




# CHANGER DE REGARD SUR L'EAU

CHARLÈNE DESCOLLONGES  
INGÉNIEURE HYDROLOGUE



**On protège ce  
que l'on aime et  
on aime ce que  
l'on connaît**

---

## **Changer de regard sur l'eau**

1. Les **ressources** en eau, l'eau verte et les hydrosystèmes
2. Nos **usages** et l'empreinte eau
3. Nos **impacts** sur le cycle de l'eau
4. **Agir** pour l'eau ?
5. Les voies de la **régénération**

Changer de regard sur l'eau

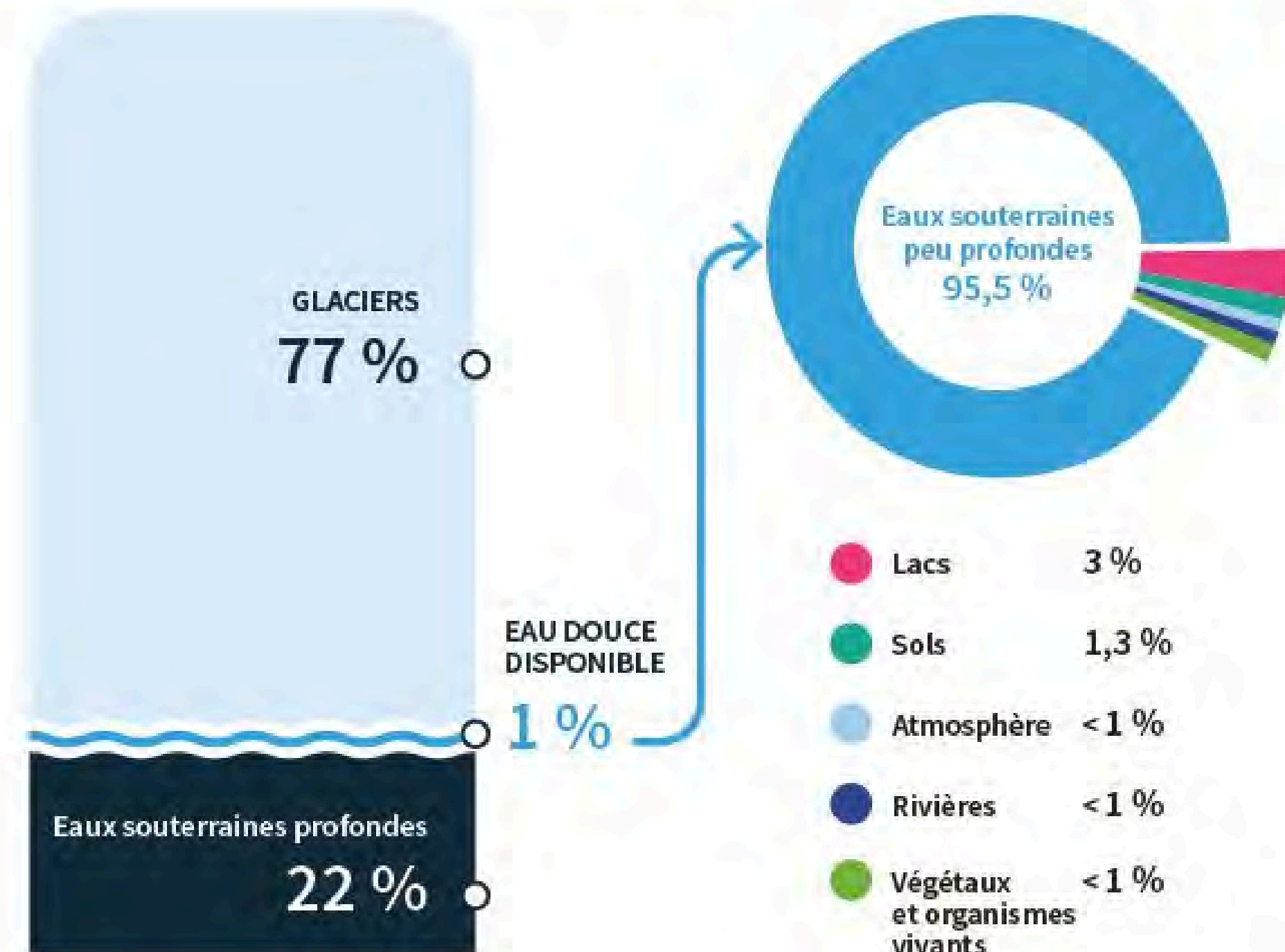
---

# 1. Les ressources en eau, l'eau verte et les hydrosystèmes



# Les **stocks** d'eau douce

Concentrés dans les glaciers et les eaux souterraines



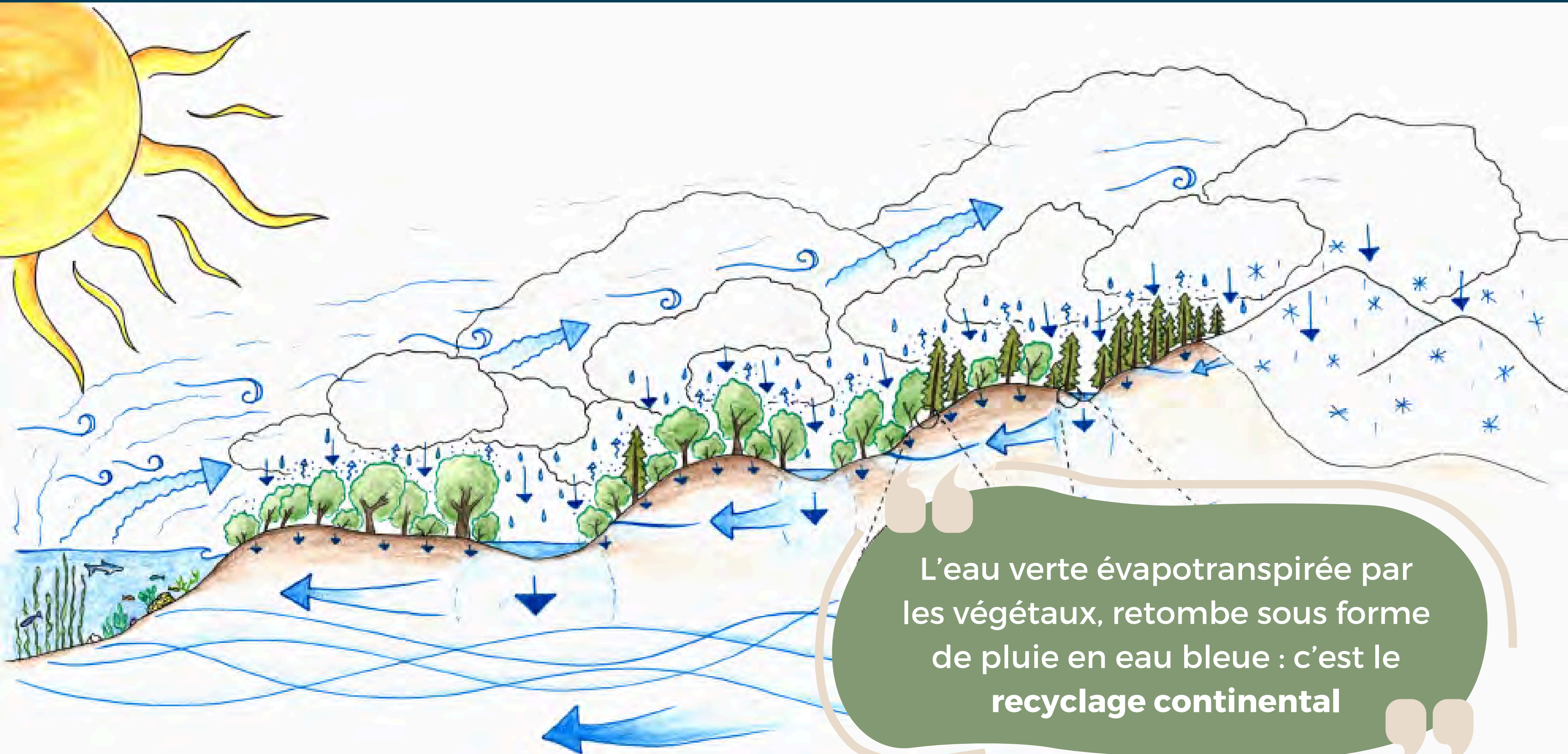
Source : étude de Banton and Bangoy, 1997.



## Les **flux** d'eau douce

Concentrés au niveau des océans  
Déterminent la répartition de l'eau dans le temps et l'espace

# Nous faisons l'impasse sur l'eau verte

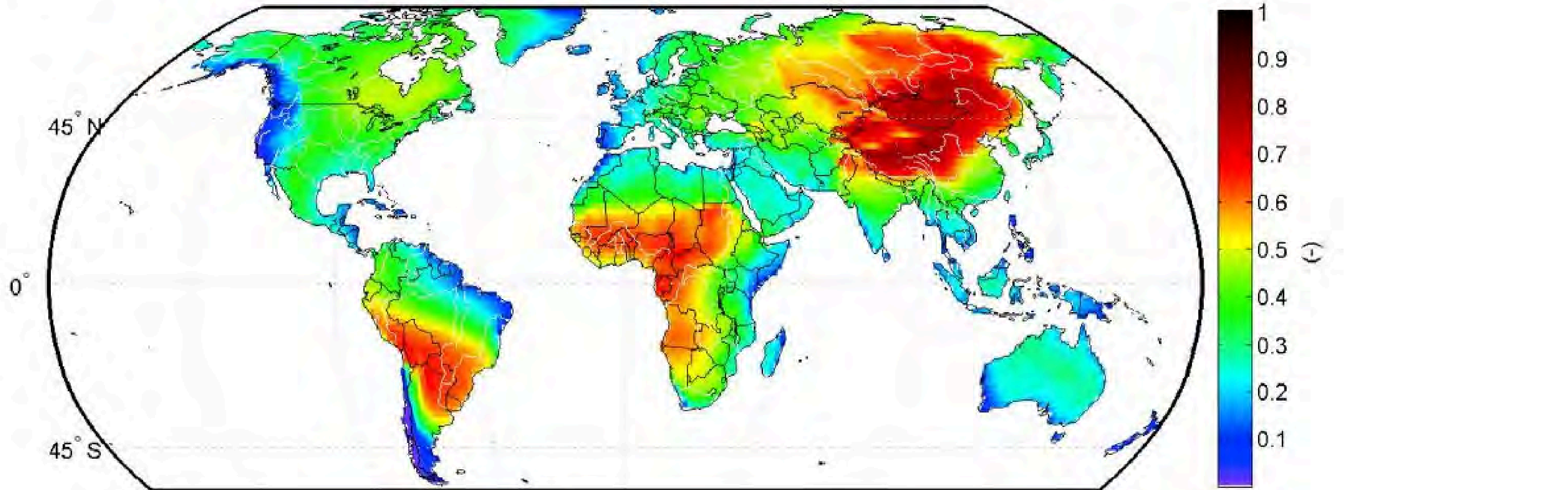


L'eau verte évapotranspirée par les végétaux, retombe sous forme de pluie en eau bleue : c'est le **recyclage continental**

# D'où vient provient la pluie ?

Source : Origin and fate of atmospheric moisture, Van Der Ent et al., 2010

Continental precipitation recycling ratio  $\rho_c$



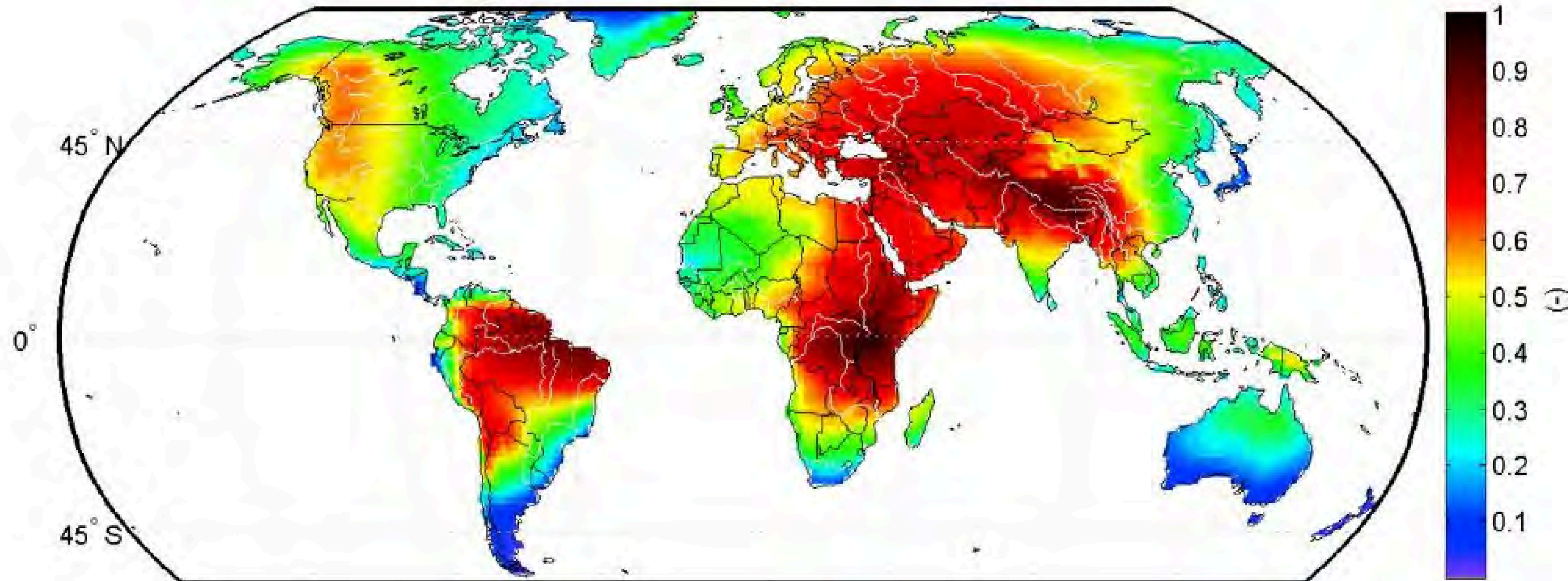
**Figure 3.** Average continental precipitation recycling ratio  $\rho_c$  (1999–2008).

# Que devient l'eau évaporée ?

Source : Origin and fate of atmospheric moisture, Van Der Ent et al., 2010

**100% de l'eau évaporée retombera sous forme de pluie** en suivant les vents dominants à l'intérieur du continent  
**= régions sources de pluie**

Continental evaporation recycling ratio  $\varepsilon_c$



**Figure 4.** Average continental evaporation recycling ratio  $\varepsilon_c$  (1999–2008).

# L'HYDROLOGIE

## L'étude des eaux surface



### Cours d'eau :

“Un écoulement d'eaux courantes dans un lit naturel à l'origine, alimenté par une source et présentant un débit suffisant la majeure partie de l'année. L'écoulement peut ne pas être permanent compte tenu des conditions hydrologiques et géologiques locales”

Art. L. 215-7-1 du code de l'environnement



- **Réseau hydrographique** : un cours d'eau principal et ses affluents, alimentés par un
- **Bassin versant** ou hydrologique : “cuvette” délimitée par le relief



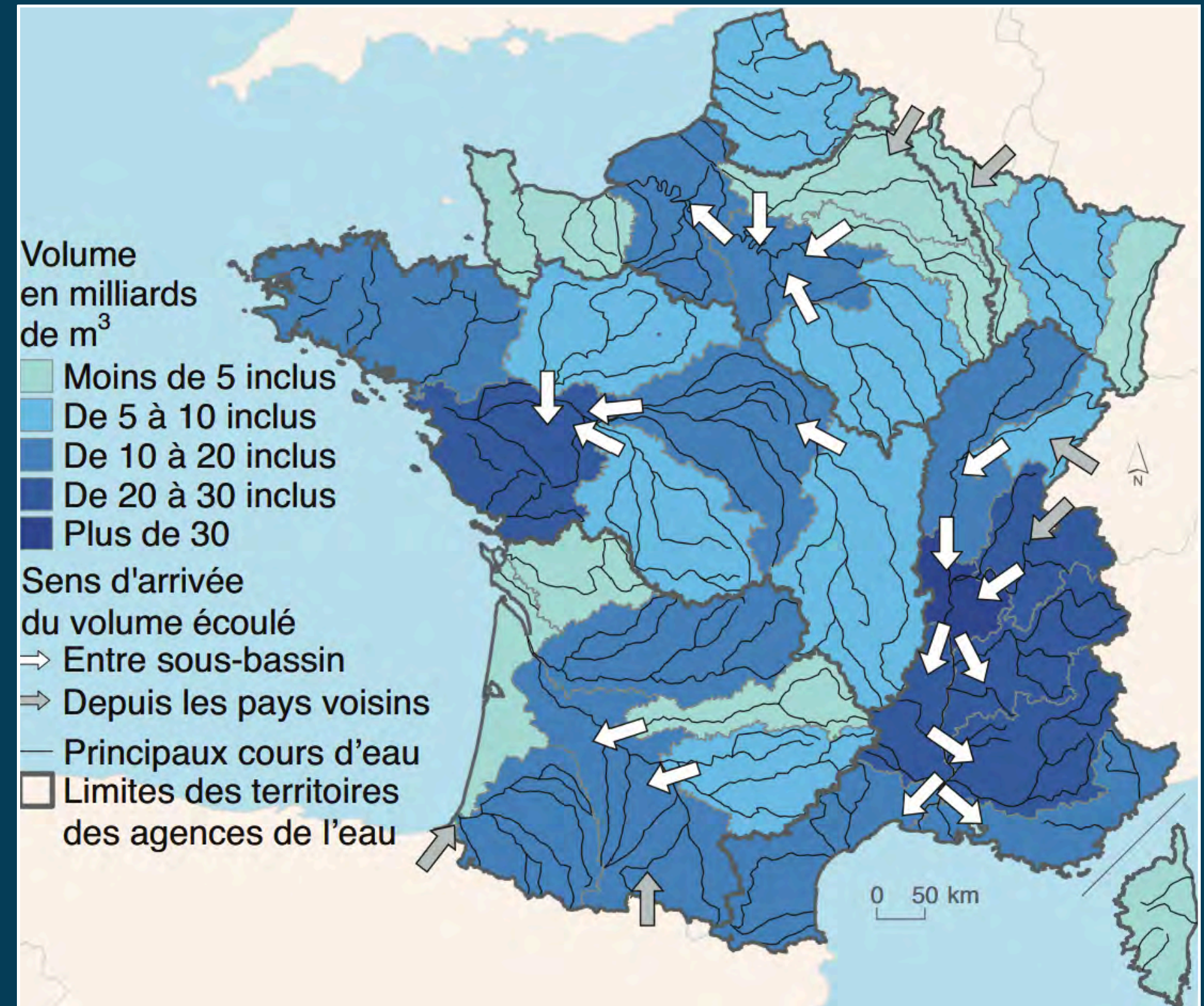
# L'EAU DOUCE RENOUVELABLE



Le bassin du Rhône est le plus pourvu en eau (régime glaciaire)

=> aussi, le plus vulnérable aux évolutions climatiques...

