

➤ Impacts du changement climatique sur la ressource en eau

Thierry CAQUET

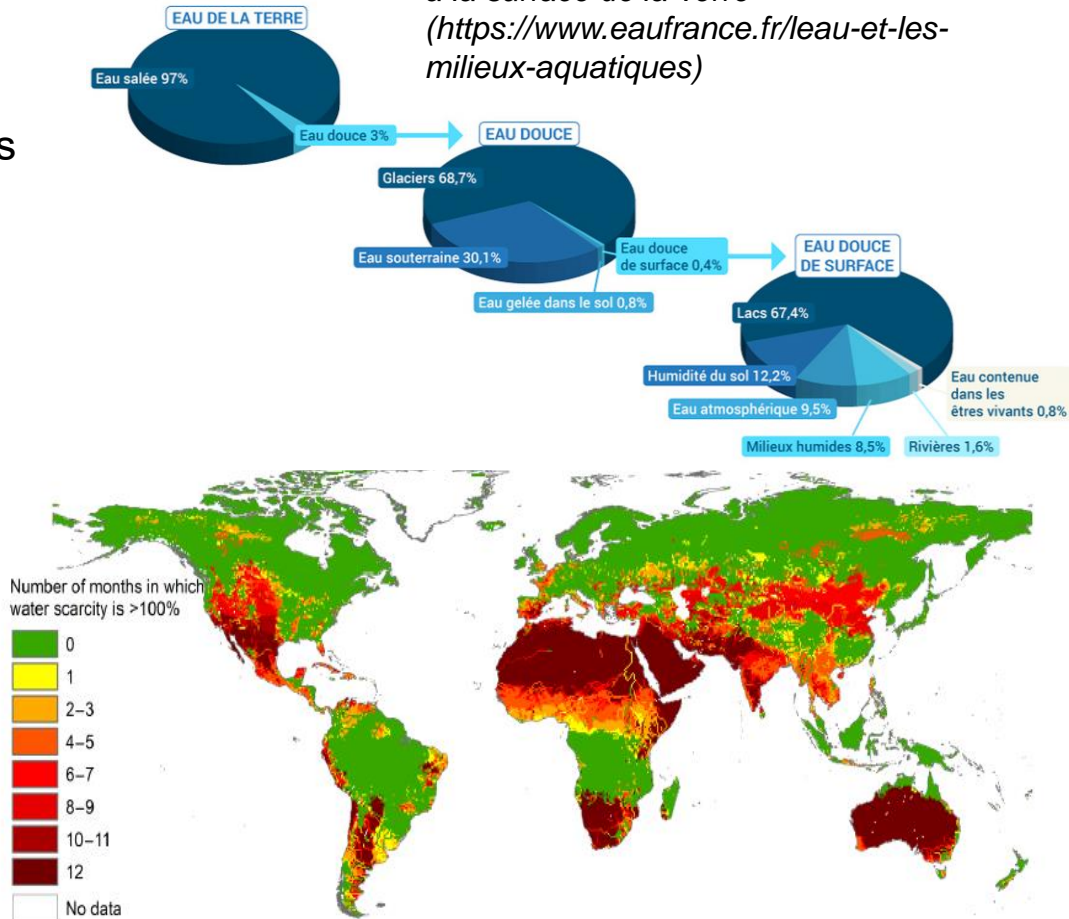
Directeur scientifique Environnement, INRAE

Comité Régional de l'Eau Bourgogne-Franche-Comté
Dijon, 7 décembre 2022

➤ Eau douce : essentielle et rare...

- Forte variabilité spatiale & temporelle de la disponibilité et de la demande
- ≈1,9 milliard d'humains vivent dans des zones en tension sévère/eau (Burek et al., 2016)
- 1/3 des plus grandes nappes souterraines menacées (WWAP-UN Water, 2018)
- 2050 : 3,6–4,6 milliards d'humains exposés à un manque d'eau (Burek et al., 2016)

Abondance relative de l'eau douce à la surface de la Terre
(<https://www.eaufrance.fr/leau-et-les-milieus-aquatiques>)

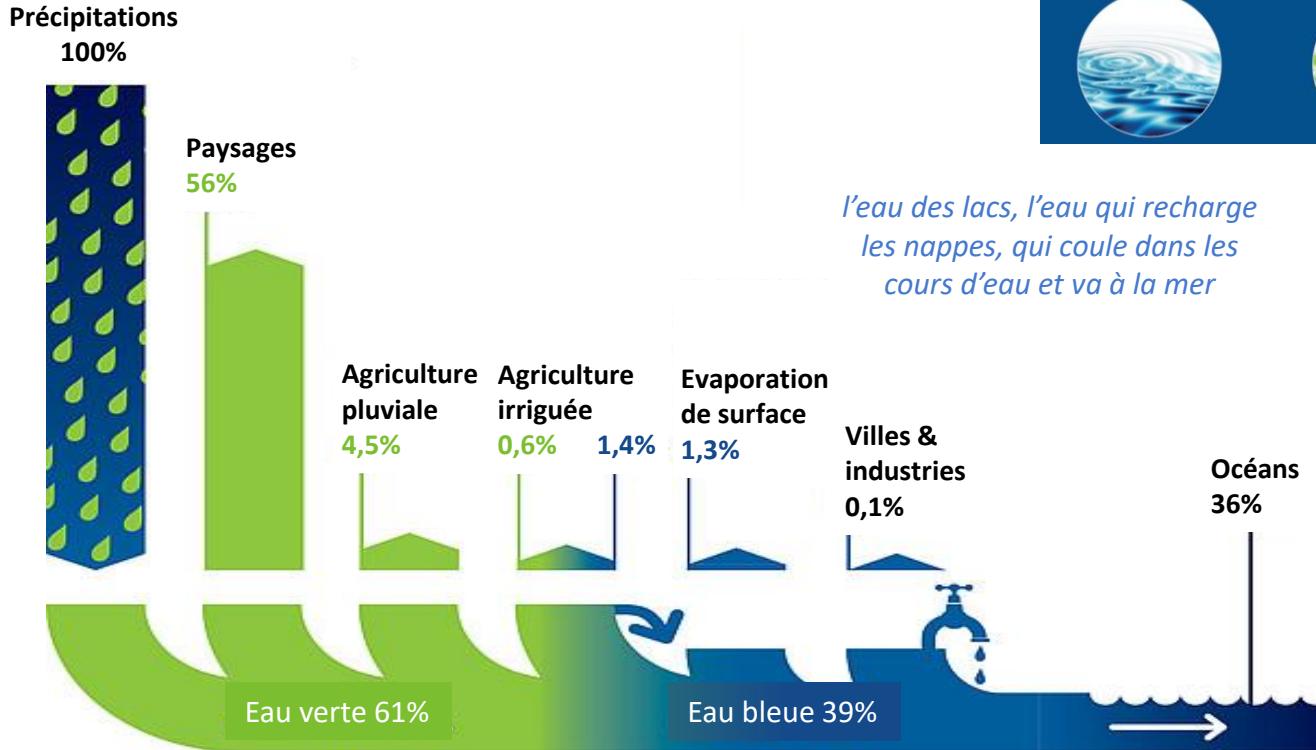


Nombre de mois/an où la pénurie en eau > 100% - Période 1996-2005
(Mekonnen et Hoekstra, 2016)

