

Planèzes, 29 avril 2024



Sécheresse et changement climatique

- Les principaux impacts du changement climatique sur l'eau
- Tendances observées et changement climatique
- Prévisions saisonnières des sécheresses en 2024
- Projections climatiques des sécheresses



florence.habets@ens.fr



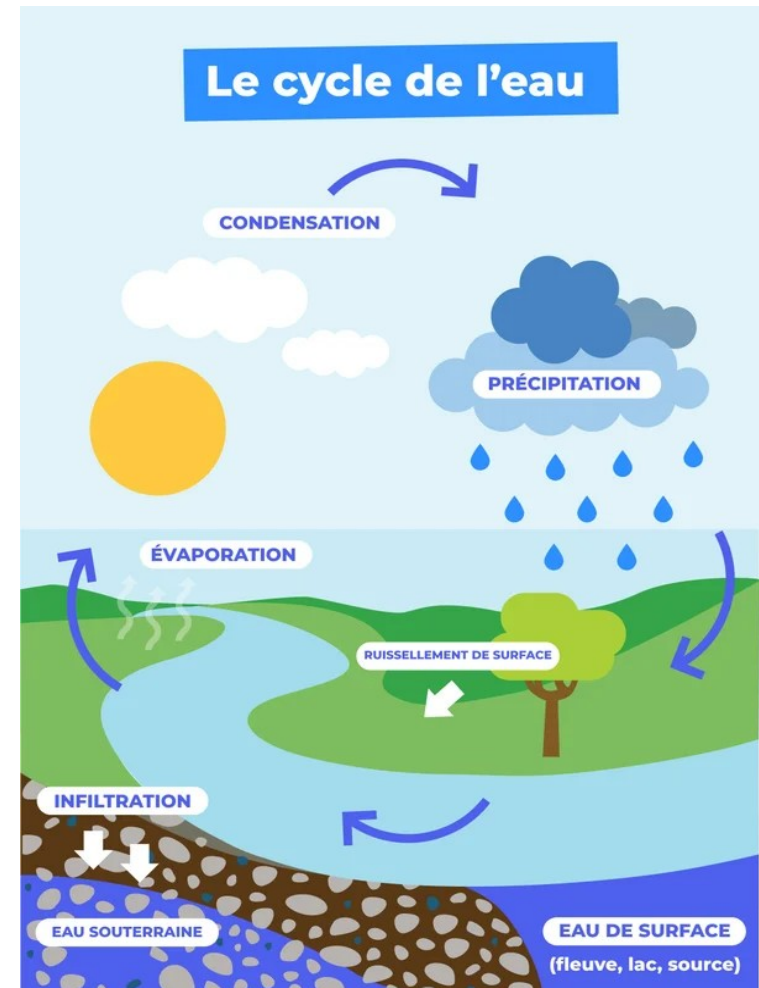
@florencehabets



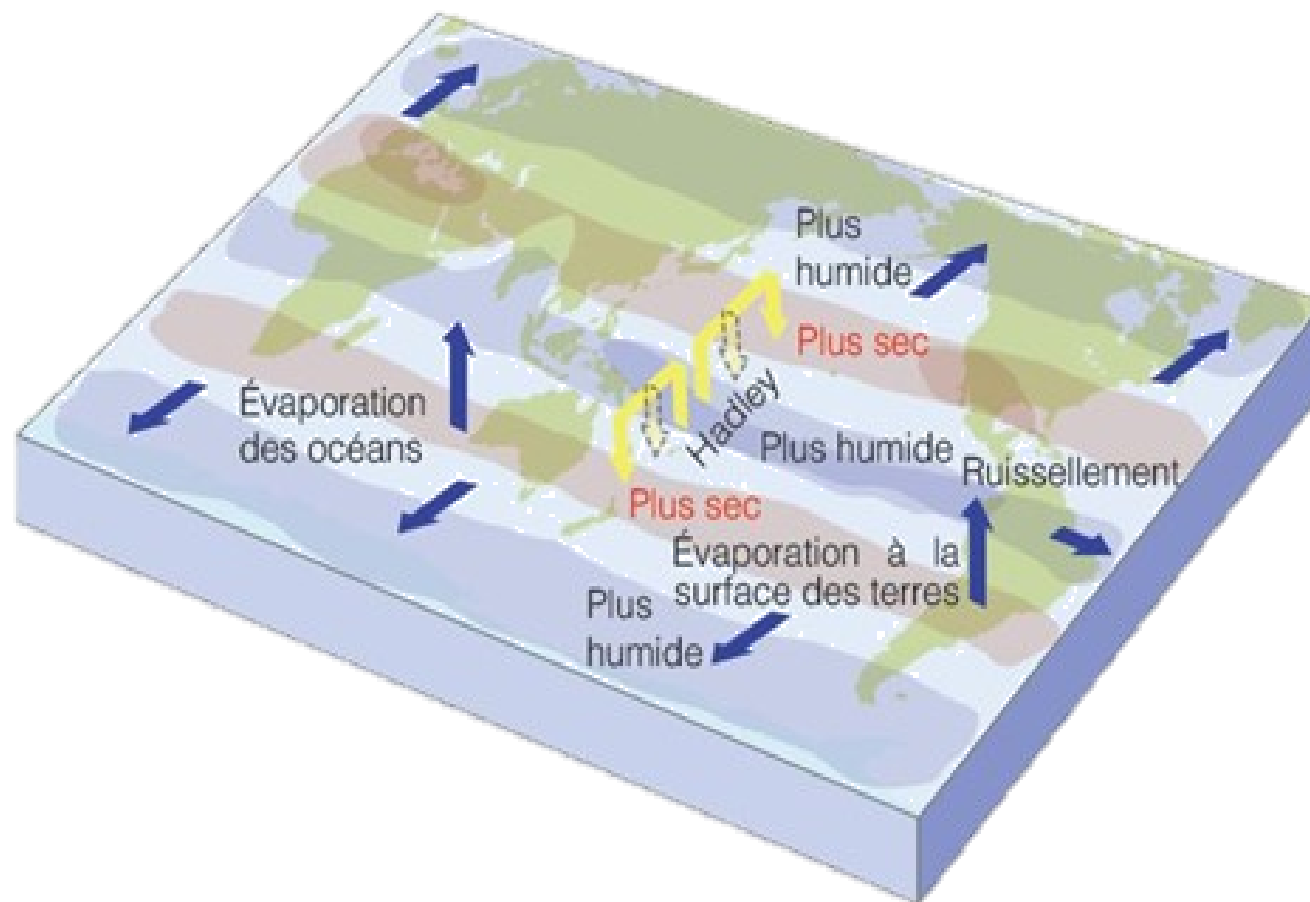
DÉPARTEMENT
DE GÉOSCIENCES

Les principaux impacts du changement climatique sur le cycle de l'eau

- ⇒ Les gaz à effet de serre augmente l'énergie reçue à la surface de la Terre
- ⇒ Or, il y a un lien très fort entre cycle de l'eau et bilan d'énergie sur terre



1. Modification de la circulation générale



Source: 4^{ième} rapport du GIEC

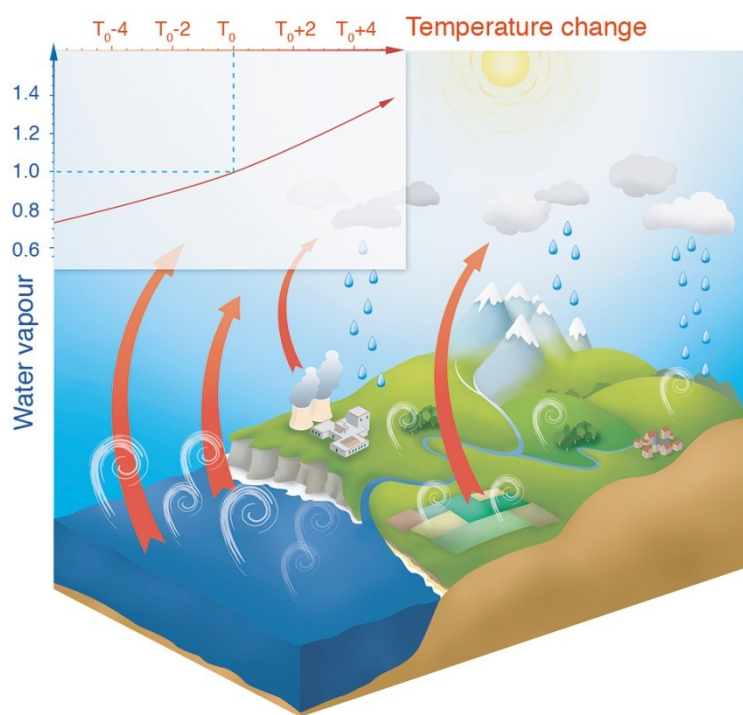
Les principaux impacts du changement climatique sur le cycle de l'eau

Augmentation de la quantité de vapeur d'eau dans l'atmosphère

Un air + chaud d' 1° peut porter 7 % de vapeur d'eau en +

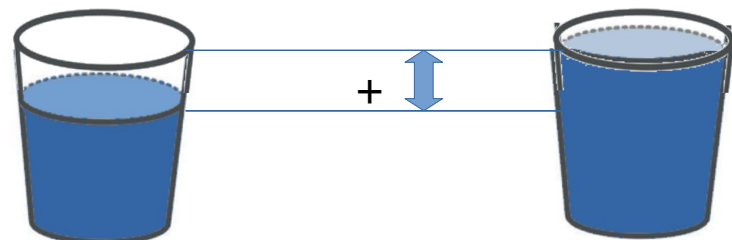
2. Intensification des pluies intenses

Volume de vapeur d'eau dans l'atmosphère



sans réchauffement

après réchauffement



⇒ avec la crise climatique, les précipitations intenses sont + intenses



⇒ Dans les Cévennes: +22% d'intensité moyenne es précipitations extrêmes en 50 ans (Ribes et al., 2017)

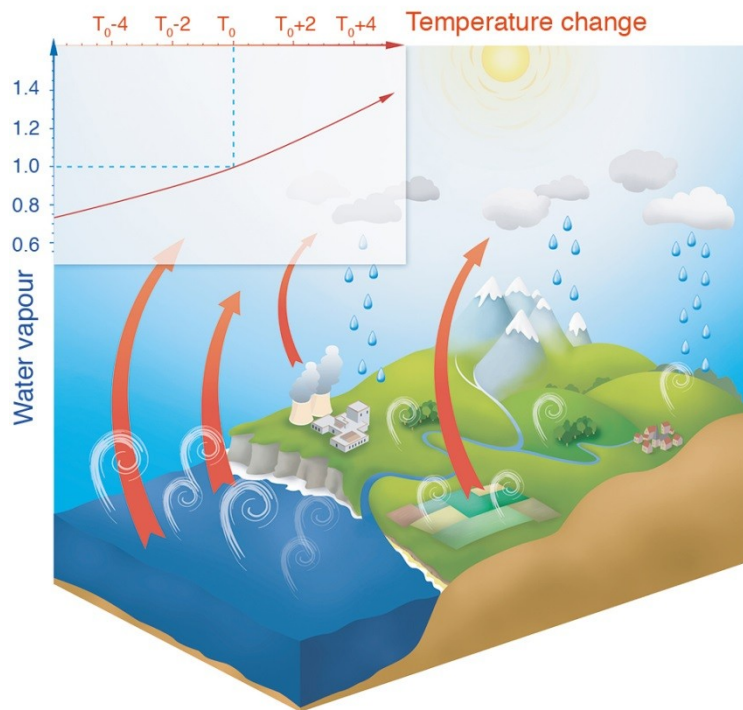
Augmentation de la quantité de vapeur d'eau dans l'atmosphère

