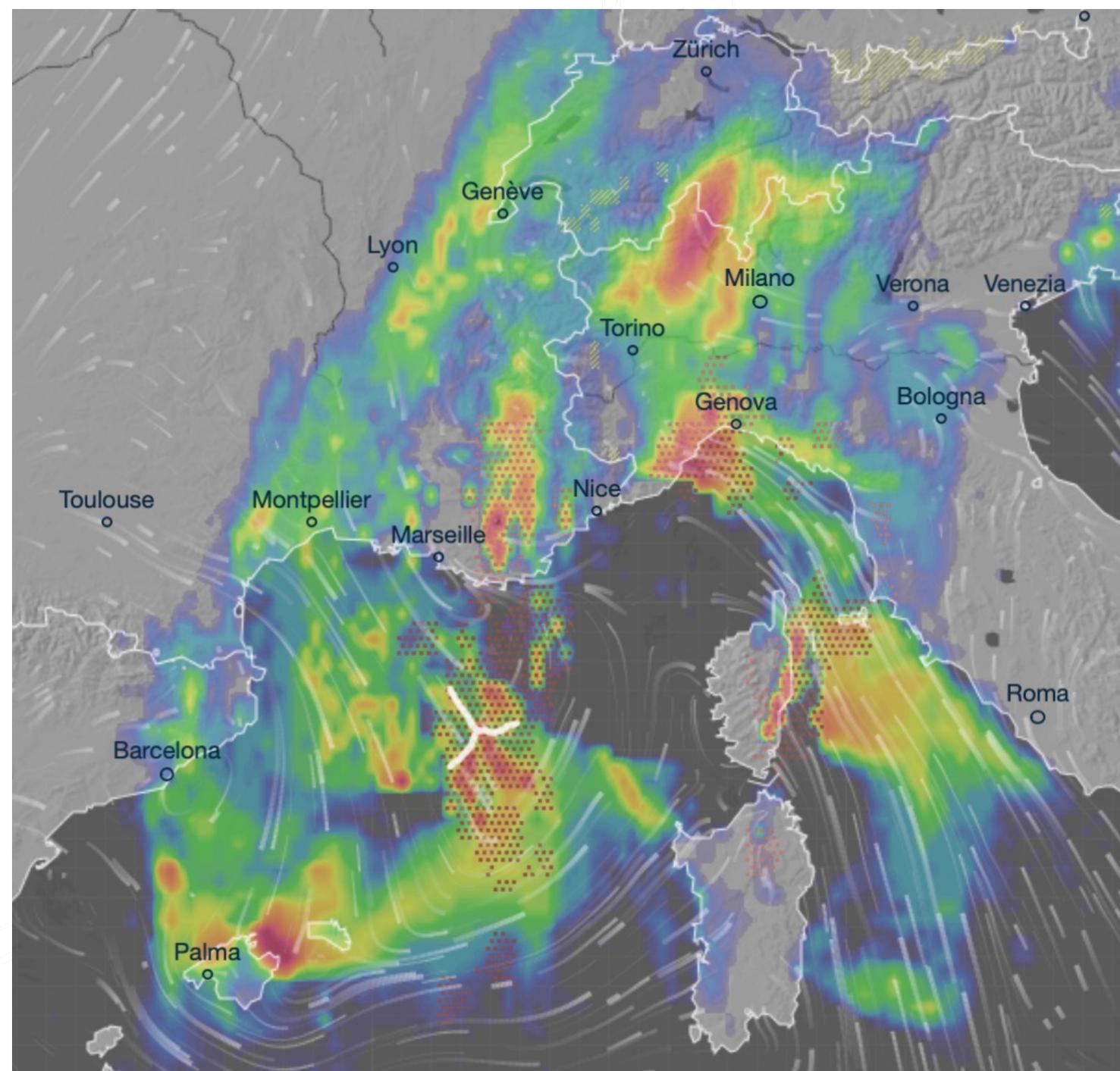


PROJET SOLSTICE

MESURES
OBSERVATIONS
PARTAGE DES DONNEES
PREVISIONS

cea
CORSE

Science participative d'observations de la météo
et du climat en Provence par les collégiens



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

- Pluie-inondation
- Crues
- Orages

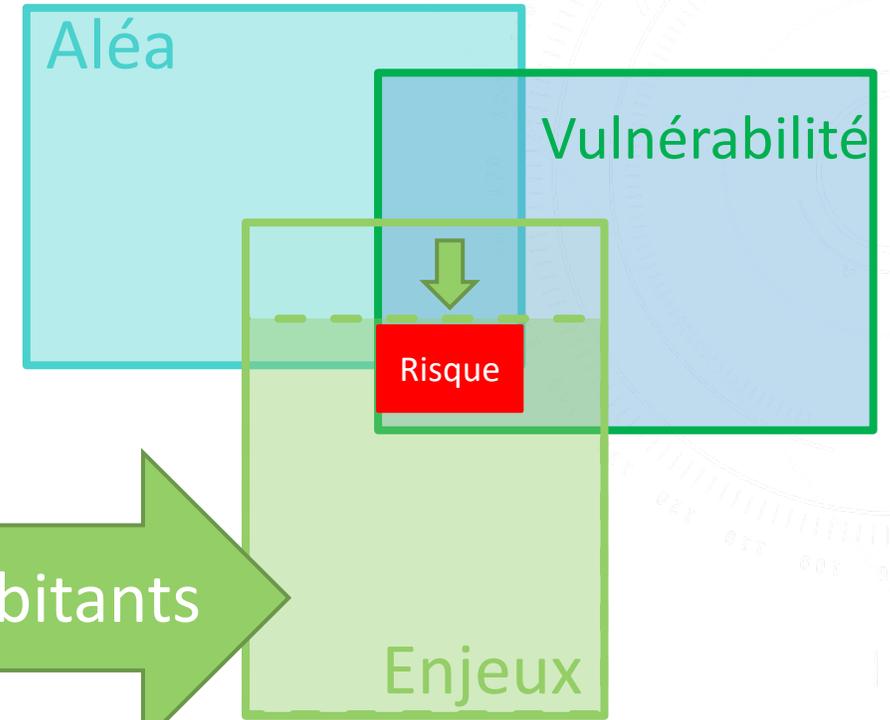
METEO FRANCE 6 départements en Orange

Une situation à risque

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



1 000 000 d'habitants

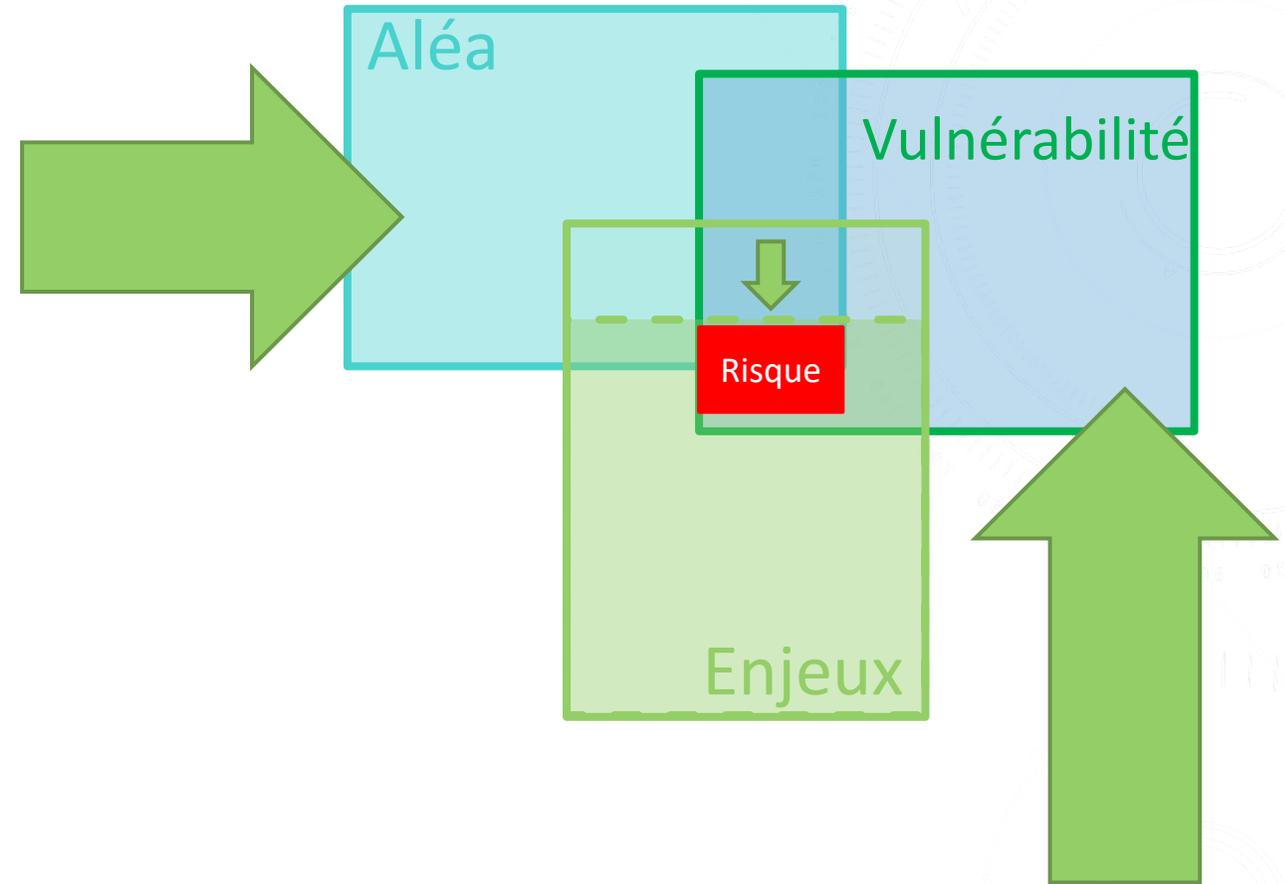


VAR Météo alertemétéo83

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.

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



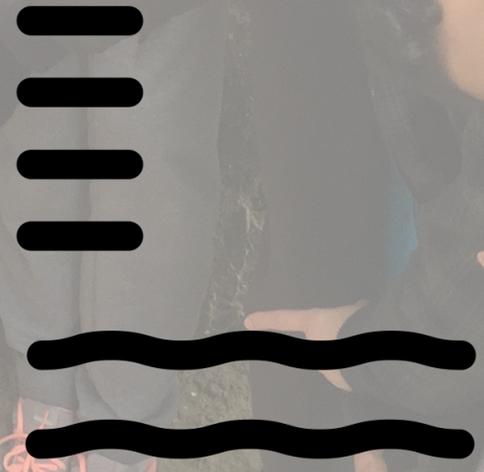
Aujourd'hui ?

Comment démontrer
une vulnérabilité accrue
des zones urbanisées?

Comment mesurer un hauteur d'eau avec vos élèves ?