INRAE

Comité Régional de l'Eau Bourgogne-Franche-Comté
Dijon, 7 décembre 2022

➤ Eau bleue et eau verte



Eau Bleue Eau Verte

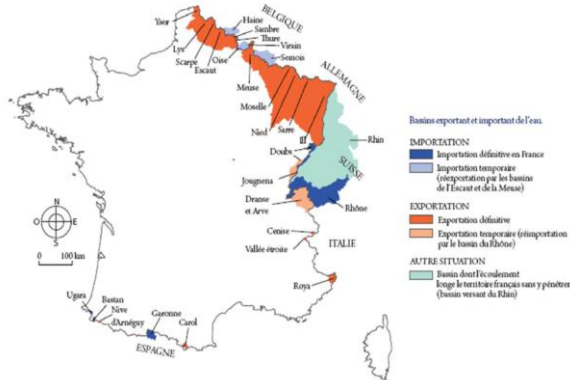


l'eau des lacs, l'eau qui recharge les nappes, qui coule dans les cours d'eau et va à la mer

l'eau du sol, qui alimente les plantes et retourne vers l'atmosphère

➤ La ressource actuellement en France métropolitaine

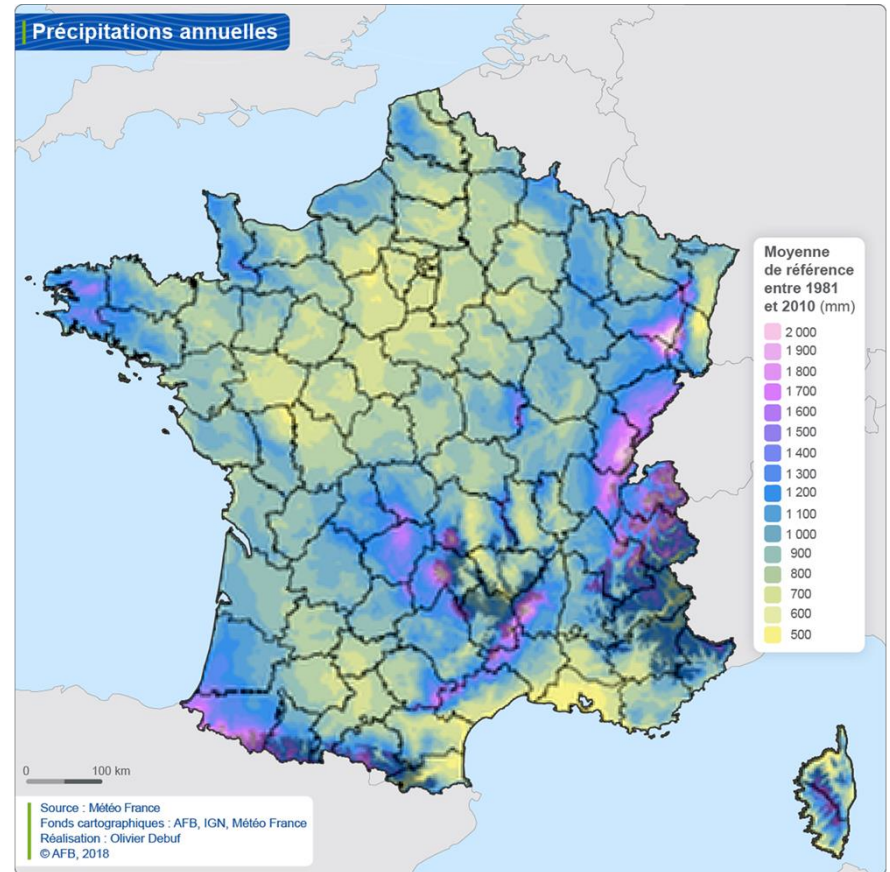
- Précipitations annuelles moyennes : 500 à 2000 mm (moyenne \approx 900 mm)
- Volume annuel total eaux renouvelables en France métropolitaine \approx 200 Mds m³
 - Pluie et neige : 503 Mds m³
 - Evaporation : 314 Mds m³ (\approx 60%)
 - Arrivée en provenance des pays voisins : \approx 11 Mds m³
 - Départ vers pays voisins : \approx 18 Mds m³



Andreassian, 2022

INRAE

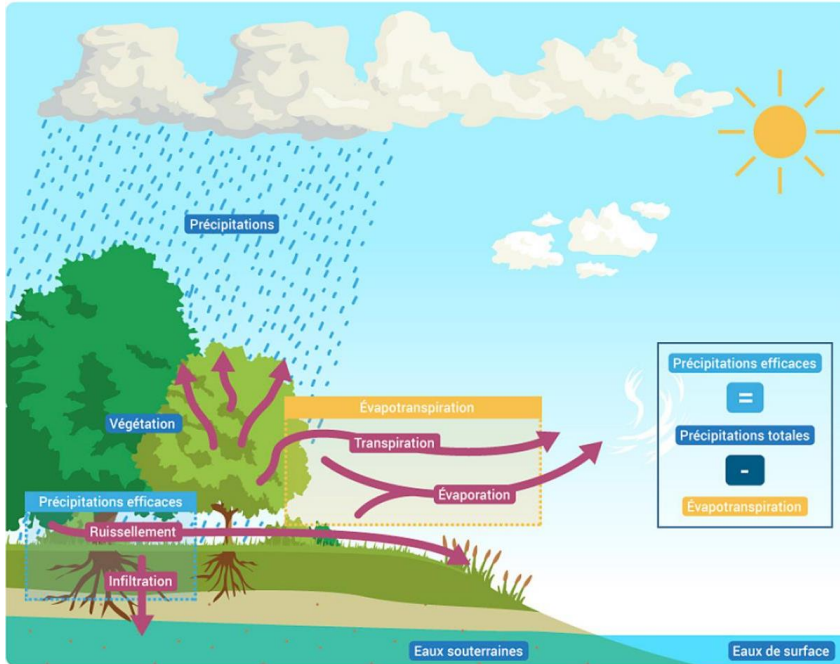
Comité Régional de l'Eau Bourgogne-Franche-Comté
Dijon, 7 décembre 2022



