



HAL
open science

Fonctionnement de l'hydrosystème karstique de la Vède - Encanoux (Auriol, 13). Quelle contribution aux crues et à la biodiversité de l'Huveaune?

Amadis Ferraro, Yohan Mercurio, Noé Brunet, Clémentine Inez, Mélissa Larmony, Colline Roux, Alexandre Zappelli, Bruno Arfib

► To cite this version:

Amadis Ferraro, Yohan Mercurio, Noé Brunet, Clémentine Inez, Mélissa Larmony, et al.. Fonctionnement de l'hydrosystème karstique de la Vède - Encanoux (Auriol, 13). Quelle contribution aux crues et à la biodiversité de l'Huveaune?. Restitution des travaux de recherche interdisciplinaire sur les hydrosystèmes de la Sainte-Baume 2023, Aix-Marseille Université; Parc Départemental de Saint Pons, Dec 2023, Gémenos, France. hal-04396654

HAL Id: hal-04396654

<https://hal.science/hal-04396654>

Submitted on 16 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

FONCTIONNEMENT DE L'HYDROSYSTEME KARSTIQUE DE LA VÈDE - ENCANAUX

Quelle contribution aux crues et à la biodiversité de l'Huveaune?

14/12/2023

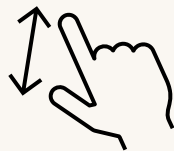
Amadis Ferraro & Yohan Mercurio

avec la participation de Noé Brunet, Clémentine Inez, Mélissa Larmony et Colline Roux

Sous la direction de A. Zappelli et B. Arfib

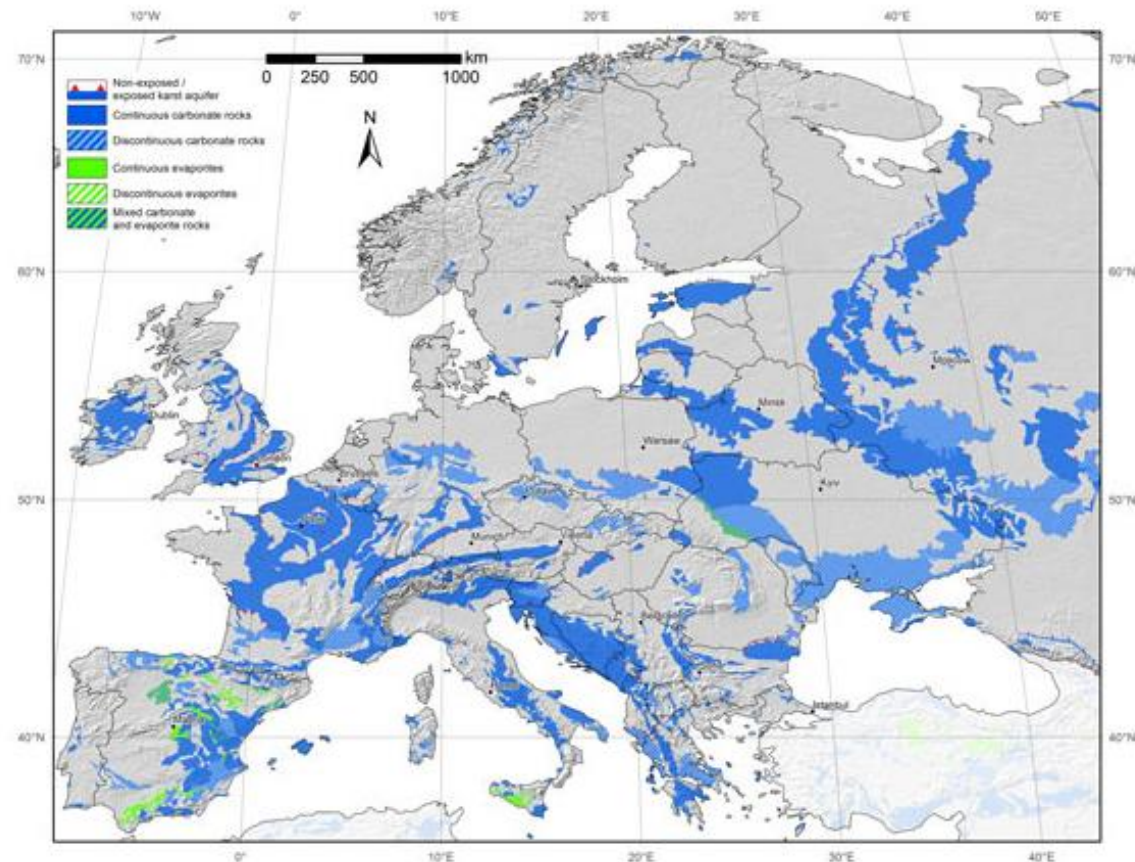
Pour citer ce document :

Ferraro A., Mercurio Y., Brunet N., Inez C., Larmony M., Roux C., Zappelli A., Arfib B. (2023) Fonctionnement de l'hydrosystème karstique de la Vède - Encanaux (Auriol, 13). Quelle contribution aux crues et à la biodiversité de l'Huveaune? Collaboration Université Aix-Marseille & CDSC13. Présentation orale de restitution du Coursus Master Ingénierie, Sciences de l'Eau. Parc Départemental de Saint-Pons. 14/12/2023.



CONTEXTE DE LA ZONE D'ÉTUDE, la Vède-les Encanaux

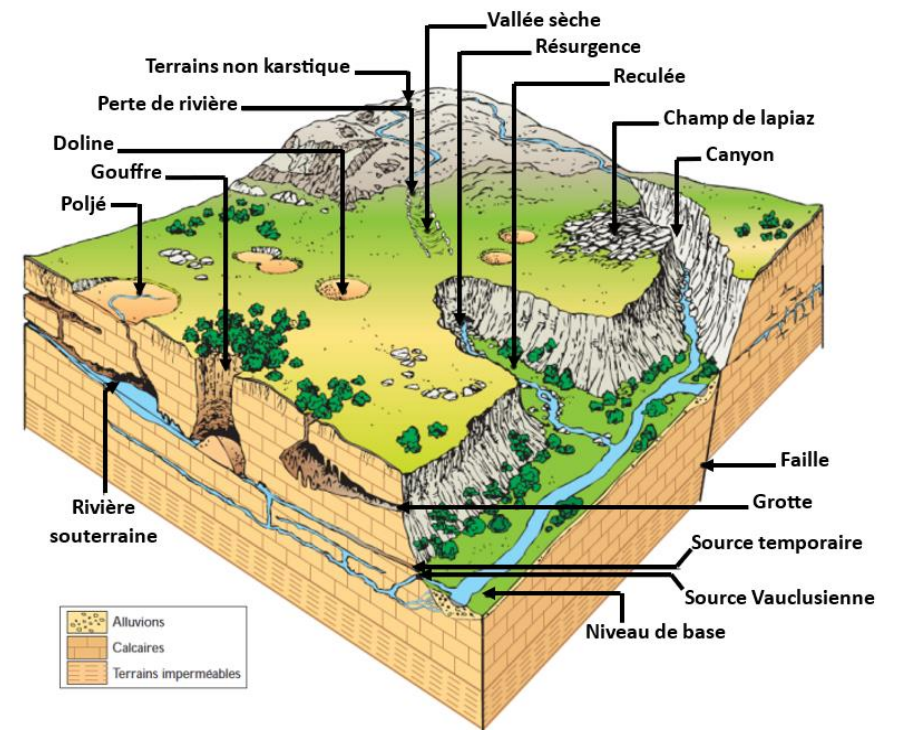
- ✓ 2 cours d'eau pérennes : la Vède et les Encanaux
- ✓ Un environnement karstique au climat tempéré méditerranéen
- ✓ Apport par du ruissellement et par le souterrain
- ✓ Un bassin versant naturel avec peu d'activités humaines
- ✓ Une forte biodiversité présente
- ✓ Présence à l'œil nu d'algues rouges au niveau des sources



Zones karstiques en Europe, Encyclopédie de l'environnement

PROBLÉMATIQUES DE L'ÉTUDE

- 1 Quel est le fonctionnement hydrologique de la Vède et des Encanaux, et quel impact a-t-il sur l'Huveaune ?
- 2 Le système karstique permet-il d'enrichir la biodiversité d'invertébrés dans les compartiments qui en découlent ?
- 3 Comment se répartissent les algues rouges sur les Encanaux ?



Formes karstiques , Encyclopédie de l'environnement

OBJECTIFS DU PROJET



- 1
 - Réaliser des courbes de tarage
 - Estimer les proportions de plusieurs eaux
 - Observer l'impact de la Vède sur l'Huveaune (2022-2023)



- 2
 - Déterminer la qualité de l'eau
 - Identifier les invertébrés benthiques en surface, en sortie de sources et en souterrain



- 3
 - Identification de l'espèce
 - Compréhension de sa répartition grâce à la chimie du milieu



SOMMAIRE

01

Hydrologie

02

**Hydrobiologie
Invertébrés**

03

**Algues rouges
et tufs calcaires**

Organisation

- > *Synthèse bibliographique*
- > *Matériel et méthodes*
- > *Résultats interprétés*



Première partie

01

Hydrologie

02

**Hydrobiologie
Invertébrés**

03

**Algues rouges
et tufs calcaires**

Problématique

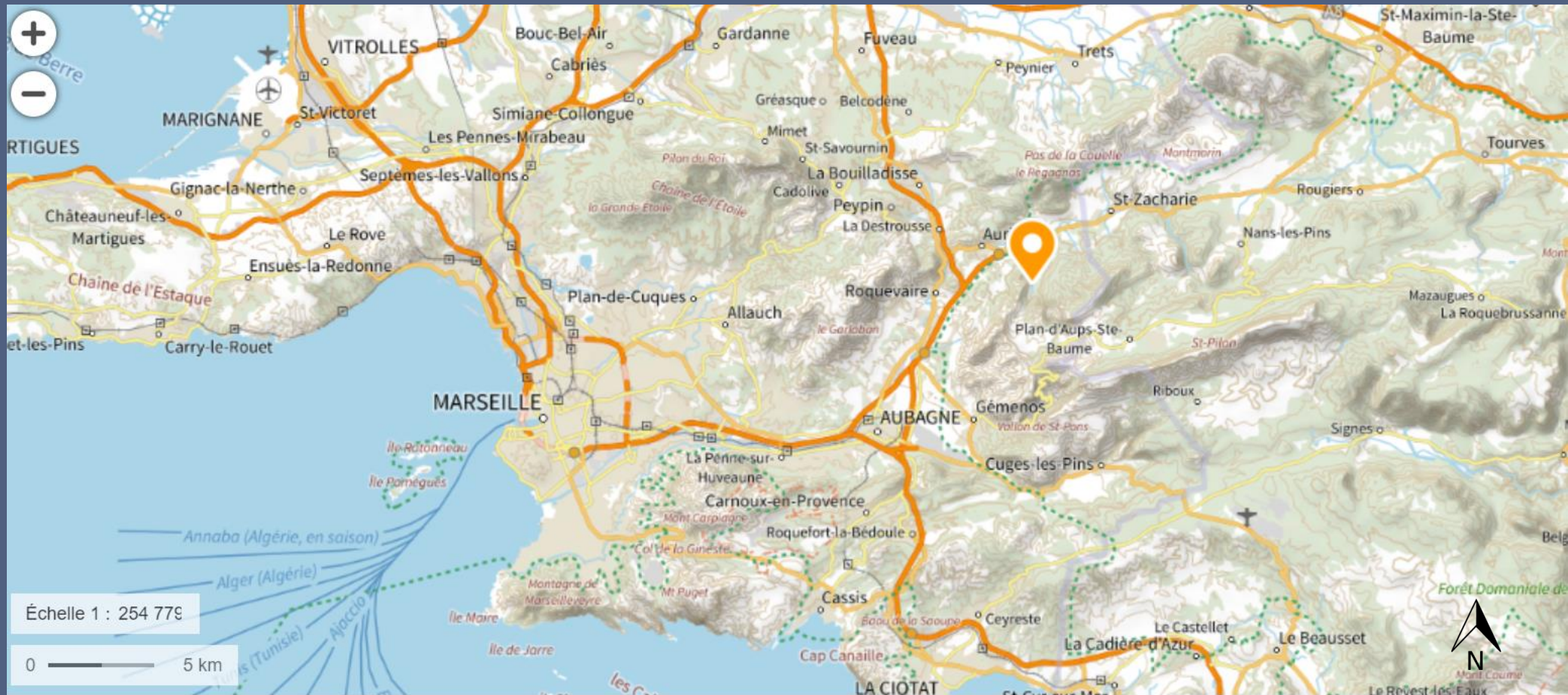
Quel est le fonctionnement hydrologique de la Vède et des Encanaux, et quel impact a-t-il sur l'Huveaune ?

HYDROLOGIE

Localisation de la zone d'étude



Située à Auriol, à environ 30 km de Marseille...



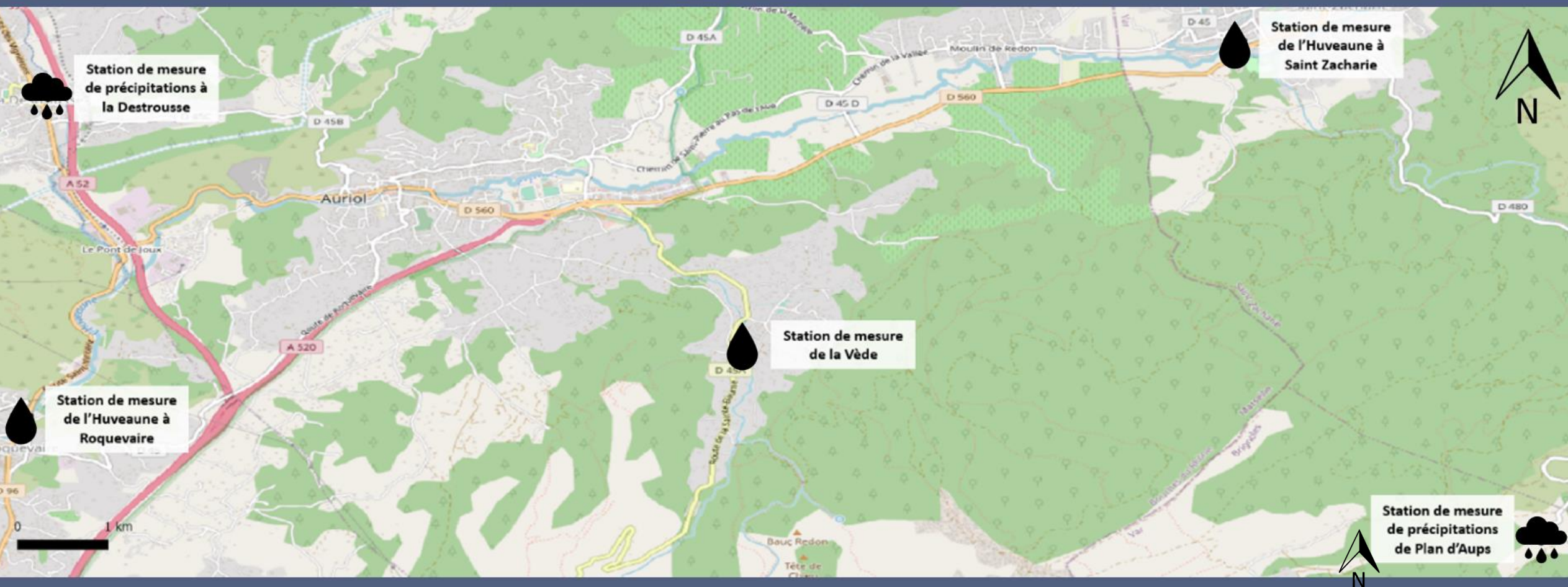
Localisation de la zone d'étude dans la région, Géoportail, 2023

HYDROLOGIE

Localisation de la zone d'étude



Plusieurs stations de mesures dans la zone...



Localisation des stations de mesures aux alentours de la zone d'étude, Qgis, 2023

HYDROLOGIE

Localisation de la zone d'étude



2 cours d'eau avec plusieurs sources d'alimentation chacune avec ses spécificités...

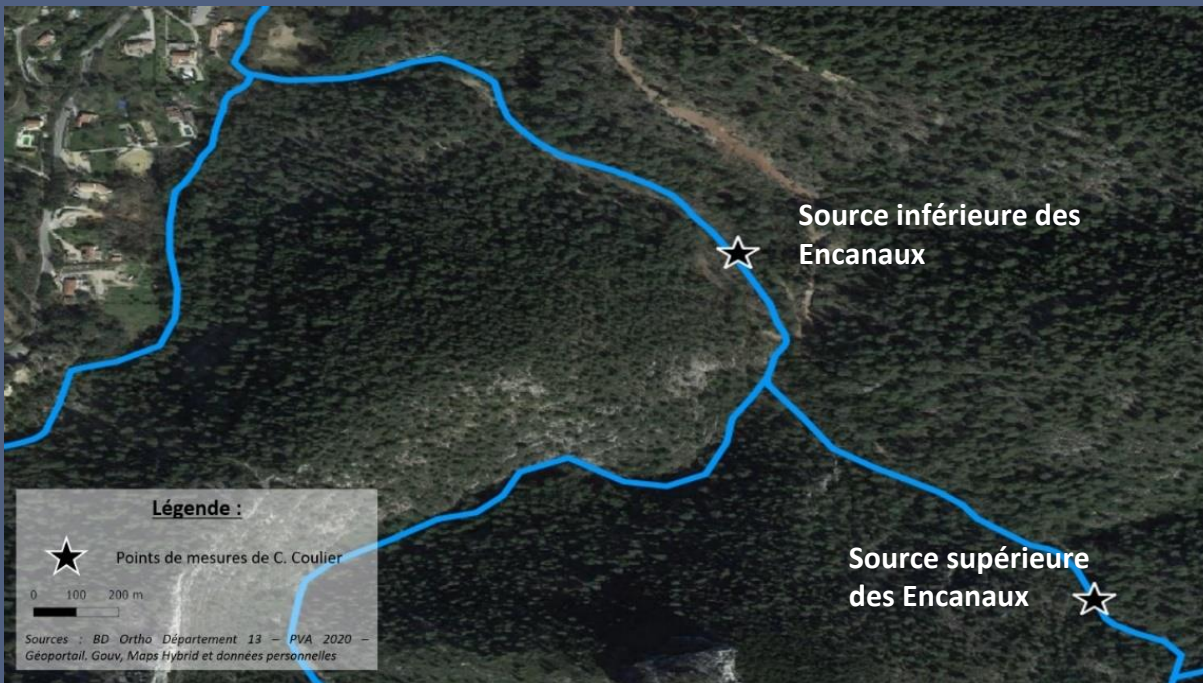


HYDROLOGIE

SYNTHESE DES DONNEES EXISTANTES



DES COURBES DE TARAGE DÉJÀ REALISEES (C.Coulier 1985)



- 2 points de mesures
- Mesures de hauteurs d'eau grâce à un limnigraphe converties en débit au niveau des sources

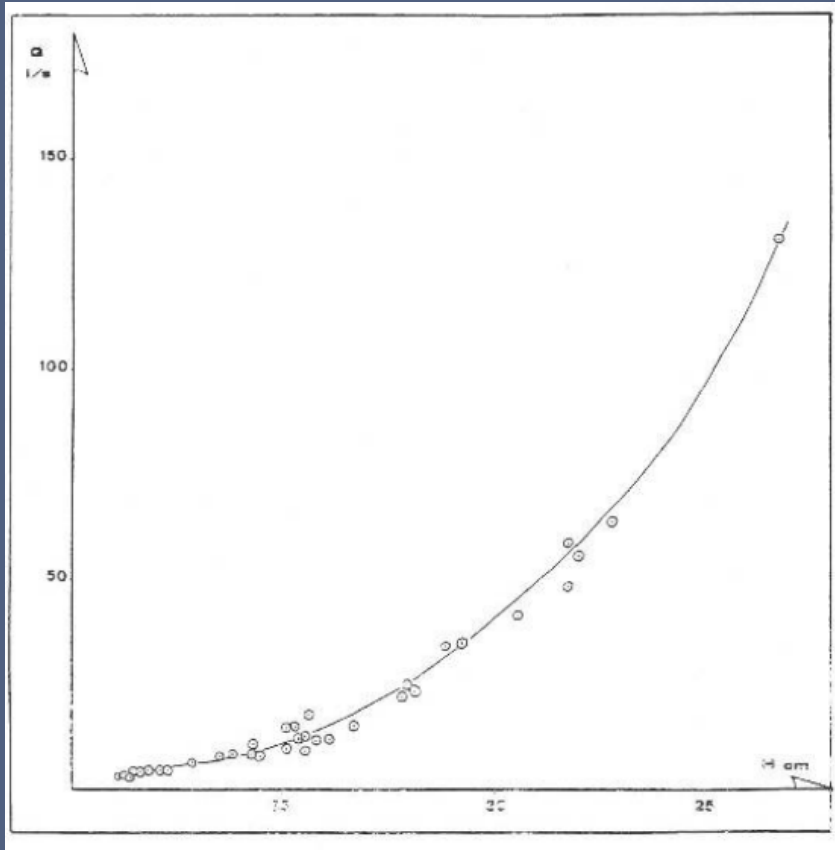
Cartes des points de mesures de C.Coulier, Géoportail, 1985

