

#connaître #partager #accompagner

Le Pôle Karst : un dispositif peu connu ...

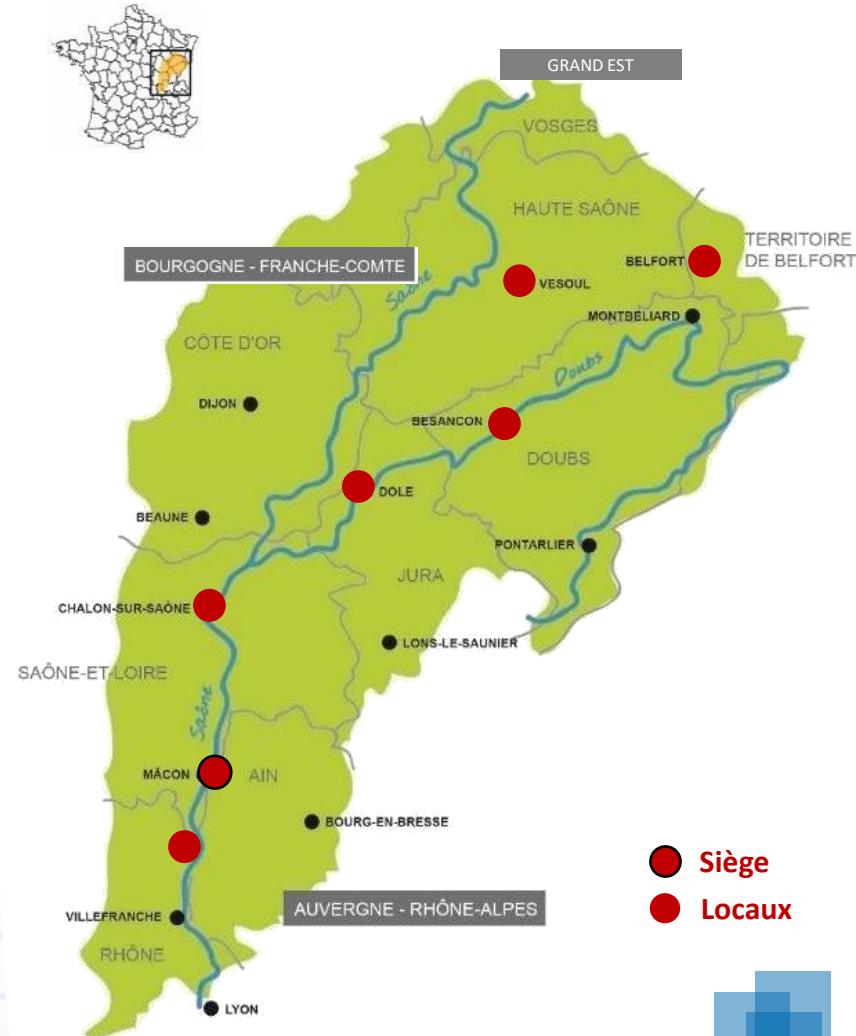
19/09/2023 – Réseau CapTer – Café CapTer



Un mot d'introduction l'EPTB Saône et Doubs

E.P.T.B. ÉTABLISSEMENT PUBLIC
territorial du bassin
saône & doubs

Effectifs : 35 agents, sur 7 sites



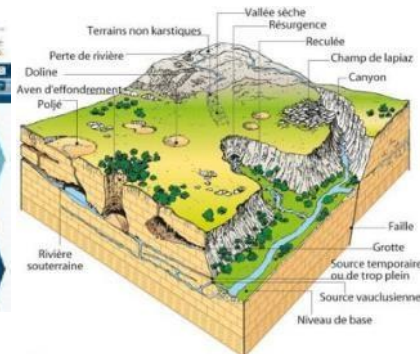
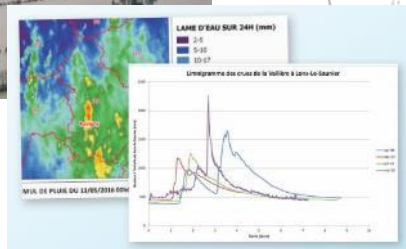
Un mot d'introduction sur l'EPTB Saône et Doubs

Les missions de l'EPTB à l'échelle du grand bassin de la Saône

Réseau des Gestionnaires (syndicats, EPCI : journées d'échanges, visites...)



Etudes stratégiques (écrêtement des crues, ressource en eau, changement climatique...)



Observatoire risque inondation sécheresse et Karst (ORISK/Pôle Karst)

Production, valorisation et partage de données

Formation et sensibilisation (élus, grand public, scolaires...)



Un mot d'introduction sur l'EPTB Saône et Doubs

Les missions de l'EPTB à l'échelle du grand bassin de la Saône

Animation du contrat de rivière

coordination/suivi des actions,
liens avec d'autres démarches,
bilan/définition stratégie



Animation de sites Natura 2000

Acquisition de connaissances
Contractualisation (aides agricoles, travaux)
Lutte contre les EEE
Sensibilisation, sorties grand public



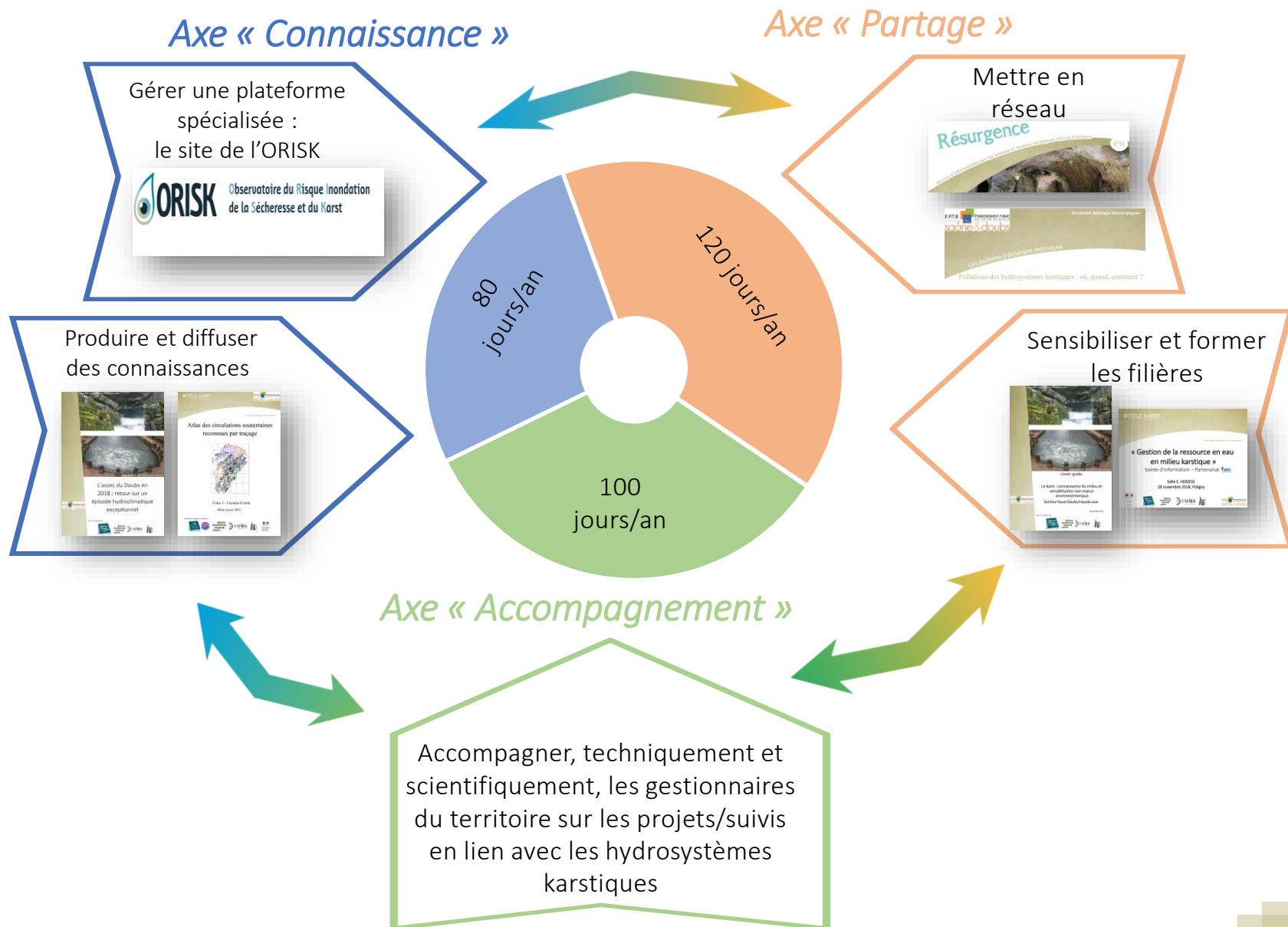
Réalisation d'études et de travaux

(diagnostic, avant-projet, restauration
de milieux humides et aquatiques)



Le Pôle Karst : Principaux axes de travail et objectifs, productions

Un mot d'introduction sur le Pôle Karst

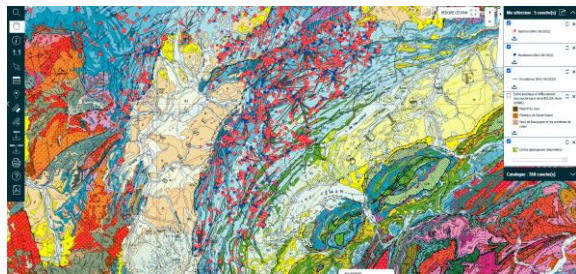


Axe « Connaissance »

Objectif : Gérer la plateforme Orisk (onglet Pôle Karst) - Intégrer et mettre à disposition les données et connaissances sur la plateforme

Actions principales :

- Gestion et mise à jour de la plateforme numérique
- Rubrique « *Ressources documentaires* » : veille technico-scientifique $\approx$ 400 documents
- Rubrique « *Cartographie dynamique* » : actualisation et ajout de nouvelles couches



Cartographie d'ORISK
Guide d'utilisation

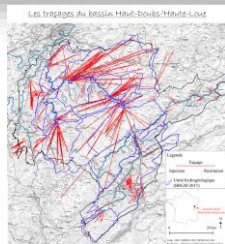
Mise à jour en novembre 2022

Axe « Connaissance »

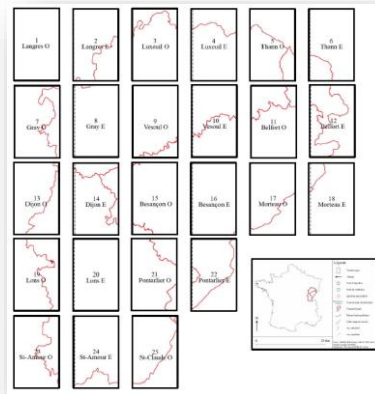
Objectif : Gérer la plateforme Orisk – Intégrer et mettre à disposition les données et connaissances sur la plateforme

Actions principales :

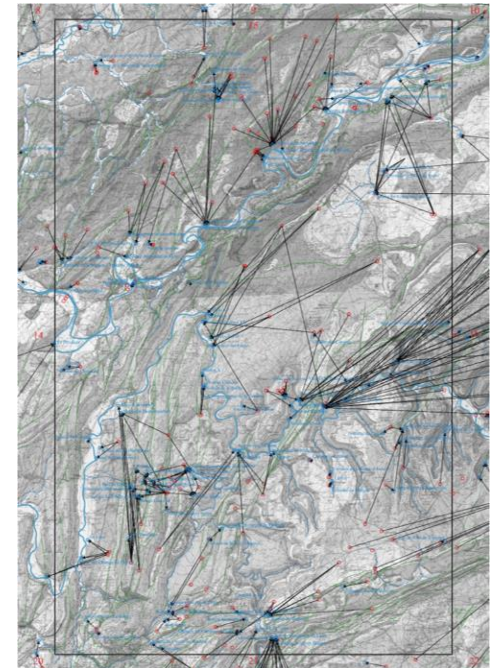
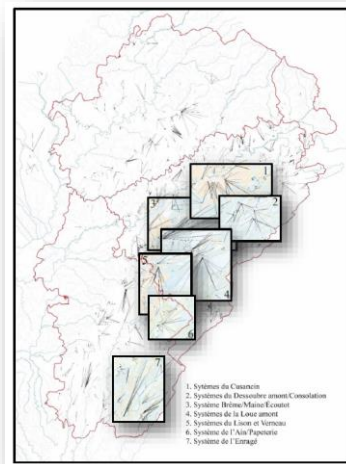
Atlas « Traçages »



« Agglomération »



« Grand système karstique »

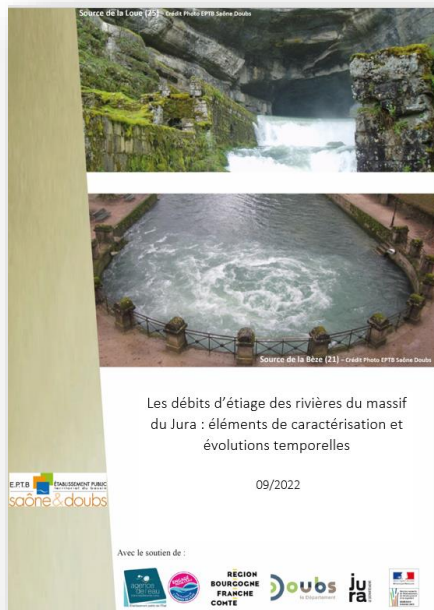


Axe « Connaissance »

Objectif : Gérer la plateforme Orisk – Intégrer et mettre à disposition les données et connaissances sur la plateforme

Actions principales :

Article « Etiage »



09/2022

du massif du Jura ont été caractérisés en 2018 et 2020 à deux reprises. Ces observations ont motivé des premiers travaux sur cette thématique, aboutissant à la rédaction de ce document. L'objectif principal de celui-ci est, en premier lieu, de caractériser les séquences de très basses eaux à l'échelle des chroniques de débits disponibles et de dresser ainsi un premier état des lieux spatial et temporel de ces épisodes. L'idée est également de voir si les séquences récentes de 2018 et 2020 (et 2022) traduisent de profonds changements du comportement des cours d'eau en période estivale ou si cette récurrence est un phénomène « accidentel ».

