

Atelier : épisodes de pluies intenses méditerranéennes

Étude de cas : automne 2019

Résumé : L'acquisition de données environnementales régionales permet l'enseignement des phénomènes pluvieux intenses. Les activités proposées s'inscrivent dans le programme de cycle 4 au collège. Elles s'intègrent tout particulièrement dans les programmes de mathématiques, sciences de la vie et de la Terre, Physique-Chimie, histoire-géographie-EMC et de technologie. Elles peuvent constituer un support d'EPI et font appel à au moins deux parcours de l'élève : le PEAC (Culture scientifique) et le parcours citoyen. Dans le cadre du lycée, elles peuvent servir de support à l'enseignement scientifique de première ou de STT.

Objectif de l'atelier : A travers une étude de cas, faire découvrir aux professeurs de collège et de lycée les ressources mises à leur disposition par l'observatoire EDUMED. Proposer des pistes pédagogiques pour un enseignement citoyen du risque inondation, le traitement des données et les phénomènes météorologiques.

→ Les fichiers de données sont disponibles dans l'onglet « Pédagogie » des ressources pour l'hydrologie de la Teachers Room du site Edumed (edumed.unice.fr). Dans un premier temps, vous devez télécharger l'archive.

Liste des fichiers de l'archive :

- Etude_de_cas_automne_2019.pdf : Pistes pédagogiques.
- Huveaune_2019.ods : Série temporelle réalisée avec les élèves du collège des 16 Fontaines (Saint Zacharie) avec la station hydrologique qu'ils opèrent dans la rivière Huveaune.
- Huff_23nov.mov : Extrait vidéo réalisé par le *Huffington post* à partir de vidéos postées par les internautes.
- Radarmeteo_23nov.mov : Animation radar Météo France du vendredi 22 au samedi 23 novembre 2019
- Mescla (CTD oct-dec 2019) : Série temporelle réalisée par Philippe Audra (Polytech. Nice) en collaboration avec les élèves du lycée du CIV de Valbonne.
- Issole_2019.xlsx : série temporelle réalisée à partir du Data-Center EDUMED : donnée Vigicrue (Station du Pont des fées sur l'Issole, Cabasse, Var) et donnée météorologique collectée au collège Pierre de Coubertin du Luc (Station CEA-Solstice).
- Marée_Nice_2025novembre.xlsx
- Gapeau_2017.xlsx : série temporelle réalisée à partir des données Eaux souterraines et Vigicrue
- Edlucm_2019.xlsx : Série temporelle réalisée à partir des données EDUMED/Solstice

Expliquer quelques phénomènes météorologiques et climatiques.

- » Météorologie; dynamique des masses d'air et des masses d'eau ; vents et courants océaniques.
- » Différence entre météo et climat ; les grandes zones climatiques de la Terre.
- » Les changements climatiques passés (temps géologiques) et actuel (influence des activités humaines sur le climat).

Relier les connaissances scientifiques sur les risques naturels (ex. séismes, cyclones, inondations) ainsi que ceux liés aux activités humaines (pollution de l'air et des mers, réchauffement climatique...) aux mesures de prévention (quand c'est possible), de protection, d'adaptation, ou d'atténuation.

- » Les phénomènes naturels : risques et enjeux pour l'être humain
- » Notions d'aléas, de vulnérabilité et de risque en lien avec les phénomènes naturels ; prévisions

A. Inscription dans les programmes de collège.

Au collège, le programme de SVT au cycle 4 aborde l'étude de la météorologie et du climat en relation avec l'éducation au risque (cf. figure 1). Il est conseillé d'adopter une approche spiralaire de cet enseignement au risque : on peut commencer en cinquième avec un aléa en relation avec la météorologie, puis poursuivre en quatrième avec des phénomènes liés à la géodynamique interne (séismes, volcans). Enfin, en troisième, on peut également aborder un risque sanitaire en lien avec une pollution atmosphérique. Si la nature du risque varie en fonction des exemples choisis, les notions même d'enjeux, de vulnérabilité, de PPR et d'aléa sont donc revues au moins 3 fois au cours du cycle 4. On peut donc espérer une bonne consolidation des acquis de l'élève sur les principes fondamentaux de l'éducation au risque.

Les activités proposées ci-après ciblent donc préférentiellement des élèves de cycle 4. La séquence s'inscrit en ouverture de l'enseignement de la météorologie.