“ La gestion de l'eau est spécifique à chaque territoire ”



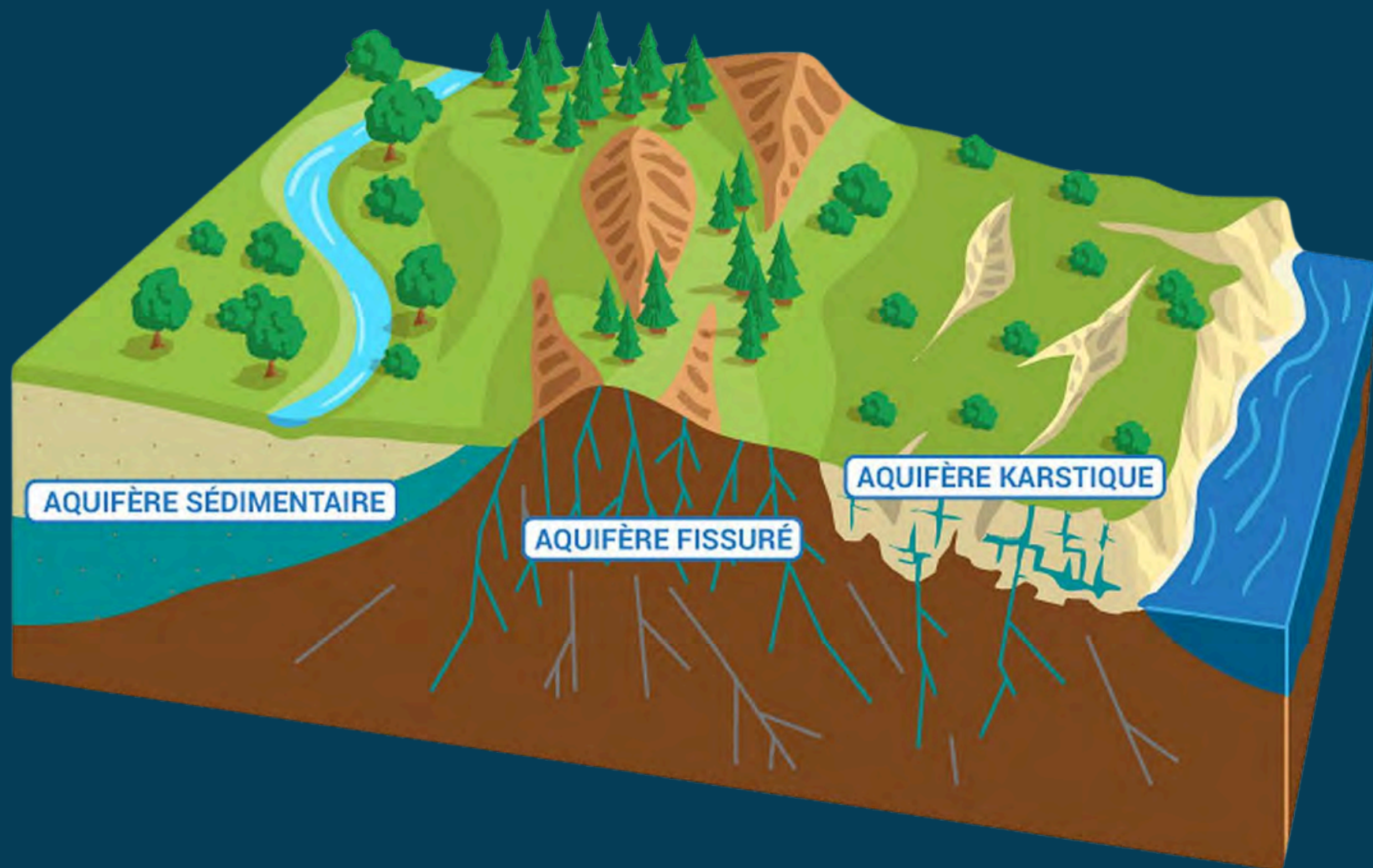
Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitation, évapotranspiration), 2019 ; traitements SDES, 2021.

# L'HYDROGÉOLOGIE

L'étude des eaux souterraines

## AQUIFÈRE :

La roche réservoir contenant une nappe  
3 types



## Les types d'aquifères en France



# La nappe molassique du Bas Dauphiné stratégique et menacée

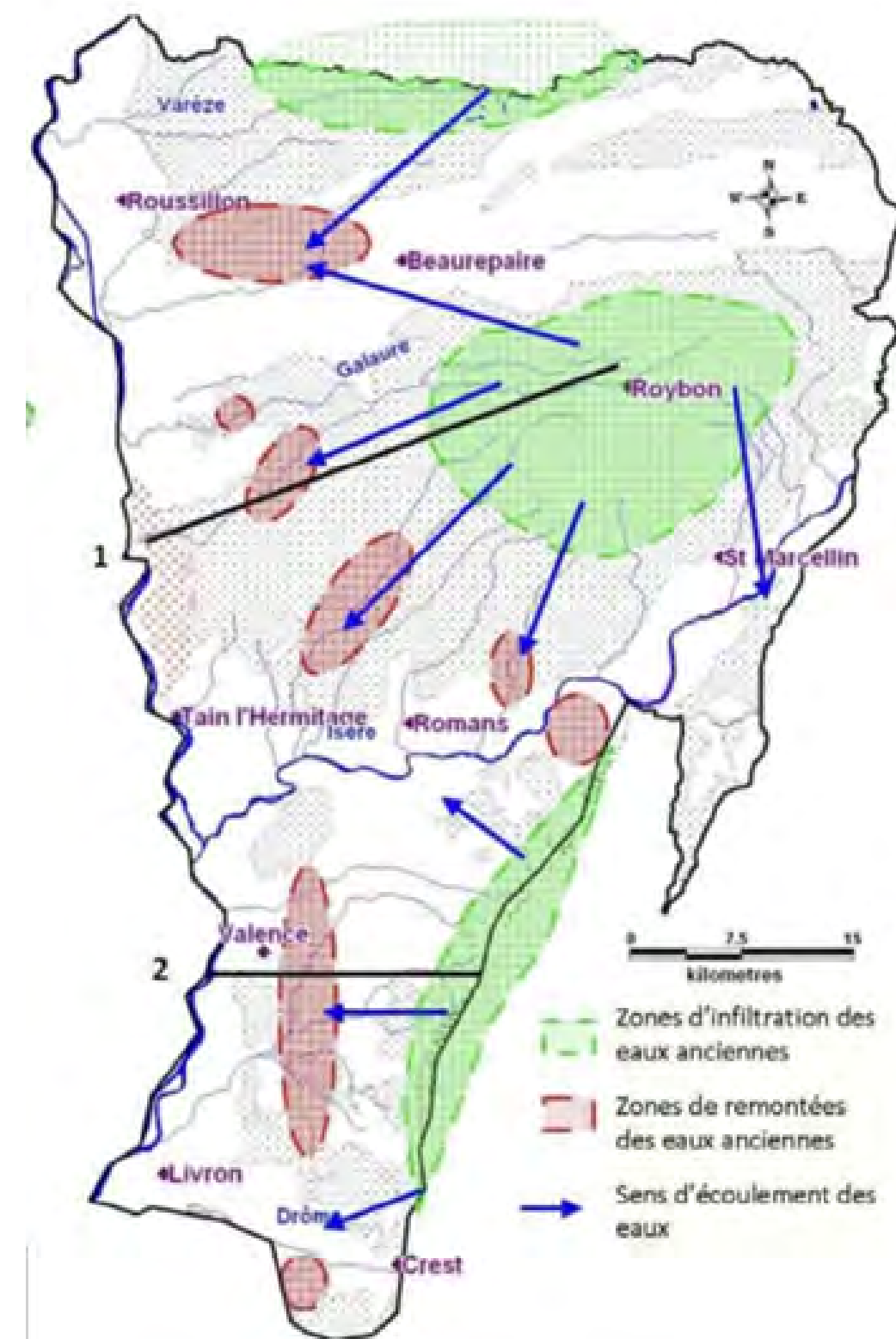
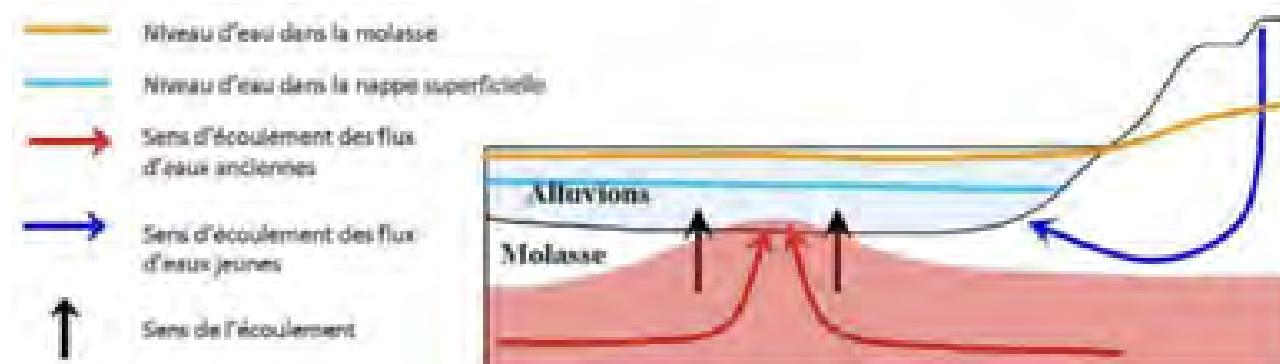
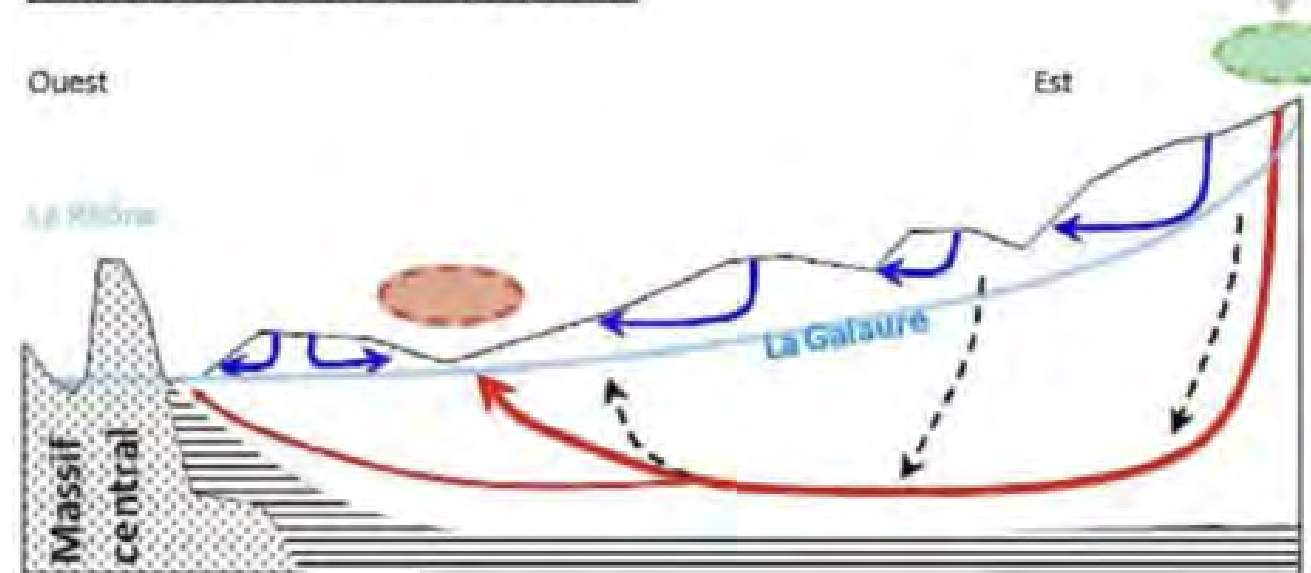
Caractérisée par des circulations d'eaux superficielles récentes et profondes très anciennes (jusqu'à 12 000 ans !)

Certaines **rivières** sont alimentées par remontée de la nappe profonde en charge (la Galaure, l'Herbasse, la Véore), contribuant jusqu'à 50% du débit de la rivière (soutien à l'étiage)

Les eaux superficielles souvent polluées par les **nitrates** et **pesticides** (atrazine)

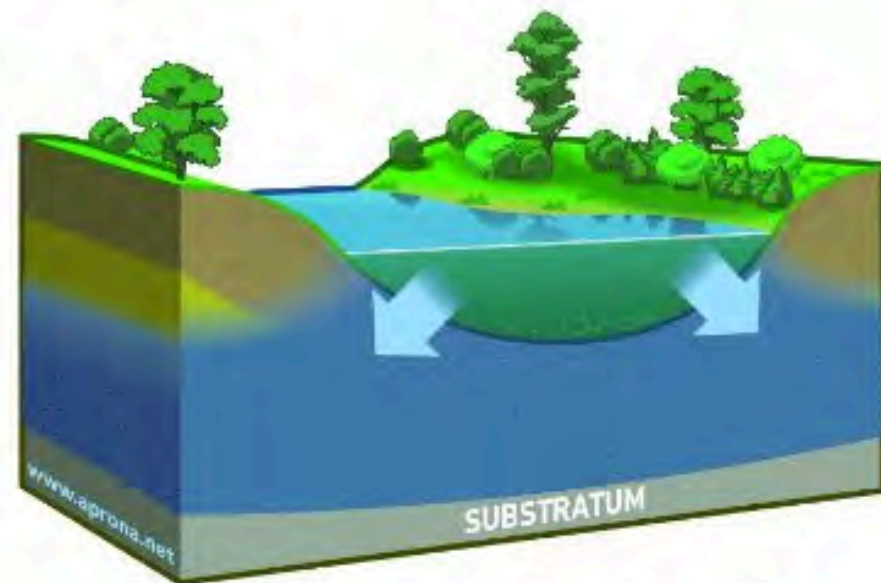
*Enjeux : irrigation agricole (450 forages), AEP (210 000 habitants), particuliers...*

Coupe schématique 1, le long de la Galaure:



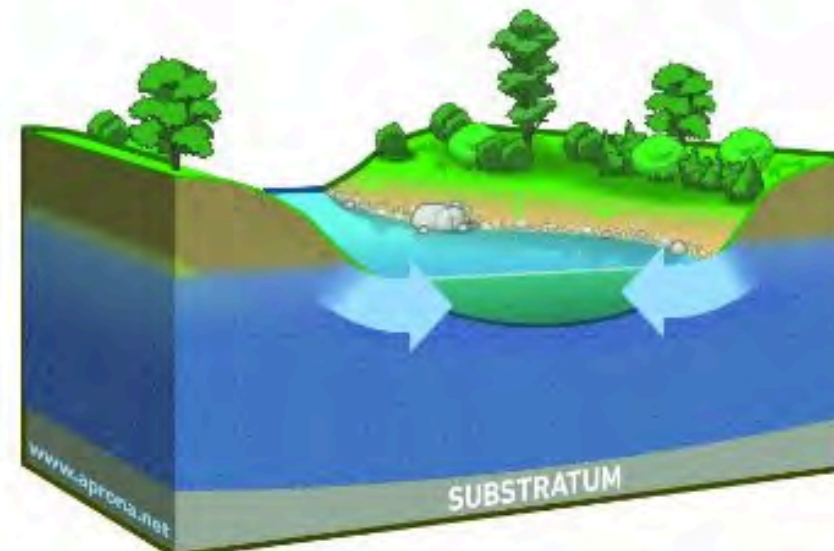
# Les aquifères alluviaux, l'alliance invisible des rivières avec leur nappe

En hautes-eaux

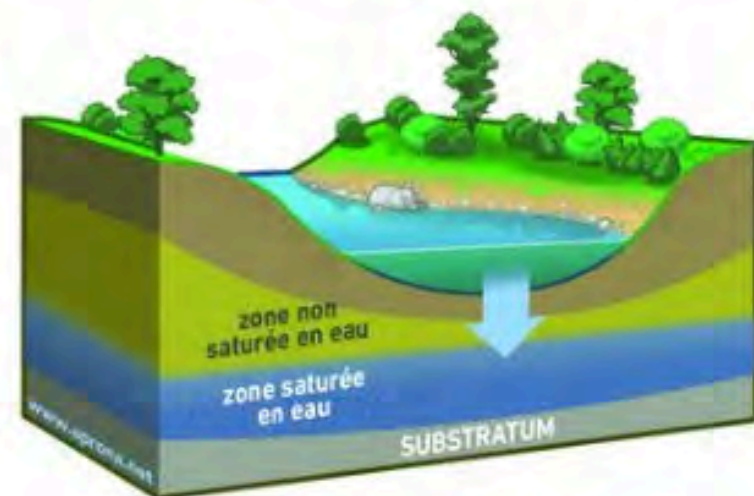


La rivière alimente la nappe

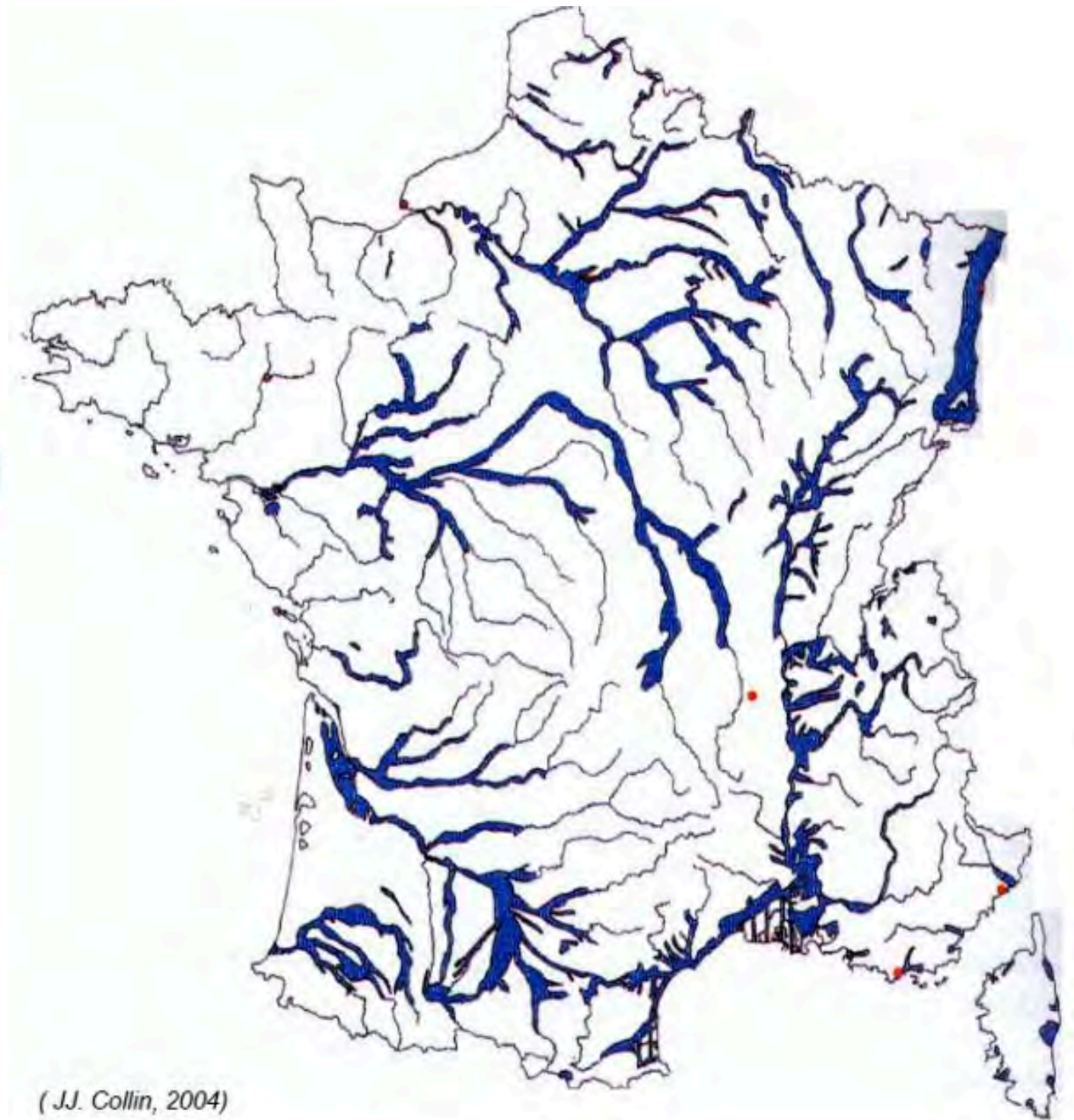
En basses eaux



La nappe alimente la rivière



La rivière alimente la nappe  
La rivière est perchée



( J.J. Collin, 2004)