Un air + chaud d' 1° peut porter 7 % de vapeur d'eau en +

3. Intensification des sécheresses

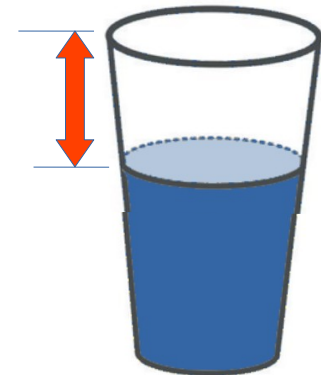
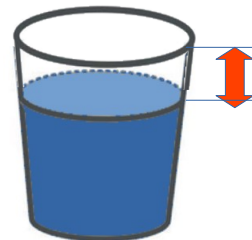
Volume de vapeur d'eau dans l'atmosphère

+ Volume de vapeur d'eau que peut porter l'atmosphère



sans réchauffement

après réchauffement



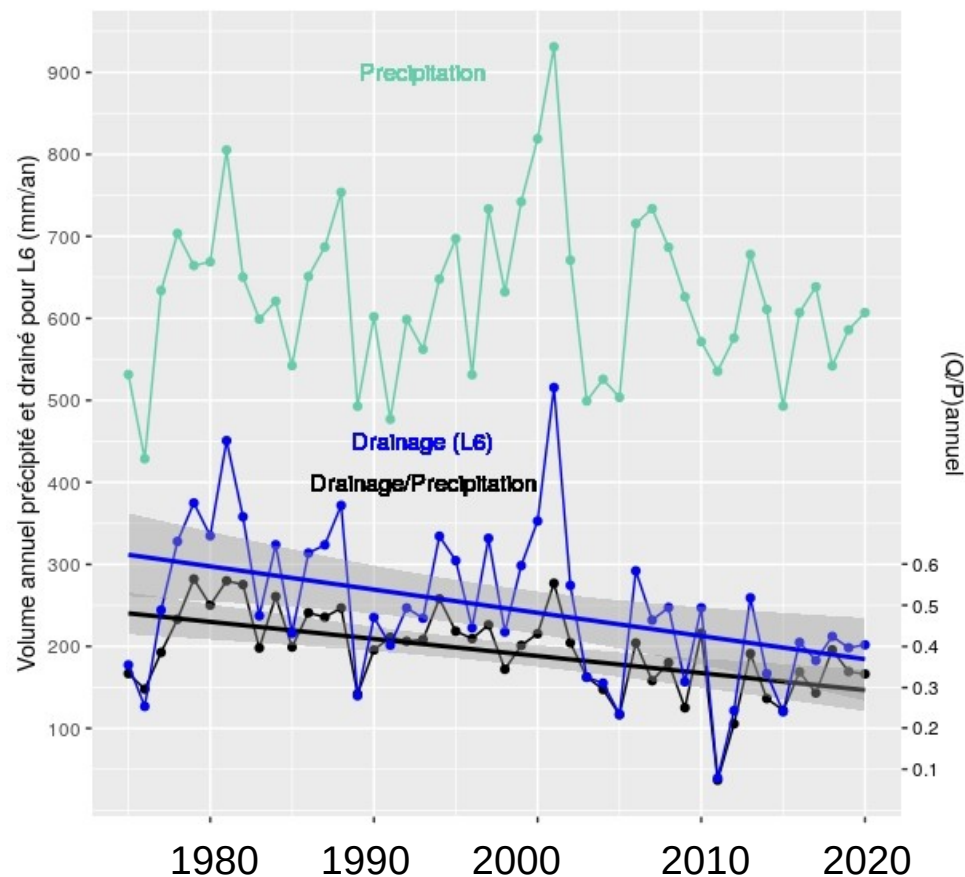
⇒ le déficit de vapeur d'eau augmente

⇒ La demande en évaporation augmente

⇒ Le déficit d'humidité a augmenté de 11% en 30 ans sur les zones végétalisées, et s'associe à des réductions de la croissance des plantes (Yuan et al., 2019)

Tendances observées et changement climatique

60 ans d'observations de la recharge des nappes en Champagne



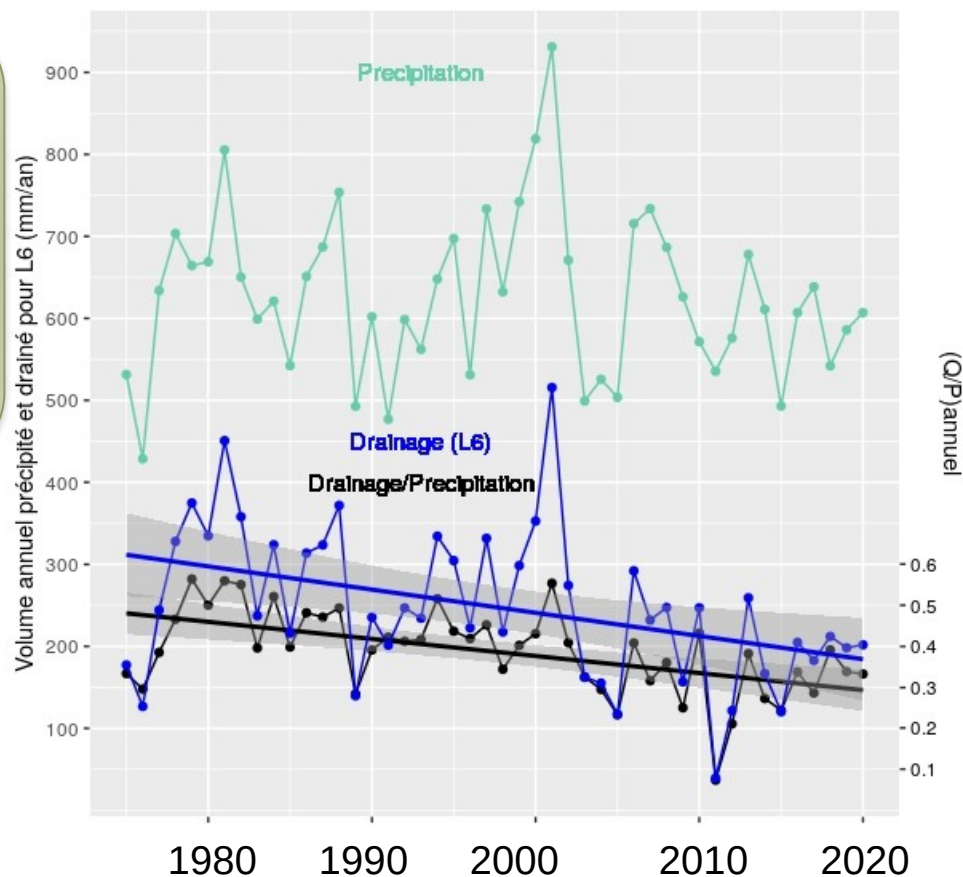
Entre 1972 et 2020
Pas de tendance nette
sur les précipitations
annuelles

Mais nette tendance à la
baisse des écoulements
et du rapport
écoulements/
précipitations

Tendances observées et changement climatique

60 ans d'observations de la recharge des nappes en Champagne

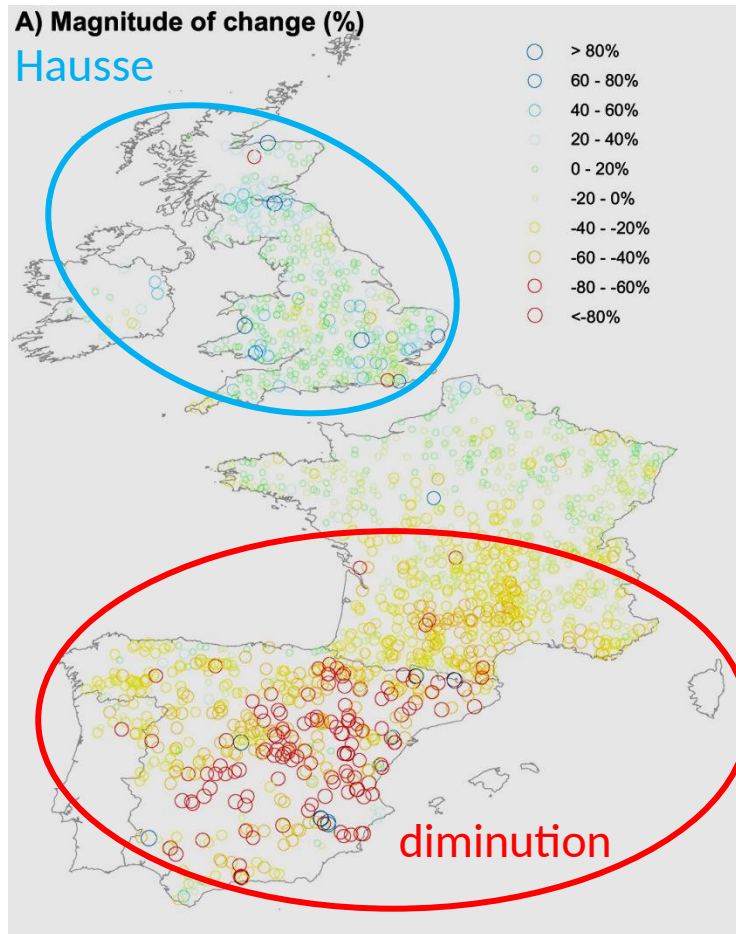
→ Hausse de la part
des précipitations
qui s'évapore
⇒ Réduction de la
période de recharge



