



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



Geosciences pour une Terre durable

**brgm**

# SOL, SOUS-SOL ET RESSOURCES

## Quelques enjeux et perspectives

Jérôme BARRIERE  
17/06/2025





#01

# TRANSITION ÉNERGÉTIQUE DES BESOINS MULTIPLES

# Transition énergétique ?

→ Massifier la production  
d'énergie renouvelable

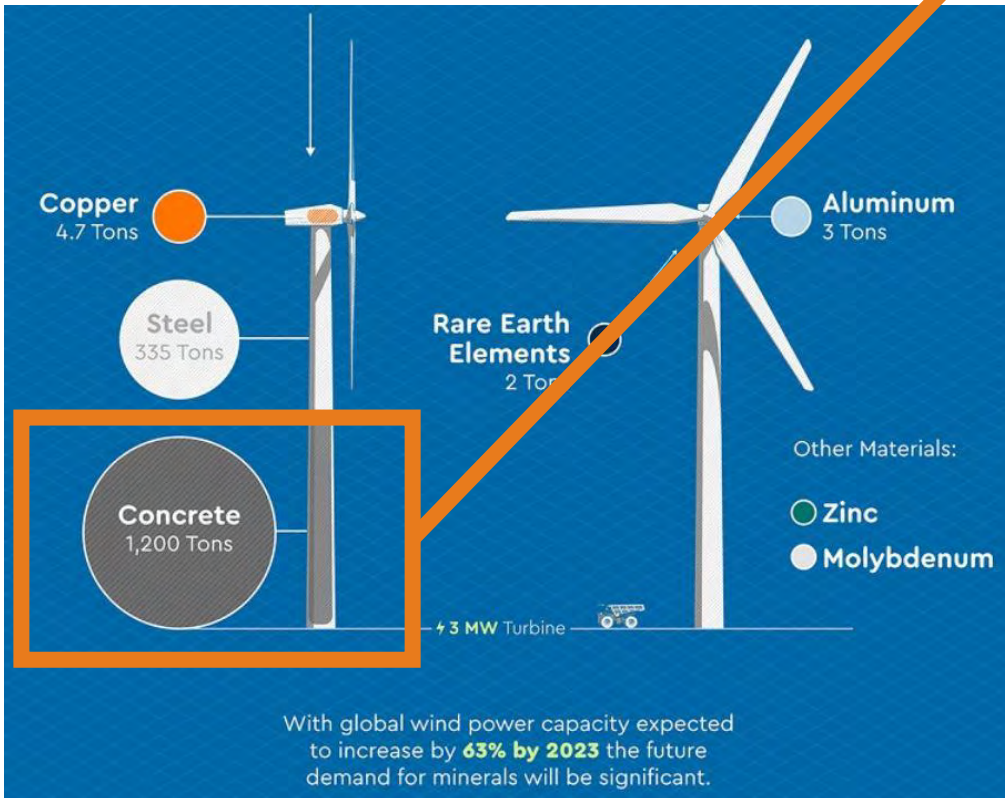


# Transition énergétique ?

→ Massifier la production d'énergie renouvelable

*Un exemple : éoliennes offshore*

## 1. Besoins en matériaux





# Ressources en roches et matériaux

Enjeu de proximité sur ces usages  
Impacts sols et paysages

Superficies des ressources potentielles par usages

Granulats  
58271 km<sup>2</sup>



ROC  
14078 km<sup>2</sup>



Minéraux  
industriels  
21015 km<sup>2</sup>

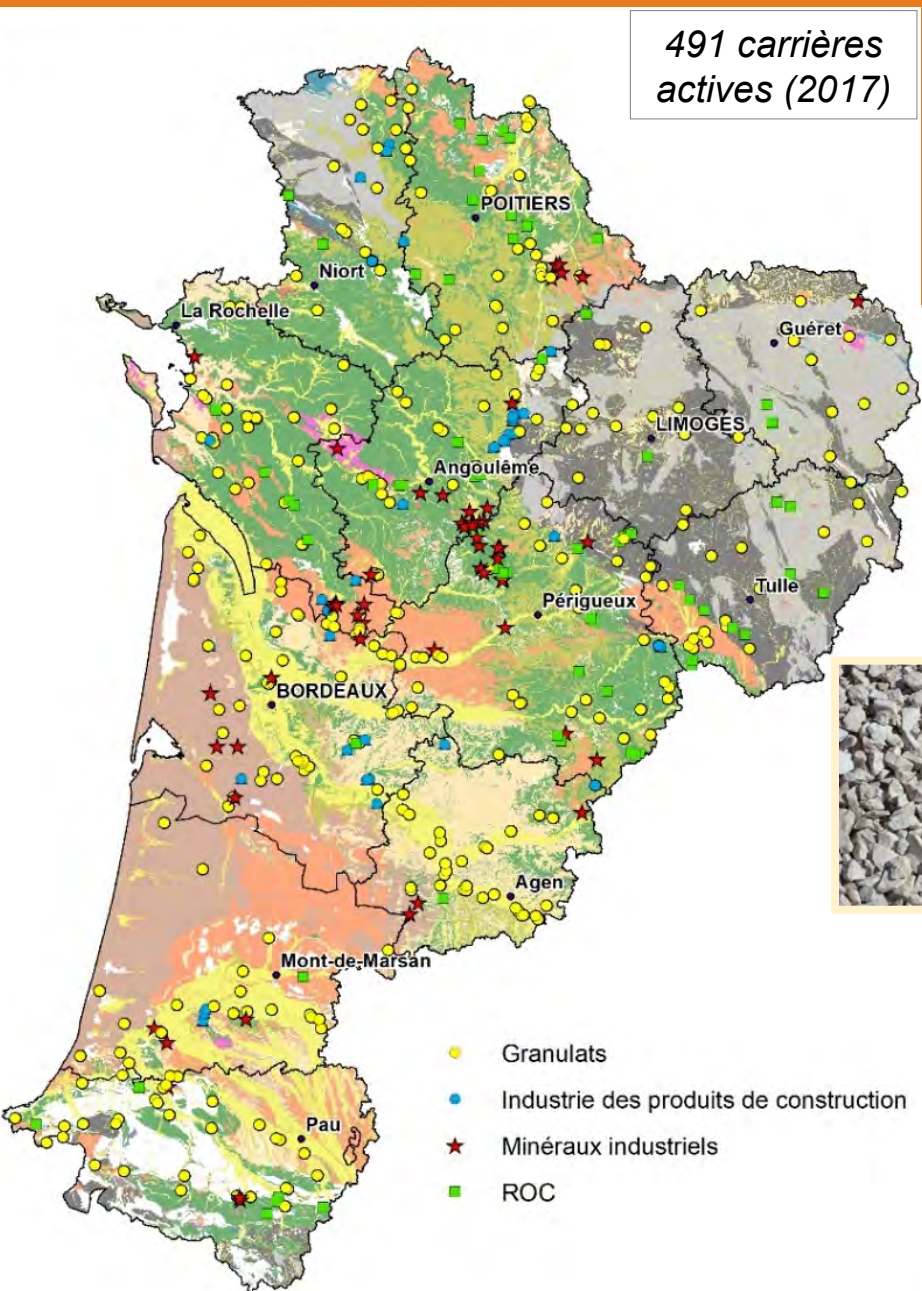


Matériaux de  
construction  
21865 km<sup>2</sup>



## Perspectives sur les besoins ?

- Croissance préfigurée (même en prenant en considération des politiques vertueuses sur la construction bois et le recyclage)
- Concentration sur les pôles de population existants





# Transition énergétique ?

## 2. Besoins en minéraux

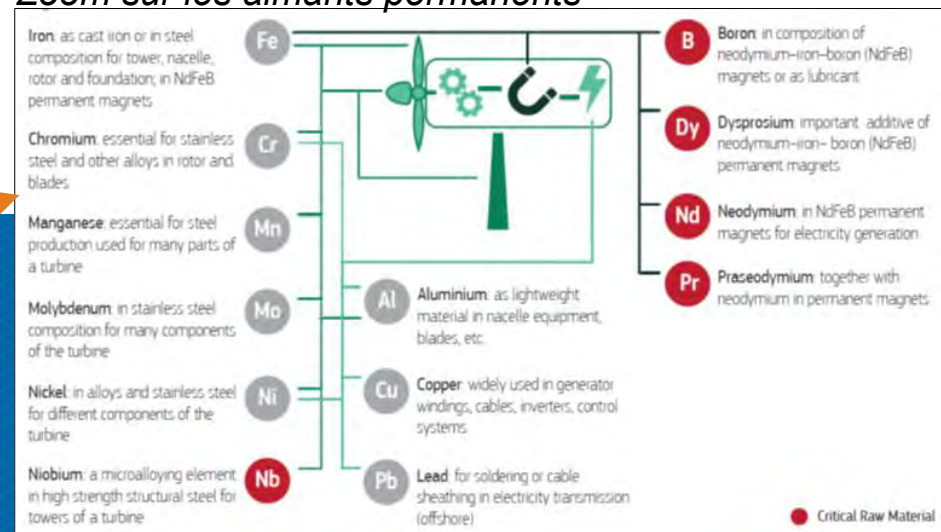
→ Massifier la production d'énergie renouvelable

*Un exemple : éoliennes offshore*



BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — [WWW.BRGM.FR](http://WWW.BRGM.FR)

### Zoom sur les aimants permanents



**Les éléments de la transition énergétique**

Très forte criticité (orange), Forte criticité (rouge), Moyenne criticité (jaune), Faible criticité (vert), Criticité non évaluée (gris).