<https://www.eaufrance.fr/les-volumes-de-precipitations>

➤ La ressource actuellement en France métropolitaine

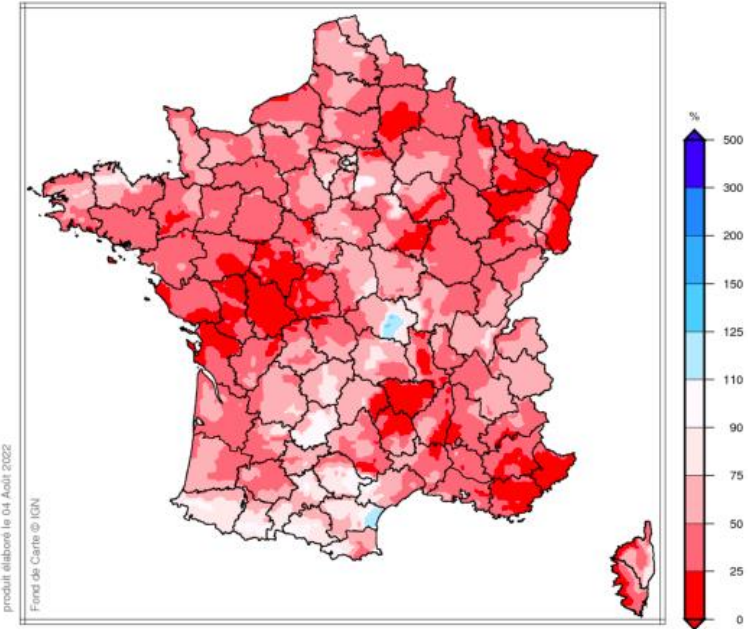
- Précipitations efficaces (P-ETP) \approx 40% ;
très variables d'une année sur l'autre



<https://www.eaufrance.fr/les-precipitations-efficaces>



France
Rapport à la normale 1991/2020 du cumul de précipitations efficaces
De Septembre 2021 à Juillet 2022



<https://www.eaufrance.fr/publications/bsh/2022-08>



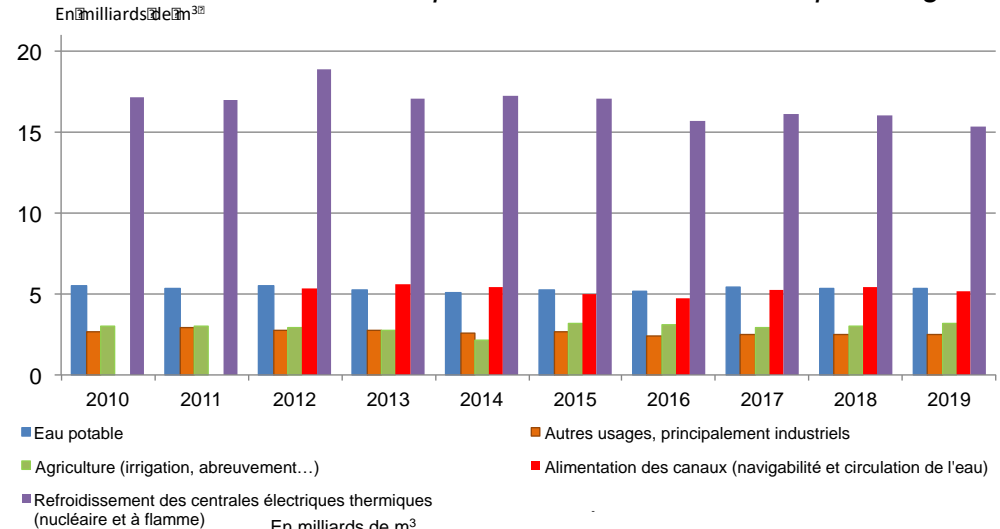
INRAE

Comité Régional de l'Eau Bourgogne-Franche-Comté
Dijon, 7 décembre 2022

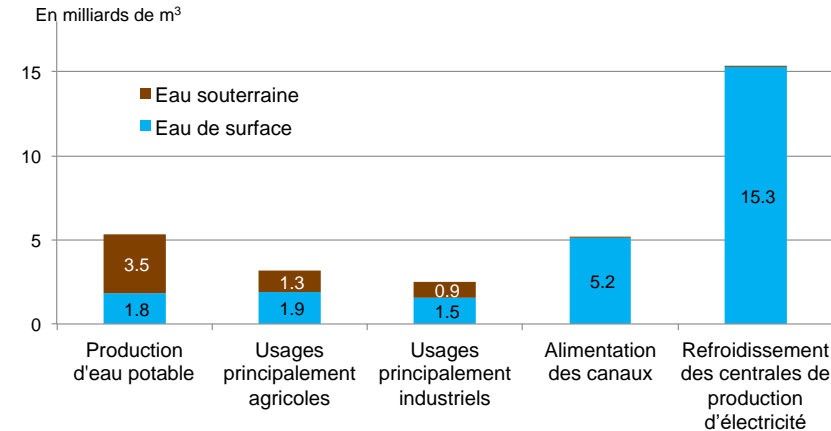
➤ Prélèvements d'eau en France

- Prélèvements : ≈ 30 Mds m^3 /an
- Plus de 80% eau de surface
- Répartition régionale :
 - Eau potable : ensemble du territoire national
 - Agriculture : Sud
 - Industrie : Est et Nord

Evolution des prélèvements d'eau douce par usages



Répartition des volumes d'eau douce prélevés par usages et par milieux en 2019



<https://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/economie/l-utilisation-des-ressources-naturelles-ressources/article/les-prelevements-d-eau-douce-par-usages-et-par-ressources>

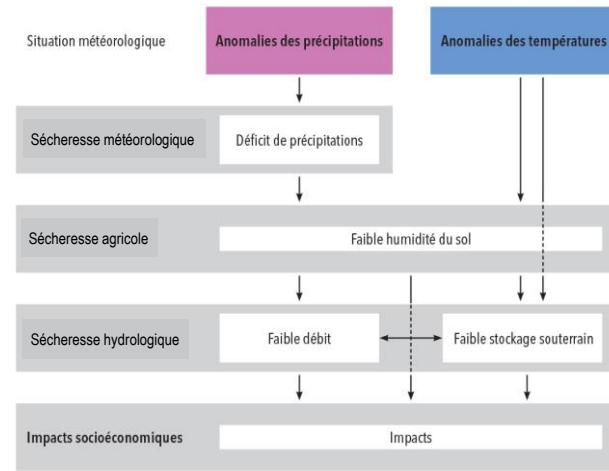


INRAE

Comité Régional de l'Eau Bourgogne-Franche-Comté
Dijon, 7 décembre 2022

➤ Sécheresses

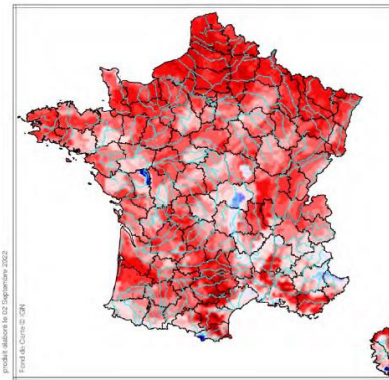
- **Météorologique** : déficit prolongé de précipitations
- **Agricole (= édaphique)** : manque d'eau disponible dans le sol pour les plantes => fréquence et intensité plus élevées depuis le début des années 1980
- **Hydrologique** : déficit de débit des cours d'eau, niveaux bas des nappes ou des retenues
- **2022** : sécheresse la plus intense jamais enregistrée en France depuis 1958