Entre 1972 et 2020
Pas de tendance nette
sur les précipitations
annuelles

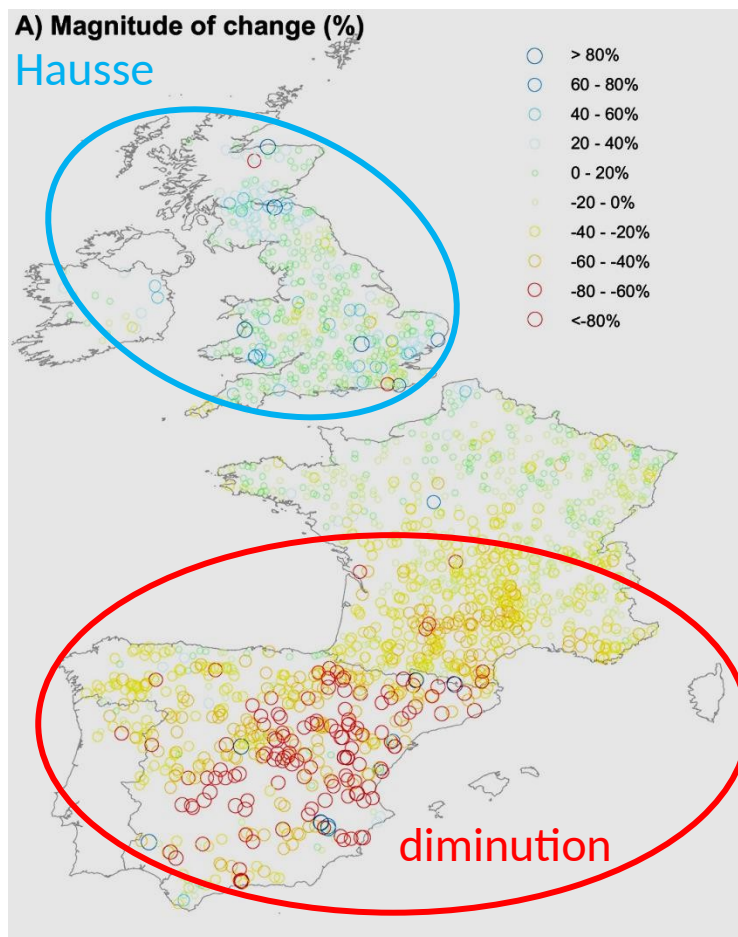
Mais nette tendance à la
baisse des écoulements
et du rapport
écoulements/
précipitations

Tendance sur les débits annuels de 1961 to 2012.



Tendance des débits à la hausse
en Angleterre, à la baisse dans
le Sud de la France et l'Espagne

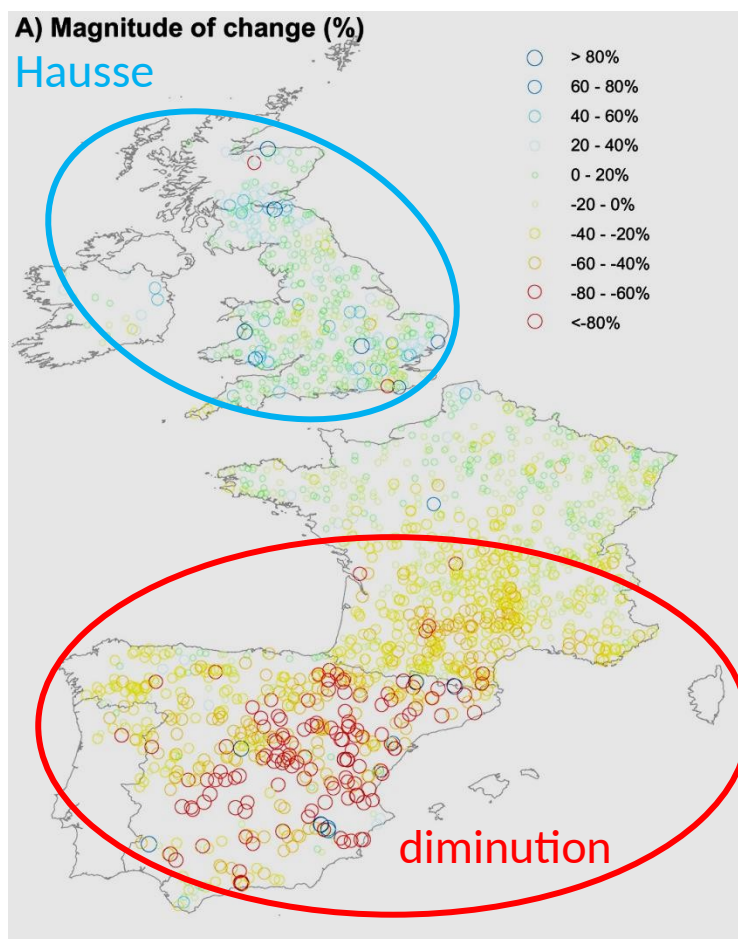
Tendance sur les débits annuels de 1961 to 2012.



Tendance des débits à la hausse en Angleterre, à la baisse dans le Sud de la France et l'Espagne

La diminution dans le sud de la France/Espagne n'est pas attribuée au changement climatique
⇒ Impact des prélèvements

Tendance sur les débits annuels de 1961 to 2012.



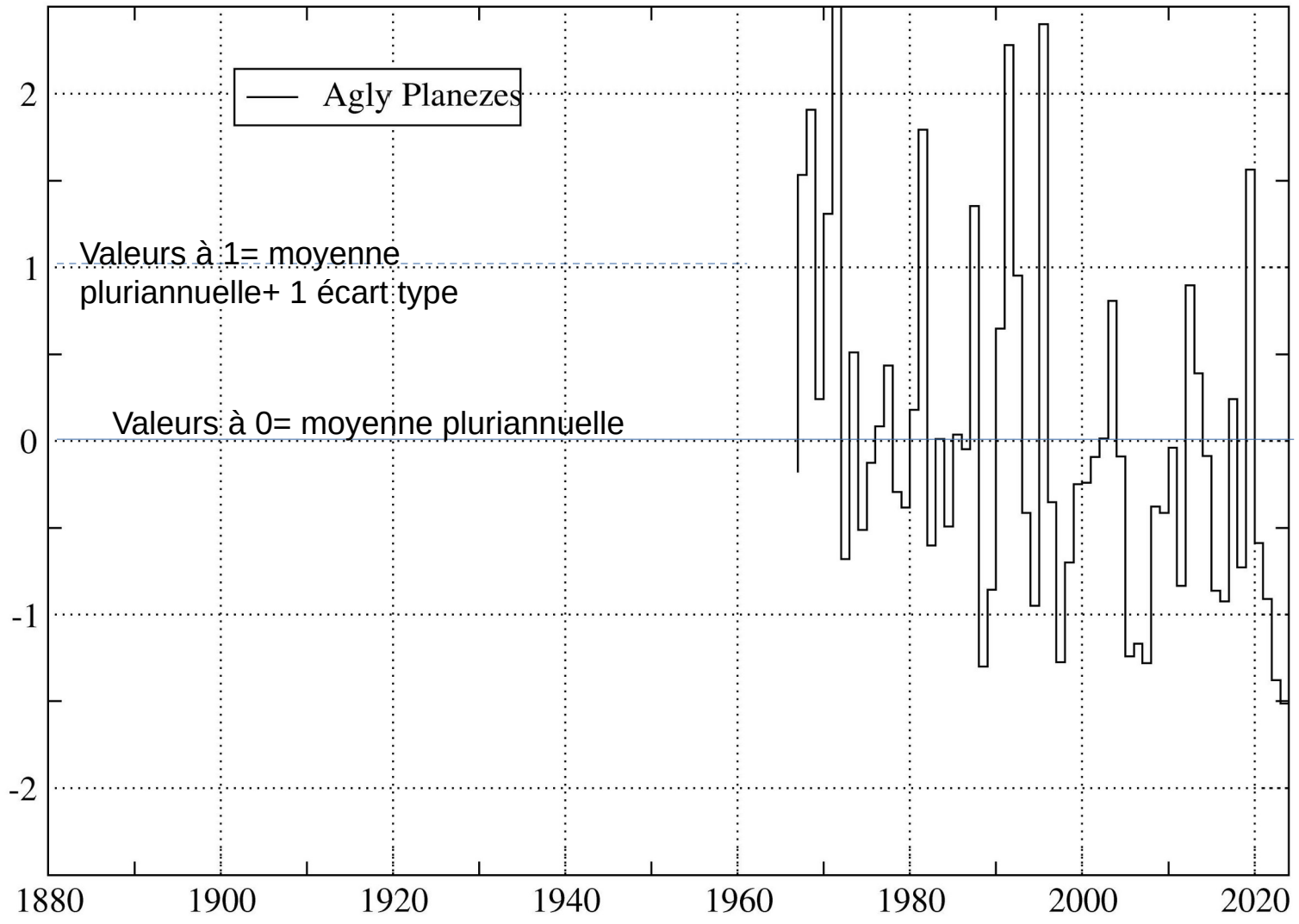
Tendance des débits à la hausse en Angleterre, à la baisse dans le Sud de la France et l'Espagne

La diminution dans le sud de la France/Espagne n'est pas attribuée au changement climatique
⇒ Impact des prélèvements

La non-adéquation des usages avec la ressource conduit à des **sécheresses anthropiques**:
~20% des sécheresses hydrologiques en Europe
Wada et al., ERL, 2013

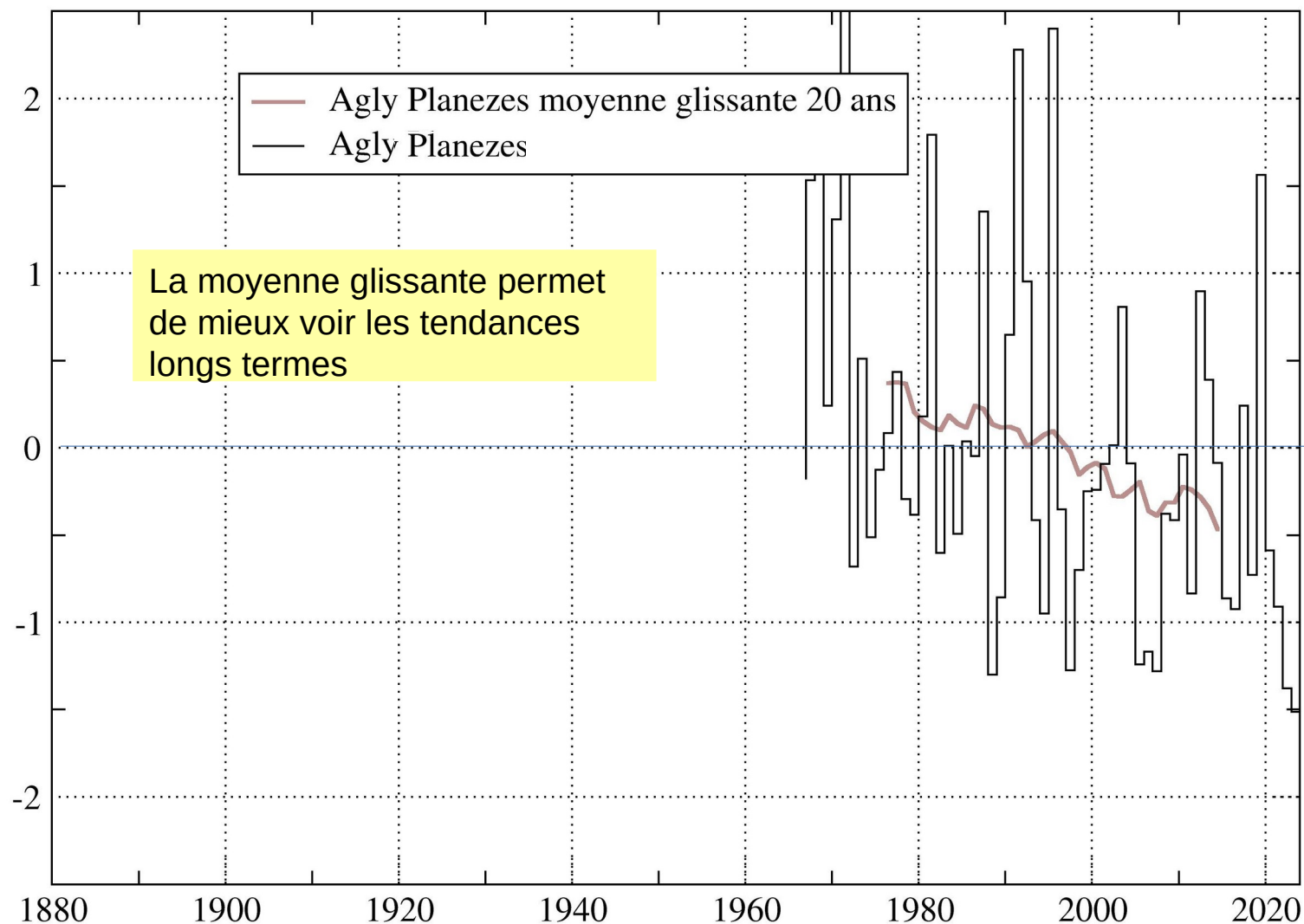
Débits annuels observés de l'Agly à Planèzes