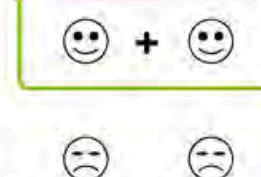
# L'ÉTAT DES MASSES D'EAU SUPERFICIELLES



La notion de bon état  
eaux de surface

État écologique  
(biologie, physicochimie)

Très bon  
Bon  
Moyen  
Médiocre  
Mauvais



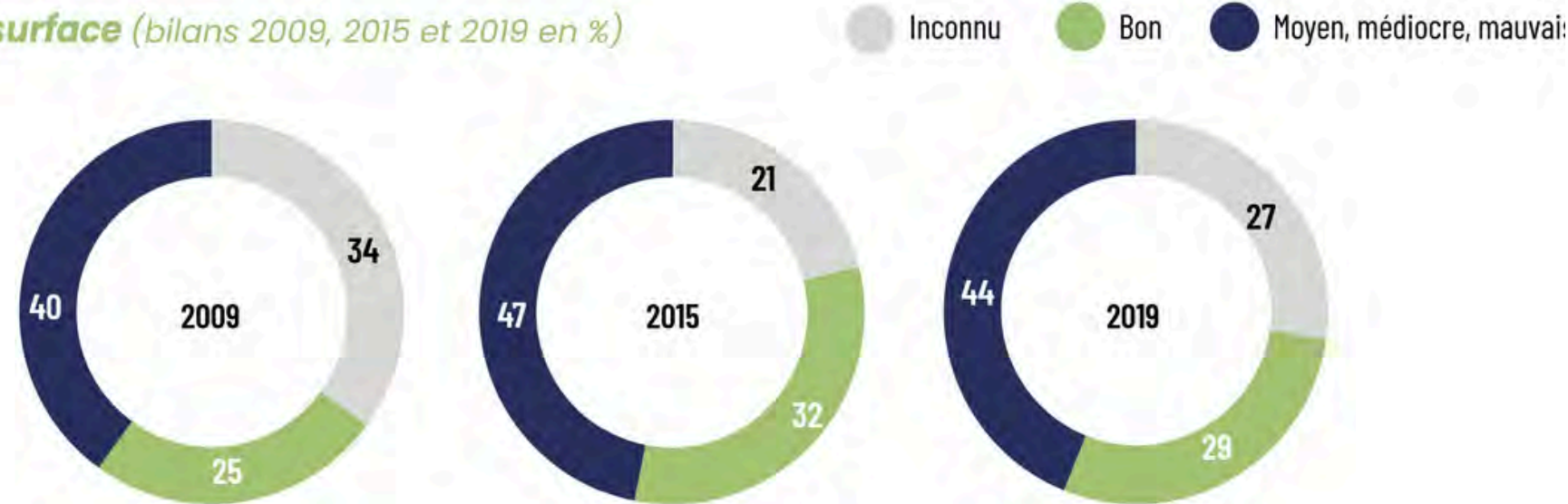
État chimique  
(normes qualité environnementale)

Bon  
Pas bon



L'état des eaux de surface (bilans 2009, 2015 et 2019 en %)

État global



# L'ÉTAT DES MASSES D'EAU SOUTERRAINES



La notion de bon état  
eaux souterraines

État quantitatif

État chimique  
(directive fille)

Bon



Bon



Médiocre



Pas bon

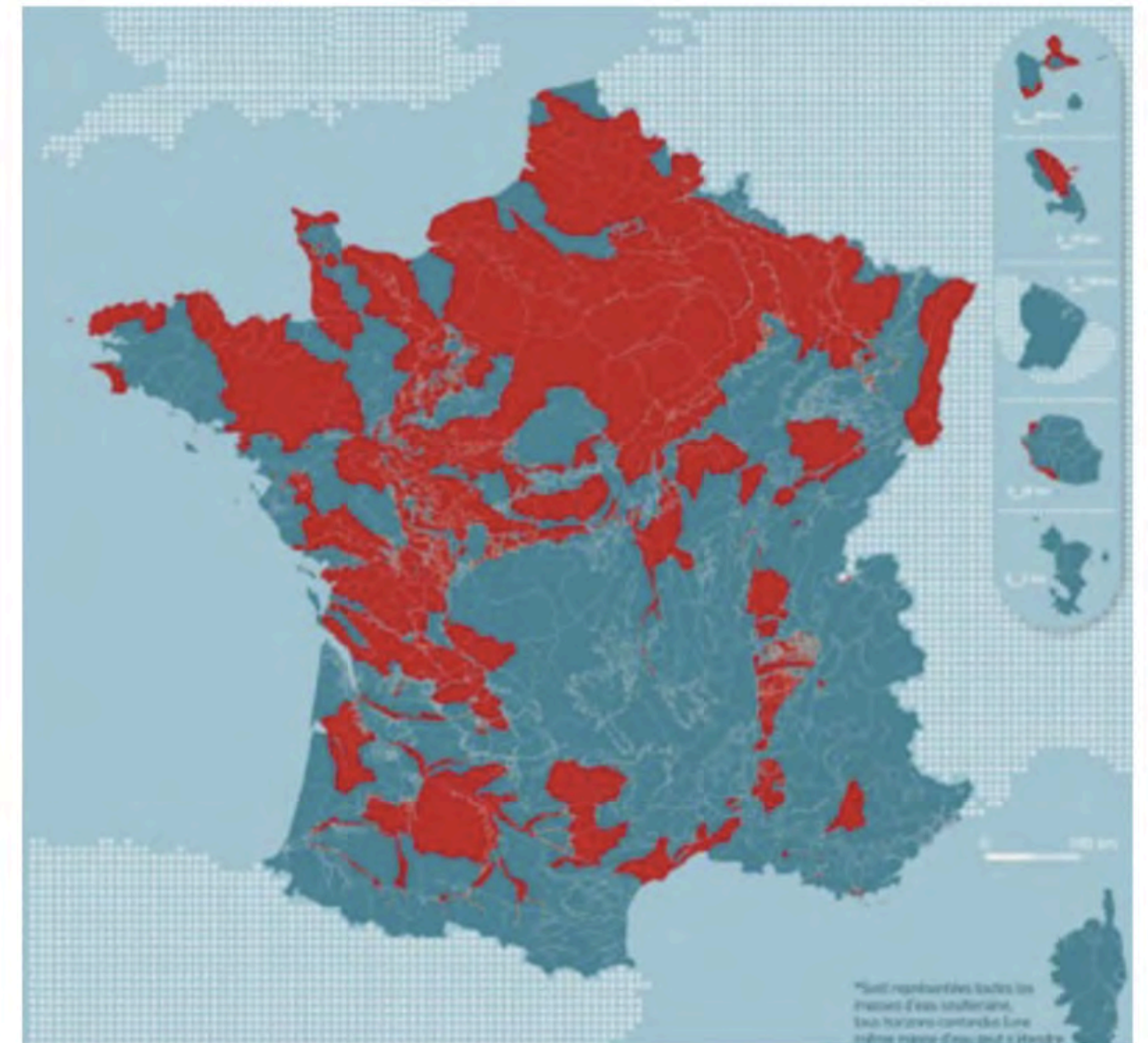


État chimique des masses d'eau souterraine

Bon état

État médiocre

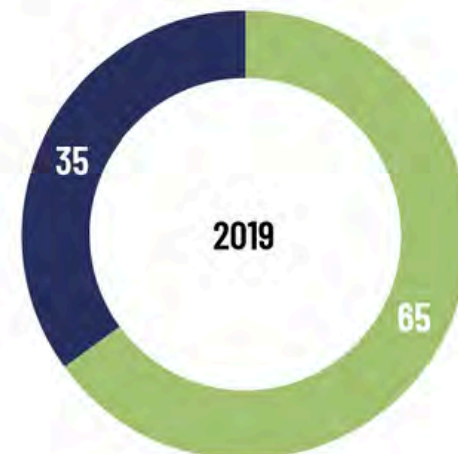
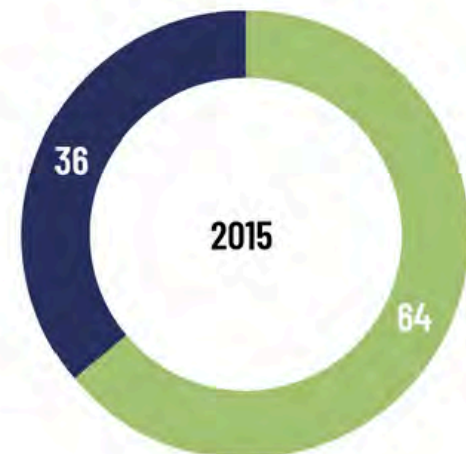
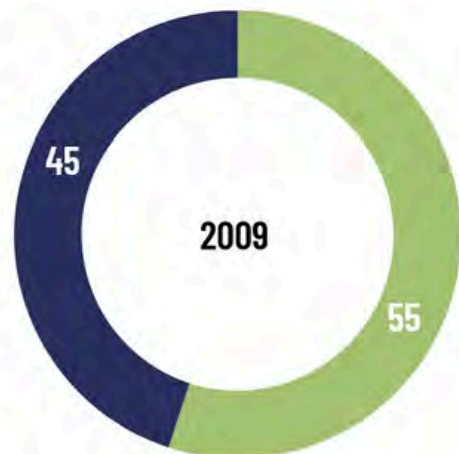
Inconnu



France : l'état des eaux souterraines (bilans 2009, 2015 et 2019 en %)

Mauvais Bon

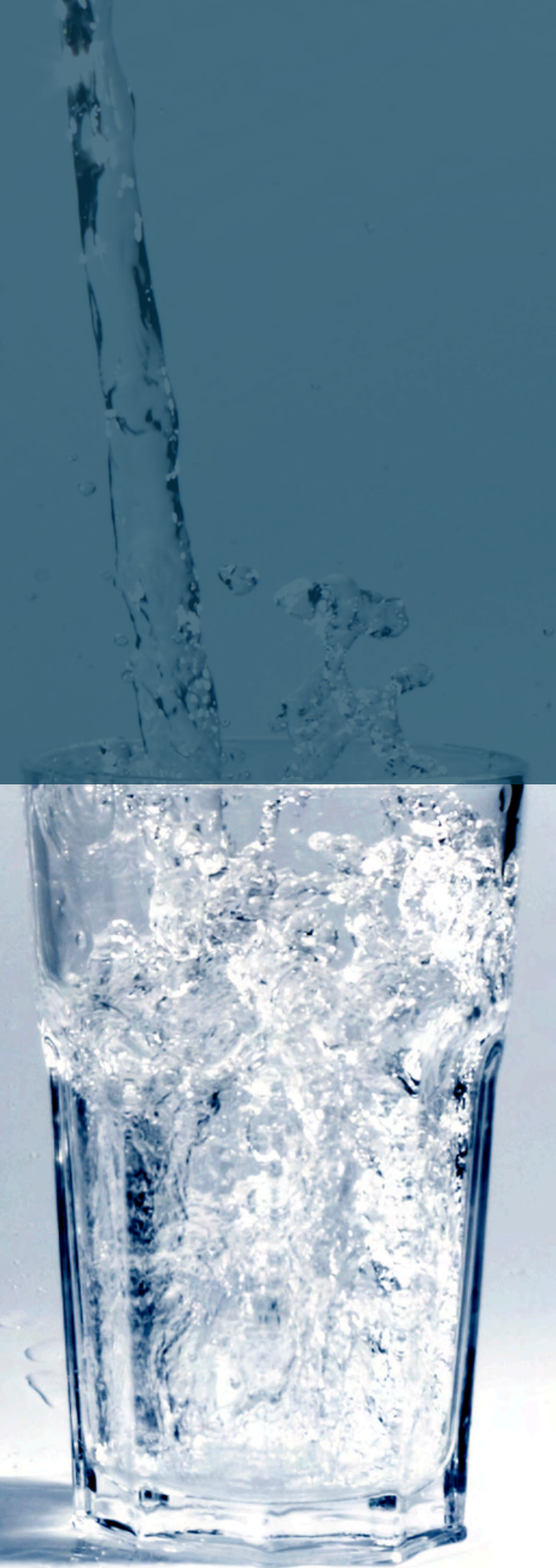
État global



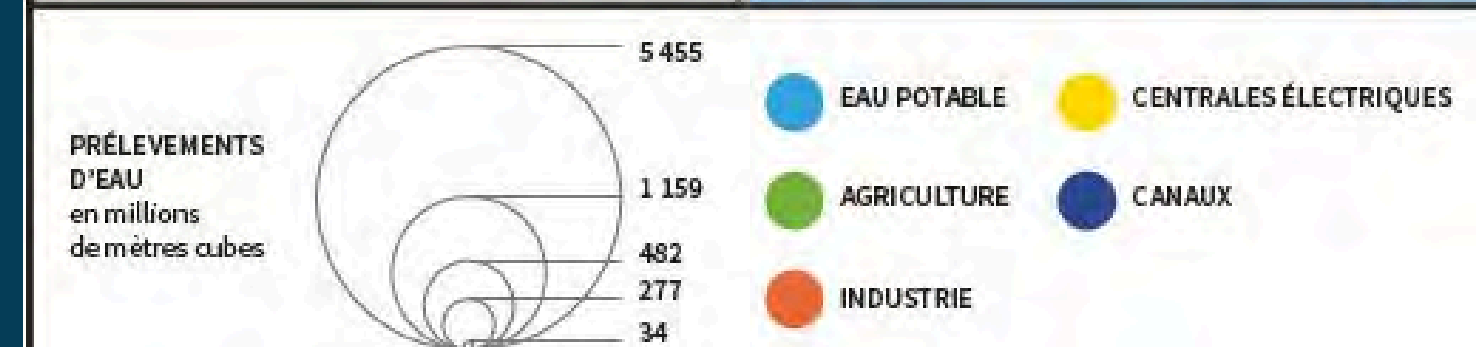
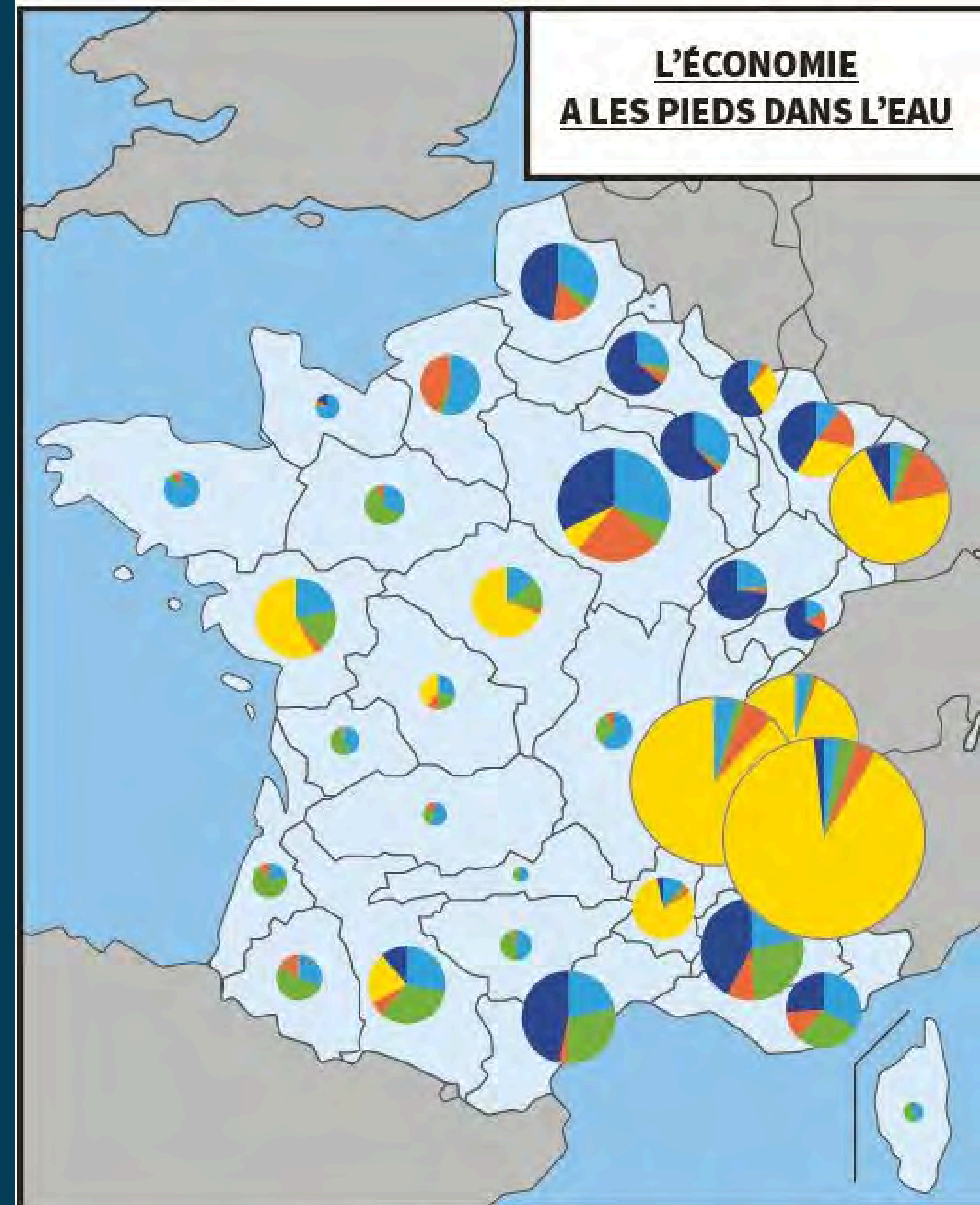
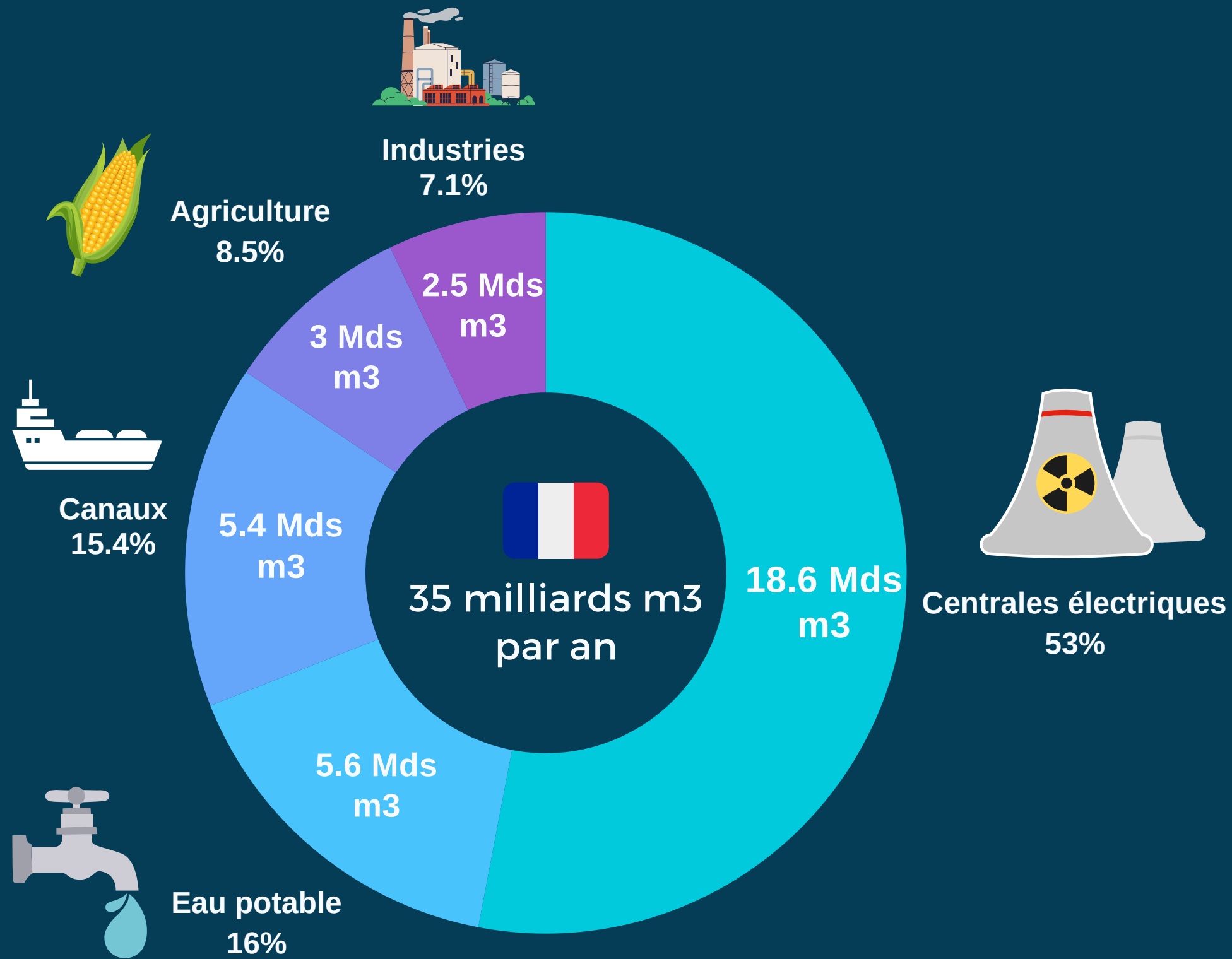
Changer de regard sur l'eau