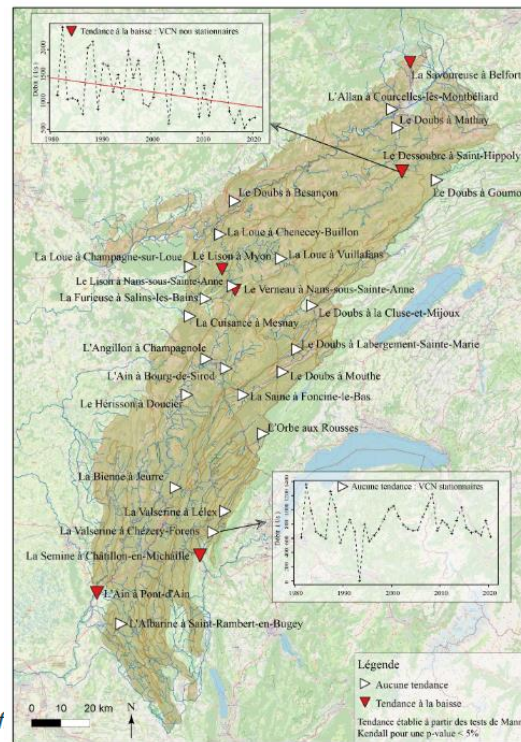


Figure 7 : Tendances associées aux VCN₁₂ des stations du massif du Jura

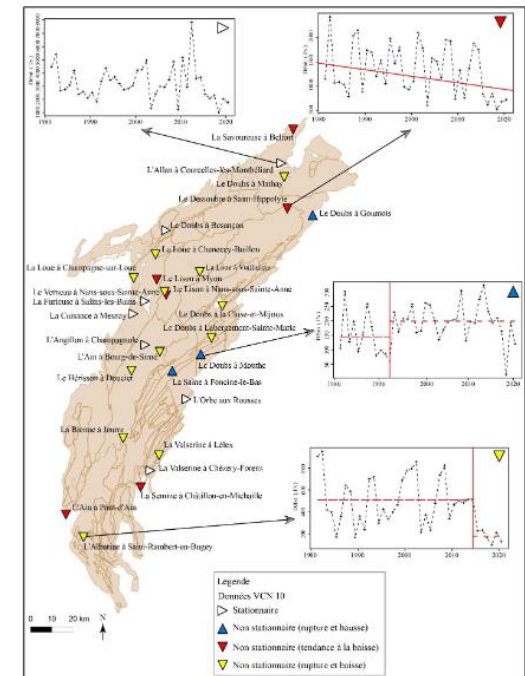


Figure 9 : Typologie de l'évolution des VCN₁₂ des stations du massif du Jura

Axe « Connaissance »

Objectif : Mettre en réseau les acteurs

Une JET (1/an)

« *Pollutions des hydrosystèmes karstiques : où ? quand ? comment ?* »

« *Etiages et sécheresses dans l'Est de la France : que sait-on ? que fait-on ?* »

Actions principales :

La newsletter (2/an)



1 mot (ou 2) sur le pôle Karst

Le Pôle Karst y était !

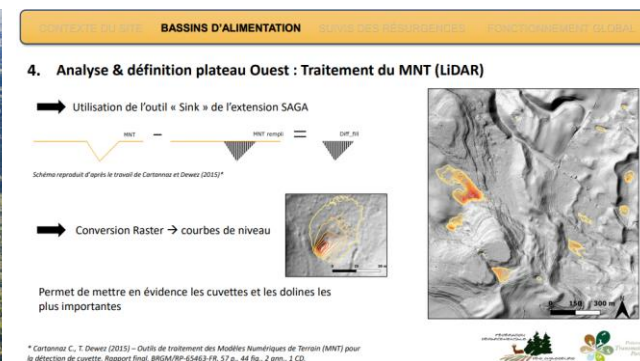


En 2023, la Ville d'Ornans organise « l'année de la Loue », consacrée à ce patrimoine naturel précieux et pourtant menacé. Les objectifs sont de sensibiliser et faire prendre conscience, aux Ornannais mais également aux gens de passages, de la situation de la Loue, de travailler à la sauvegarde et la protection de la rivière. Pour ce faire, de nombreuses animations et actions de sensibilisation sont organisées, tout au long de l'année, avec les acteurs de la filière eau. C'est dans ce cadre que le Pôle Karst a été sollicité et qu'il contribue à plusieurs actions, sur l'année.



Une journée REX (1/an)

« *Les rendez-vous du karst de Bourgogne Franche-Comté.* »



* Cartanier C., T. Dewes (2015) - Outils de traitement des Modèles Numériques de Terrain (MNT) pour la détection de cuvette. Rapport final. BRG/06-0460-FR, 57 p., 44 fig., 2 ann., 1 CD.



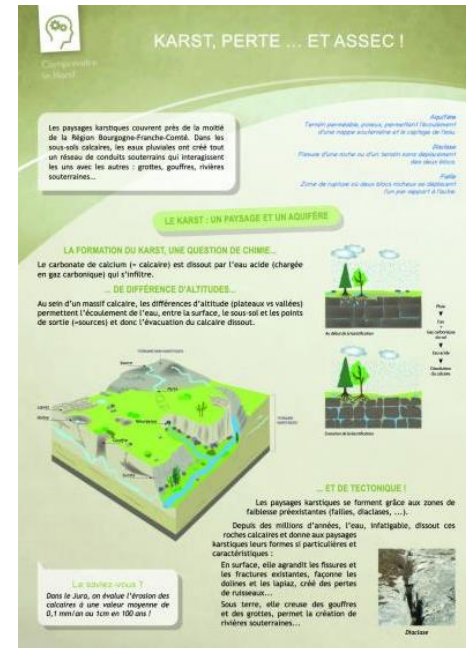
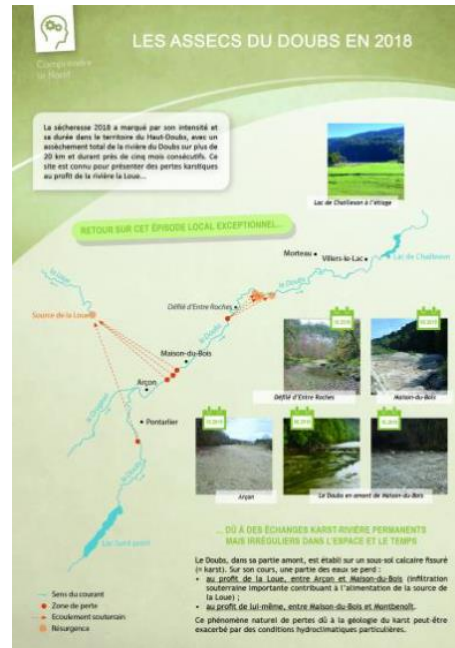
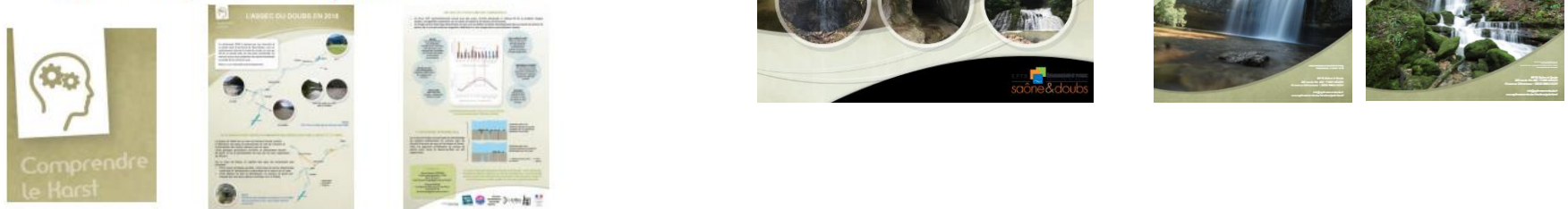
Axe « Connaissance »

Objectif : Mettre en réseau les acteurs

Actions principales :

Production de supports de communication

Document vulgarisé « Comprendre le karst »





Axe « Connaissance »

Objectif : Fournir une assistance scientifique et technique

Actions principales :

Département du Jura

Bassin de la Bienne / Enragé :

- Suivi/échanges/COPIL étude pollution sédimentaire + monitoring en milieu karstique ; groupe de travail « décharges » pour le PNRJH

Lac de Chalain et lac de Chambly

- Appui à la compréhension du contexte hydrogéologique

Accompagnement autres collectivités/structures :

- Démarche « étiage » déclinée à l'échelle du PNRHJ



Axe « Connaissance »

Objectif : Fournir une assistance scientifique et technique

Actions principales :

Département du Doubs

Bassins de la Loue/Verneau :

- Accompagnement à la mise place d'un document de valorisation des données Nitrates sur la Loue
- Accompagnement du programme de recherche Nutrikarst (suivi/relecture)
- Accompagnement d'études en cours portées (Flux admissibles, Ressources Stratégiques et Changement Climatique)

Novillars/Arcier : participation au projet « *TransKarst* » sur Arcier + participation à la commission scientifique Novillars

Démarches BV Doubs : appui interne sur la caractérisation de données débit (contrat de vallée du Doubs) + Ressources Karstiques Majeures

Accompagnement autres collectivités/structures :

- Démarche « étiage » déclinée à l'échelle du SAGE Haut-Doubs/Haute-Loue + relecture/échanges sur documents techniques



Axe « Connaissance »

Objectif : Fournir une assistance scientifique et technique

Actions principales :

Démarche massif du Jura – appui AERMC

- Démarche « Ressources Karstiques Majeures » : délimitation des zones de sauvegarde – Test/adaptation des méthodes suisses : Visual Karsys - Carte du Karst

Hors massif du Jura

- Accompagnement à la compréhension du contexte hydrogéologique (21, 58)

Autres

- Avis/conseils ponctuels : sollicitations diverses (BE, particulier, collectivités, services état, ...)

Axe « Connaissance »

Objectif : Fournir une assistance scientifique et technique

Actions principales :

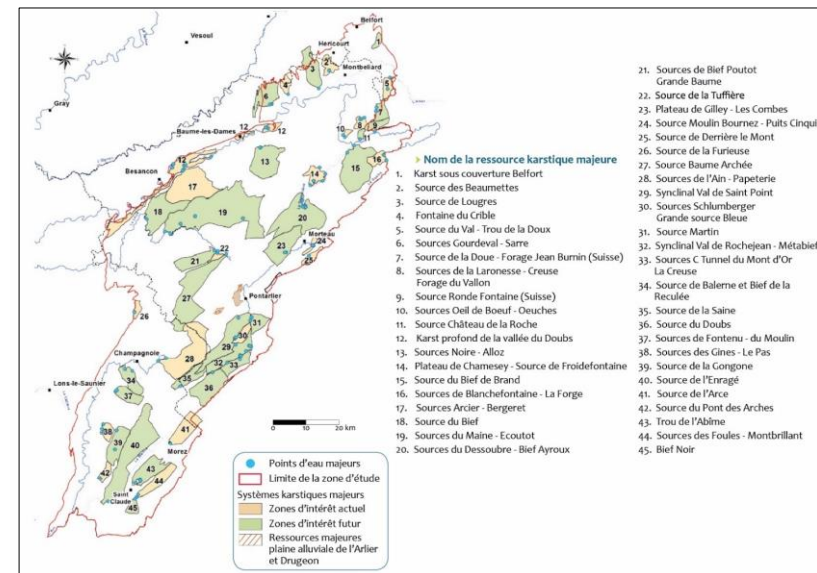
Massif du Jura

- Démarche « Ressources Stratégiques » - Carte du Karst – Visual Karsys

Les ressources stratégiques (ou *Ressources Karstiques Majeures*) = secteurs spécifiques identifiés au sein des masses d'eau stratégiques, qui présentent un intérêt majeur pour l'AEP à l'échelle départementale

Caractéristiques :

- qualité chimique est conforme ou proche des critères de qualité des eaux distribuées tels que fixés dans la directive 98/83/CE
- importantes en quantité
- bien situées par rapport aux zones de forte consommation (actuelles ou futures) pour des coûts d'exploitation acceptables



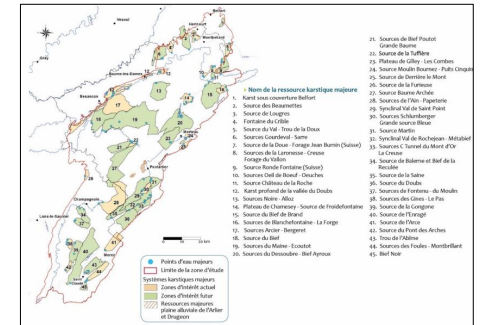
Axe « Connaissance »