Figure 1 : extrait du BOEN du 26 juillet 2018

Documents d'accroche

→ Archive vidéo « Huff_23nov.mov »

Deux corps retrouvés à Tanneron (Var), le bilan porté à quatre morts et deux disparus

Les services de sécurité et secours engagés sur les inondations dans le Var ont découvert ce soir deux corps sans vie à Tanneron et le véhicule de ce couple originaire de Grasse, qui était porté disparu. Le bilan des violentes intempéries sur la Côte d'Azur est donc porté à quatre morts, alors qu'un homme de 77 ans est toujours porté disparu sur la commune de Saint-Antonin-du Var depuis samedi matin. Une autre personne est portée disparue mais aucun détail n'a été donné sur son identité.



Un premier corps, celui d'un homme, avait été retrouvé au Muy, près de la zone où une embarcation avait chaviré samedi soir avec trois pompiers et les trois civils qu'ils venaient de sauver. L'un des civils avait été porté disparu depuis. Le second corps, celui d'un homme âgé d'une cinquantaine d'années, a lui été découvert "dans une voiture", sur la commune de Cabasse (Var).

Victimes d'un "épisode méditerranéen", les départements des Alpes-Maritimes et du Var ont été touchés par des pluies diluviennes assorties de vagues impressionnantes sur le littoral entre vendredi et dimanche et de nombreux cours d'eau ont débordé. A certains endroits du Var il est tombé l'équivalent de deux à trois mois de pluie en 24 à 48 heures. La décrue est en cours après deux jours de pluie.

Figure 2 : Extrait de "La Provence", le 25 novembre

→ Extraire des informations d'un texte, d'un document vidéo.

Les élèves sont amenés à rédiger un texte qui décrit les événements du 23 novembre 2019. Dans la correction, il faut mettre en évidence la répétitivité de l'événement : abordé par les témoins et les souvenirs des élèves.

A. Opération « Hydro » : je surveille ma rivière !



Avec l'appui de l'observatoire EDUMED et dans la cadre du dispositif « Eaux souterraines », les élèves de la région académique peuvent devenir les opérateurs d'une station de mesure hydrologique implantée à proximité de l'établissement.



Figure 3 : (A) Station de mesure de la Nartuby opérée par les élèves du collège Jean Rostand de Draguignan ; (B) Elèves du collège Vallée du Gapeau (Solliès-Pont) : Gapeau, cliché JR Gachon ; (C) Elèves du collège des 16 Fontaines (Saint Zacharie) : Huveaune, cliché F Mourau.

→ Ouvrir le fichier Huveaune_2019.ods : Série temporelle réalisée avec les élèves du collège des 16 Fontaines (Saint Zacharie) avec la station hydrologique qu'ils opèrent dans la rivière Huveaune.

- Que sont les métadonnées et à quoi servent-elles ?

- Compléter sur le fichier la série temporelle « Hauteur d'eau (Station de la « Fée bleue » - Huveaune) » en calculant la différence entre pression absolue et pression atmosphérique.

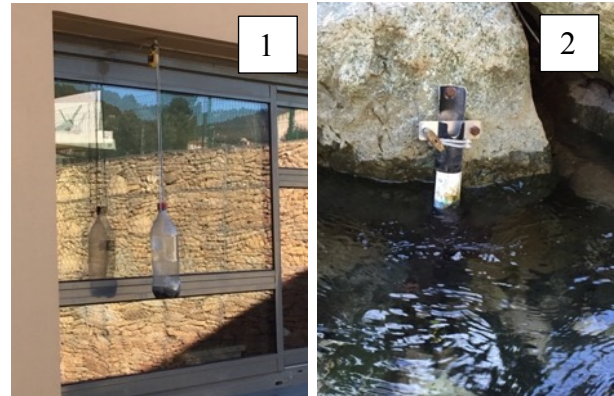
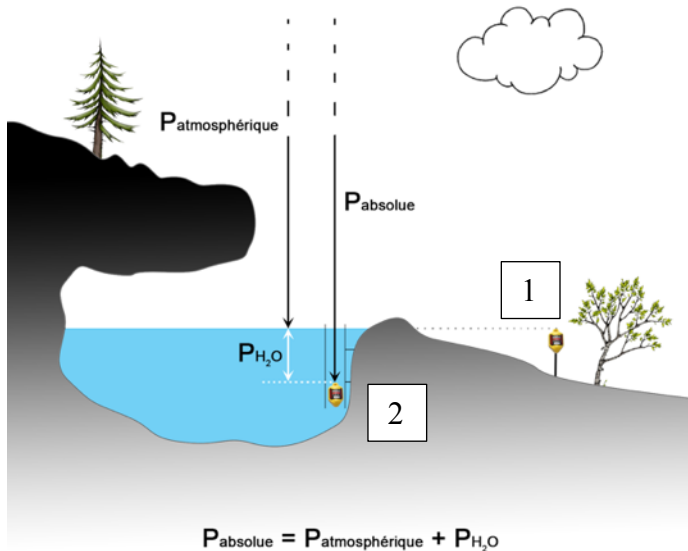