---

## **2. Nos usages et notre empreinte eau**

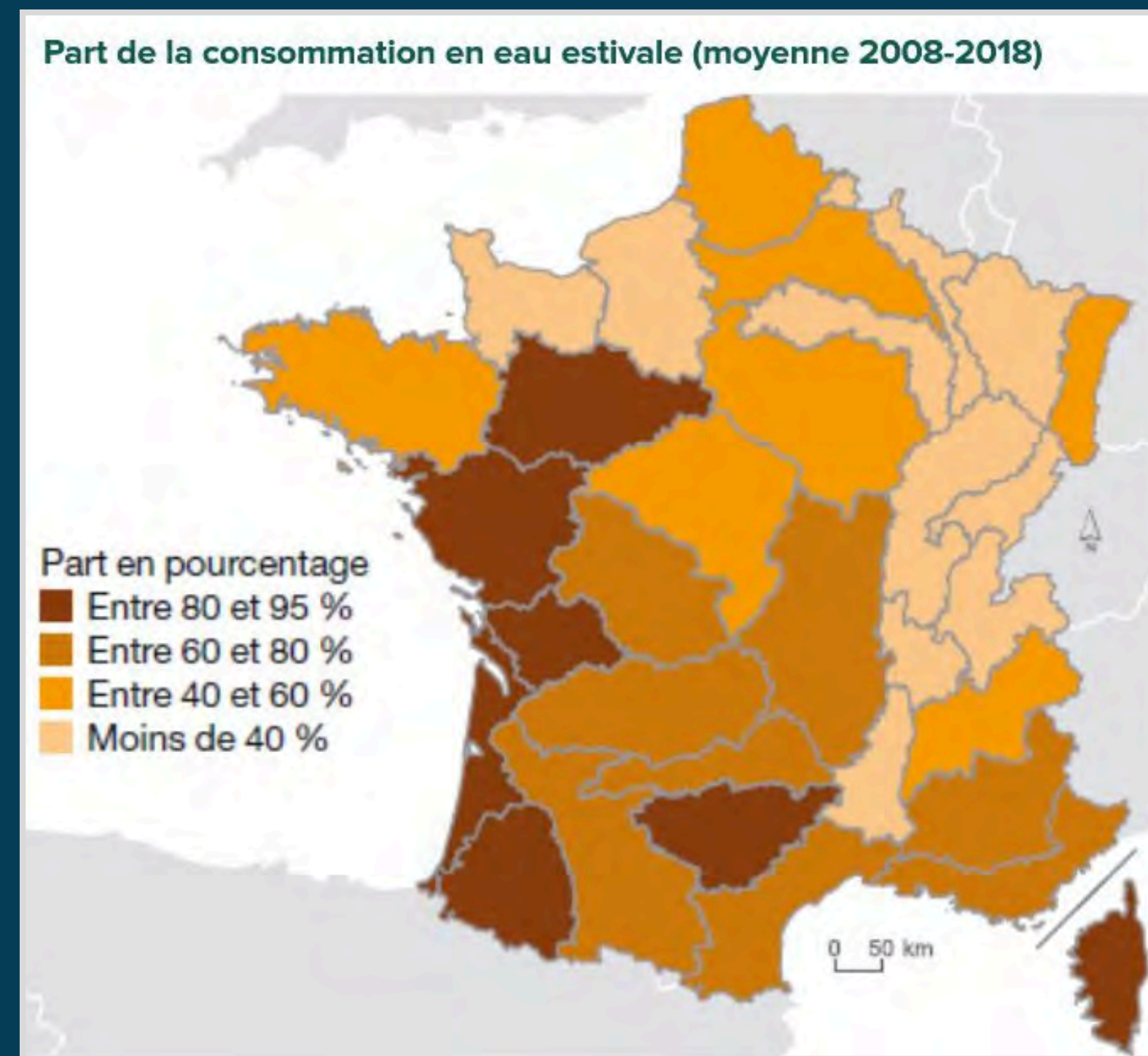
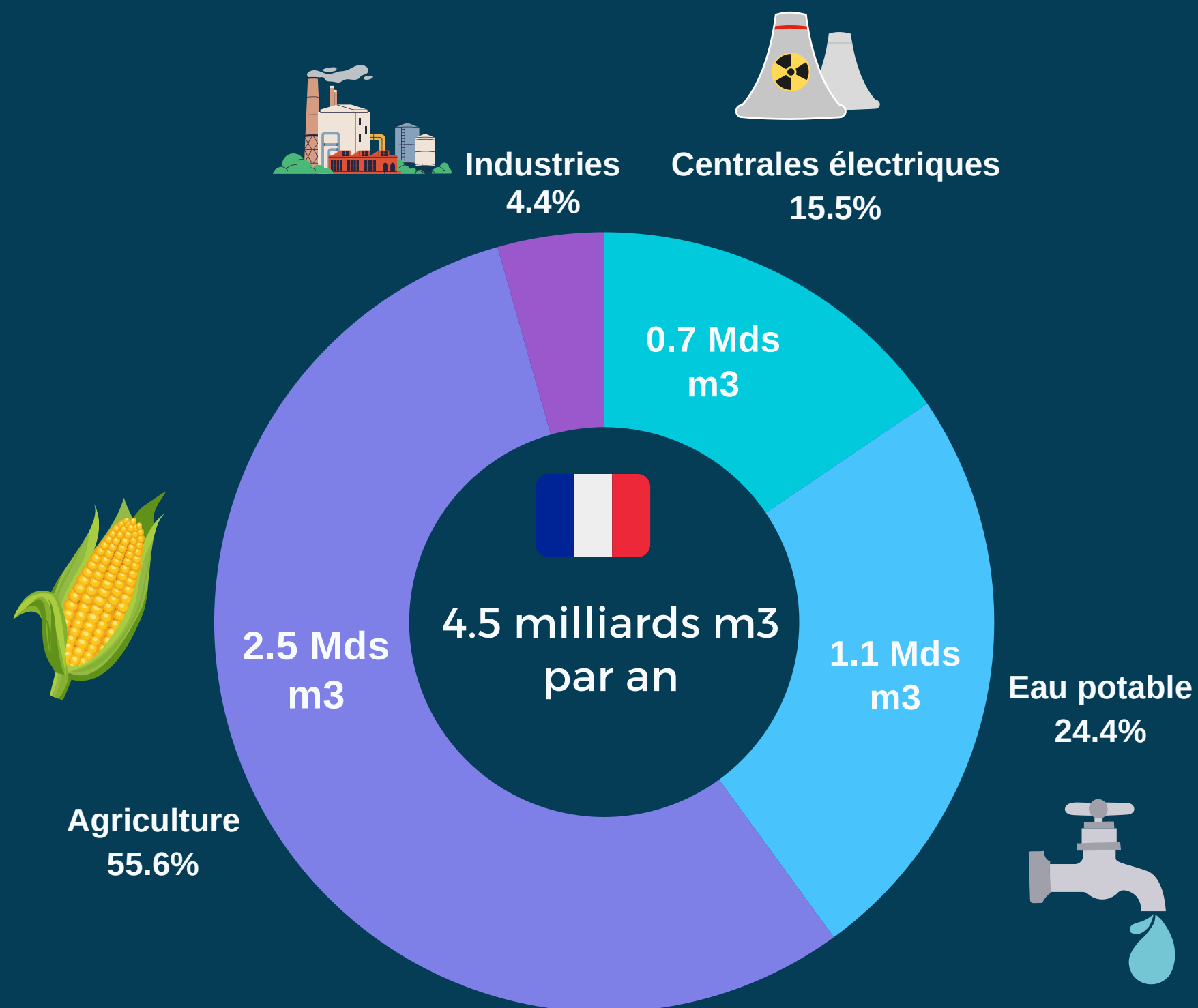


# Volumes prélevés



Source : Moyenne 2018-2021 - Banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau (BNPE)

# Volumes consommés









































L'été, la France est en stress hydrique, extrême dans certaines régions

# Une soif insatiable ?



## 3 SCÉNARIOS PROSPECTIFS DE LA DEMANDE EN EAU D'ICI 2050

	TENDANCIEL	POLITIQUES PUBLIQUES	RUPTURE
AGRICULTURE	<ul style="list-style-type: none"> <li> Baisse cheptel (sauf volailles)</li> <li> Agroécologie stagne</li> <li> Pas de nouvelles retenues</li> <li> +50% surfaces irrigables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Baisse cheptel (volailles stagnent)</li> <li> Agroécologie sur 50% SAU</li> <li> x14 volumes stockés</li> <li> +50% surfaces irrigables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Baisse cheptel</li> <li> Agroécologie sur 100% SAU</li> <li> Pas de nouvelles retenues</li> <li> +12% surfaces irrigables</li> </ul>
ENERGIE	<ul style="list-style-type: none"> <li> Pas de nouveaux EPR</li> <li> Maintien des centrales à flamme</li> <li> ENR &lt;50% mix énergétique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> 4 nouveaux EPR (Rhône, Seine)</li> <li> Mise en circuit fermé des réacteurs</li> <li> Arrêt des centrales à flamme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Forte politique sobriété</li> <li> Electrification des usages</li> <li> + ENR et - nucléaire</li> </ul>
INDUSTRIE & TERTIAIRE	<ul style="list-style-type: none"> <li> Pas de nouveaux besoins (sauf agroalimentaire)</li> <li> Amélioration efficacité process</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Forte réindustrialisation</li> <li> Hydrogène et stockage CO2</li> <li> + REUT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Forte politique sobriété</li> <li> Transport, enseignement et formation renforcés</li> </ul>
DOMESTIQUE	<ul style="list-style-type: none"> <li> Meilleur rendement réseaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Efficacité des bâtiments</li> <li> Meilleur rendement réseaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Efficacité des bâtiments</li> <li> Séparation urines et fèces</li> <li> Meilleur rendement réseaux</li> </ul>
CANAUX	<ul style="list-style-type: none"> <li> canal Seine-Nord en 2030</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> canal Seine-Nord en 2030</li> <li> réduction des fuites du réseau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> canal Seine-Nord en 2030</li> </ul>

# Une soif insatiable ?

## PRÉLÈVEMENTS

## CONSOMMATIONS

Figure 2 – Prélèvements totaux annuels en 2020 et en 2050 dans les trois scénarios d'usage pour un printemps-été sec (en millions de m<sup>3</sup>)

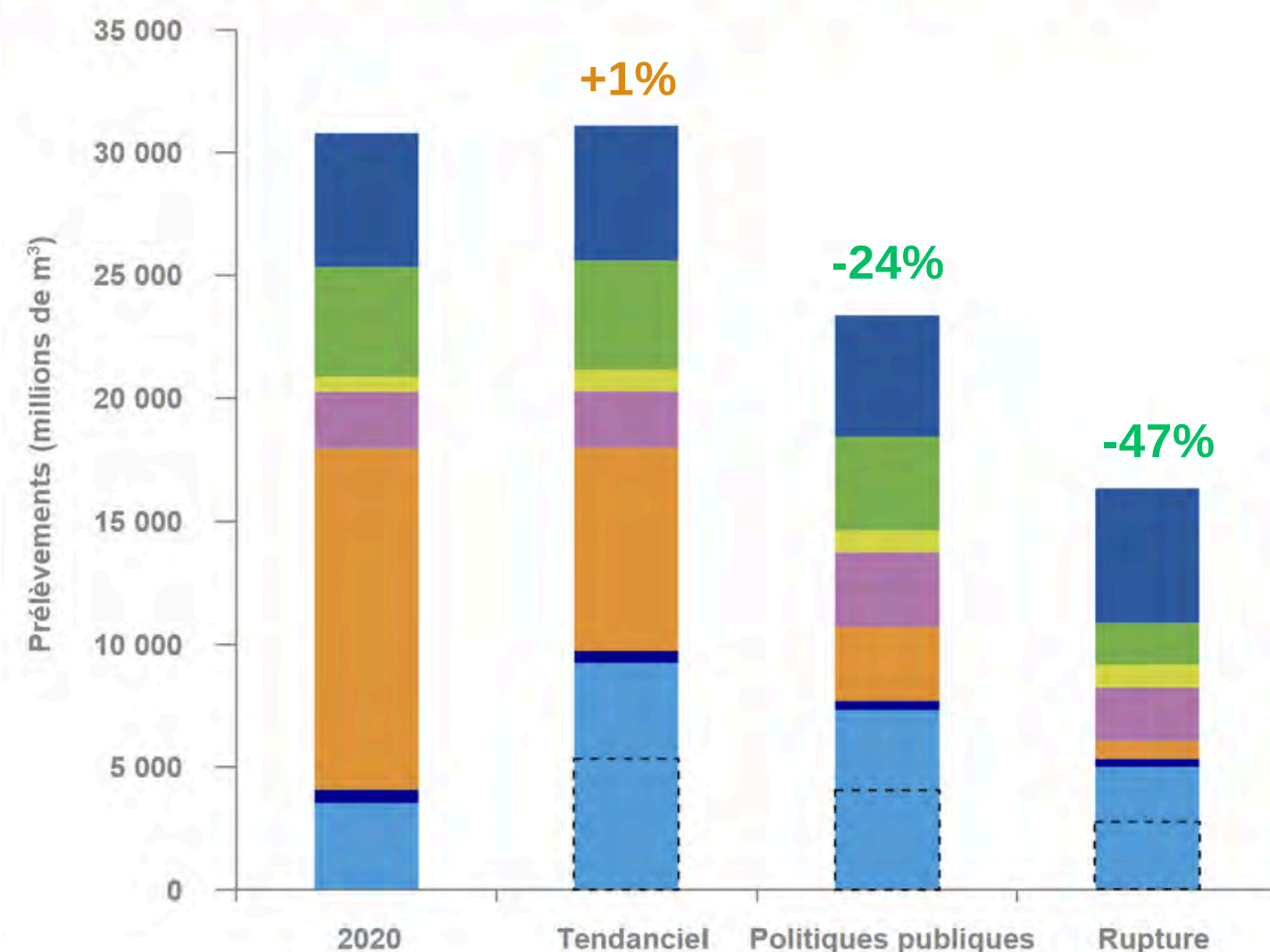
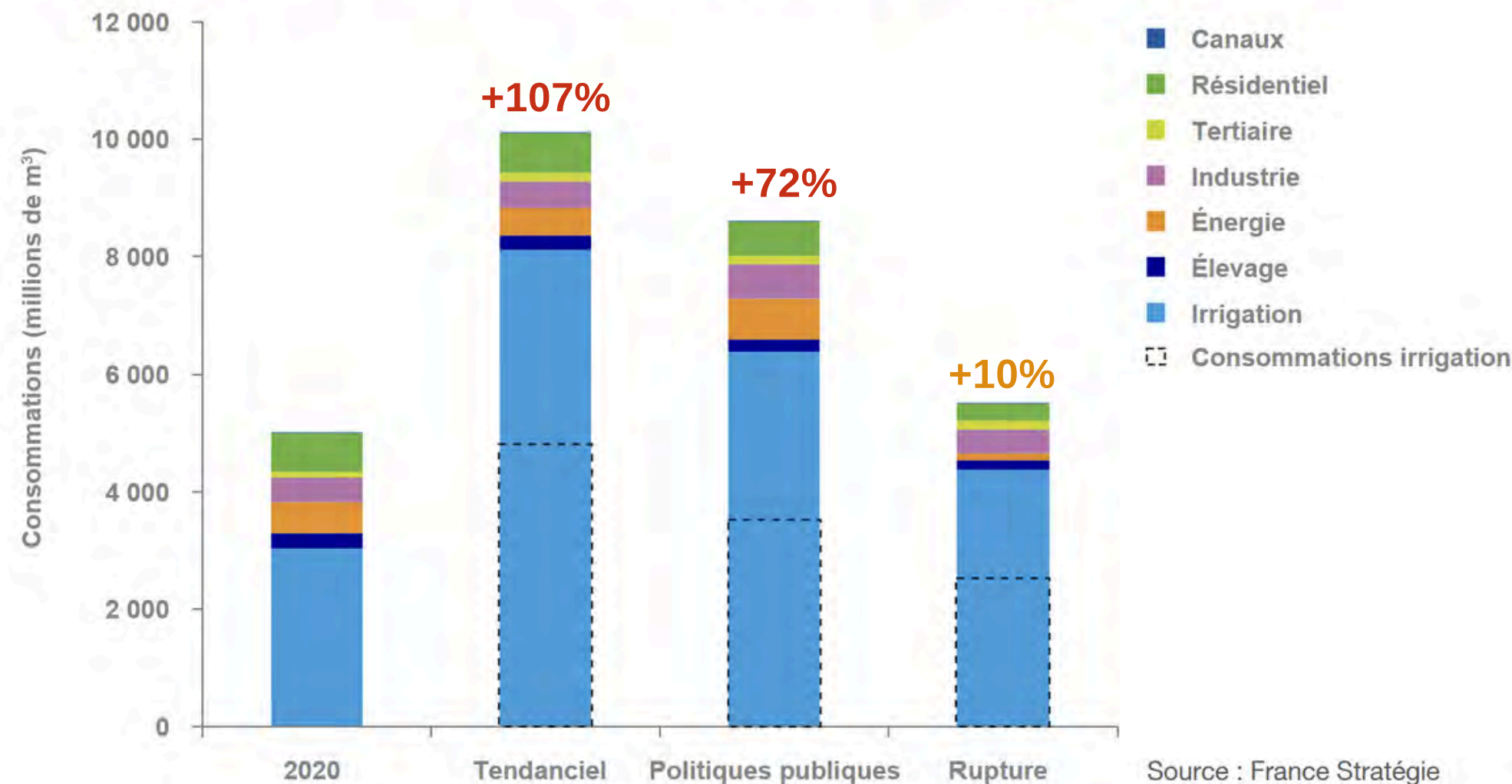


