

Séminaire du LIED, Université Paris Cité, 31 octobre 2023

L'eau et ses usages : les contraintes nouvelles imposées par le changement climatique

Agnès DUCARNE

Directrice de recherche CNRS

METIS-IPSL, Sorbonne Université, Paris, France

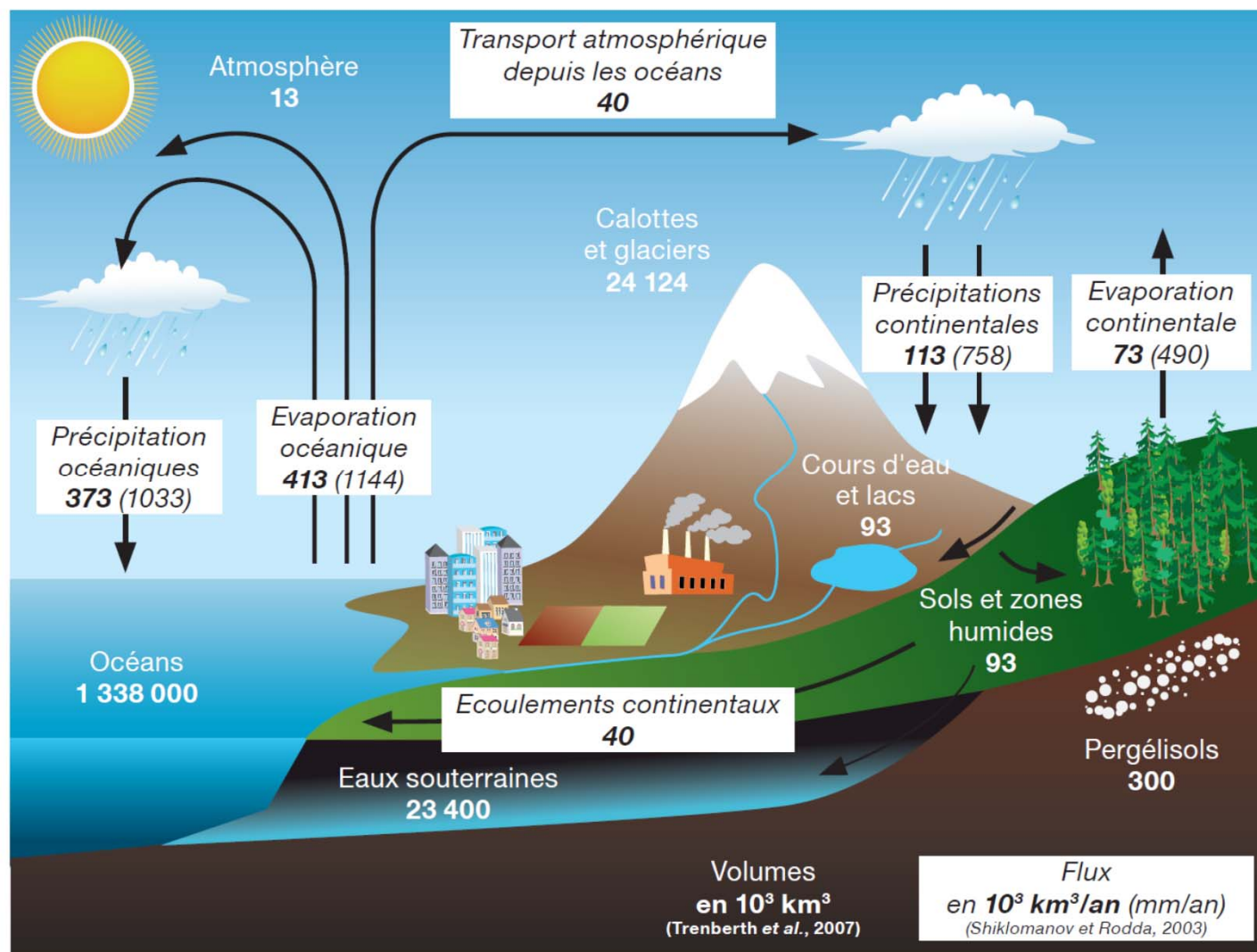
agnes.ducharne@upmc.fr

Aussi membre de l'Académie d'Agriculture, du CS du BRGM et de Scientifiques en Rébellion



Les ressources en eau : entre offre naturelle et demande humaine

- Les volumes d'eau douce exploitables pour les usages humains circulent dans **rivières, lacs et nappes phréatiques**
- **Ressource renouvelée**, égale chaque année à P – E dans le bassin versant amont : **limites régionales définies par climat et temps de renouvellement**
- Les ressources en eau varient saisonnièrement et sur le temps long en fonction du climat et de la géologie
- Ces « ressources » sont aussi le support de la biodiversité
- **Mais elles sont fortement influencées par les activités humaines** : occupation des terres, prélèvements, pollutions et changement climatique