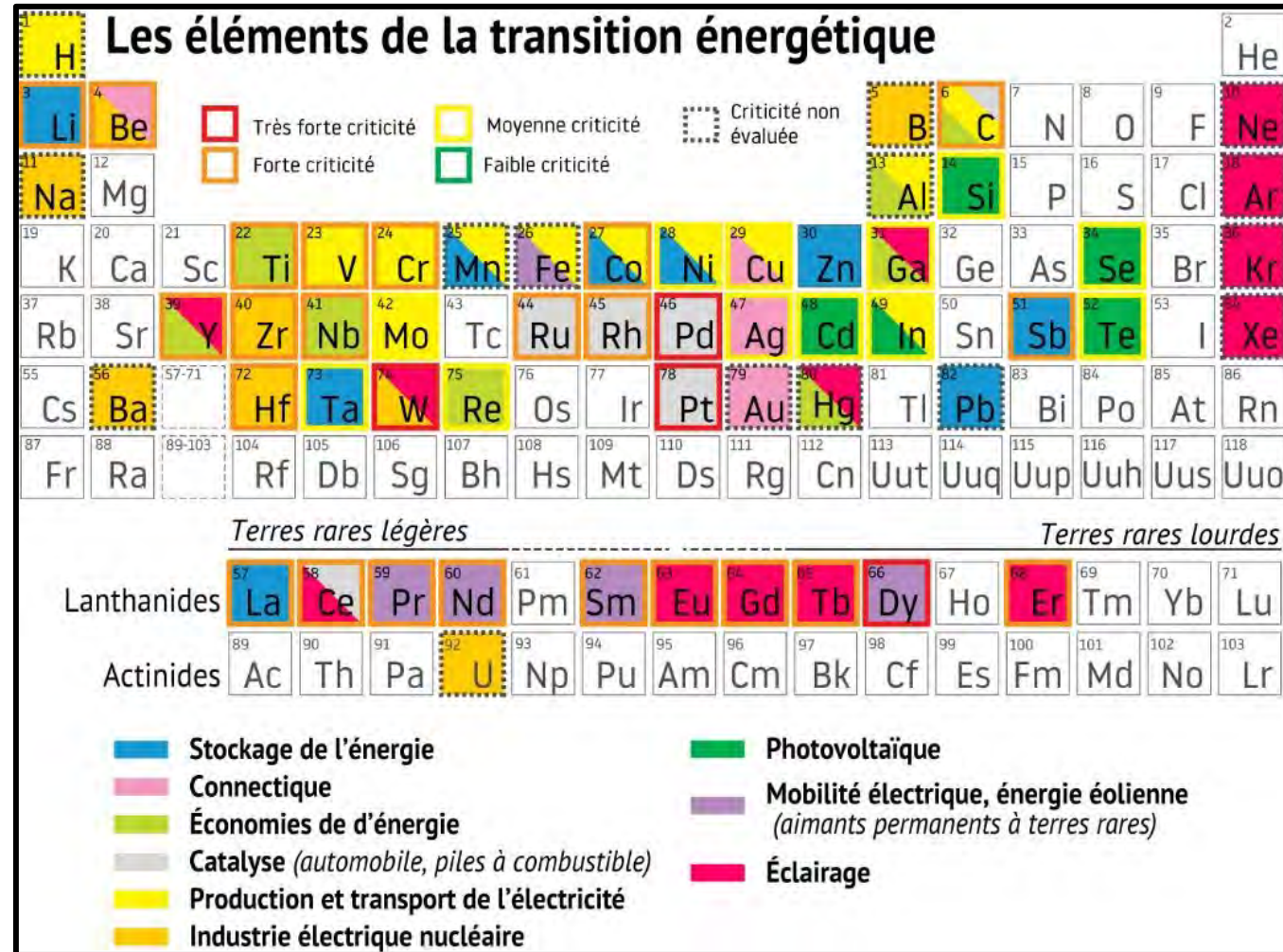
|                                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Terres rares légères                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Terres rares lourdes                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Lanthanides                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Actinides                                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# Transition énergétique ?

## 2. Besoins en minéraux

→ Massifier la production d'énergie renouvelable

*Besoins globaux de la transition énergétique*



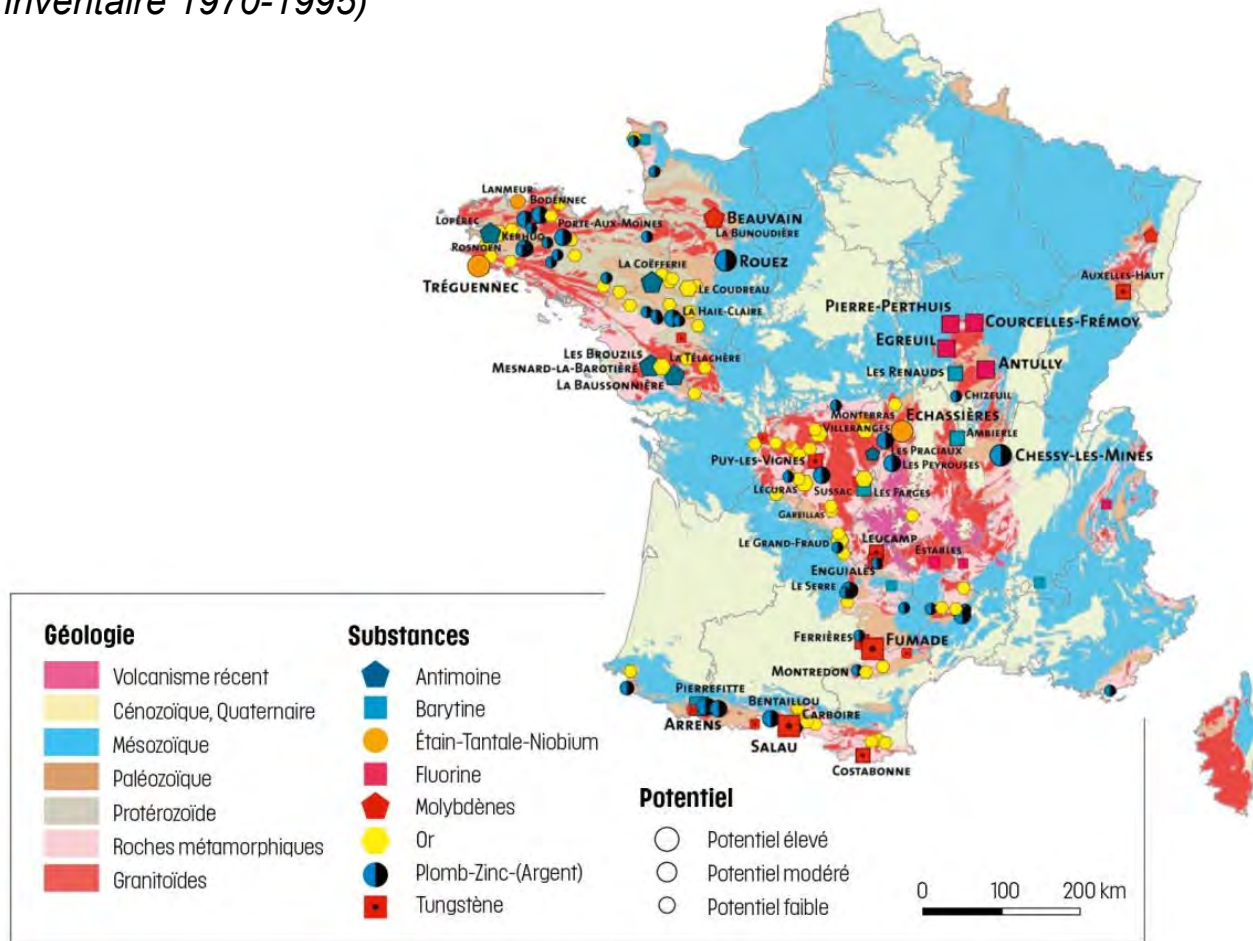
Où les trouver  
???