Débits standardisés : $(Q_{\text{annuel}} - \text{Moyenne}(Q_{\text{annuel}})) / \text{écart-type}(Q_{\text{annuel}})$



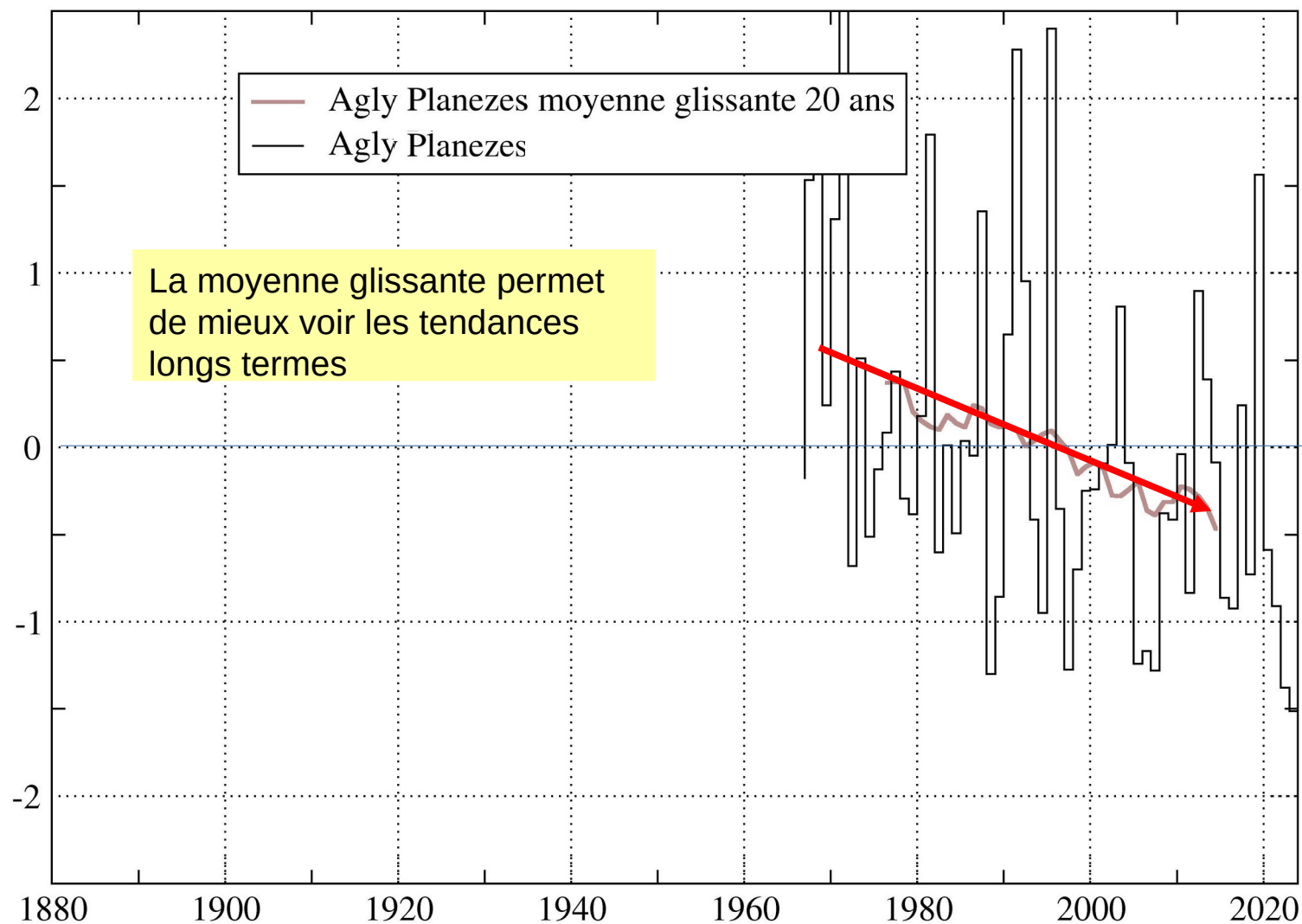
Débits annuels observés de l'Agly à Planèzes

Débits standardisés : $(Q_{\text{annuel}} - \text{Moyenne}(Q_{\text{annuel}})) / \text{écart-type}(Q_{\text{annuel}})$



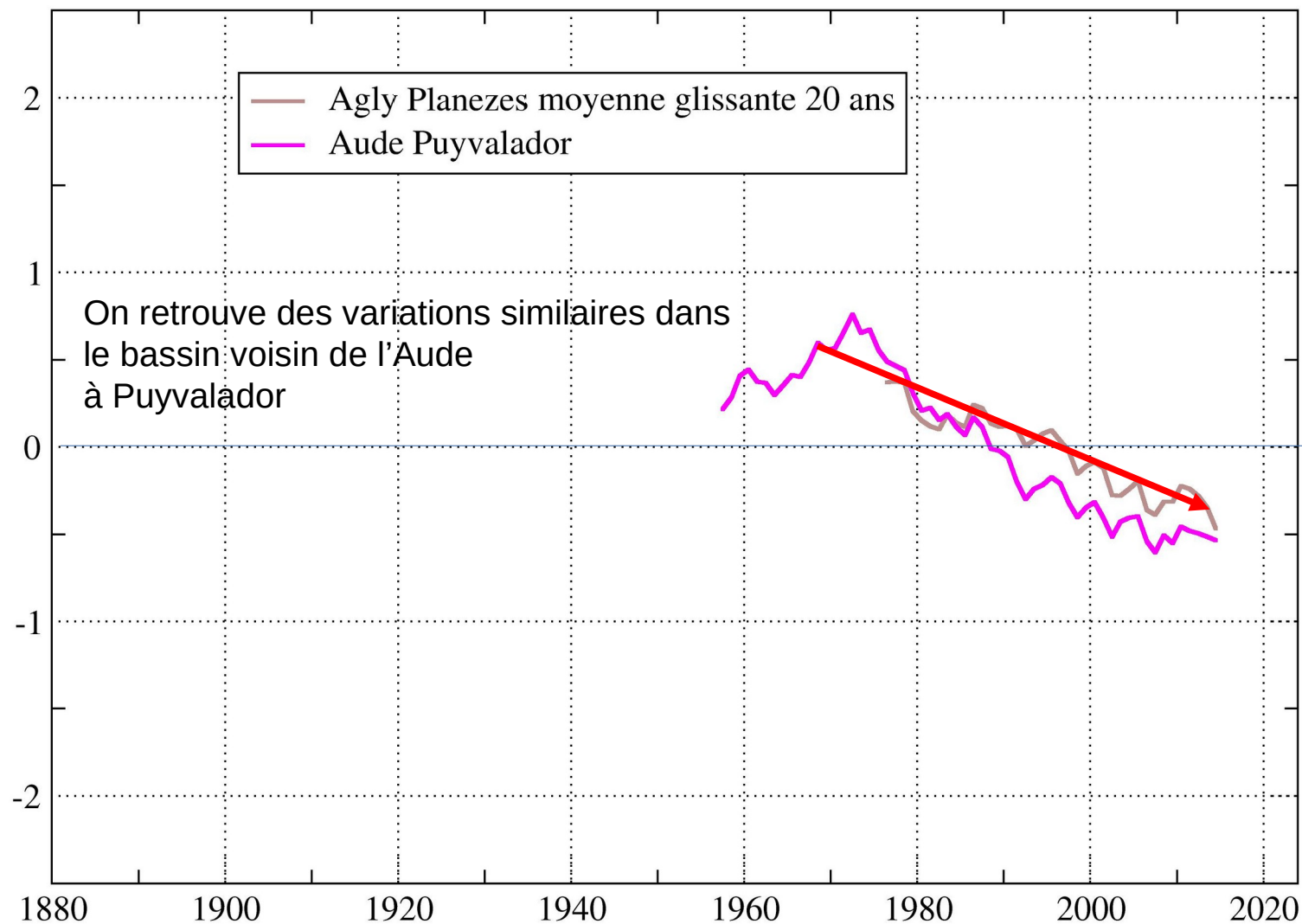
Débits annuels observés de l'Agly à Planèzes

Débits standardisés : $(Q_{\text{annuel}} - \text{Moyenne}(Q_{\text{annuel}})) / \text{écart-type}(Q_{\text{annuel}})$