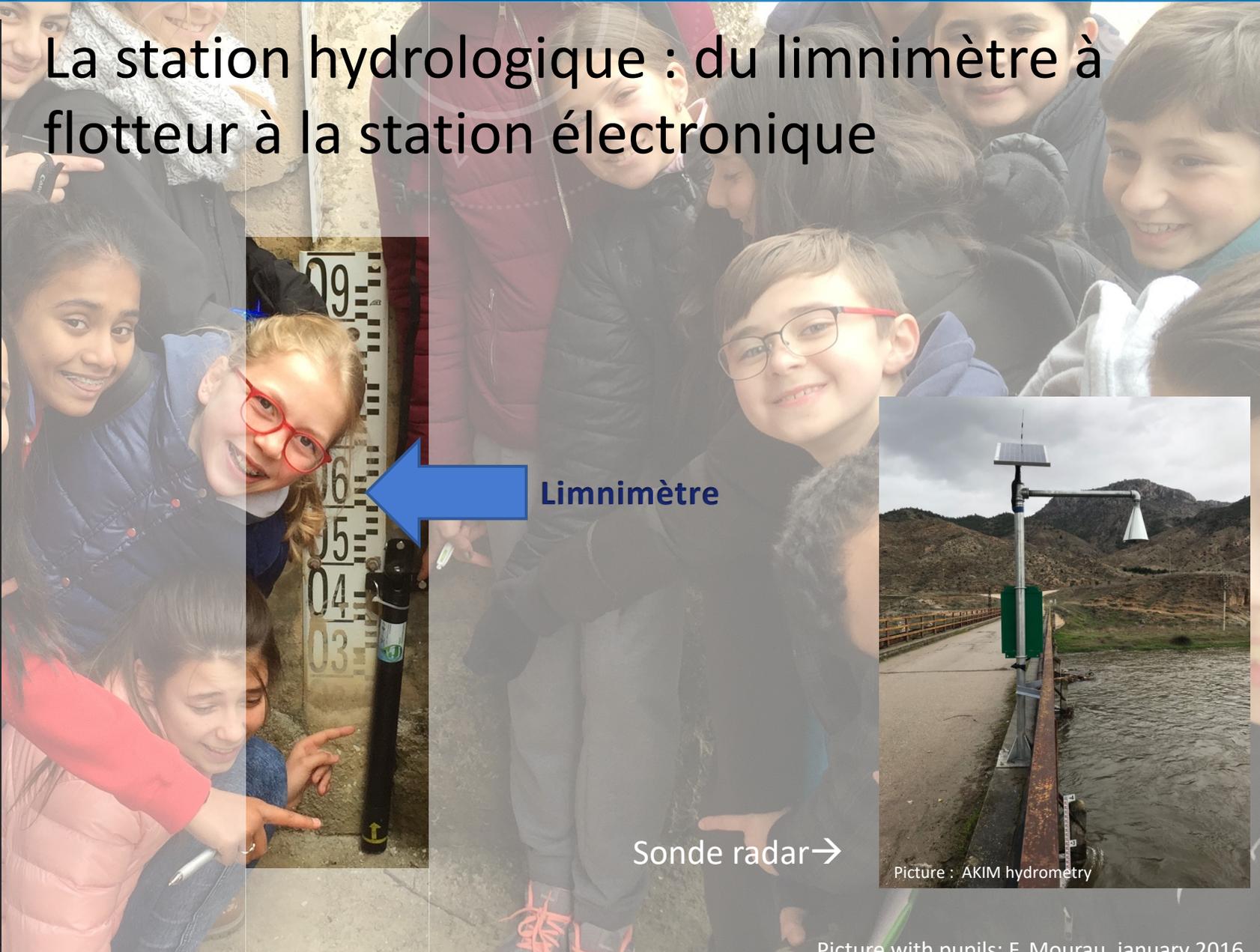
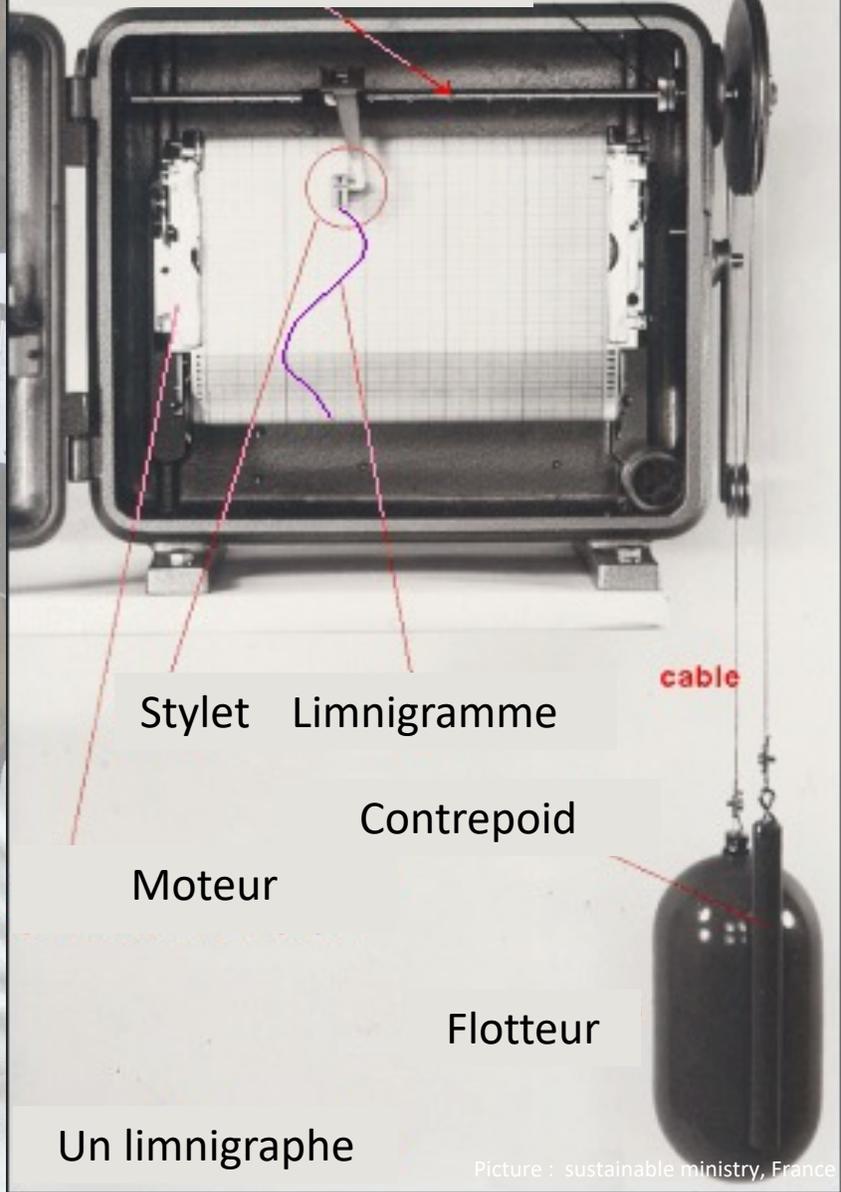
← **Limnimètre**



Comment mesurer un hauteur d'eau avec vos élèves ?

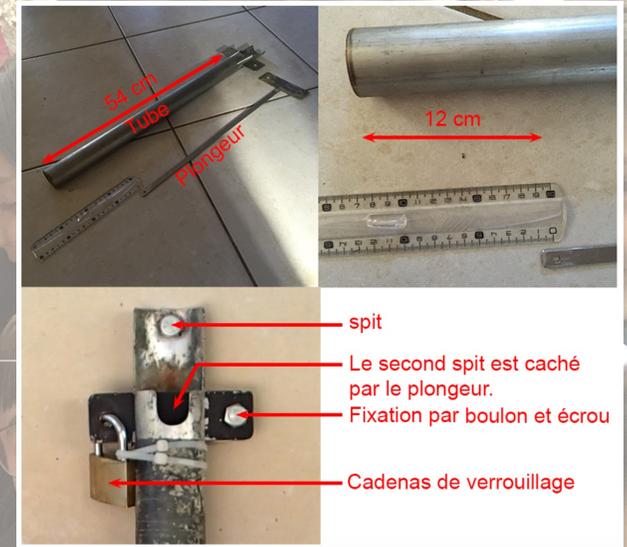
La station hydrologique : du limnimètre à flotteur à la station électronique