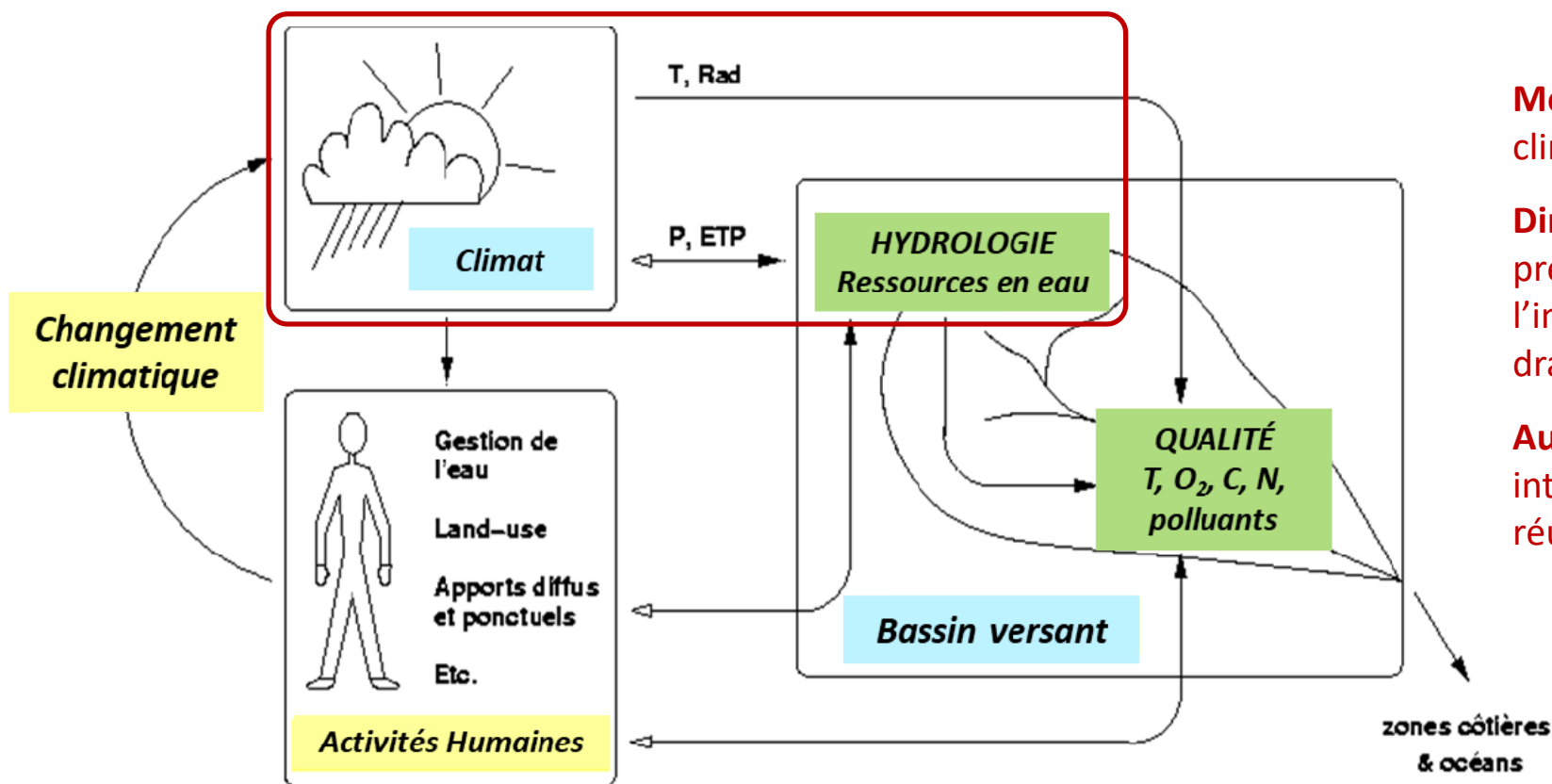


Ducharne et Laval (2015)
L'eau à découvert, CNRS Editions

Les ressources en eau : entre offre naturelle et demande humaine

L'anthropocène
J.-B. Fressoz
B. Latour

L'offre « naturelle » en eau



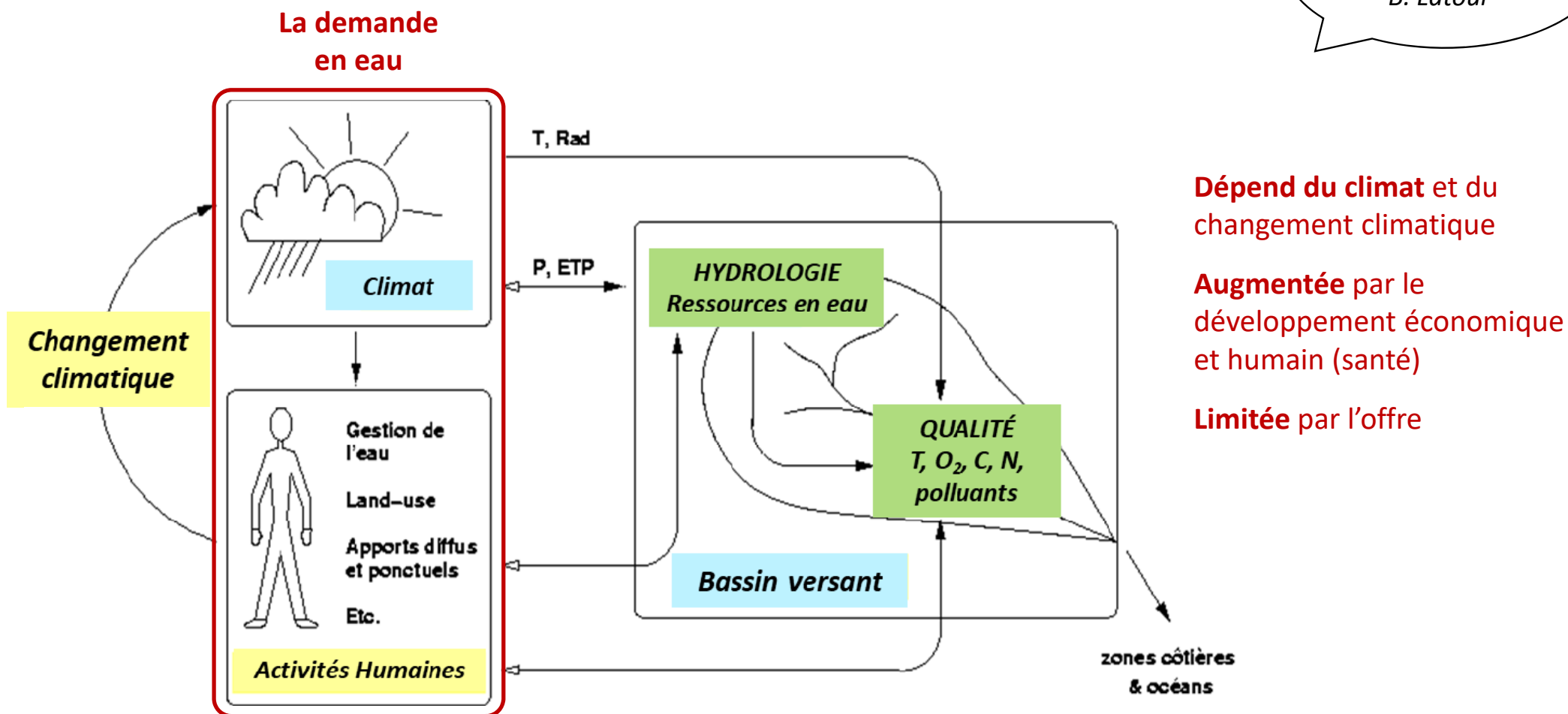
Modifiée par le changement climatique

Diminuée par les prélèvements, les pollutions, l'imperméabilisation et le drainage

Augmentée par le stockage inter-saisonnier, la réutilisation, les transferts

Les ressources en eau : entre offre naturelle et demande humaine

L'anthropocène
J.-B. Frescoz
B. Latour



- Introduction
 - **L'eau vue à travers le prisme de l'offre et de la demande**
- Changement climatique et ressources en eau
 - **Global et France, uniquement quantitatif**
- Illustration de la dépendance entre offre et demande
 - **Les retenues de substitution du Marais poitevin**
- Quelques remarques conclusives



Tendances passées sur les débits - Moyenne globale

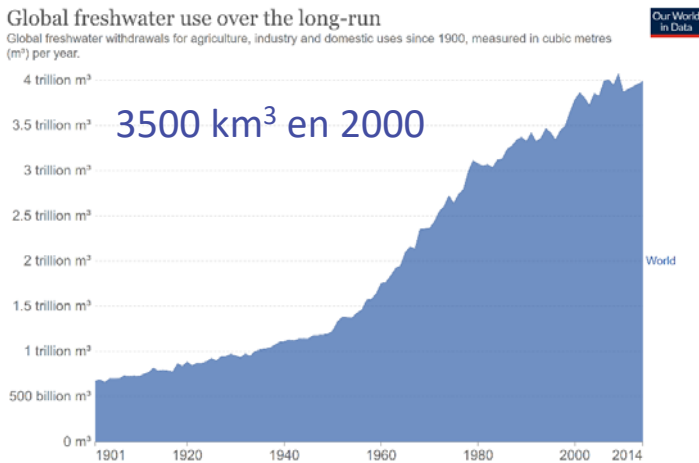
Méta-analyse de la littérature scientifique sur l'attributions des changements de débit au 20^{ème} siècle

→ 3 facteurs antagonistes avec fortes incertitudes

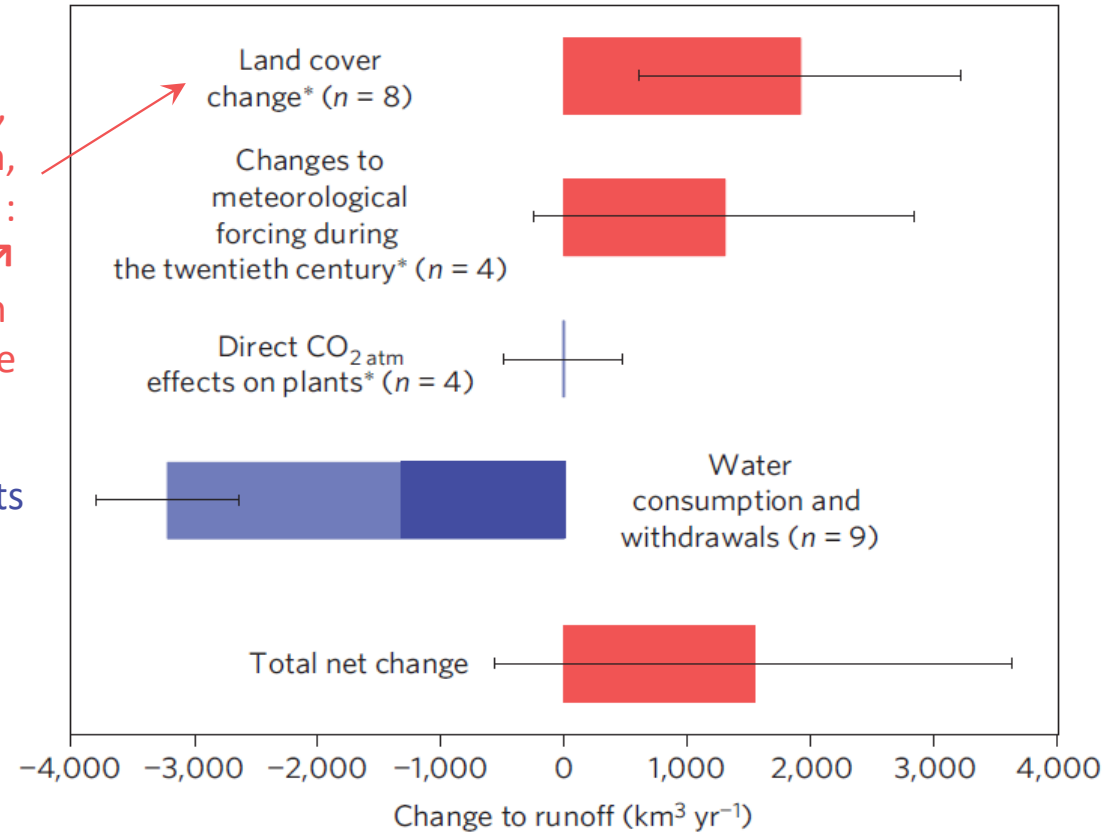
→ **difficile d'établir / attribuer des tendances historiques**

Déforestation,
urbanisation et imperméabilisation,
disparition de zones humides :
E ↘ et R ↗
Mais irrigation et afforestation
jouent en sens inverse

Prélèvements



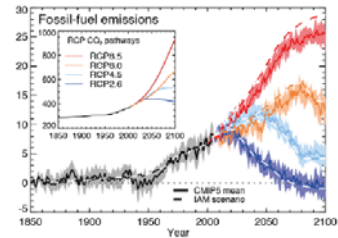
Source: Global International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) OurWorldInData.org/water-access-resources-sanitation/ • CC BY



Sterling et al., 2013, Nature Climate Change

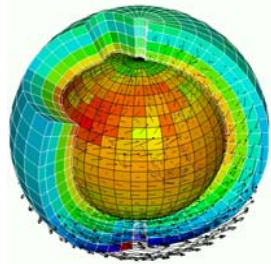
Impacts du changement climatique anthropique dans le futur

Scénarios d'émissions

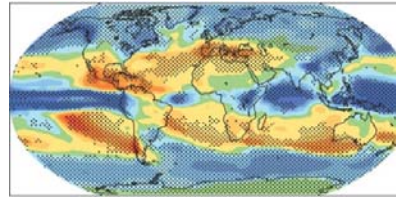


+ scénarios d'OS

Modèles climatiques globaux



Projections climatiques de grande échelle

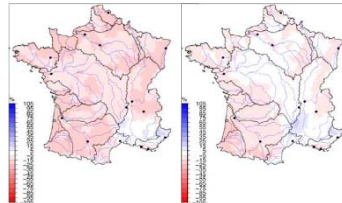


CMIP6 & GIEC
avec atlas interactif



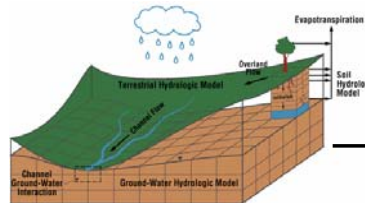
Descente d'échelle
+ correction de biais