Débits annuels observés de l'Agly à Planèzes

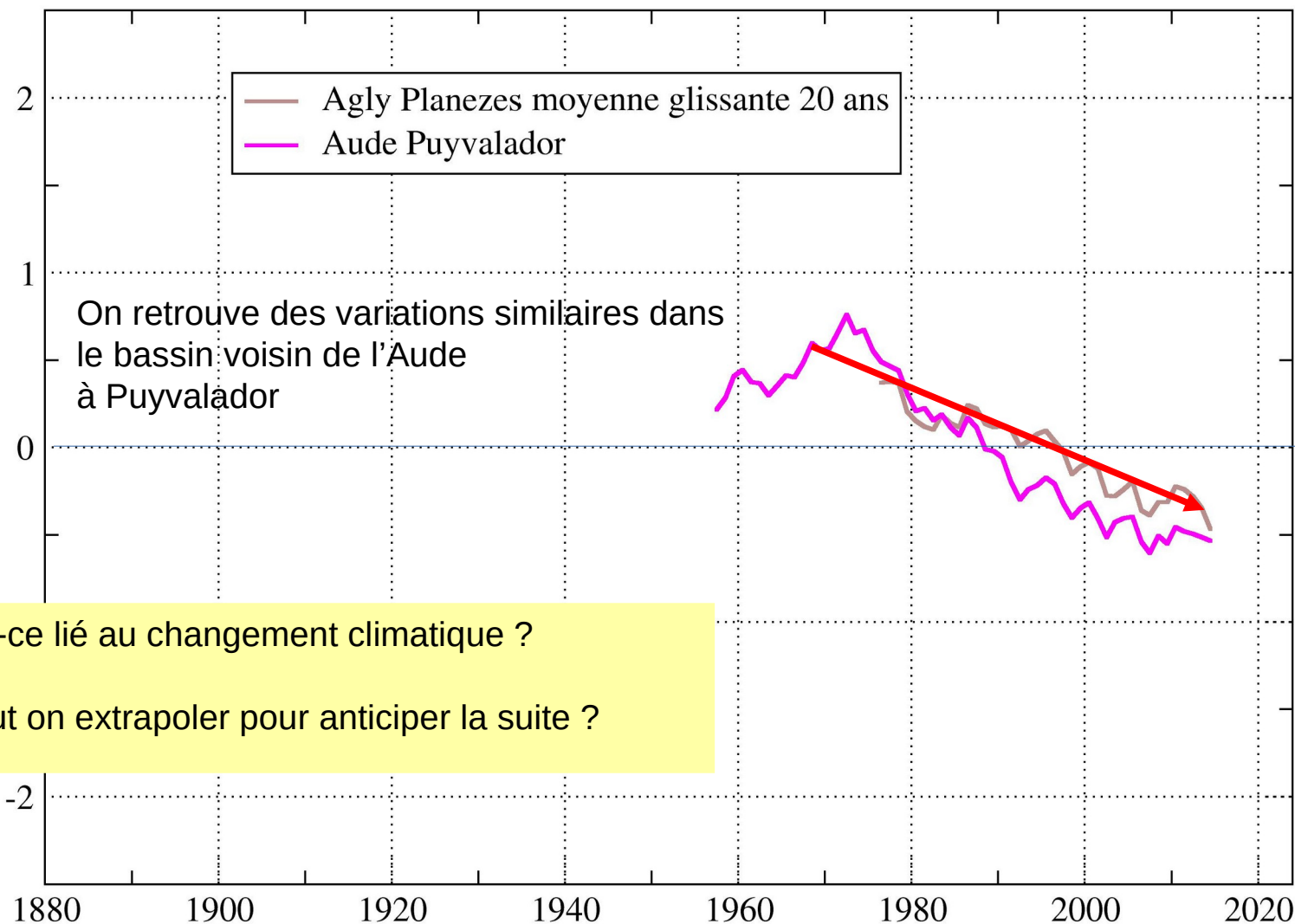
Débits standardisés : $(Q_{\text{annuel}} - \text{Moyenne}(Q_{\text{annuel}})) / \text{écart-type}(Q_{\text{annuel}})$



Tendances observées et changement climatique

Débits annuels observés de l'Agly à Planèzes

Débits standardisés : $(Q_{\text{annuel}} - \text{Moyenne}(Q_{\text{annuel}})) / \text{écart-type}(Q_{\text{annuel}})$

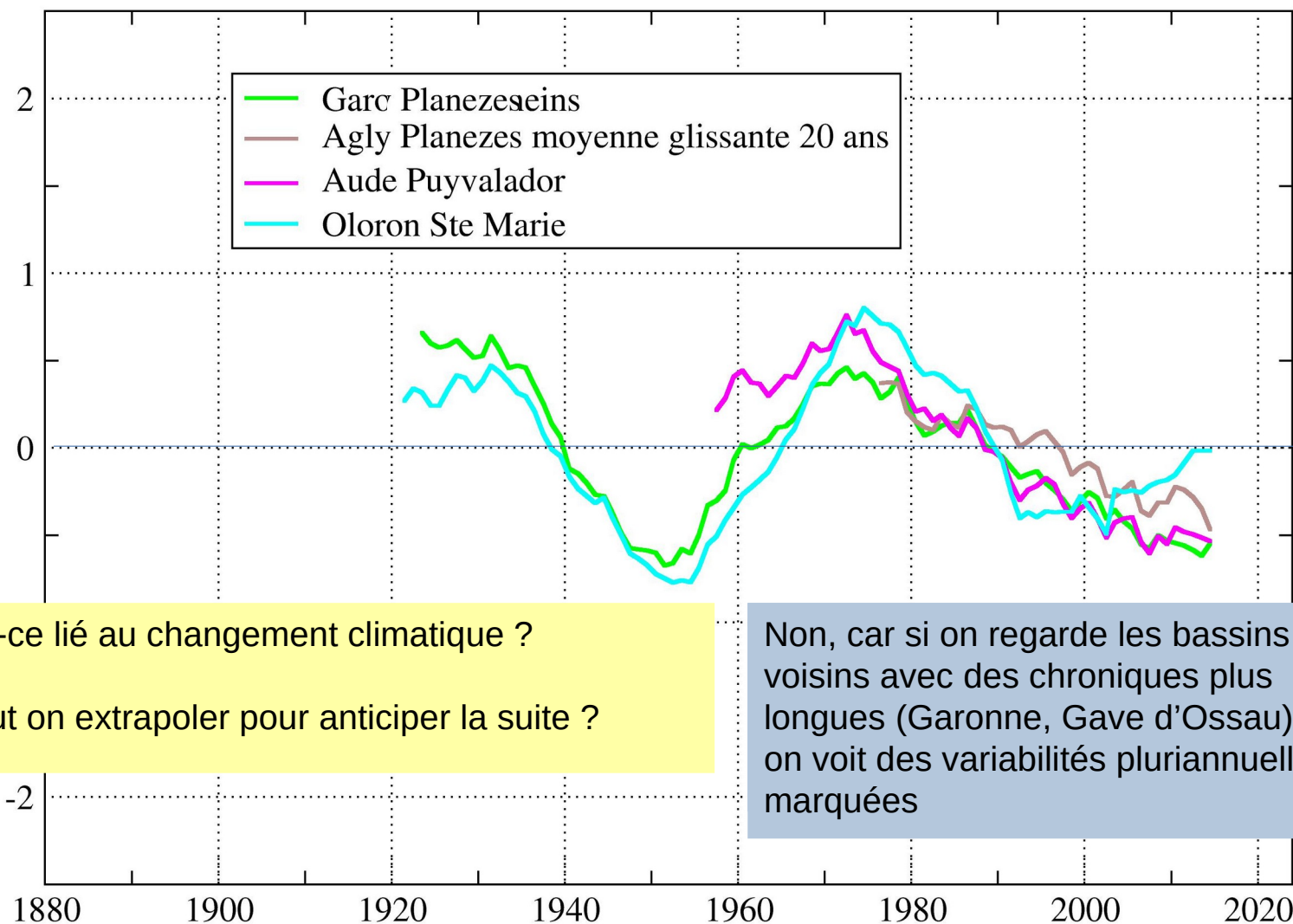


Est-ce lié au changement climatique ?

Peut-on extrapoler pour anticiper la suite ?

Débits annuels observés de l'Agly à Planèzes

Débits standardisés : $(Q_{\text{annuel}} - \text{Moyenne}(Q_{\text{annuel}})) / \text{écart-type}(Q_{\text{annuel}})$



Est-ce lié au changement climatique ?

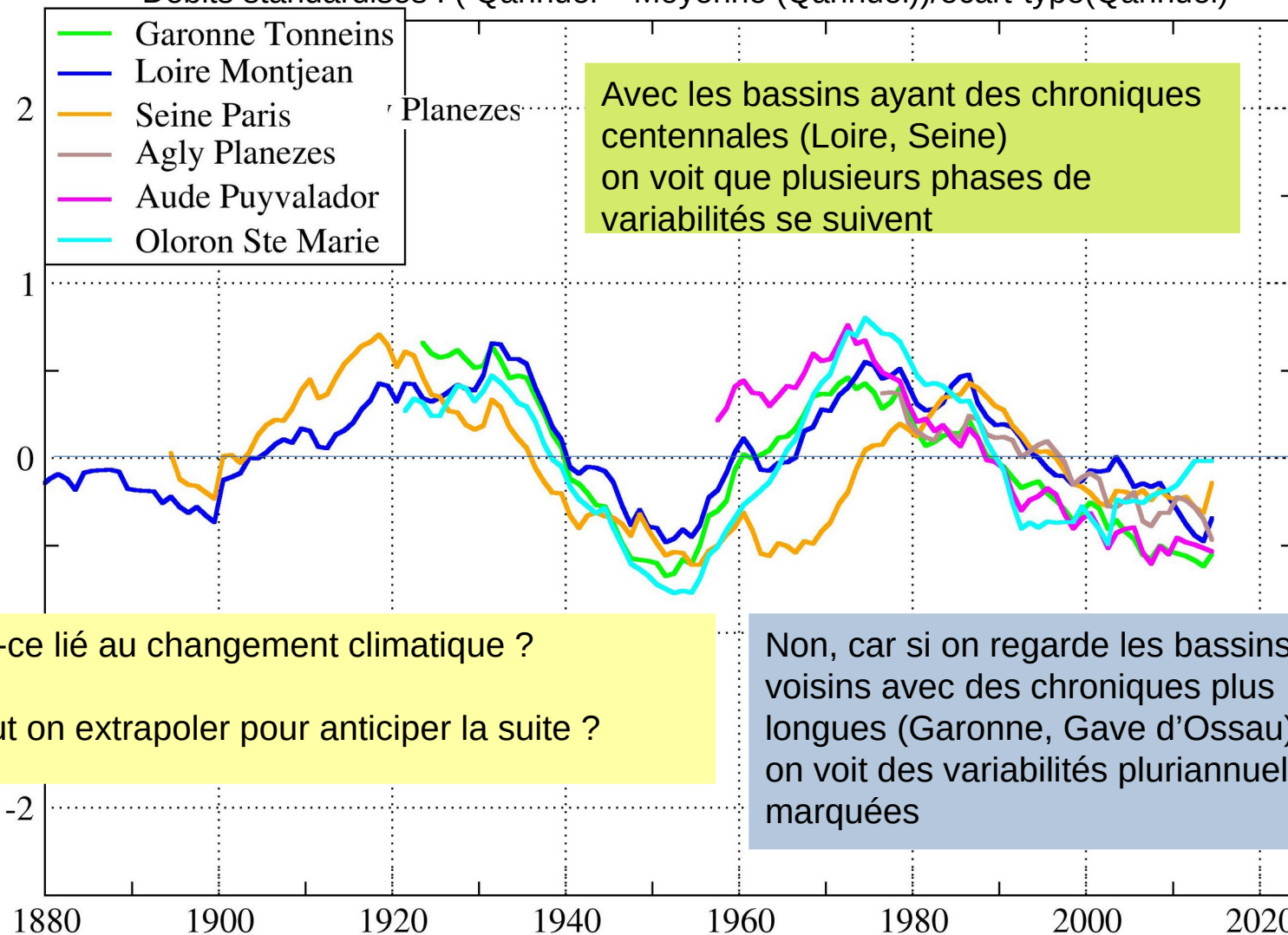
Peut-on extrapoler pour anticiper la suite ?