HYDROLOGIE

SYNTHESE DES DONNEES EXISTANTES

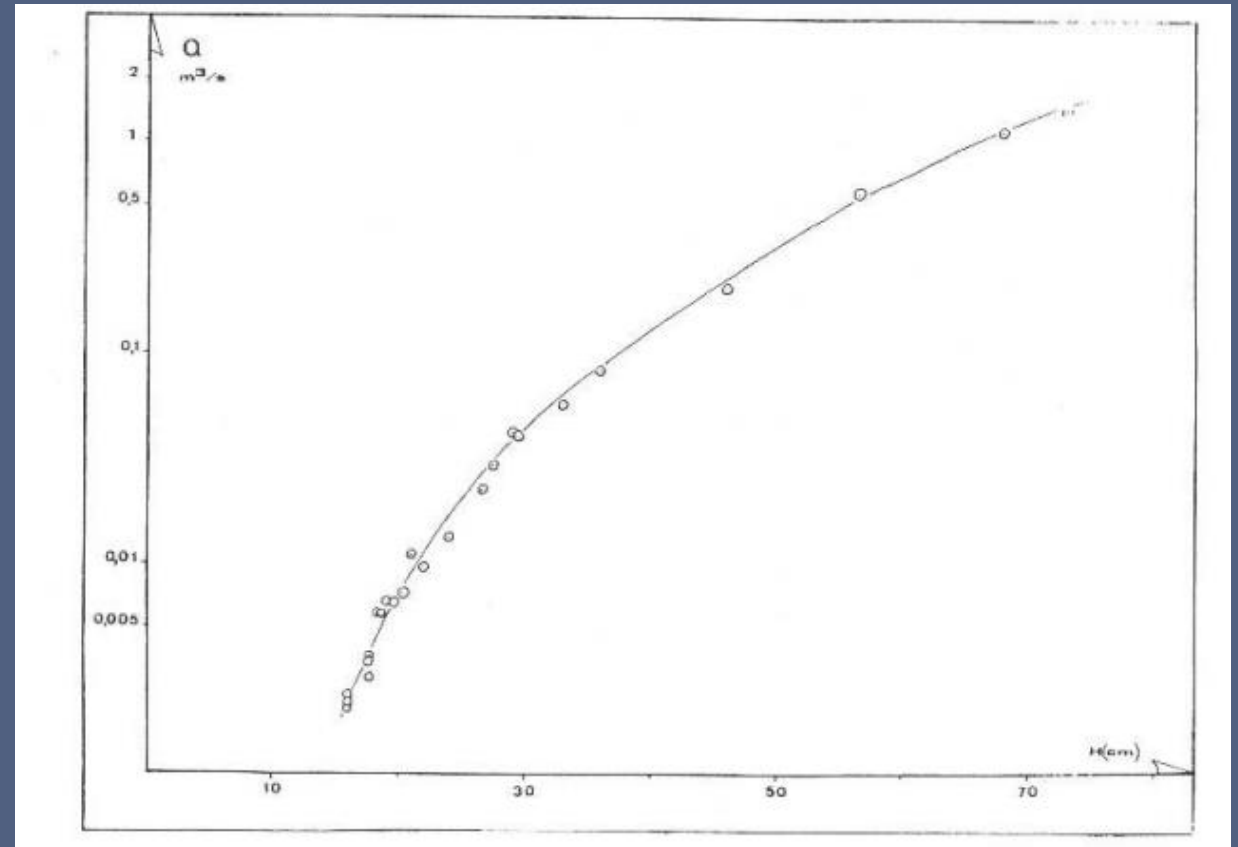


SOURCE INFÉRIEURE DES ENCANAUX (1985)



Courbe de tarage à la source inférieure des Encanaux, C.Coulier, 1985

SOURCE SUPÉRIEURE DES ENCANAUX (1985)



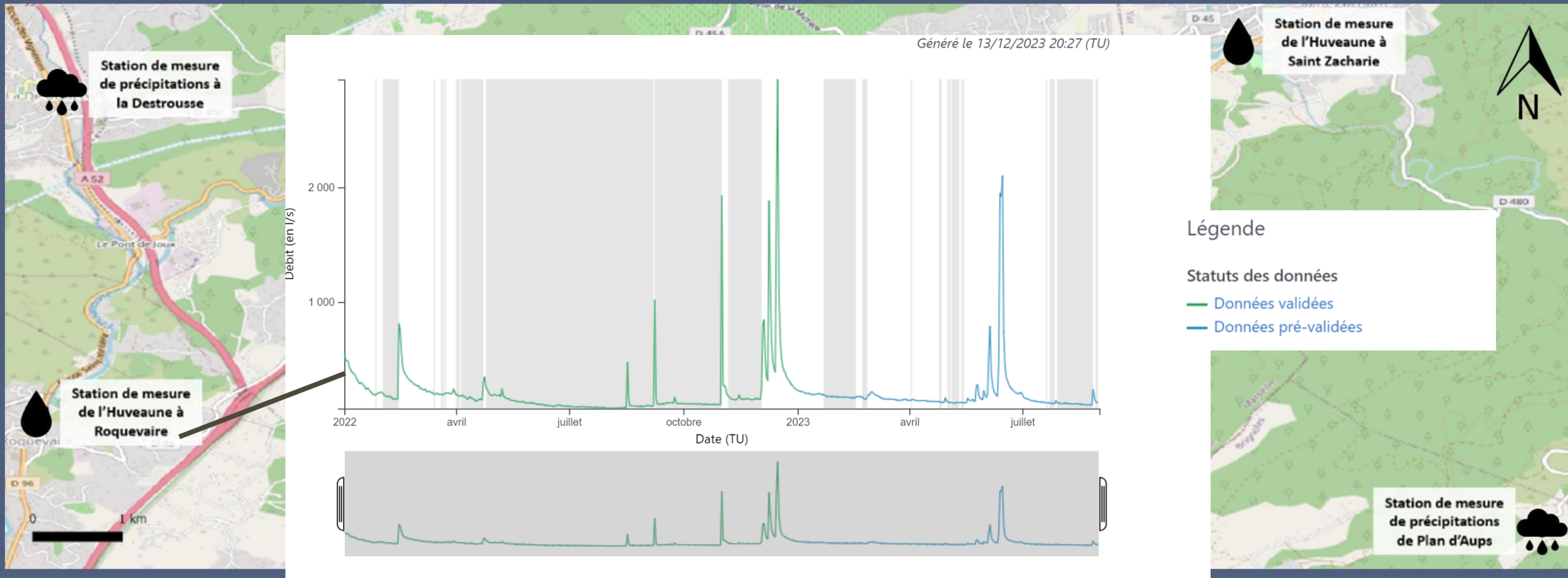
Courbe de tarage à la source supérieure des Encanaux, C.Coulier, 1985

HYDROLOGIE

SYNTHESE DES DONNEES EXISTANTES



L'Huveaune est un cours d'eau avec un débit très variable et présentant des périodes d'étiages mais aussi de crue



Localisation des stations de mesures aux alentours de la zone d'étude, Qgis, 2023

HYDROLOGIE



MATERIEL ET METHODES

Mesures en continu par des sondes placées

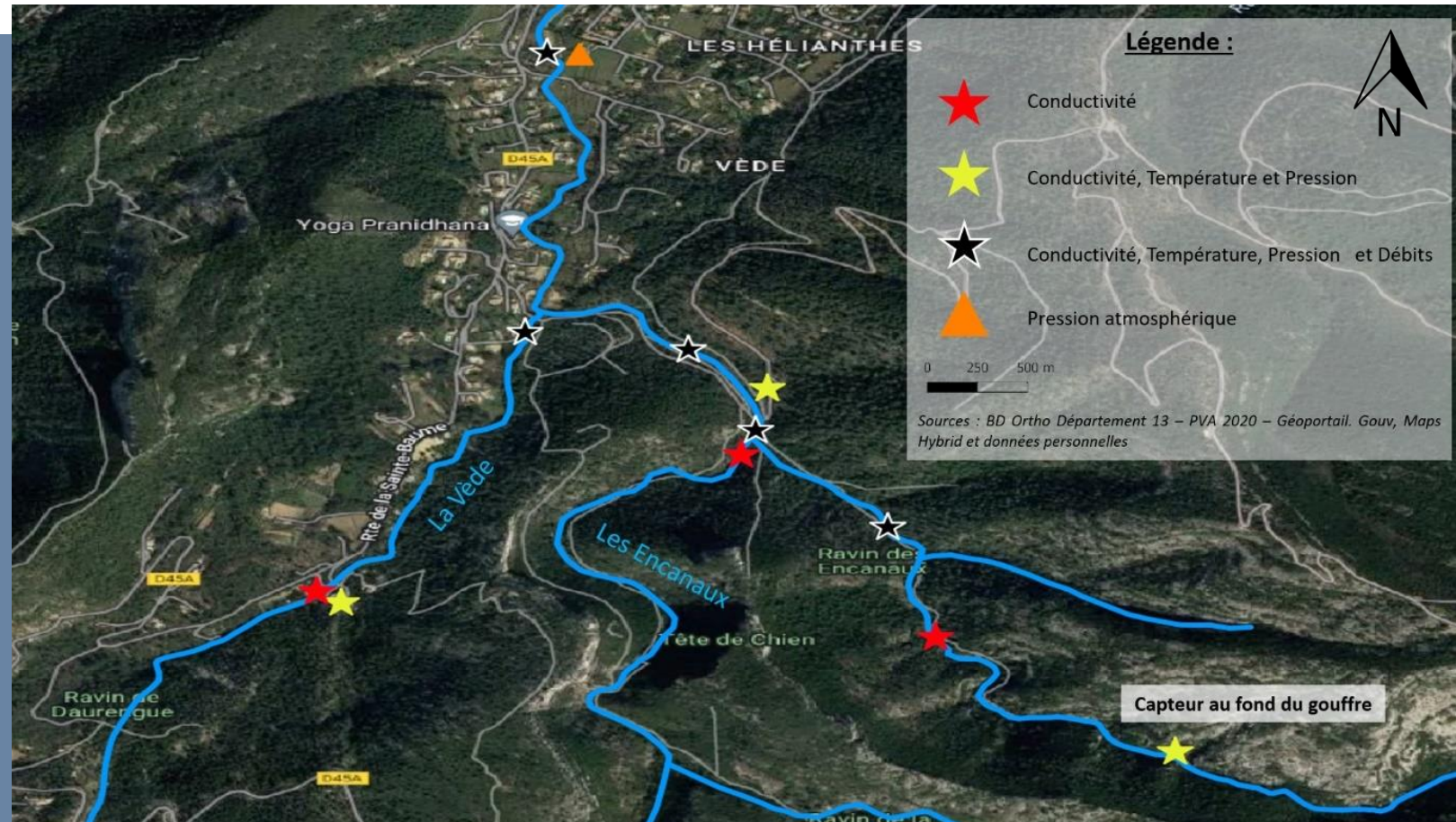
- En amont ou en aval des sources / de confluence
- En des points difficiles d'accès (rivière souterraine)



Objectifs

- Réaliser des courbes de tarage
- Estimation des proportions d'eau souterraine et de ruissellement via des équations de mélange

Mise en place des sondes de mesures sur la zone d'étude, Qgis 2023



HYDROLOGIE

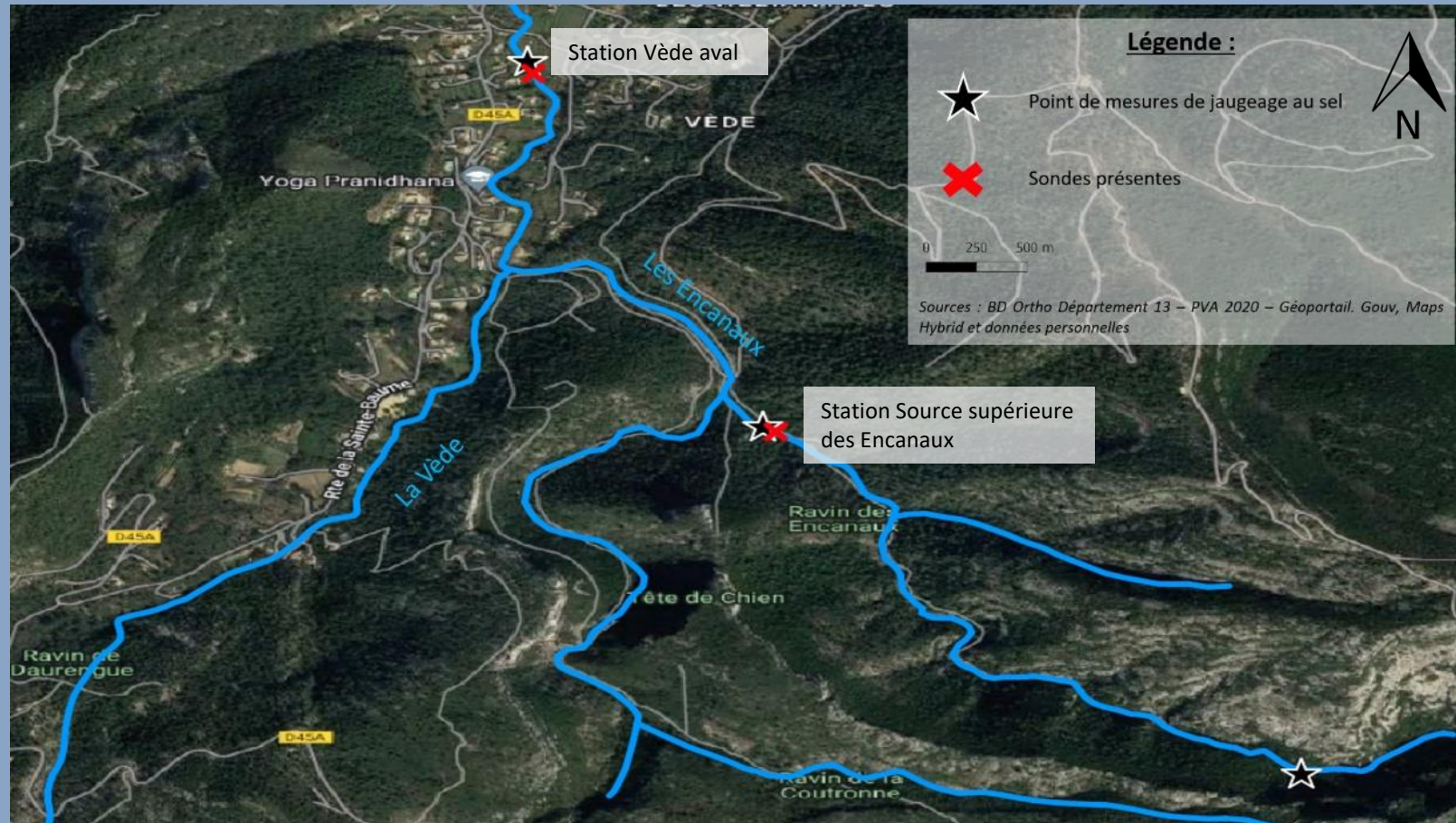
RESULTATS ET INTERPRETATIONS



Des courbes de tarage... réalisées par des mesures ponctuelles par jaugeage au sel



Mesures de conductivité, Yohan Mercúrio 2023



Stations de mesures ponctuelles et sondes, Qgis, 2023

HYDROLOGIE

RESULTATS ET INTERPRETATIONS



Des nouvelles courbes de tarage (2022, 2023) réalisées par des mesures ponctuelles par jaugeage au sel



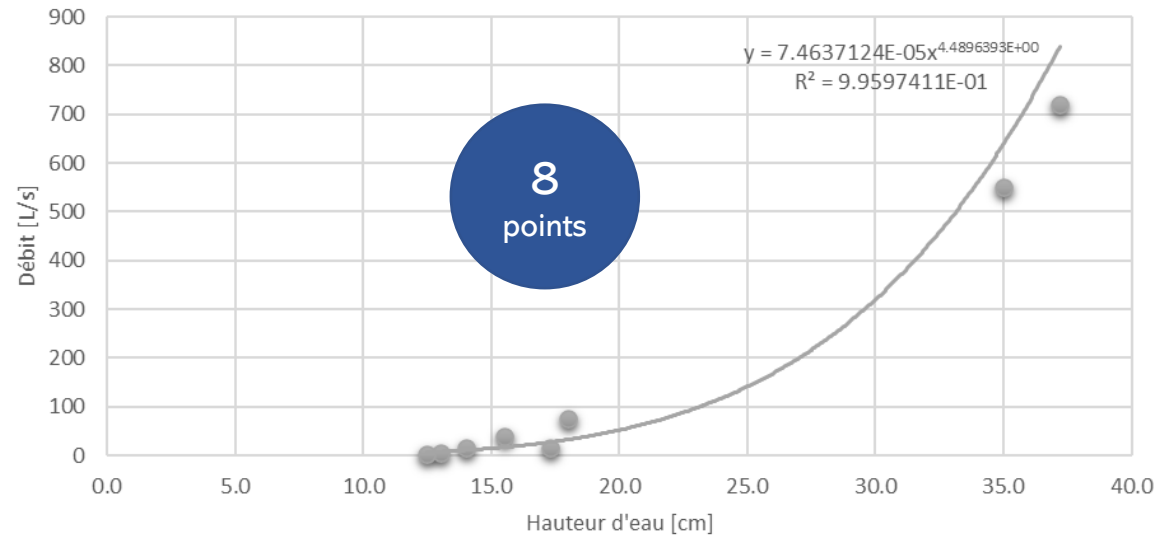
Mesures de conductivité, Yohan Mercúrio 2023



D'après la littérature (C.Coulier) on sait que les débits peuvent être largement supérieurs sur ces cours d'eau donc il faudra compléter ces courbes en retournant sur le terrain

Au niveau de la source supérieure

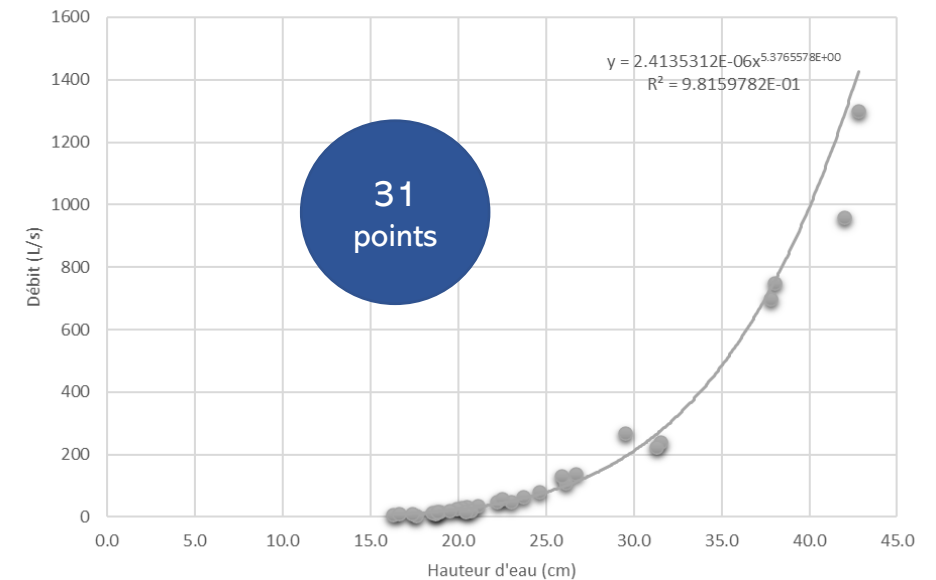
Courbe de tarage hauteur d'eau [cm] - Débit [L/s] à la source supérieure des Encanaux