Projections climatiques régionalisées

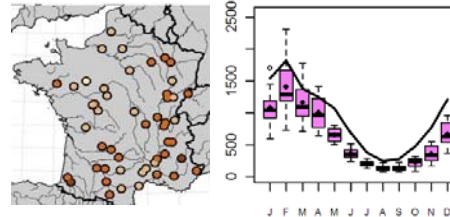


Exemple :
site DRIAS

Projections hydrologiques régionalisées



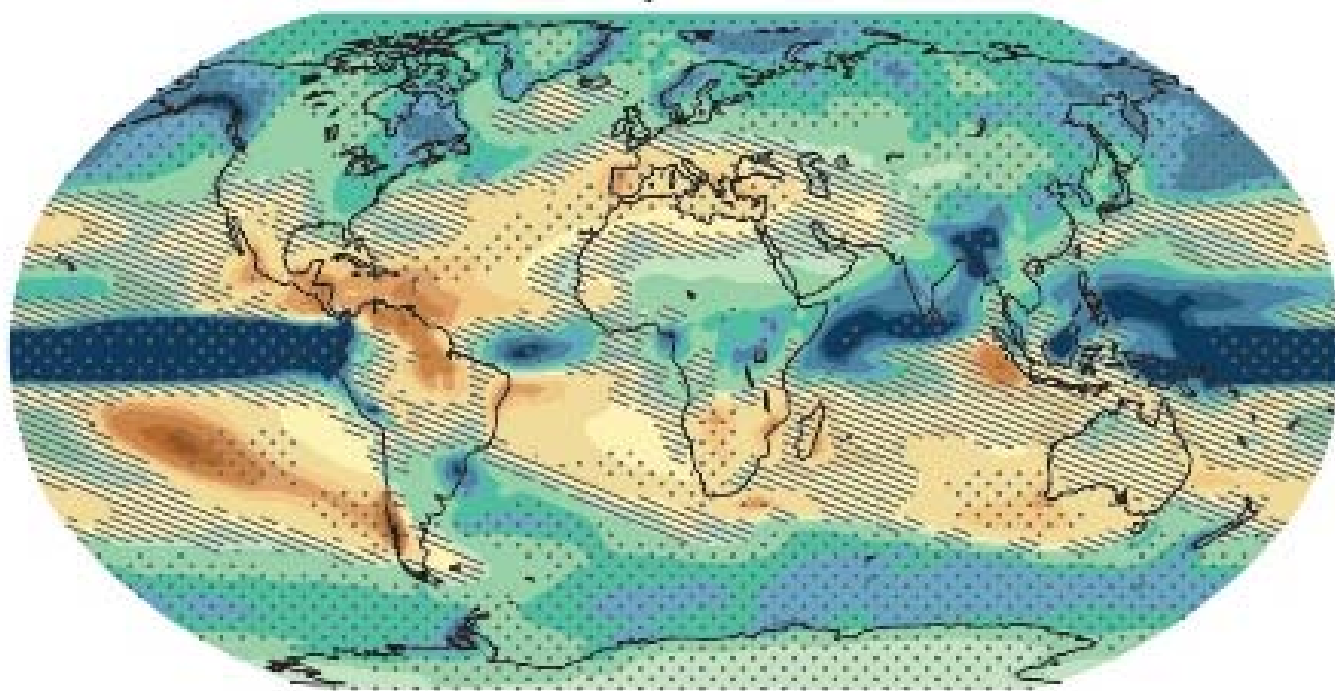
Modèles d'impact



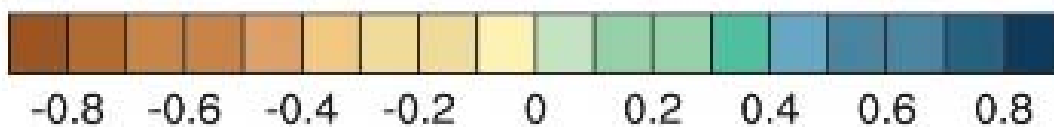
**Mais attention
aux incertitudes :
à tous les niveaux !!**

Accroissement des inégalités de précipitations

Annual mean changes in precipitation in 2081–2100
relative to 1986–2005 under RCP8.5



(mm day⁻¹)



Pointillés si changement robustes :

P augmente dans zones humides ou froides

P baisse dans zones sèches

The « poor gets poorer » paradigm

Hachures si changements incertains :

Dans les zones de transition

39 modèles de climat

Pointillés si chgt > 2 écart-type

et 90% modèles ok sur signe

Hachures si chgt < 1 écart-type

Evolution des précipitations en France ?

Nord de la France

Fortes incertitudes sur l'évolution des précipitations

- Précipitations annuelles ont plutôt tendance à augmenter
- Précipitations estivales ont plutôt tendance à baisser

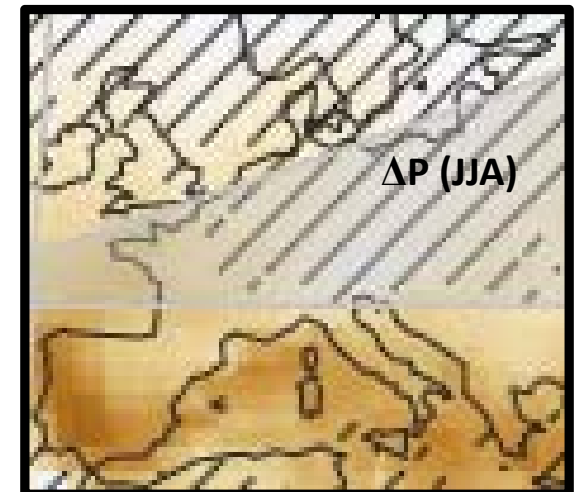
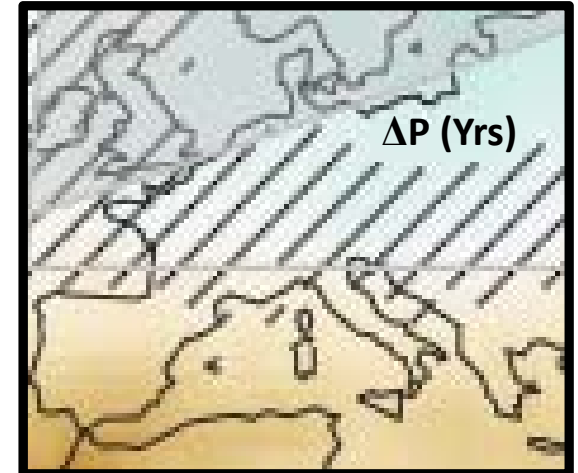
Sud de la France

Aridification très certaine

- Baisse des précipitations en cumul annuel, été et hiver
- Mais augmentation probable des très fortes pluies

Avec fortes incertitudes sur la position de la limite Nord-Sud

SSP5-8.5 ca 2050



Evolution des ressources en eau ?

Le changement climatique accélère le cycle de l'eau

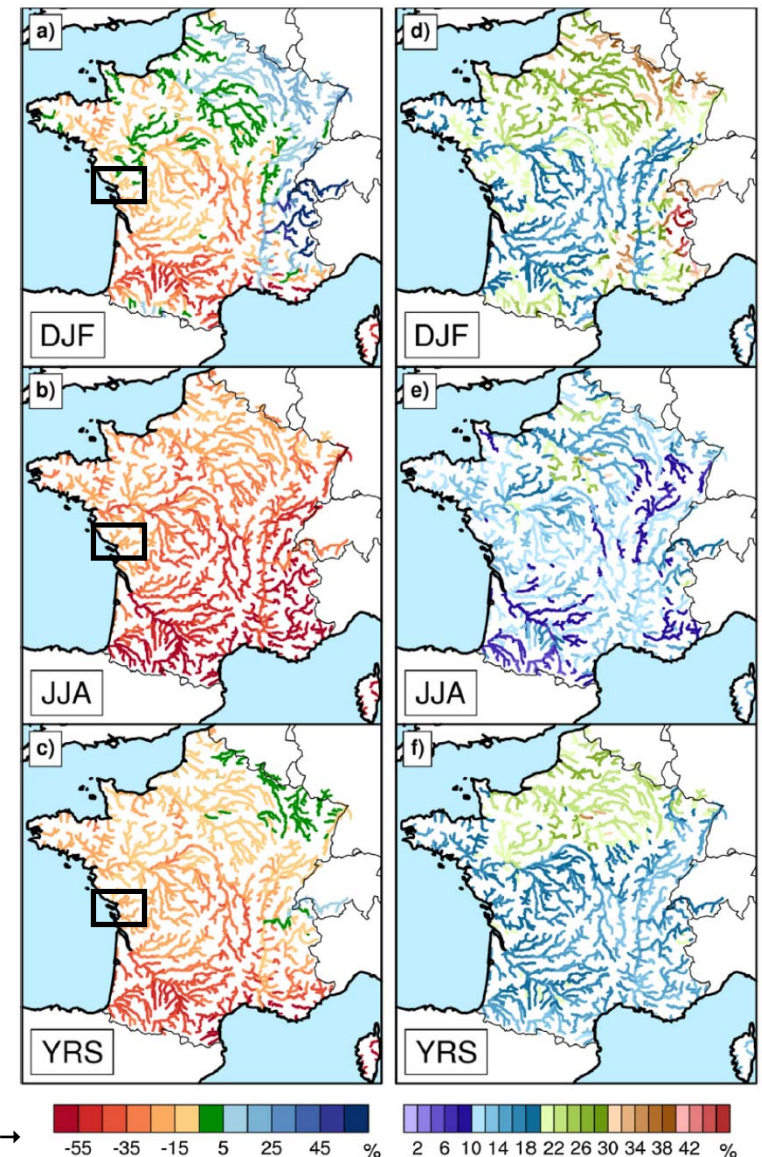
La cryosphère fond à toute vitesse (augmente les débits actuellement, mais cette source va se tarir)

Les précipitations globales augmentent avec le réchauffement :

- Augmentation concentrée dans les régions/saisons humides au détriment des régions/saison sèches
- Intensification des extrêmes (pluies intenses, inondations, sécheresses) y compris au sein d'un même territoire
- Donc **accroissement des inégalités d'apport en eau**, très pénalisant pour la gestion
- Et fortes incertitudes ! Notamment dans les zones de « transition » (entre + et -) dont la France

L'évaporation augmente avec le réchauffement, ce qui tend à réduire les ressources en eau ($P - E$).