Non, car si on regarde les bassins voisins avec des chroniques plus longues (Garonne, Gave d'Ossau) on voit des variabilités pluriannuelles marquées

Tendances observées et changement climatique

Débits annuels observés de l'Agly à Planèzes

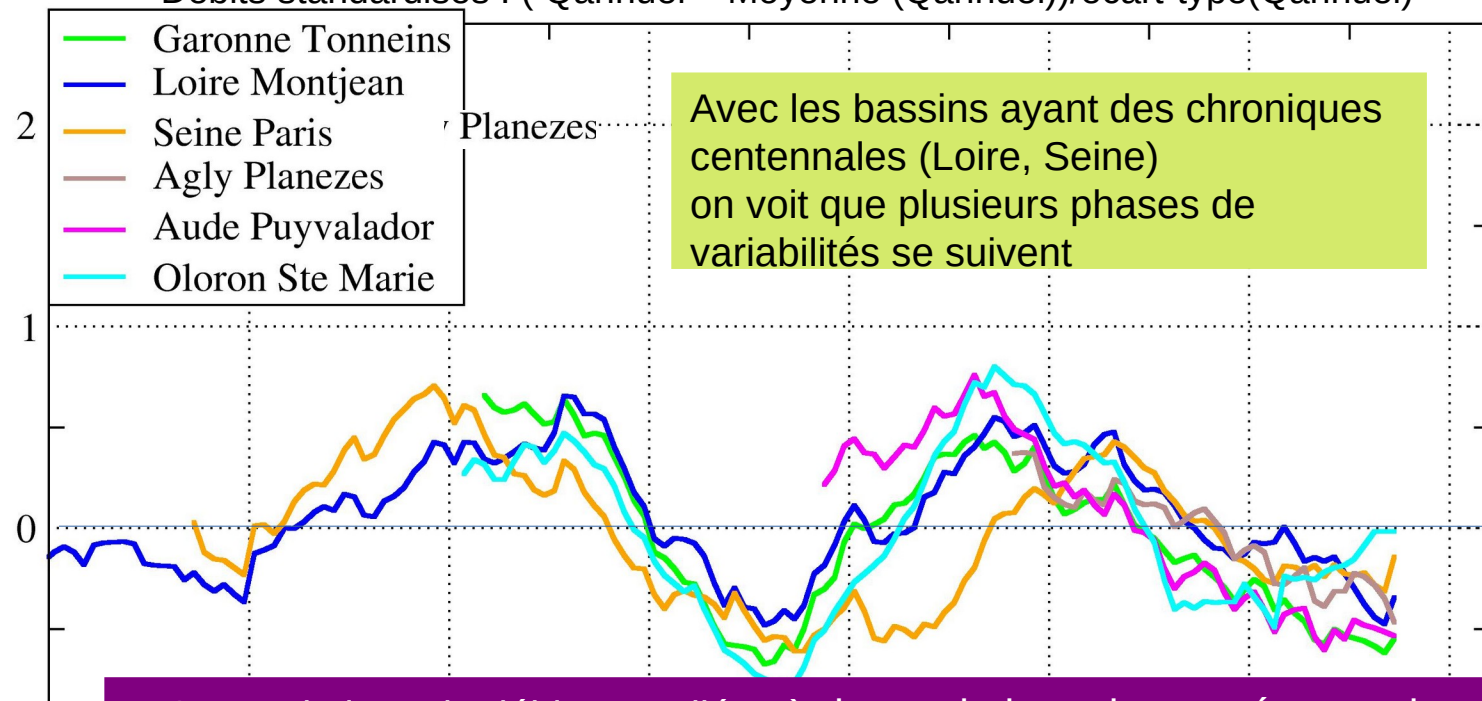
Débits standardisés : $(Q_{\text{annuel}} - \text{Moyenne}(Q_{\text{annuel}})) / \text{écart-type}(Q_{\text{annuel}})$



Tendances observées et changement climatique

Débits annuels observés de l'Agly à Planèzes

Débits standardisés : $(Q_{\text{annuel}} - \text{Moyenne}(Q_{\text{annuel}})) / \text{écart-type}(Q_{\text{annuel}})$



Est-ce lié

Peut on e

-2

1880

Ces variations de débits sont liées à des variations de température de l'océan atlantique (Variabilité Multidécennale Atlantique, AMO)
Elles conduisent à des changements de circulation atmosphérique impactant le climat en France et en Europe surtout au printemps (Boé et Habets HESS 2014)

Ces téléconnexions sont mal vues par les modèles de climat
Ces variabilités sont sans doute impactées par le changement climatique
⇒ **difficile d'anticiper la suite sur ces bases**

Comment définir la sécheresse ?

- 1/ **socialement**: déficits gênants : dépassement **observé** de seuils considérés à risque
⇒ pour les activités humaines (alimentation en eau potable, refroidissement de centrales nucléaires)
⇒ pour la biodiversité (aquatique, zones humides...)

Problèmes : critères variables selon les lieux

- 2/ **statistiquement** : déficits rares ~ période de retour > 10 ans

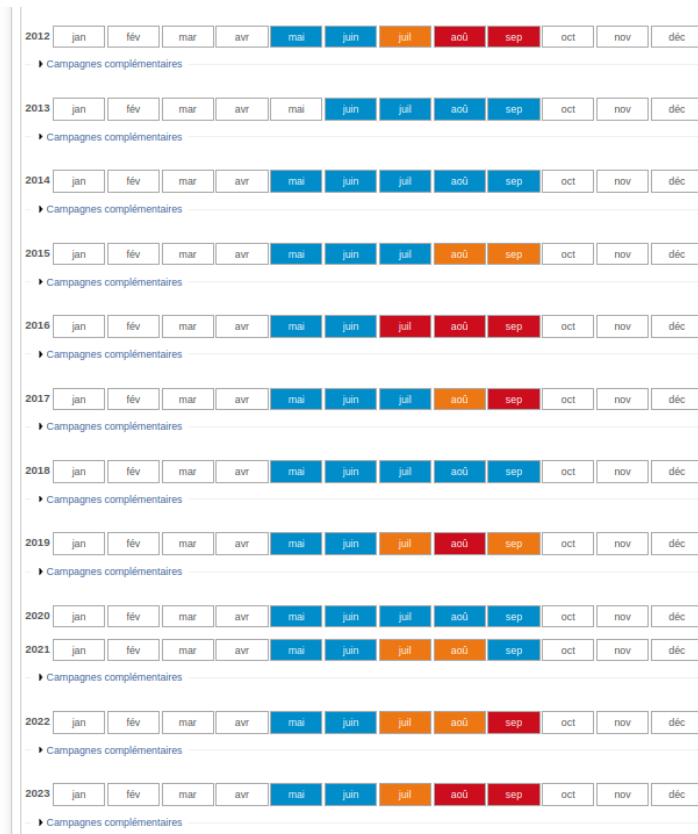
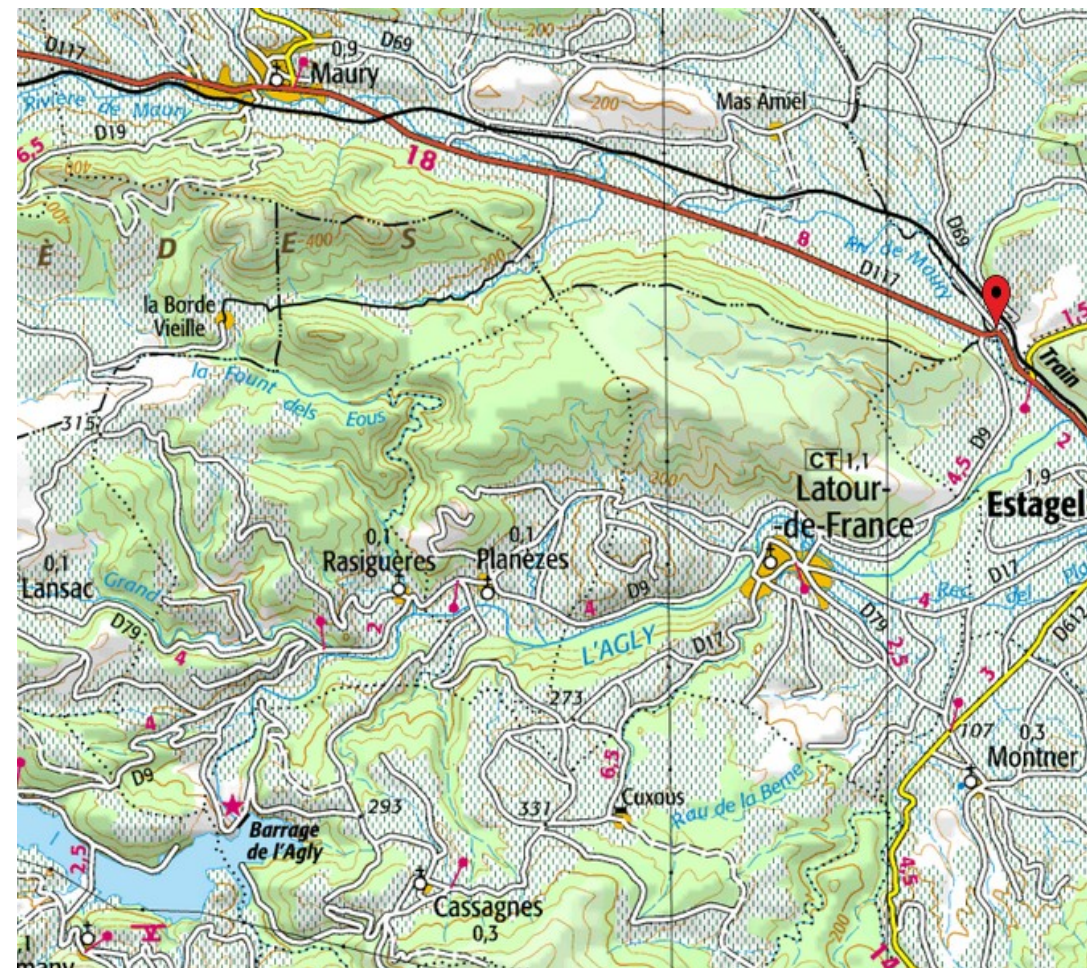
➔ Analyse de chroniques **observées**
(pas toujours disponibles sur de longues périodes)
ou **simulées**

Pluie, débits, humidité du sol, niveau des nappes....