# Ressources minérales

## Inventaire national des ressources minérales

(inventaire 1970-1995)



Réduire notre dépendance et sécuriser l'approvisionnement, un enjeu de souveraineté nationale

**Inventaire en cours**

Prospection sol / sous-sol



[https://www.brgm.fr/sites/default/files/documents/2025-02/plaquette-irm-fr\\_0.pdf](https://www.brgm.fr/sites/default/files/documents/2025-02/plaquette-irm-fr_0.pdf)



# Ressources minérales

## Perspectives - enjeux

### Exploitation ?

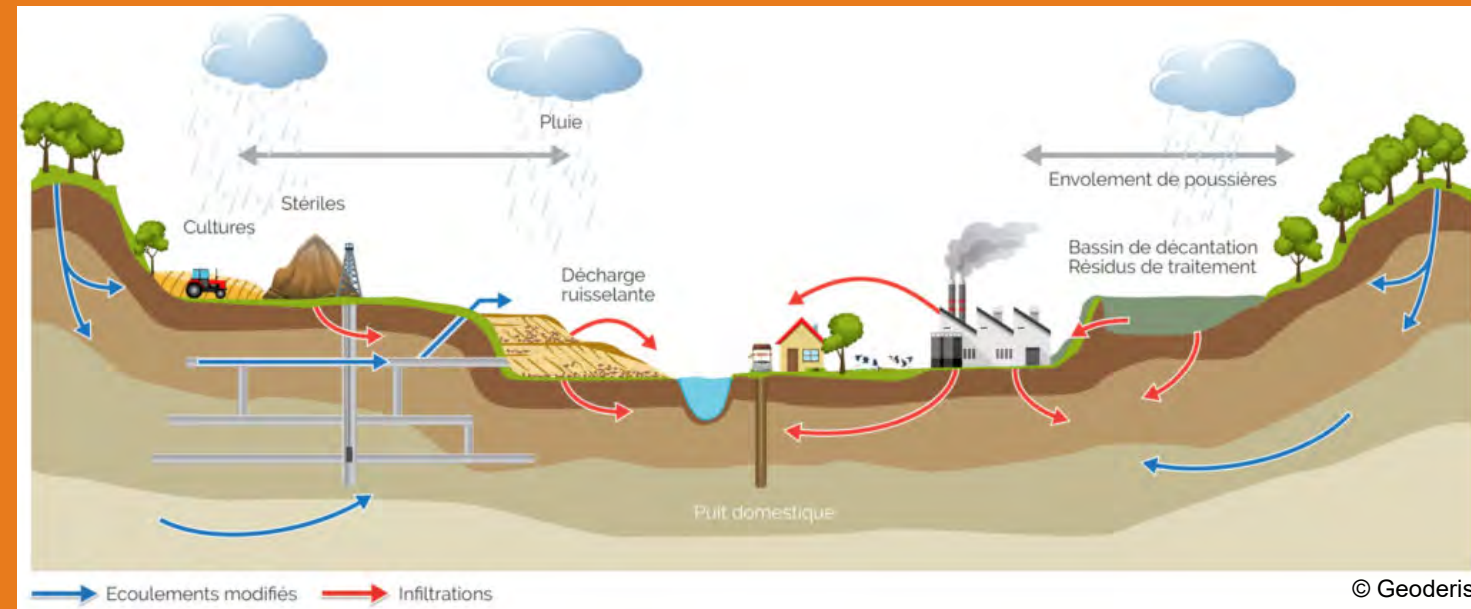
- Enjeux sols et paysages
- Enjeux biodiversité
- Enjeux sociétaux



Jubilee Mine – 6 500 t de cuivre – © Dillon Marsh



© Pierre Penin – Sud Ouest

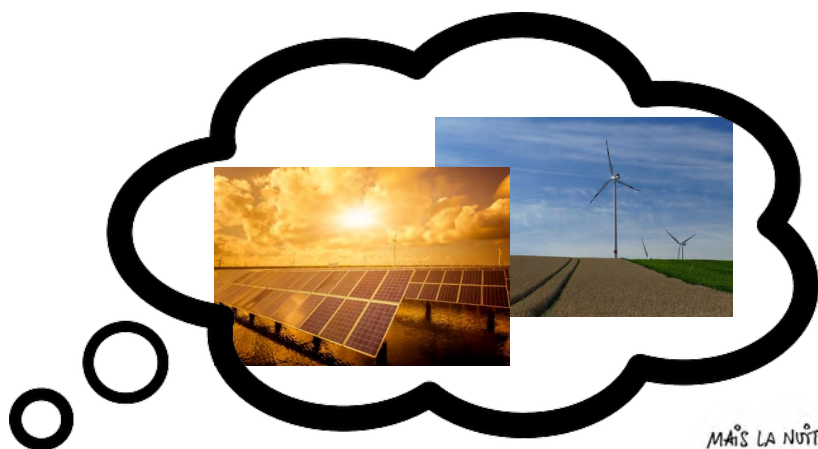


© Geoderis



# Transition énergétique ?

→ Massifier la production d'énergie renouvelable

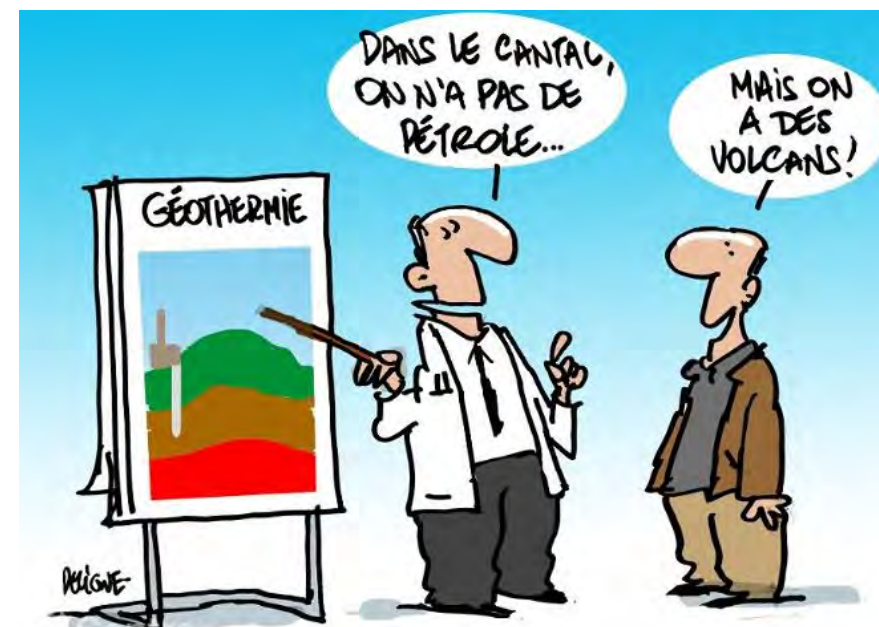


Solaire, éolien...

MAIS LA NUIT, AVEC LE PHOTOVOLTAÏQUE,  
FAUDRA FAIRE VENIR DE L'ÉLECTRICITÉ  
DE NOUVELLE-ZÉLANDE ?!

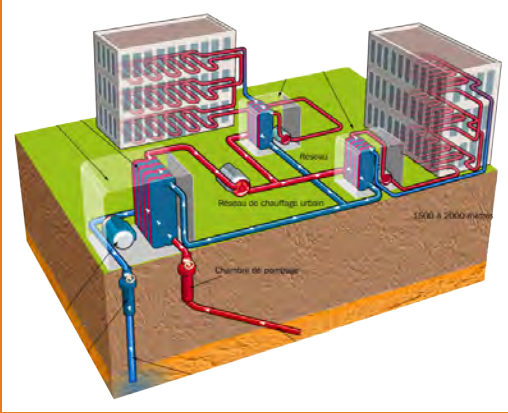


... Mais pourrait-on disposer d'une énergie renouvelable constante, discrète, décarbonée ?  
Et idéalement locale ?...