En France métropolitaine, les ressources en eau vont baisser en été (très certain), et toute l'année au « Sud » (position de la limite Nord/Sud incertaine) – Déjà mesurable !



Changements de débit entre fin du 21^{ème} et fin du 20^{ème} siècles sous scénario GES pessimiste →
Hiver, été, annuel : moyennes (gauche) et incertitudes (droite) en %

Fig. 4. (a–c) Ensemble mean of relative streamflow changes (%) between the 1960–1990 and 2070–2100 periods under the RCP8.5 scenario on the Modcou hydrographic network. (d–f) Estimation of the uncertainty range at [5–95%] due to GCMs, estimated by a 1.64 standard deviation between simulations.

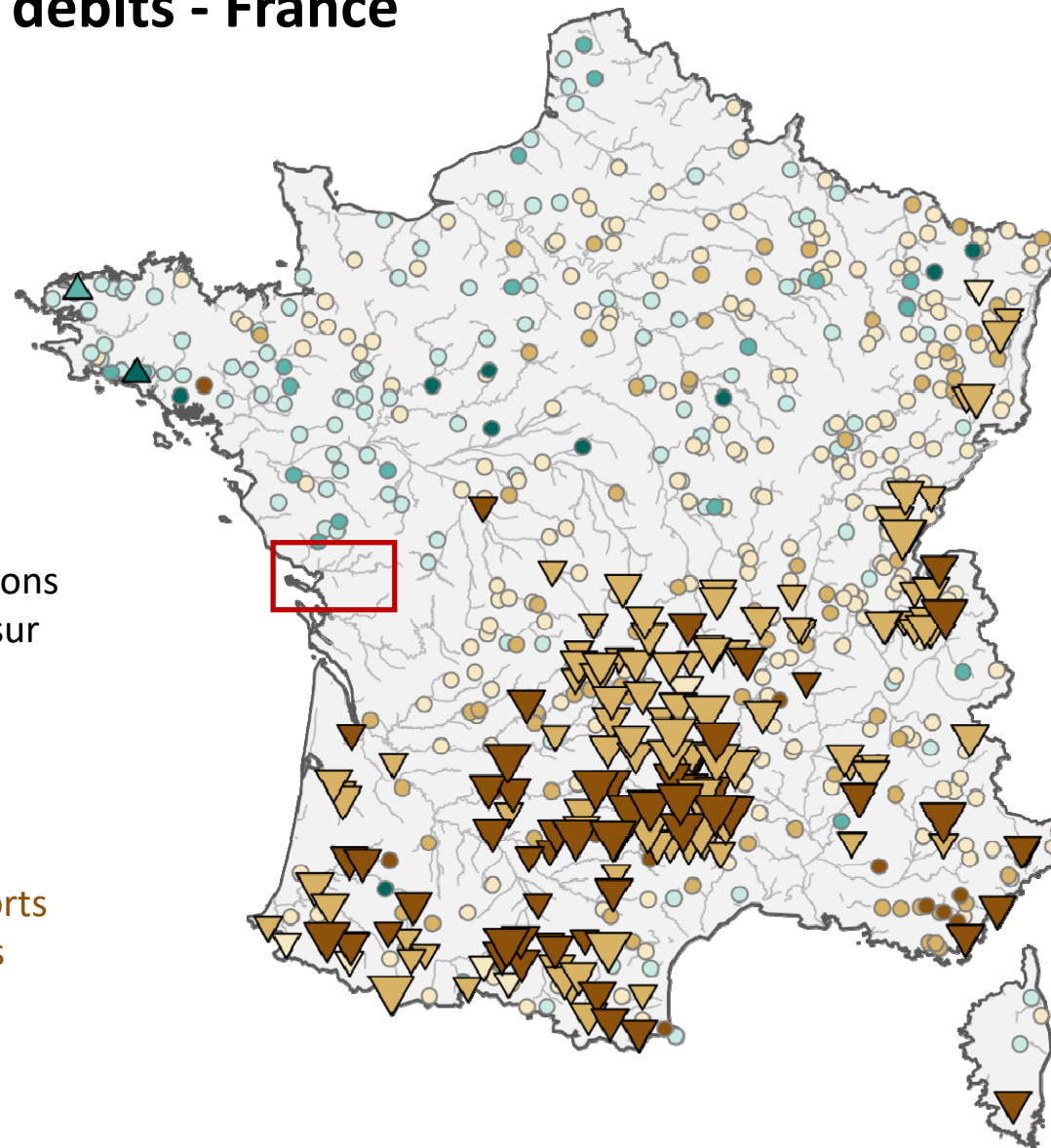
Tendances passées sur les débits - France

Données retenues :

- Un minimum de 30 années
- Une bonne qualité de la mesure
- Un régime peu perturbé par les actions humaines pour ne pas se tromper sur l'origine d'éventuels changements

Fort contraste Nord vs Sud sous l'influence du CC

On peut avoir des changements plus forts dus aux pressions anthropiques directes



Niveau de confiance

- △ Hausse (99%)
- △ Hausse (95%)
- △ Hausse (90%)
- Non sig.
- ▽ Baisse (90%)
- ▽ Baisse (95%)
- ▽ Baisse (99%)

Évolution en % par décennie

- (10, Inf]
- (5,10]
- (0,5]
- (-5,0]
- (-10,-5]
- (-Inf,-10]

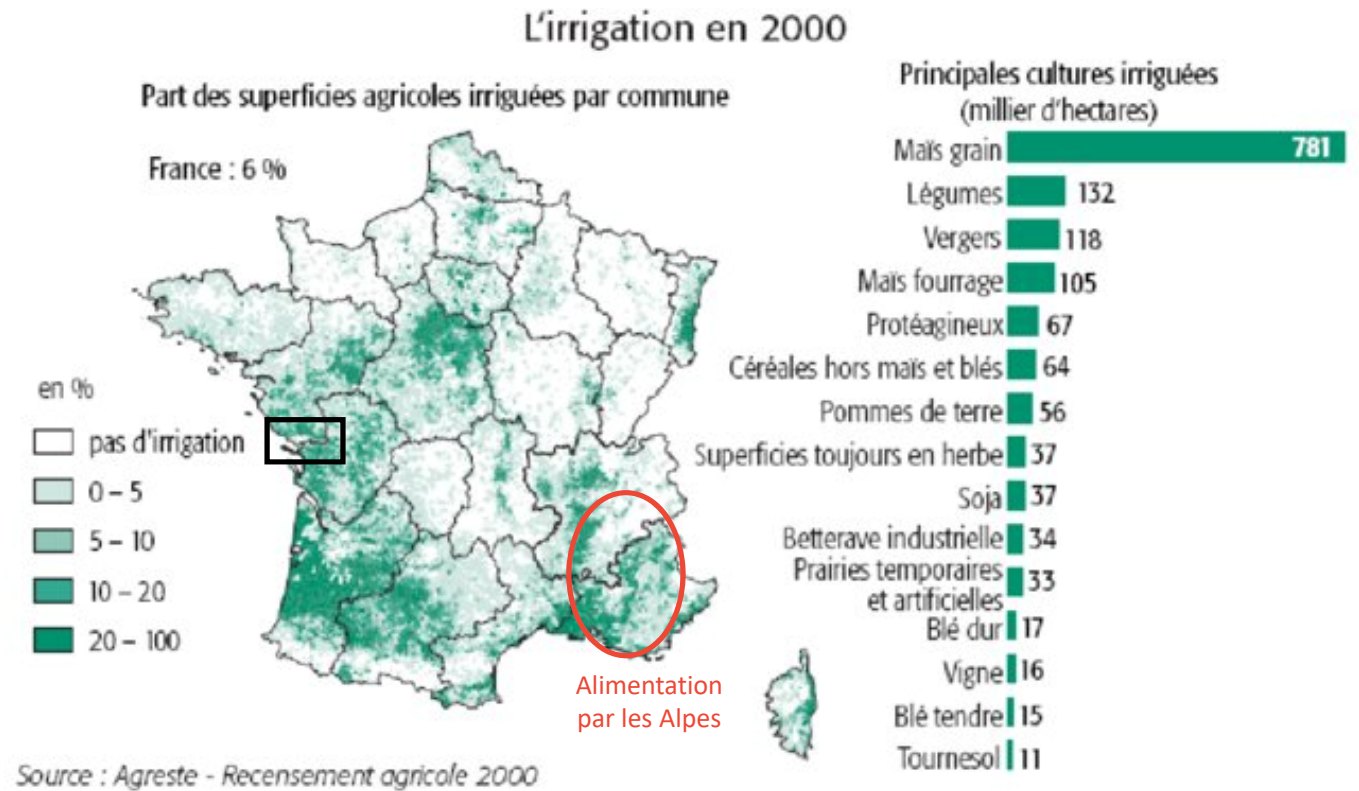
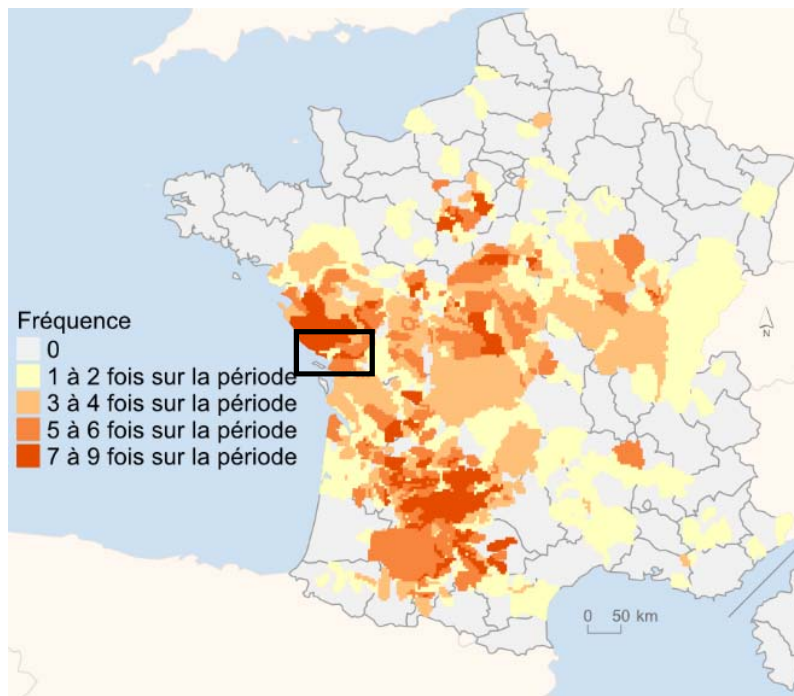
D'après (Vicente-Serrano *et al.*, 2019) DOI :
10.1029/2019GL084084