Objectif : Fournir une assistance scientifique et technique

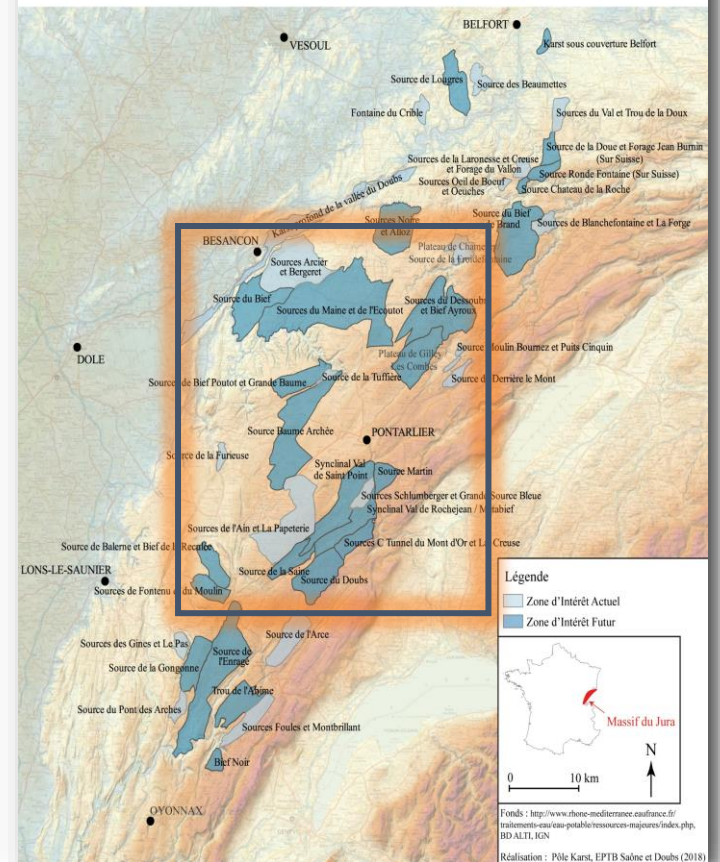
Actions principales :

Massif du Jura

- Démarche « Ressources Stratégiques » - Carte du Karst – Visual Karsys
 - Actuellement 70% des captages du massif du Jura sont d'origine karstique et permettent d'alimenter un tiers de la population
- Sur les ressources majeures :
- zonage complet (bassin d'alimentation des différentes sources (A) ;
 - une cartographie de la vulnérabilité du bassin d'alimentation (méthode RISK) (B) ;
 - une cartographie de la zone la plus productive comprenant l'exutoire et la zone noyée (drains et systèmes annexes).



Ressources en eau dans le massif du Jura Les zones d'intérêt pour l'alimentation en eau actuelle et future



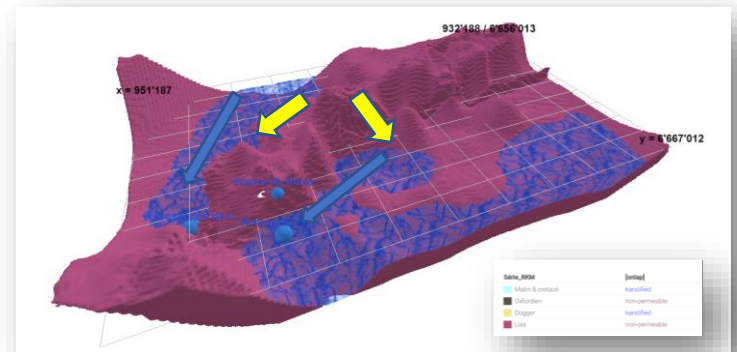
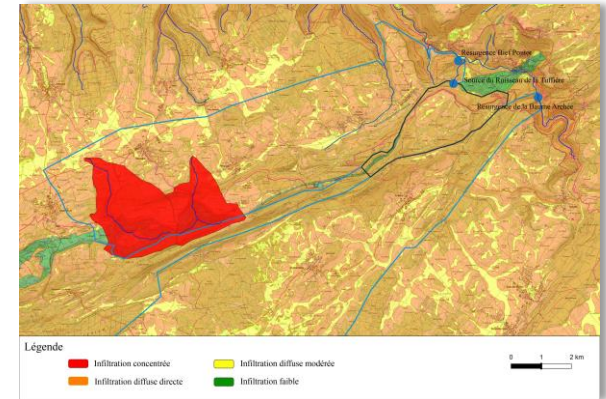
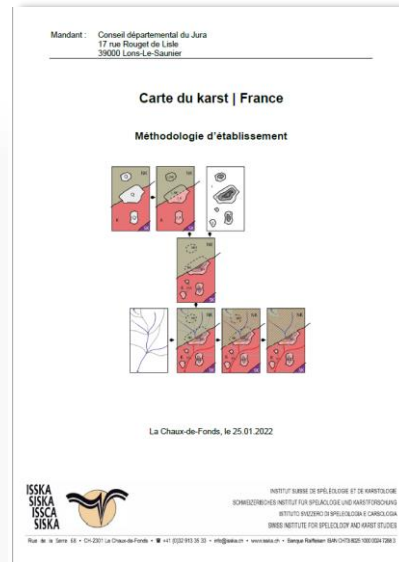
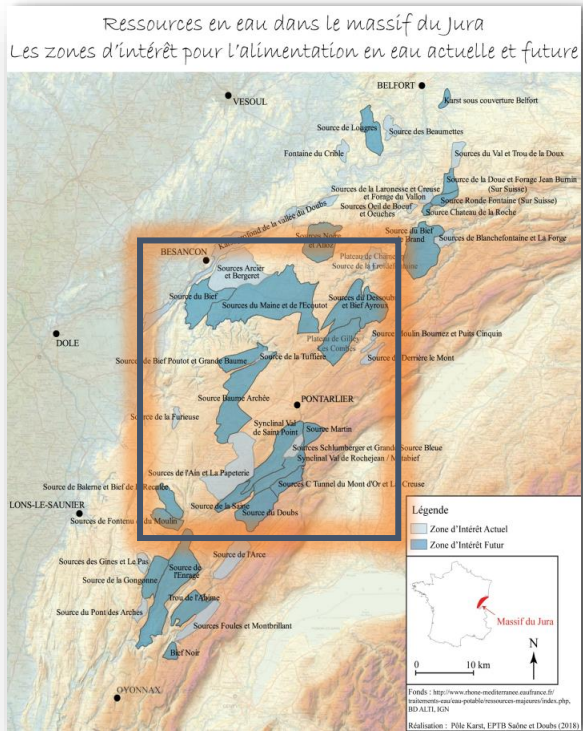
Axe « Connaissance »

Objectif : Fournir une assistance scientifique et technique

Actions principales :

Massif du Jura

- Démarche « Ressources Stratégiques » - Carte du Karst – Visual Karsys



Le karst : caractéristiques générales, vulnérabilité, impacts changement climatiques, ...



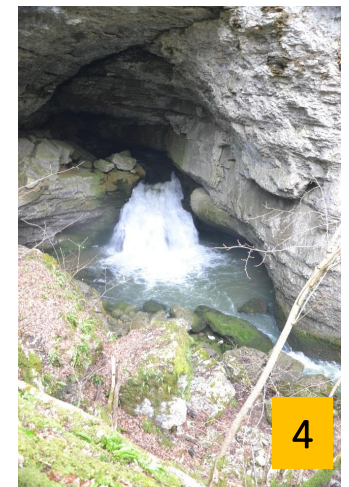
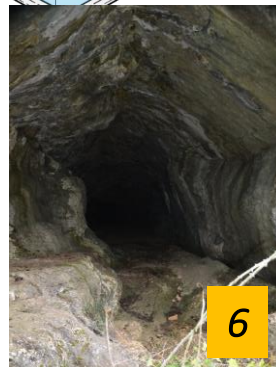
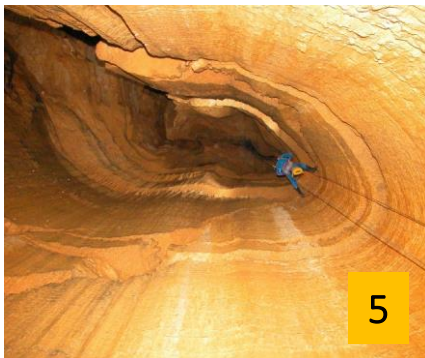
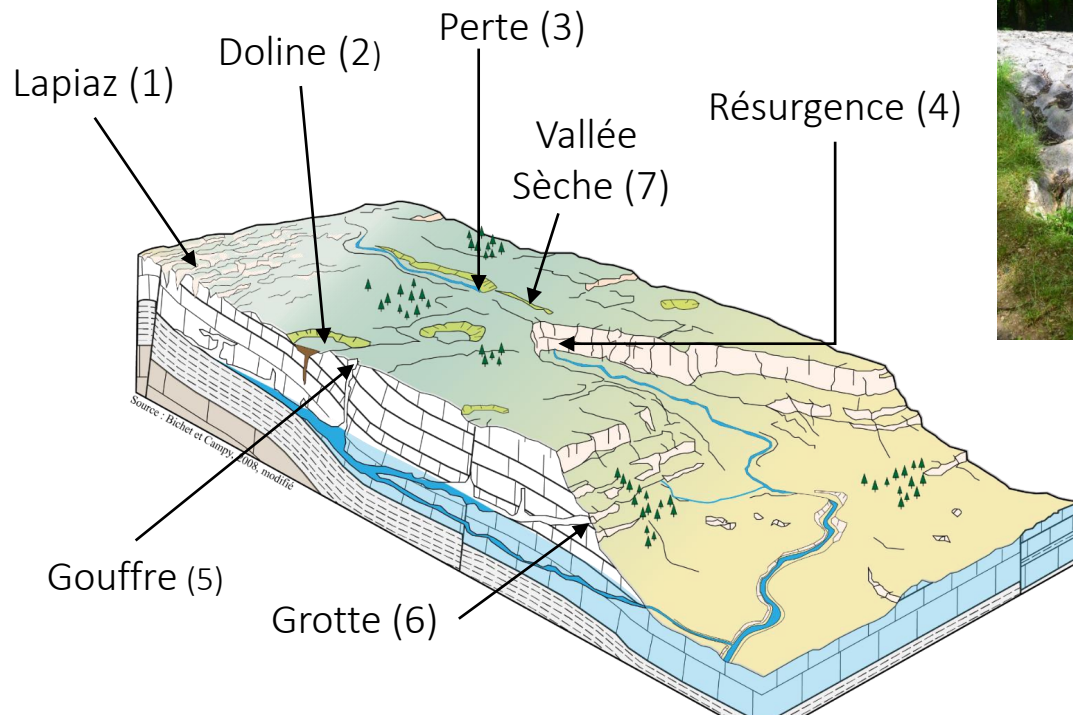
Quelle est l'origine de mot karst ?

- a. Nom donné par les spéléologues à une cavité
- b. Célèbre géographe autrichien (Félix KARST, 1822-1899)
- c. Nom allemand d'une région slovène caractérisée par des plateaux calcaires



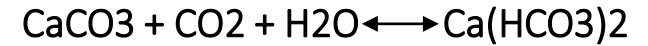
Caractéristiques générales du Karst

Karst = milieu constitué de vides organisés



Caractéristiques générales du Karst

La karstification

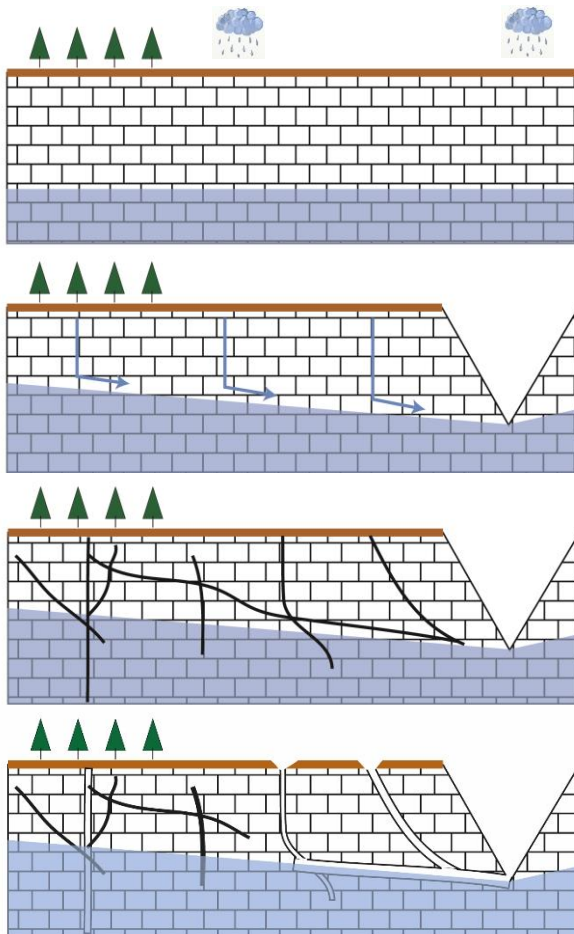


CaCO_3 (calcaire) + CO_2 + H_2O : énergie chimique

Gradient hydraulique : énergie potentielle

Discontinuités (fissures, fractures) : énergie mécanique

Karstification = création et structuration de vides, dans l'espace et dans le temps



Karst = milieu constitué de vides organisés ou, par extension, ensemble des morphologies caractéristiques de la dissolution (des calcaires)



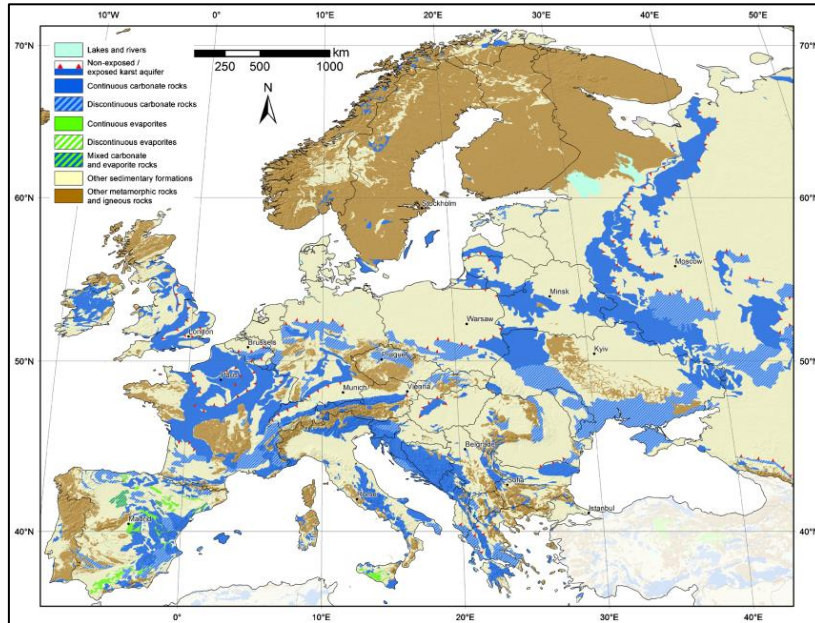
Quel pourcentage de la surface de la planète est occupé par du karst ?