Axe de mouvement du stylet



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

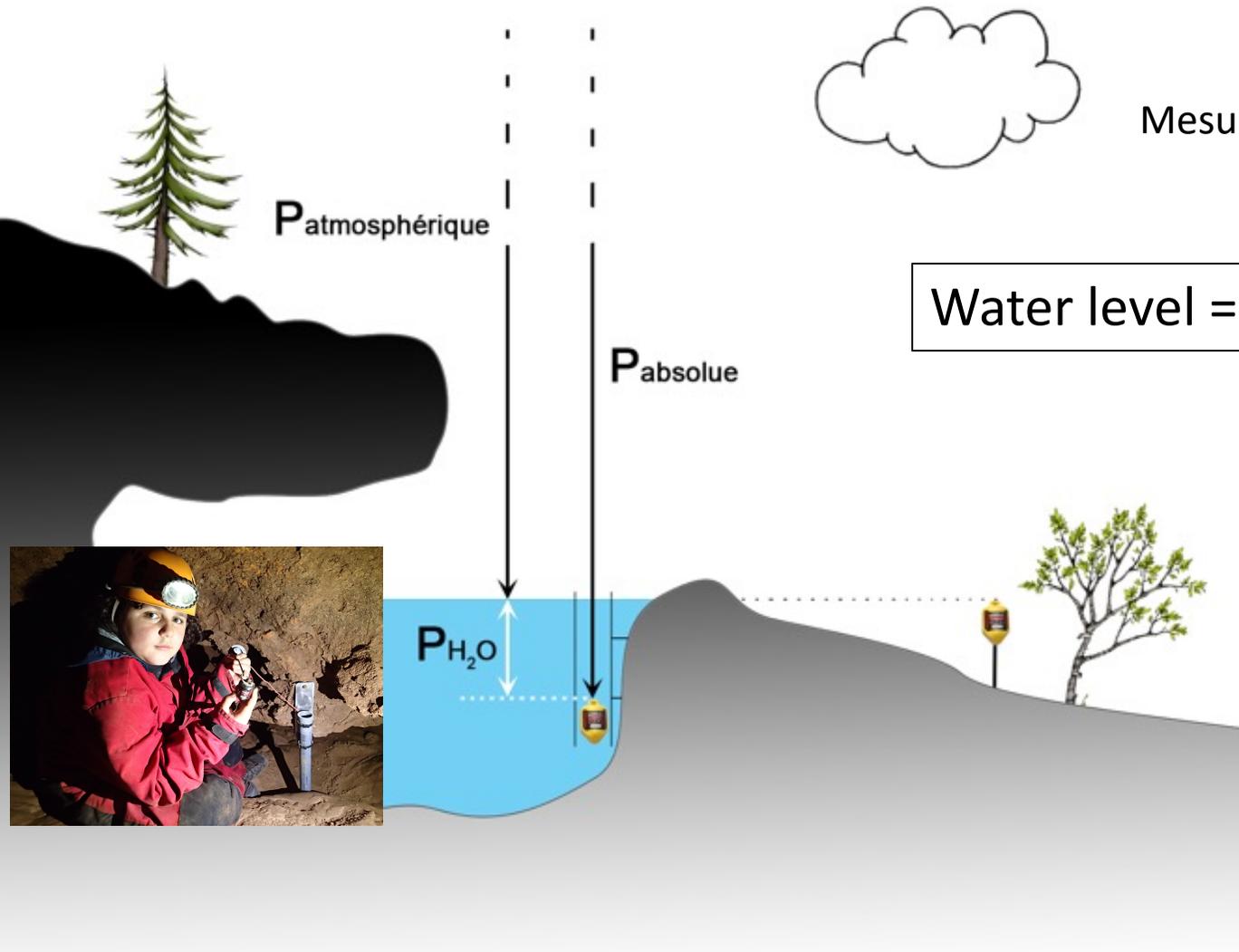
Opérée par les élèves



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



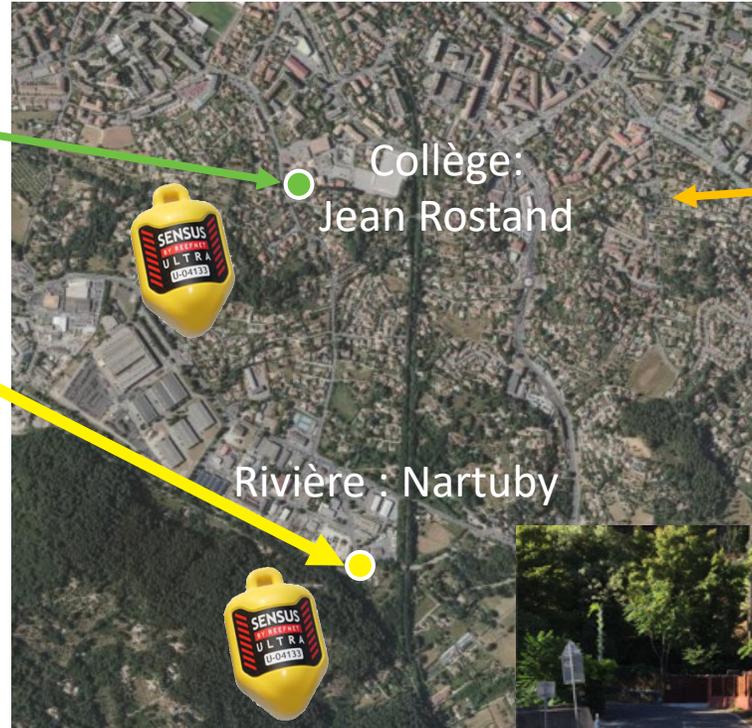
Sensus Ultra (reefnet©) sensor
(pressure and temperature)

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	

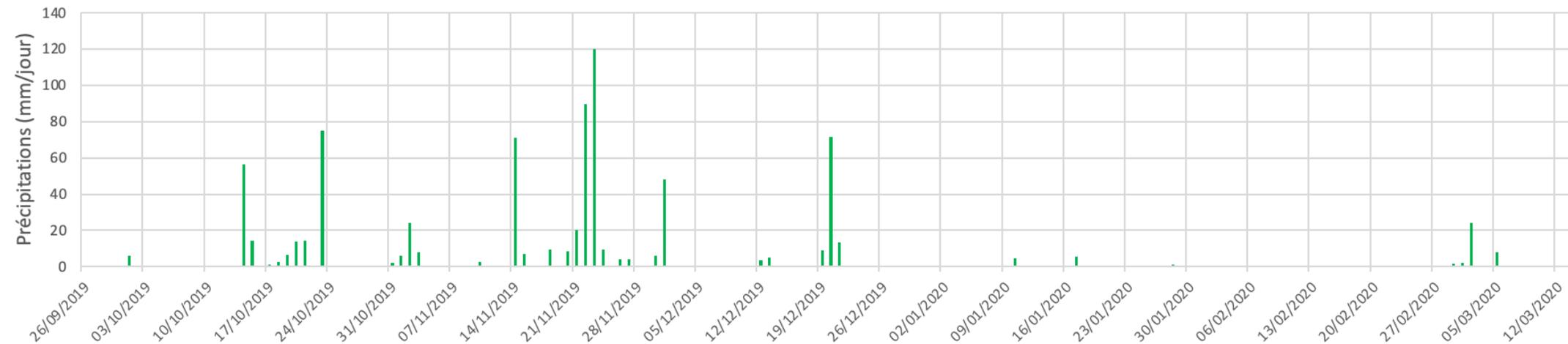
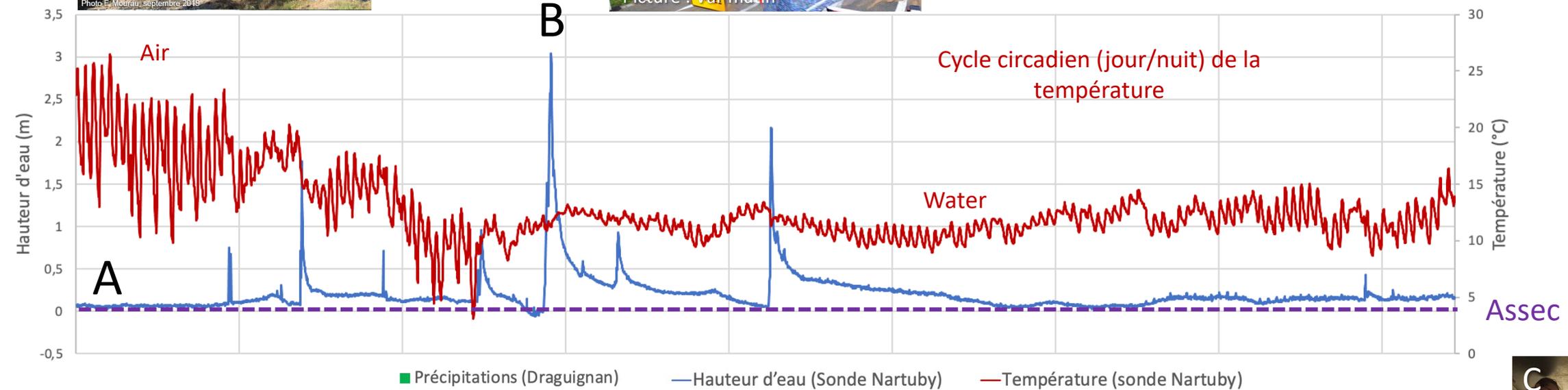


Exemple: collège Jean Rostand (Draguignan); Enseignante : Aude Morino (SVT)

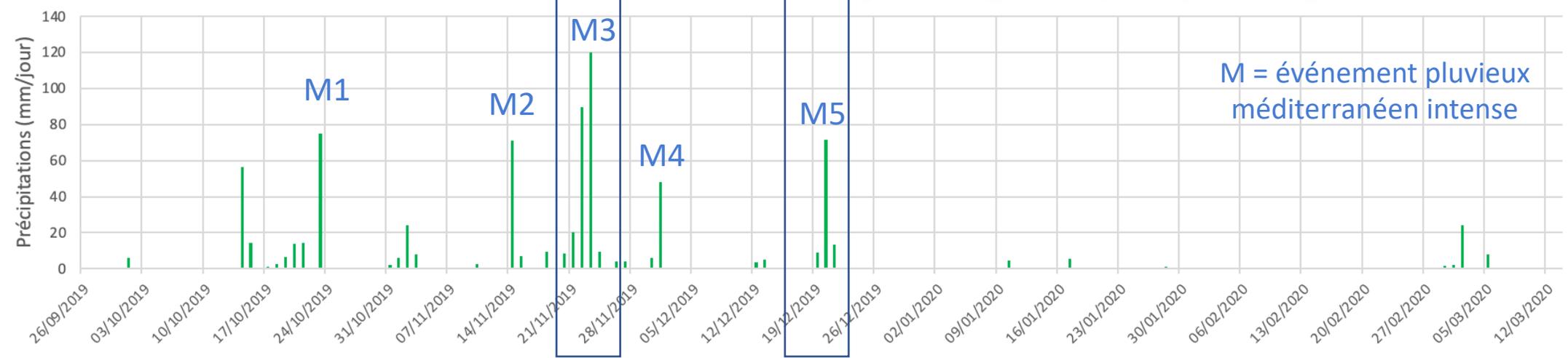
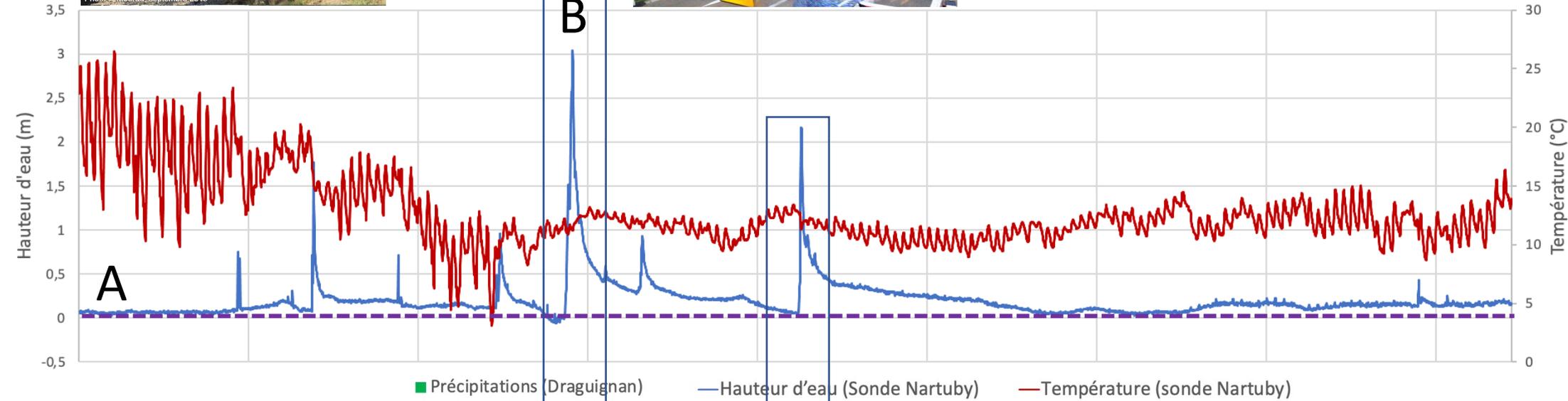
Comment mesurer un hauteur d'eau avec vos élèves ?



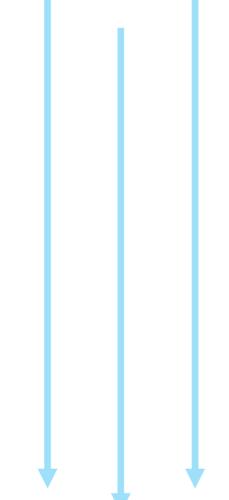
Suivi de la Nartuby (Var) par les élèves du collège Jean Rostand (C) durant l'hiver 2019-2020 à l'aide d'un capteur de pression et de température in-situ.



Pluie et niveau d'eau : une relation simple ?