Au niveau de la Vède en aval



Courbe de tarage hauteur d'eau - Débit au niveau de la Vède aval

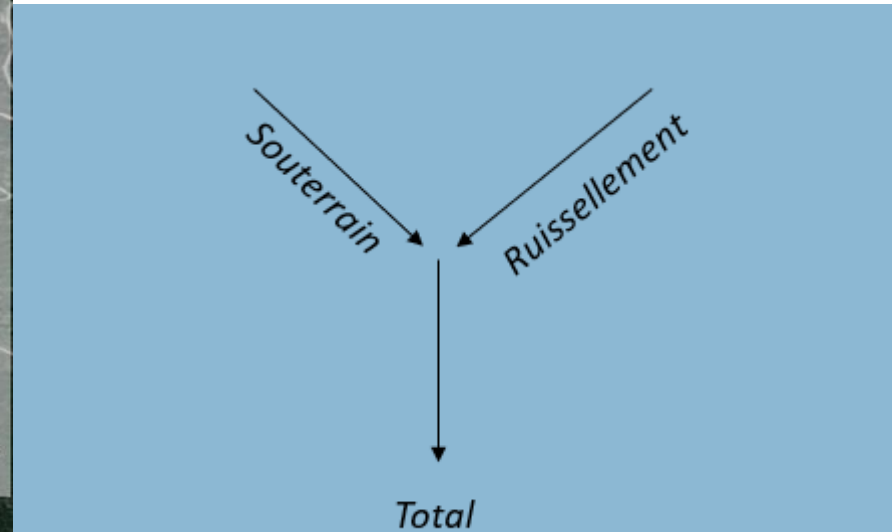
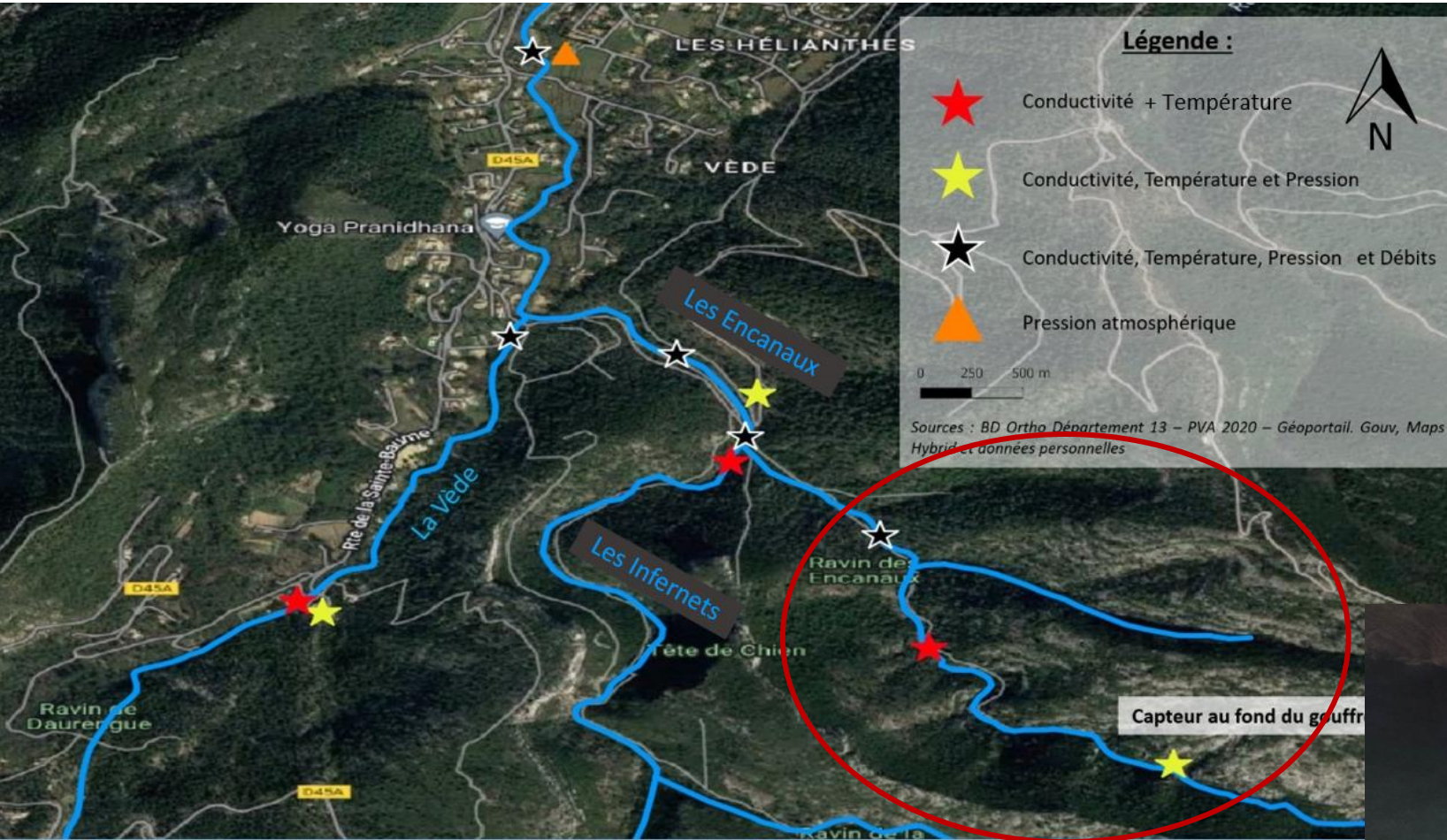


HYDROLOGIE

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

$$Q_{tot} = Q_{souterrain} + Q_{ruissellement}$$

$$Q_{tot} * Cond_{tot} = Q_{souterrain} * Cond_{souterraine} + Q_{ruissellement} * Cond_{ruissellement}$$



Localisation des sondes de mesures en continues en place, Qgis, 2023

HYDROLOGIE

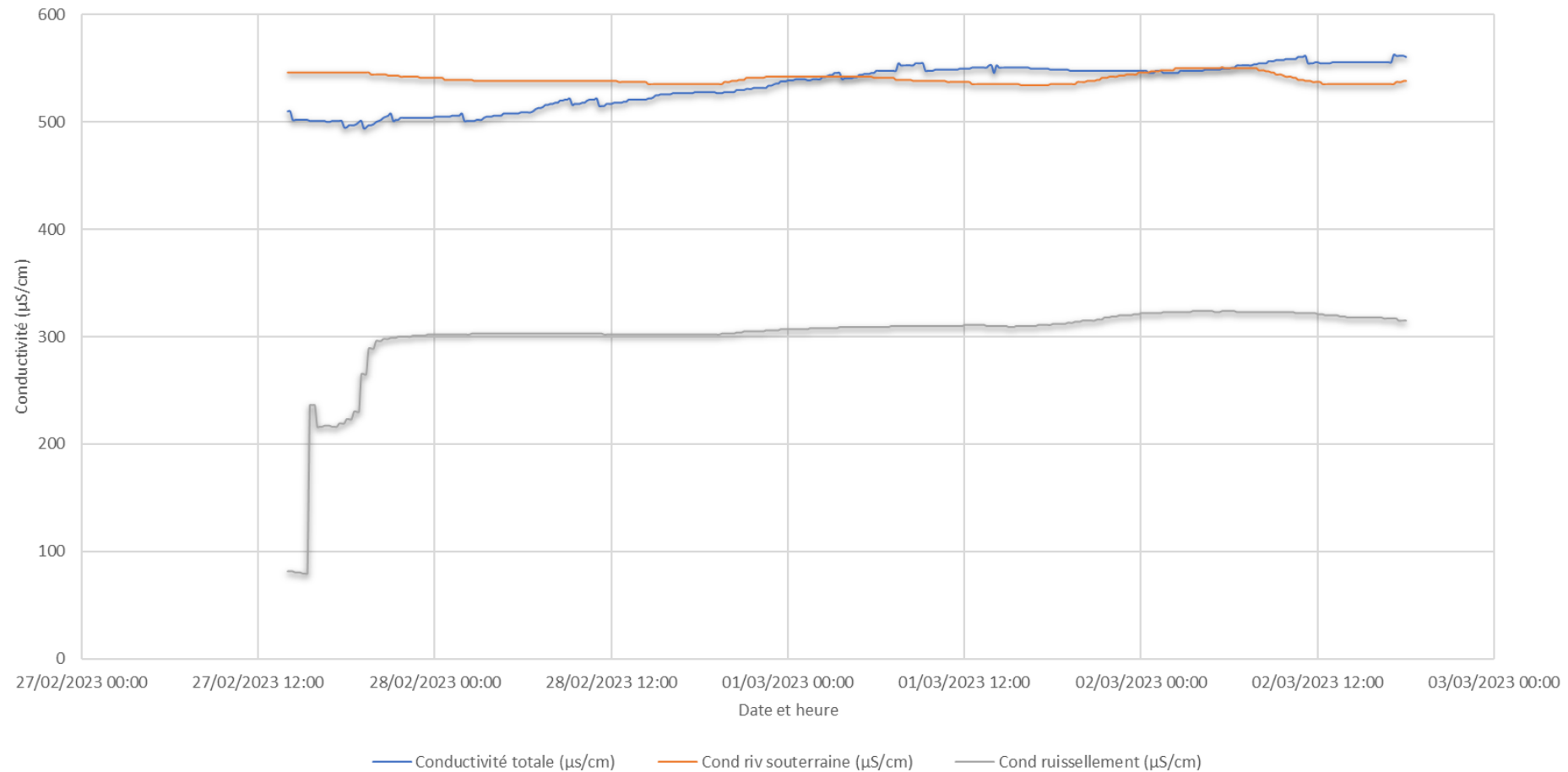
RESULTATS ET INTERPRETATIONS

(février 2023 – mars 2023)

$$Q_{\text{tot}} = Q_{\text{souterrain}} + Q_{\text{ruissellement}}$$

$$Q_{\text{tot}} * \text{Cond}_{\text{tot}} = Q_{\text{souterrain}} * \text{Cond}_{\text{souterraine}} + Q_{\text{ruissellement}} * \text{Cond}_{\text{ruissellement}}$$

Variation des conductivités ($\mu\text{S}/\text{cm}$) au niveau de la source supérieure des Encanaux entre le 22/02/23 et le 03/03/2023



HYDROLOGIE

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

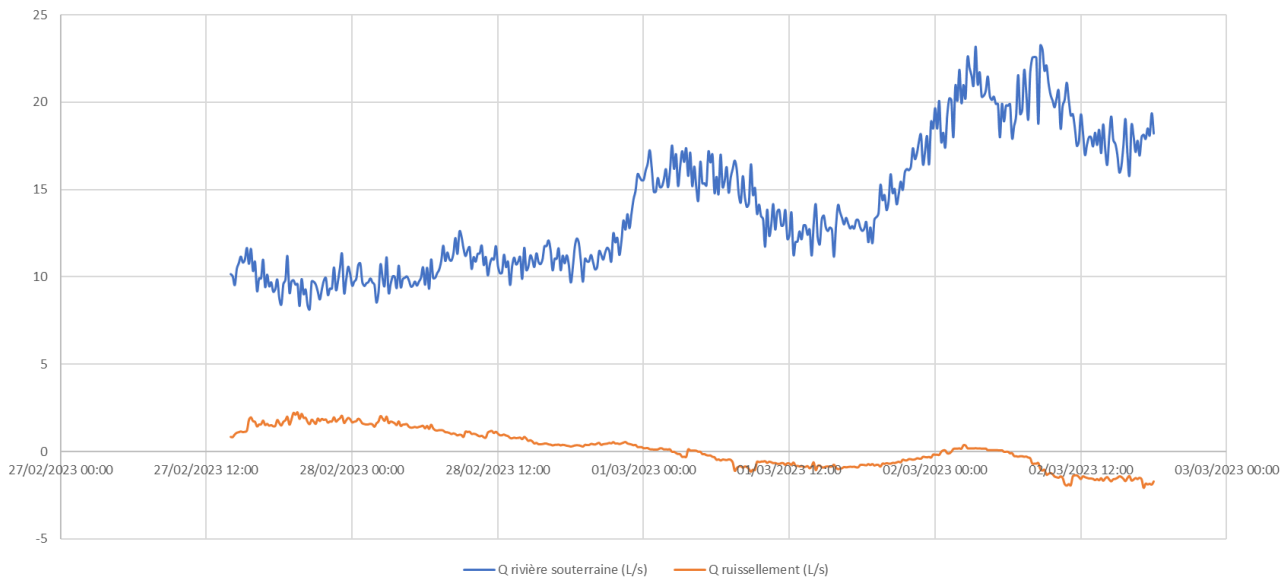
(février 2023 – mars 2023)

$$Q_{\text{tot}} = Q_{\text{souterrain}} + Q_{\text{ruissellement}}$$

$$Q_{\text{tot}} * \text{Cond}_{\text{tot}} = Q_{\text{souterrain}} * \text{Cond}_{\text{souterrain}} + Q_{\text{ruissellement}} * \text{Cond}_{\text{ruissellement}}$$

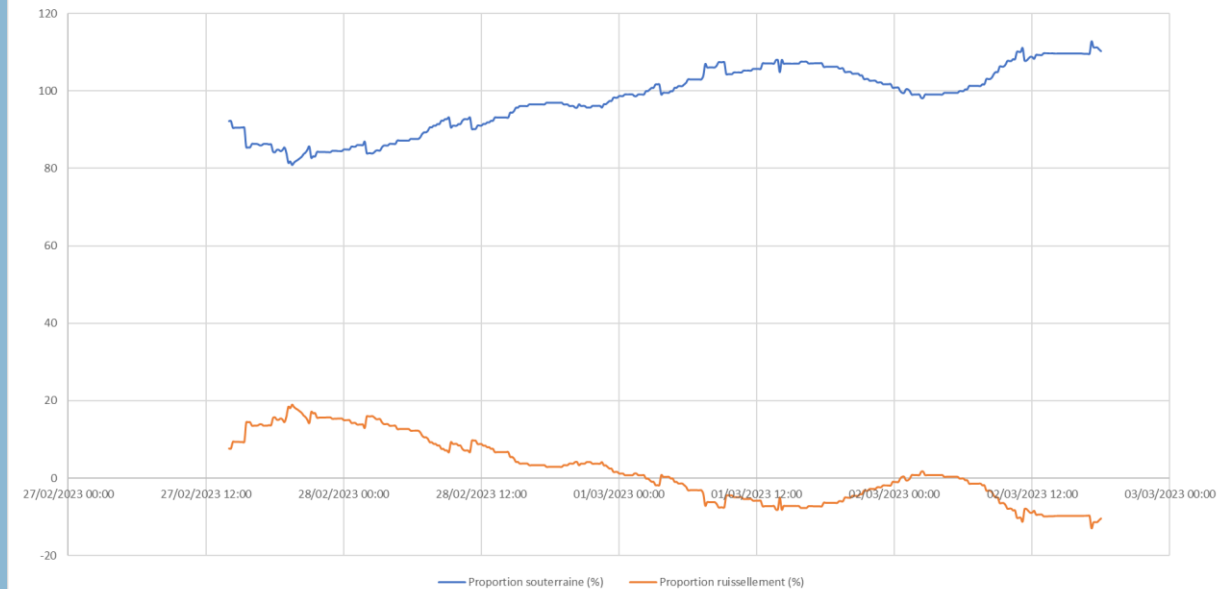
Variations des débits calculés par équations de mélange

Variation des débits (L/s) de la rivière souterraine et des eaux de ruissellement au niveau de la source supérieure des Encanaux lors de la crue du 27/02/23 au 03/03/23



Variations des proportions d'eau souterraine et de ruissellement

Variation des proportions (%) des eaux souterraines et de ruissellement au niveau de la source supérieure des Encanaux lors de la crue du 27/02/23 au 03/03/23



Interprétations :

Sur cette période, les limites de la méthode sont atteintes et elle n'est pas applicable. Les débits simulés deviennent négatifs, ce qui montre une erreur : l'incertitude sur la mesure de la conductivité électrique nécessite ici une correction des données avec des mesures de validation.

HYDROLOGIE

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

(juin 2023)

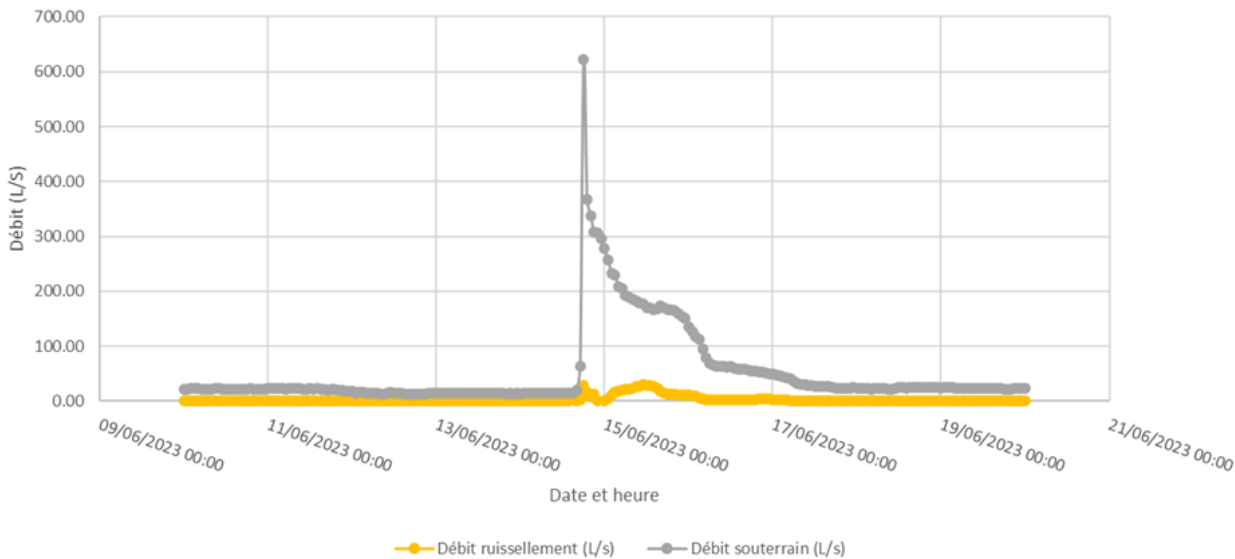
$$Q_{tot} = Q_{souterrain} + Q_{ruissellement}$$

$$Q_{tot} * Cond_{tot} = Q_{souterrain} * Cond_{souterraine} + Q_{ruissellement} * Cond_{ruissellement}$$

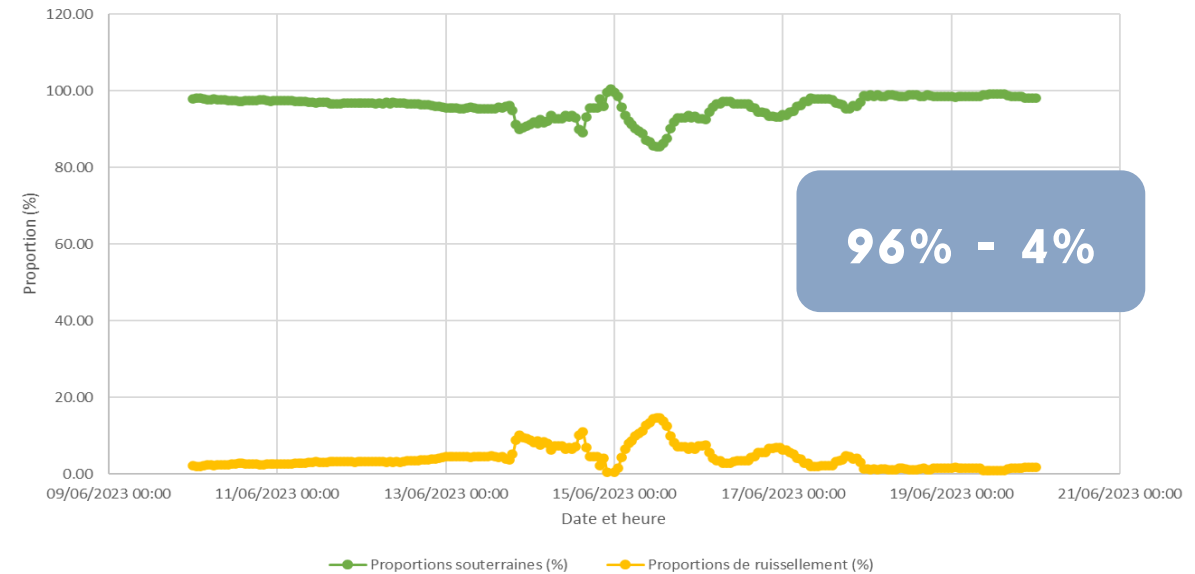
Variations des débits calculés par équations de mélange

Variations des proportions d'eau souterraine et de ruissellement

Variation des débits souterrains et de ruissellements (L/s) au cours du temps entre le 10/06/2023 et 20/06/2023 à la station supérieure des Encanaux



Variation des proportions entre les eaux souterraines et les eaux de ruissellement à la station supérieure des Encanaux entre le 10/06/2023 et le 20/06/2023



Crue de Juin 2023

HYDROLOGIE

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

(juin 2023)