Figure 4 : Pour mesurer la hauteur d'eau, on utilise un couple de sondes de pression qui fonctionnent de manière synchrone. Une première sonde mesure la pression atmosphérique et la seconde, immergée, une pression absolue. Dans notre exemple, la sonde « Atmo » est accrochée à la fenêtre de la salle de SVT du collège (1) et la sonde hydro est immergée dans l'Huveaune (2). Clichés : F. Mourau)

- Tracer une courbe qui montre l'évolution de la hauteur d'eau de l'Huveaune au cours de l'automne 2019.
- Pourquoi la hauteur d'eau varie-t-elle dans la rivière ?
- Vérifie ton hypothèse avec les données de l'onglet « Pluvio »

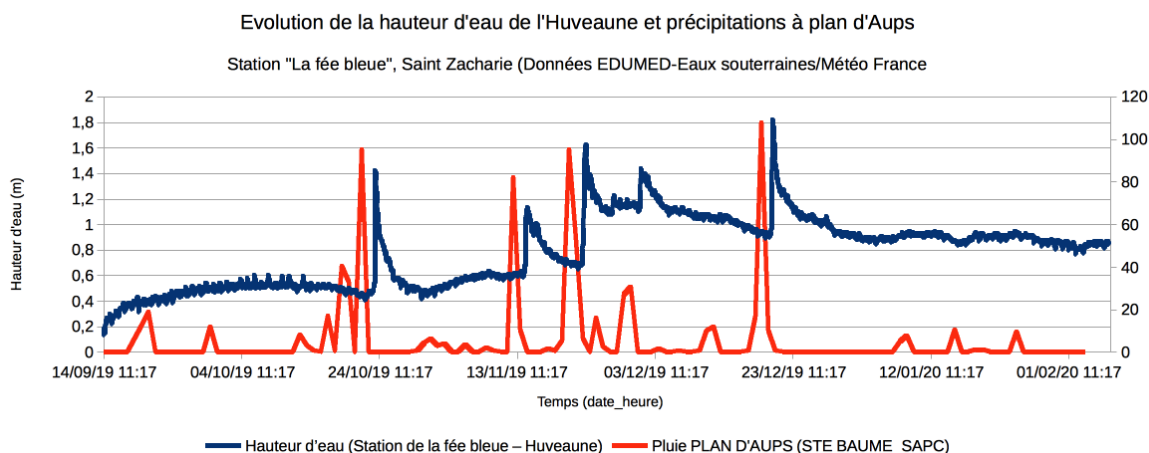


Figure 5 : Les variations de la hauteur d'eau dans l'Huveaune sont liées aux précipitations.

Pas de station hydro à côté de mon établissement ?

- ⇒ Le Data-Center HYDRO sur le site EDUMED propose des données *Vigicrue*.
- ⇒ Nous contacter pour mener un projet de mesure en 2020-2021 avec votre classe : edu@geoazur.unice.fr

B : Précipitations et intensité de précipitations

→ Ouvrir le fichier Radarmeteo_23nov.mov : Animation radar Météo France du vendredi 22 au samedi 23 novembre 2019

- Décrire l'évolution de l'événement pluvieux : direction de déplacement, amplitude du phénomène

- A quelle heure l'événement a-t-il été le plus intense au collège du Luc ?

- A partir de l'étude de la vidéo et de la figure 6, ci-dessous, explique comment s'est produit l'épisode de pluie méditerranéennes intenses du 23 novembre 2019.

Les pluies intenses sont des pluies qui, sur une courte durée, apporte de grandes quantités d'eau.

Les pluies méditerranéennes (Ex épisodes Cévenols) sont des pluies observées en fin de printemps et début d'automne. Ces événements pluvieux génèrent des crues dévastatrices, comme par exemple la pluie du 10/06/2010 à Draguignan ou du 14/10/2018 dans l'Aude.

L'air chaud et humide de la mer se déplace et rencontre l'air froid d'altitude (obstacle qui l'oblige à être soulevé, et à se refroidir en prenant de l'altitude). Si le refroidissement est suffisant, la condensation d'une partie de la vapeur d'eau disponible se produit, et si la condensation est importante, les gouttes deviennent suffisamment grosses pour précipiter.