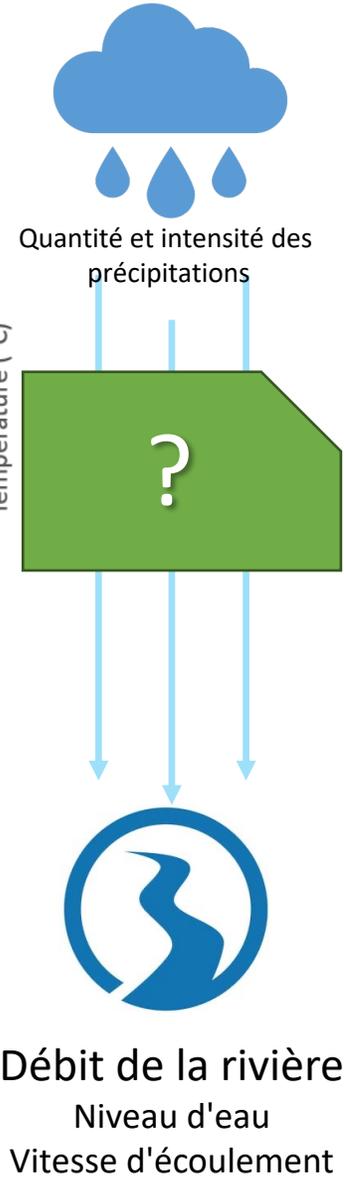
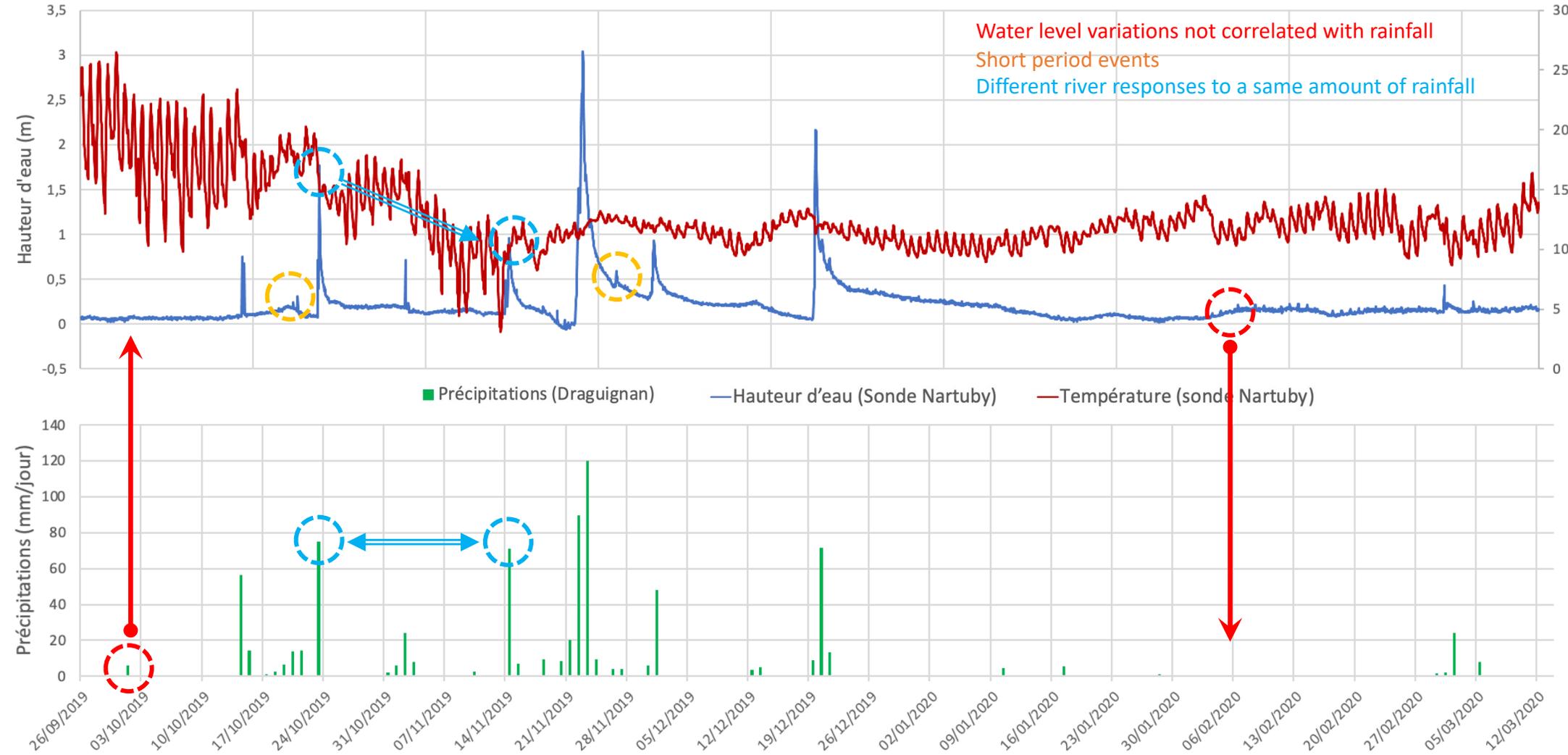
Quantité et intensité des précipitations



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



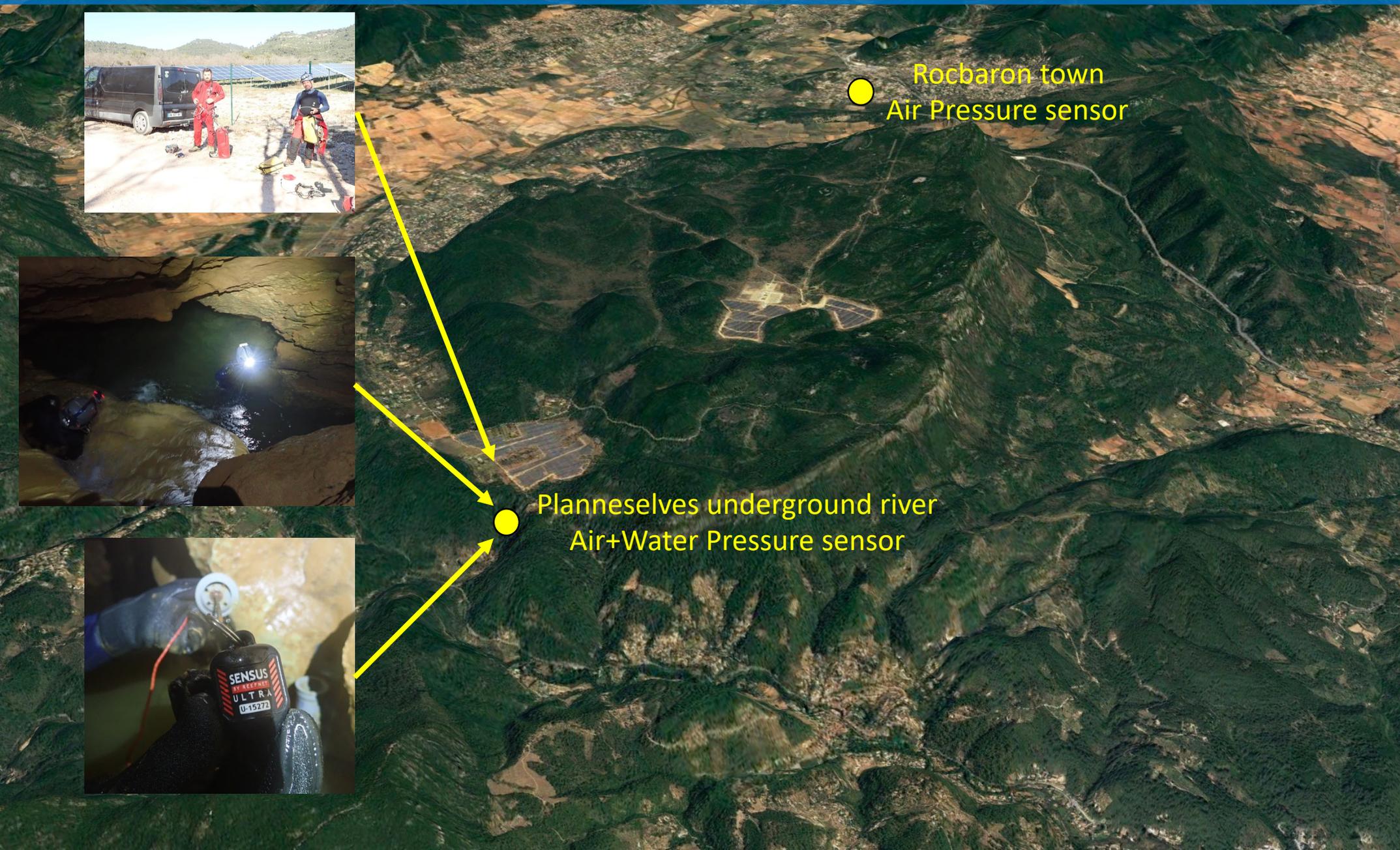
● Ville de Rocbaron
Capteur de pression d'air

● 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

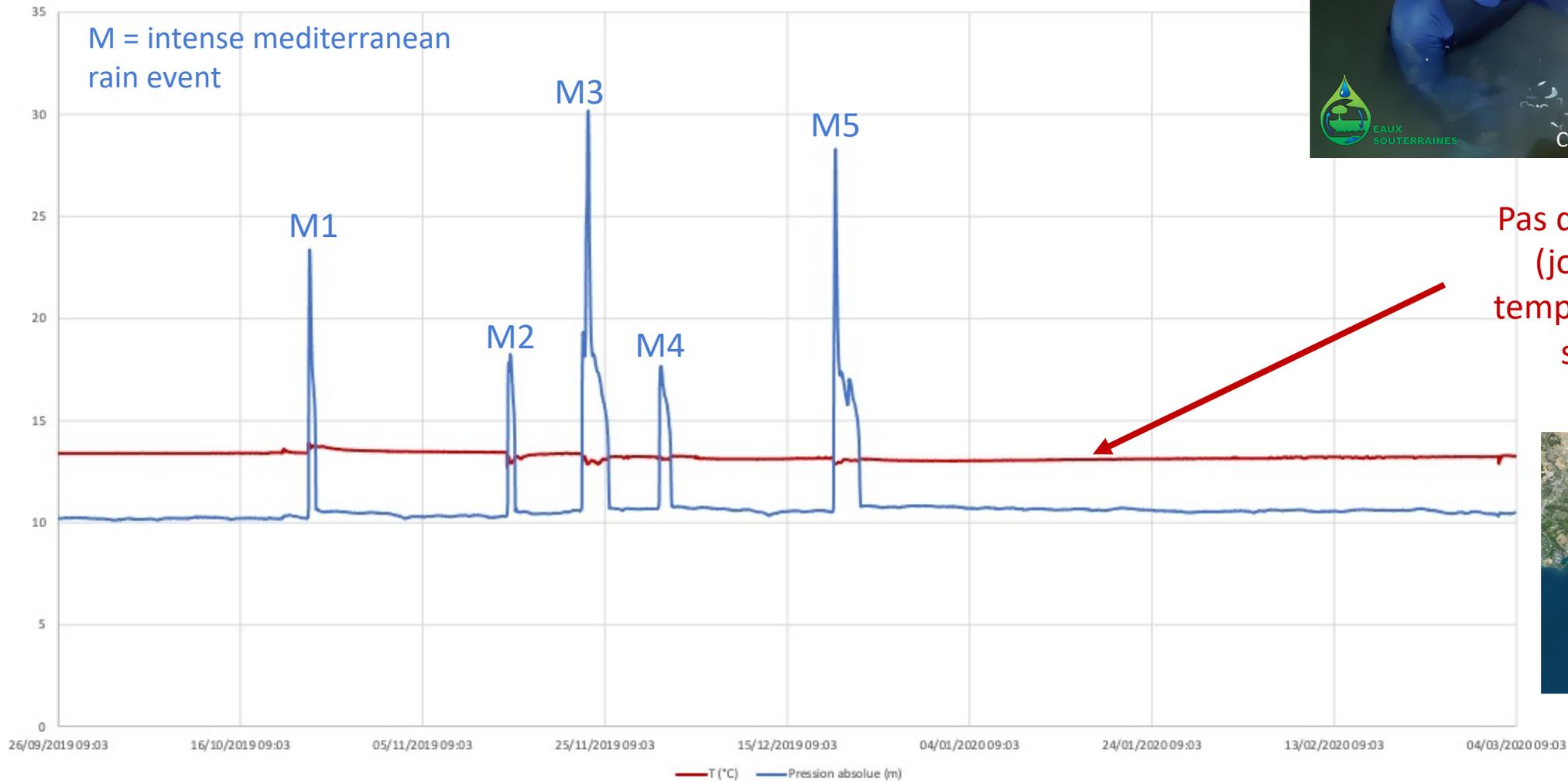


Pictures :
Google Earth
Geoportail
GAS-CDS83
(Spéléos)