Figure 5 – Consommations totales annuelles en 2020 et en 2050 pour un printemps-été sec dans les trois scénarios d'usage (en millions de m<sup>3</sup>)



Source : France Stratégie

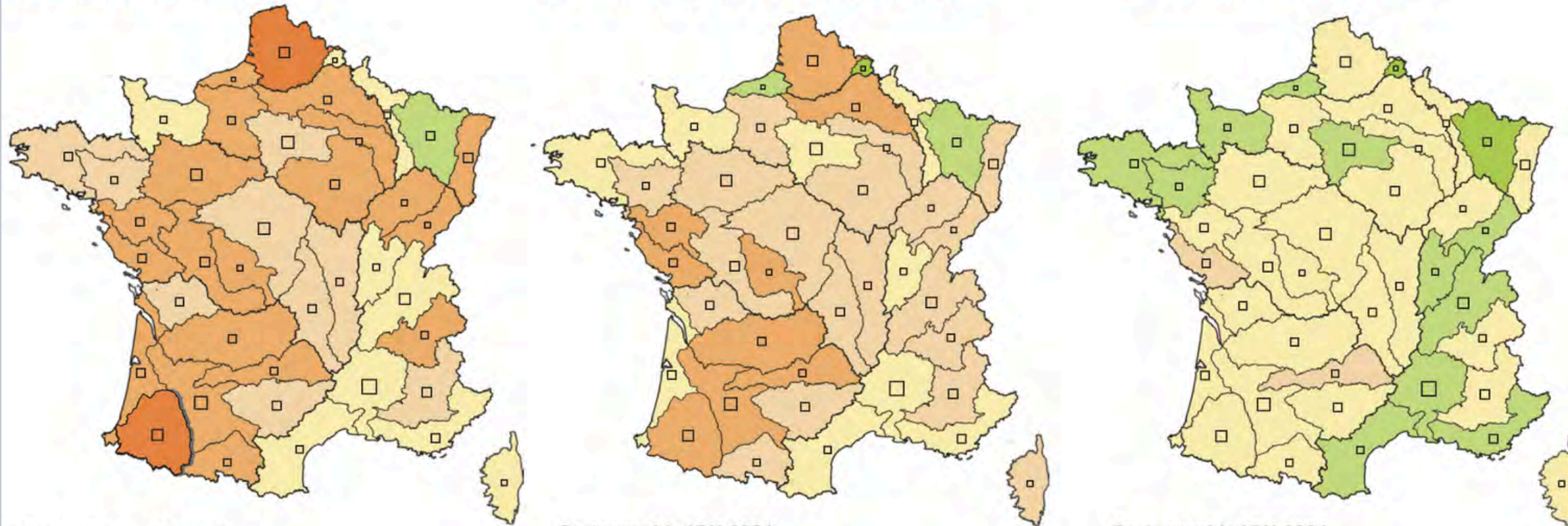
# Une soif insatiable ?

Évolution des consommations annuelles entre 2020 et 2050 dans la configuration climatique la plus défavorable étudiée, en pourcentage

Scénario tendanciel

Scénario politiques publiques

Scénario de rupture



Cartographie IGN 2024

Cartographie IGN 2024

Cartographie IGN 2024

-100 -50 0 50 100 200 300

Consommations en 2020 (en millions de m<sup>3</sup>) 10 □ 600

Note : les frontières en noir correspondent au découpage en quarante bassins versants réalisé dans la présente étude.

Lecture : en 2050, pour une météo printanière-estivale sèche et avec la projection climatique la plus défavorable étudiée, dans le scénario tendanciel, les consommations seraient multipliées par plus de trois dans le bassin versant de l'Adour (frontières en gras sur la carte).

Source : France Stratégie

Les perspectives d'évolution sont hétérogènes et dépendent fortement des choix agricoles et énergétiques

- Sobriété énergétique (-)
- Construction ou non de nouvelles centrales nucléaires (EPR) en circuit fermé (+)
- Baisse de consommation de viande et diversification des production (-)
- Développement ou non de pratiques agroécologiques, sans nouvelles retenue de substitution (-)
- Réindustrialisation et énergie décarbonée (+)

# Une soif insatiable ?

**De nouveaux besoins en eau qui se concentrent dans des régions, pouvant impacter localement et induire des conflits d'usage :**

- la fabrication de puces électroniques (Isère)
- l'extraction de lithium (des batteries au lithium (Allier) et la fabrication de batteries dans les Gigafactories (Nord)
- la neige artificielle dans les Alpes (JO hiver 2030)
- le refroidissement des data centers (en Ile-de-France)

Estimation des besoins futurs en eau pour le refroidissement des data centers

**En 2021**  
250 data centers  
dont 30 nouveaux  
(besoin en eau +20%)

0.48  
Mm3

3 Mm3

**En 2032**  
640 data centers  
(+11% / an)

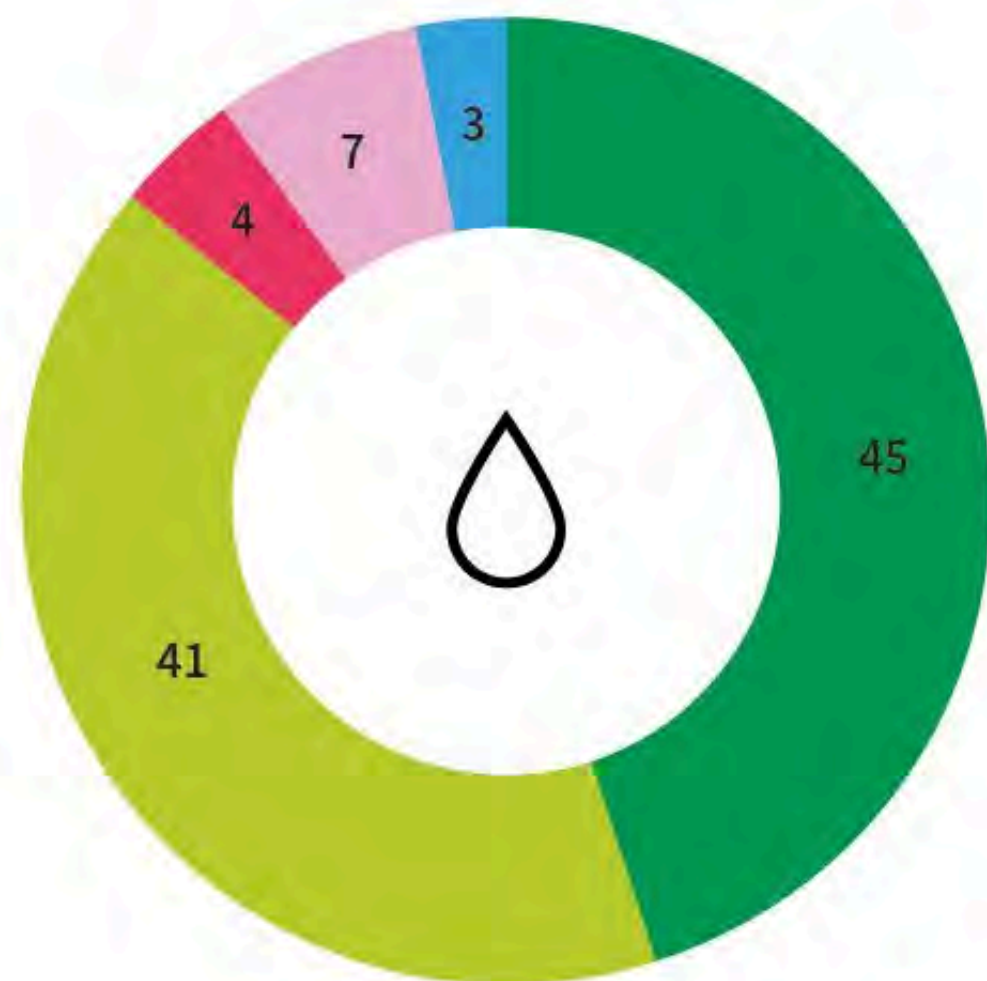


# L'empreinte eau

“ Un indicateur qui quantifie l'appropriation de l'eau par les sociétés humaines. ”

L'EMPREINTE EAU DE CONSOMMATION DE LA FRANCE ET SES COMPOSANTES (EN POURCENTAGE)

- Agricole interne
- Agricole externe
- Industrielle interne
- Industrielle externe
- Eau domestique



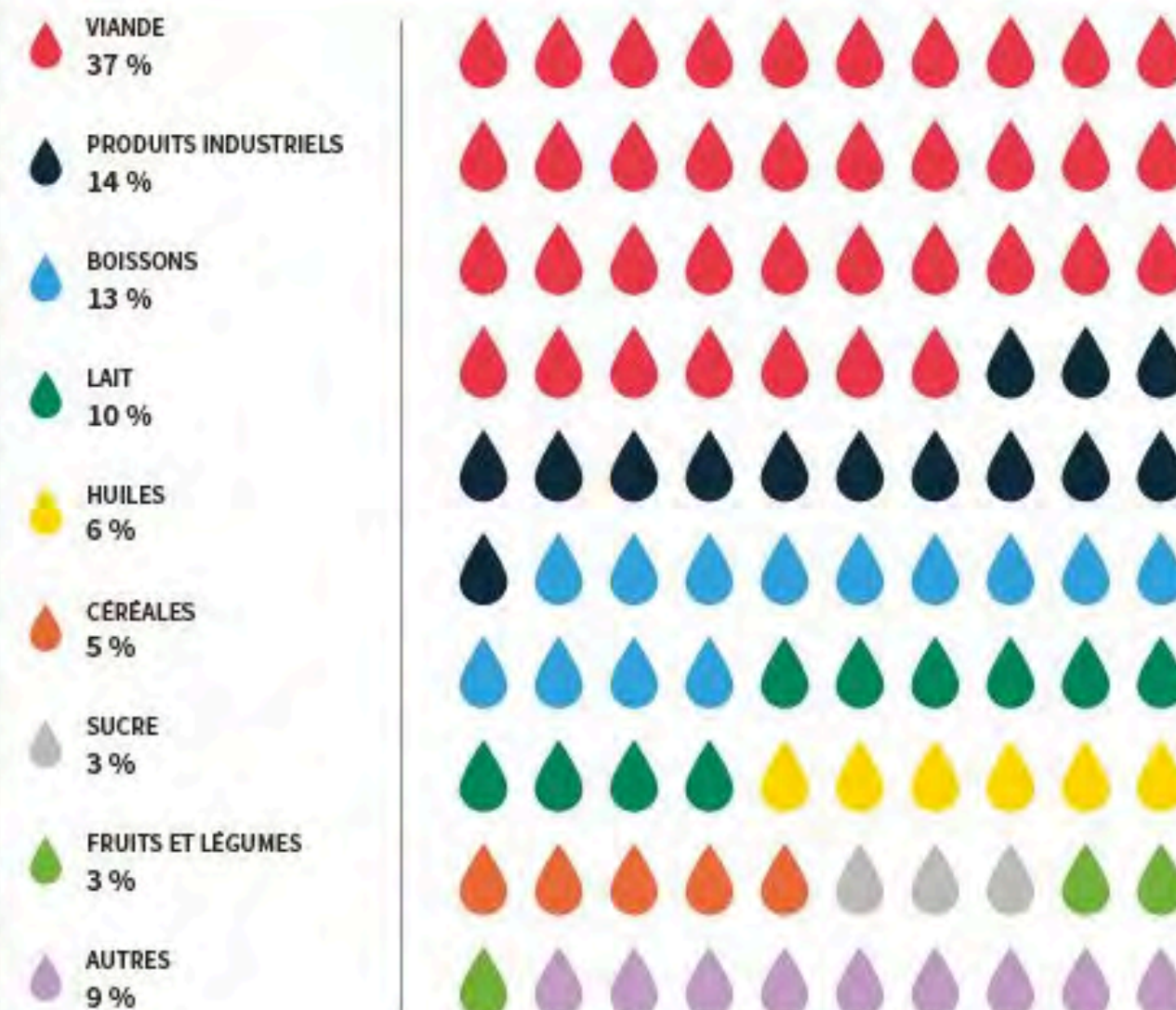
Source : The Water Footprint of France, *op. cit.*



**4 900 L D'EAU,**

**C'EST L'EMPREINTE EAU MOYENNE D'UN FRANÇAIS PAR JOUR.**

COMMENT SE RÉPARTIT NOTRE EMPREINTE EAU EN FRANCE

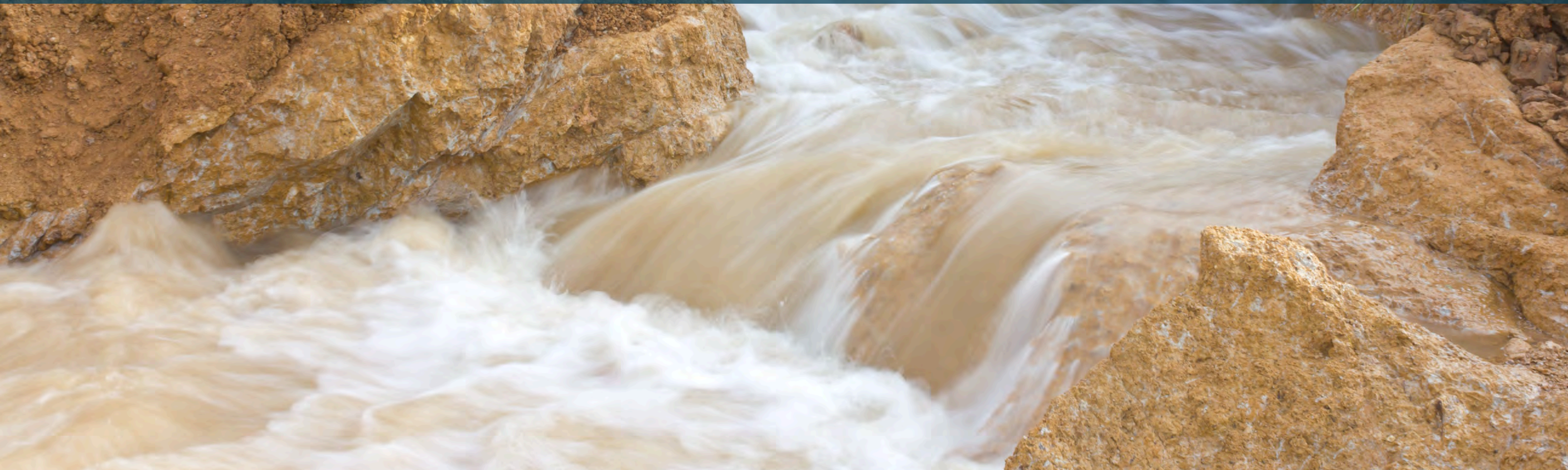


Source : Water Footprint Network.

Changer de regard sur l'eau

---

# 3. Nos impacts sur le cycle de l'eau



# Les impacts des activités humaines

Eau bleue

Eau verte

Eau grise

Changement  
climatique

Stockages artificiels

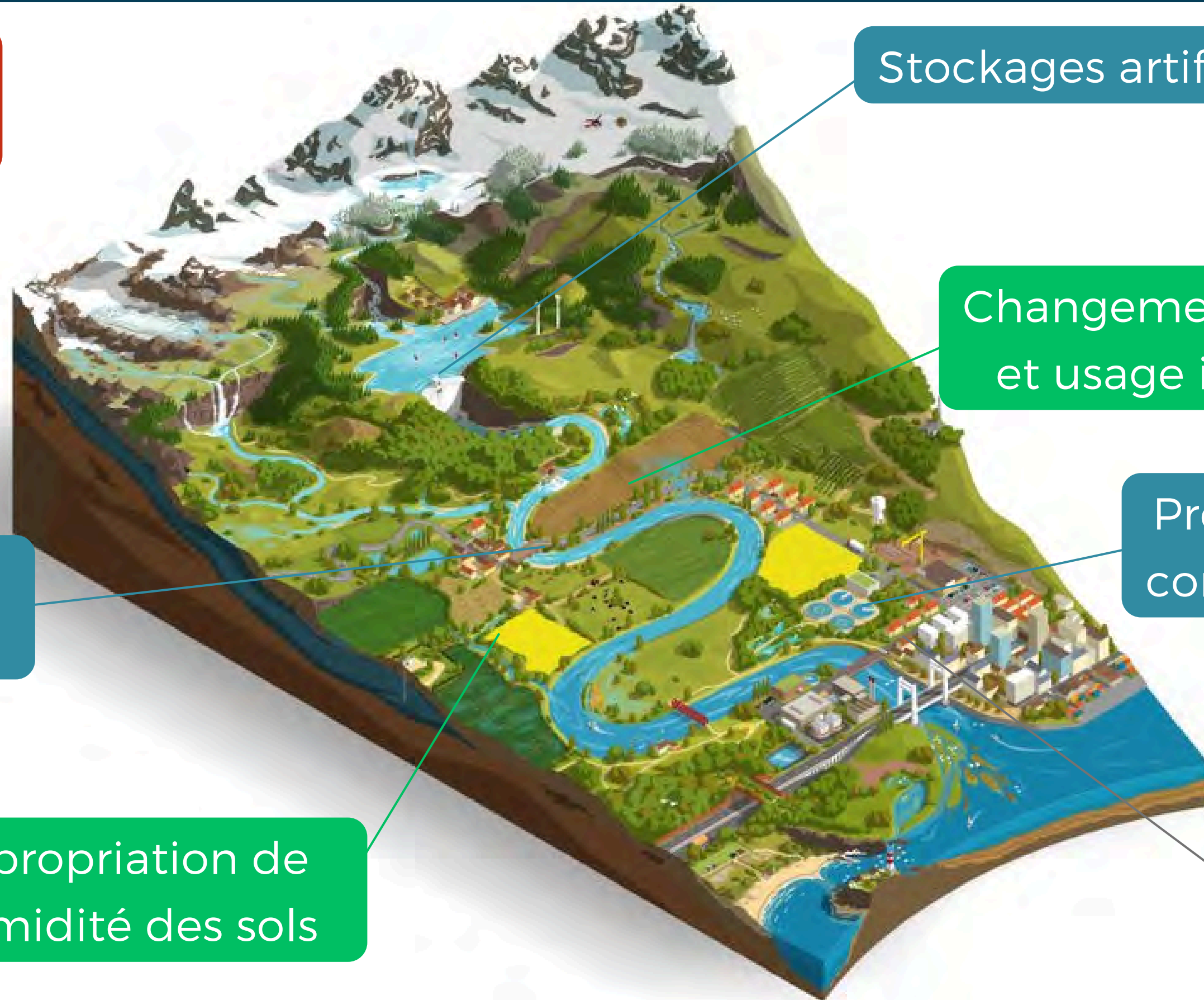
Changement de couverture  
et usage intensif des sols

Aménagements  
hydrauliques

Prélèvements &  
consommations

Appropriation de  
l'humidité des sols

Pollutions  
(directe et diffuse)