La température de l'eau de mer constitue un facteur important dans l'apparition du phénomène. En conséquence, certains météorologistes craignent que le dérèglement climatique augmente significativement la fréquence de l'aléa. Le ministère de la transition écologique et solidaire a mis en place une campagne de sensibilisation des populations aux phénomènes et aux bons comportements à adopter en cas de pluies méditerranéennes intenses qui entraînent des inondations



Figure 6 : conditions météorologiques propices à un épisode de pluies méditerranéennes intenses. Schéma issu du site ministériel « Prévention du risque pluie-inondation dans l'arc méditerranéen »

→ Ouvrir le fichier Edlucm_2019.xlsx : série temporelle réalisée à partir des données EDUMED/Solstice

- Compléter les cellules G3, G4 et G9
- Quel pourcentage des précipitations annuelles est-il tombé en 2 jours entre les 22 et 24 novembre 2019 ?

C : Du sol au sous-sol : les phénomènes à l'interface entre l'atmosphère et la lithosphère conditionnent les écoulements de surface.

Avec le dispositif « Eaux souterraines », les élèves participent au suivi scientifique des nappes phréatiques en milieu karstique. Avec l'aide des spéléologues (CDS83, 13 et 06), des universités (AMU/UCA) et de l'association spéléH₂O, c'est une quinzaine de cavités qui sont instrumentées dans la région académique.



Figure 6 : Les élèves du dispositif Eaux souterraines découvrent et cartographient les conduits karstiques (A). Ils travaillent à partir des données hydrologiques relevées avec le concours des spéléos et des universités (B).
Clichés : F. Mourau



Figure 7 : Une semaine après l'épisode méditerranéen du 23 novembre 2019, les médias et les services de l'état lancent une nouvelle alerte.

PréfetAlpesMaritimes @prefet06

#meteo06

Demain lundi 2/12, les établissements scolaires pour les communes de Cannes, Mandelieu-la-Napoule, Pégomas seront fermés. Retrouvez plus d'infos ci-dessous

Commune	Établissement	Statut
Cannes	École maternelle de Mandelieu	Fermé
	École primaire de Cannes	Fermé
	École primaire de Cannes	Fermé
	École primaire de Cannes	Fermé
Mandelieu-la-Napoule	École maternelle de Cannes	Fermé
	École primaire de Cannes	Fermé
	École primaire de Cannes	Fermé
	École primaire de Cannes	Fermé
Pégomas	École maternelle de Cannes	Fermé
	École primaire de Cannes	Fermé
	École primaire de Cannes	Fermé
	École primaire de Cannes	Fermé

130 20:40 - 1 déc. 2019

196 personnes parlent à ce sujet

VigiMétéoFrance @VigiMeteoFrance

2 dpts en #vigilanceRouge
1 dpt en #vigilanceOrange

Restez informés sur vigilance.meteofrance.com

VIGILANCE MÉTÉO
Carte diffusée le dimanche 01 décembre 2019 à 22h17
Valable jusqu'au lundi 02 décembre 2019 à 16h00

Pluie-inondation
Inondation

2 départements en Rouge
Un seul département en Orange

51 22:17 - 1 déc. 2019

47 personnes parlent à ce sujet

Le 1^{er} décembre 2019, une semaine après l'épisode du 23 novembre, une nouvelle carte de vigilance météo est diffusée par Météo France et les services de l'état prennent des dispositions supplémentaires, comme la fermeture des établissements scolaires à l'ouest du département des Alpes Maritimes.

Pourquoi la préfecture a-t-elle pris ces mesures de protection supplémentaire le 1^{er} décembre

Pour comprendre l'inquiétude de la préfecture des Alpes Maritimes le 1^{er} décembre 2019, nous allons commencer par étudier des mesures réalisées en mars 2017 dans la vallée du Gapeau dans le Var.

→ Le diagramme ci-dessous a été réalisé à partir du fichier « Gapeau_2017.xlsx », c'est une série temporelle réalisée à partir des données Eaux souterraines et Vigicrue.

- Visualiser le bassin versant du Gapeau à partir du site Data Center d'EDUMED (Onglet « Bassin Hydro 3D »)

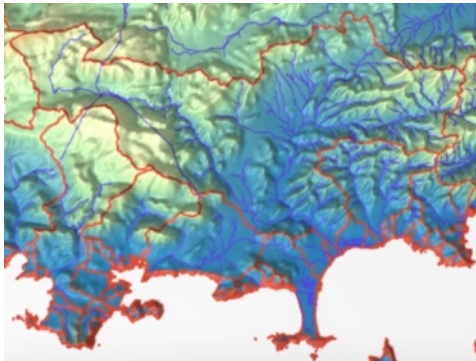


Figure 9 : Le bassin versant du Gapeau observé à travers l'interface EDUMED.