- a. 1%
- b. 10%
- c. 15%
- d. 80%

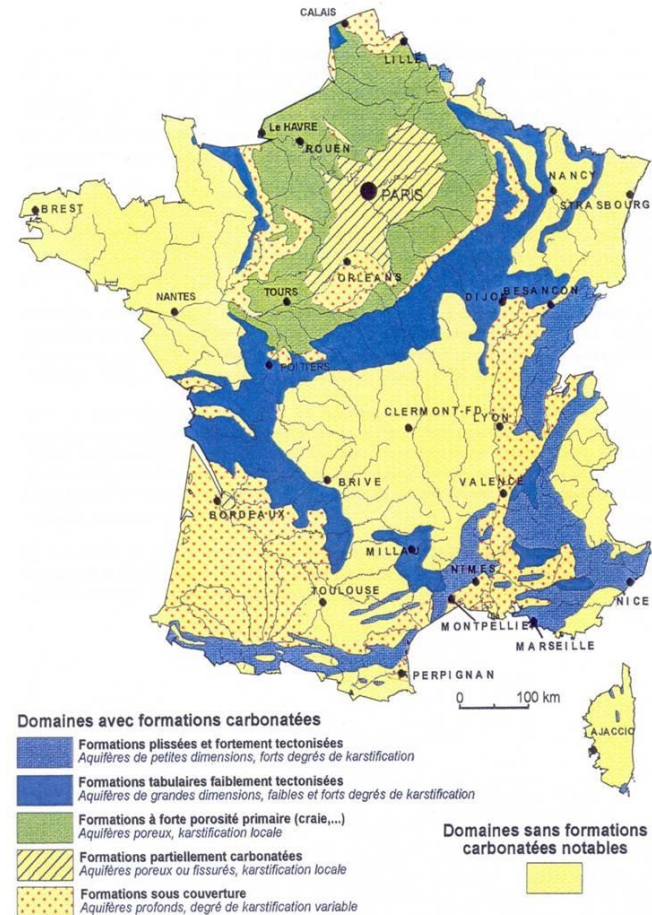


Caractéristiques générales du Karst

Distribution



Chen et al., 2017, The World Karst Aquifer Mapping project: concept, mapping procedure and map of Europe, Hydrogeology Journal

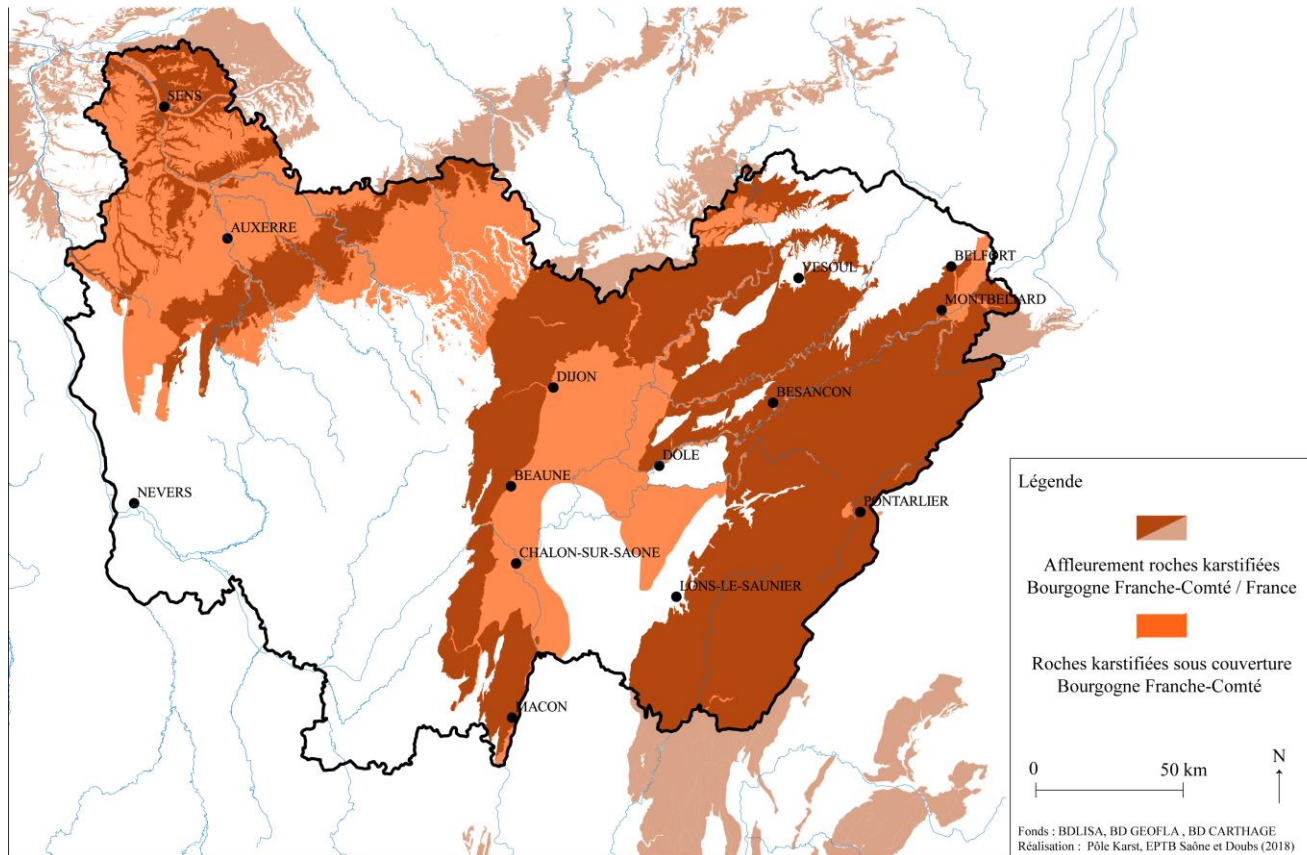


15 % des terres émergées (planète)
35 % du territoire français (métropole)

Caractéristiques générales du Karst

Distribution

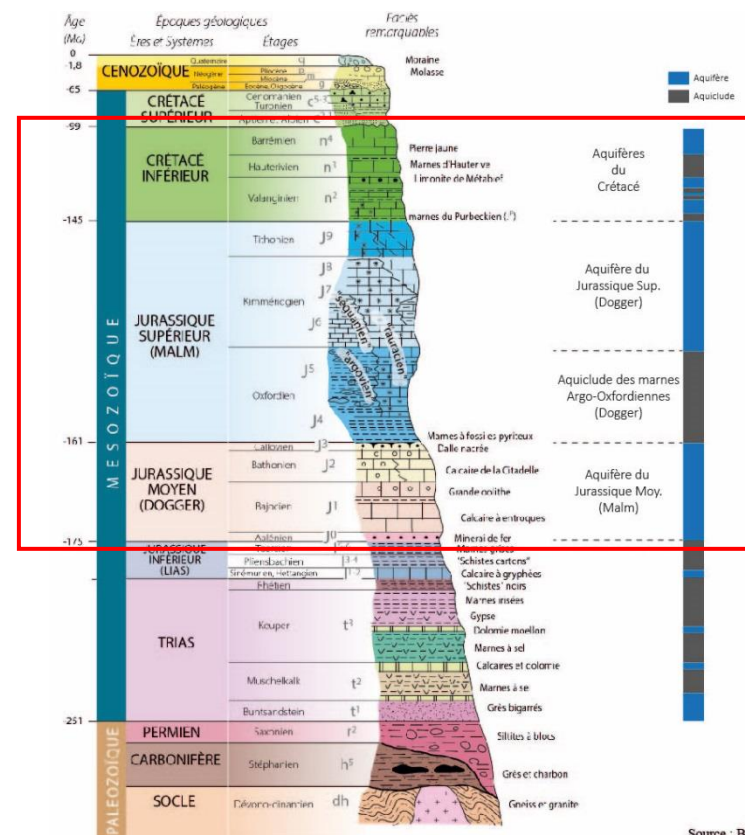
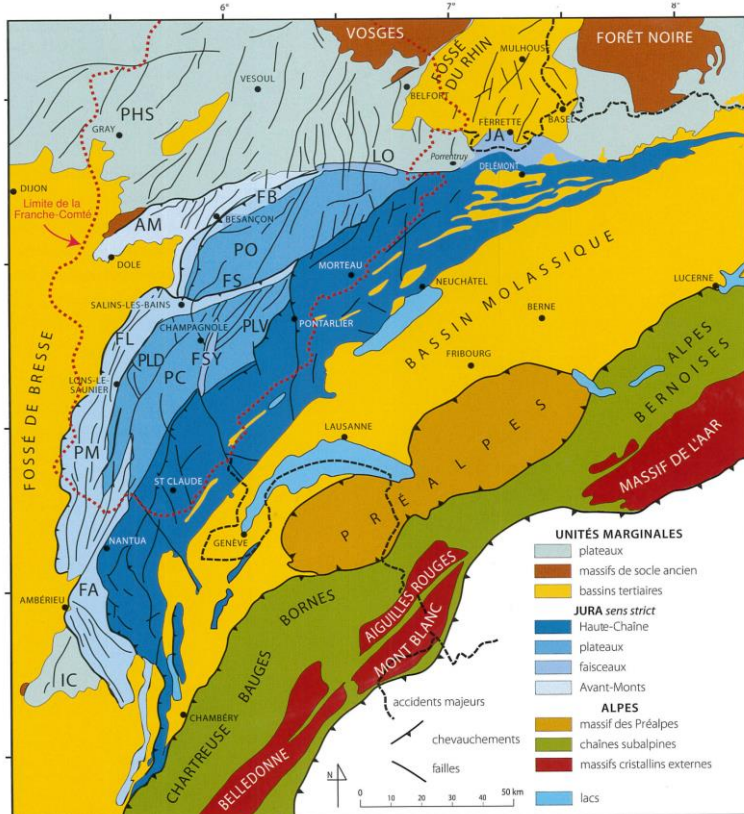
Le karst en Bourgogne Franche-Comté



+ de 50 % du territoire de Bourgogne Franche-Comté

Caractéristiques générales du Karst

Le Jura un massif karstique



Source : Bichet et Campy, 2008, modifié

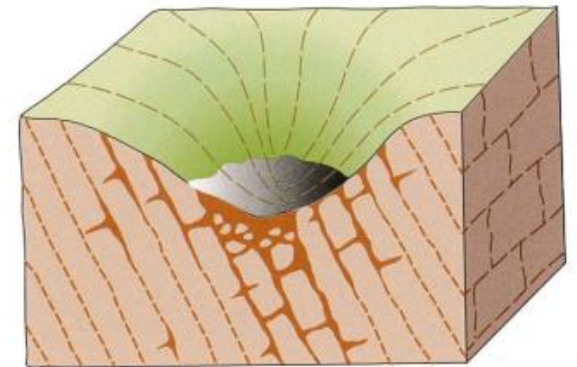
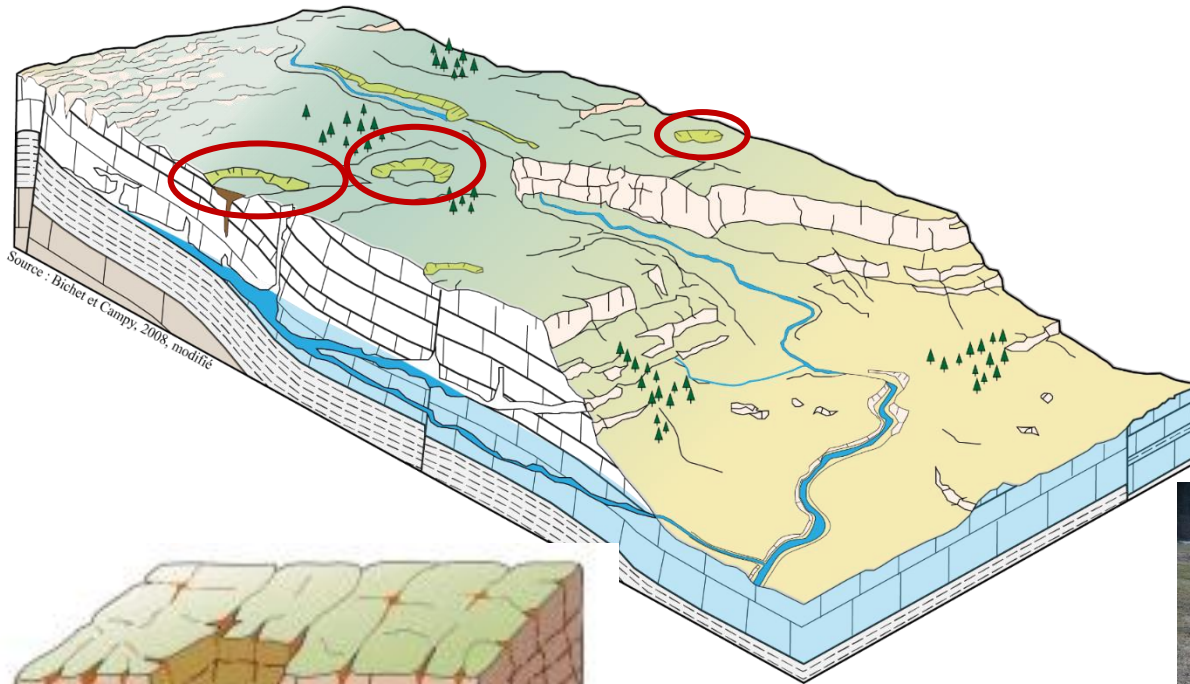
Le Jura = avant-monts, plateaux et faisceaux faillés et haute-chaîne, 400 km de long, env. 70 km largeur.