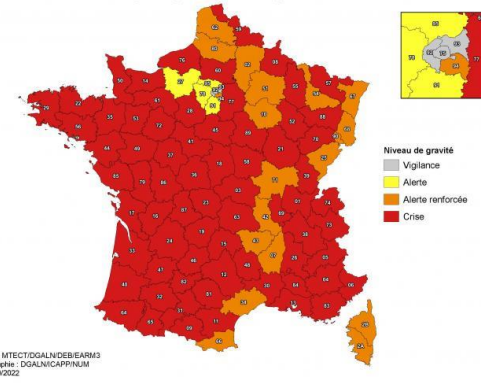
« Propagation » entre les types de sécheresse (Van Loon, 2015)



Ecart pondéré à la normale 1991/2020 de l'indice d'humidité des sols le 1 Septembre 2022



Niveau de gravité maximal limitant les usages de l'eau par département en vigueur au 28/09/2022

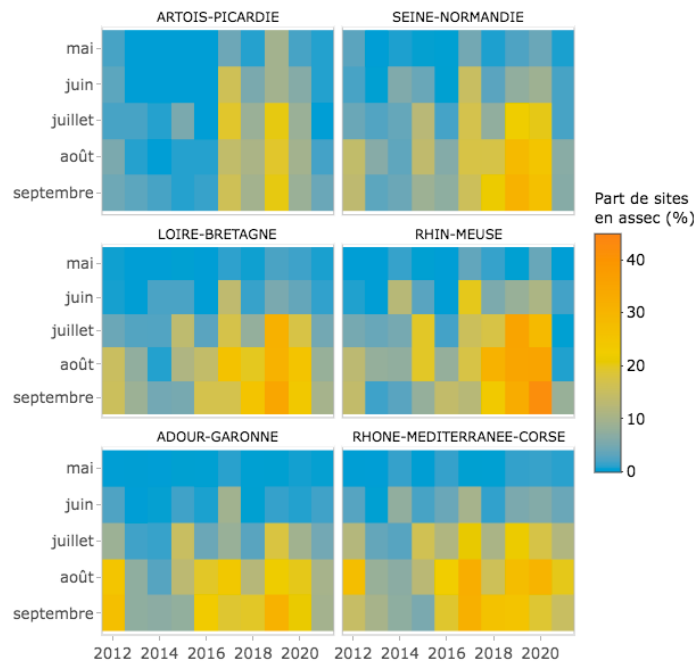
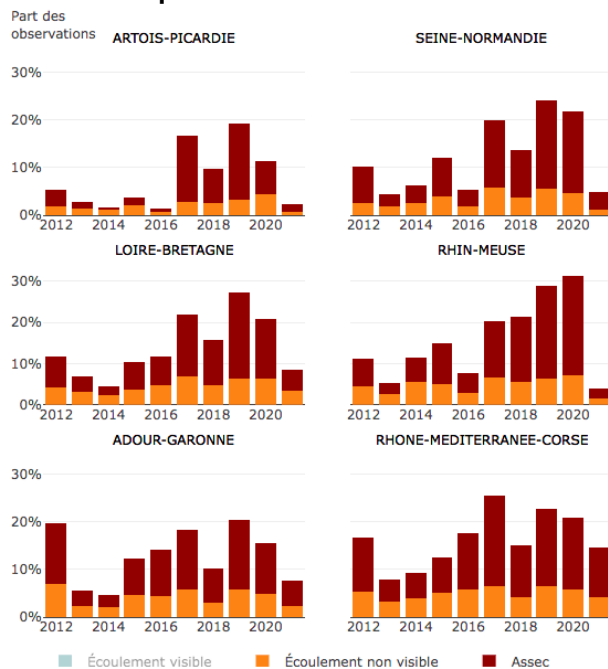


INRAE

Comité Régional de l'Eau Bourgogne-Franche-Comté
Dijon, 7 décembre 2022

➤ Sécheresses hydrologiques

- 2012-2021 : taux cumulé écoulement non visible et en assec en hausse
- Taux le plus élevé sur la décennie : > à 30% en 2020 dans le bassin Rhin-Meuse
- Période la plus critique : fin d'été



INRAE

Comité Régional de l'Eau Bourgogne-Franche-Comté
Dijon, 7 décembre 2022

<https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-dataviz/dataviz-lassechement-estival-cours-deau-metropole-2012-2021>

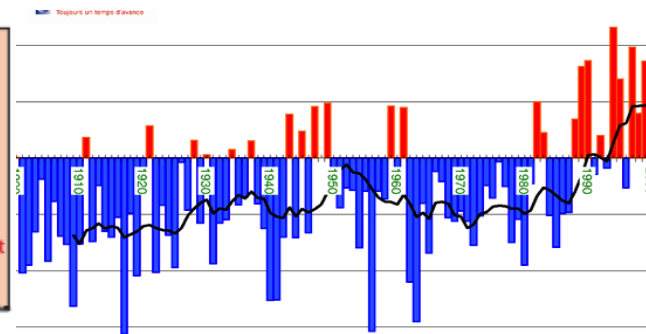
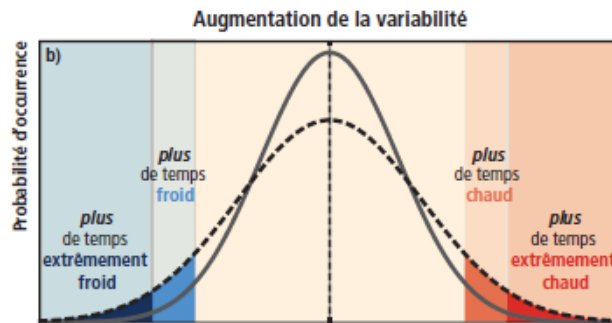
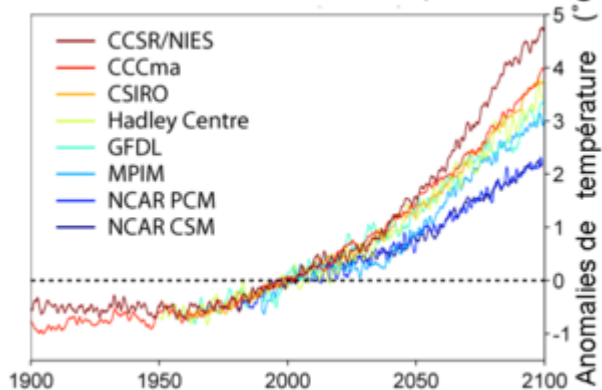
➤ Changement climatique : les données du problème