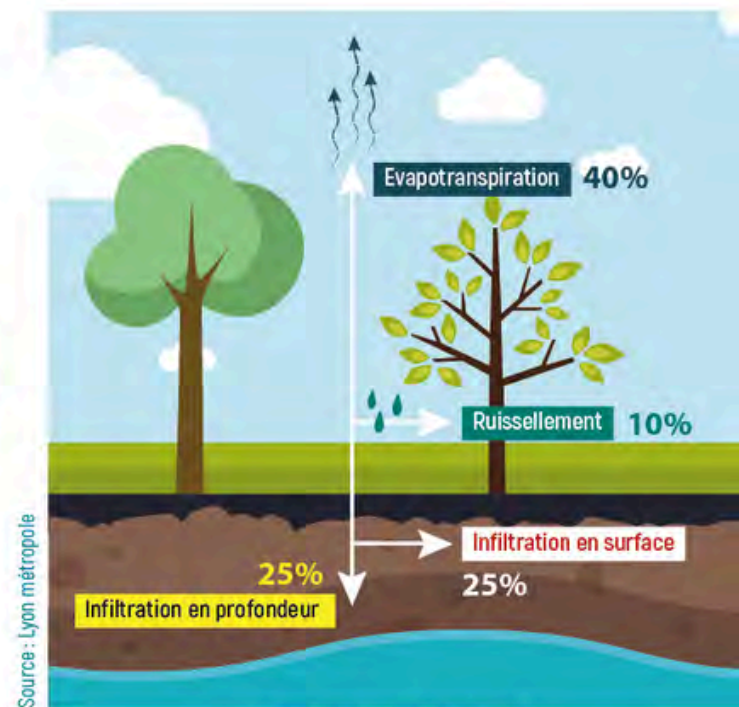
# Perte et dégradation des sols

Eau verte

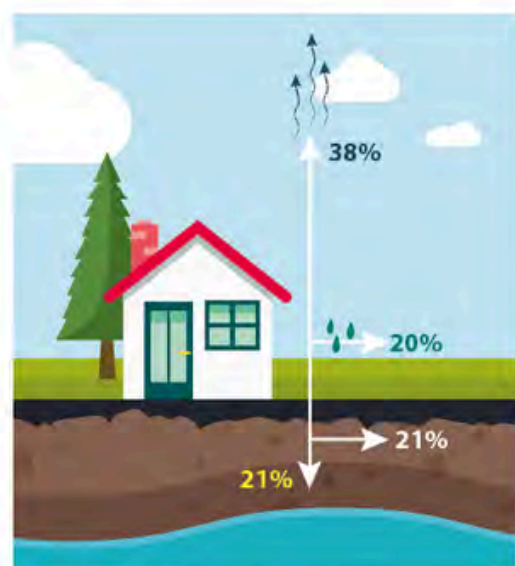


# L'artificialisation des sols en France

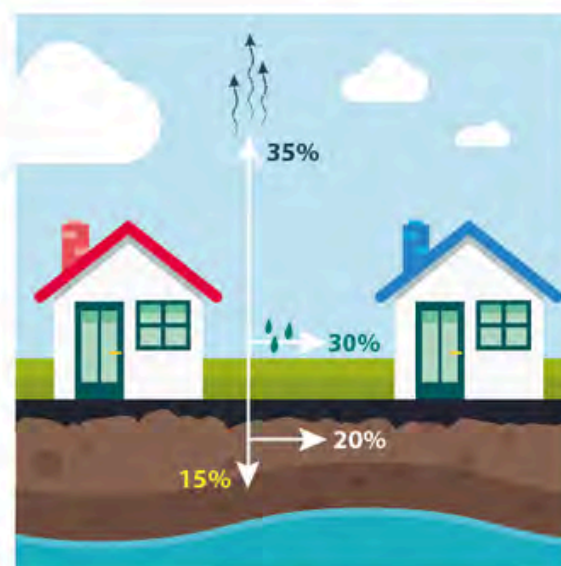
Une surface imperméabilisée est une zone bétonnée (route, parking, ...) où le ruissellement des eaux pluviales est prédominant.



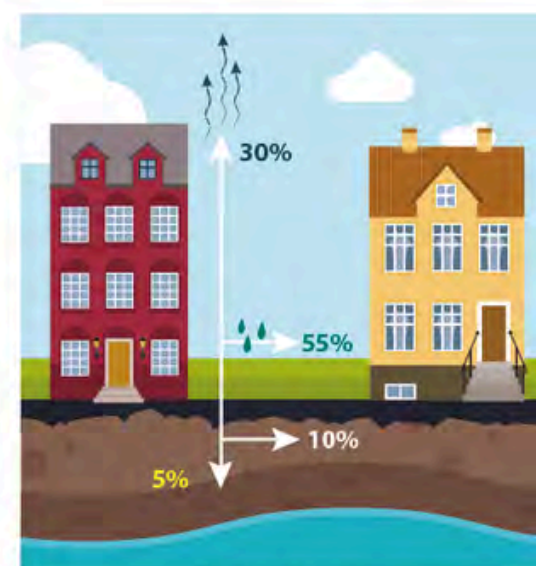
**ZONE NATURELLE**  
Surface imperméabilisée : 0-10%



**HABITAT DIFFUS**  
Surface imperméabilisée : 10-20%



**VILLAGE**  
Surface imperméabilisée : 35-50%



**VILLE**  
Surface imperméabilisée : 75-100%

## Consommation d'espaces naturels et agricoles entre 2009-2022



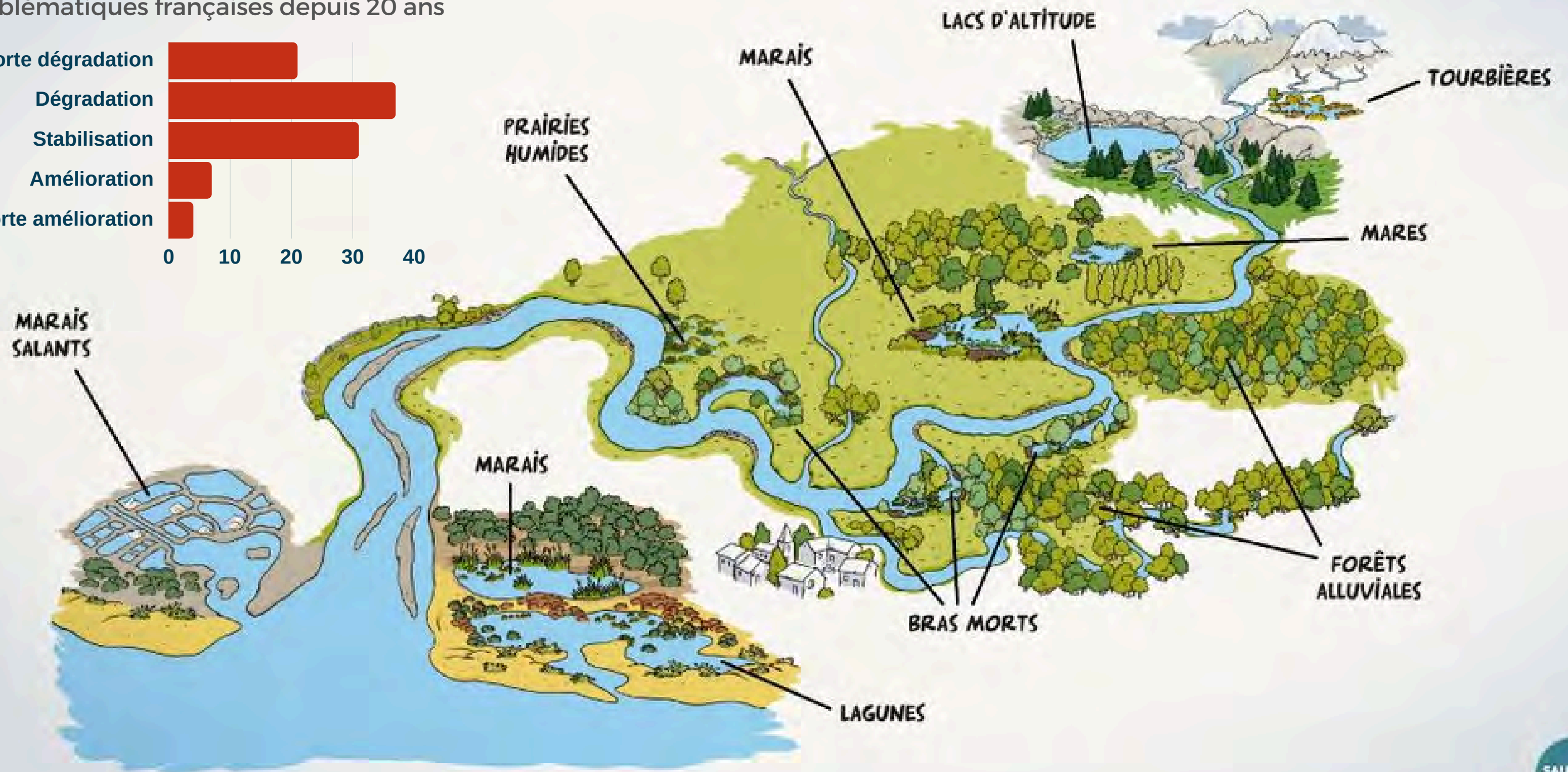
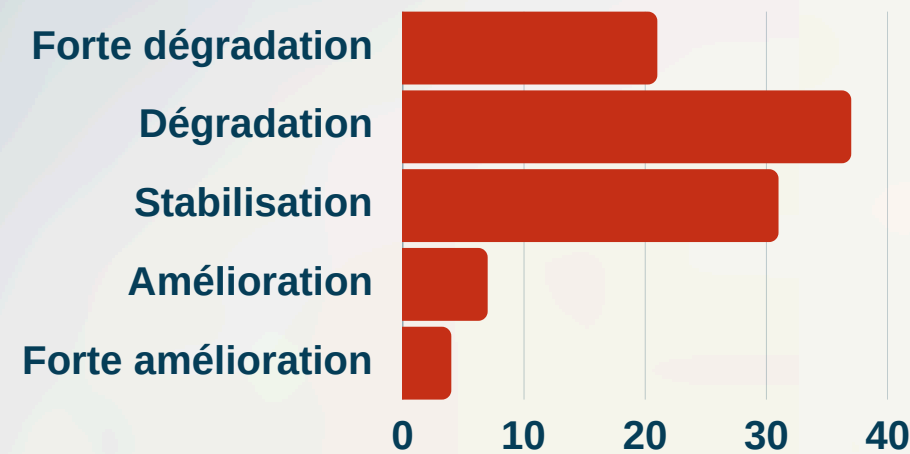
# Altération et simplification des hydrosystèmes

Eau bleue



# Zones humides détruites ou dégradées

Évolution des 132 zones humides emblématiques françaises depuis 20 ans



# Pollution des hydrosystèmes

Eau grise

St. épuration



Organique  
Nutriments  
Micropolluants



Industries



Métaux lourds  
T°C  
PFAS  
COV  
Organochlorés...  
Microorg.



Eaux pluviales



Macrodéchets  
Hydrocarbures  
...  
Microorg.



Agriculture



Nutriments  
Phytosanitaire  
Particules fines...



# En France, les pesticides s'accumulent

## Eaux souterraines

410 Substances non détectées

350 Substances détectées

Métabolite interdit  
9.1%



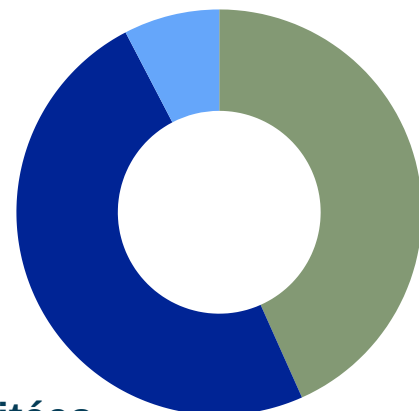
Sub. mère interdite  
37.4%

Sub. mère autorisées  
48.5%

Métabolite autorisé  
5.1%

Substances détectées traitées  
12

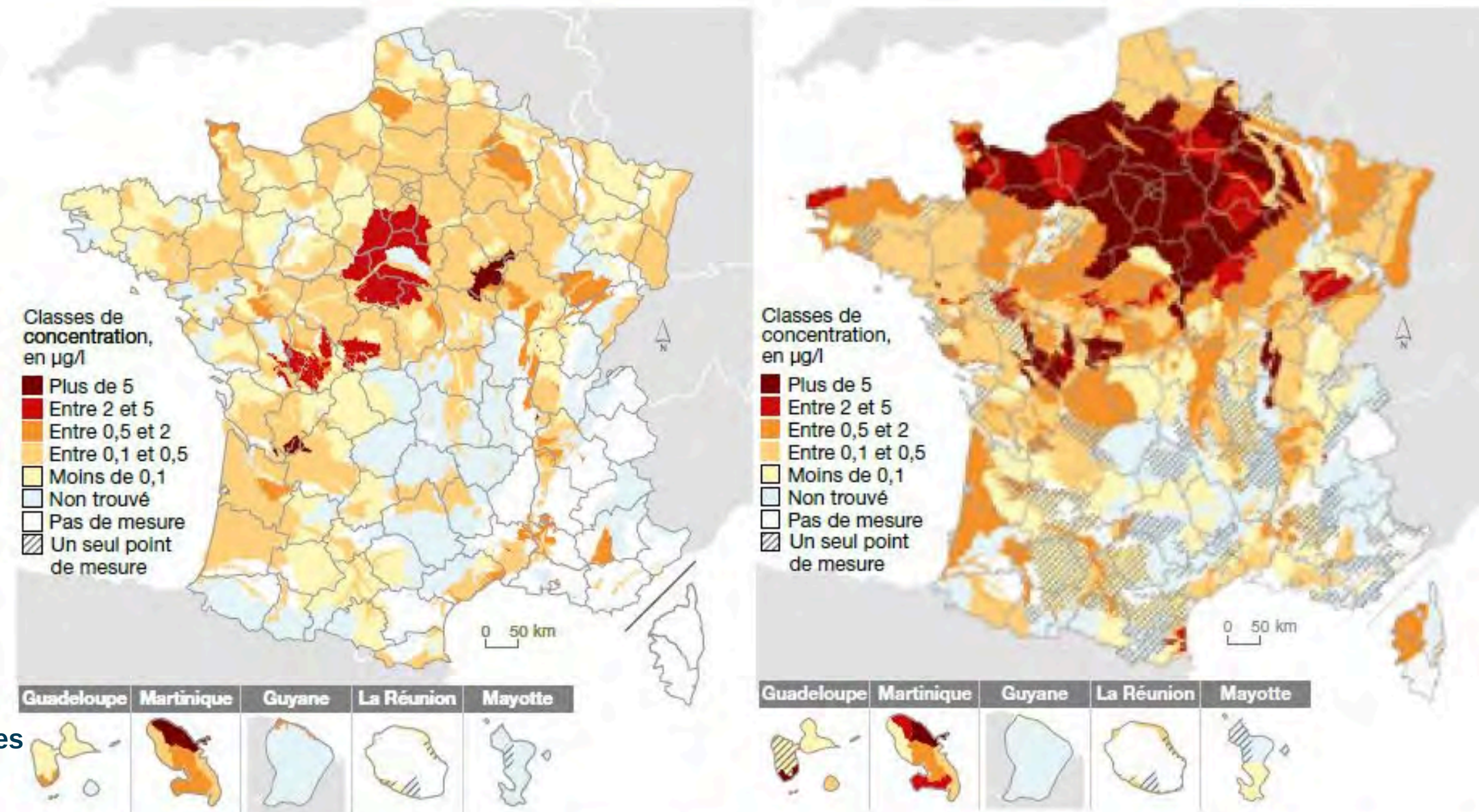
Eau potable



Substances non détectées  
68

Substances détectées non traitées  
77

CONCENTRATION MOYENNE EN PESTICIDES DANS LES EAUX SOUTERRAINES, EN 2010 (CARTE DE GAUCHE) ET EN 2018 (CARTE DE DROITE)

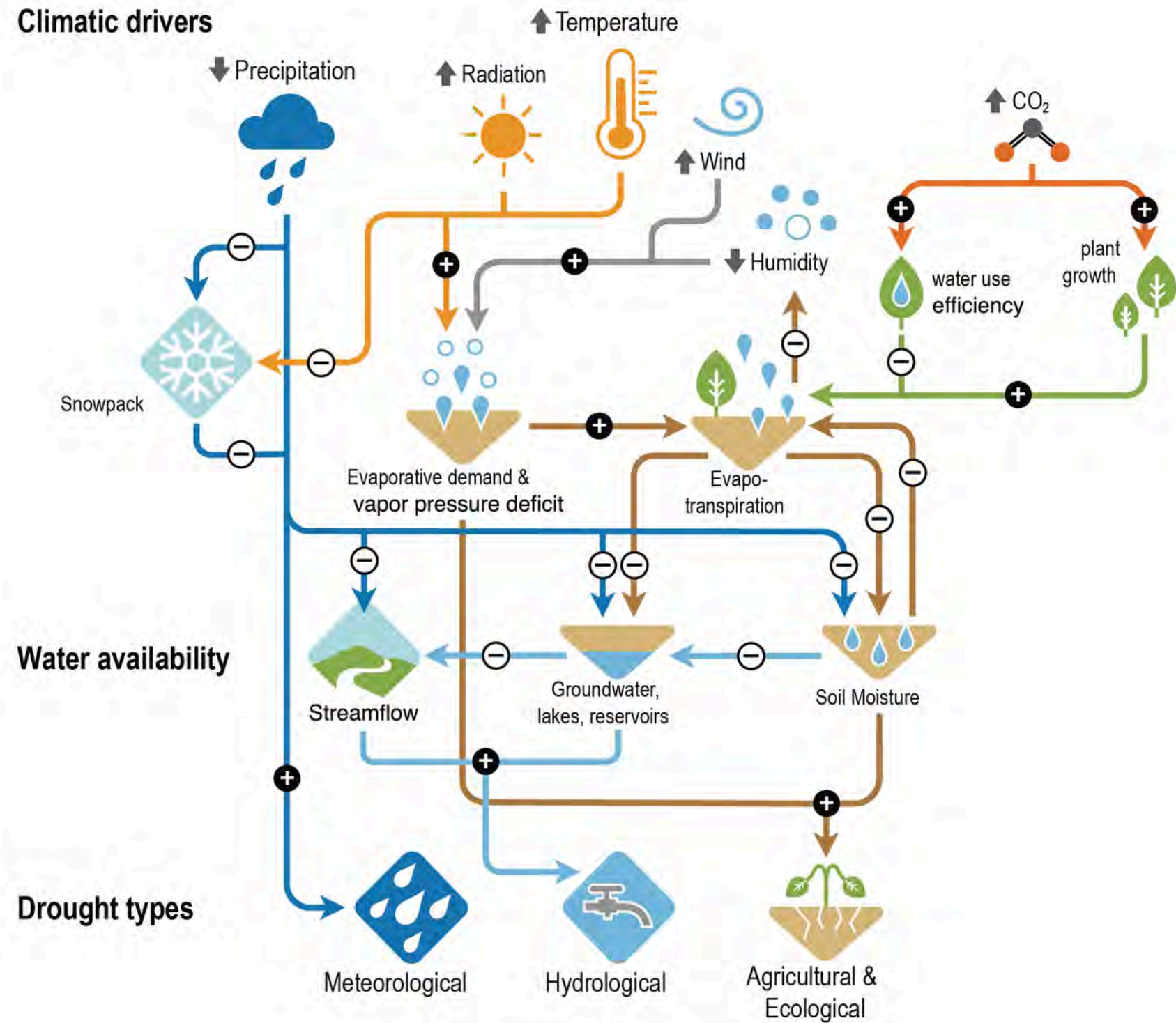


Note : sont présentées ici uniquement les masses d'eau les plus proches du niveau du sol et les plus exposées.  
Champ : France entière.