Tendances observées et changement climatique

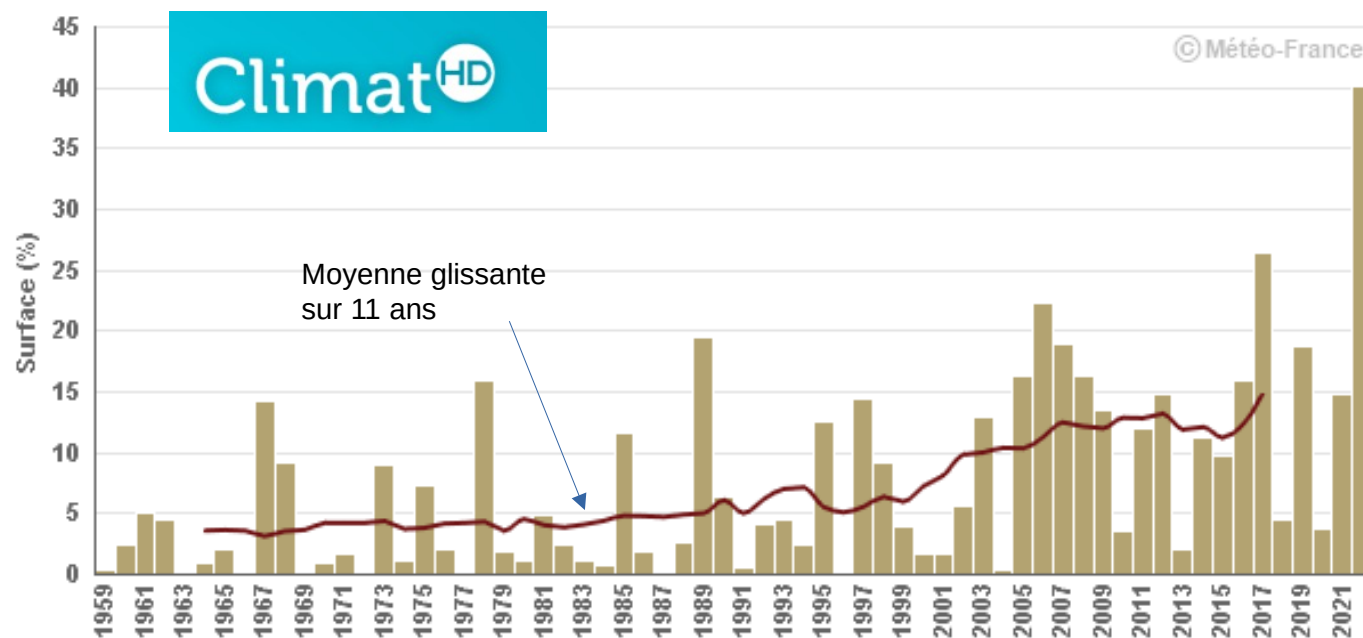
Les petits cours d'eau s'assèchent plus rapidement
⇒ fort impact sur la biodiversité

A Maury, les écoulements en août n'ont été visibles que 4 années depuis 2012



<https://onde.eaufrance.fr/>

Evolution des sécheresses des sols en Languedoc Roussillon



Alors que dans les années 60, seuls 5 % du Languedoc Roussillon était touché par une sécheresse du sol, en 2022, 40 % de la région ont été touché

Résultats issus du modèle SIM (Vidal et al., 2010)

Prévisions saisonnières

Depuis 2020, on réalise des prévisions saisonnières des nappes
⇒ prévisions Aquif-FR

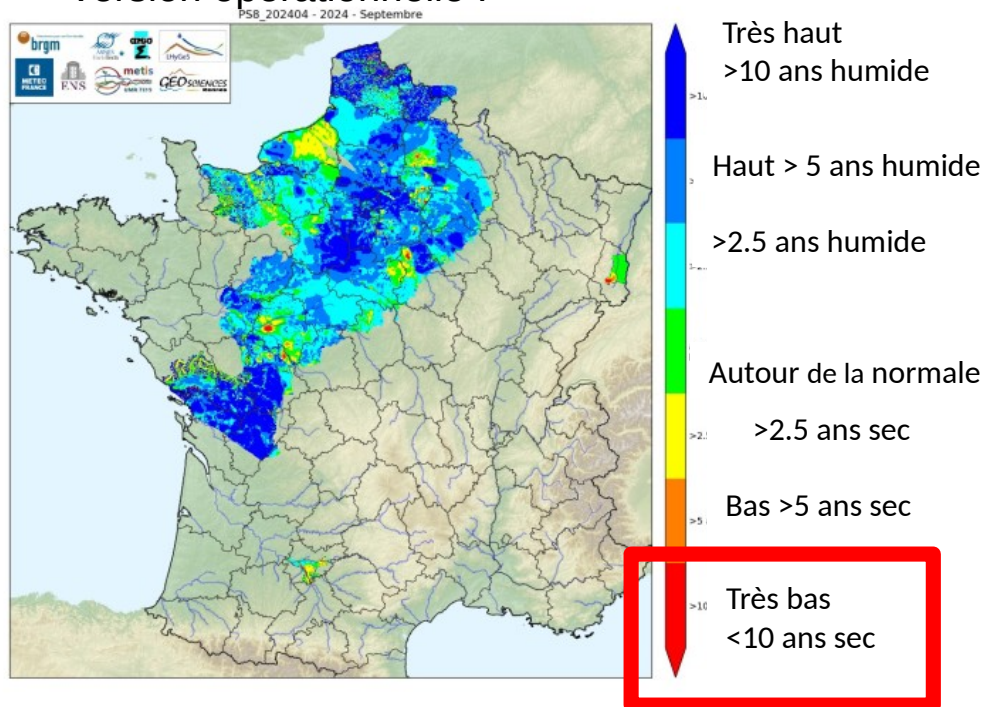
Assez performantes pour anticiper **les sécheresses des nappes**

Prévisions pour Septembre 2024

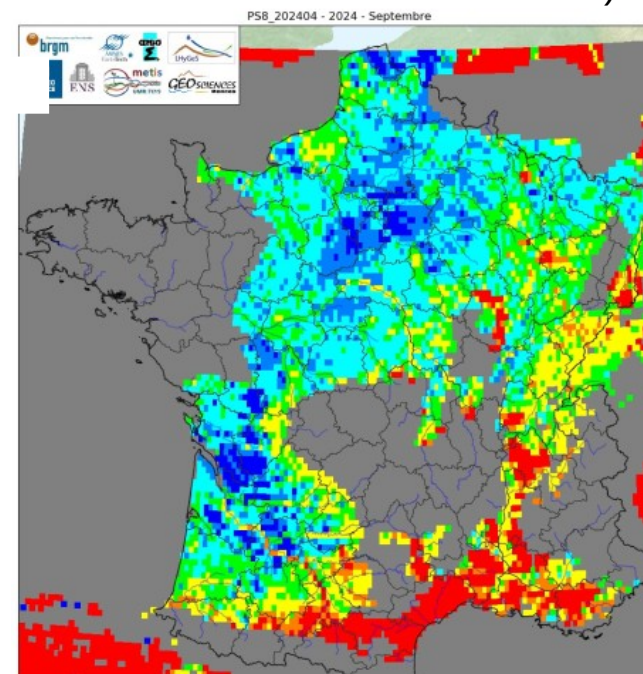
⇒ pas de certitude sur les précipitations, mais T° + chaudes

⇒ la sécheresse des nappes s'étend du bas Rhône aux Pyrénées

Version opérationnelle :



Extension France entière **à évaluer**
(source : Simon Munier Météo France)



Modèle CTRIP

Vergnes et al., 2020 HESS

Habets et al., 2018

Projection de l'évolution des précipitations dans le Monde

SIXTH ASSESSMENT REPORT

Working Group I – The Physical Science Basis

ipcc

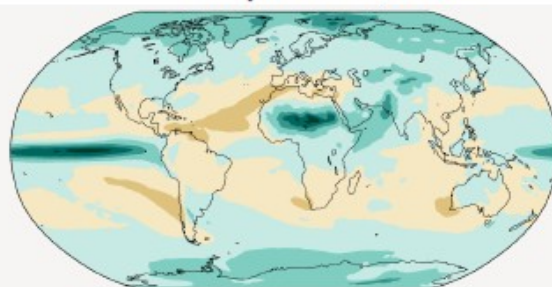
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change



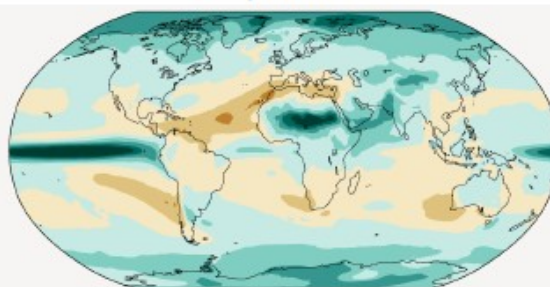
Pour chaque fraction de réchauffement planétaire supplémentaire, les changements sont amplifiés dans chaque région

Changements de précipitations ...

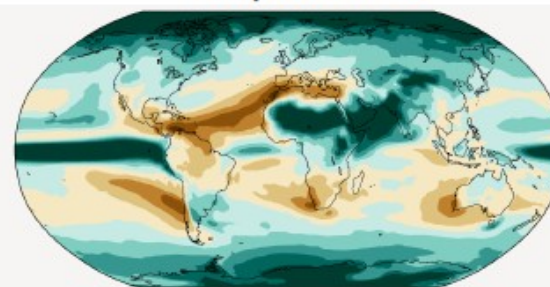
... pour 1,5°C



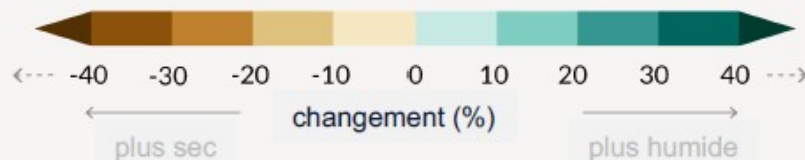
... pour 2°C



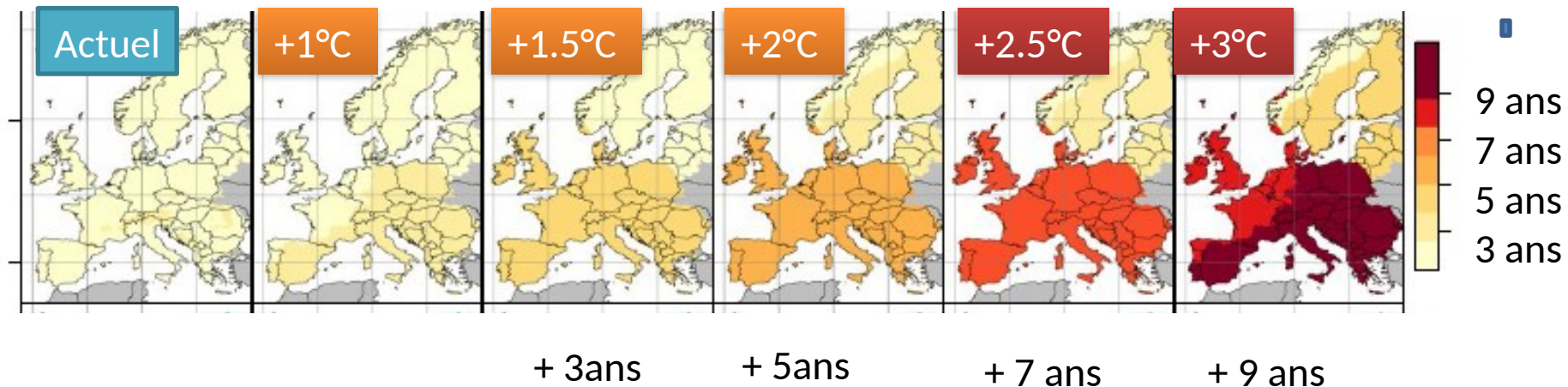
... pour 4°C



Certains changements sont faibles en valeur absolue mais apparaissent larges en % dans les régions sèches