Rôle du sol et du sous-sol en milieu karstique

Analyse des données : niveau et température de l'eau

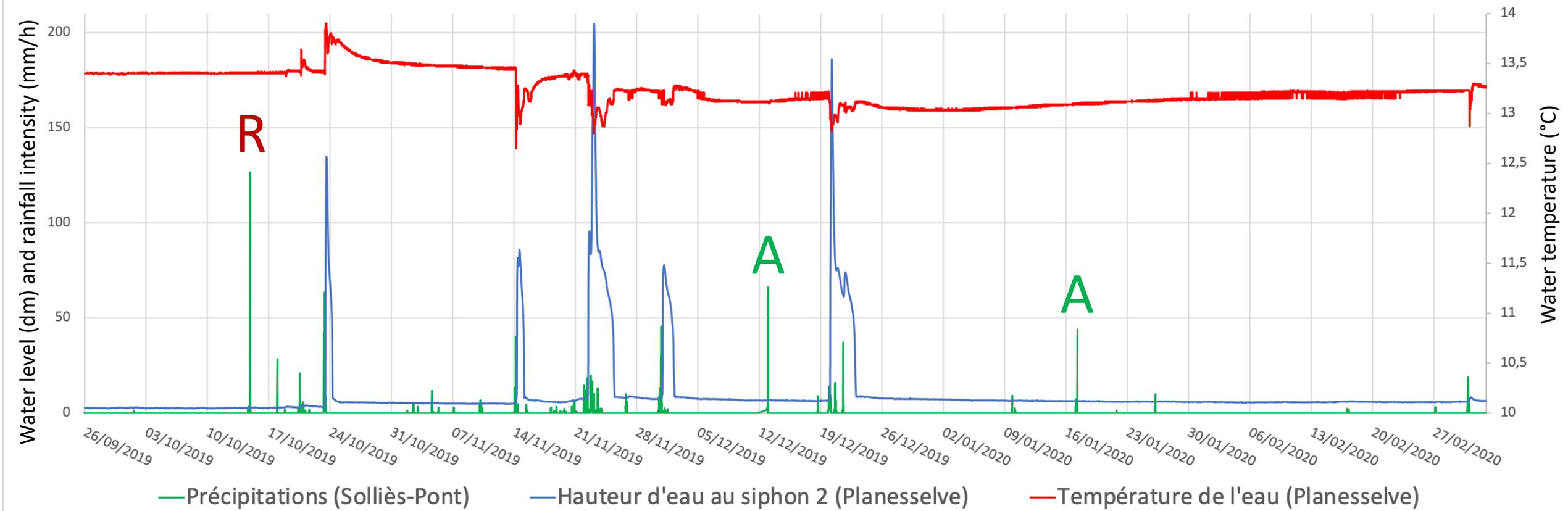
Evolution de la température et de la hauteur d'eau dans la rivière souterraine de Planesselve
Du 26/09/2019 au 04/03/2020
(Données Eaux souterraines, CDS83/CEREGE/SpéléH2O)



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

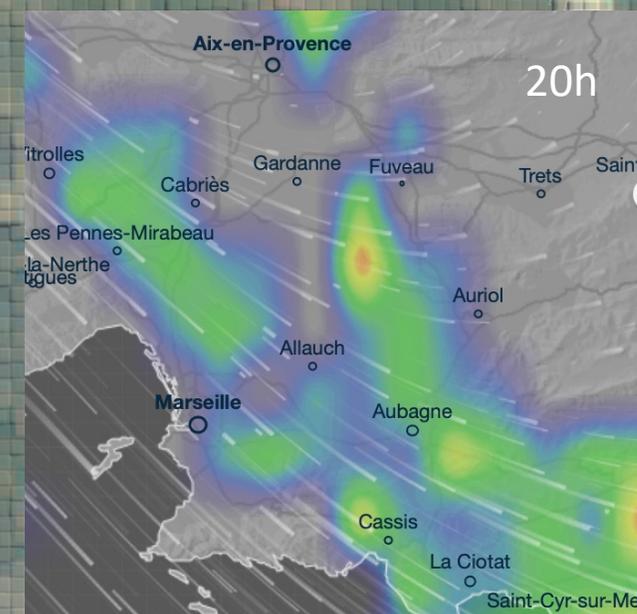
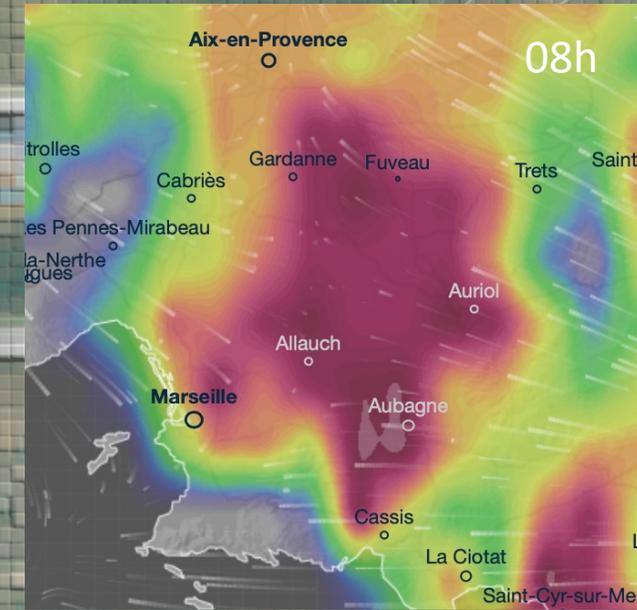
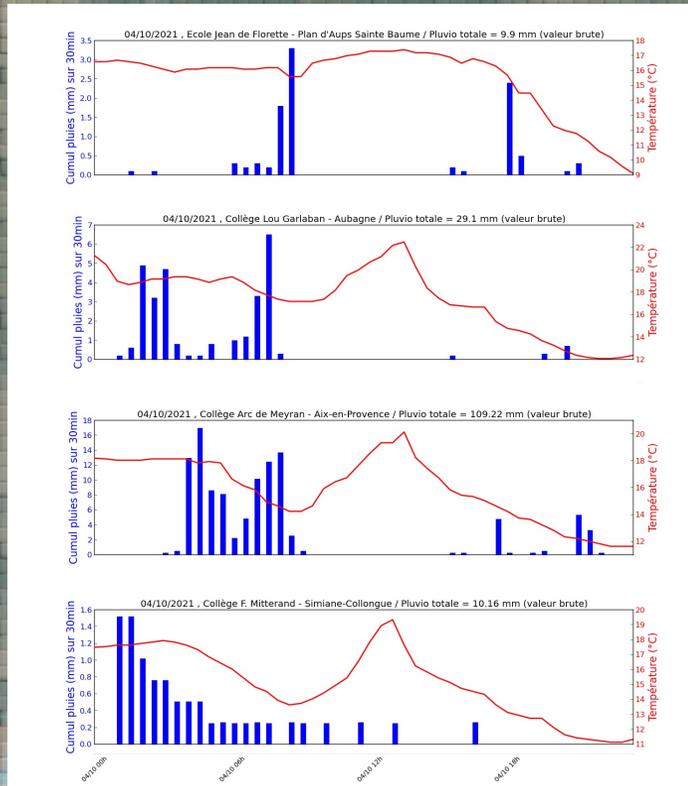
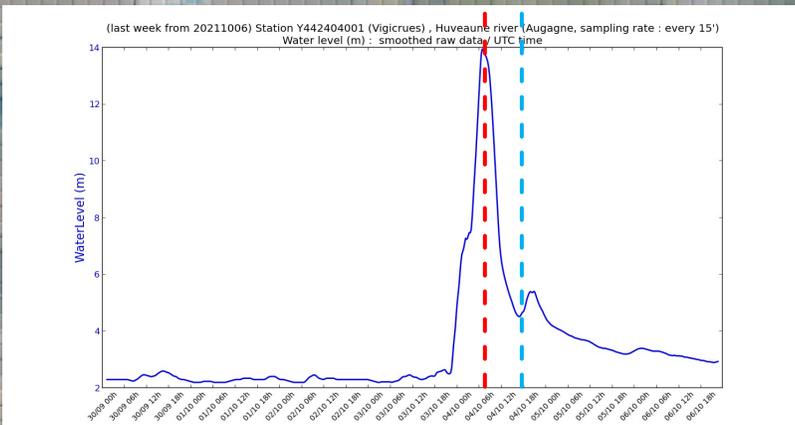
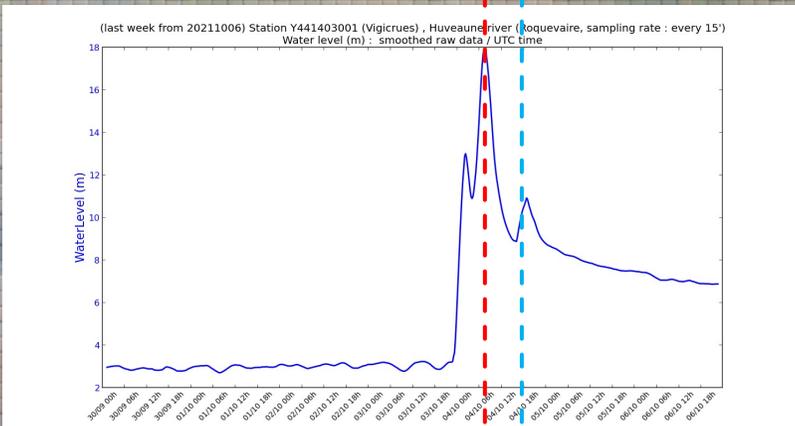
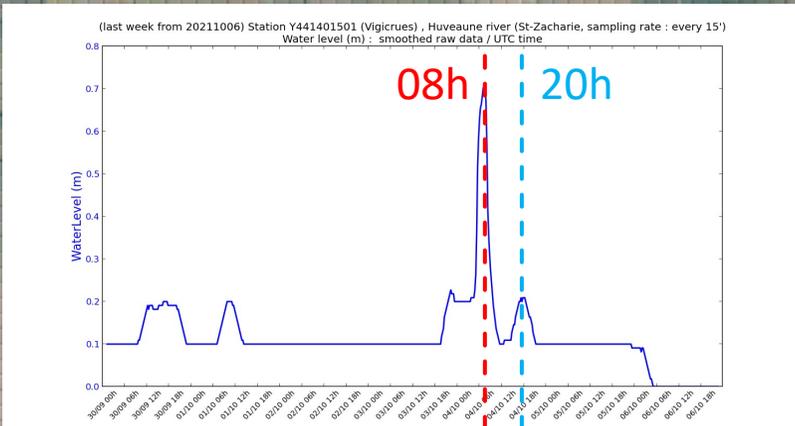
Edgarm_MeteoEduMed