Source : Eaufrance, ADES (données sur la qualité des eaux souterraines). Traitements : SDES, 2020

# Le changement climatique dans le monde

## Climatic drivers



## Water availability

## Drought types

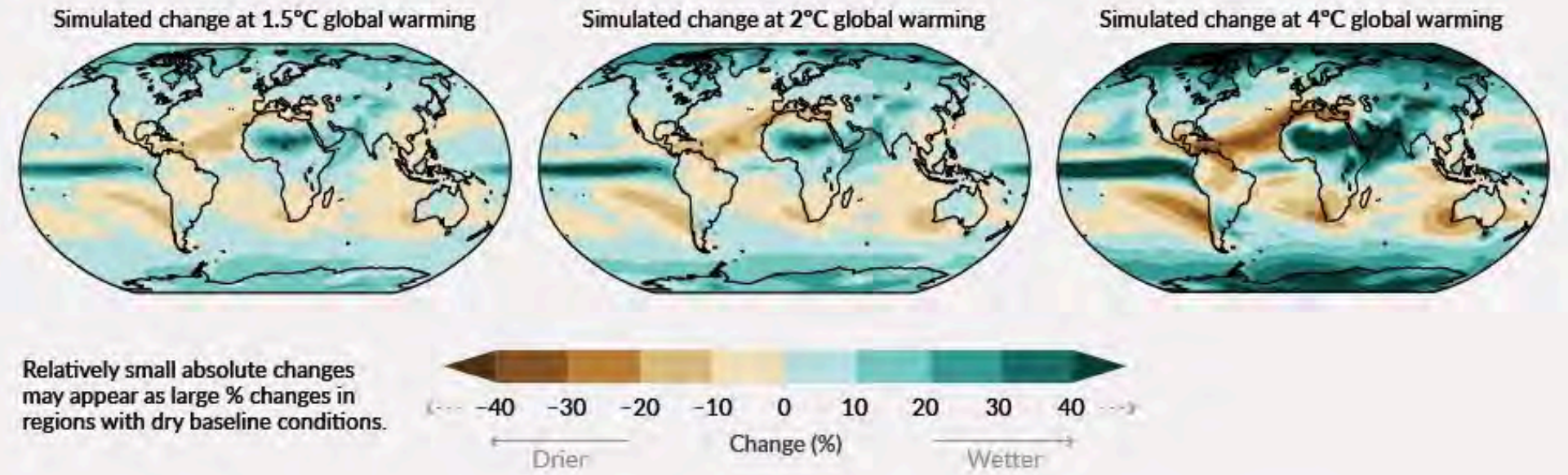
## Impacts

**Environmental**  
(environmental drought, tree mortality, fire, habitat loss, erosion, water quality)

**Socioeconomic**  
(crop failure, livestock mortality, low water supply, less hydropower)

## (c) Annual mean precipitation change (%) relative to 1850–1900

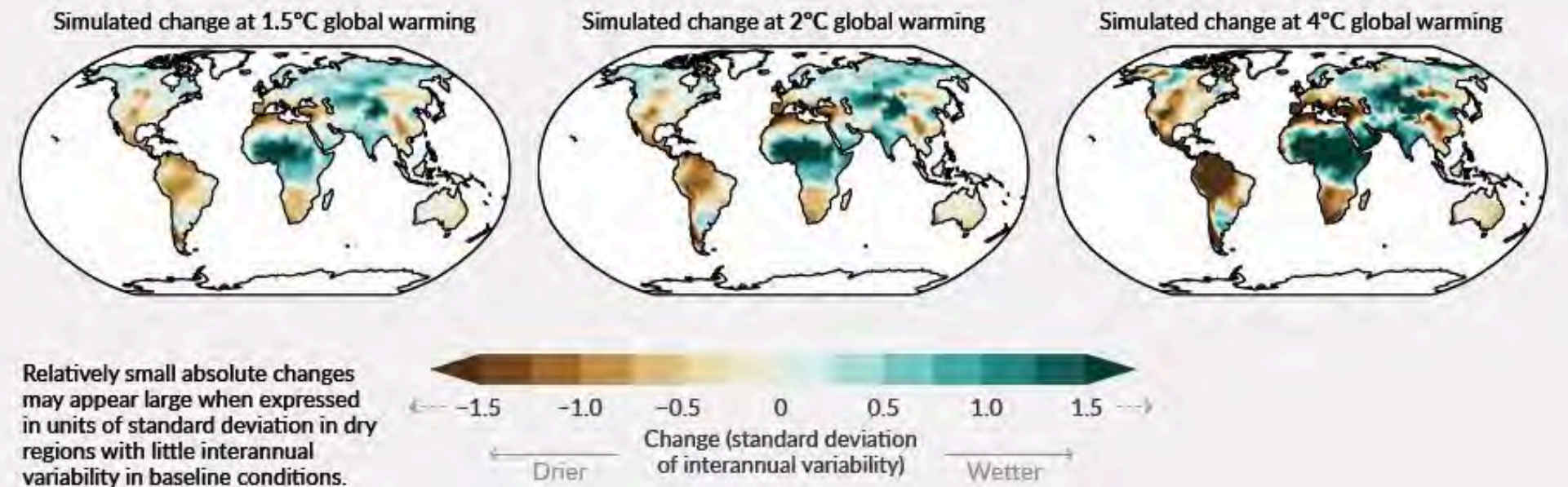
Precipitation is projected to increase over high latitudes, the equatorial Pacific and parts of the monsoon regions, but decrease over parts of the subtropics and in limited areas of the tropics.



Relatively small absolute changes may appear as large % changes in regions with dry baseline conditions.

## (d) Annual mean total column soil moisture change (standard deviation)

Across warming levels, changes in soil moisture largely follow changes in precipitation but also show some differences due to the influence of evapotranspiration.

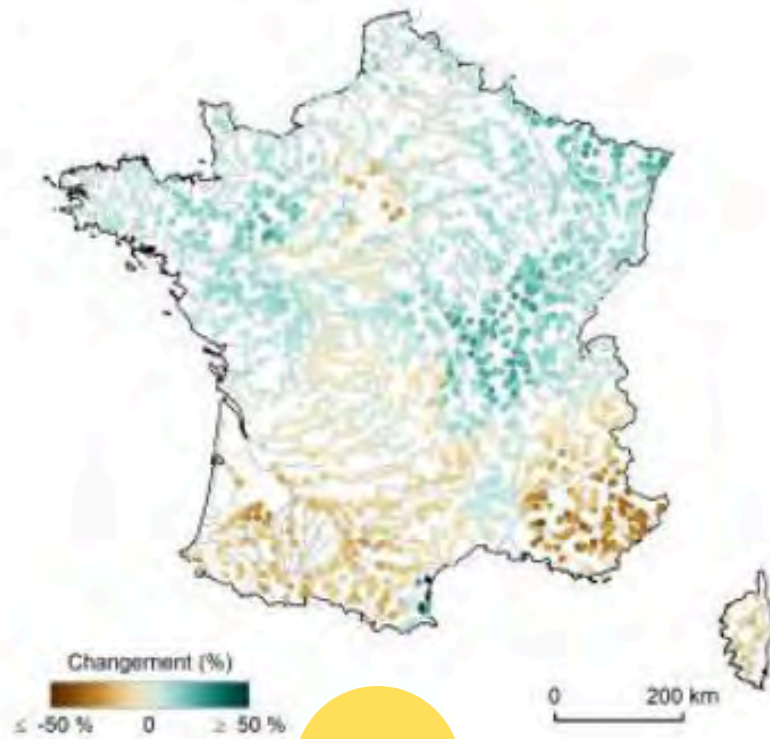
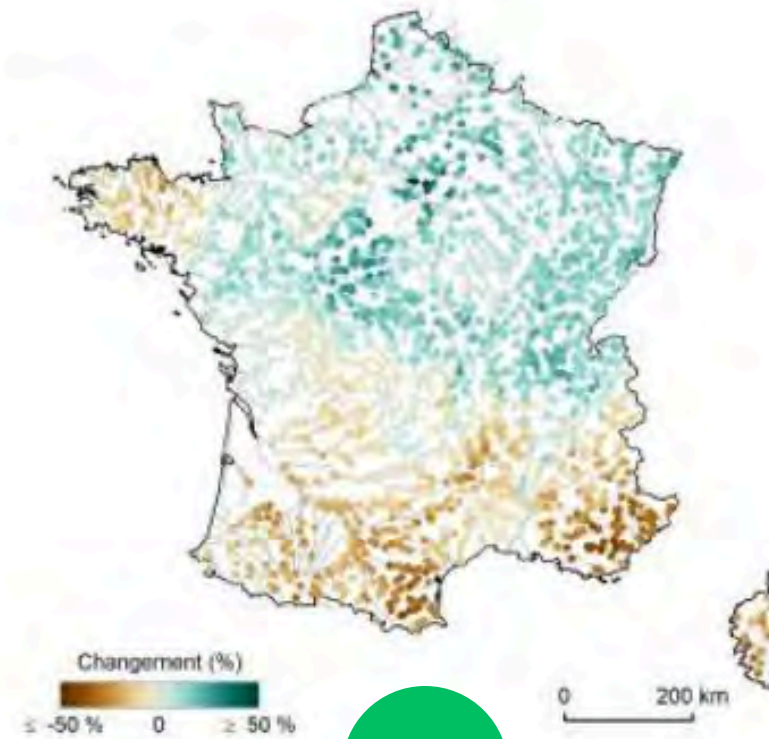
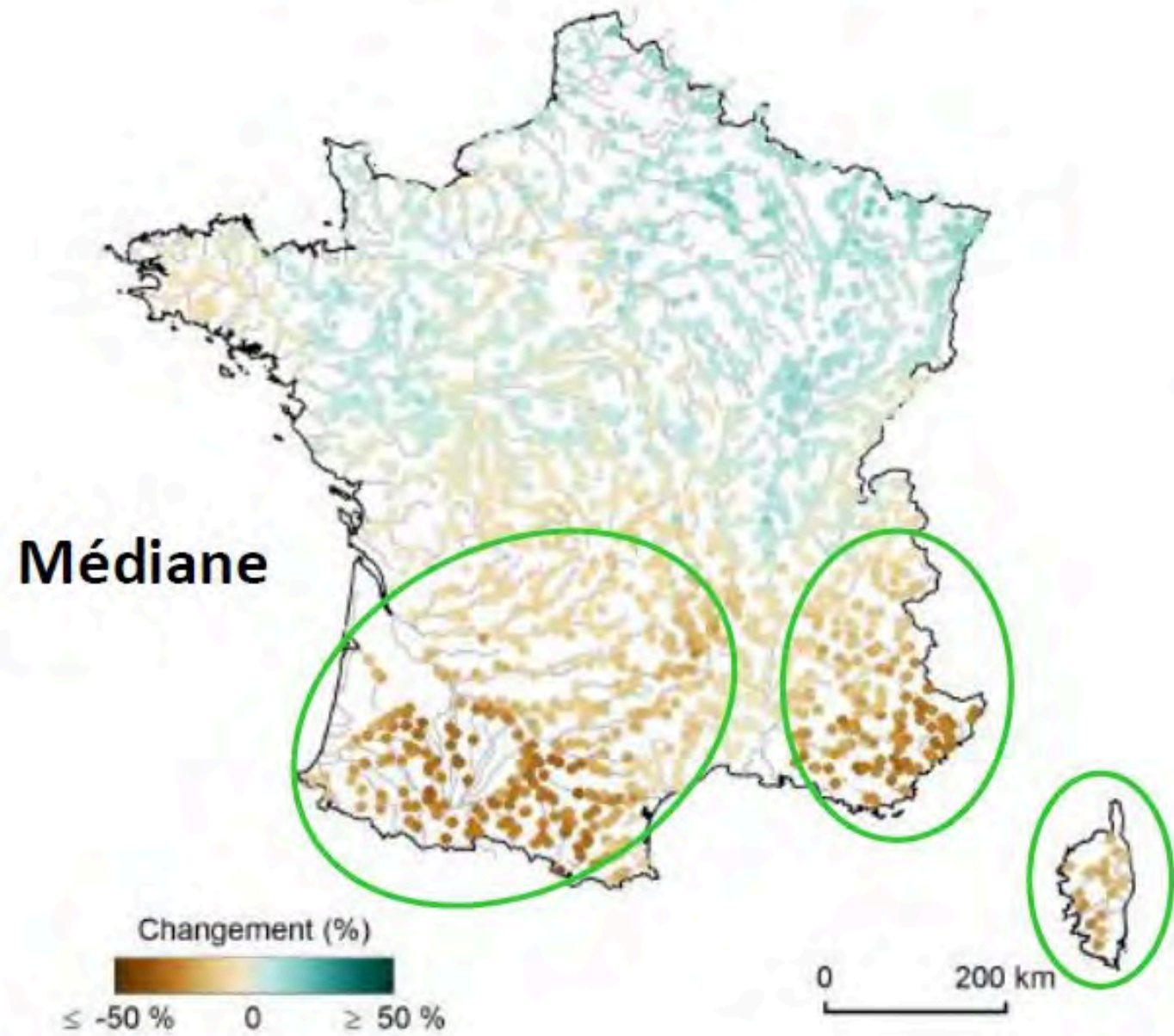


Relatively small absolute changes may appear large when expressed in units of standard deviation in dry regions with little interannual variability in baseline conditions.

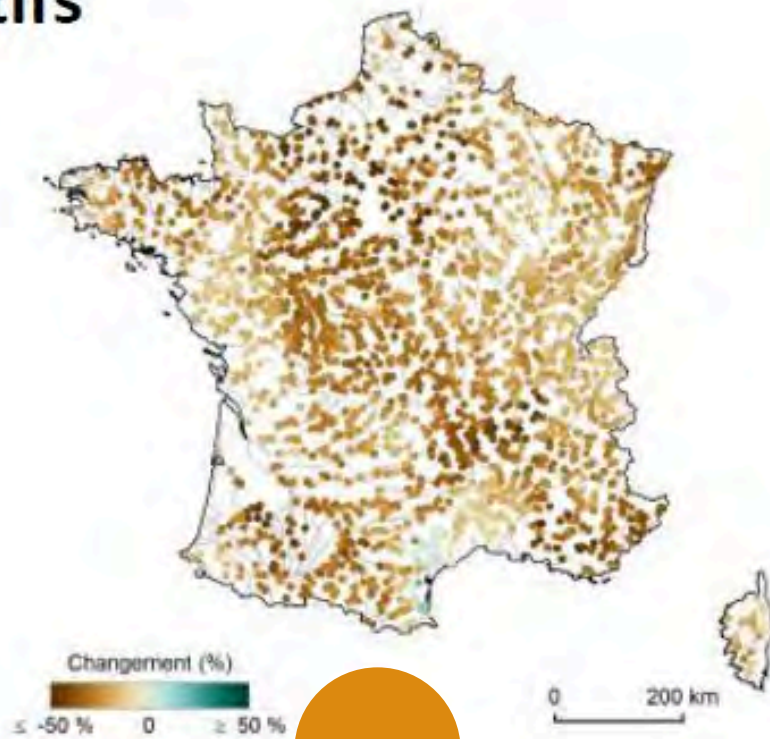
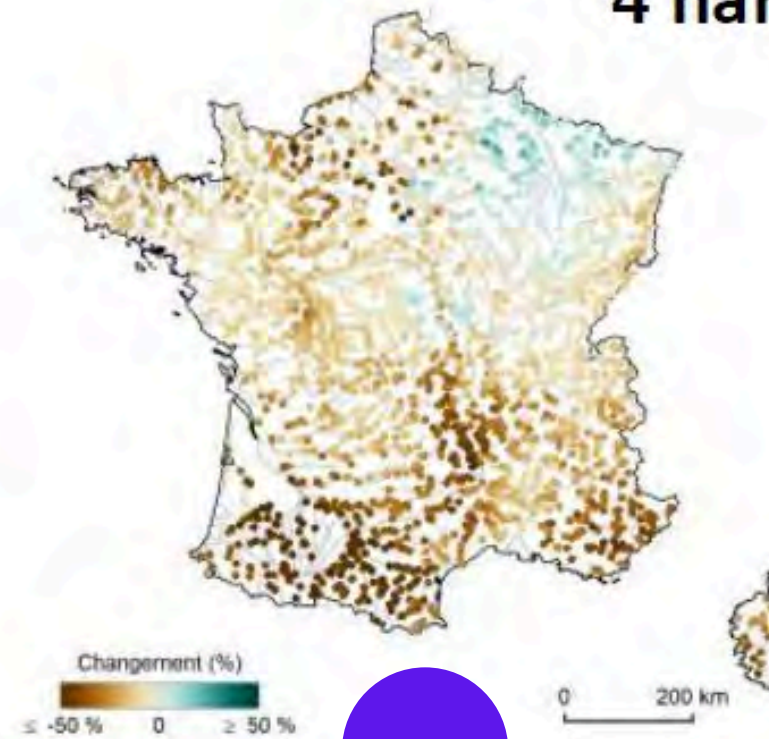
Figure SPM.5 | Changes in annual mean surface temperature, precipitation, and soil moisture