- Introduction
 - **L'eau vue à travers le prisme de l'offre et de la demande**
- Changement climatique et ressources en eau
 - **Global et France, uniquement quantitatif**
- Illustration de la dépendance entre offre et demande
 - **Les retenues de substitution du Marais poitevin**
- Quelques remarques conclusives



La problématique des sécheresses anthropiques

L'irrigation et son développement augmente les sécheresses (anthropiques)

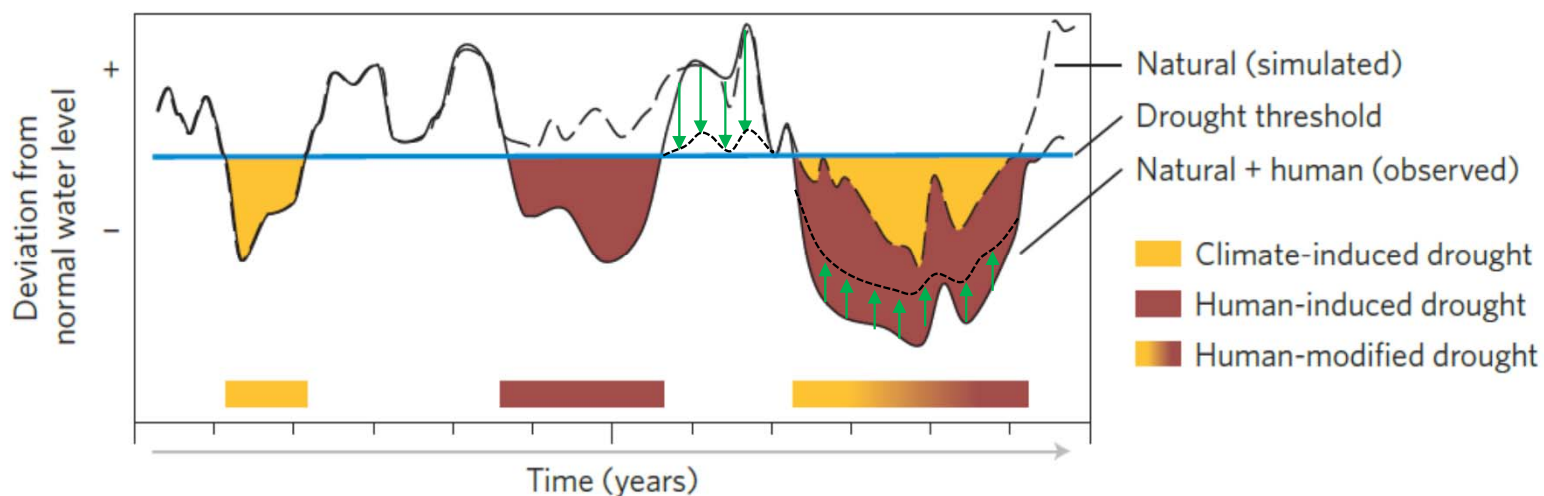


Fréquence des épisodes annuels de restriction de niveau « crise » des usages de l'eau superficielle d'une durée de plus d'un mois, sur la période 2012-2020

Surfaces irriguées peu différentes en 2010, **+15% en 2020**

Sécheresses anthropiques et retenues de substitution

D'après Van Loon et al. (2016) « Drought in the Anthropocene »,
Nature Geoscience, volume 9, pages 89–91.



Les sécheresses hydrologiques correspondent à des valeurs anormalement basses des ressources en eau.

Les sécheresses hydrologiques sont souvent intensifiées par les pompages, dont un but est de réduire les sécheresses agricoles.

C'est la composante anthropique des sécheresses qui justifie les politiques de restriction d'eau pour protéger la ressource.

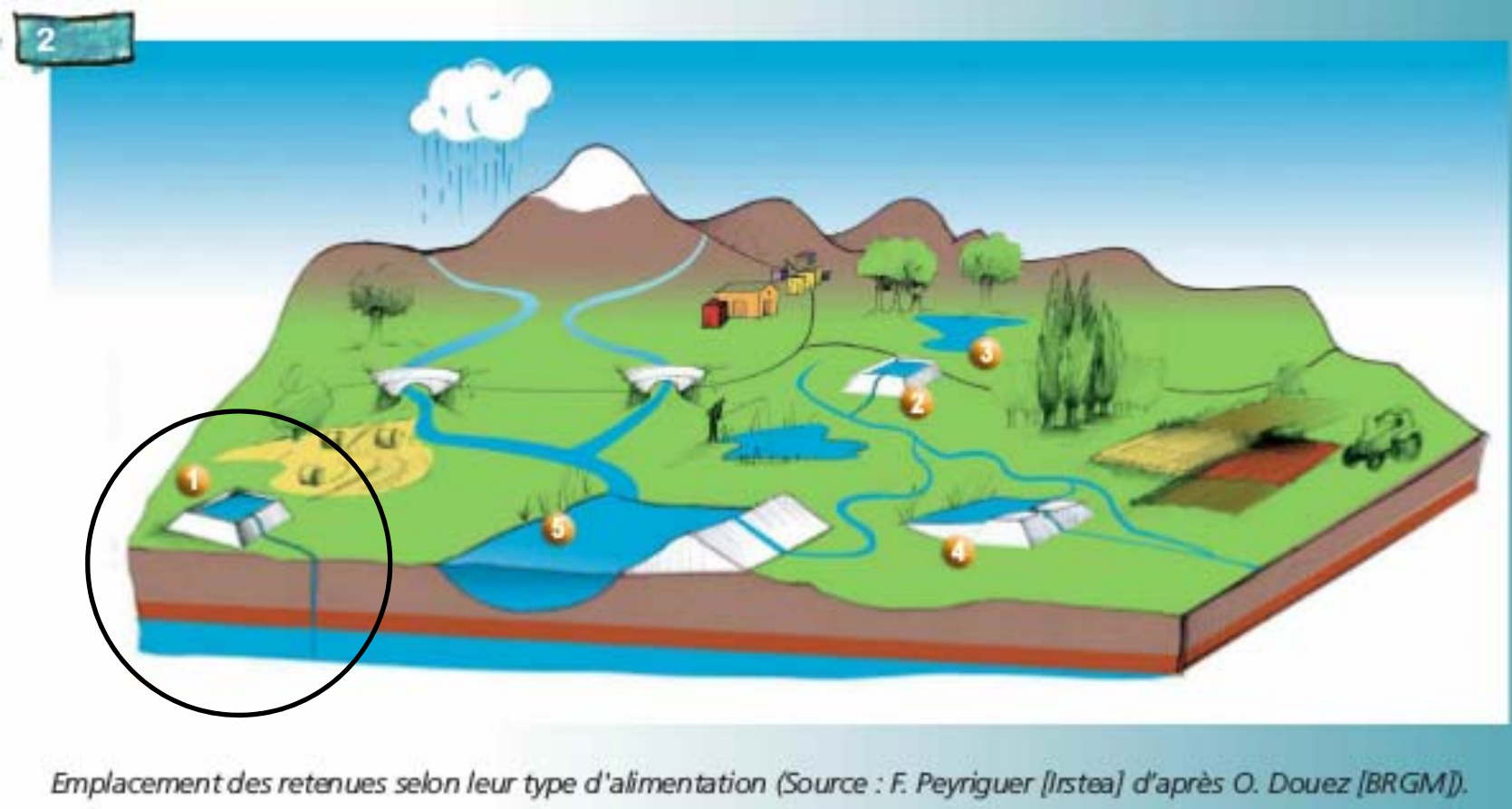
La substitution consiste à pomper en hiver pour remplacer des pompages excessifs en été, qui seraient interdits par le législateur ou le préfet.