95 % de terrains carbonatés (calcaires et marnes)

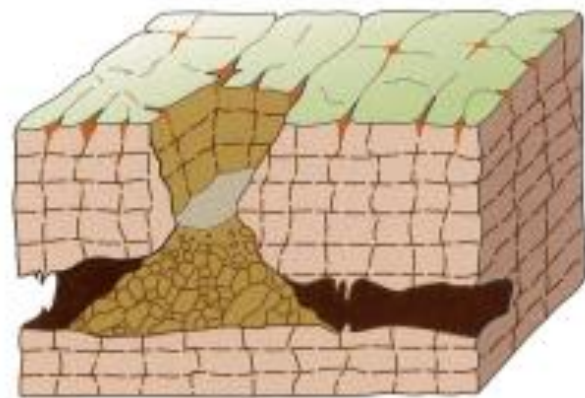
Une karstification au sein de 2 séries géologiques principales : le Jurassique moyen et le Jurassique supérieur

Caractéristiques générales du Karst

***La doline* : dépression fermée** de forme circulaire ou elliptique, de taille variable (métrique à décamétrique) et dont la profondeur est inférieure au diamètre



Source : Bichet et Campy (2008)

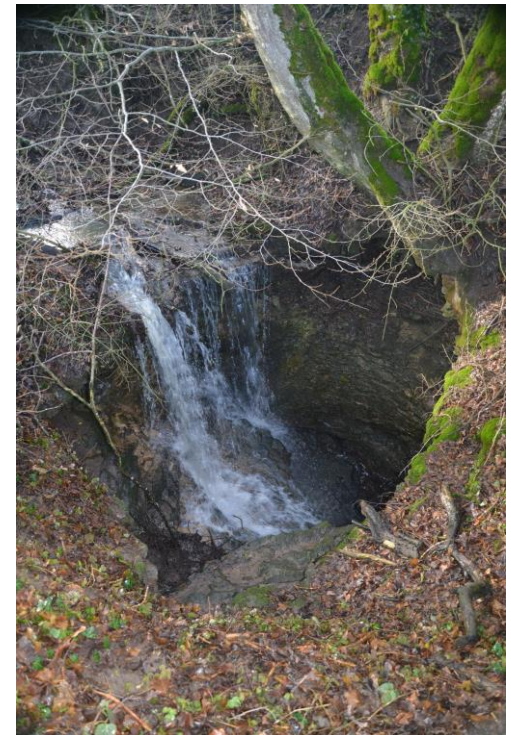
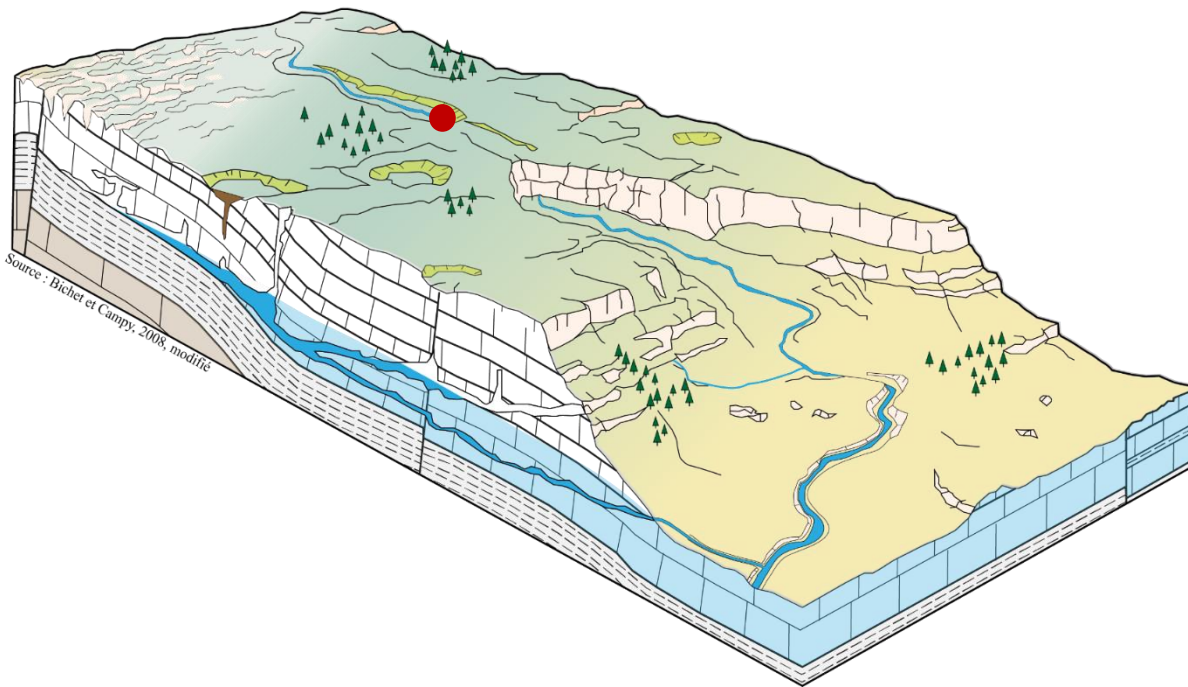


Doline d'effondrement



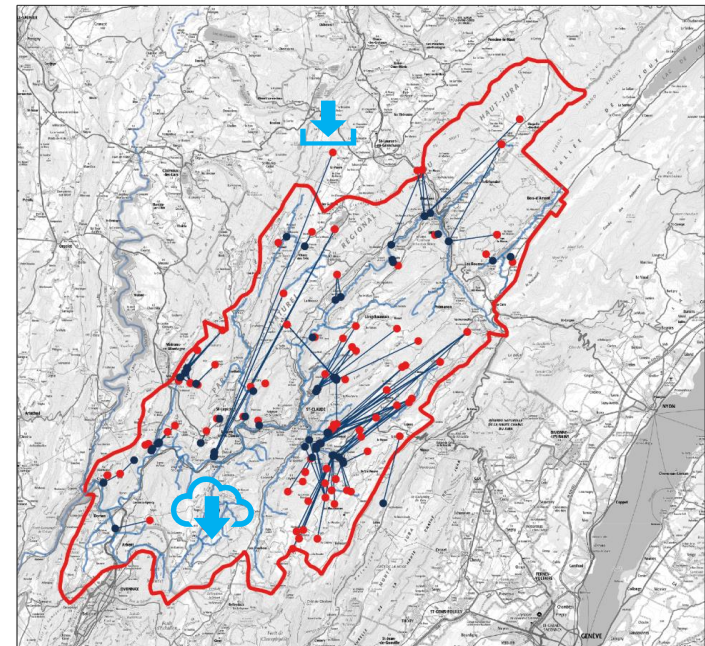
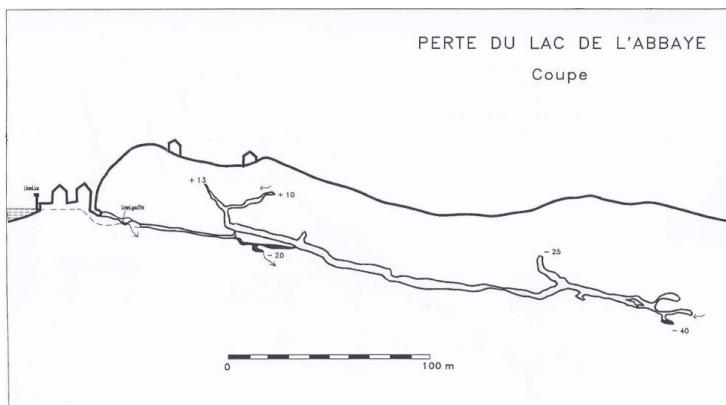
Caractéristiques générales du Karst

La perte : ouverture par laquelle une partie ou la totalité des écoulements d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau devient souterrain



Caractéristiques générales du Karst

La perte : ouverture par laquelle une partie ou la totalité des écoulements d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau devient souterrain



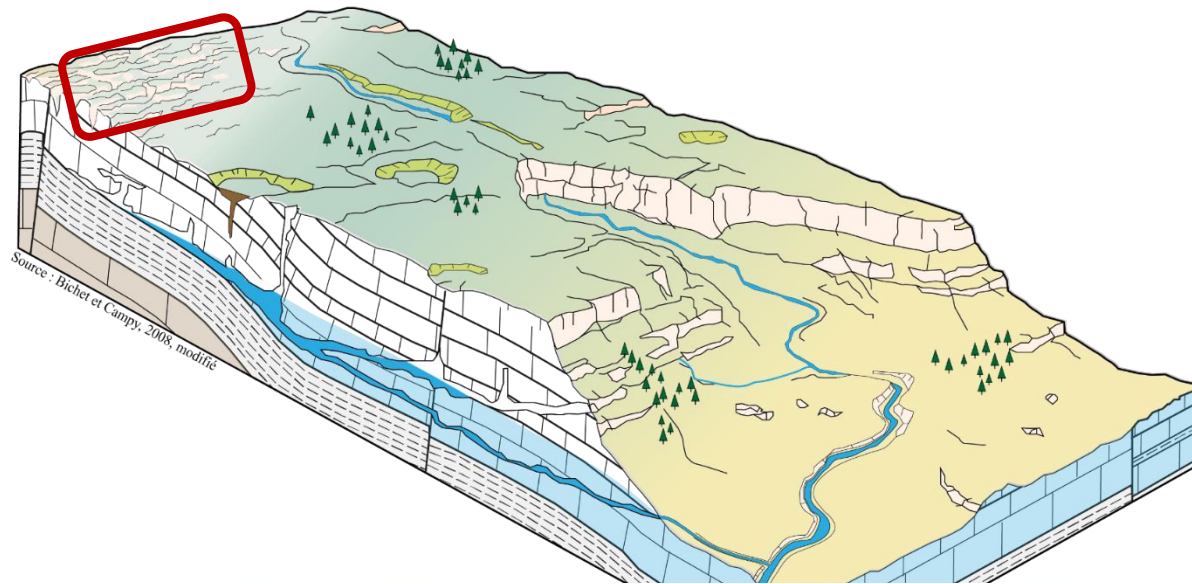
Légende

- Point d'injection
- Point de restitution

Bassin versant de la Bienne

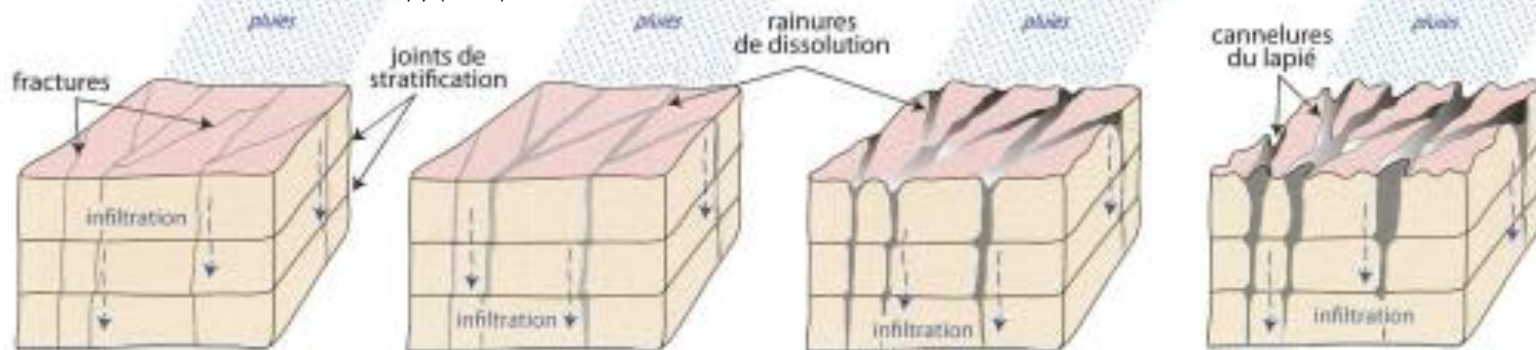
Caractéristiques générales du Karst

Le lapiaz (=lapié) : forme de surface qui résulte de l'érosion hydrique (ruissellement) de fissures affectant le calcaire (rigoles de dissolution)



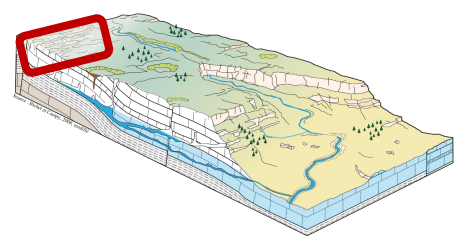
Lapié à Montrond-le-Château (Doubs)

Source : Bichet et Campy (2008)



Caractéristiques générales du Karst

***Le lapiaz (=lapié)* : forme de surface** qui résulte de l'érosion hydrique (ruissellement) de fissures affectant le calcaire (rigole de dissolution)