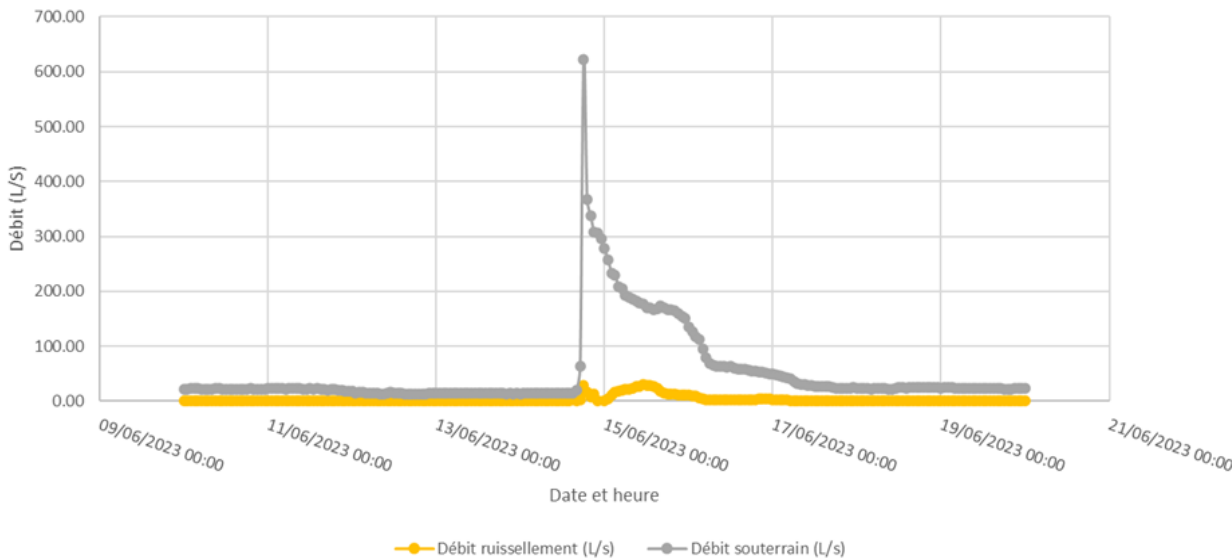
$$Q_{tot} = Q_{souterrain} + Q_{ruissellement}$$

$$Q_{tot} * Cond_{tot} = Q_{souterrain} * Cond_{souterraine} + Q_{ruissellement} * Cond_{ruissellement}$$

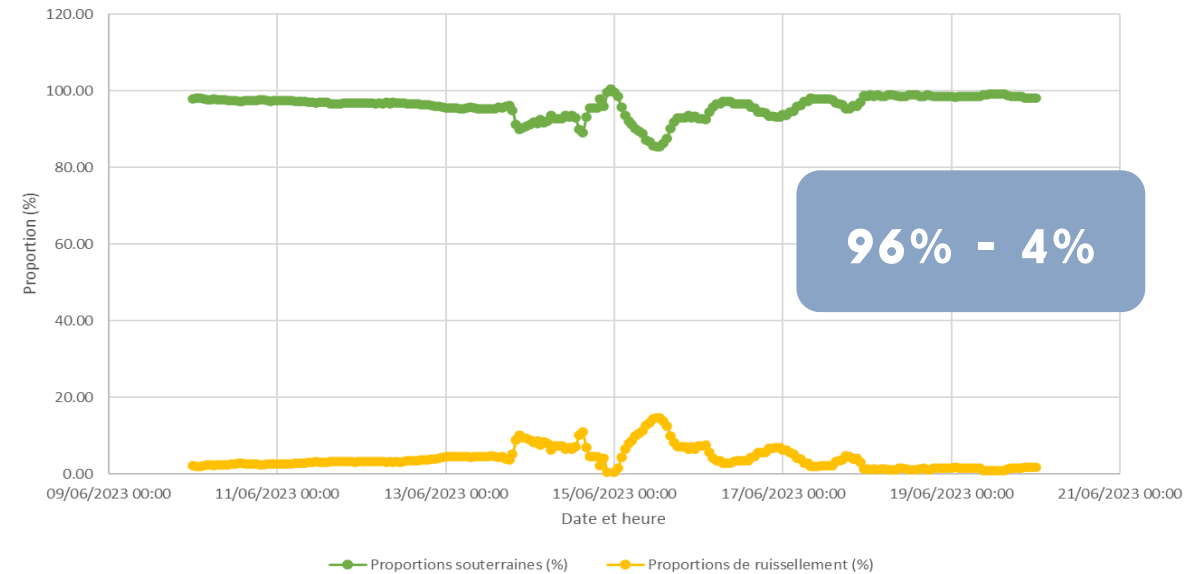
Variations des débits calculés par équations de mélange

Variations des proportions d'eau souterraine et de ruissellement

Variation des débits souterrains et de ruissellements (L/s) au cours du temps entre le 10/06/2023 et 20/06/2023 à la station supérieure des Encanaux



Variation des proportions entre les eaux souterraines et les eaux de ruissellement à la station supérieure des Encanaux entre le 10/06/2023 et le 20/06/2023



Interprétations :

Ici la méthode fonctionne bien. La proportion d'eau provenant du souterrain est largement supérieure à celle d'eau du ruissellement

HYDROLOGIE

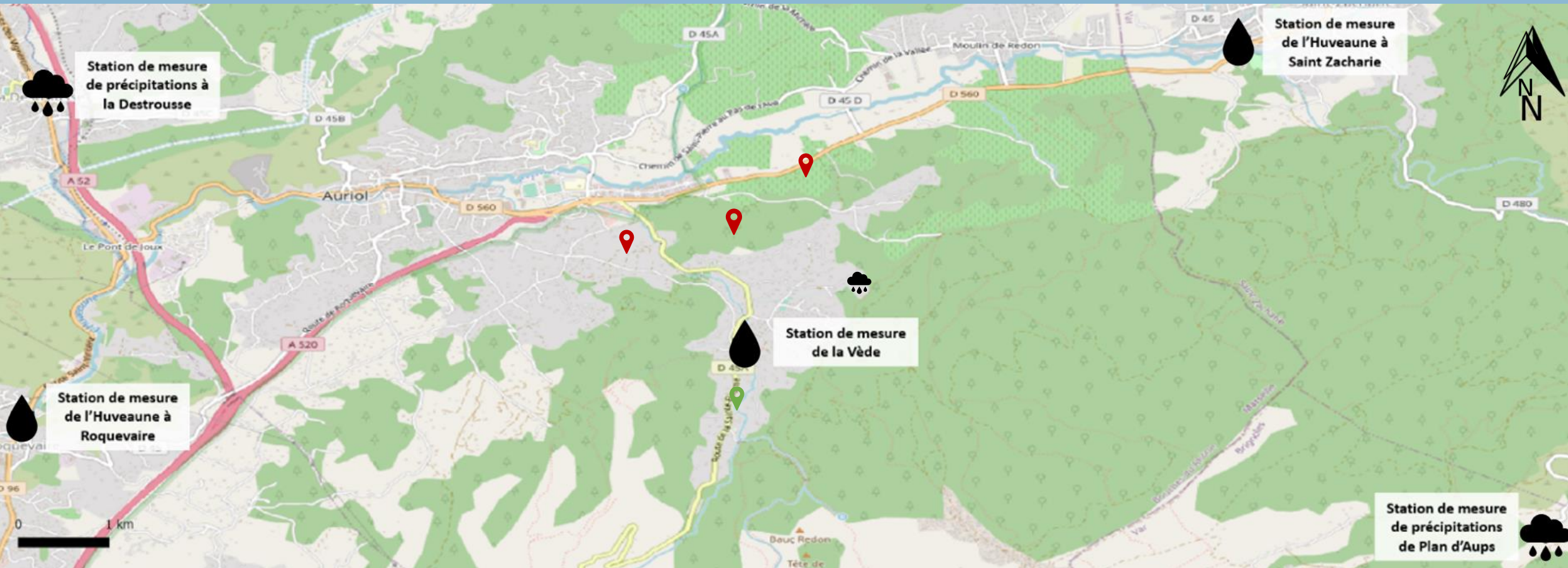
RESULTATS ET INTERPRETATIONS



De la contribution de la Vède aux crues de l'Huveaune (2022-2023)

Des stations de mesure autour de l'Huveaune...

Des cours d'eau en amont de Saint Zacharie et du ruissellement...



Stations de mesures aux alentours de la zone d'étude, Qgis, 2023

HYDROLOGIE



De la contribution de la Vède aux crues de l'Huveaune (2022-2023)

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Des stations de mesure autour de l'Huveaune...

Des cours d'eau en amont de Saint Zacharie et du ruissellement...



Réseau hydrographique de l'Huveaune, Huca EPAGE, 2023

HYDROLOGIE

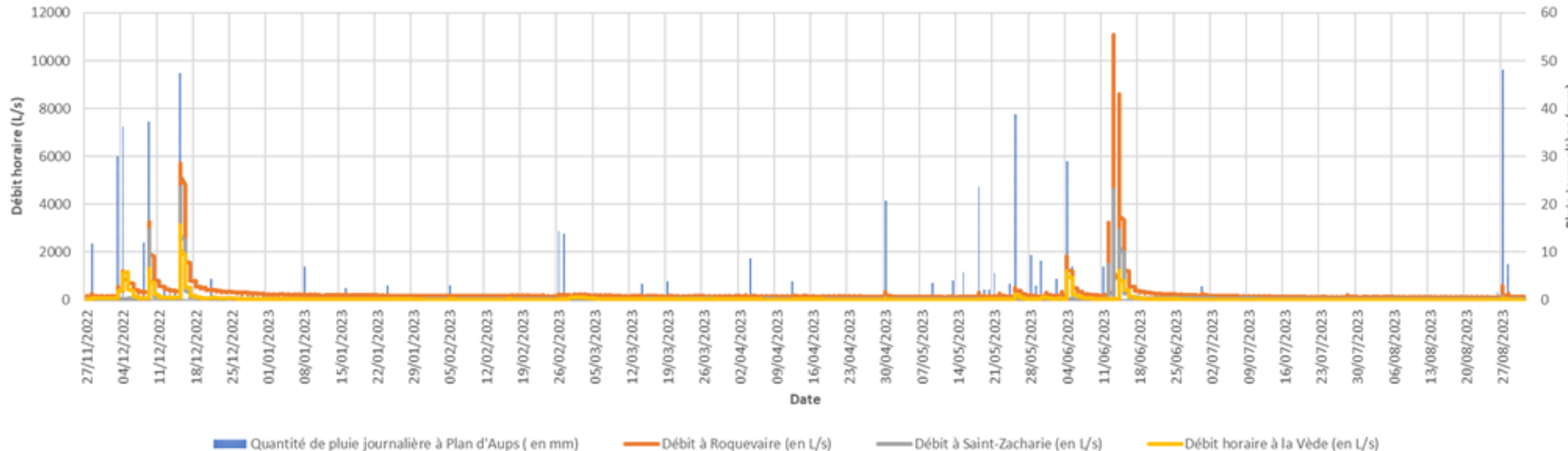
RESULTATS ET INTERPRETATIONS



De la contribution de la Vède aux crues de l'Huveaune (2022-2023)...

Suivi sur 2 ans des débits mesurés sur l'Huveaune (Saint Zacharie et Roquevaire) et sur la Vède et des précipitations mesurées à Plan d'Aups

VARIATION DES DÉBITS EN L/S À SAINT-ZACHARIE, ROQUEVAIRE ET AU NIVEAU DE LA VÈDE AVAL AINSI QUE LA PLUIE JOURNALIÈRE EN MM MESURÉE AU PLAN D'AUPS ENTRE LE 27/11/2022 ET LE 27/08/2023



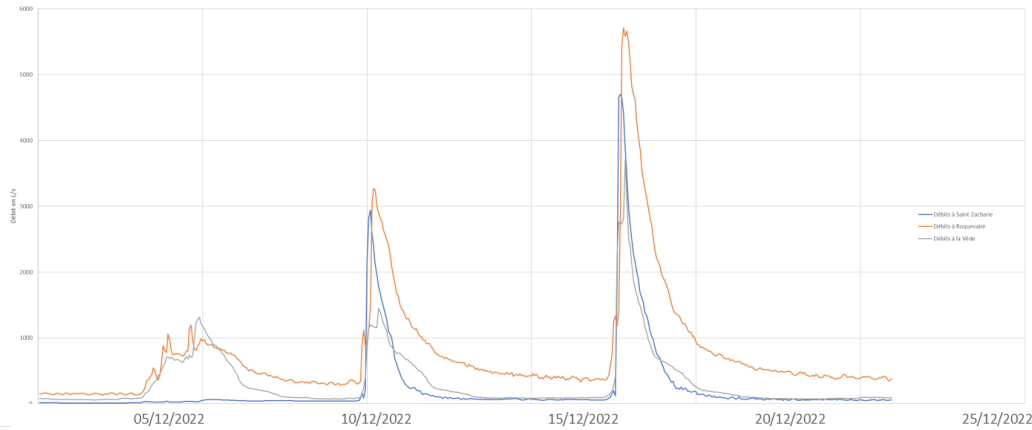
HYDROLOGIE

RESULTATS ET INTERPRETATIONS



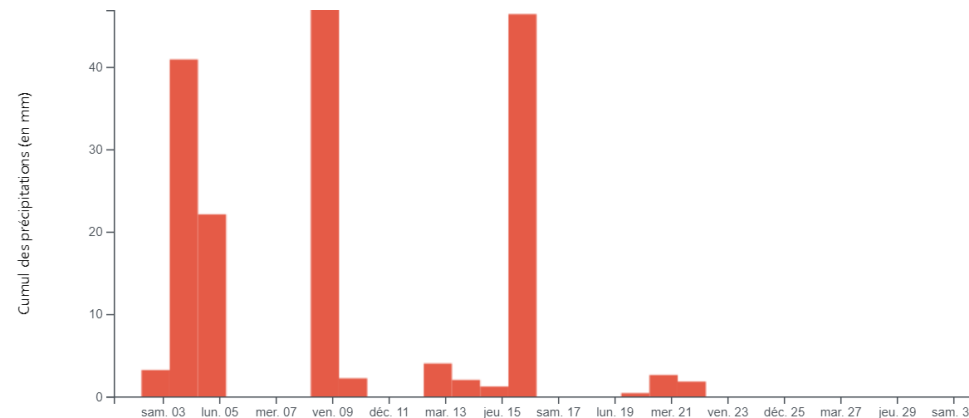
De la contribution de la Vède aux crues de l'Huveaune (décembre 2022) ...

Variation des débits à la Vède, Roquevaire et Saint-Zacharie lors des crues de décembre 2022



3 précipitations à peu près égales
mais des débits de plus en plus
importants

Cumul des précipitations (Cumul Journalier) - Données les plus valides de l'entité - 83093005 - PLAN D'AUPS - STE BAUME_SAPC - du 01/12/2022 00:00 au 31/12/2022 23:59 (TU)



Un faible décalage Vède-Huveaune

Une influence de la Vède sur
l'Huveaune observée par le décalage
des pics de débits

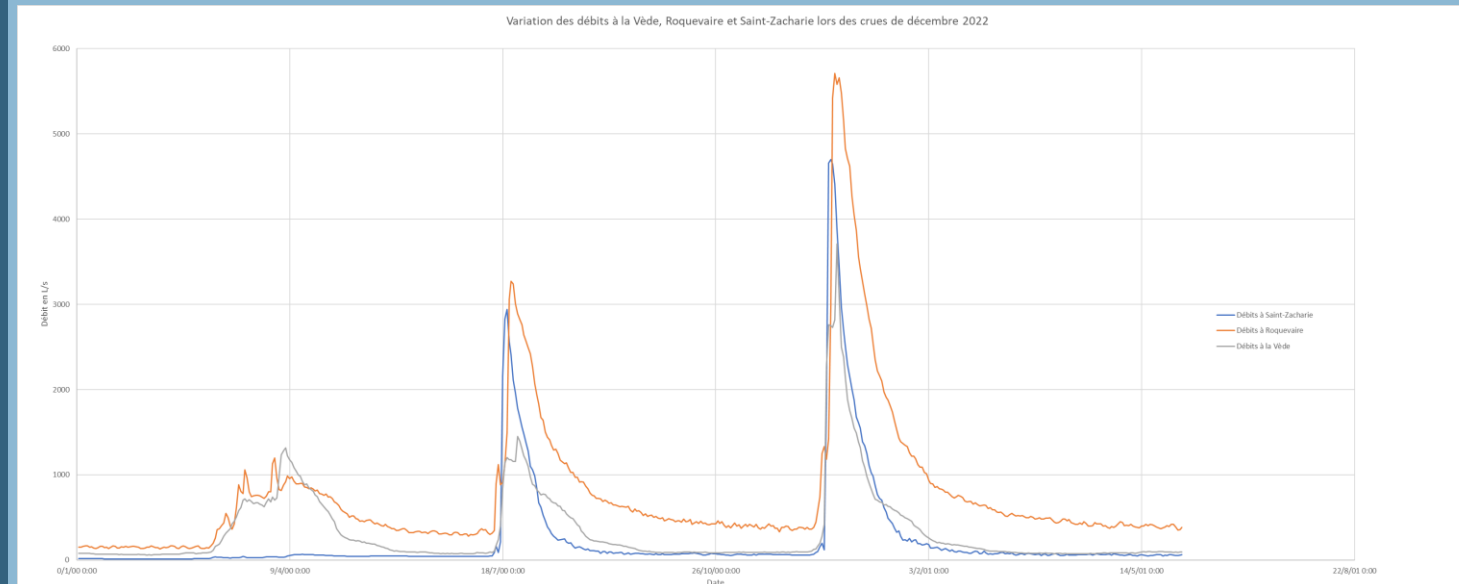
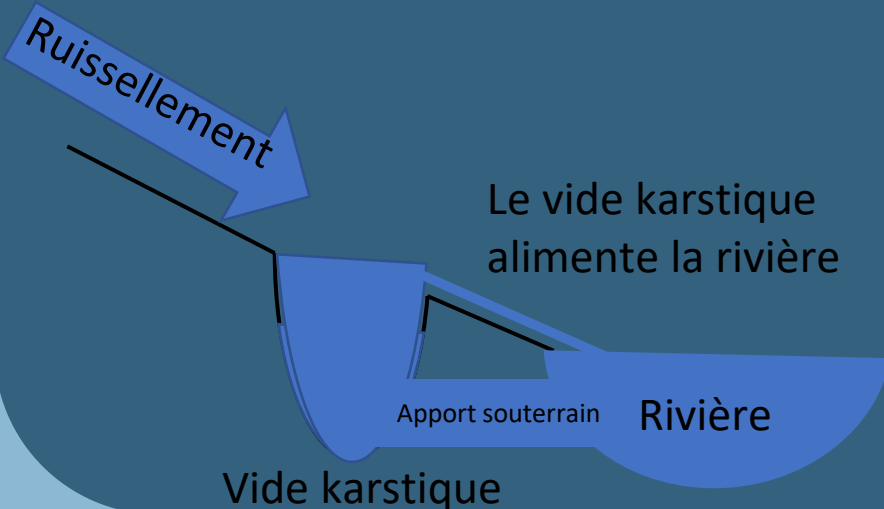
HYDROLOGIE

RESULTATS ET INTERPRETATIONS



De la contribution de la Vède aux crues de l'Huveaune (décembre 2022) ...