- Le temps d'infiltration correspond à la durée du transfert de l'eau de pluie à l'eau souterraine. Déterminer graphiquement le temps d'infiltration pour les 3 épisodes pluvieux successifs :
 - 1 :
 - 2 :
 - 3 :
- Comment évolue cette durée de transfert ?

.....
.....
.....
.....
.....

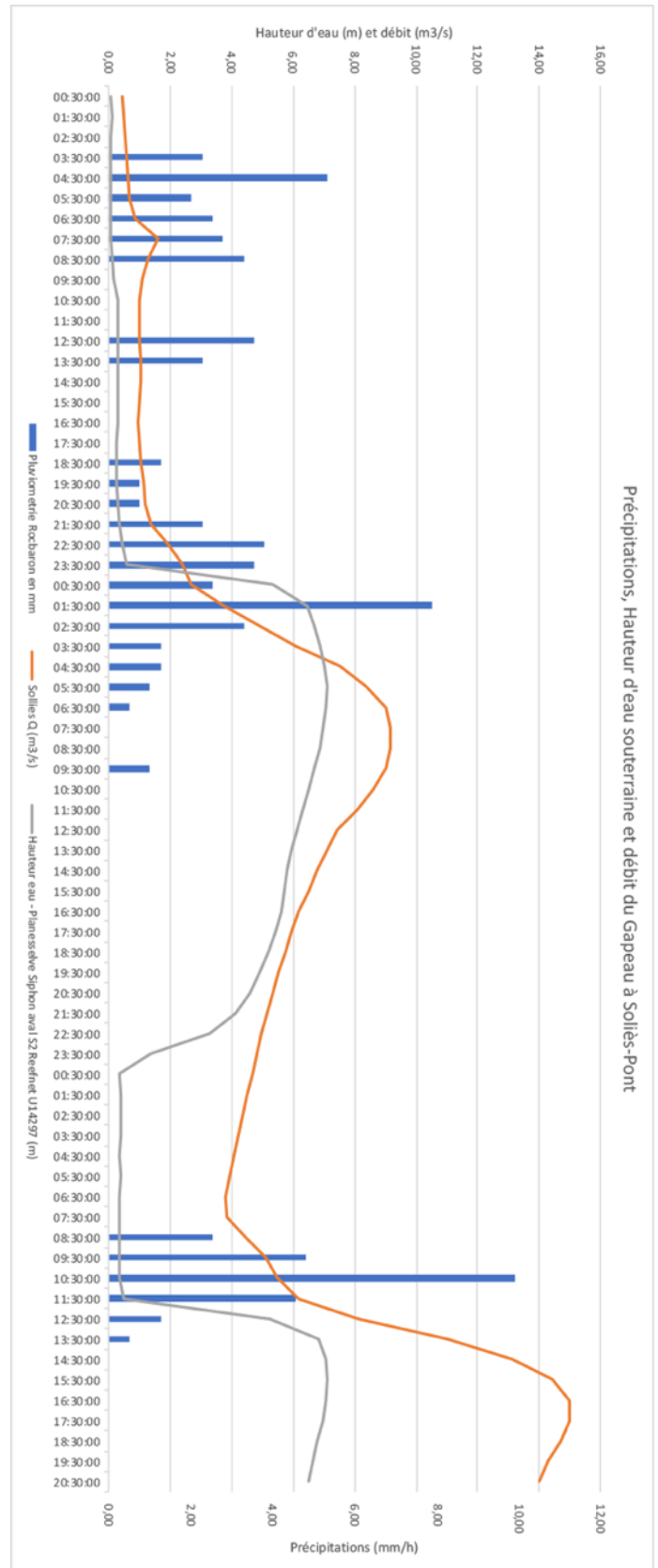


Figure 8 : Du 23 au 25 mars 2017, La hauteur d'eau dans la rivière souterraine de Planesselve et le débit du Gapeau varient en fonction des précipitations et de l'état de saturation des roches et du sol.