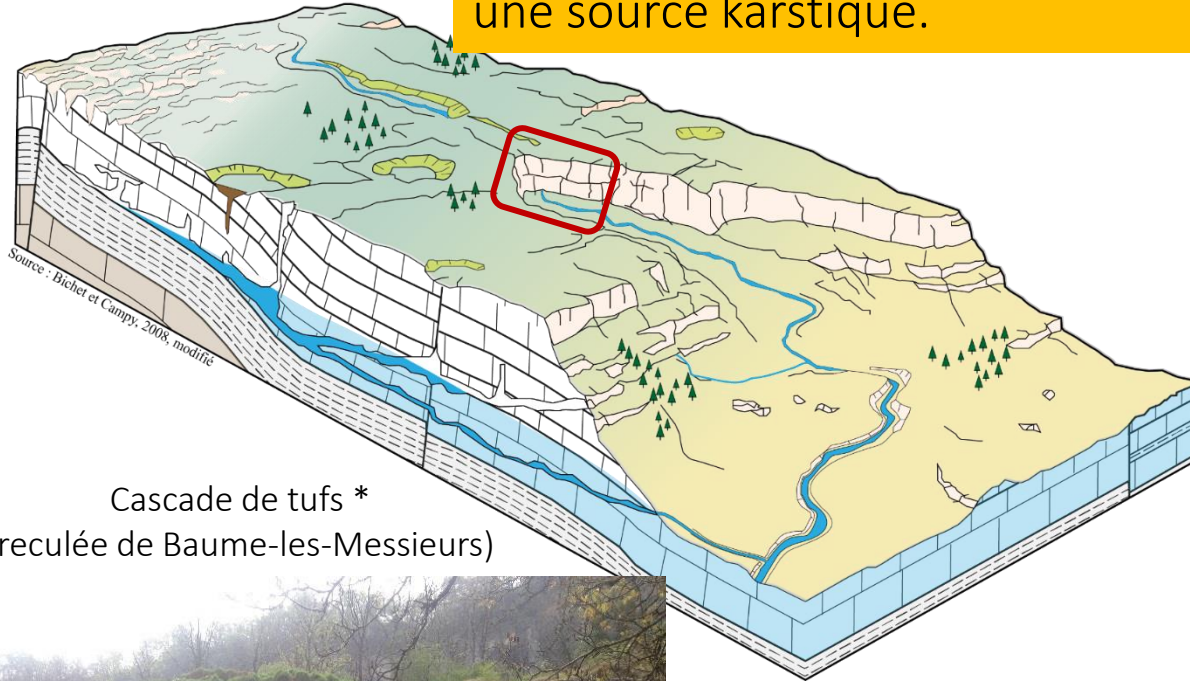
Source : Bichet et Campy (2008)



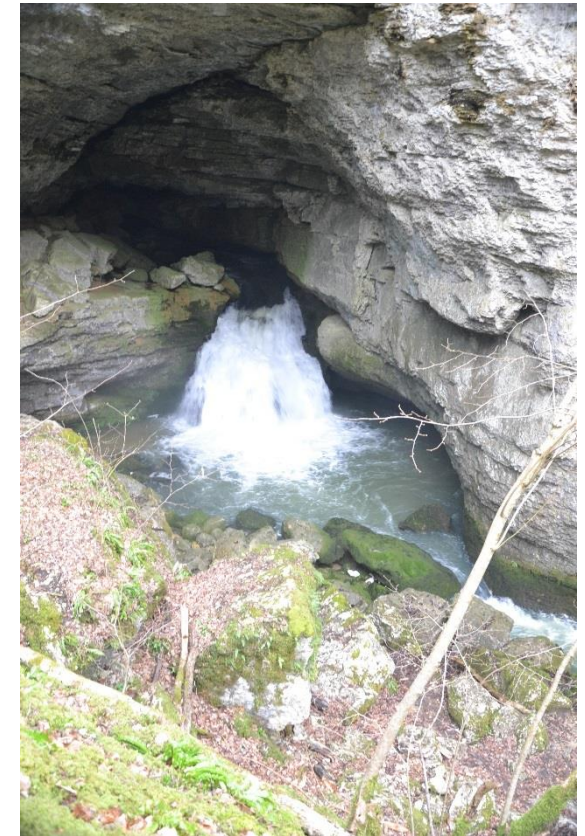
Lapiaz des chauvins (39) - Crédit photographique R. Le Pennec

Caractéristiques générales du Karst

La reculée : vallée qui pénètre à l'intérieur d'un plateau calcaire et qui termine en « **bout du monde** ». Au pied de la reculée jaillit une source karstique.



Cascade de tufs *
(reculée de Baume-les-Messieurs)

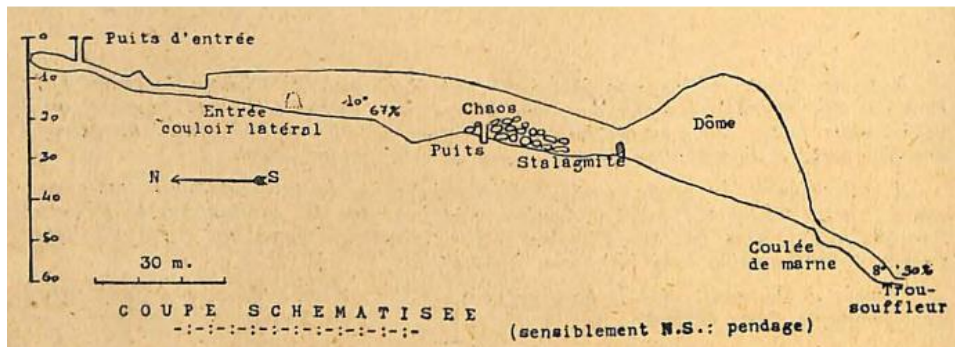
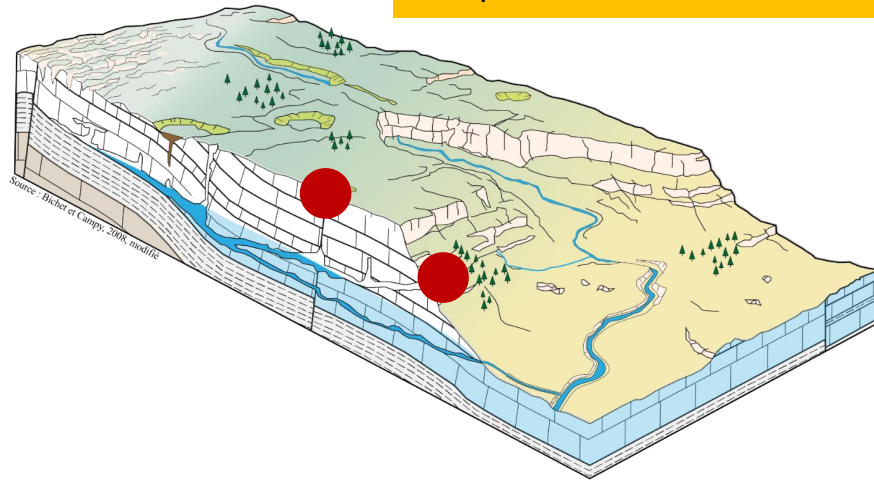


Source karstique du Pontet
(vallée de la Loue)

T*tuf = roche sédimentaire calcaire

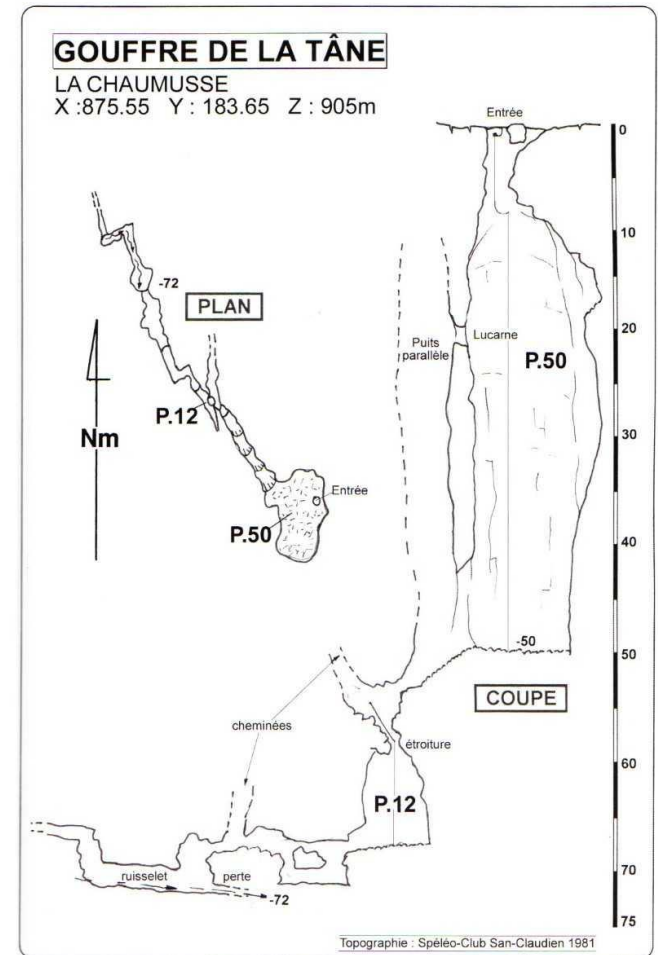
Caractéristiques générales du Karst

Le gouffre et la grotte : cavité souterraine (endokarstique) respectivement à développement (sub)horizontal et (sub)vertical.



Grotte de la Pontoise (Villard-sur-Bienne, 39)

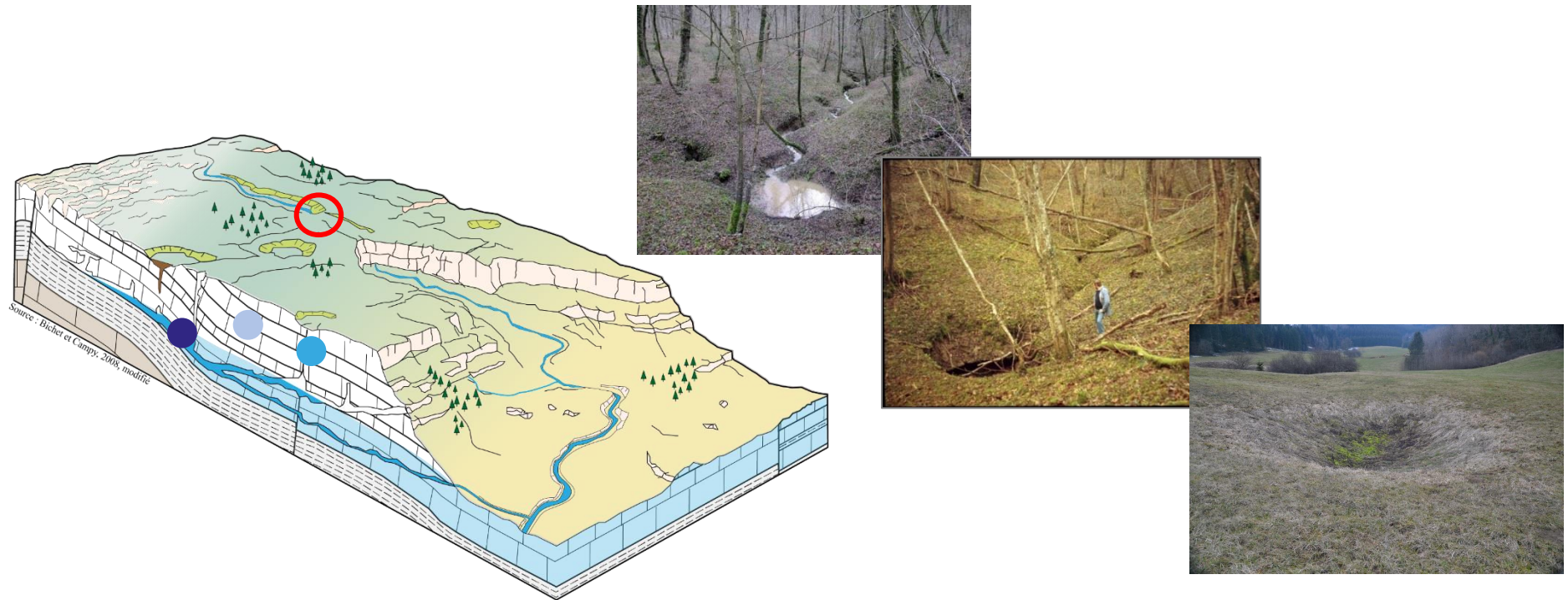
L'aven : gouffre naturel formé par les eaux



Gouffre de la Tanne (La Chaumusse, 39)

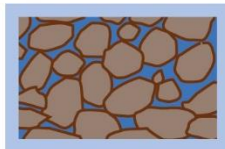
Caractéristiques générales du Karst

En surface : infiltration rapide et concentrée (pertes, dolines, gouffres)
+ infiltration lente et diffuse