## Géothermie profonde : utiliser directement la chaleur (réseau de chaleur, industrie)



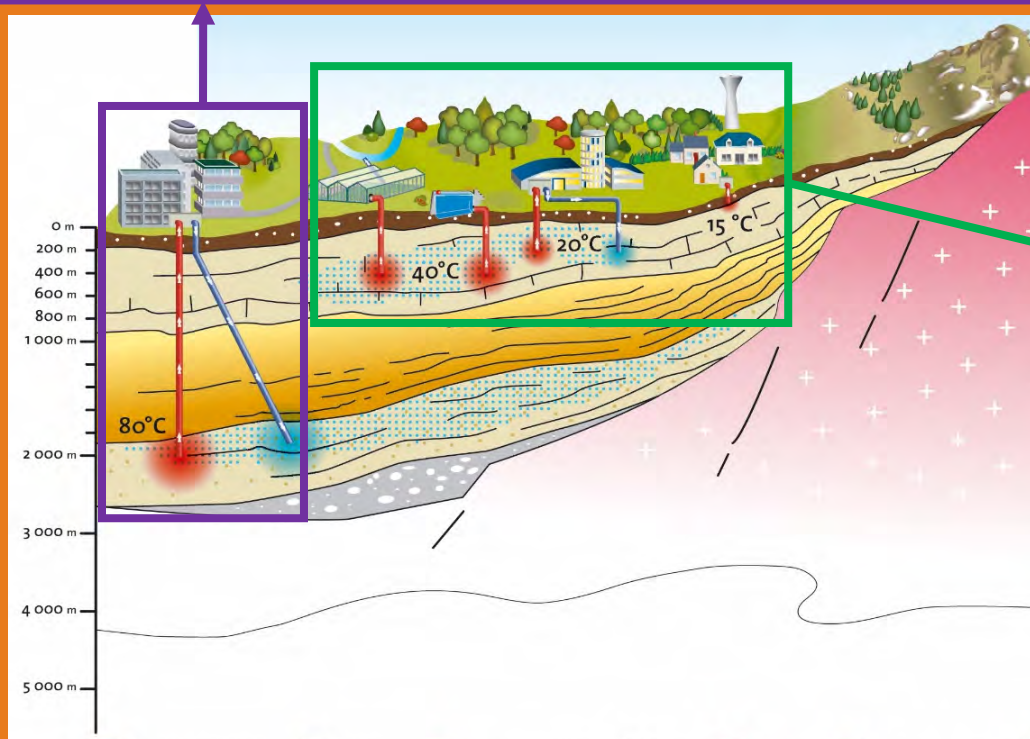
# Ressources géothermales

## Plan d'action national

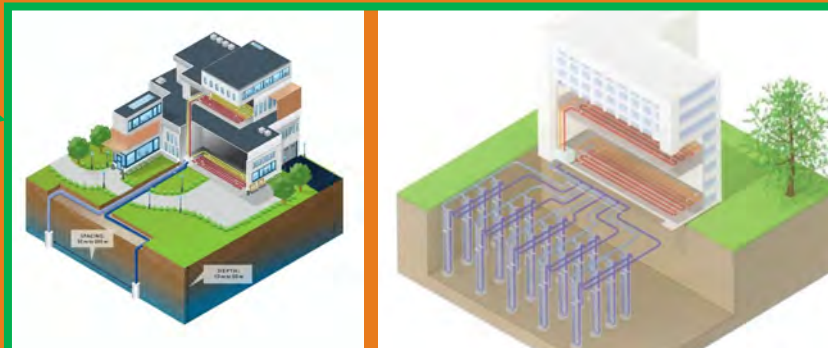
« Le développement de la géothermie pourra contribuer substantiellement à nos objectifs de souveraineté stratégique et énergétique, d'atteinte de la neutralité carbone et de sortie des énergies fossiles. »  
François Bayrou,  
Haut-commissaire au Plan



[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20231222\\_DP\\_Plan-action-geothermie.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20231222_DP_Plan-action-geothermie.pdf)



BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — [WWW.BRGM.FR](http://WWW.BRGM.FR)



**Géothermie de surface :**  
utiliser la capacité de régulation du  
sol / sous-sol (chaud et froid)

Ressources disponibles sur la quasi-totalité  
du territoire





#02

## RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE



# Les eaux souterraines : qu'est-ce que c'est ?

## Une représentation du milieu souterrain (et des nappes) dans l'imaginaire...



Gouffre de Padirac (Lot) – Crédit photo P. Crochet



Voyage au centre de la terre, Jules Verne – Ill. Riou



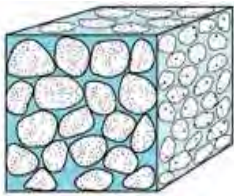
Grotte de Viazac (Lot) – Crédit photo G. Maistre



Représentation traditionnelle des puits artésiens dans un ouvrage du milieu du 19<sup>ème</sup> s. (Margat, 2013)

... mais en réalité...

L'eau circule dans les pores de certaines roches...



Vides entre les grains



Fissures



Faluns miocènes de Moulin Pochas à Amberre (86), 2020.

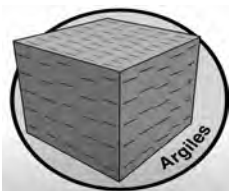


Karsts : fissures élargies par la dissolution



Conduit Karstique – diagraphie vidéo – Forage de Vergt (24)

... et dans d'autres non (ou beaucoup moins bien !)



argiles et marnes



Marnes du kimmeridgien (Fumel 47)