2 STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES EDUMED OBS
TÉLÉMÉTRÉES

ESTUAIRE

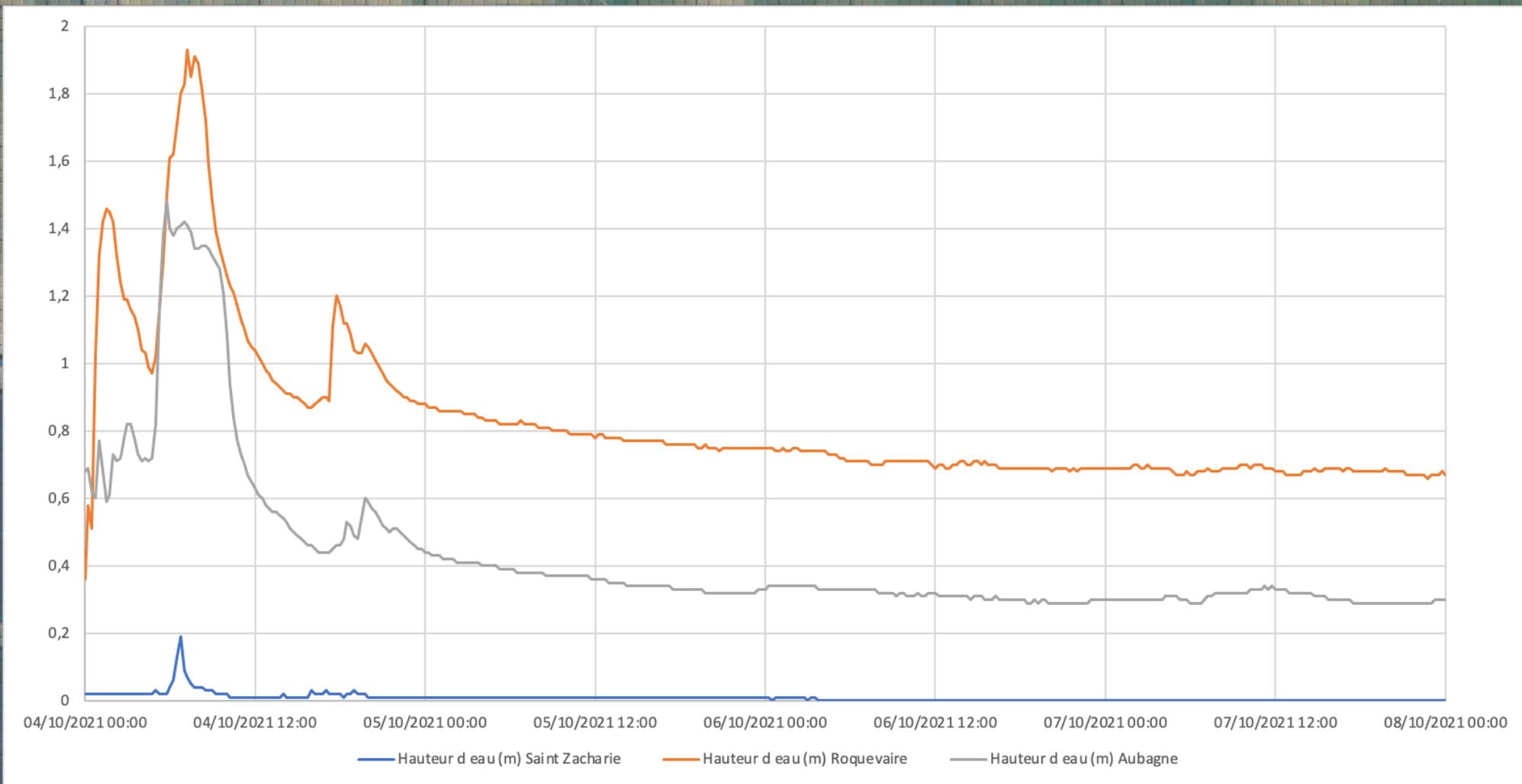
BASSIN VERSANT DE L'HUVEAUNE

Amont



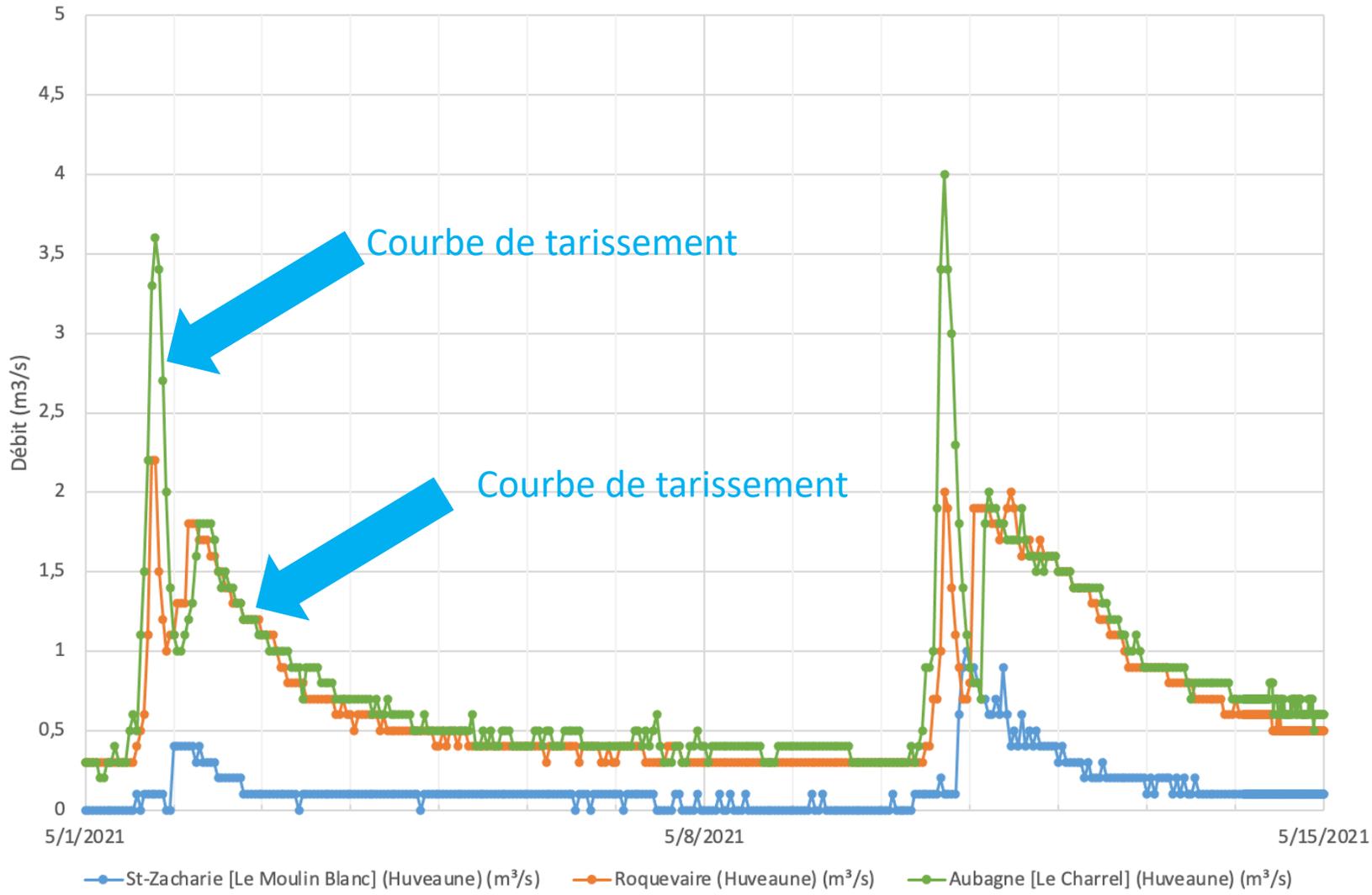
Comment expliquer les 2 maximums de crue du 4 octobre ?

Aval



Le phénomène observé est-il lié à une seconde vague de précipitations ou est-ce autre chose ?