# Projections hydrologiques en France

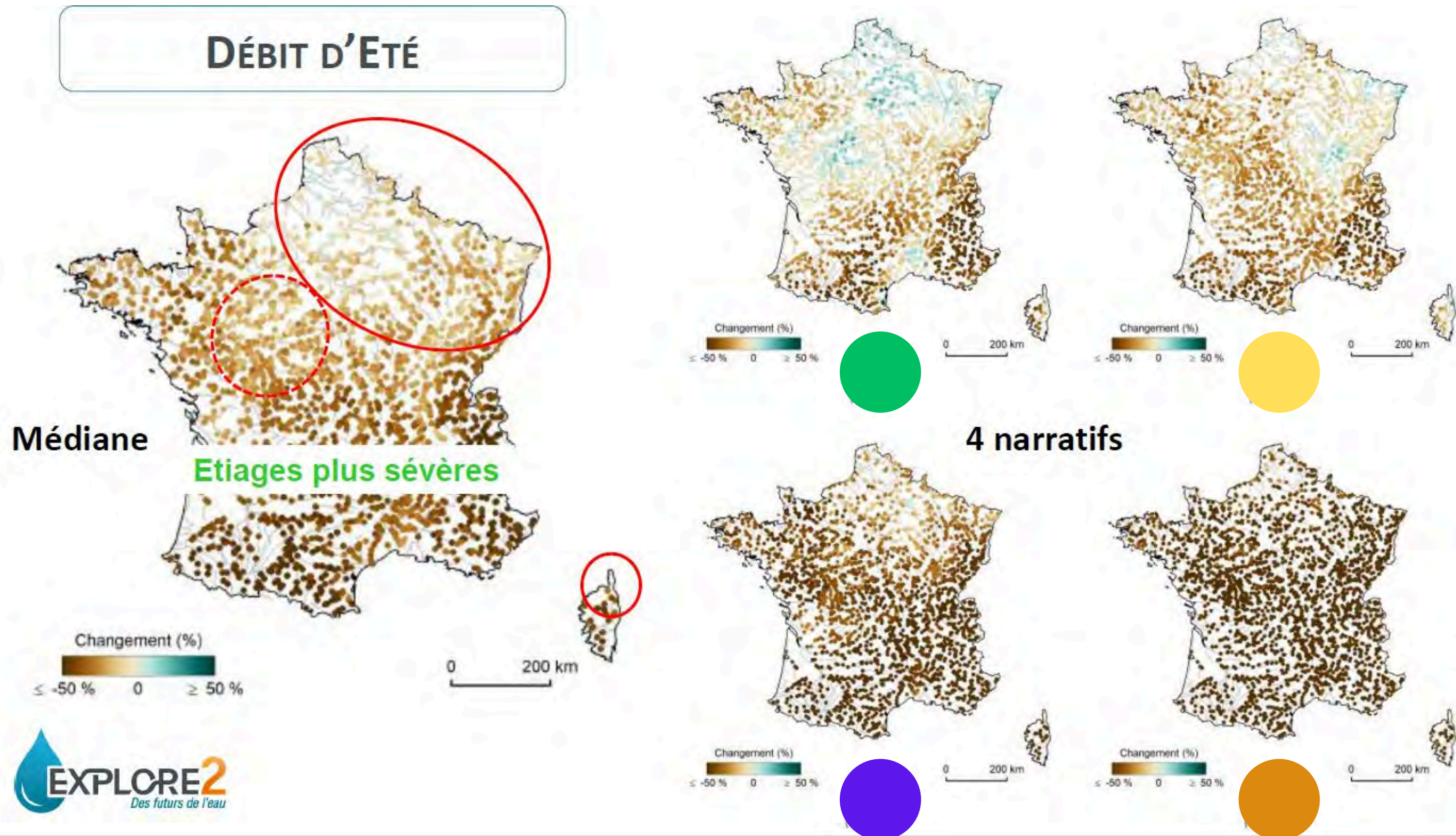
## DÉBIT ANNUEL



## 4 narratifs

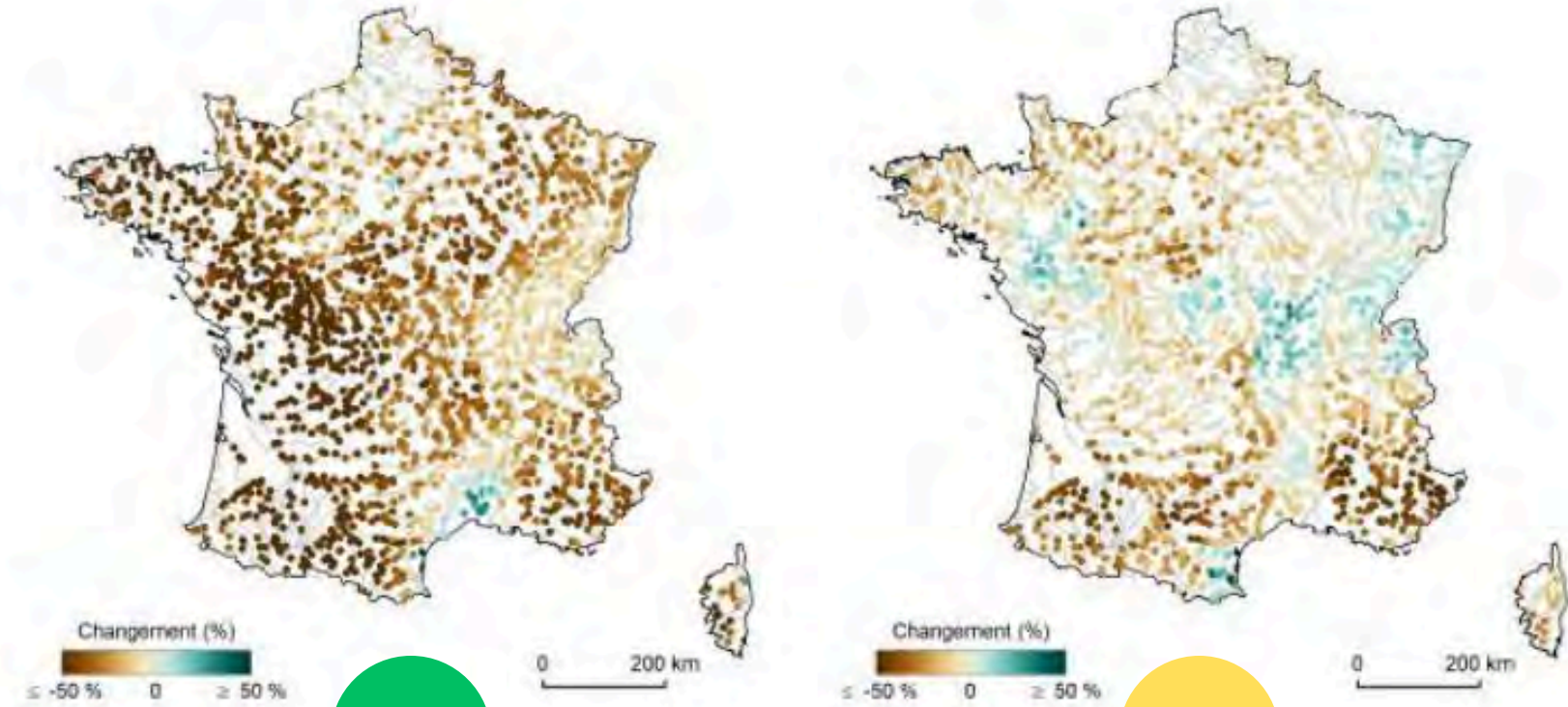
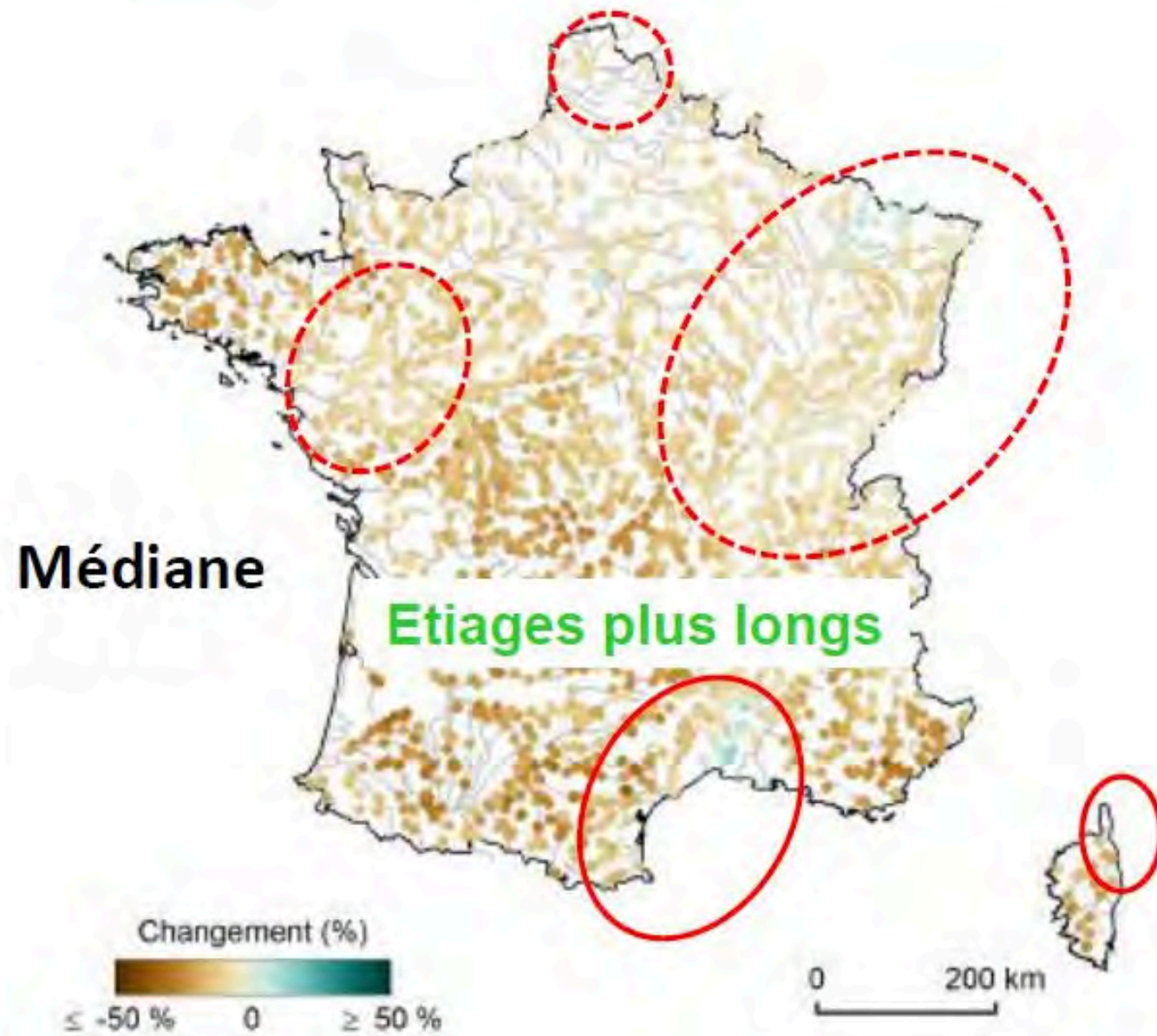


# Projections hydrologiques en France

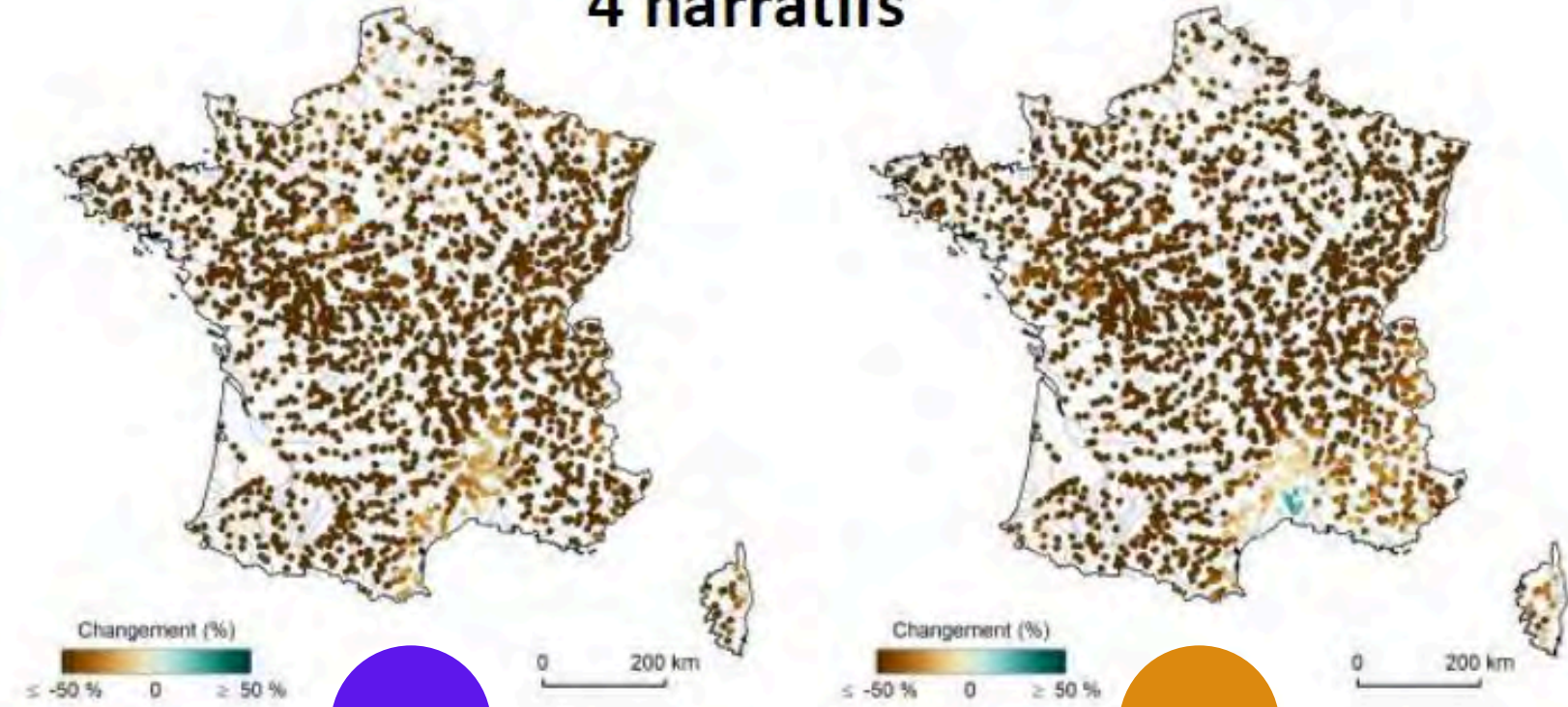


# Projections hydrologiques en France

## DÉBIT D'AUTOMNE



## 4 narratifs



# Projections hydrologiques en France

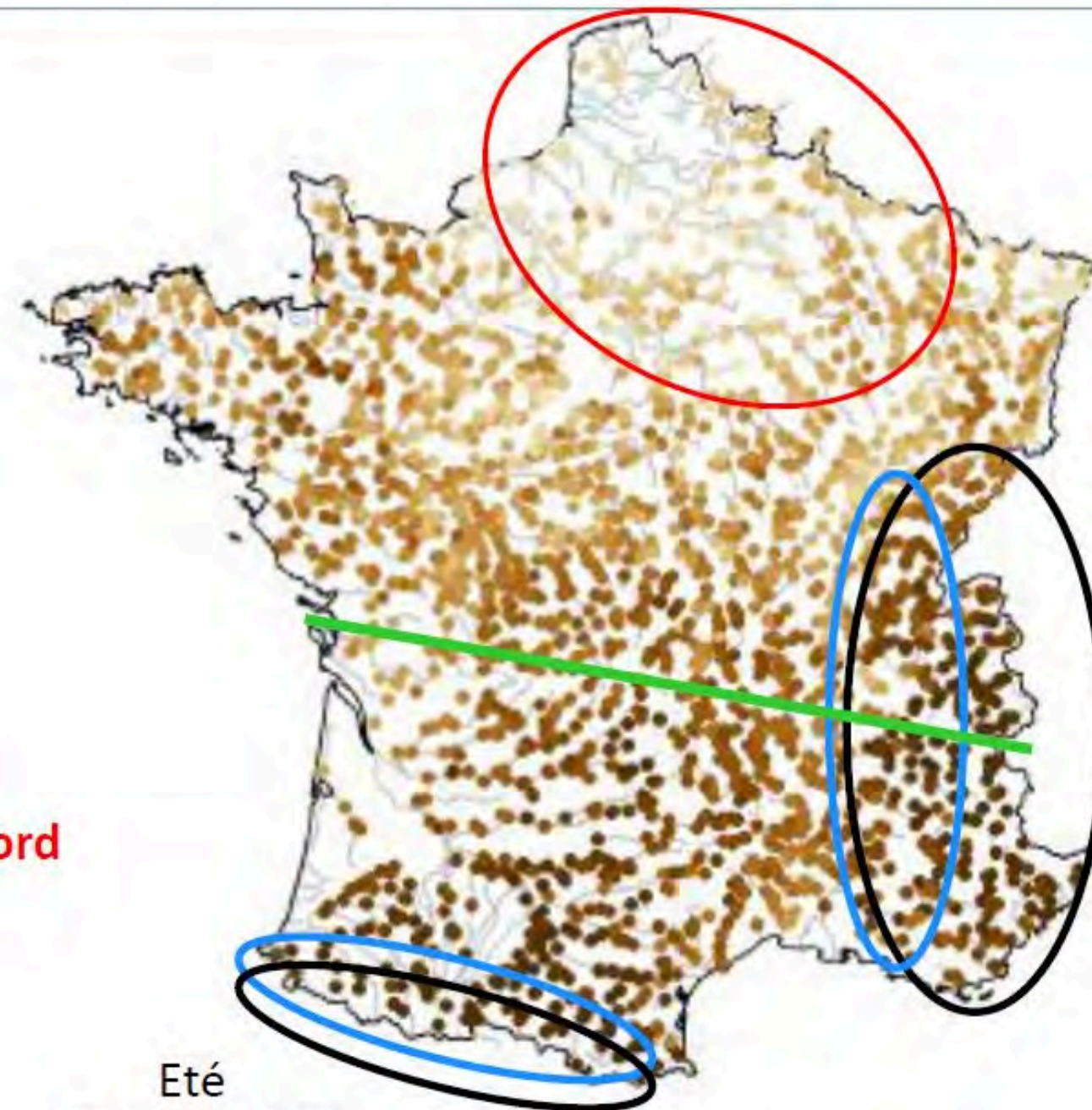
## RÉSUMÉ : LES CHANGEMENTS ROBUSTES

### Débits d'été et d'automne :

- Baisse sur une grande part du territoire
- **Evolution incertaine dans le nord-est**

### Débits annuels :

- Baisse sur la moitié sud
- **Evolution incertaine au nord**

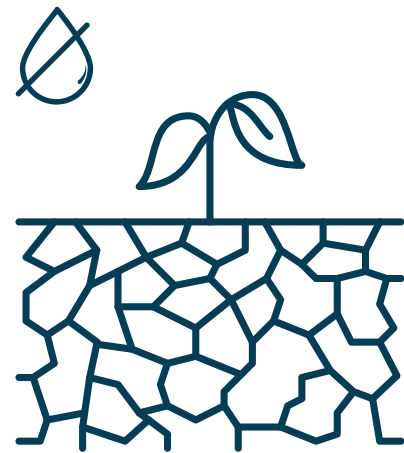


**ATTENTION : incertain signifie que la médiane n'est pas plus certaine qu'une projection quelconque**

### Alpes, Jura, Pyrénées :

- Augmentation des débits d'hiver
- **Disparition de l'onde de fonte nivale**
- **Baisse des débits annuels au sud**

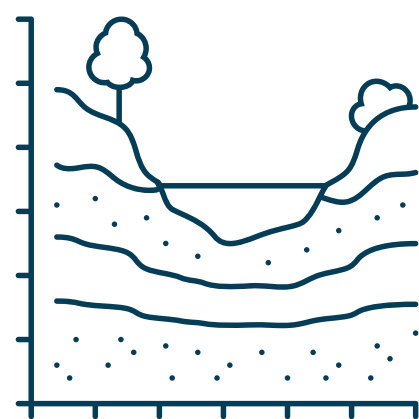
# En France, plus d'extrêmes chauds et secs



- **Sécheresses météo** plus récurrentes en été surtout dans le sud
- **Sécheresses des sols** généralisées et plus intenses (2 à 6 fois plus fréquentes l'été)



- **Sécheresses hydrologiques** plus sévères (débits -40%) et plus longues
- **Des assecs** plus récurrents, des rivières intermittentes notamment en tête de bassin
- **Thermie** des cours d'eau en augmentation



- **Recharge des nappes** en augmentation sur une partie Nord (+10 à +30%) et en baisse sur Pyrénées et Sud-Est (-10 à -30%)
- **Recharge décalée** du printemps à l'hiver en zone de montagne
- **Intrusion d'eau salée** dans les aquifères littoraux (contamination irréversible)

# ... et des conséquences socio-économiques



Baisse du fourrage, des rendements, du cheptel



Rupture AEP, refus de permis de construire



Baisse voire arrêt de production électrique en été

Risque RGA  
Coût assurances



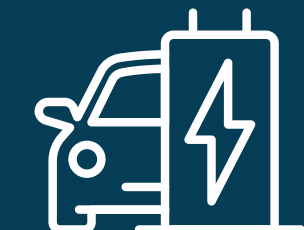
Assèchement ZH  
Mortalité piscicole



Baisse de production industrielle (restrictions)



Trafic fluvial ralenti



?