1 Changements tendanciels

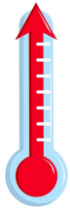
2 Evènements climatiques extrêmes

3 Variabilité saisonnière et interannuelle

Prévisions des hausses de températures

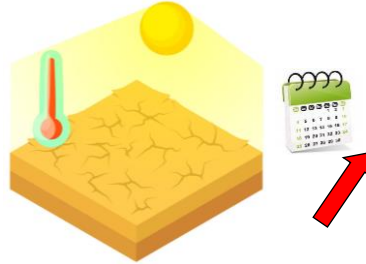
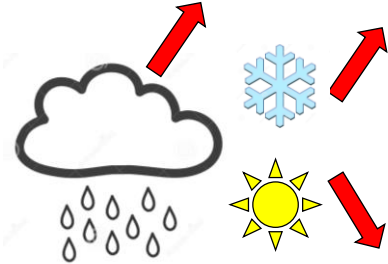
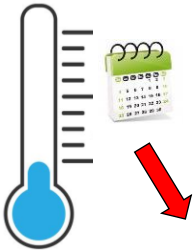


➤ Synthèse pour 2030-2050



Dépendance \pm importante :

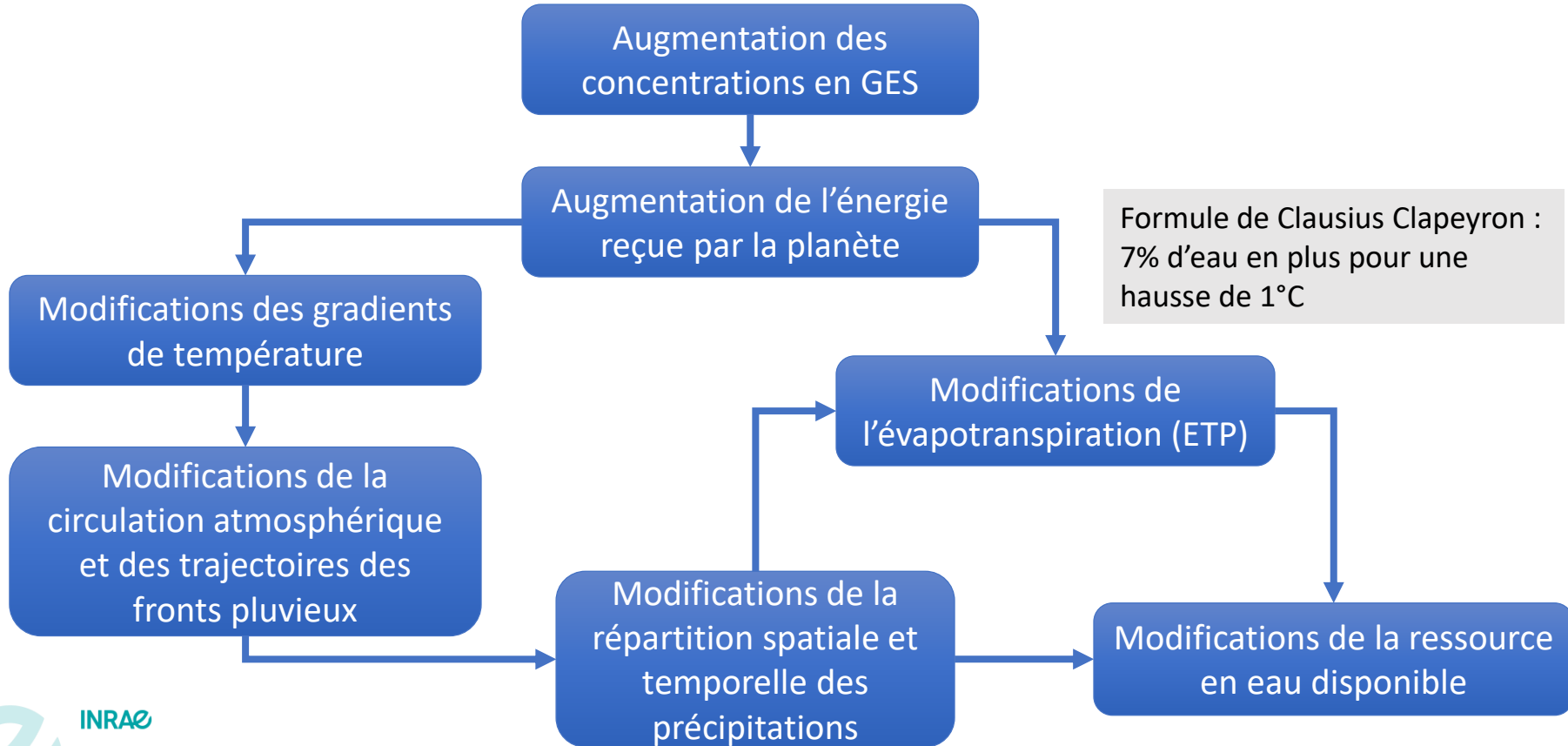
- au scénario
- à l'horizon temporel
- au site



Rôles clés de l'évaporation et de l'évapotranspiration

- Un réchauffement plus important en Europe
- Actions fortes nécessaires sur atténuation et adaptation