Données du 04 octobre 2021

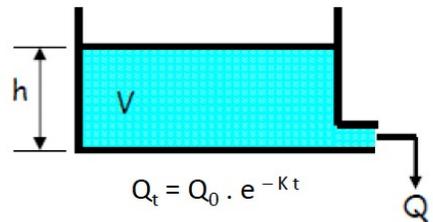


Données du 1^{er} au 15 mai 2021

Modèles boîte noire Pluie-Débit



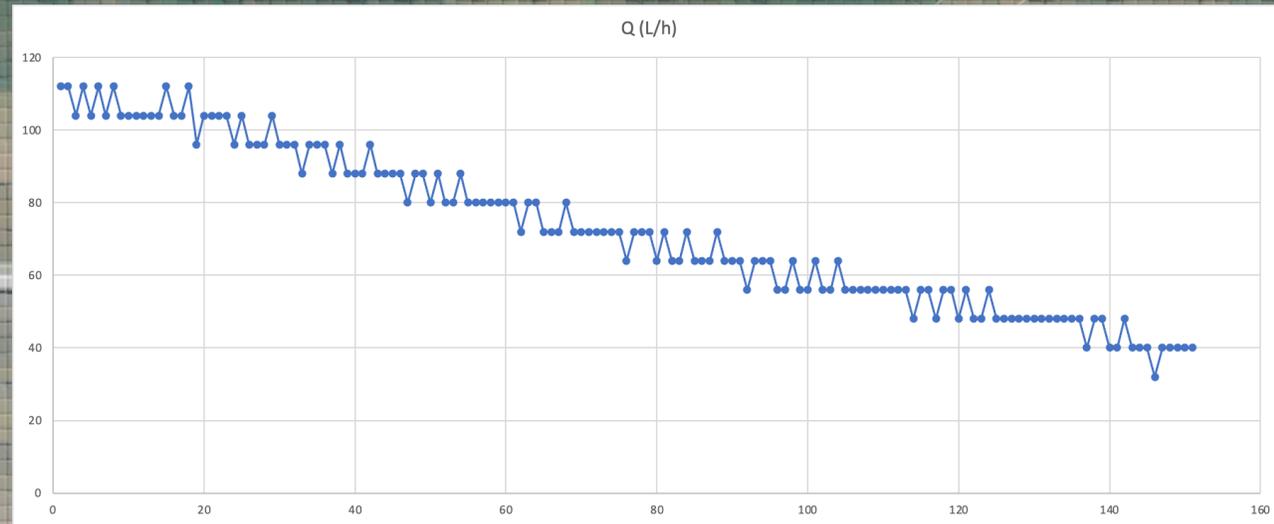
Modèles conceptuels à réservoirs



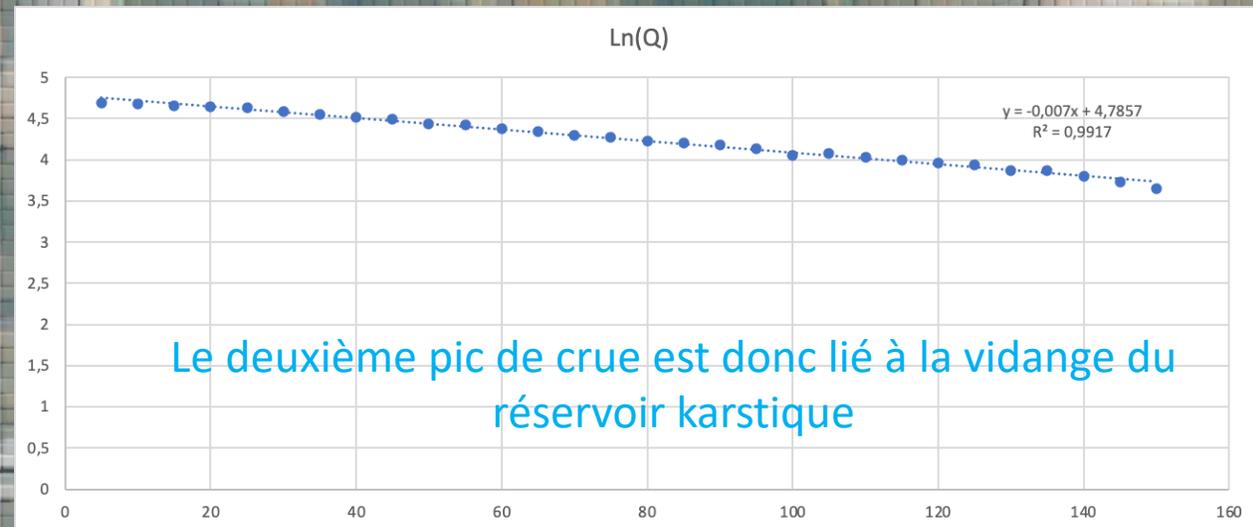
vidange d'un réservoir à travers un orifice (Loi de Maillet – 1906)

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

Modélisation à l'aide d'un EduShield



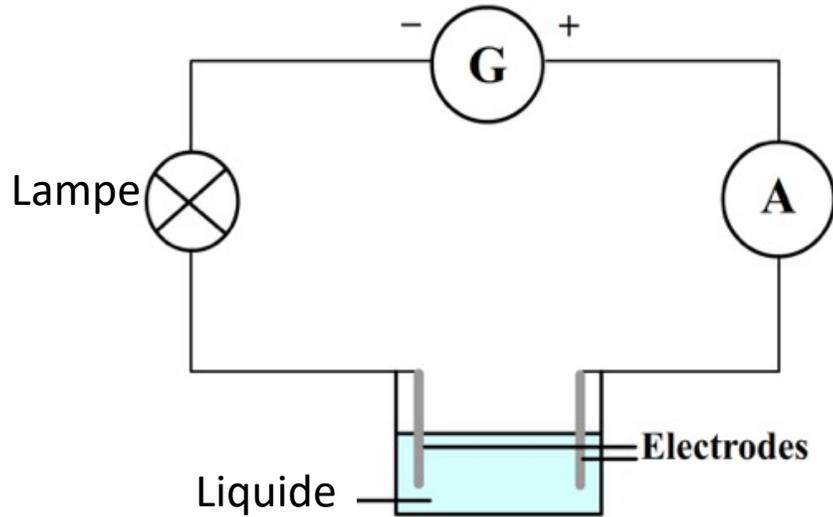
On linéarise pour trouver k
 $\ln(Q_t) = -Kt + \ln(Q_0)$



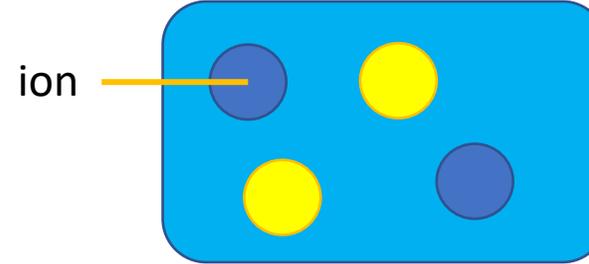
Le deuxième pic de crue est donc lié à la vidange du réservoir karstique

Données du 1^{er} au 15 mai 2021

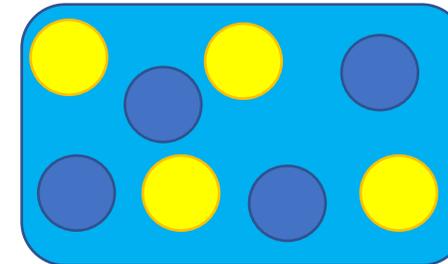
Utiliser la conductivité électrique pour comprendre les chemins de l'eau



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»