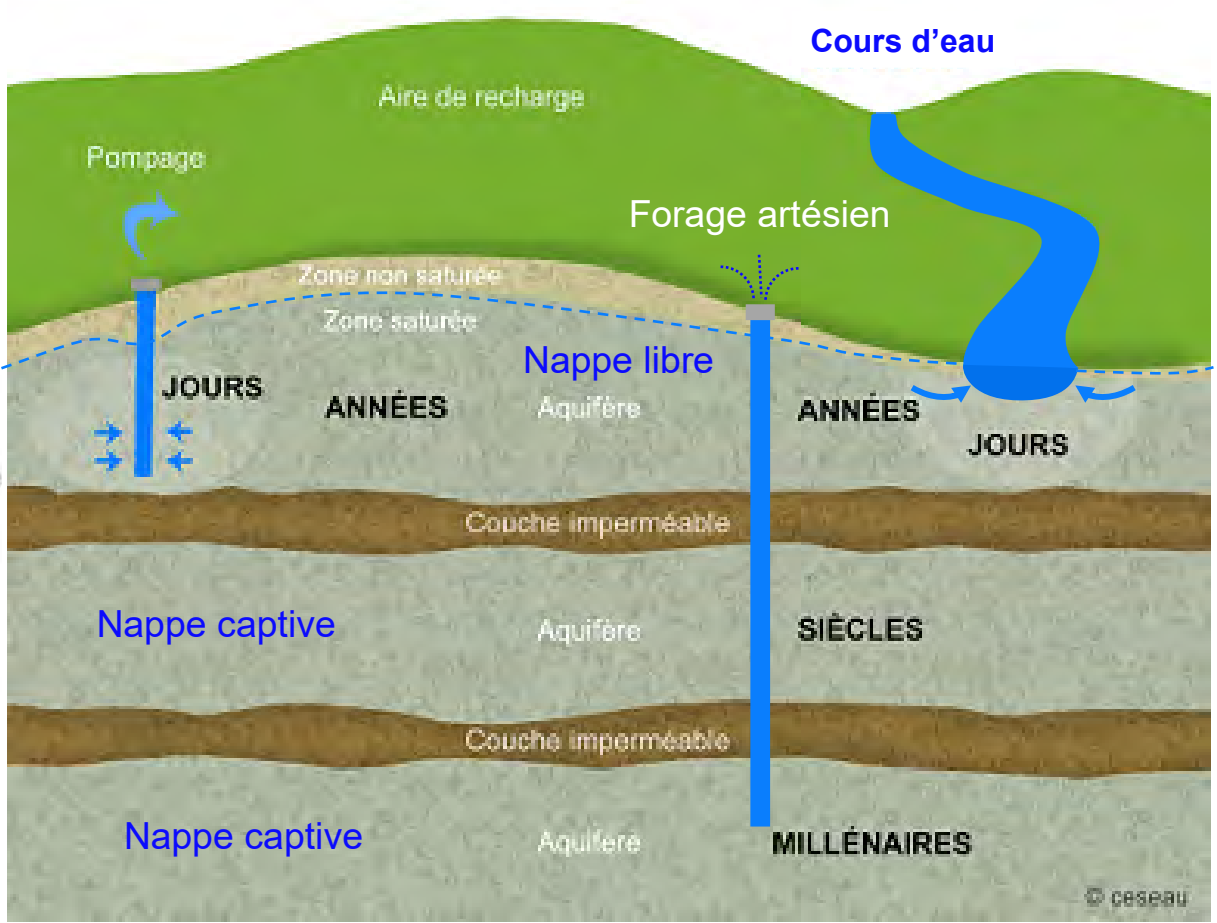
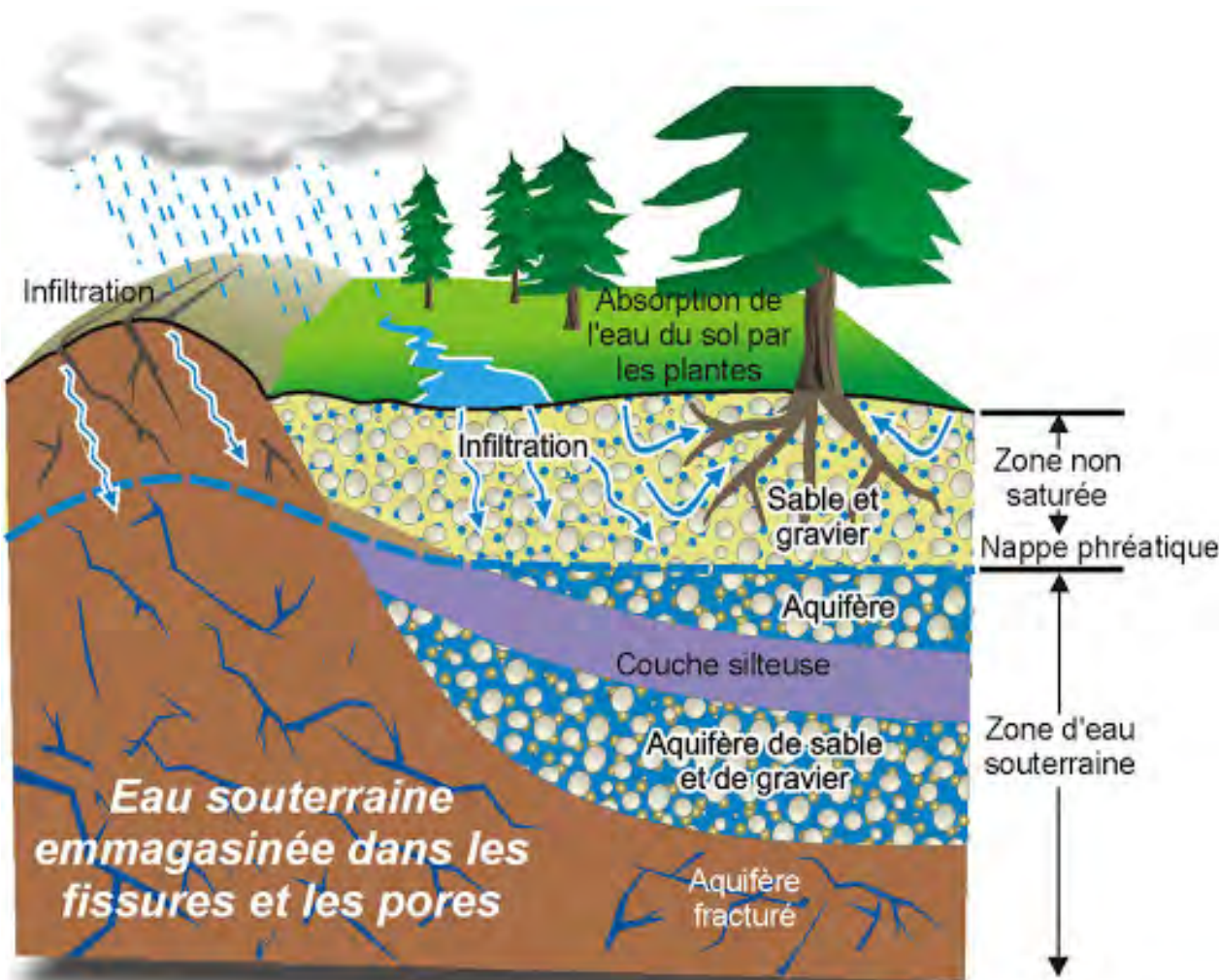


Marno-calcaire du Campanien (Tercis – 40)



# Les eaux souterraines : qu'est-ce que c'est ?

Aquifères, recharge et « temps de séjour », relations nappes / milieux superficiels...



Echelle de temps des écoulements dans différents aquifères (d'après Toth, 1995) – système « multicouche »



De la géologie à l'hydrogéologie...  
Des aquifères, libres ou captifs et variés  
(roches sédimentaires et roches cristallines)

# Ressources en eau et sous-sol

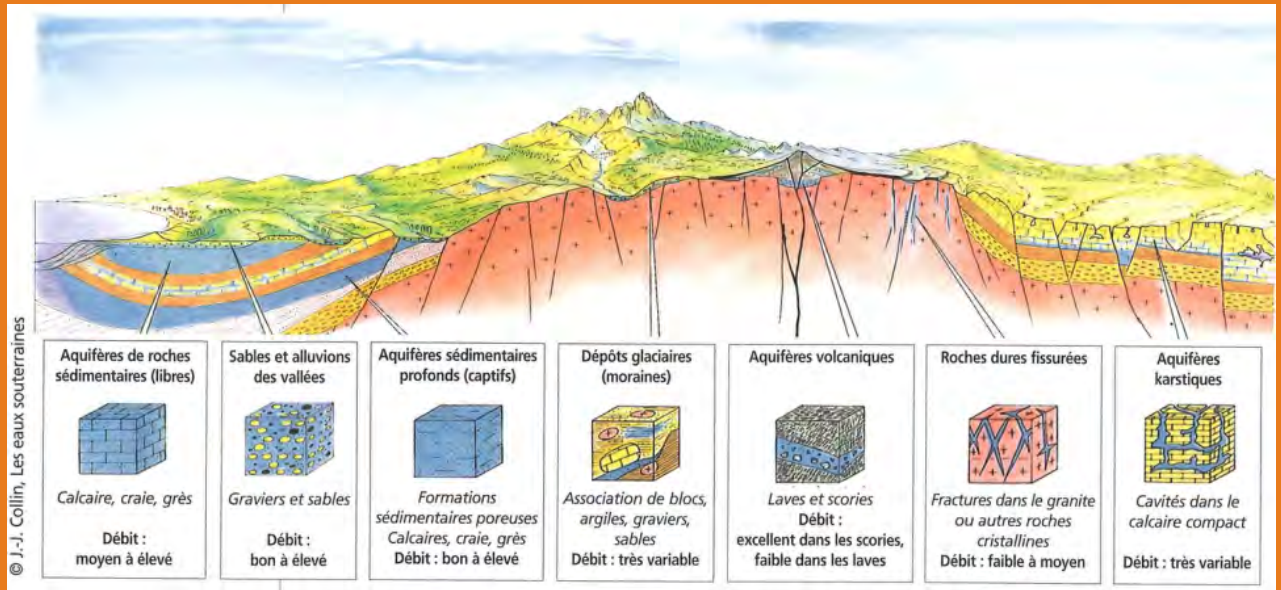
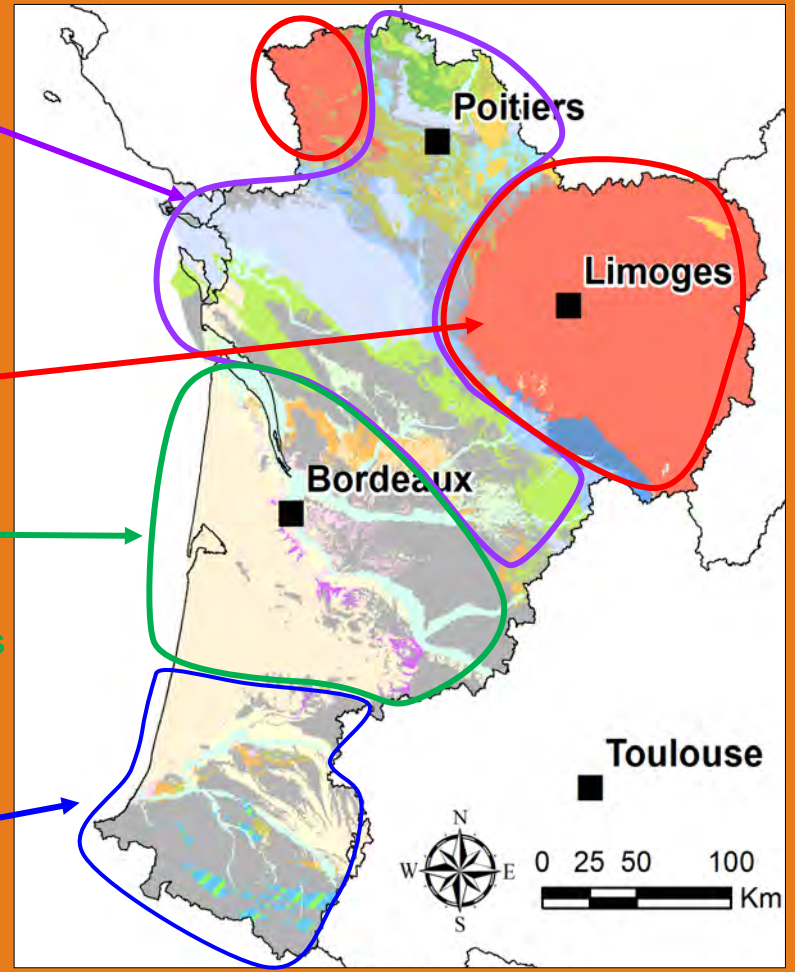
Grande variété régionale