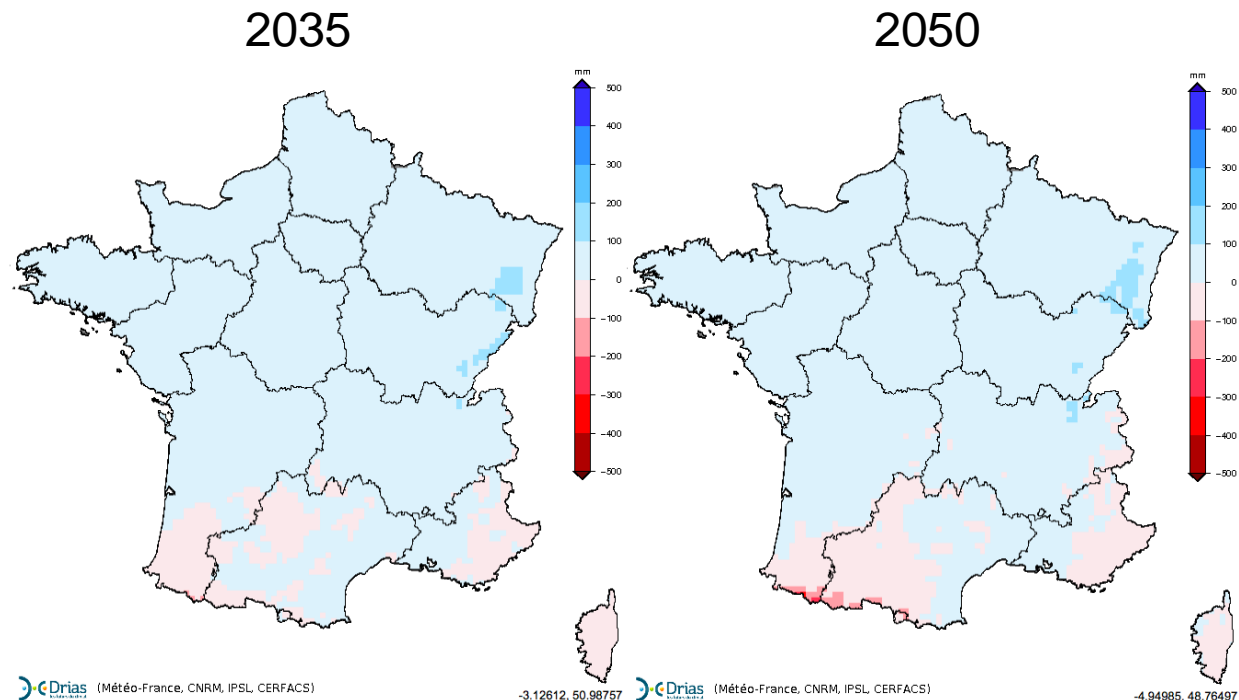
➤ Impacts du changement climatique sur la ressource en eau



➤ Projections des précipitations (Drias 2020)

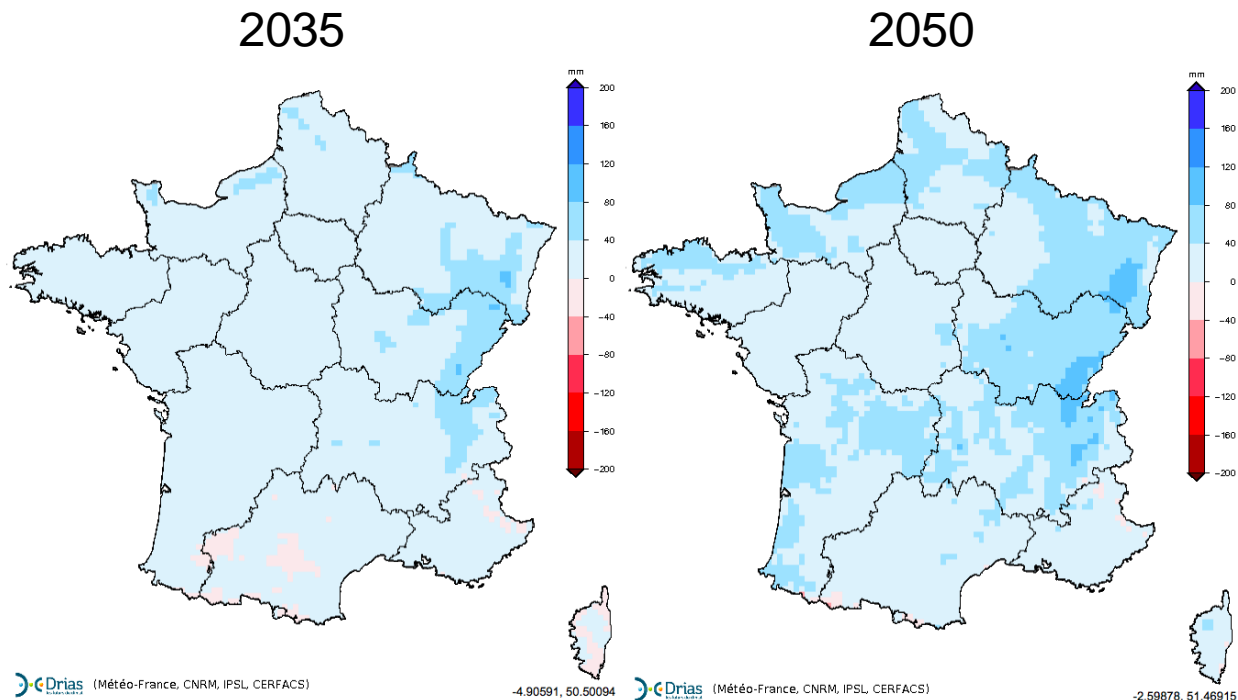
- Moyennes annuelles en hausse (+2,2 à + 3,4%)
- Hausse plus marquée dans la moitié nord (nord-est) et baisse sur certaines régions de la moitié sud

Ecarts de cumul annuel de précipitations/référence (1976-2005) – RCP 8.5



➤ Projections des précipitations (Drias 2020)

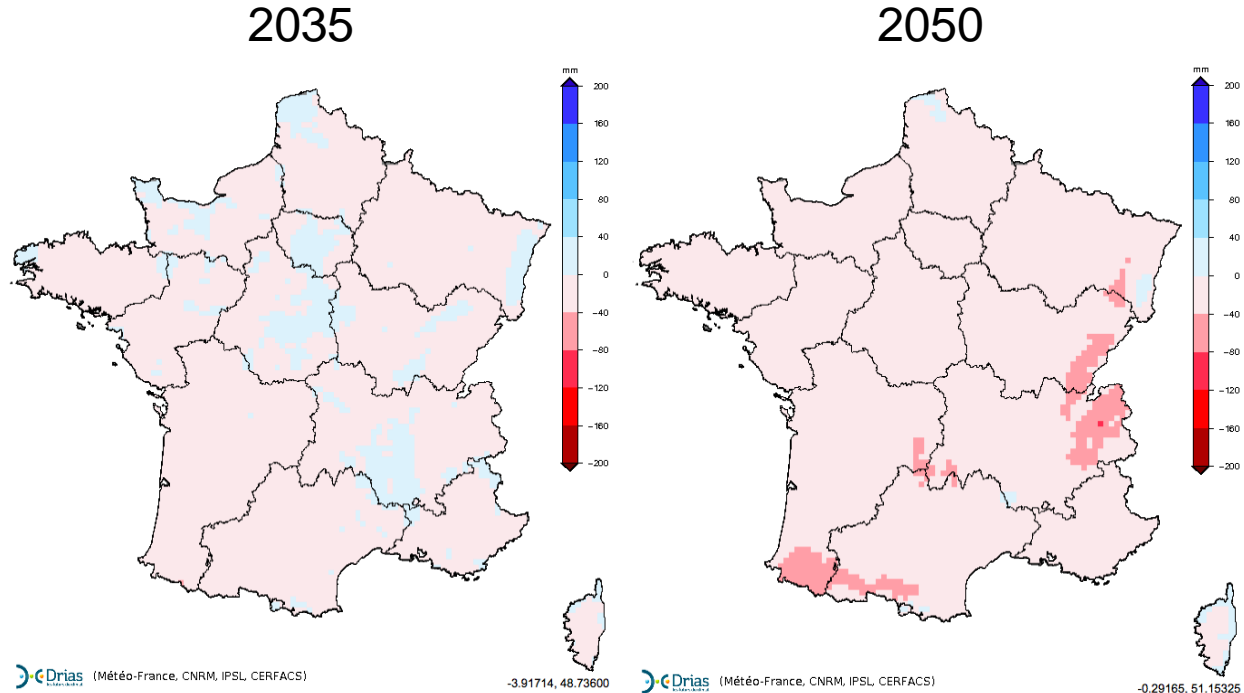
- Moyennes annuelles en hausse (+2,2 à + 3,4%) *Ecarts de cumul hivernal de précipitations/référence (1976-2005) – RCP 8.5*
- Hausse plus marquée dans la moitié nord (nord-est) et baisse sur certaines régions de la moitié sud
- Hiver : hausse systématique de +8 /+16% (RCP 8.5)