L'eau dans le karst

Schéma d'après B. Arfib (2007)

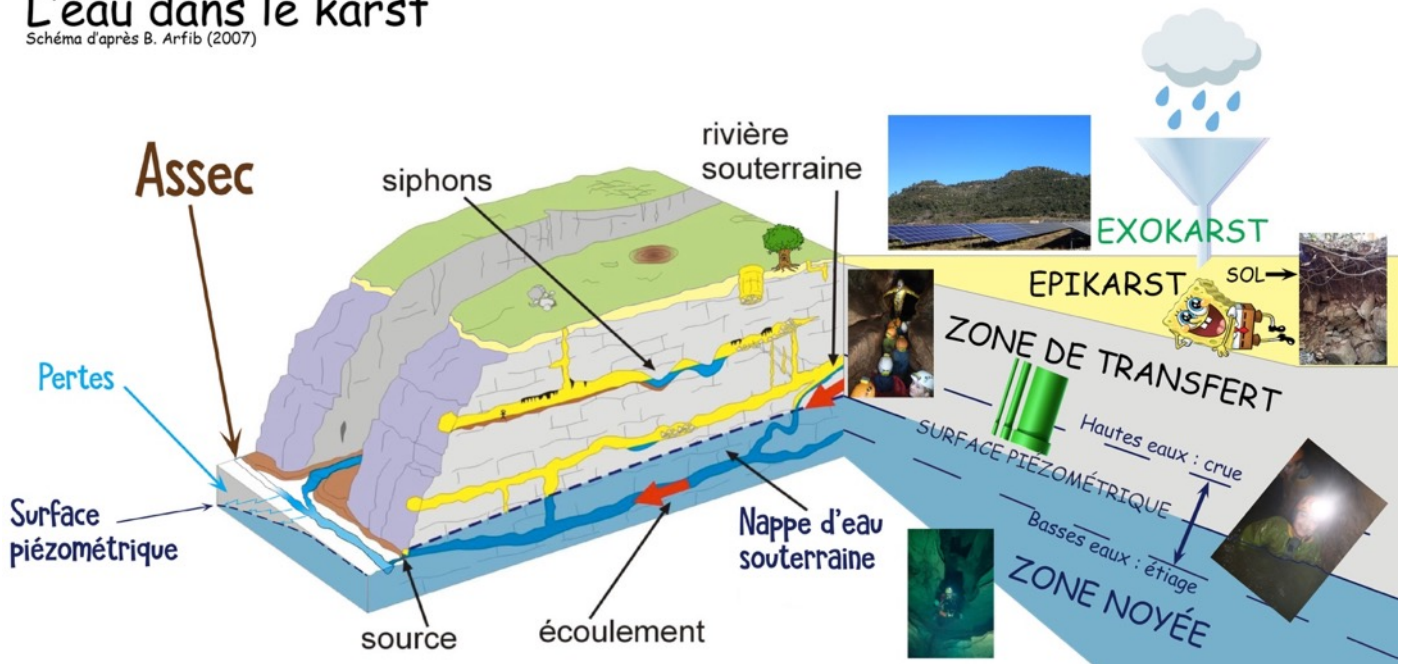
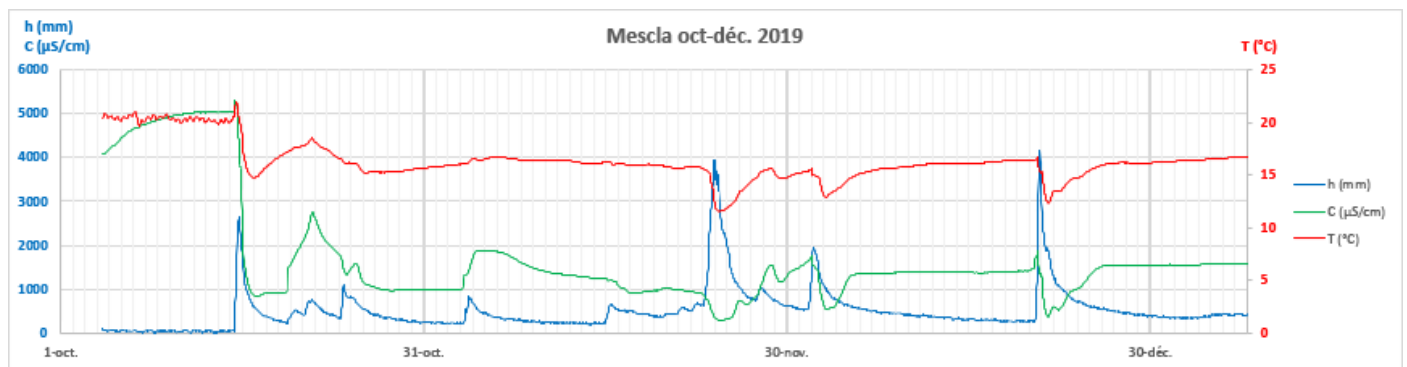


Figure 10 : D'après Mangin, puis Bakalowicz, L'épikarst a un rôle primordial dans le fonctionnement des aquifères karstiques car il crée un effet tampon en retenant l'eau. Il joue ici le rôle d'une éponge : sec, il absorbe l'eau de pluie puis ralentit son transfert. Quand il est saturé, l'eau le traverse rapidement puis rejoint la nappe phréatique en empruntant les gros conduits de la zone de transfert.