- Impact du massif karstique sur lequel coule la Vède lors de cette première crue de décembre sur l'Huveaune qui n'avait pas connu de crue depuis 1 mois
- Impact des ruissellements dans les vallons sur les crues à ne pas négliger



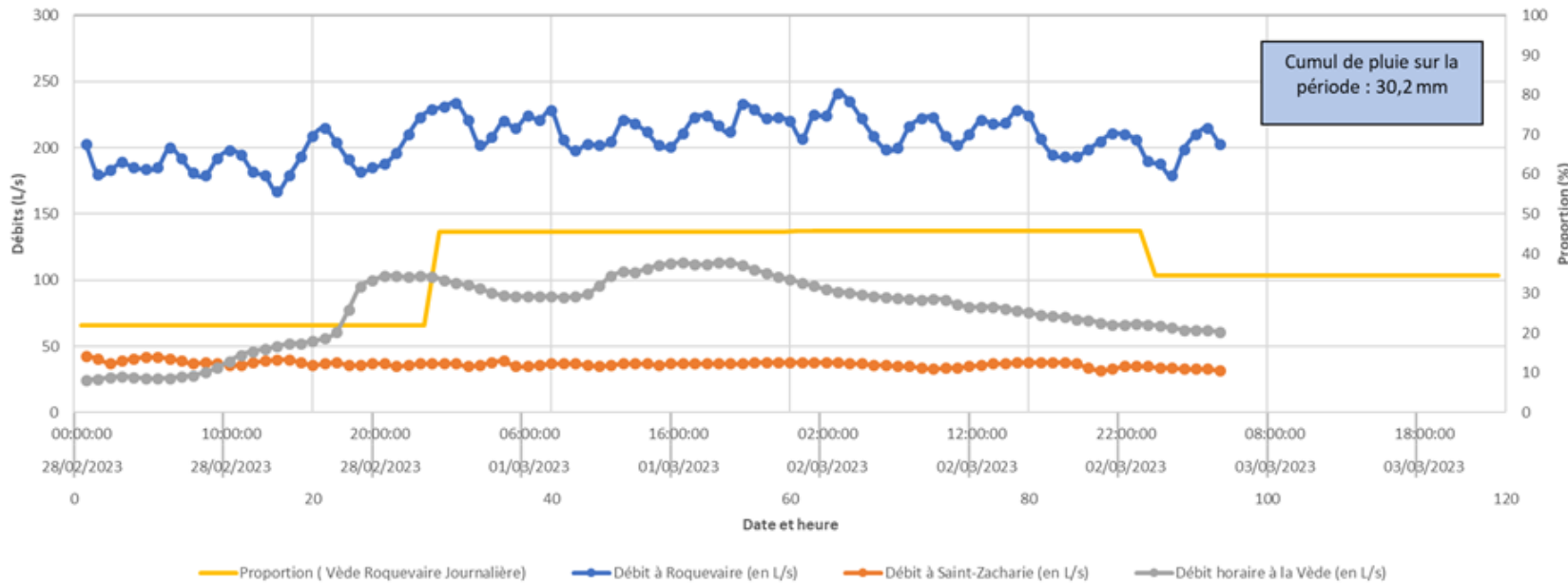
HYDROLOGIE

RESULTATS ET INTERPRETATIONS



De la contribution de la Vède aux crues de l'Huveaune (février à mars 2023)...

VARIATION DES DÉBITS (L/S) À ROQUEVAIRE SAINT-ZACHARIE ET LA VÈDE ET DES PROPORTIONS JOURNALIÈRES (%) DU DÉBIT DE LA VÈDE PAR RAPPORT À ROQUEVAIRE ENTRE LE 24/02/2023 ET LE 28/02/2023



Une crue particulière car il a neigé

Impact de la Vède sur l'Huveaune à Roquevaire très peu marqué et étalé dans le temps

Un débit de l'Huveaune à Roquevaire très variable au cours du temps

HYDROLOGIE

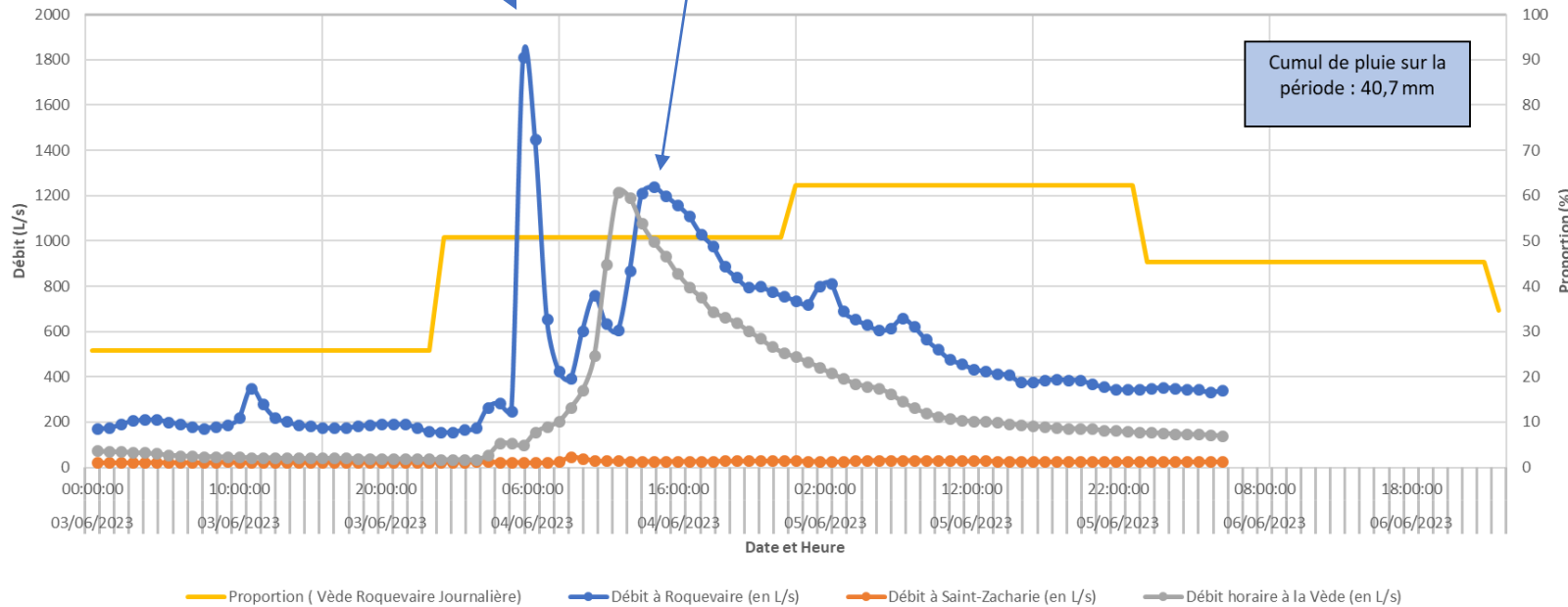
RESULTATS ET INTERPRETATIONS



De la contribution de la Vède aux crues de l'Huveaune (début juin 2023)...

RUISSELLEMENT EAU SOUTERRAINE VEDE

VARIATION DES DÉBITS (L/S) À ROQUEVAIRE SAINT-ZACHARIE ET LA VÈDE ET DES PROPORTIONS JOURNALIÈRES (%) DU DÉBIT DE LA VÈDE PAR RAPPORT À ROQUEVAIRE ENTRE LE 03/06/2023 ET LE 06/06/2023



Une crue en 2 temps sur l'Huveaune à Roquevaire

Un faible décalage, dans le temps Vède-Huveaune

Une influence de la Vède sur l'Huveaune observée par le décalage des pics de débits

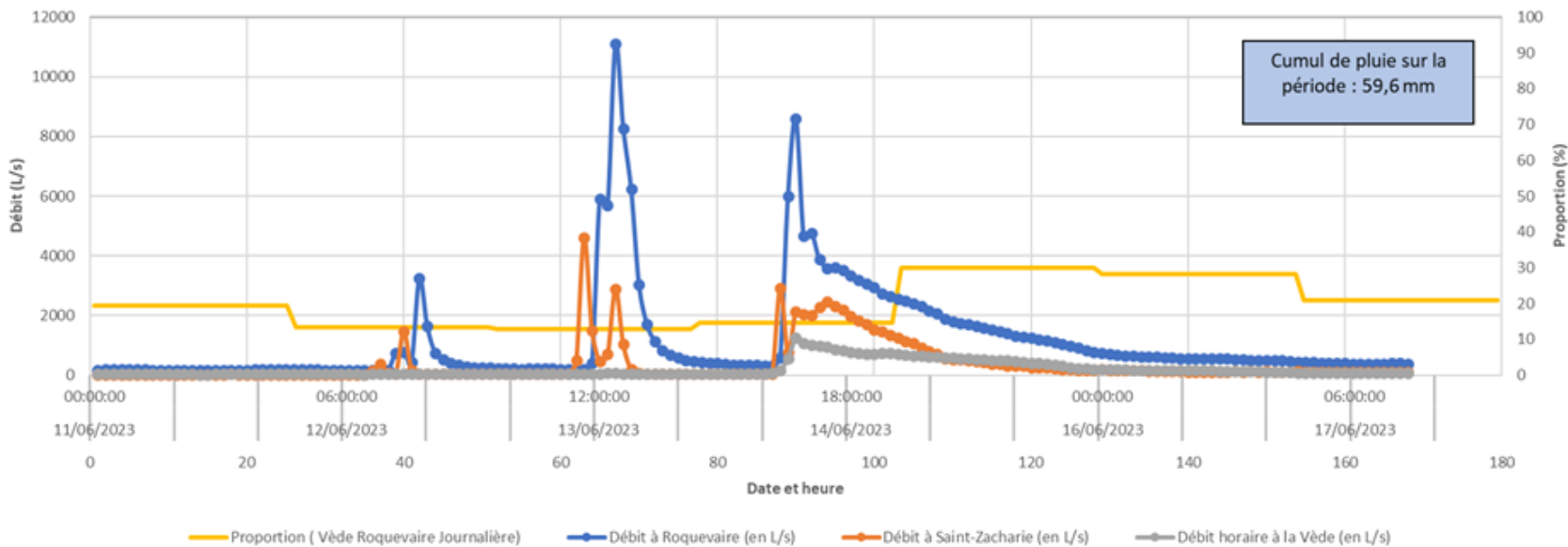
HYDROLOGIE

RESULTATS ET INTERPRETATIONS



De la contribution de la Vède aux crues de l'Huveaune (Mi juin 2023)...

VARIATION DES DÉBITS (L/S) À ROQUEVAIRE SAINT-ZACHARIE ET LA VÈDE ET DES PROPORTIONS JOURNALIÈRES (%) DU DÉBIT DE LA VÈDE PAR RAPPORT À ROQUEVAIRE ENTRE LE 11/06/2023 ET LE 17/06/2023



3 pics de crues observés avec des débits plus ou moins importants (crues assez importantes)

Une augmentation du débit à Saint Zacharie (surement du au remplissage du karst lors de la crue précédente)

Une influence de la Vède sur l'Huveaune observée par le décalage des pics de débits que lors de la troisième crue



Deuxième partie

01

Hydrologie

02

**Hydrobiologie
Invertébrés**

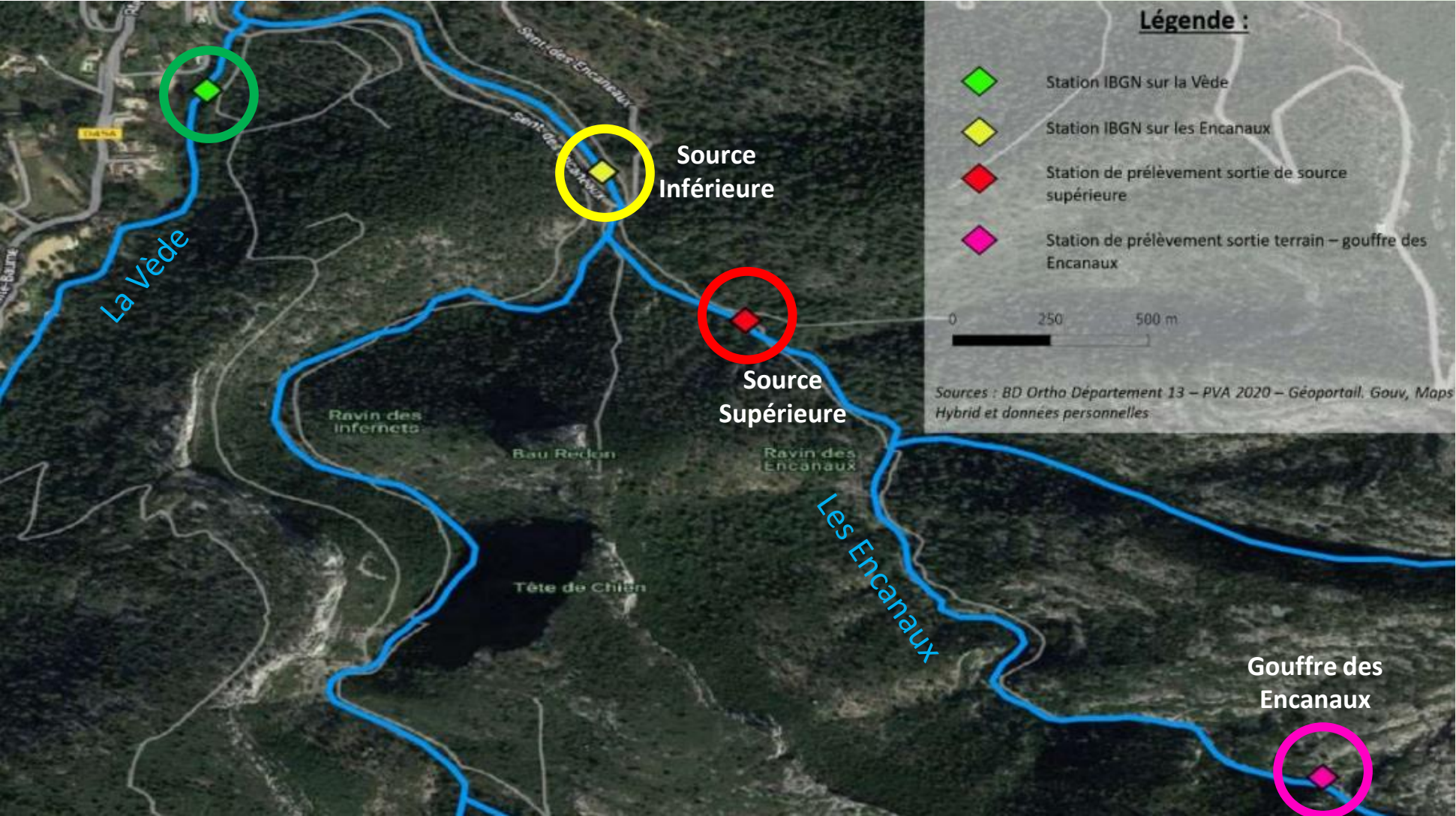
03

Algues rouges
et tufs calcaires

Problématique

Le système karstique permet-il
d'enrichir la biodiversité
d'invertébrés dans les compartiments
qui en découlent ?

HYDROBIOLOGIE



Localisation des stations de prélèvement d'invertébrés, Qgis, 2023

HYDROBIOLOGIE

SYNTHÈSE DES DONNÉES DE LA BIODIVERSITÉ BENTHIQUE



Prélèvement de coquillage dans le Gouffre des Encanaux

❖ Prélevé par Mme. Alexandra Roland et M. Alexandre Zappelli

❖ Proposition d'identification par Monsieur Wienin

La majorité des coquilles : Genre *Islamia*

→ En provence : *I. moquiniana*

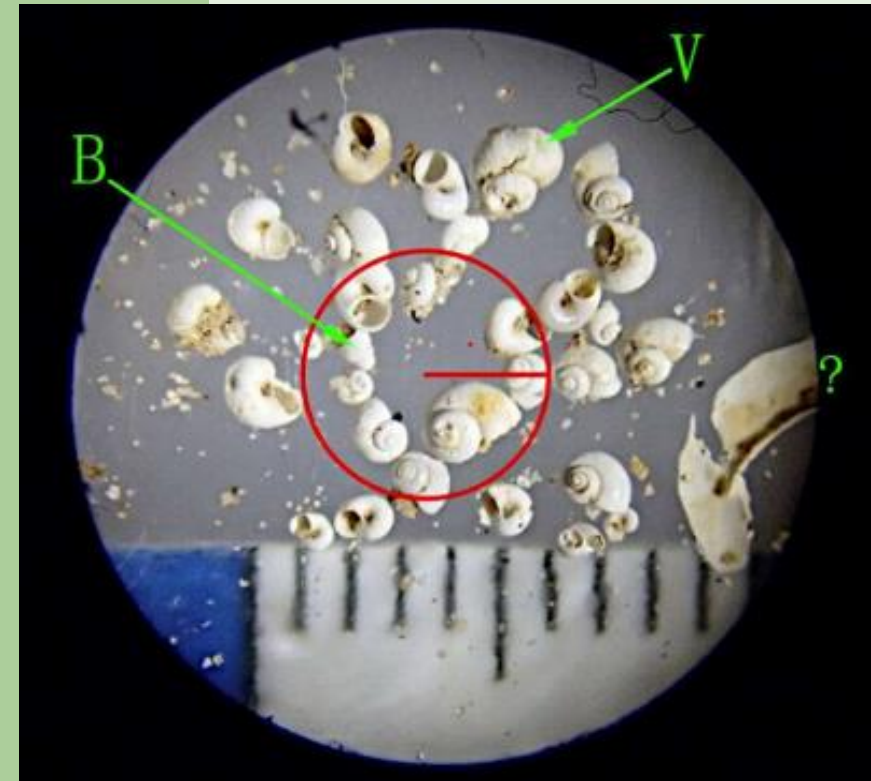
V : *Valvata*

→ En provence : *V. cristata* (OF Müller 1774), *V. piscinalis* (OF Müller 1774)

B : *Bythiospeum*

→ En provence : *B. diaphanum*

? : Gastéropode de surface

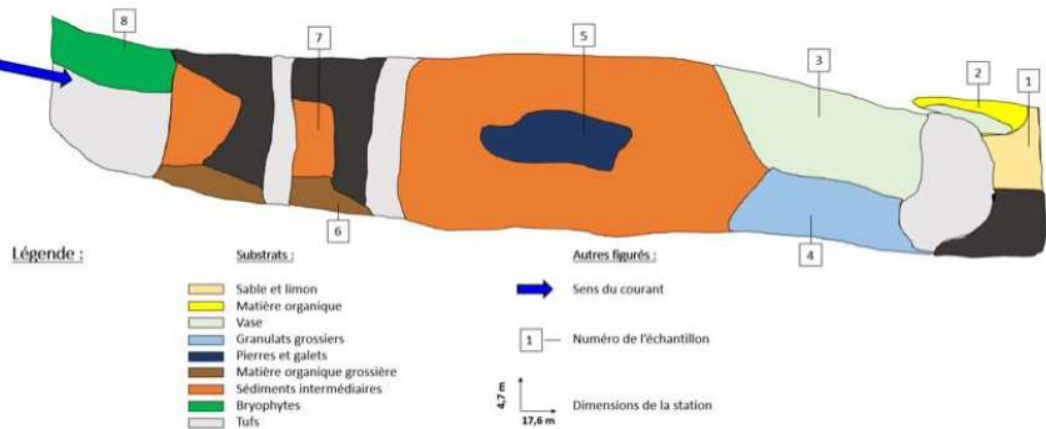


HYDROBIOLOGIE

MATERIEL ET METHODES sur le terrain

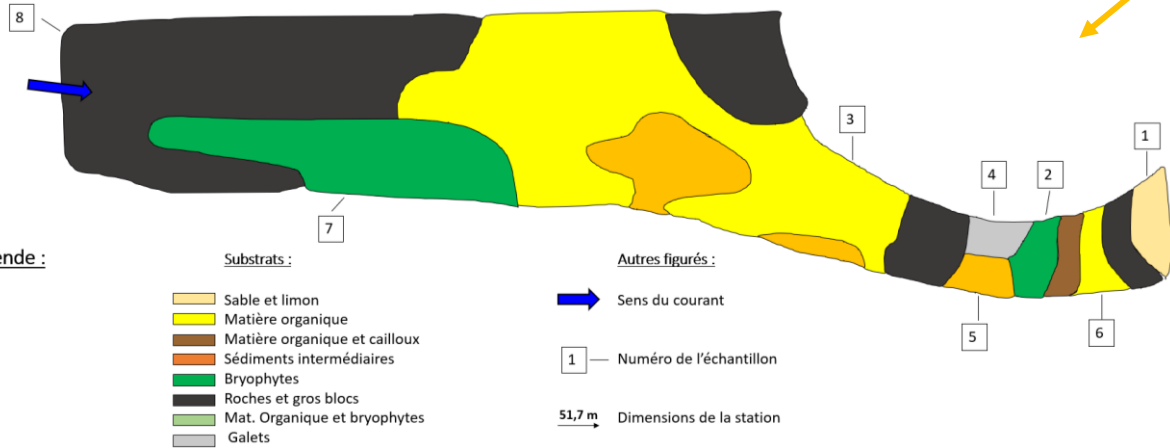


Schéma de la station sur la Vède :

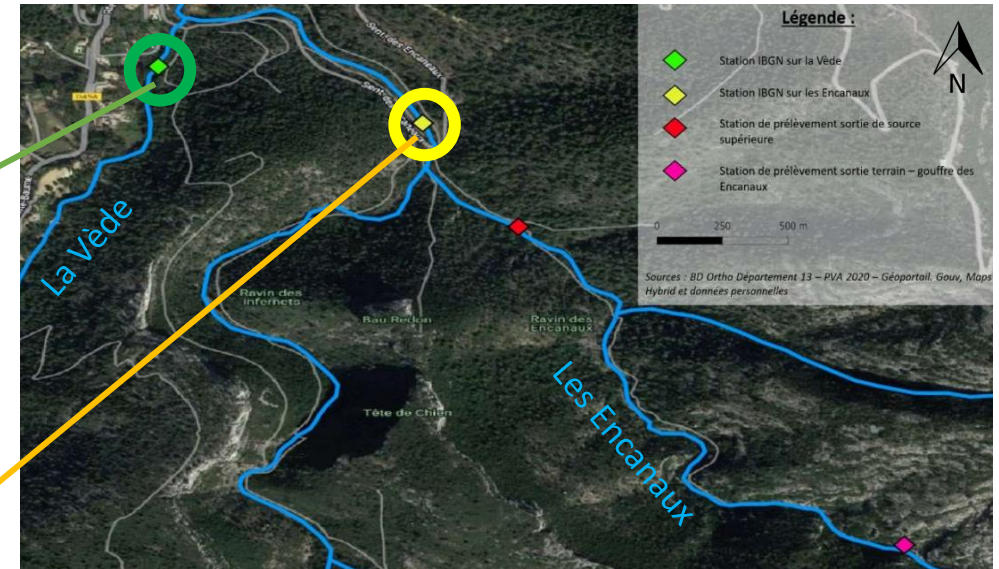


Carte représentant les substrats de la station 2 de la Vède

Schéma de la station sur les Encanaux :



Carte représentant les substrats de la station 1 des Encanaux



Localisation des points de prélèvements d'invertébrés, Qgis, 2023

Milieu benthique

Indice global normalisé (IBGN) sur la Vède et les Encanaux.