Elle concerne généralement des pompages en nappe.

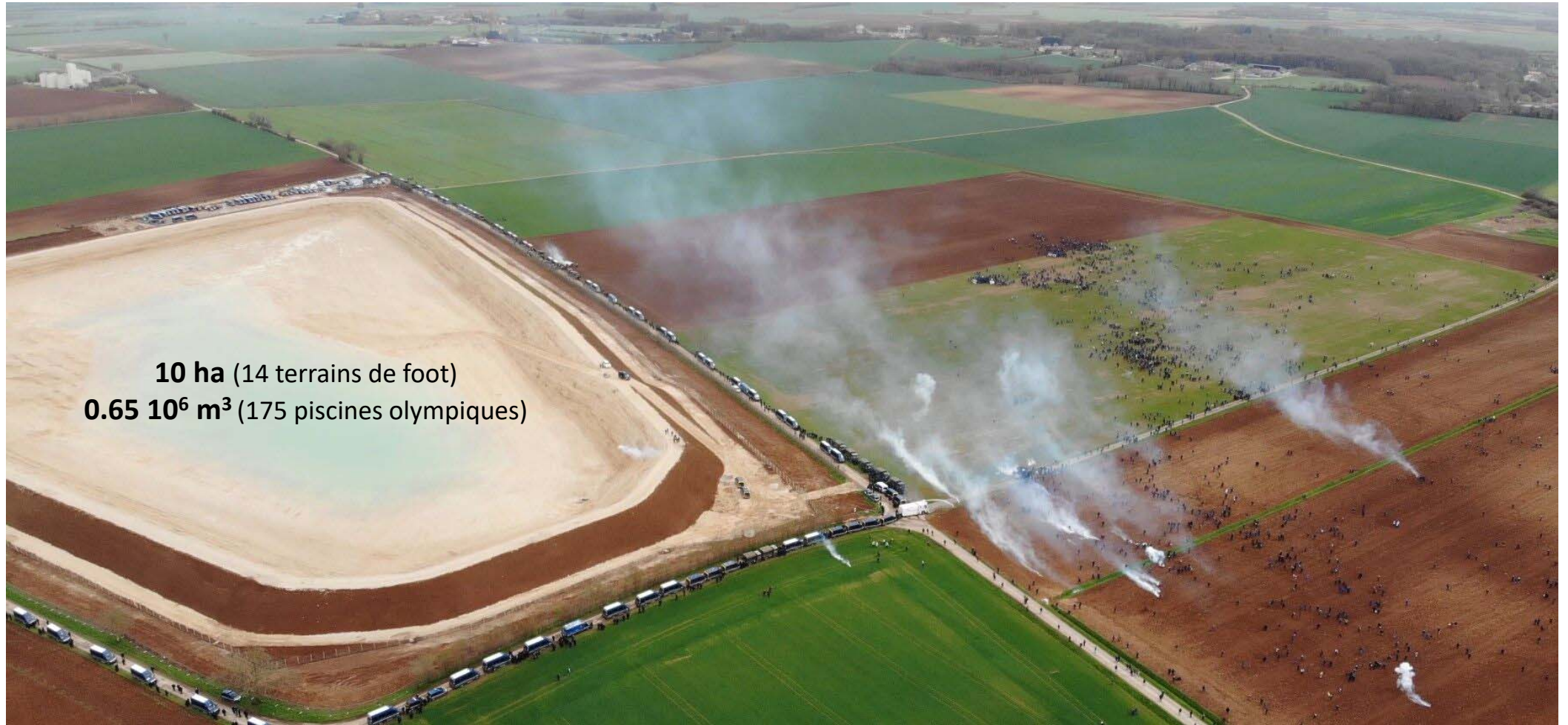
L'eau pompée l'hiver doit être stockée dans des réserves artificielles (ou bassines) pour être utilisée l'été.

Pour les irrigants, cette solution permet une « sécurisation » de l'offre.

Les différents types de retenues d'eau



Sainte Soline



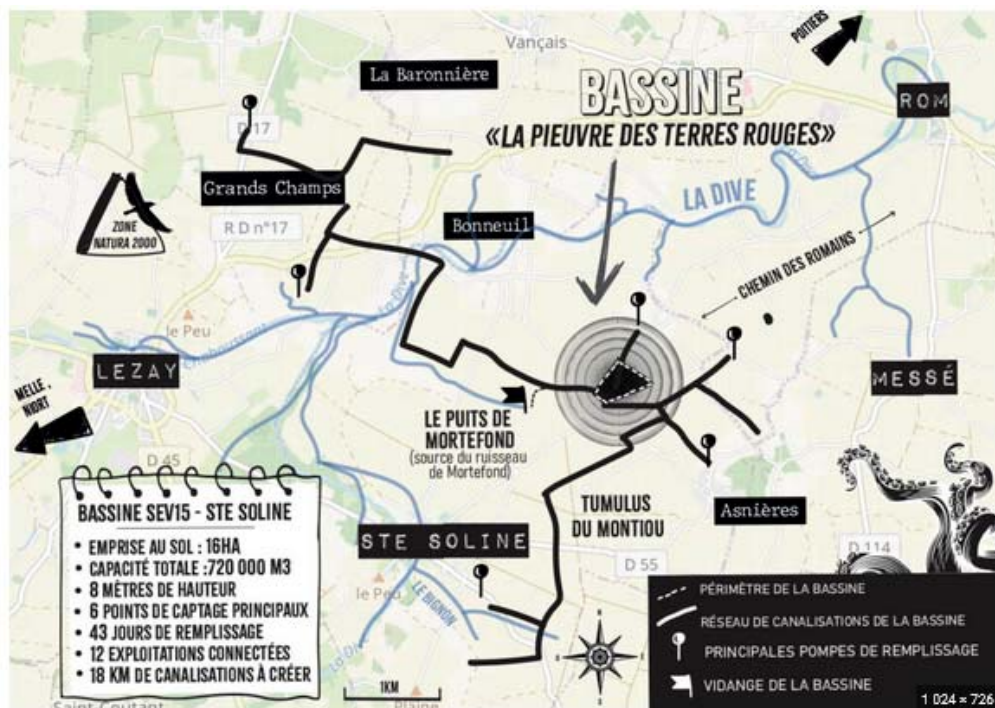
10 ha (14 terrains de foot)
0.65 10⁶ m³ (175 piscines olympiques)

Vue aérienne de la méga-bassine de Sainte Soline le 25/03/2023

Créateur : Joanie Lemerrier

Sainte Soline

**A l'automne 2023,
le remplissage de Sainte-Soline n'a pas commencé**



Document non sourcé,
probablement anti-bassine
avec le réseau de canalisations

Manifestation de Sainte Soline le 29/10/2022

<https://gsg9polizei.blogspot.com/2023/06/manifestation-anti-bassines-sainte.html>



<https://coopdeleau79.com/les-reserves-d-eau.html>

SEV15 – Sainte Soline

Localisation : **Sainte-Soline, Les Terres Rouges**

Volume : **627 868 m3**

Nombre d'exploitations concernées : **26**

Nombre d'exploitations raccordées : **12**

Activité des exploitations : **Polycultures - Elevages - Cultures spéciales**

Nombre de points de prélèvement l'été : **38**

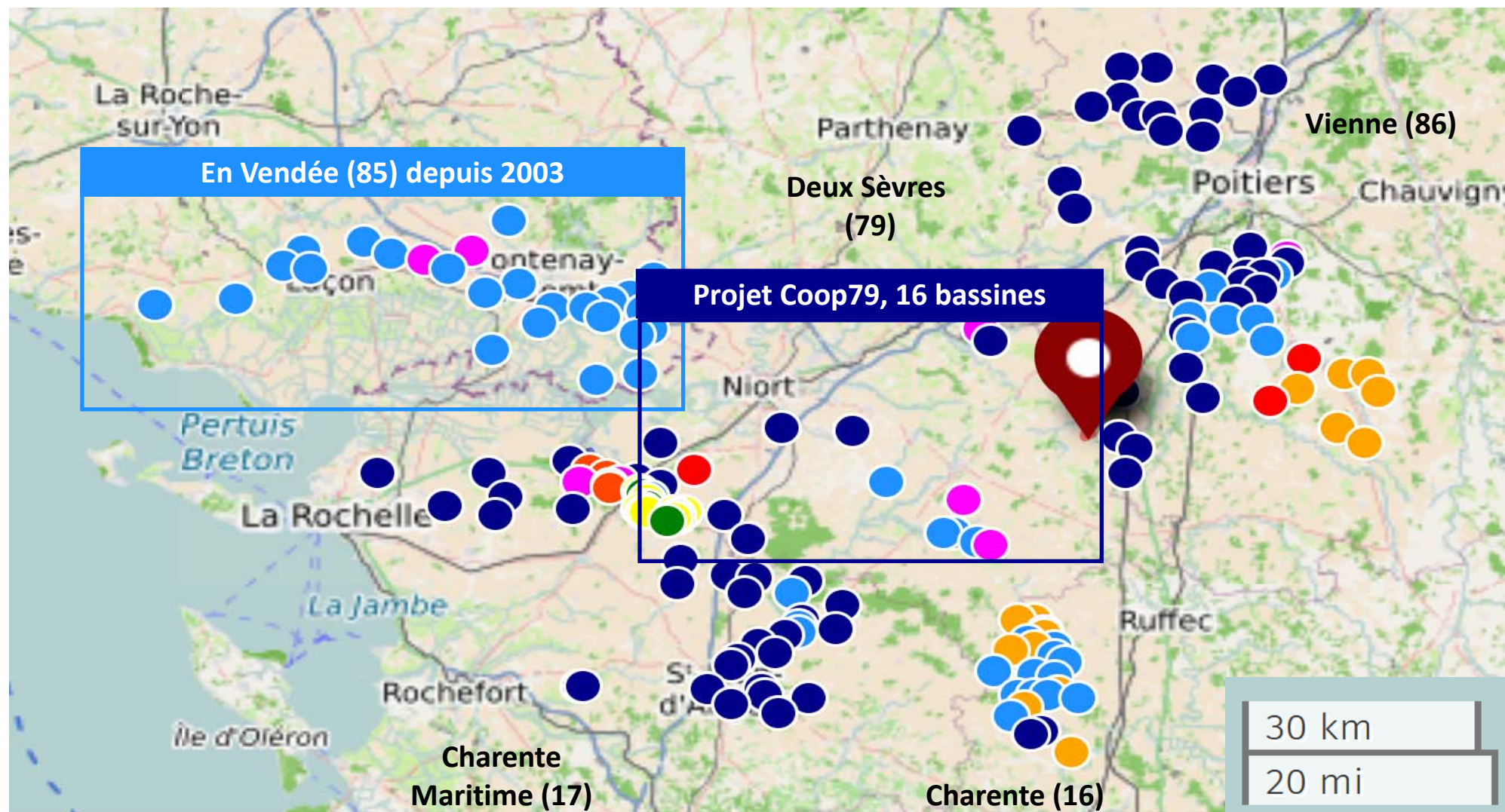
Nombre de points de prélèvement l'été après projet : **23**