- A partir des informations de la figure 10, expliquer pourquoi la préfecture du 06 a préféré fermer les établissements scolaires le 1^{er} décembre, une semaine après un premier épisode méditerranéen.

Figure 11 : La grotte de la Mescla est située près de la confluence entre le Var et la Tinée. Elle est étudiée par Philippe Audra, hydrogéologue karstique de l'école polytechnique de Sophia-Antipolis. Il accompagne le projet mené avec les élèves du lycée international de Valbonne. Les sondes utilisées ici mesurent à la fois la température, la hauteur et la conductivité électrique de l'eau souterraine.



D'après les données, expliquer pourquoi tous les établissements scolaires des Alpes maritimes ont été fermés le vendredi 20 décembre ?

D : Des zones côtières particulièrement exposées.



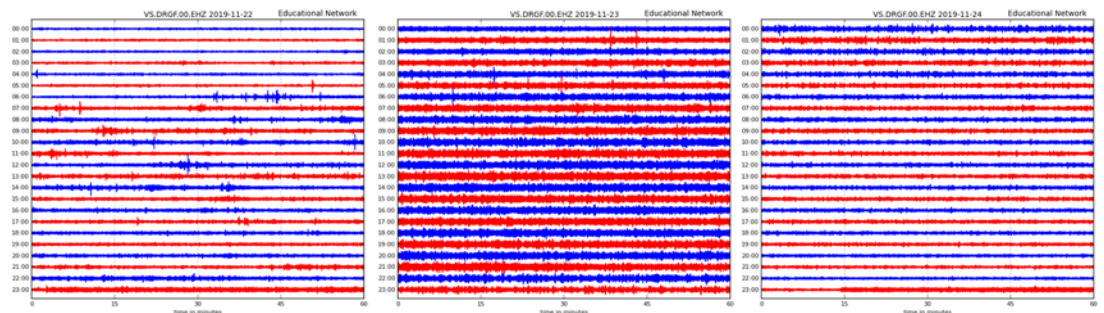
Figure 11 : Le Var et les Alpes-Maritimes ont également fait face à des phénomènes de submersion marine, engendrant érosion, inondations supplémentaires et destructions.

(A) : Galets et embarcation projetés sur la route du bord de mer à Saint-Laurent-du-Var (06). (B) Destruction partielle du front de mer à Cannes (06). Cliché JC Nissa (Le Parisien, 23/11/2019).

Le réseau de sismomètres de l'observatoire EDUMED perçoivent les ondes sismiques de surface générées par la houle.

→ Dans le Data Center SISMO du site EDUMED, afficher les dérouleurs journaliers de la station sismique DRGF pour les 22, 23 et 24 novembre 2019.

Figure 12 : Dérouleurs journaliers de la station DRGF. En dehors des événements sismiques, on constate de nombreuses vibrations qui brulent le signal enregistré par le sismomètre. C'est l'effet de la houle qui tape sur le fond océanique.



Le niveau moyen de la mer (niveau 0) correspond à une pression de 1013,25 hectopascals (pression de référence). Il faut ajouter 1 cm ou enlever 1cm de hauteur d'eau par hectopascal de différence avec la pression de référence. Par exemple, si la pression atmosphérique est de 1023 hPa (conditions anticycloniques), il faut enlever 10 cm à la hauteur d'eau mesurée (ou observée). A l'inverse, si la pression atmosphérique est de 983 hPa (dépression), il faut rajouter 30 cm à la hauteur d'eau mesurée (ou observée). De plus, le vent agit également sur la marée barométrique. Un vent fort et constant soufflant de la mer vers la terre provoque une élévation du niveau de l'eau pouvant aller jusqu'à 1 mètre.



Figure 13 : Variations de la hauteur de la mer mesurées au marégraphe de Nice. Données issues du Data Center de l'Observatoire EDUMED.

→ Ouvrir le fichier Marée_Nice_2025novembre.xlsx

- Décrire l'évolution du niveau de la mer à Nice le 23 novembre 2019 (figure 13).

- Proposer une hypothèse qui explique ce phénomène.

→ Tracer un diagramme montrant l'évolution de la pression barométrique à l'aide du deuxième onglet.

- Les données valident-elles votre hypothèse ?

- Dans un contexte global de dérèglement climatique et d'élévation du niveau de la mer, comment devrait évoluer le risque de submersion au cours des 30 prochaines années ?