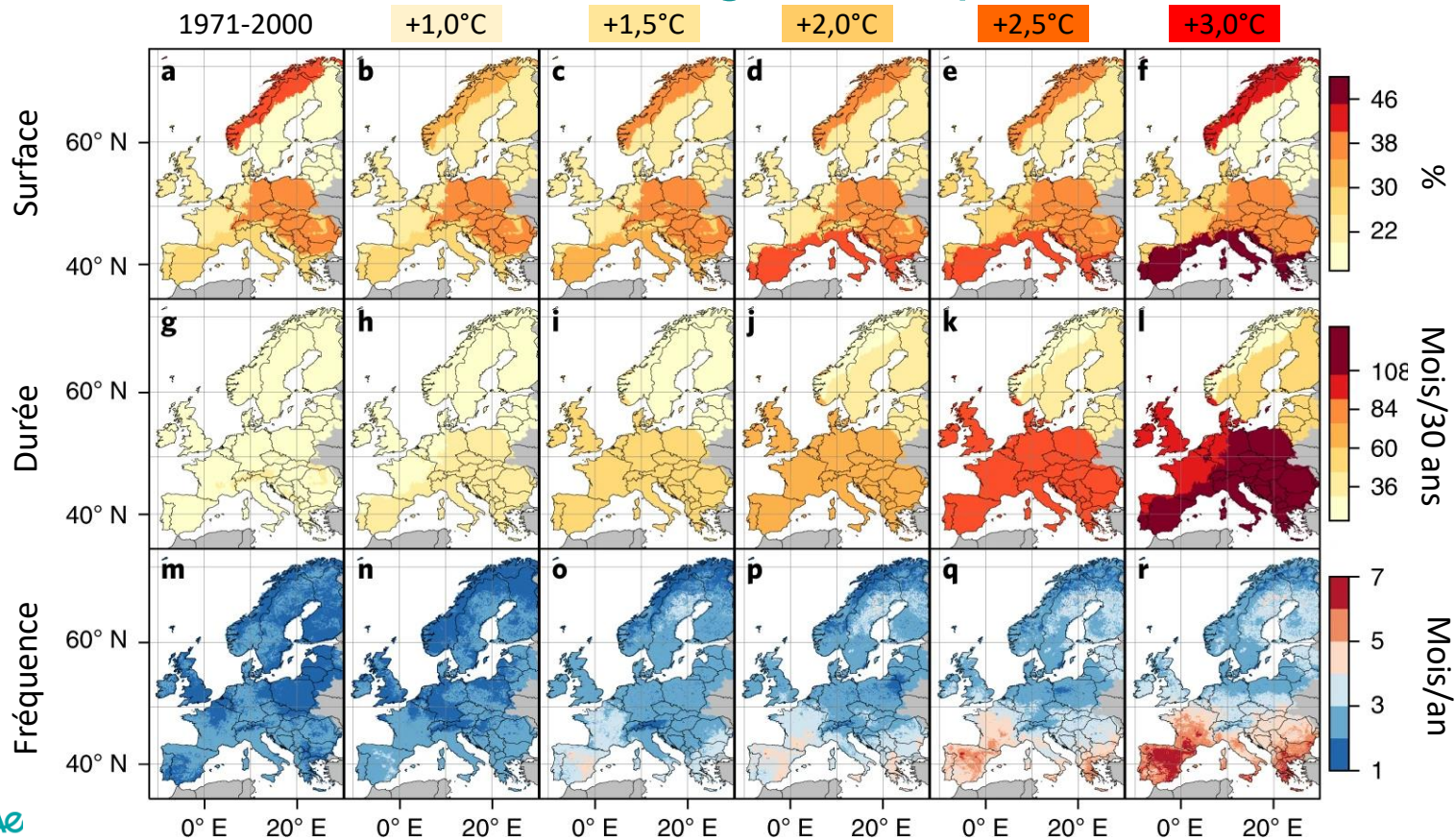
➤ Projections des précipitations (Drias 2020)

- Moyennes annuelles en hausse (+2,2 à + 3,4%)
- Hausse plus marquée dans la moitié nord (nord-est) et baisse sur certaines régions de la moitié sud
- Hiver : hausse systématique de +8 /+16% (RCP 8.5)
- Eté : baisse de 4 à 11%