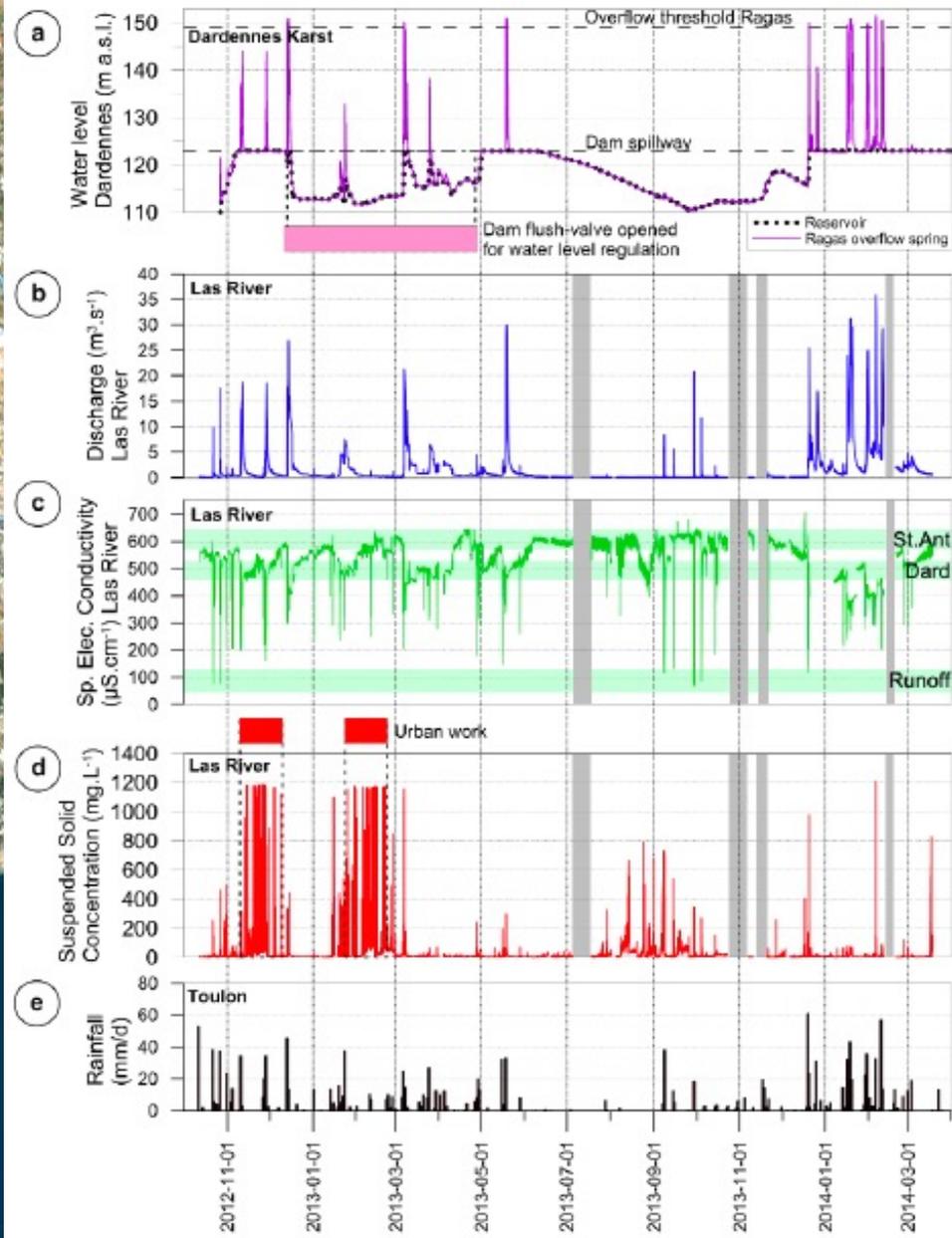


Utiliser la conductivité électrique pour comprendre les chemins de l'eau



Le Las

City of Toulon
350 000 residents



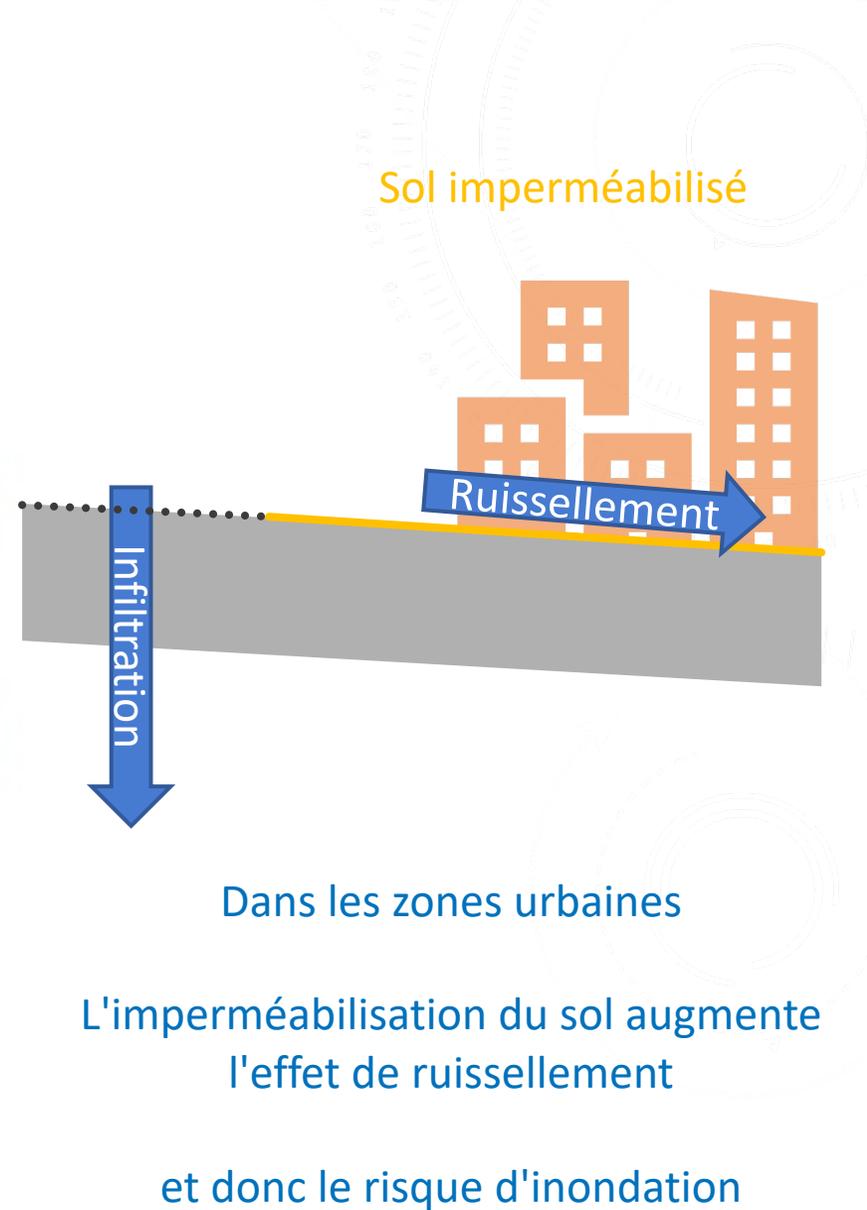
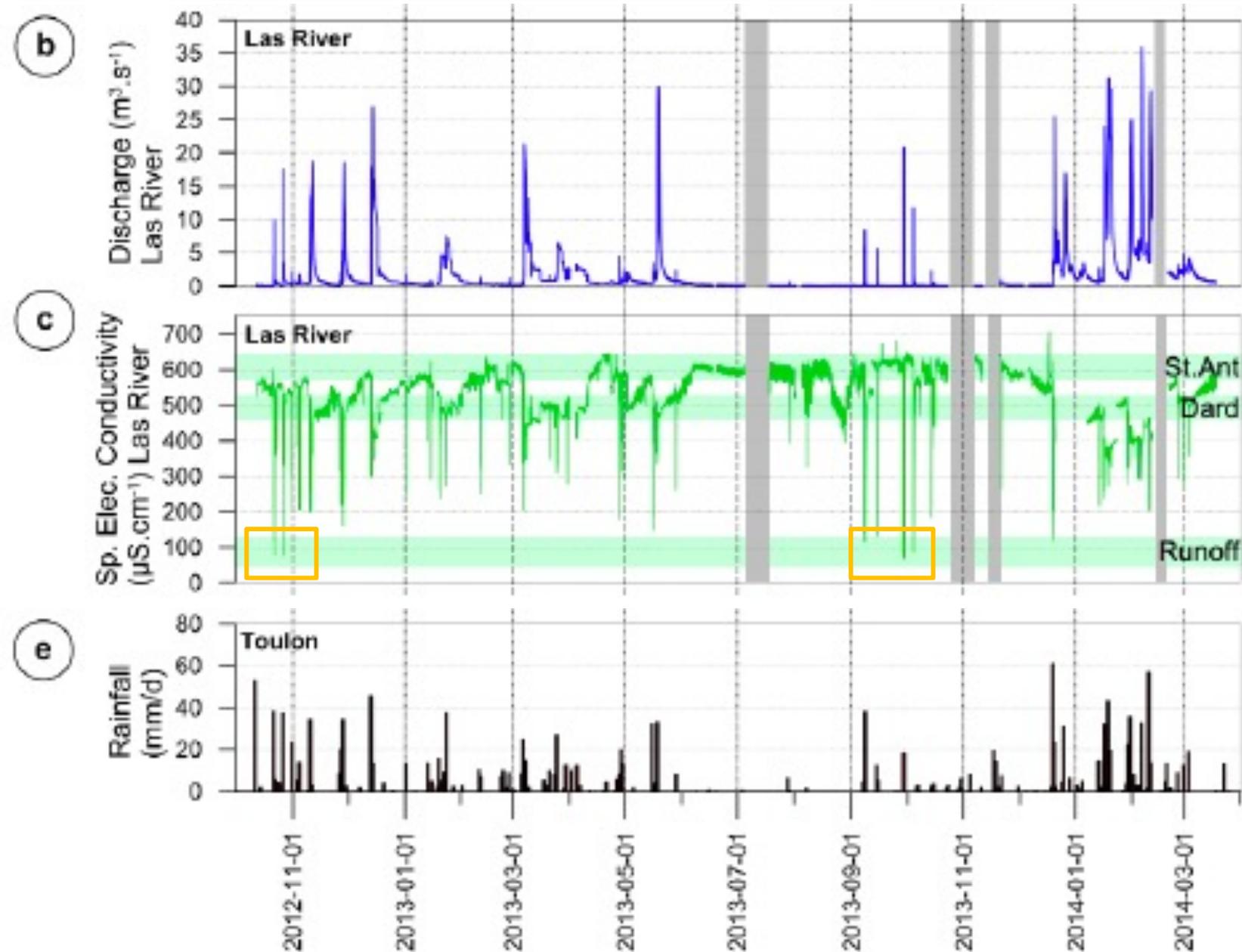
From : Christiane Dufresne, Bruno Arfib, Loic Ducros, Céline Duffa, Frank Giner, Vincent Rey (July 2020)

Marseille
Toulon

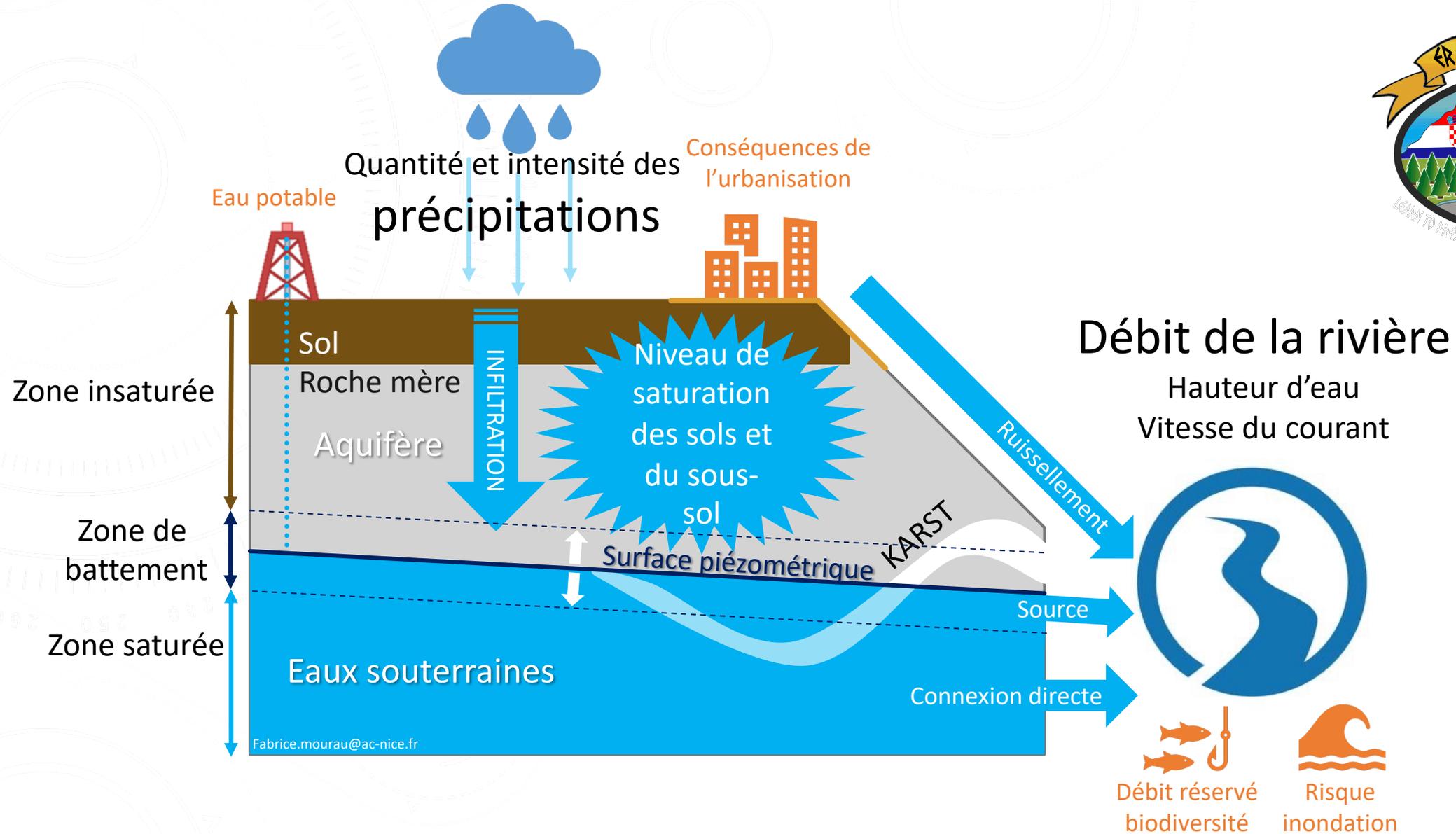
Échelle 1 : 136 440

0 — 2 km

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

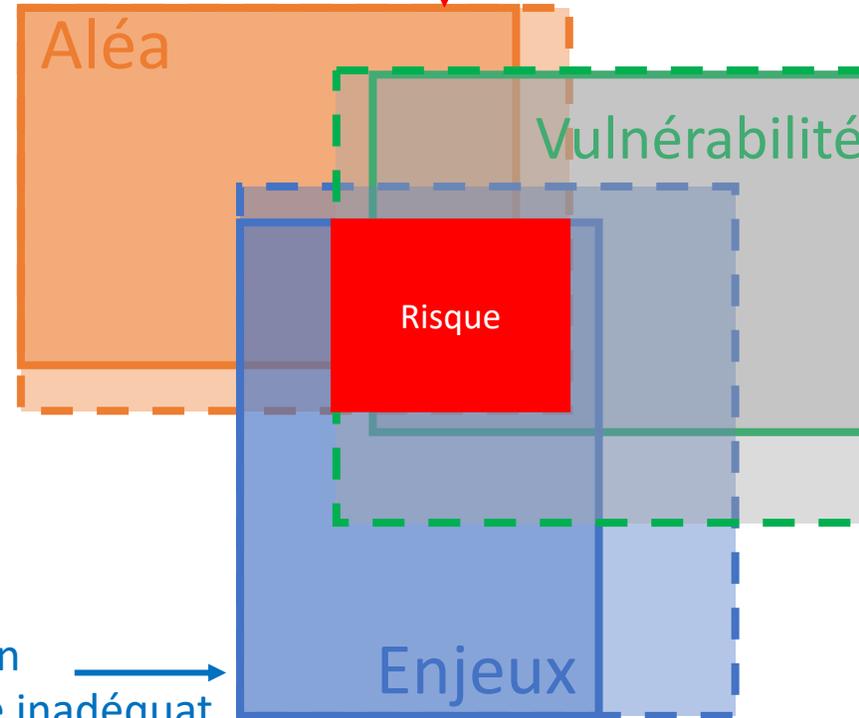


Le sous-sol contrôle les transferts entre l'atmosphère et l'hydrosphère



L'urbanisation du territoire augmente sa vulnérabilité

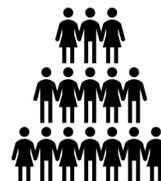
Intensité aléa : hauteur d'eau et vitesse d'écoulement



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