Figure 14 : Les zones colorées en bleu sur la carte de la basse vallée de l'Argens ont une altitude inférieure à 9 mètres. Pendant une crue, le niveau de l'Argens peut dépasser de 7 mètres son niveau d'écoulement normal à Roquebrune.

L'élévation du niveau de la mer lié à la dépression barométrique et au vent de tempête crée un bouchon hydraulique qui empêche une bonne évacuation de l'eau au niveau de l'embouchure du fleuve Argens.

- En s'aidant de l'exemple de l'Argens (figure 14), dire quelle est l'autre conséquence de l'élévation du niveau de la mer pendant un épisode méditerranéen.

- À partir de la figure 15, dire si l'enseignement du risque inondation au collège est pertinent sur le pourtour méditerranéen.

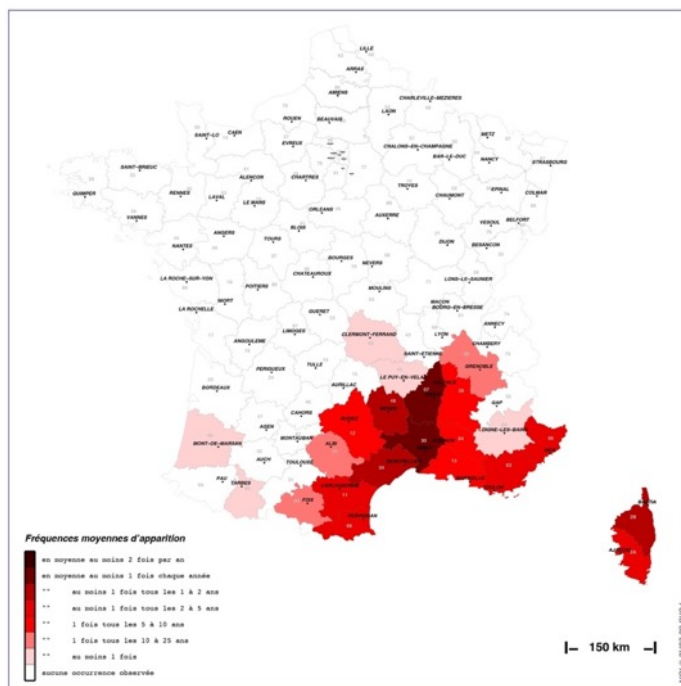


Figure 15 : Fréquence d'apparition des épisodes méditerranéens avec des cumuls supérieurs à 200 mm par jour (Document créé par Météo France et mis à jour en février 2016)



PLUIE-INONDATION

LES 8 BONS COMPORTEMENTS

en cas de pluies méditerranéennes intenses



JE M'INFORME
et je reste à l'écoute
des consignes des autorités
dans les médias et sur les
réseaux sociaux en suivant
les comptes officiels



**JE NE PRENDS PAS
MA VOITURE
ET JE REPORTE
MES DÉPLACEMENTS**



**JE ME SOUCIE DES
PERSONNES PROCHES,**
de mes voisins et des
personnes vulnérables



**JE M'ÉLOIGNE
DES COURS D'EAU**
et je ne stationne pas sur
les berges ou sur les ponts



JE NE SORS PAS
Je m'abrite dans un bâtiment
et surtout pas sous un arbre
pour éviter un risque de foudre



**JE NE DESCENDS PAS
DANS LES SOUS-SOLS
ET JE ME RÉFUGIE
EN HAUTEUR, EN ÉTAGE**



**JE NE M'ENGAGE NI
EN VOITURE NI À PIED**
Pont submersible, gué, passage
souterrain... Moins de 30 cm d'eau
suffisent pour emporter une voiture



**JE NE VAIS PAS
CHERCHER MES
ENFANTS À L'ÉCOLE,**
ils sont en sécurité

JE CONNAIS LES NIVEAUX DE VIGILANCE

- Phénomènes localement dangereux
- Phénomènes dangereux et étendus
- Phénomènes dangereux d'intensité exceptionnelle



J'AI TOUJOURS CHEZ MOI UN KIT DE SÉCURITÉ

Radio et lampes de poche avec piles de rechange, bougies,
briquets ou allumettes, nourriture non périssable et eau
potable, médicaments, lunettes de secours, vêtements chauds,
double des clés, copie des papiers d'identité, trousse
de premier secours, argent liquide, chargeur de téléphone
portable, articles pour bébé, nourriture pour animaux.

JE NOTE LES NUMÉROS UTILES

Ma mairie
112 ou **18** Pompiers
15 SAMU
17 Gendarmerie, Police

pluie-inondation.gouv.fr #pluieinondation