Problématiques de nappes libres peu profondes (qualité/quantité) + relations nappes rivières

Peu de ressources souterraines (quantité), réseau hydrographique dense

Problématiques d'aquifères profonds (quantité) + quelques problématiques de nappes de surface (qualité)

Problématiques d'aquifères profonds (quantité) + Ressources souterraines faibles en surface (quantité/qualité)





De la géologie à l'hydrogéologie...  
Des aquifères, libres ou captifs et variés  
(roches sédimentaires et roches cristallines)

# Ressources en eau et sous-sol

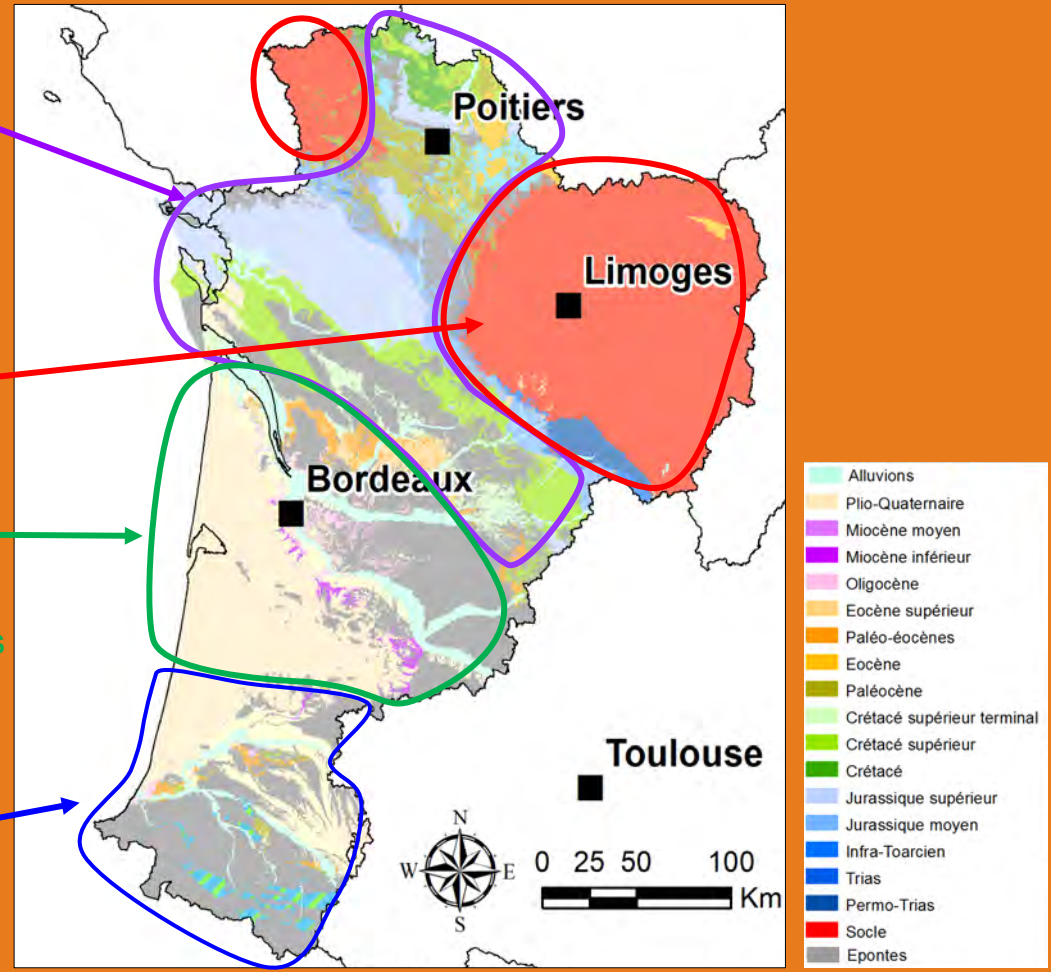
Grande variété régionale

Problématiques de nappes libres peu profondes (qualité/quantité) + relations nappes rivières

Peu de ressources souterraines (quantité), réseau hydrographique dense

Problématiques d'aquifères profonds (quantité) + quelques problématiques de nappes de surface (qualité)

Problématiques d'aquifères profonds (quantité) + Ressources souterraines faibles en surface (quantité/qualité)