8 prélèvements sur chaque station (substrats différents du plus biogène au moins biogène).



Photo d'un filet surber

HYDROBIOLOGIE

MATERIEL ET METHODES en laboratoire



Milieu benthique

- Préparation des échantillons en salle de TP
- Tri et extraction des individus
- Identification et détermination des invertébrés

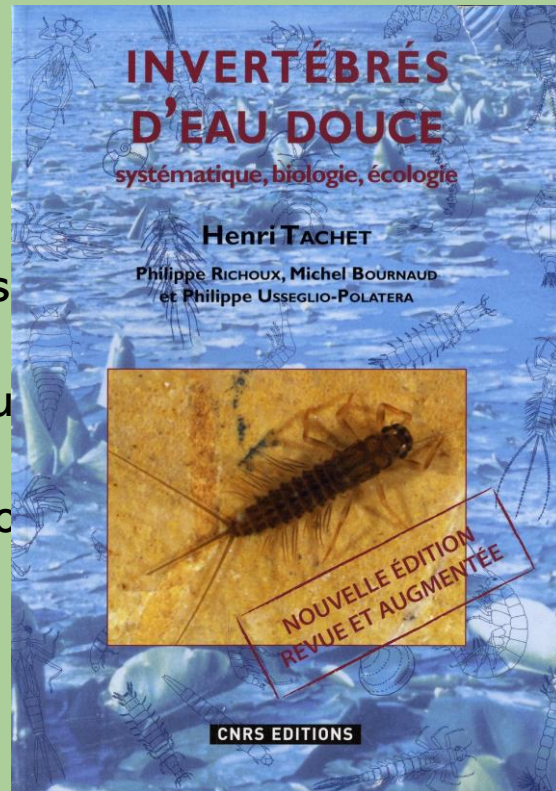


HYDROBIOLOGIE

MATERIEL ET METHODES en laboratoire



Milieu benthique



Détermination jusqu'à la famille

$$IBGN = CV + GI - 1$$

CV : classe de variété taxonomique
GI : Groupe faunistique indicateur

Classe de variété	21	14	13	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons	21	29	44	49	50	58	58	54	50	48	42	39	36	33
Indicateurs (GI)	50	45	41	37	33	29	25	21	17	13	10	7	4	1
Chironomidae														
Perlidae	9	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Trichopterygidae														
Coleoptera														
Brachypterygidae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Phlebotomidae														
Leuctridae														
Glossosomatidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Baetidae														
Chironomidae														
Leptocombidae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Serratocombidae														
Ephemeroidea														
Hydroptilidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Polymisuridae														
Polymisuridae														
Limnephilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Psychomyiidae														
Hydroptilidae														
Limnephilidae 1)	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Hydroptilidae 1)														
Aphelocheridae														
Baetidae 1)														
Cnemididae 1)														
Elmidae 1)	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Gammaridae 1)														
Mollusca														
Chironomidae 1)														
Achelidae 1)														
Achelidae 1)	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Oligoneuridae 1)														

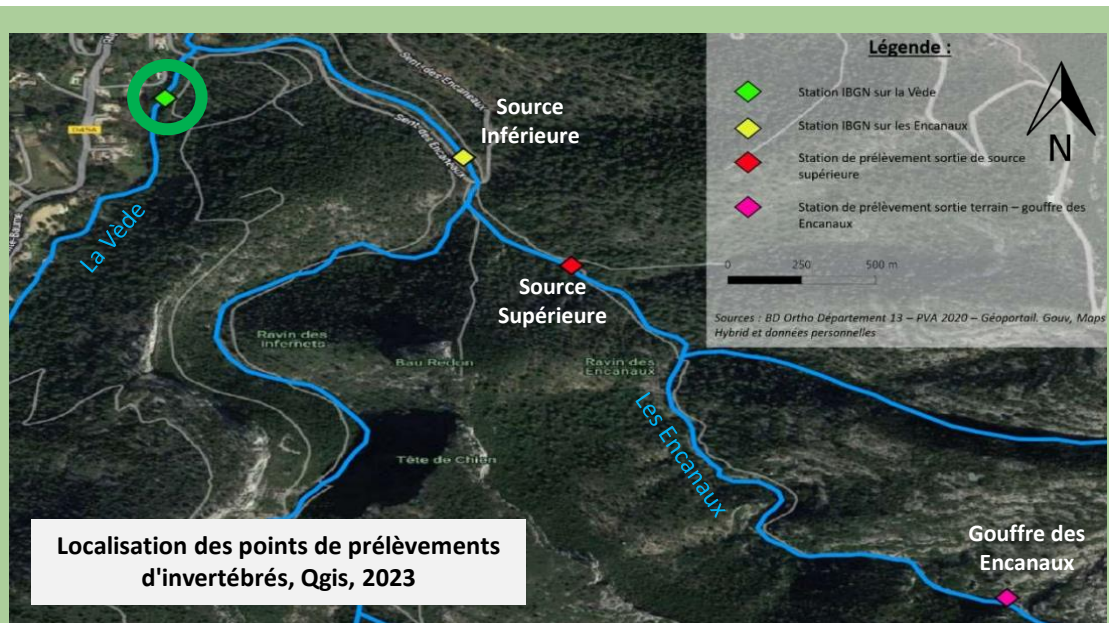
Abaque normalisé IBGN



HYDROBIOLOGIE



RESULTATS ET INTERPRETATIONS



Localisation des points de prélèvements d'invertébrés, Qgis, 2023

Résultat IBGN – La Vède

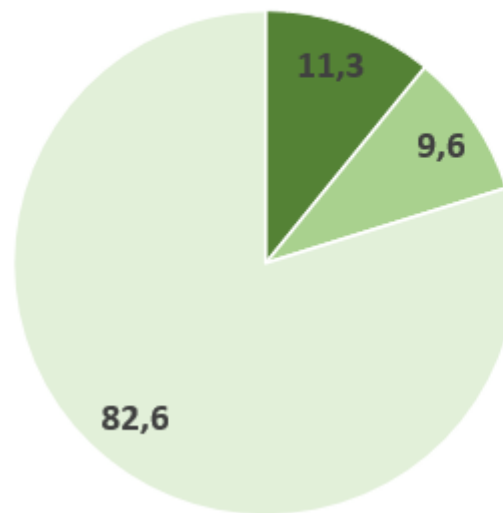
Nombre de taxon : 18

Effectif total : 311

Taxons dominants : Chironomidae, Simuliidae

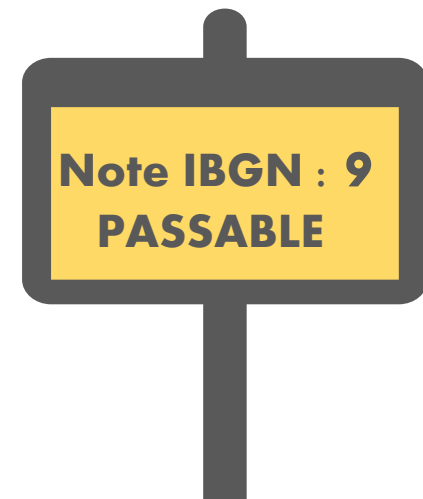
Groupe indicateur : Psychomyiidae

Représentation graphique de la part d'invertébrés (en %) en fonction de leur tolérance à la pollution



- Ephéméroptères, Plécoptères, Trichoptères
- Mollusques et Crustacés
- Autres taxons

Taxons		Effectif total
Trichoptères	Brachycentridae	1
	Hydropsychidae	26
	Polycentropodidae	1
	Psychomyiidae	3
Ephéméroptères	Ephemeridae *	1
	Baetidae *	2
	Heptageniidae	1
Crustacés	Gammaridae *	21
Mollusques	Lymnaeidae	7
	Pisidiidae	1
	Hydrobiidae	1
Diptères	Simuliidae	95
	Chironomidae *	115
	Ceratopogonidae	12
Odonates	Calopterygidae	4
	Cordulegasteridae	11
	Gomphidae	11
Oligochètes *	Lumbriculidae	9



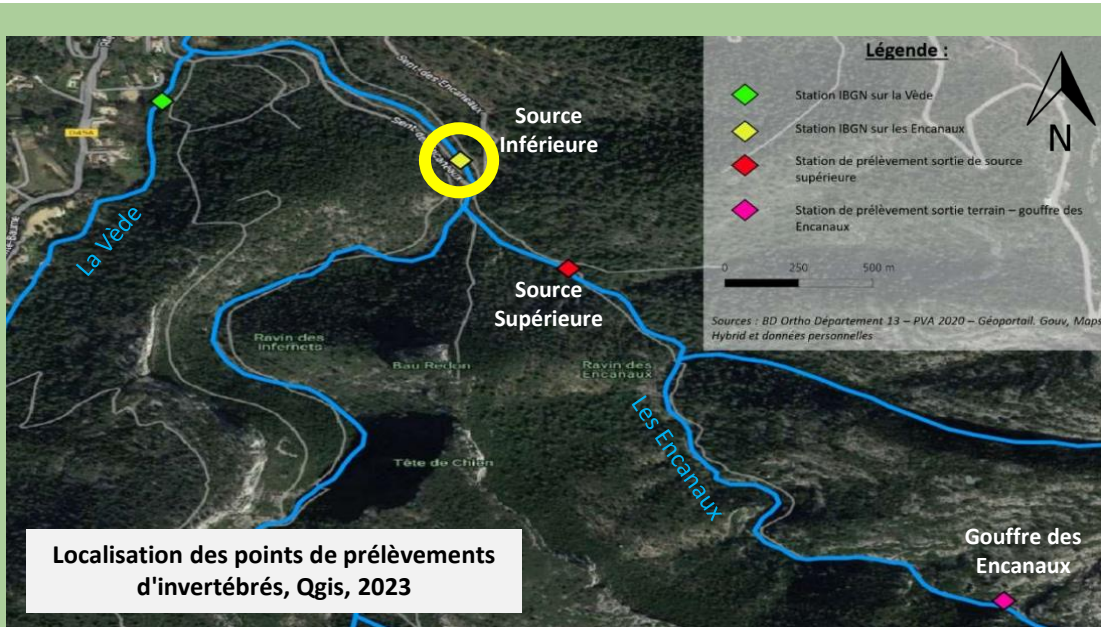
Polluosensibles	Tolérance intermédiaire	Polluotolérants
-----------------	-------------------------	-----------------

35

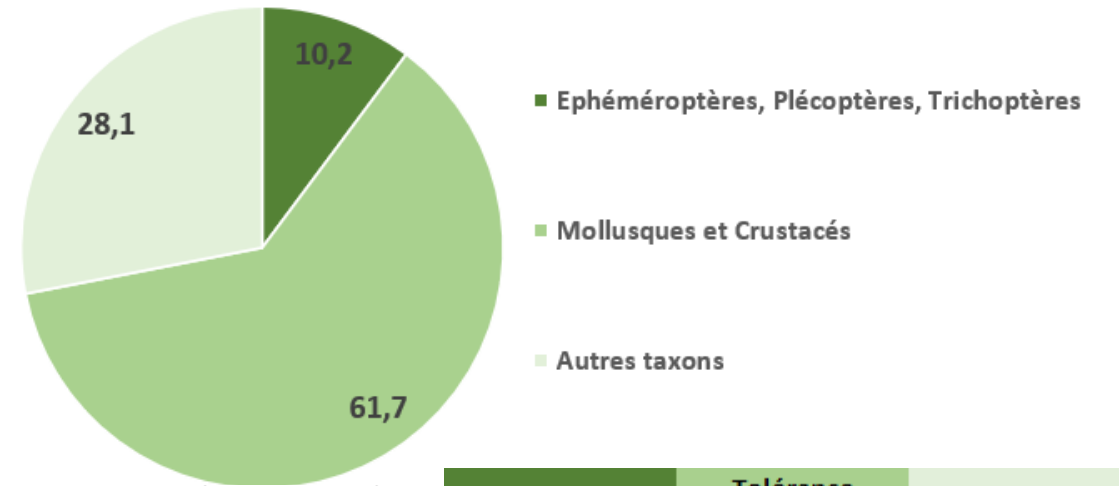
HYDROBIOLOGIE



RESULTATS ET INTERPRETATIONS



Représentation graphique de la part d'invertébrés (en %) en fonction de leur tolérance à la pollution



Polluosensibles Tolérance intermédiaire Polluotolérants

Taxons		Effectif total
Plécoptères	Perlodidae	2
	Hydropsychidae	7
Trichoptères	Limnephilidae *	79
	Ephemereidae *	1
Ephéméroptères	Baetidae *	13
	Heptageniidae	3
	Gammaridae *	514
Crustacés	Lymnaeidae	58
	Pisidiidae	3
	Hydrobiidae	61
Mollusques	Simuliidae	9
	Chironomidae *	238
	Ceratopogonidae	18
	Stratiomyidae	1
Diptères	Calopterygidae	1
	Cordulegasteridae	1
Odonates		
Achètes		1
Oligochètes *	Lumbriculidae	19
	Planariidae	1
Tricladés		

**Note IBGN : 10
PASSABLE**

Résultat IBGN – Les Encanaux

Nombre de taxon : 19

Effectif total : 1030

Taxons dominants : Chironomidae, Gammaridae

Groupe indicateur : Heptageniidae

HYDROBIOLOGIE

MATERIEL ET METHODES

En sortie de source et milieu souterrain

Sur le terrain

En sortie de source

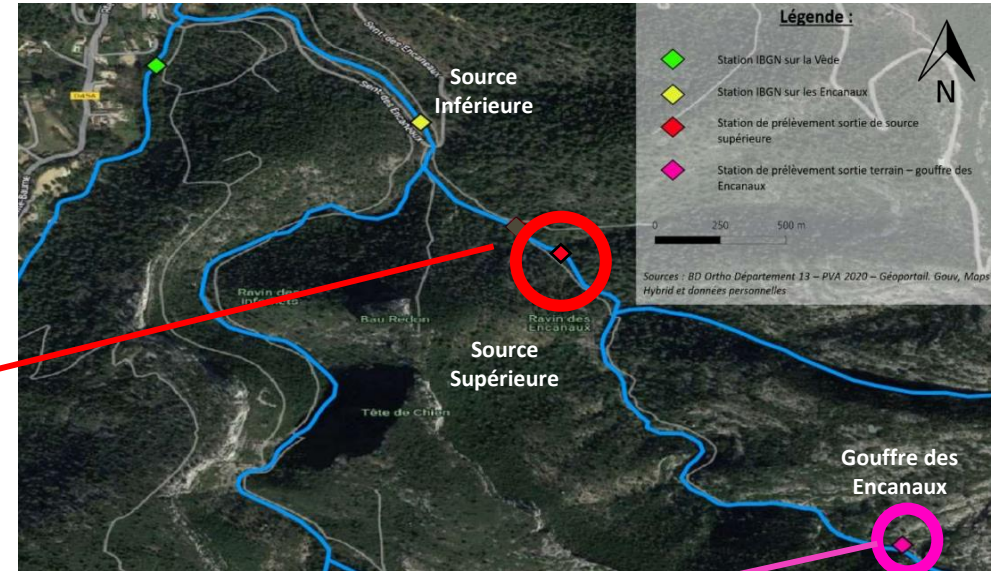
Prélèvements en sortie de la source supérieure des Encanaux.

Milieu souterrain

Prélèvements d'échantillons dans le gouffre des Encanaux



Photographie du gouffre des Encanaux



Localisation des points de prélèvements d'invertébrés et sa légende, Qgis, 2023

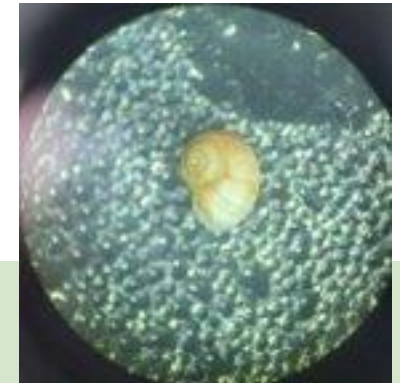
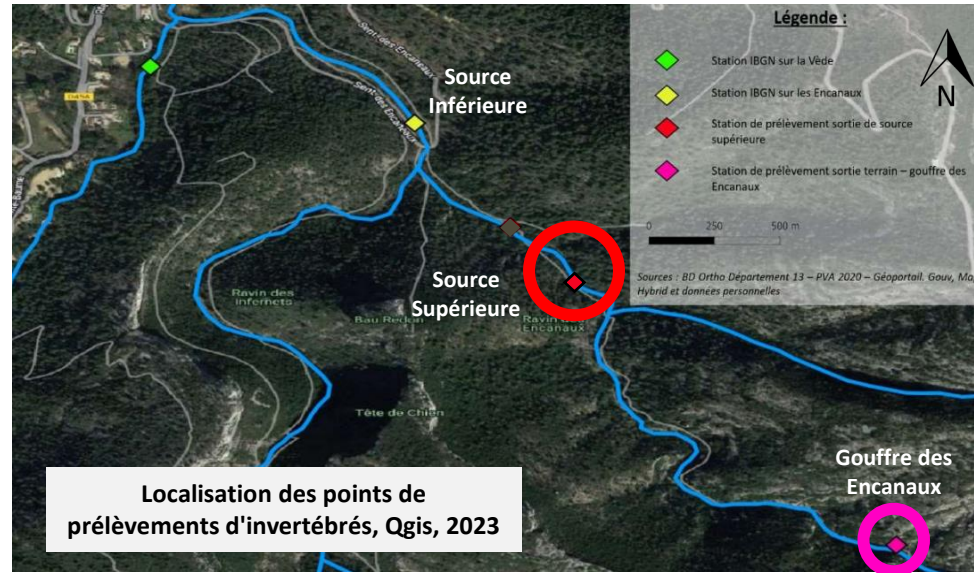
En laboratoire

Même étapes que l'IBGN et détermination jusqu'à la famille

Sans dénombrement

HYDROBIOLOGIE

RESULTATS ET INTERPRETATIONS



Sortie de source

Milieu sortie de source des Encanaux

	Familles	Espèce
●	Gammaridae	
●	Lymnaeidae	
Gasteropode prosobranch (mort)	Valvatidae	Valvata ●
●	Baetidae	

- Organisme retrouvé dans le benthos
- Organisme retrouvé en souterrain

Milieu souterrain

❖ Prélèvement au Surber

Milieu Souterrain - Rivière souterraine

	Familles	Espèces
Oligochète ●	Lumbriculidae	
Gasteropode prosobranch	Valvatidae	Valvata ●