Nombre de points de prélèvement substitués : **15**

Nombre de points de prélèvement l'hiver : **7**

Le Marais Poitevin : un territoire pionnier

Recensement de Bassines non merci
27/10/2023



Comparaison Vendée-Autize et Coop79

	Vendée	Sèvre Niortaise (2019 renégocié en 2021)
Caractéristiques techniques	9 ou 10 réserves 5.2 millions de m ³ stockés	19 réserves (16 après négociation) 8.8 millions de m ³ stockés (6.9 après négociation)
Coût	30 millions d'euros	59 millions d'euros
Maître d'ouvrage	Cogestion : syndicat mixte Vendée Sèvres Autizes (SMVSA)	Interne au monde agricole : Société coopérative anonyme de l'eau des Deux-Sèvres (Coop79)
Engagement agriculteurs	3 associations d'irrigants pour 183 exploitations : participation à l'investissement et contractualisation pour les prélèvements	316 agriculteurs/coopérateurs : maîtrise d'ouvrage ; participation à l'investissement et contractualisation pour les prélèvements
Dates principales	2011 : lancement du programme (ou 2003) 2013 : enquête publique 2014 : début des travaux par la CACG (ou 2007, avec mise en service de la 10^{ème} retenue en 2011)	2011 : création de la Coop79 2017 : autorisation du projet par arrêté préfectoral 2018 : médiation et signature du protocole d'accord 2021 : début des travaux Hiver 2022-2023 : remplissage de la retenue de Mauzé 30/10/23 : le TA de Poitiers suspend le permis de la retenue de Priaire pour conflit d'intérêt
Réduction des volumes prélevables (étiage donc été)	De 15.2 millions de m ³ en 2003 à 6.3 en 2017	De 14.8 millions de m ³ en 2005 à 6 en 2025
Mesures d'accompagnement	Compensations environnementales anticipées	Engagements en matière d'agriculture durable, réduction des usages des produits phytopharmaceutiques et programme de renaturation des paysages et de la biodiversité, suite à la contre-expertise des ministères

2006 LEMA : « bon état écologique » et gestion quantitative « équilibrée et durable »

D'après Carausse (2023), Natures Sciences Sociétés, **ou documents SMVSA, ou autres**

Quel retour d'expérience en Vendée ?

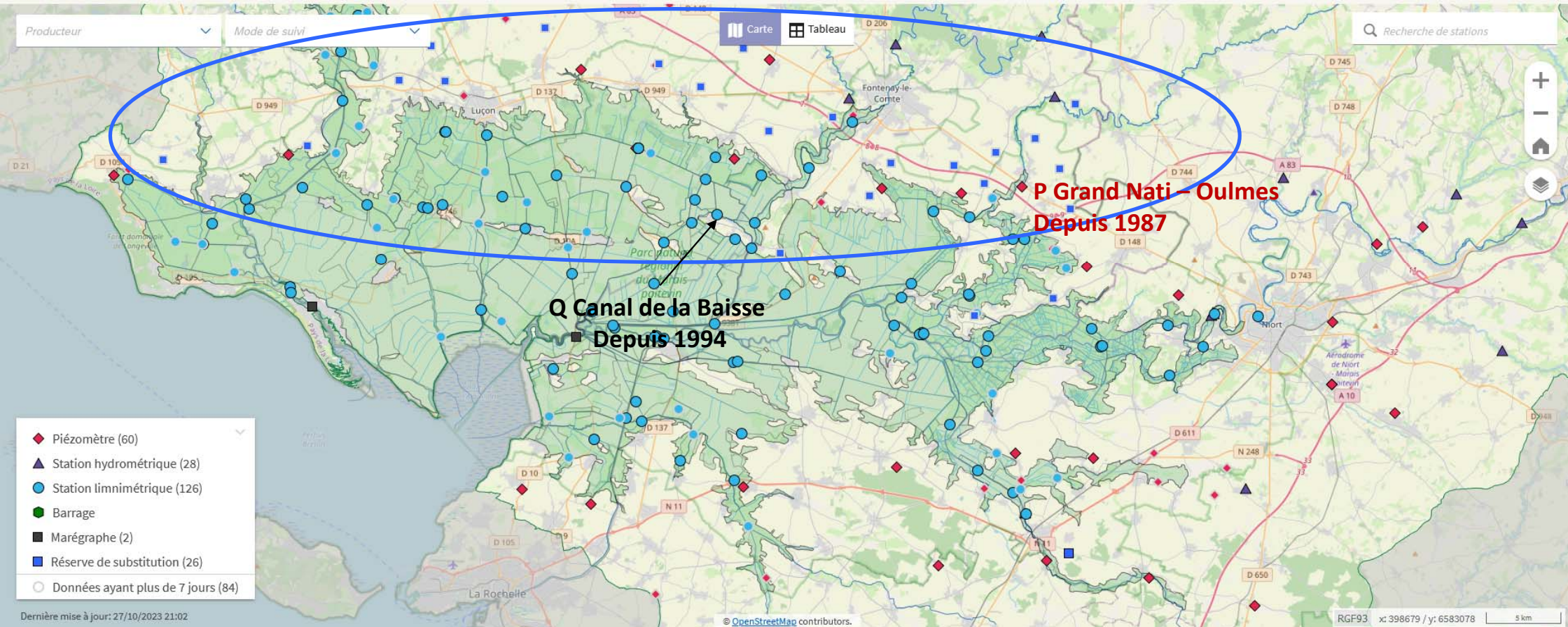


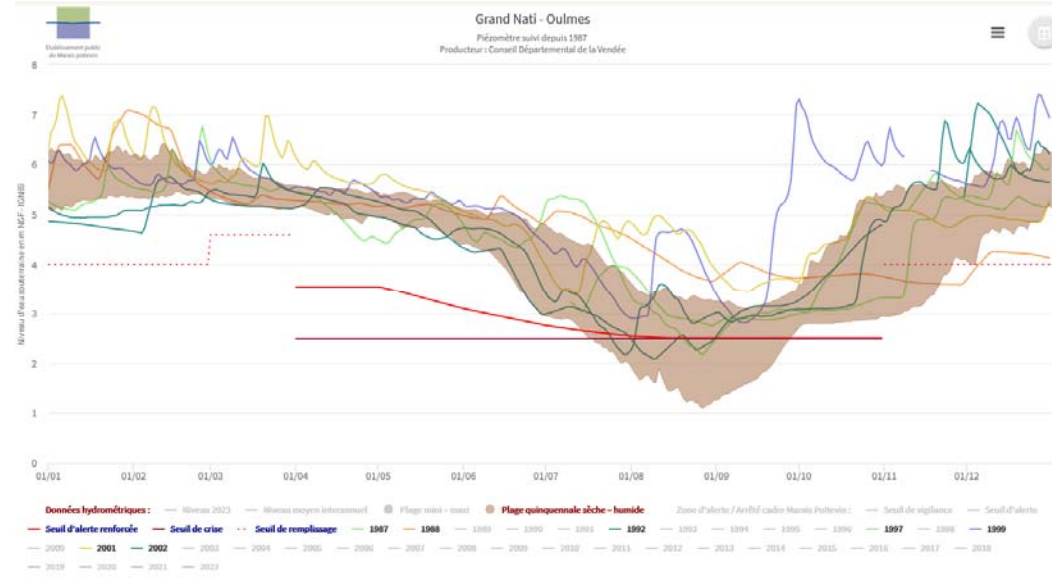
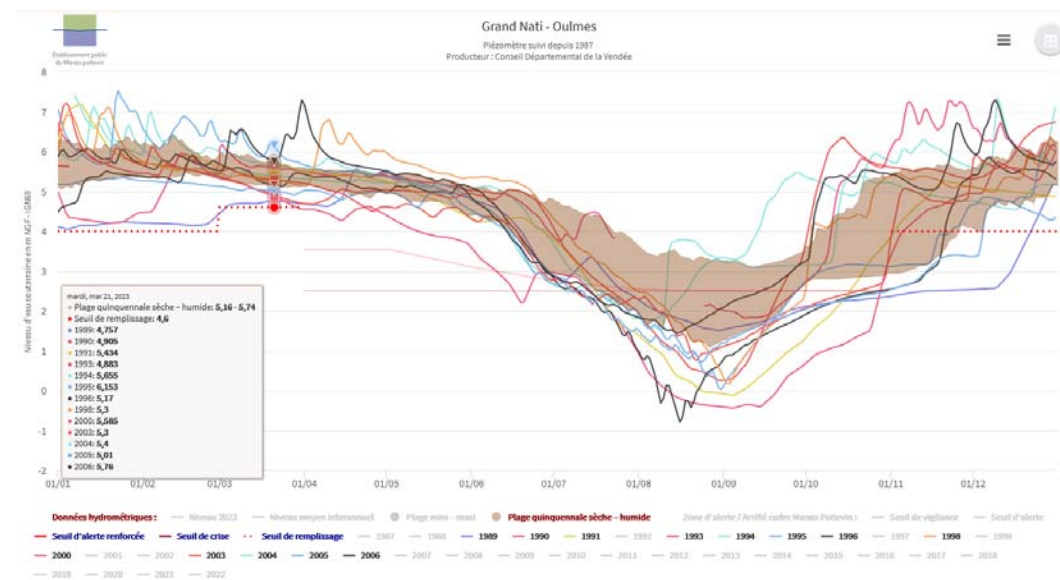
SIEMP | Système d'Information sur l'Eau du Marais Poitevin