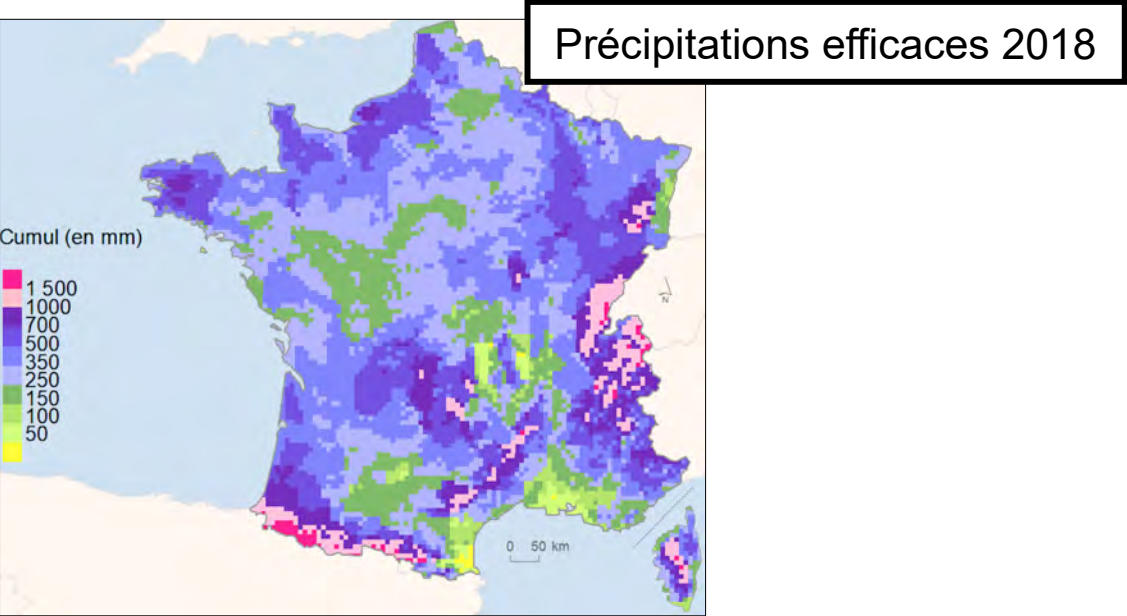
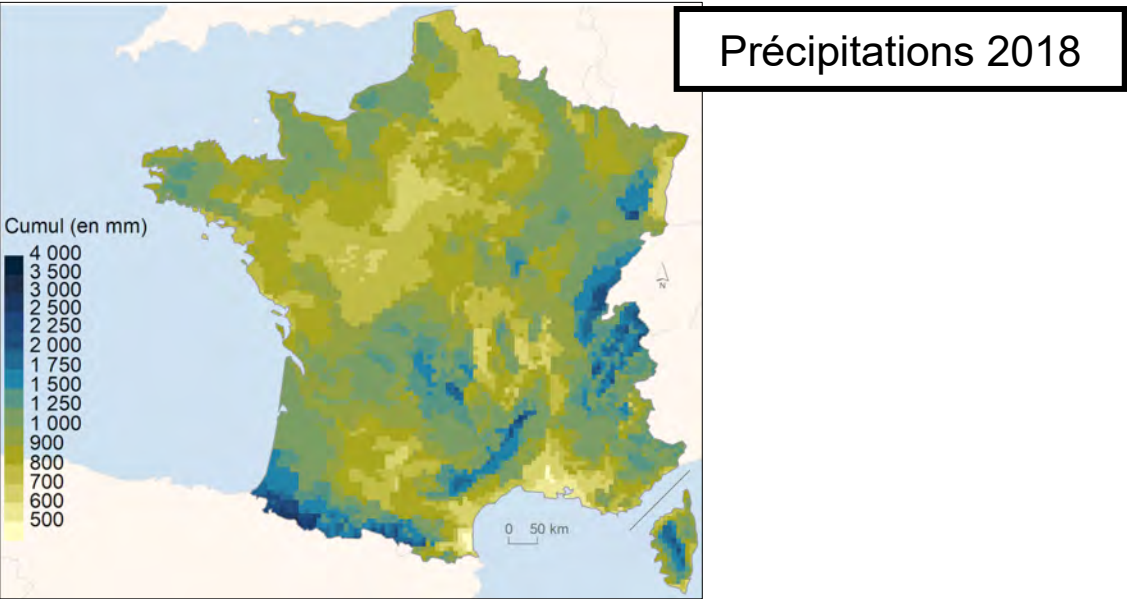
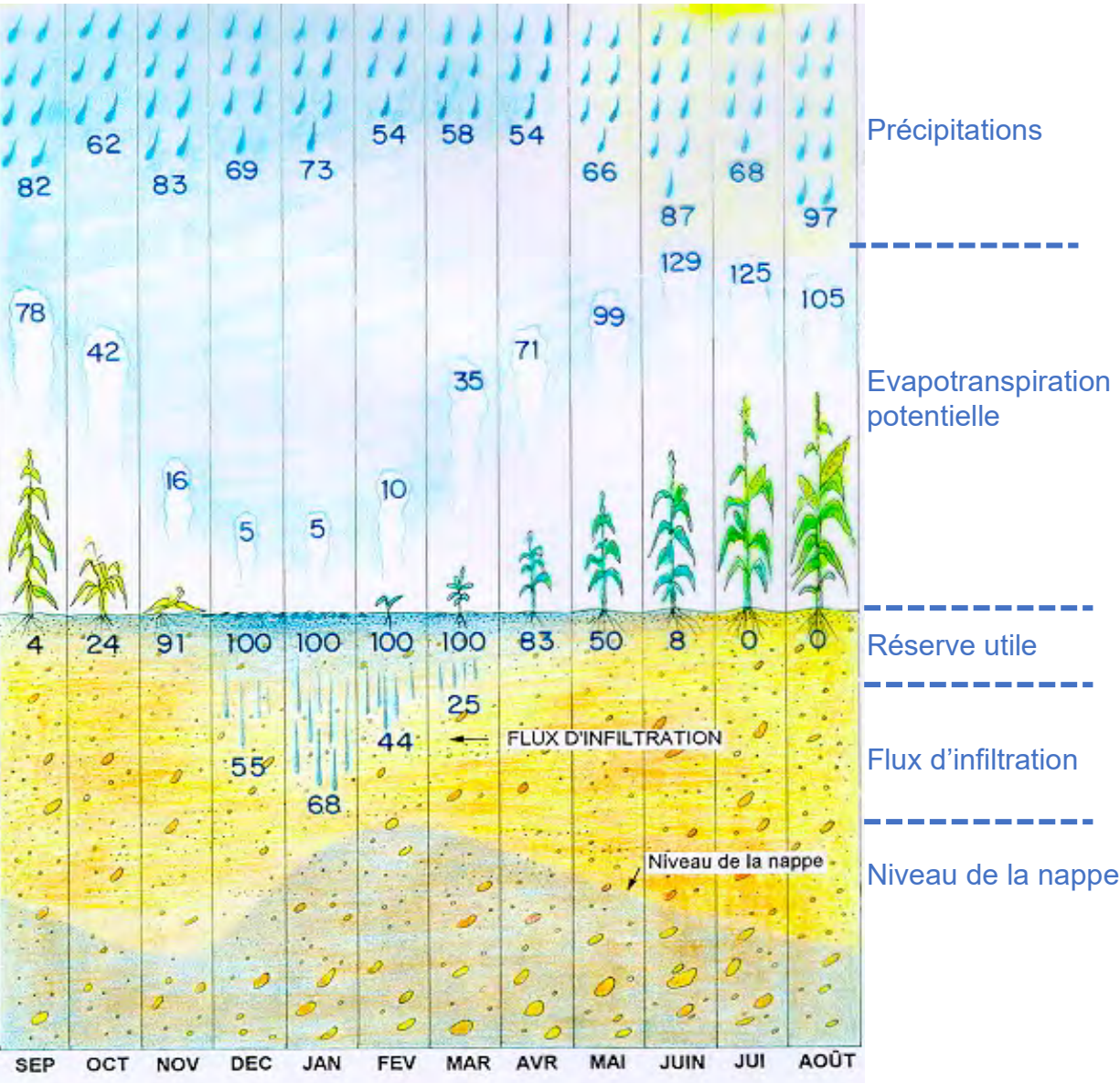