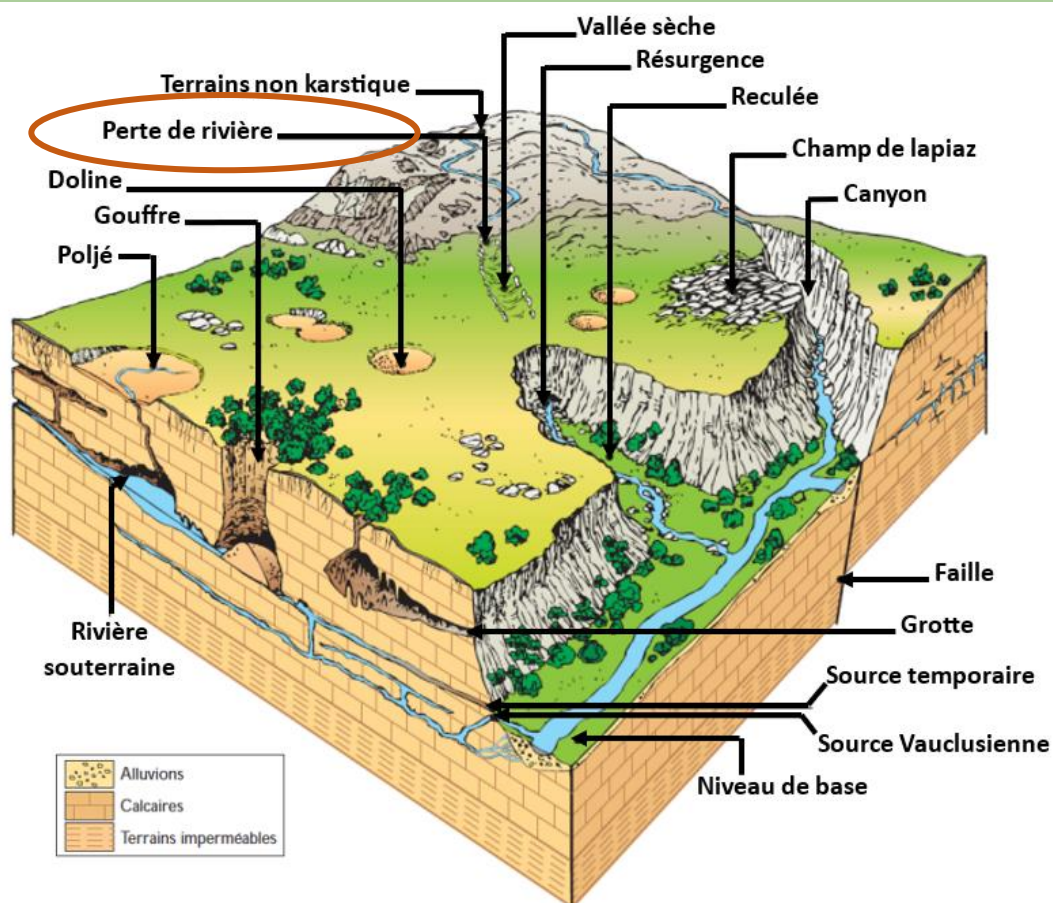
❖ Prélèvement de sédiments

Aucune coquille retrouvée

HYDROBIOLOGIE



RESULTATS ET INTERPRETATIONS



Relation entre les différents compartiments

- ⊗ Pas de relation milieu souterrain - rivière
- ✓ Relation rivière - milieu souterrain

→ Pertes Karstiques : rivière ou ruissellement qui se perd dans un point d'absorption : gouffre /fissure



Troisième partie

01

Hydrologie

02

Hydrobiologie
Invertébrés

03

**Algues rouges
et tufs calcaires**

Problématique

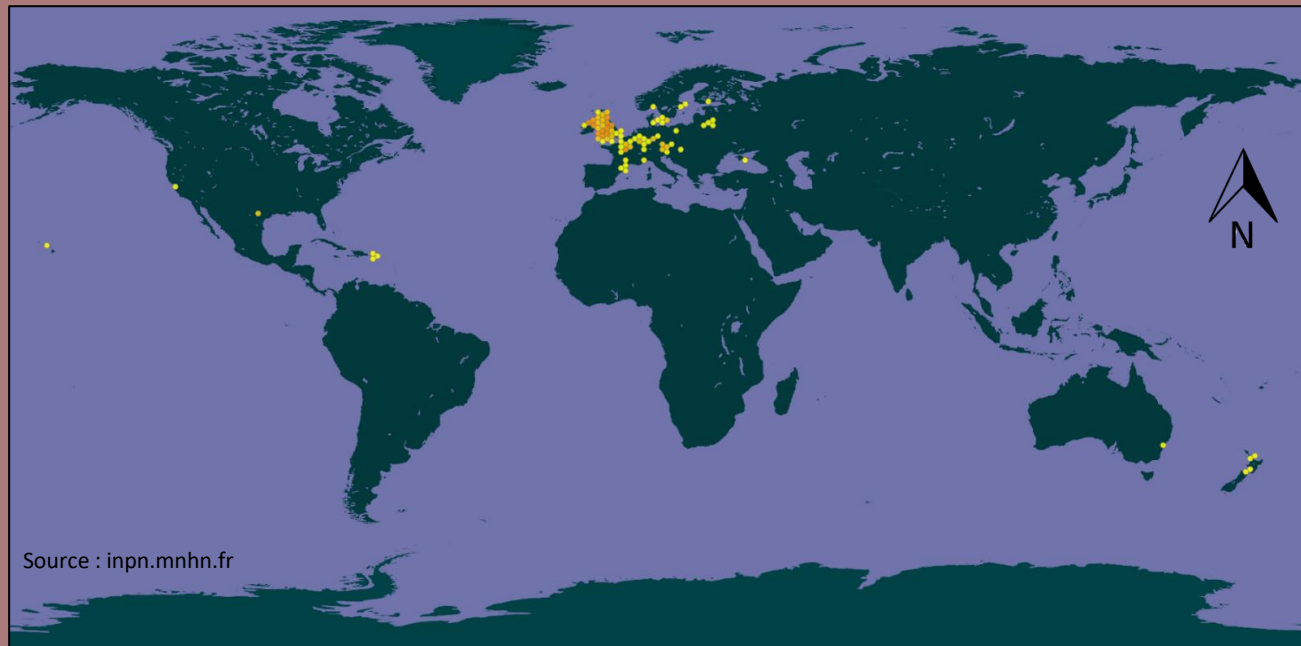
Comment se répartissent
les algues rouges sur les
Encanaux ?

ALGUES ROUGES

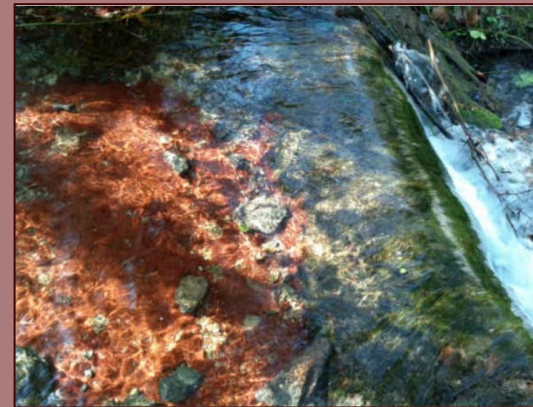


SYNTHESE DES DONNEES

Hildenbrandia : un genre peu recensé



Source : inpn.mnhn.fr



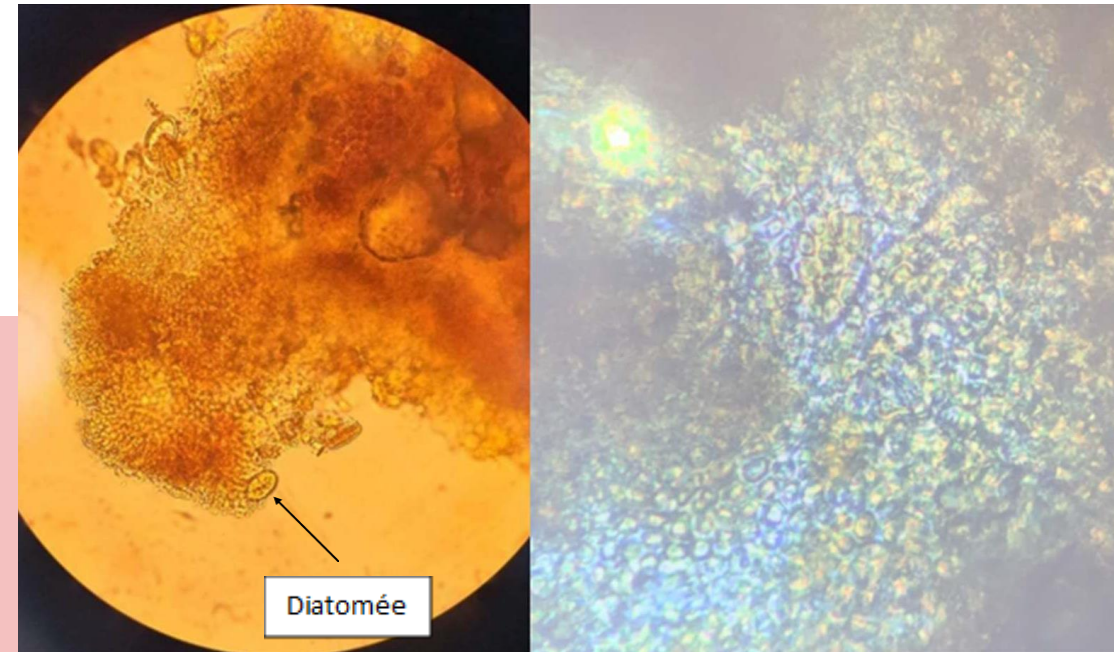
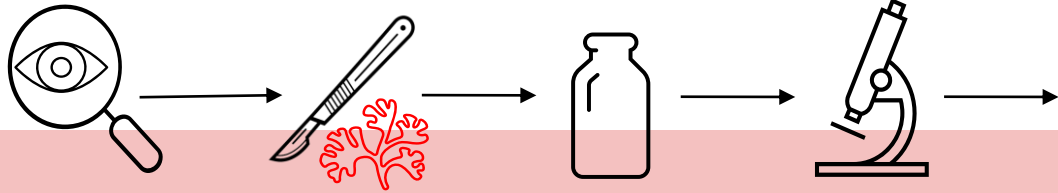
A gauche : *Hildenbrandia rivularis* à St Pons/ A droite : algues rouges observées aux Encanaux

Carte représentant la présence mondiale recensée de l'espèce *Hildenbrandia rivularis* en 2022

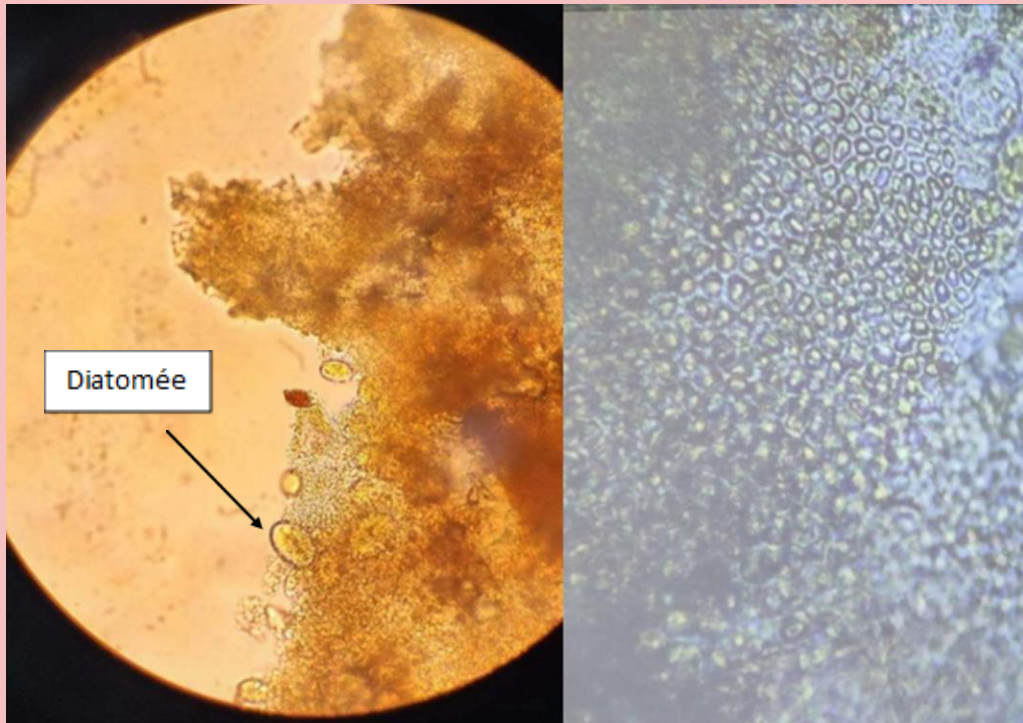
- Identifiée à St Pons (même contexte)
- 16 espèces du genre *Hildenbrandia* et 1 seule Européenne
- Bonne indicatrice

ALGUES ROUGES

Identification des algues rouges



Observation microscopique de l'échantillon des algues prélevées à la source Supérieure



Observation microscopique de l'échantillon des algues prélevées à la source Inférieure

Identification :

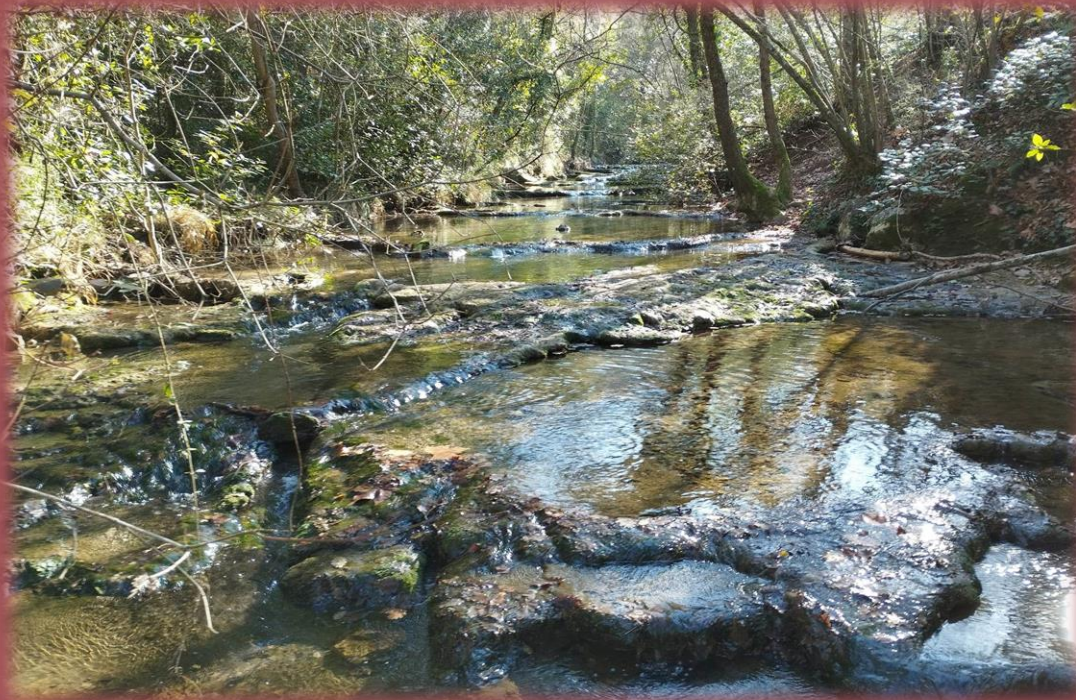
- Aspect microscopique et macroscopique confirme le genre *Hildenbrandia* au niveaux des deux sources (confirmé par C.Bertrand)
- Présence de diatomées
- Espèce supposée : *Hildenbrandia rivularis* (comme à St Pons)

ALGUES ROUGES ET TUF CALCAIRES

RESULTATS ET INTERPRETATIONS – Cartographie des tufs et algues rouges



Qu'est-ce qu'un tuf calcaire ?



Photographie de tufs calcaire présents sur les Encanaux

C'est un phénomène naturel au cours duquel les ions calcium (Ca^{2+}) et hydrogénocarbonates (HCO_3^-) précipitent pour former de la roche.



1. Recherche tufs sur le terrain à l'œil nu



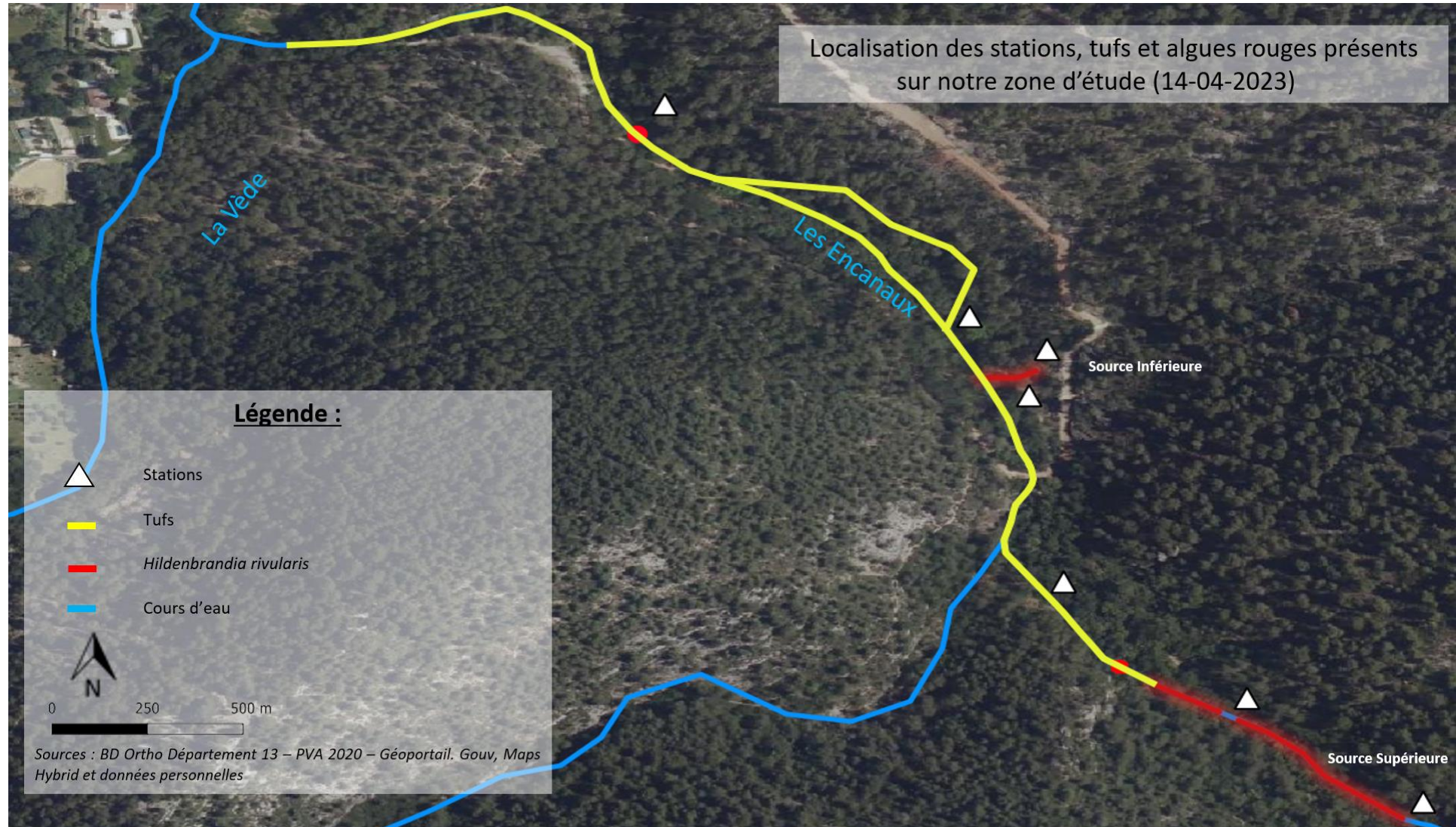
2. Identification du type de tuf



3. Relevé de coordonnées GPS

ALGUES ROUGES ET TUFS CALCAIRES

RESULTATS ET INTERPRETATIONS – Cartographie des tufs et algues rouges



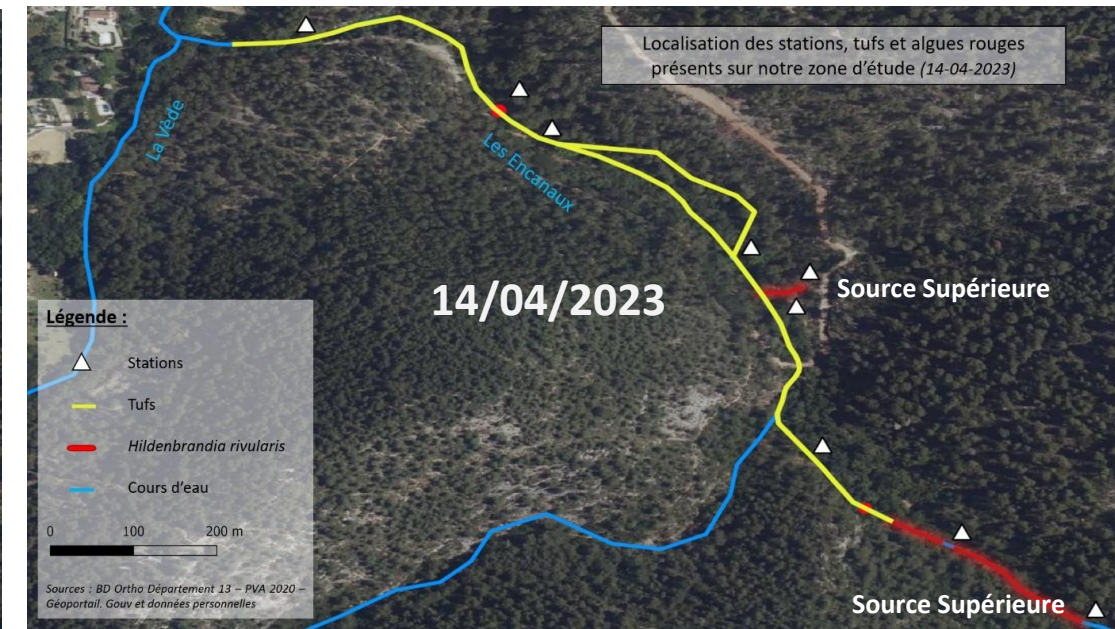
ALGUES ROUGES ET TUFES CALCAIRES

RESULTATS ET INTERPRETATIONS – Cartographie des tufs et algues rouges

Les cartes à trois dates différentes :