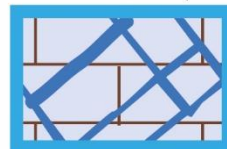


Souterrainement : un système de triple perméabilité

Perméabilité matricielle



Perméabilité de fissure

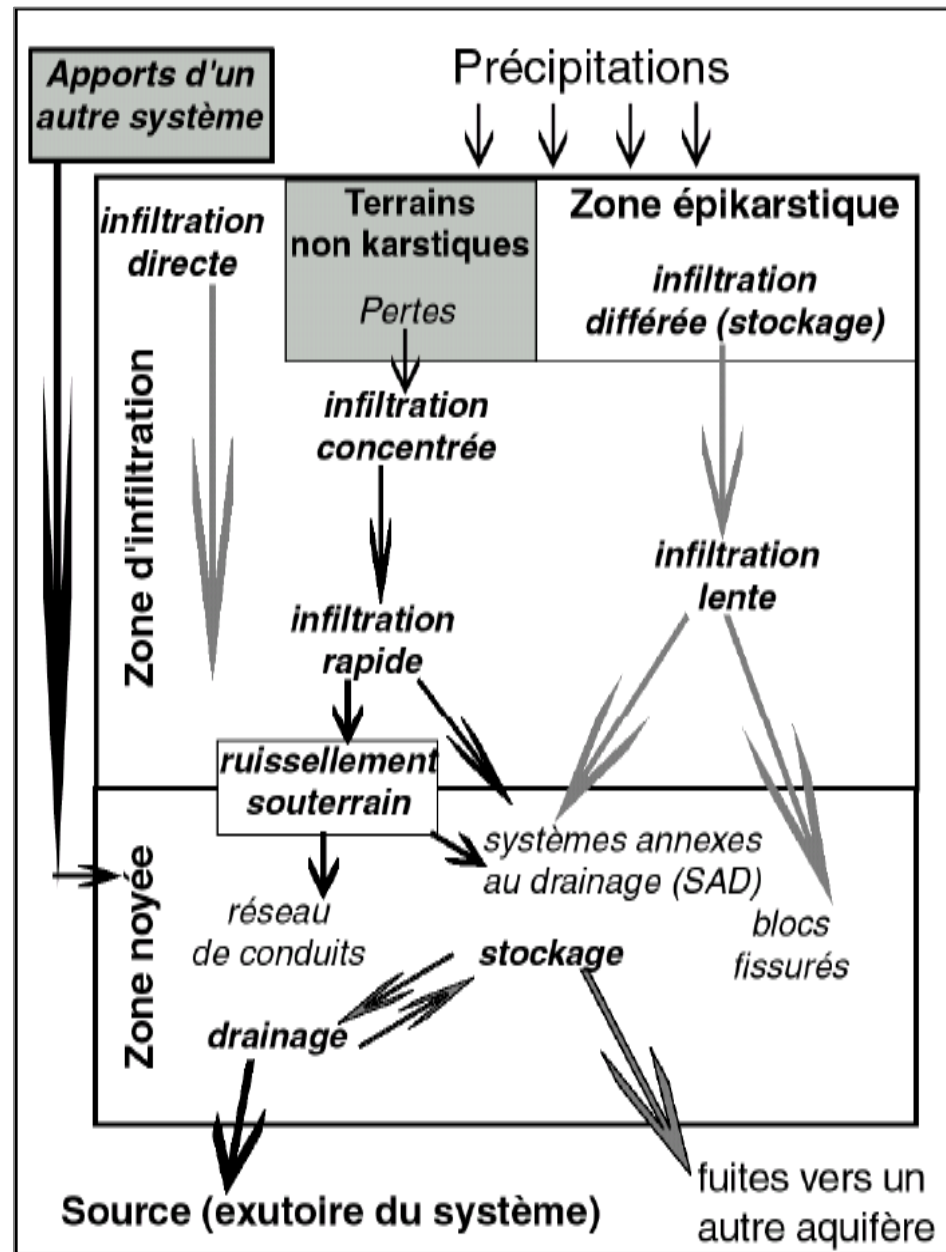


Perméabilité du karst



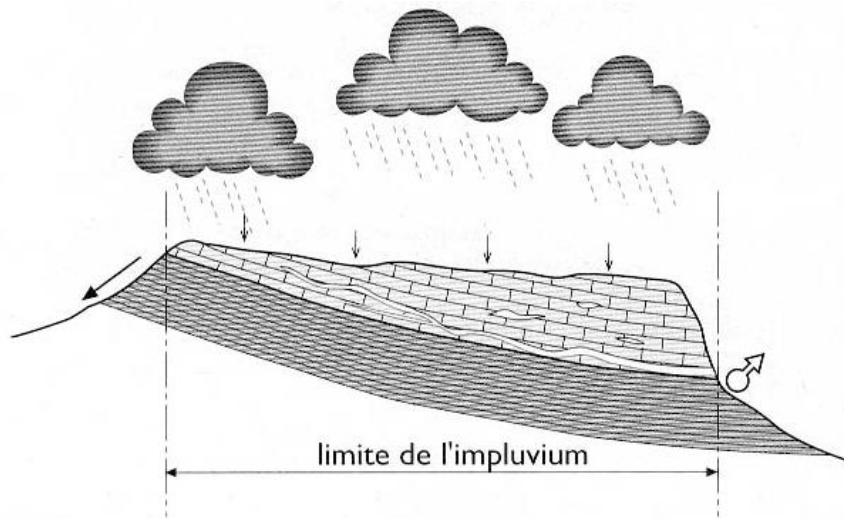
Caractéristiques générales du Karst

Mangin (1974) définit le **système karstique** comme " l'ensemble au niveau duquel les écoulements souterrains de type karstique s'organisent pour constituer une unité de drainage "



Caractéristiques générales du Karst

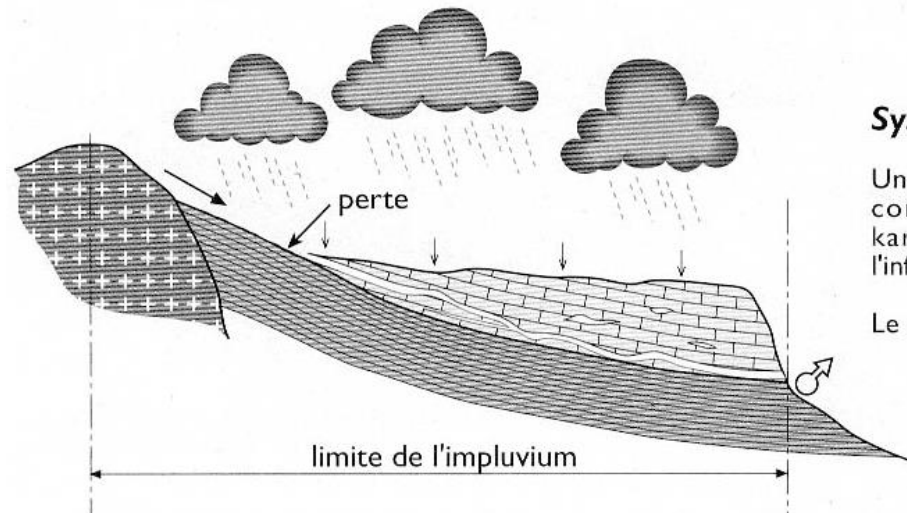
Les dynamiques d'écoulement sont corrélés au type de système :



Système unaire

L'ensemble de l'impluvium est constitué de terrains karstifiables.

Le drainage s'effectue principalement à l'aval.



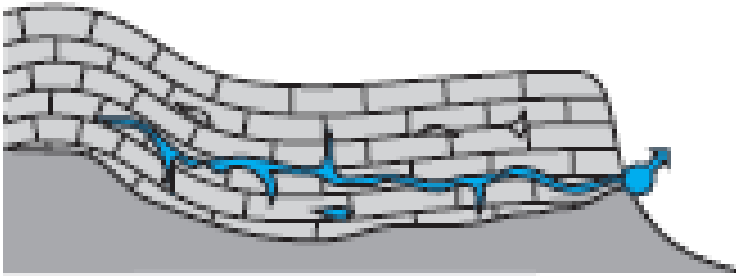
Système binaire

Une partie de l'impluvium est constituée de terrains non karstifiables qui concentrent l'infiltration des eaux en un point.

Le drainage est très développé.

Caractéristiques générales du Karst

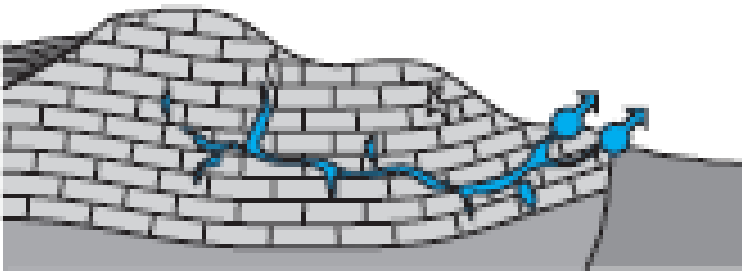
Les dynamiques d'écoulement sont corrélés au type de système :



Système jurassien

Degré de fracturation, lithologie et stratification déterminent une **faible résistance** à l'écoulement.

Le **drainage** s'organise au voisinage du niveau de l'exutoire.

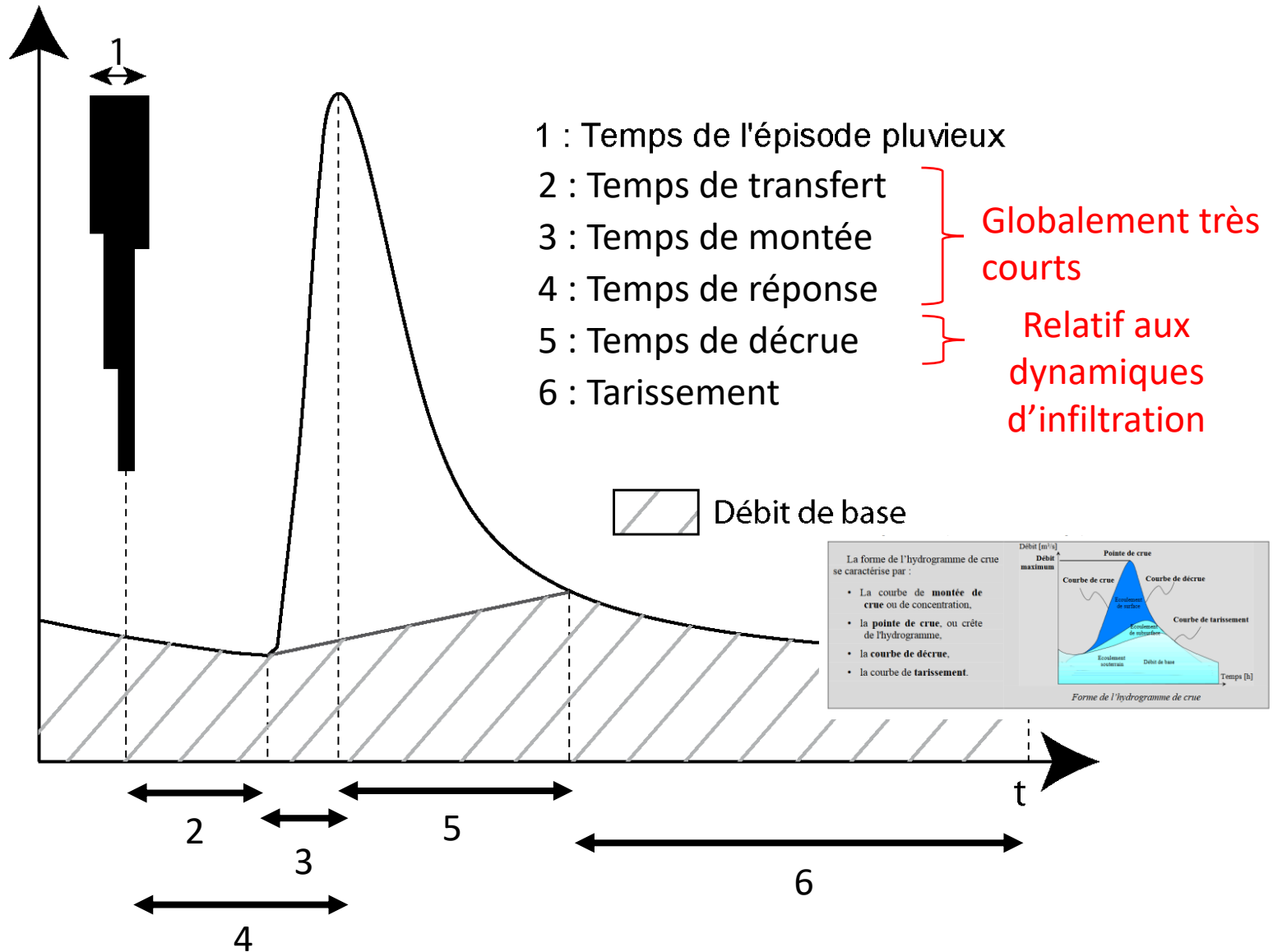


Système vauclusien

Degré de fracturation, lithologie et stratification déterminent une **forte résistance** à l'écoulement.