Ecarts de cumul estival de précipitations/référence (1976-2005) – RCP 8.5

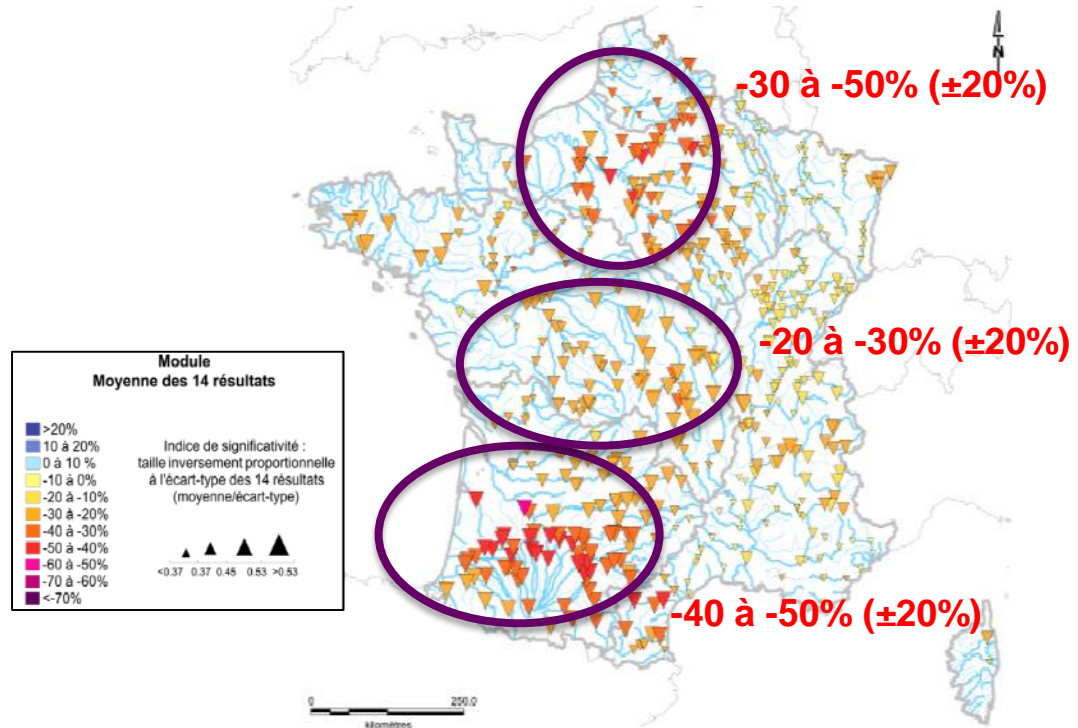


➤ Projections des sécheresses agronomiques



➤ Les ressources en eau – Etude Explore 2070

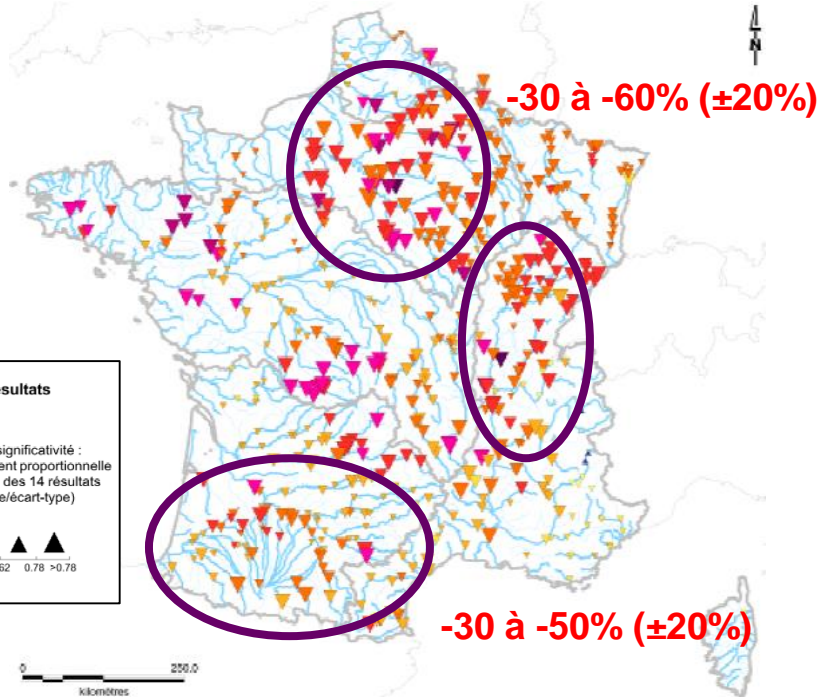
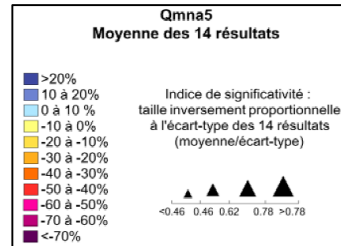
- Hydrologie à l'horizon 2046-2065, par rapport à un état de référence (1961-1990) et scénario A1B (eq. RCP 6)
- Diminution significative globale des débits moyens annuels



<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/44>

➤ Les ressources en eau – Etude Explore 2070

- Hydrologie à l'horizon 2046-2065, par rapport à un état de référence (1961-1990) et scénario A1B (eq. RCP 6)
- Diminution significative globale des débits moyens annuels et des débits d'été
- Baisse quasi-générale de la piézométrie, associée à une diminution de la recharge des nappes.



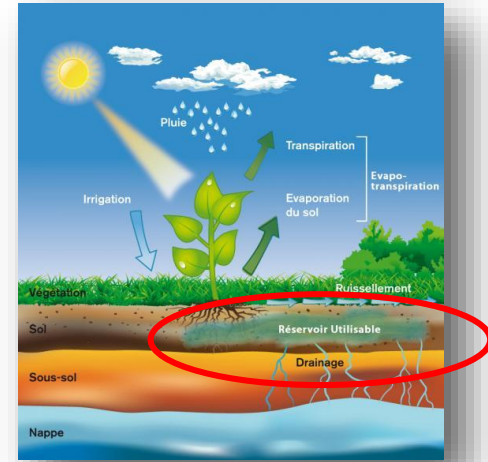
<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/44>

INRAE

Comité Régional de l'Eau Bourgogne-Franche-Comté
Dijon, 7 décembre 2022

➤ Exemple de leviers d'adaptation

- Regagner des capacités de stockage d'eau dans les sols et dans les nappes
 - Limiter l'imperméabilisation
 - Limiter le drainage des sols
 - Améliorer la qualité des sols pour augmenter leur réserve utile : réduire la compaction ; augmenter le taux de matière organique
 - Réduire le ruissellement et favoriser l'infiltration vers les sols/ la nappe via une occupation des sols adaptée, la présence de bandes enherbées/haies /noues drainantes, zones humides...
- Prévisions météorologiques saisonnières



<https://www.inrae.fr/actualites/sols-reservoirs-deau-temporaires-essentiels-vegetaux>



<https://www.inrae.fr/actualites/haies-bocageres-climat-lenvironnement>

> Conclusions

- Les conditions climatiques en 2035 et au delà ne seront pas identiques à celles du début du siècle.
- Les activités économiques, les infrastructures, la vie quotidienne... devront notamment s'adapter à une ressource en eau à la disponibilité modifiée (+ qualité).
- A défaut, des crises majeures sont à envisager (eau potable, production agricole, production d'énergie, biodiversité...) avec des conséquences économiques et sociales de grande ampleur.
- Les leviers permettant l'adaptation sont de différents types, à effet partiel et concernent des échelles spatiales et temporelles variées.
- La vision à privilégier est systémique et doit tenir compte de divers enjeux trans-sectoriels (eau, énergie, biodiversité...).
- La compatibilité des trajectoires d'adaptation avec l'atténuation du changement climatique et l'atteinte de la neutralité carbone est indispensable.

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