- Localisation des tufs similaires
- Localisation différente des algues entre les dates
- Développement possible même si entourées de tufs calcaires



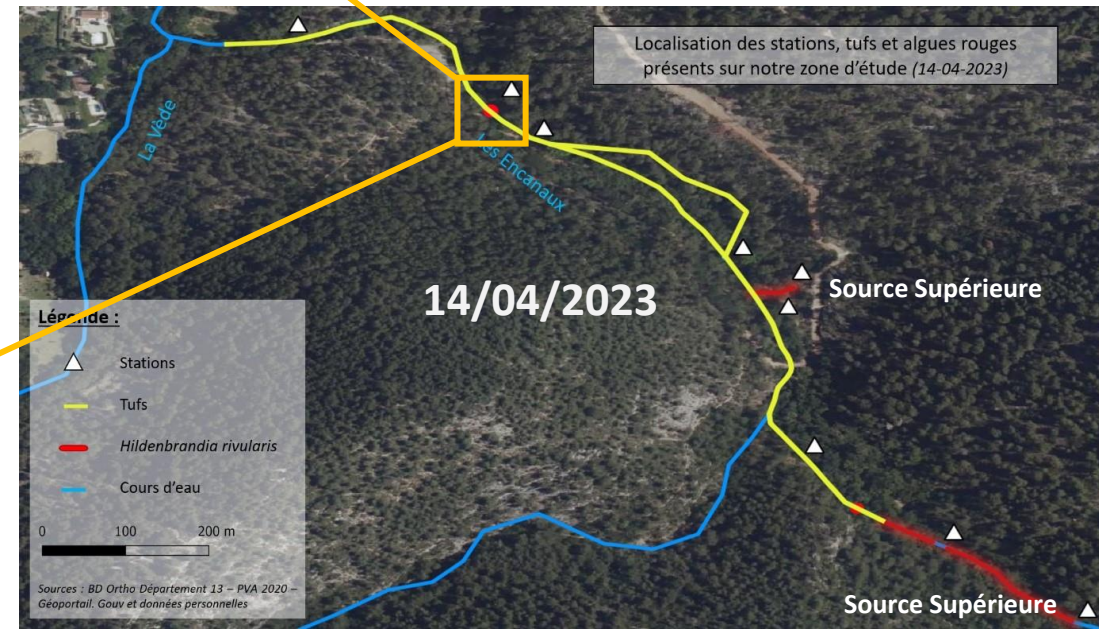
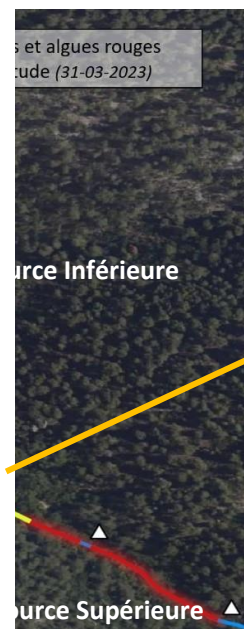


Photographie de la source nouvellement trouvée

CAIRES

ouges

ires



HYDROCHIMIE

MATERIEL ET METHODES - Mesures physico-chimiques de la zone d'étude

Sur le terrain

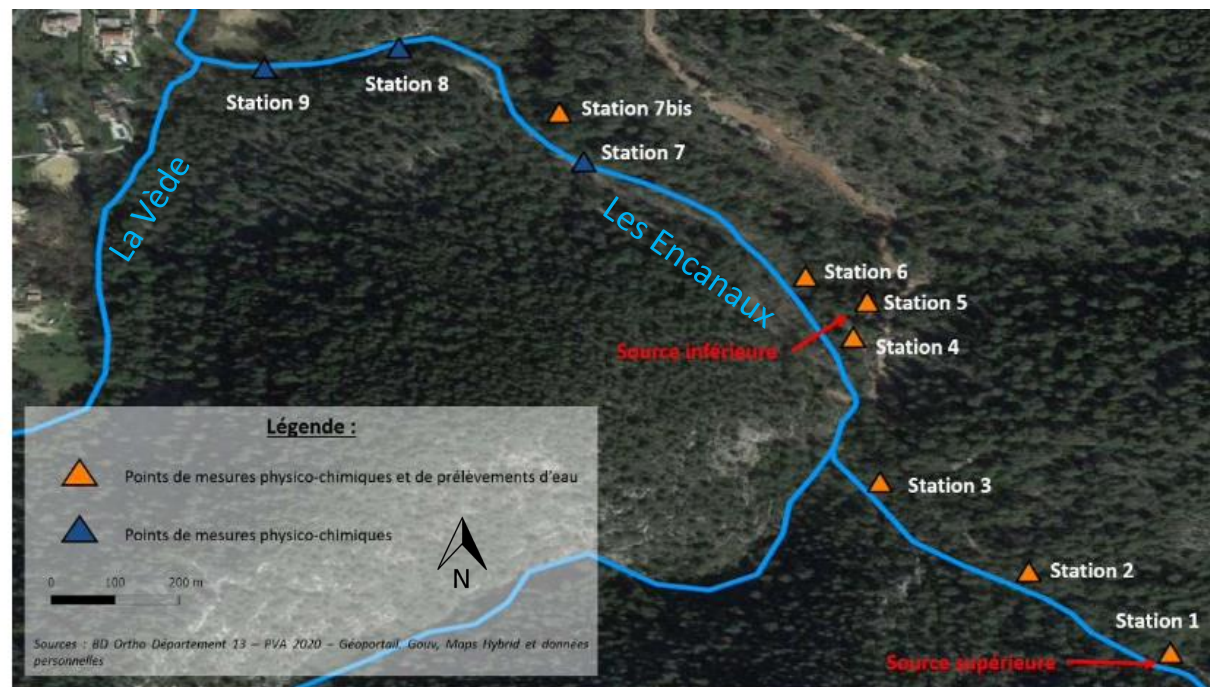


Utilisation d'une mallette multi paramètres

➤ 5 paramètres mesurés



Prélèvement d'échantillons d'eau pour les mesures en laboratoire



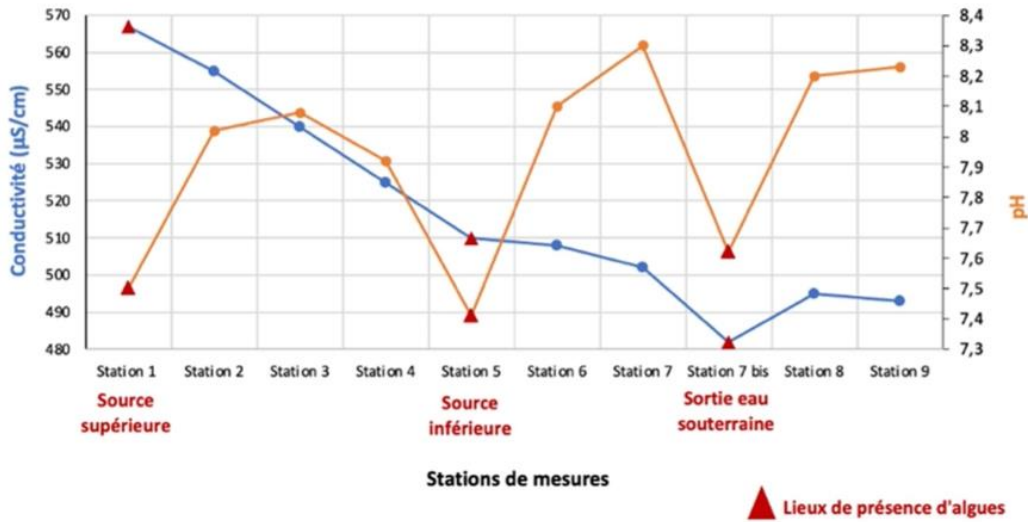
Cartographie des stations de mesures physico-chimiques et prélèvements d'échantillons d'eau

Stations	Descriptions
1	Source supérieure
2	Aval de la source supérieure
3	Aval de la source supérieure – premières tufs
4	Amont de la source inférieure – Avant la confluence
5	Source inférieure
6	Aval de la source inférieure – Après confluence
7	Aval de la source inférieure – tufs
7 bis	Nouvelle sortie de source
8	Amont de la confluence de la Vède et des Encanaux – Cascade de tufs
9	Amont de la confluence Vède-Encanaux

HYDROCHIMIE

RESULTATS ET INTERPRETATIONS – Mesures physico-chimiques

Evolution de la conductivité et du pH sur les Encanaux sur différentes stations de mesures (14/04)



- Diminution de la conductivité électriques et variation du pH
- Algues rouges pas présentes sur les dépôts calcaires
- pH de développement de tufs 7,7
- Paramètres différents au niveau des sources (pH, conductivité électrique et température) → 3 eaux différentes
- Nouvelle sortie d'eau découverte ! (Température un peu plus importante à explorer)

Localisation des stations de mesures physico-chimiques et prélèvements d'échantillons d'eau

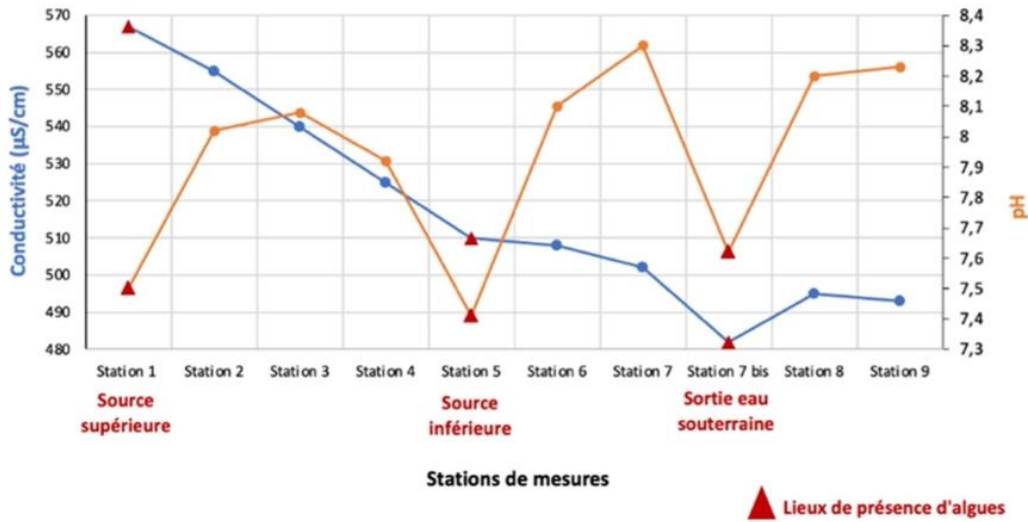


Stations	Descriptions
1	Source supérieure
2	Aval de la source supérieure
3	Aval de la source supérieure – premières tufs
4	Amont de la source inférieure – Avant la confluence
5	Source inférieure
6	Aval de la source inférieure – Après confluence
7	Aval de la source inférieure – tufs
7 bis	Nouvelle sortie de source
8	Amont de la confluence de la Vède et des Encanaux – Cascade de tufs
9	Amont de la confluence Vède-Encanaux

HYDROCHIMIE

RESULTATS ET INTERPRETATIONS – Mesures physico-chimiques

Evolution de la conductivité et du pH sur les Encanaux sur différentes stations de mesures (14/04)

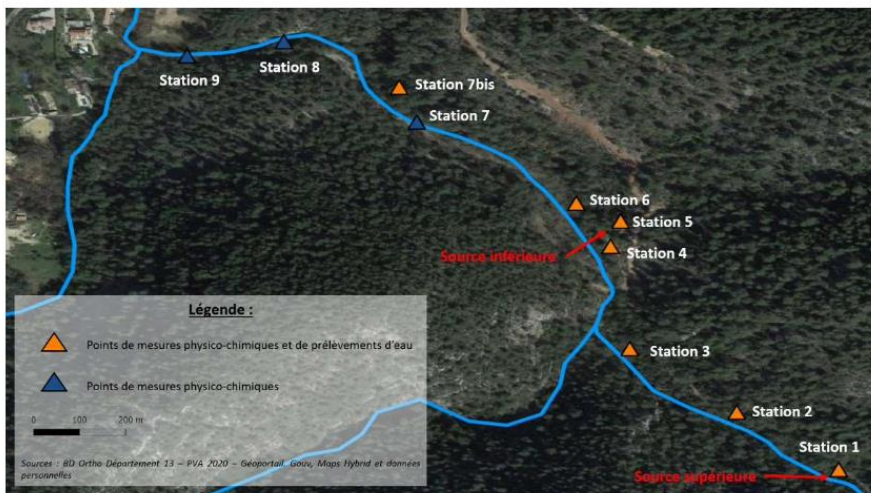


- Diminution de la conductivité électriques et variation du pH
- Algues rouges pas présentes sur les dépôts calcaires
- pH de développement de tufs 7,7
- Paramètres différents au niveau des sources (pH, conductivité électrique et température) → 3 eaux différentes
- Nouvelle sortie d'eau découverte ! (Température un peu plus importante à explorer)



	STATION 7bis
Date et heure de la mesure	14/04 11h55
Coordonnées GPS	43,34913/ 5,66344
Température de l'eau (°C)	16,7
pH	7,62
Conductivité (µS/cm)	482

Localisation des stations de mesures physico-chimiques et prélèvements d'échantillons d'eau



CONCLUSION

Ce projet environnemental nous a permis de mettre en application des pistes de réflexions et d'utiliser différents outils et méthodes d'approches pour caractériser le fonctionnement de l'hydrosystème karstique de la Vède- les Encanaux.

- Méthode du jaugeage au sel > Mesures ponctuelles de débits + courbe de tarage
- Utilisation de sondes automatiques > Suivi de l'évolution des cours d'eau + estimation des proportions d'eau souterraine et du ruissellement
- Analyse microscopique d'algues rouges > Confirmation du même genre d'algue que dans la vallée de Saint Pons : *Hildenbrandia*
- Analyse chimique des ions majeurs > Comprendre la répartition des tufs et faire le lien avec la présence d'algues rouges
- Calcul de l'indice IBGN + protocole dans différents compartiments > Estimation de la qualité de l'eau + connaissance de la biodiversité benthique et des échanges entre les compartiments

BALADE HYDROLOGIQUE

LA VEDE – LES ENCANAUX

Auriol, 13390

Réalisé par Amadis Ferraro & Yohan Mercurio
Encadré par Bruno Arfib et Alexandre Zappelli



Résumé

Ce projet a été réalisé dans le cadre du cursus master ingénierie environnement du master gestion de l'environnement de la faculté d'Aix Marseille. Il résulte de deux années de travail et de suivi par nos tuteurs et partenaires pendant lesquelles de nombreux thèmes et études ont été approfondi. A travers plusieurs axes de notre sujet, cette balade hydrologique vous permettra de découvrir cette zone si spécifique et d'enrichir vos connaissances que vous soyez petits ou grands !

BALADE HYDROLOGIQUE LE LONG DE LA VEDE ET DES ENCANAUX



LES ALGUES ROUGES



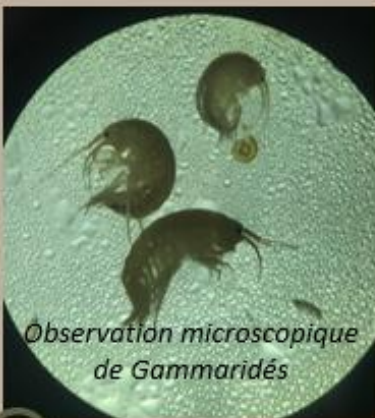
Hildenbrandia sp.

Le cours d'eau des Encanaux est un cours d'eau méditerranéen dont le débit varie beaucoup. Cependant cela n'empêche pas la vie aquatique de s'y développer. En effet, les roches rouges que vous pouvez apercevoir sont en fait couvertes d'une algue rouge.



Attention c'est une espèce rare et fragile !

INVERTEBRES BENTHIQUES



Observation microscopique de Gammaridés

Cachés dans le fond des cours d'eau, les invertébrés jouent un rôle dans la chaîne alimentaire, participent à la biodiversité et ont une fonction d'épuration et de brassage de l'eau. Certains d'entre eux supportent la pollution de l'eau, d'autres y sont sensibles.



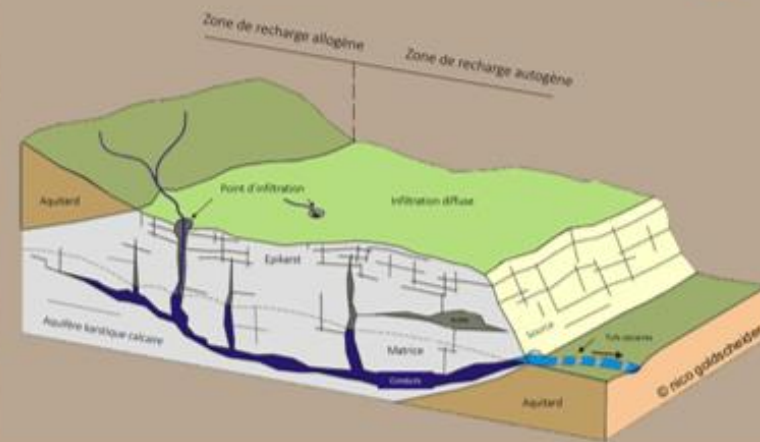
Si vous ouvrez l'œil vous en verrez nager !



LEGENDE :

- Cours d'eau
- Présence d'algues rouges
- Tufs calcaires
- Pont d'entrée sur le site : 43,3496339 ; 5,6606187

KARST & CYCLE DE L'EAU



TUFS CALCAIRES



Le tuf est le nom donné aux dépôts calcaires dans le cours d'eau sous forme de petits barrages. C'est un phénomène naturel au cours duquel les ions calcium (Ca^{2+}) et hydrogénocarbonates (HCO_3^-) précipitent pour former de la roche.





MERCI

POUR VOTRE ECOUTE ET VOTRE ATTENTION

MERCI pour leur participation :

.....

*Merci à Monsieur **Bruno Arfib** qui nous a guidé, apporté ses compétences et encadré tout au long de l'année pour ce projet. Nous le remercions également pour son investissement, son écoute, ses conseils et ses solutions apportées face aux difficultés rencontrées*

*Merci à Monsieur **Alexandre Zappelli** pour nous avoir transmis ses connaissances théoriques et pratiques en ce qui concerne l'hydrologie et la spéléologie. Il a été d'une grande aide pour le lancement du projet ainsi que pour son suivi au cours de l'année.*

*Merci à l'association de spéléologie **CDSC13** qui a été très investie dans le projet et qui nous a permis de connaître notre zone d'étude dans son ensemble. Merci pour leur professionnalisme, leur temps, et leur investissement.*

Nous tenons à témoigner toute notre reconnaissance aux personnes suivantes, pour leur grande contribution, leur temps et leurs compétences accordés à ce projet :

***Monsieur Bruno Coulomb**
Monsieur Jean-Luc Boudenne
Monsieur Laurent Cavalli
Madame Céline Bertrand
Madame Evelyne Franquet
Monsieur Thierry Perez*

*Merci à nos camarades de classe qui nous ont rejoint pour un semestre pour ce projet et qui nous ont apporté une grande aide : **Noé Brunet**, **Clémentine Inez**, **Mélissa Larmony** et **Coline Roux***

*Et enfin, nous adressons un grand merci à toute l'équipe pédagogique d'**Aix-Marseille Université** pour nous avoir donné l'opportunité de réaliser ce projet environnemental enrichissant dans le cadre de notre première année de Master Sciences de l'eau.*