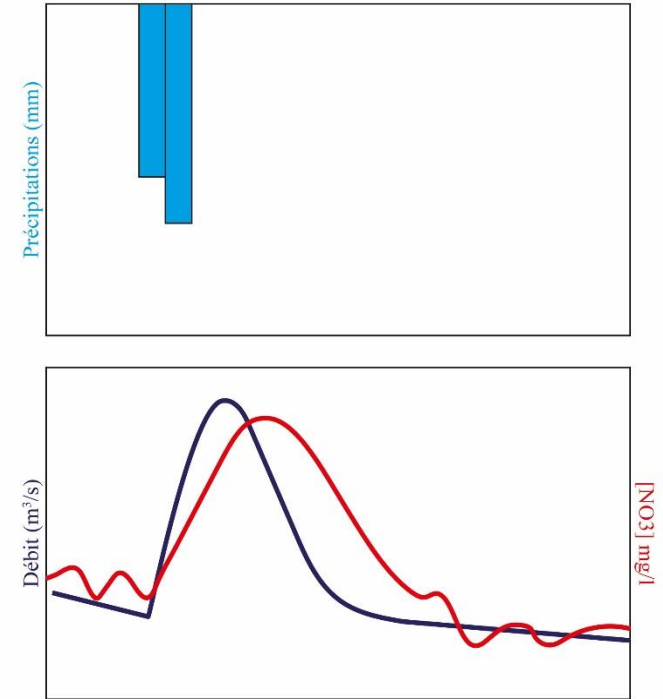
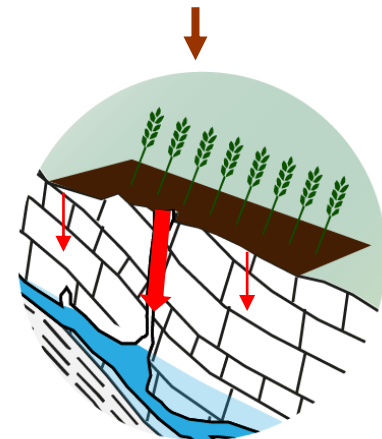
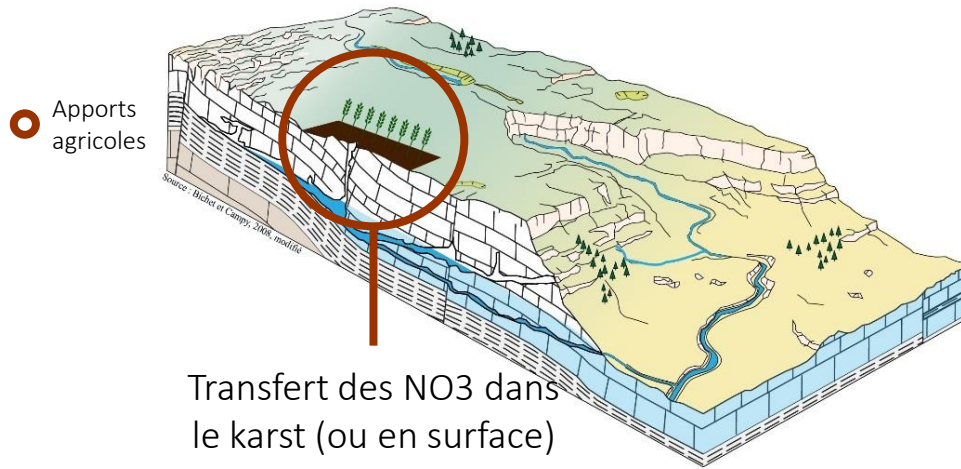
Le **drainage** s'organise au voisinage **sous le niveau** de l'exutoire.

Caractéristiques générales du Karst



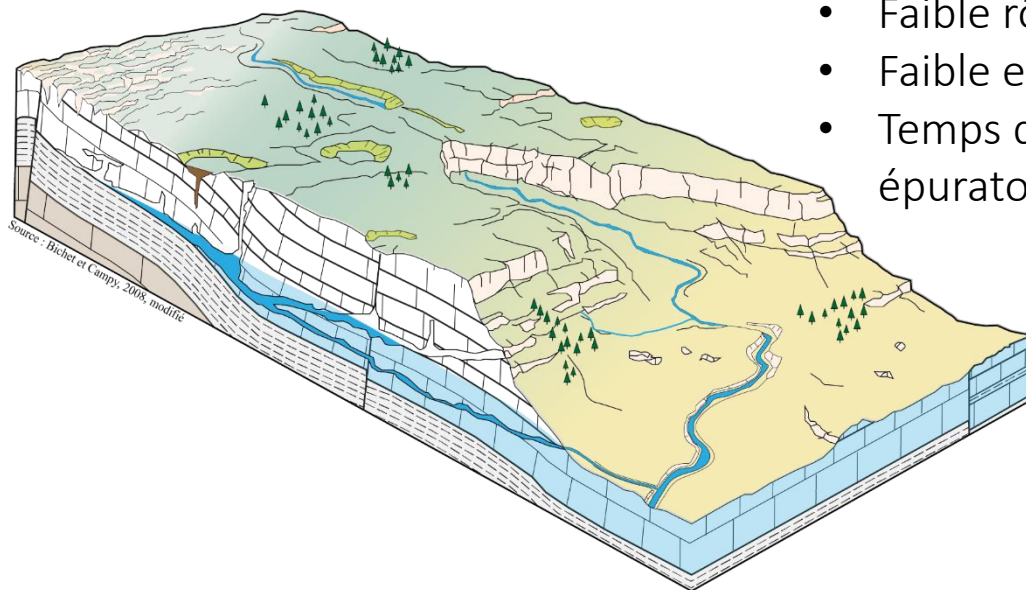
Caractéristiques générales du Karst

- Influence sur la mobilisation des nutriments



Mobilisation des nutriments après les événements pluvieux (phénomène de lessivage et transfert dans le karst ou vers les cours aériens). Cette réponse est le (plus souvent) rapide.

Caractéristiques générales du Karst



- Faible rôle filtrant
- Faible effet de dilution
- Temps de transit courts (peu de processus épuratoires)

= Aquifères très vulnérables aux pollutions

MAIS la vulnérabilité du karst présente en contrepartie certains caractères intéressants :

- **élimination généralement rapide** des pollutions accidentelles (effets retardateurs en général réduits) ;
- **amélioration rapide** de la qualité de l'eau à l'exutoire à la suite de changements dans les rejets de pollutions chroniques ou saisonnières ;
- **nette différence de qualité** et de comportement entre les périodes d'étiage et de crue ou de hautes eaux.

Impacts du changement climatique

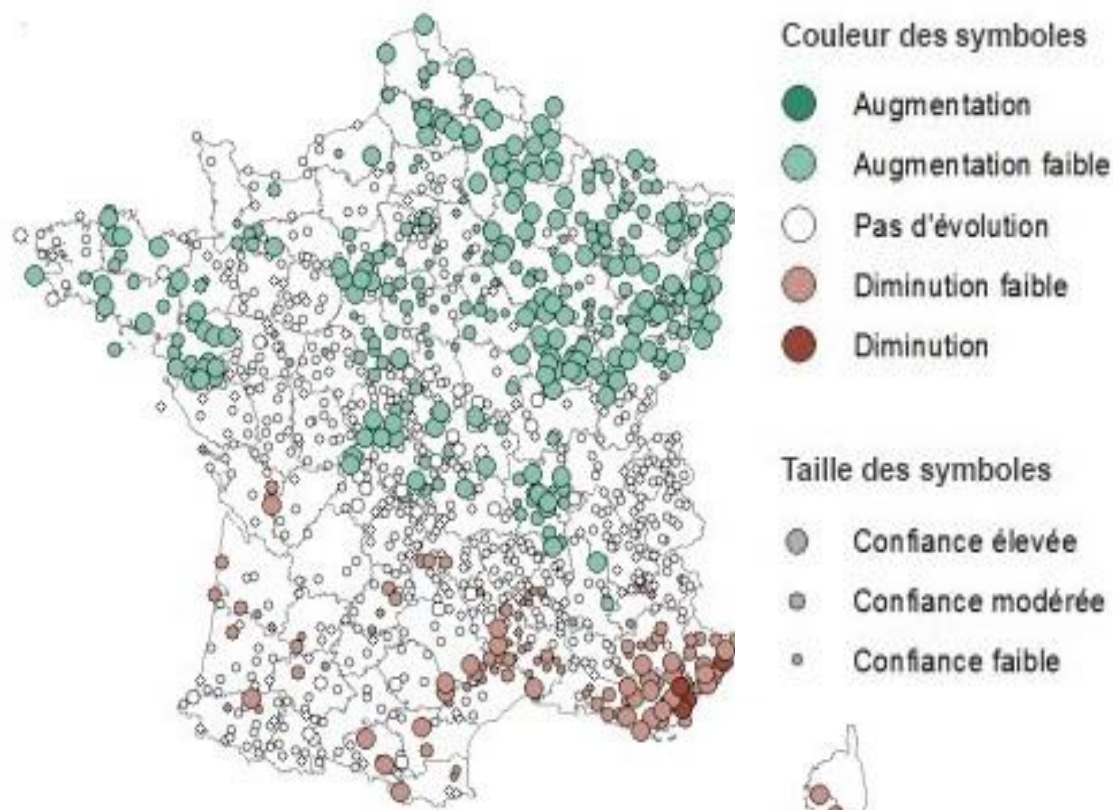
Observations :

Légère ↗ cumuls annuels
↗ hiver et ↘ été

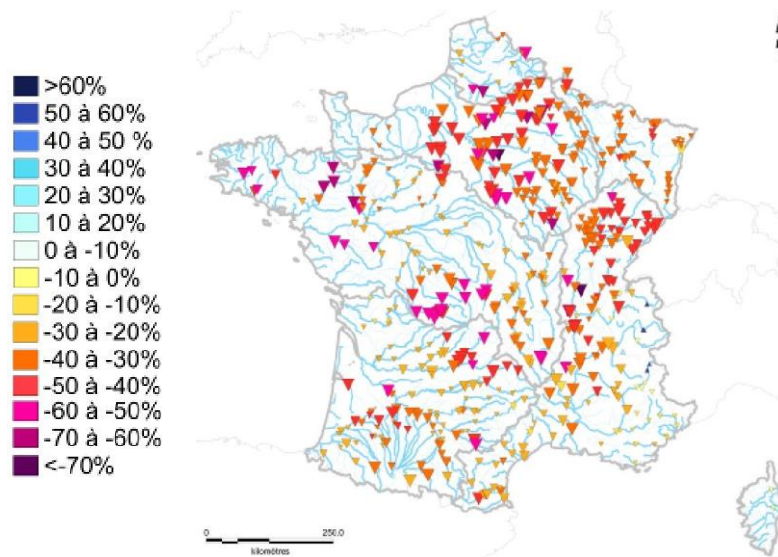
Prévisions :

Légère ↗ hivernale
Importante ↘ en été
↘ couvert neigeux
↗ pluies extrêmes ?

Évolution observée du cumul annuel des précipitations 1959-2009

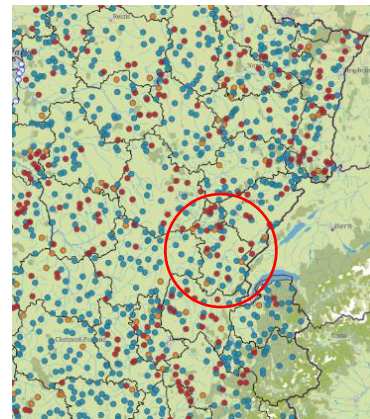


Changement climatique et évolution de la ressource Débit



explore2070

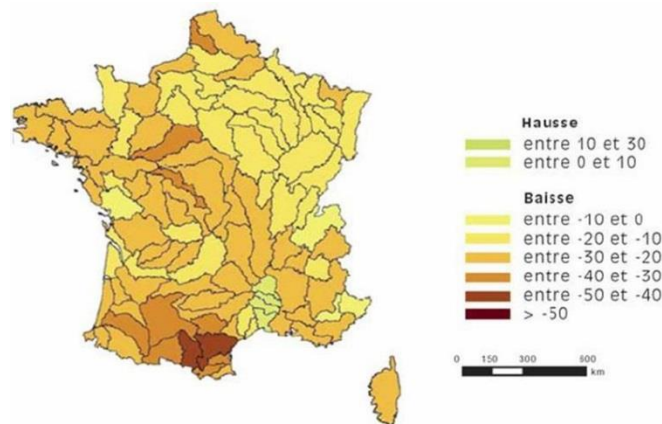
● Ecoulement visible ● Ecoulement non visible ● Assec



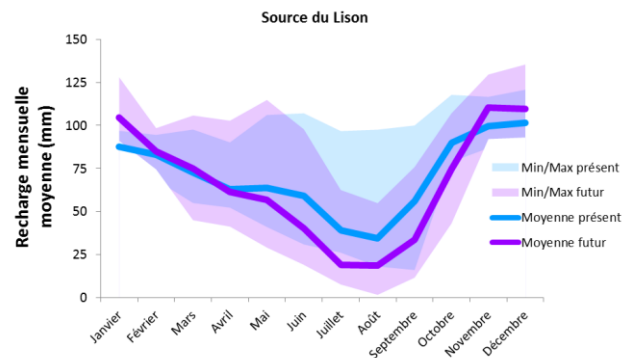
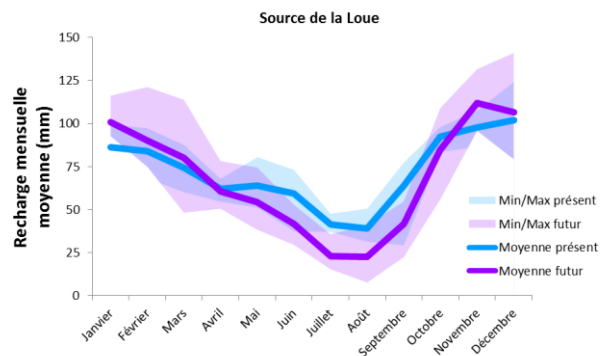
ONDE – août 2018



Changement climatique et évolution de la ressource Recharge



Variation moyenne (en %) de la recharge
des nappes à l'horizon 2050
(Source: MEDDE, 2012)



BRGM

➡ **Baisse de la recharge estivale malgré l'incertitude**

En moyenne de -25 à -50 % en été



Conclusion

- Les **aquifères karstiques**, ressources en eau essentielles du massif du Jura, sont des **milieux** fortement hétérogènes et très vulnérables.
- Ils sont très **sensibles aux contaminations et pollutions éventuelles** mais aussi **très réactifs aux variations climatiques**.
- Les **tendances actuelles** (augmentation de la minéralisation, augmentation de la température de l'eau) ou **futures** (diminution des débits notamment estivaux) sont préoccupantes. Elles sont **étroitement corrélés aux changements globaux** qui s'opèrent (forçages climatiques et anthropiques).
- Ces tendances doivent orienter des politiques de gestion afin d'anticiper au mieux les impacts :
 - sur les écosystèmes ;
 - sur les usages et les activités économiques.