Projection de l'évolution de la durée des sécheresses les plus longues en Europe
(moyenne multimodèle)



Samaniego et al., 2018

Toutes les études s'accordent sur une augmentation des sécheresses en Europe
⇒ Chaque ½ degré compte

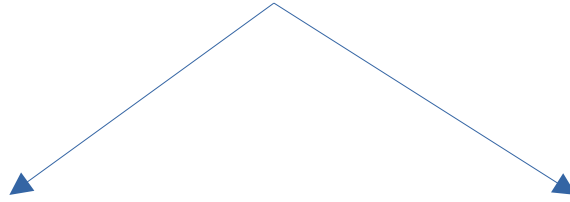
Actuellement: des tensions sur l'eau dans certaines régions d'Europe (*confiance haute*)

Le développement de réserves et de transferts interbassins créent des inégalités d'accès et perpétuent des pratiques mal-adaptatives (*confiance haute*)

Autour de 2°C, des mesures transformationnelles (par exemple: changement importants d'occupation des sols) deviennent nécessaires (*confiance moyenne*)

Autour de 3°C, même un très grand nombre de mesures d'adaptation cohérentes ne peuvent garantir d'éviter des pénuries d'eau (*confiance moyenne*)

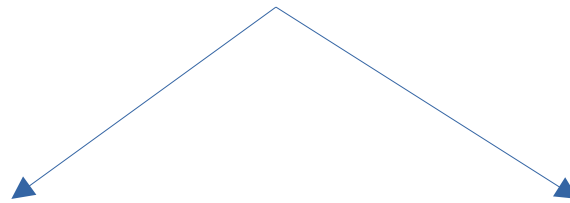
Adaptation aux sécheresses



Augmenter l'offre

Réduire la demande

Adaptation aux sécheresses

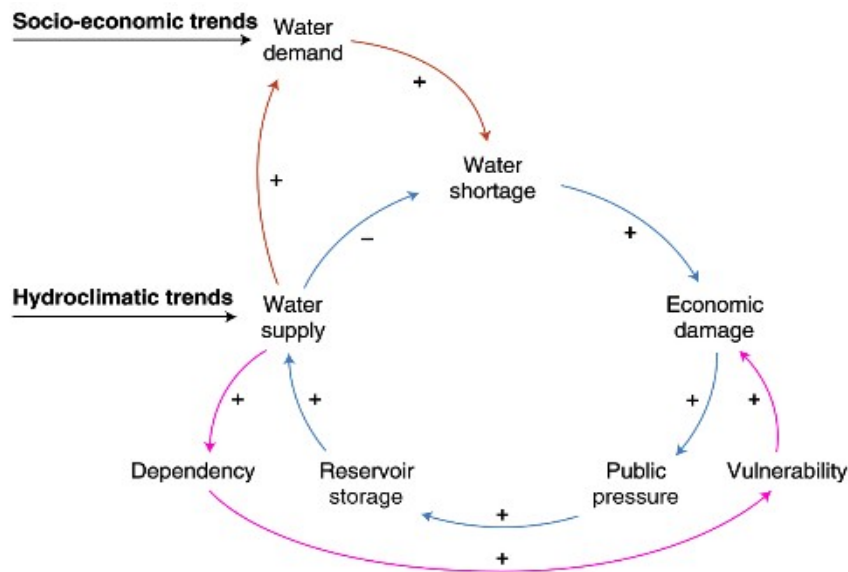


Augmenter l'offre

Pb : verrouillage technique

Réduire la demande

Pb : souvent limité à performance



Di Baldassare et al. 2018

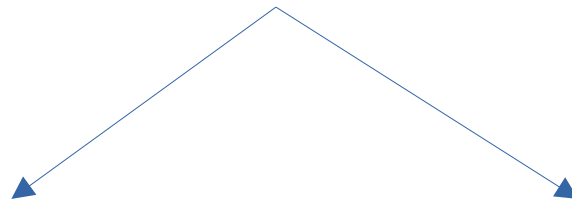
Une grille d'analyse du couple sobriété/efficacité

Barles, Coutard, Mongeard, Oiry, travail en cours dans le cadre du GREC IdF

Dimension de l'analyse :	Sobriété	Efficacité
Halo terminologique	Frugalité (Décroissance)	Performance (Découplage)
Récit	« Mieux avec moins » « Moins avec beaucoup moins »	« Plus avec moins »
Normes relatives aux pratiques	Satisfaction des « besoins essentiels » Consommer moins	(Sur)consommation Consommation « responsable »
Appréhension des actions des individus dans les dynamiques de transition	Pratiques	Comportements
Objectif en termes de quantités métabolisées	Réduction absolue	Réduction relative (avec risque d'effet rebond)
Séquence ERC	Éviter, réduire Zéro brut	Compenser Zéro net
Ressources	Ressources renouvelables, en grande partie surfaciques Rareté absolue	Importance des ressources minières Rareté relative Usages des co-produits
Réponses à la pression sur les ressources	« Budgets » (énergie, GES, ressources, sols, matériaux...)	« Modernisation écologique » ; innovation technologique

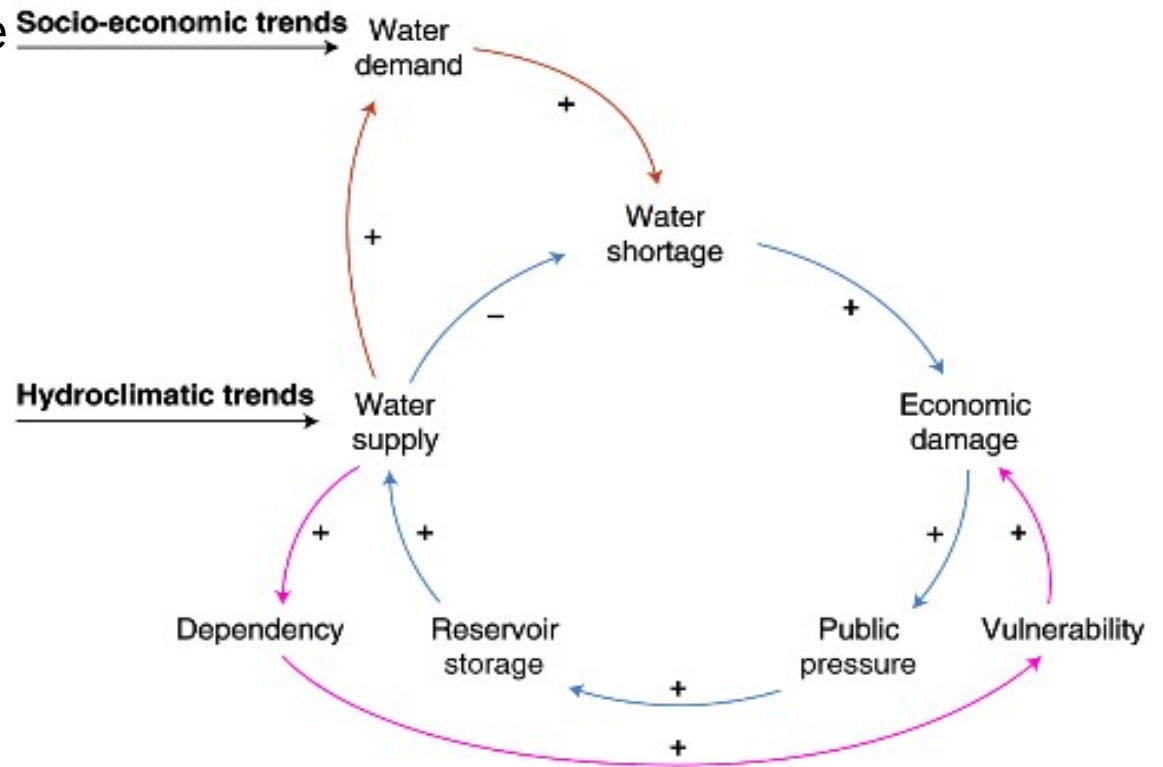
Barles et al., 2024

Adaptation aux sécheresses



Augmenter l'offre

Pb : verrouillage technique



Di Baldassare et al. 2018

Adaptation aux sécheresses

Réduire la demande

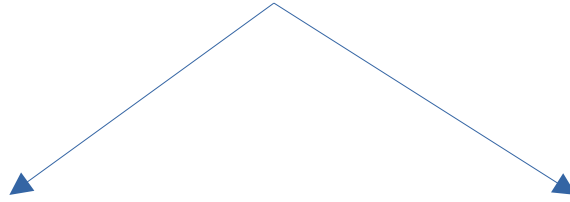
Pb : souvent limité à performance

Une grille d'analyse du couple sobriété/efficacité

(Barles, Coutard, Mongeard, Oiry, travail en cours dans le cadre du GREC ÎdF)

Dimension de l'analyse :	Sobriété	Efficacité
Halo terminologique	Frugalité (Décroissance)	Performance (Découplage)
Récit	« Mieux avec moins » « Moins avec beaucoup moins »	« Plus avec moins »
Normes relatives aux pratiques	Satisfaction des « besoins essentiels » Consommer moins	(Sur)consommation Consommation « responsable »
Appréhension des actions des individus dans les dynamiques de transition	Pratiques	Comportements
Objectif en termes de quantités métabolisées	Réduction absolue	Réduction relative (avec risque d'effet rebond)
Séquence ERC	Éviter, réduire Zéro brut	Compenser Zéro net
Ressources	Ressources renouvelables, en grande partie surfaciques Rareté absolue	Importance des ressources minières Rareté relative Usages des co-produits
Réponses à la pression sur les ressources	« Budgets » (énergie, GES, ressources, sols, matériaux...)	« Modernisation écologique » ; innovation technologique

Adaptation aux sécheresses



Augmenter l'offre

Réduire la demande

Conclusions :

On observe des tendances nettes à l'**augmentation des sécheresses en France**
Et surtout dans les Pyrénées Orientales

Plusieurs influences expliquent les tendances observées :

- Variabilité multi-décennale
- Augmentation de la pression humaine
- Changement climatique

Plus le changement climatique sera marqué, **plus les sécheresses seront longues**,
au risque d'empêcher toute forme d'adaptation

La **biodiversité** souffre aussi des sécheresses, mais, et souvent doublement
pénalisée par une pression croissante des activités humaines sur l'eau

Eau: Patrimoine Commun