Géologie qui contraint en partie le réseau hydrographique



# Recharge des eaux souterraines

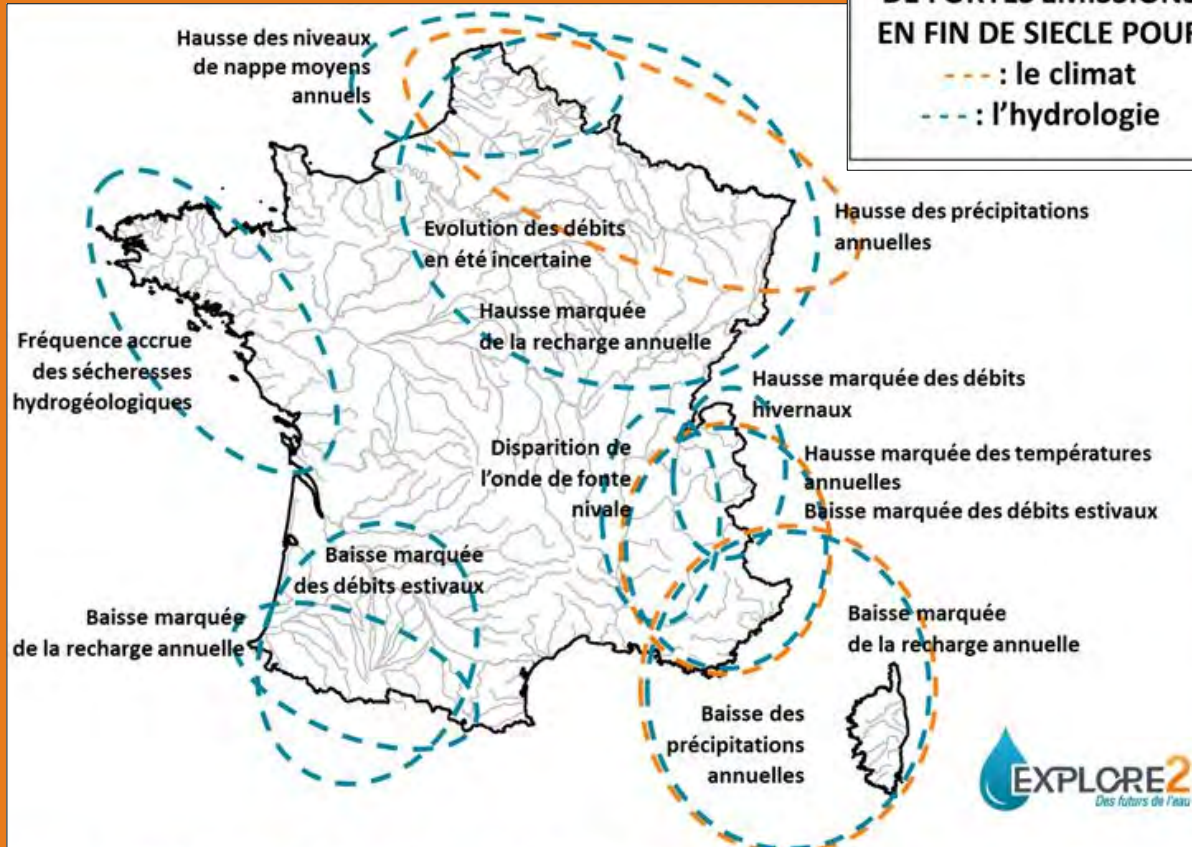
## Bilan hydrologique





# Changement climatique et ressources en eau

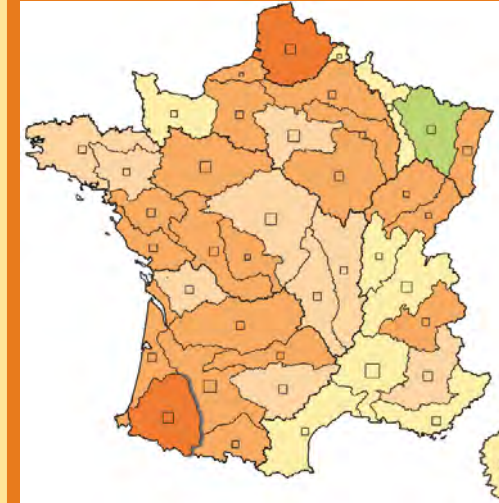
**Perspectives sur les ressources (fin de siècle)**  
sous scénario de fortes émissions  
(synthèse des "narratifs vert, jaune, violet, orange")



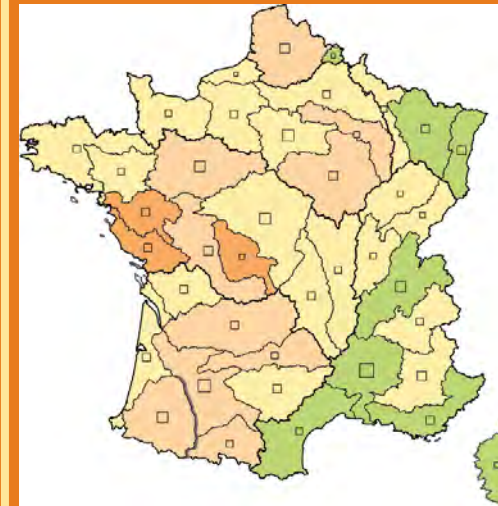
## Perspectives d'évolution

**Perspectives sur les consommations (horizon 2050)**  
sous scénario de fortes émissions

Source : France Stratégie



"narratif violet" : fort réchauffement et forts contrastes saisonniers en précipitations



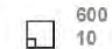
"narratif jaune" : changements futurs relativement peu marqués

### Scénario tendanciel

Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Cartographie IGN 2024



# Changement climatique et ressources en eau

## Perspectives d'évolution

**Evolution climatique** : augmentation des températures, changement du régime des précipitations et de l'évapotranspiration (*hivers plus humides et étés plus secs, augmentation du nombre de phénomènes extrêmes, baisse de l'enneigement,...*), remontée océanique.

**+ Dynamique démographique forte et inégale en Nouvelle-Aquitaine.**

➔ **Diminution des ressources en eaux souterraines** (moins recharge, reports des prélèvements)

➔ **Augmentation des besoins** (eau potable, irrigation),

### Et des conséquences attendues :

- ✓ Risque de tensions/conflits entre usagers des nappes (*alimentation en eau potable, agricole, industriel, thermalisme...*)
- ✓ Diminution des contributions vers les milieux superficiels, impacts associés (*soutien d'étiage aux cours d'eau, zones humides, lagunes, pêche, conchyliculture/ostréiculture,...*),
- ✓ Dégradation de la qualité des eaux souterraines (*dénoyage de réservoirs, risque de salinisation des nappes superficielles littorales en lien avec la remontée du niveau marin*)

✓ ....



Extrait - AcclimaTerra – 2018





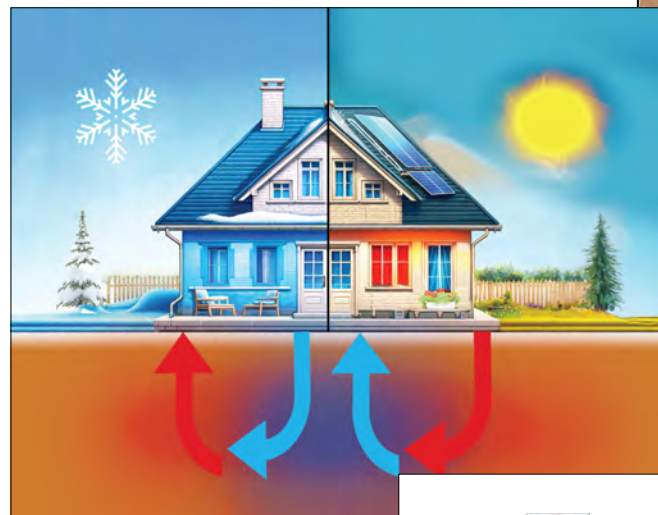
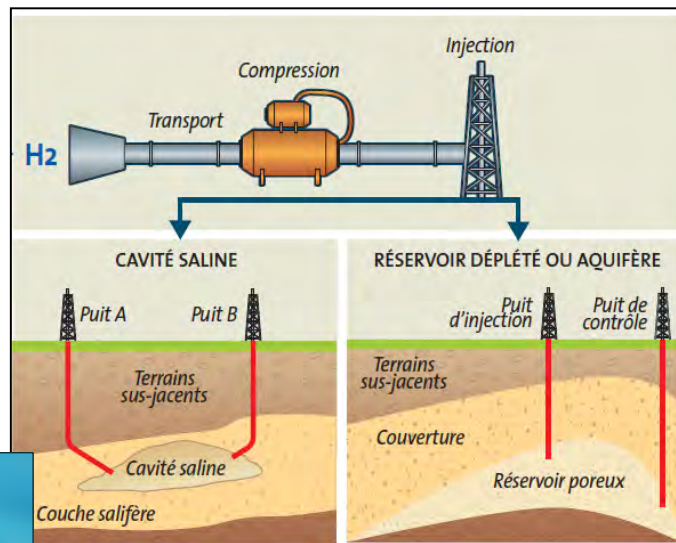
#03

**AUTRES SUJETS QUE NOUS  
AURIONS PU ABORDER...**



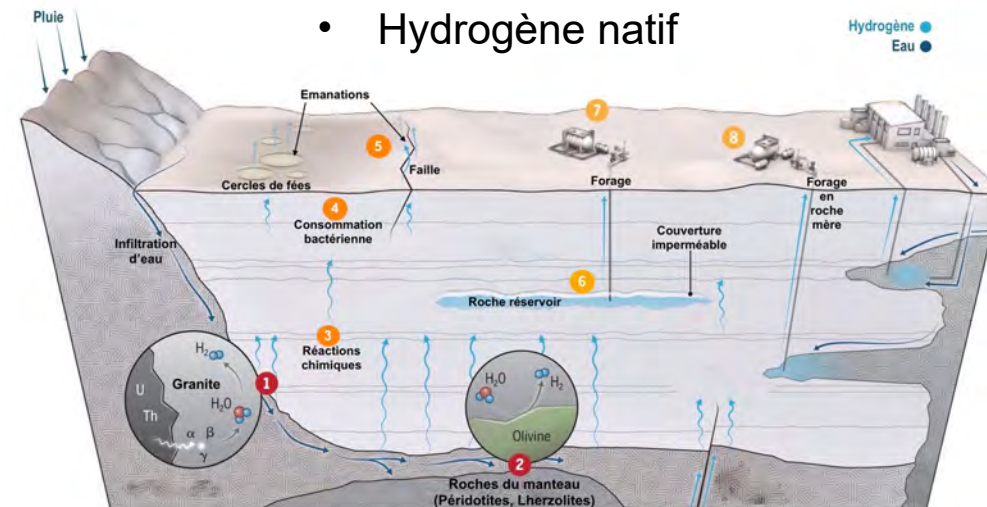
# Stockage

- CO<sub>2</sub>
- Energie thermique
- Hydrogène
- Recharge maîtrisée des aquifères



# Ressources

- Hydrogène natif



# Terres excavées

- Traitement
- Valorisation
- Reconstruction de sols