siemp.epmp-marais-poitevin.fr

Observation Indicateurs de gestion Information A propos du SIEMP Liens Guide d'utilisation

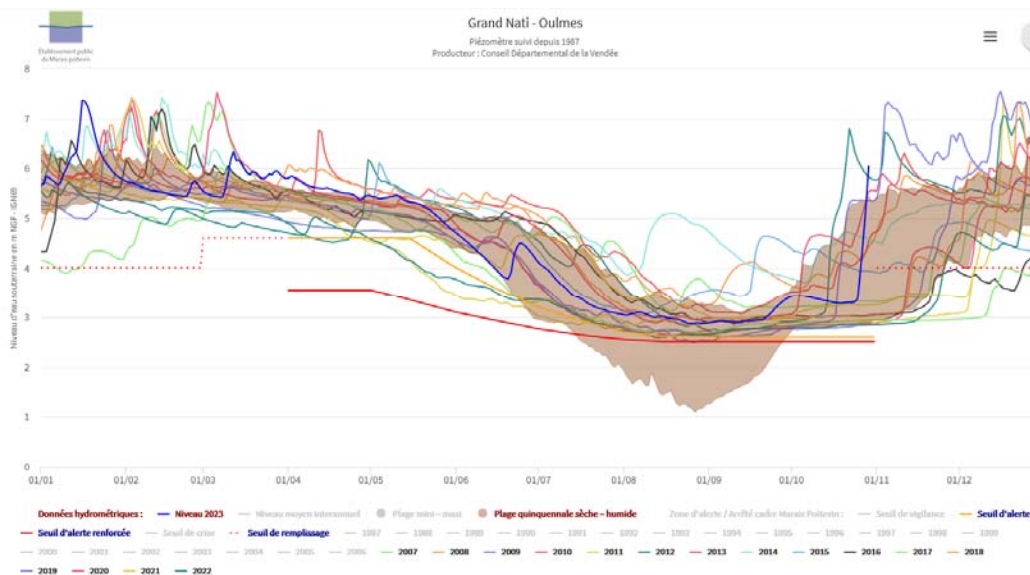
Accueil > Observation





Avant 2007 :

- 13 années sous les seuils d'alerte, dont 2 années sous le niveau de la mer
- 7 années au dessus des seuils d'alerte



Après 2007 :

- Niveaux de nappe tjs supérieurs aux seuils d'alerte (printemps/été)
- Plusieurs années avec niveau inférieurs aux seuils de remplissage (début d'hiver)

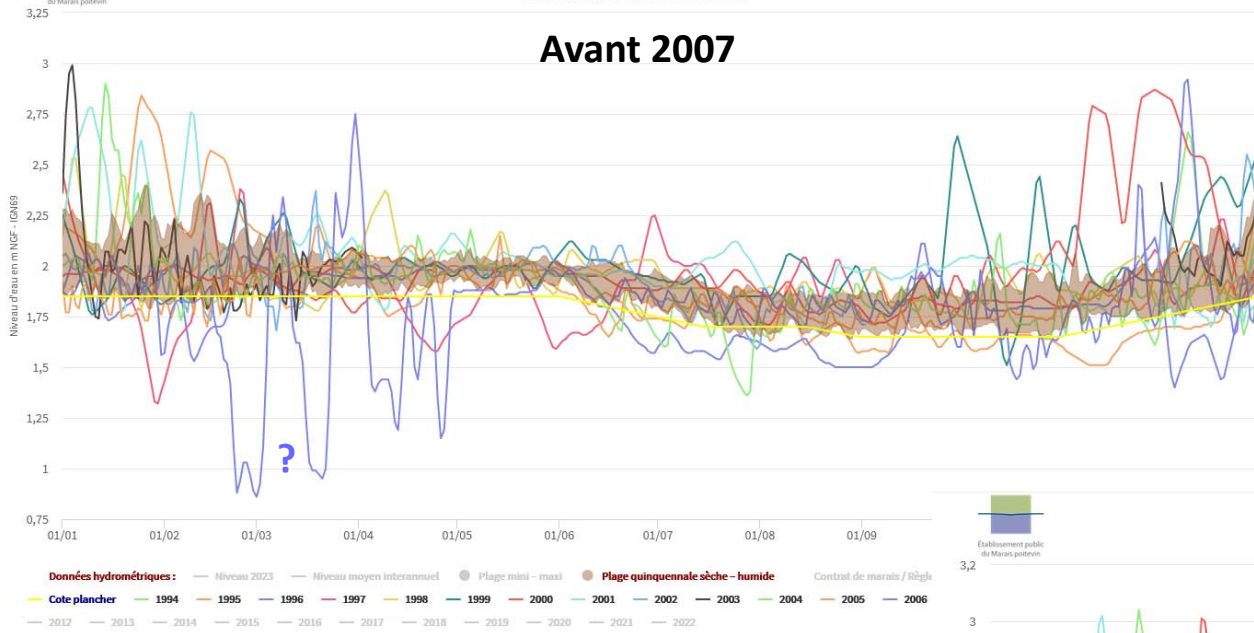


Établissement public
du Marais poitevin

Canal de la Baisse
Station limnimétrique suivi depuis 1994
Producteur : Conseil Départemental de la Vendée



Avant 2007

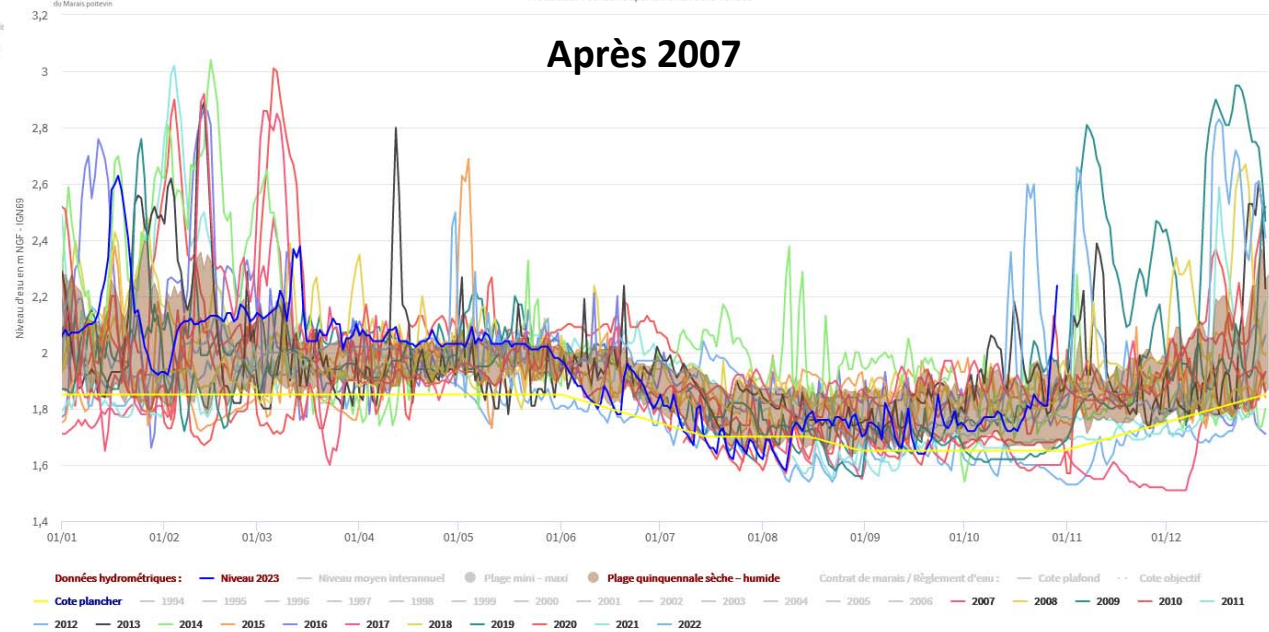


Établissement public
du Marais poitevin

Canal de la Baisse
Station limnimétrique suivi depuis 1994
Producteur : Conseil Départemental de la Vendée



Après 2007



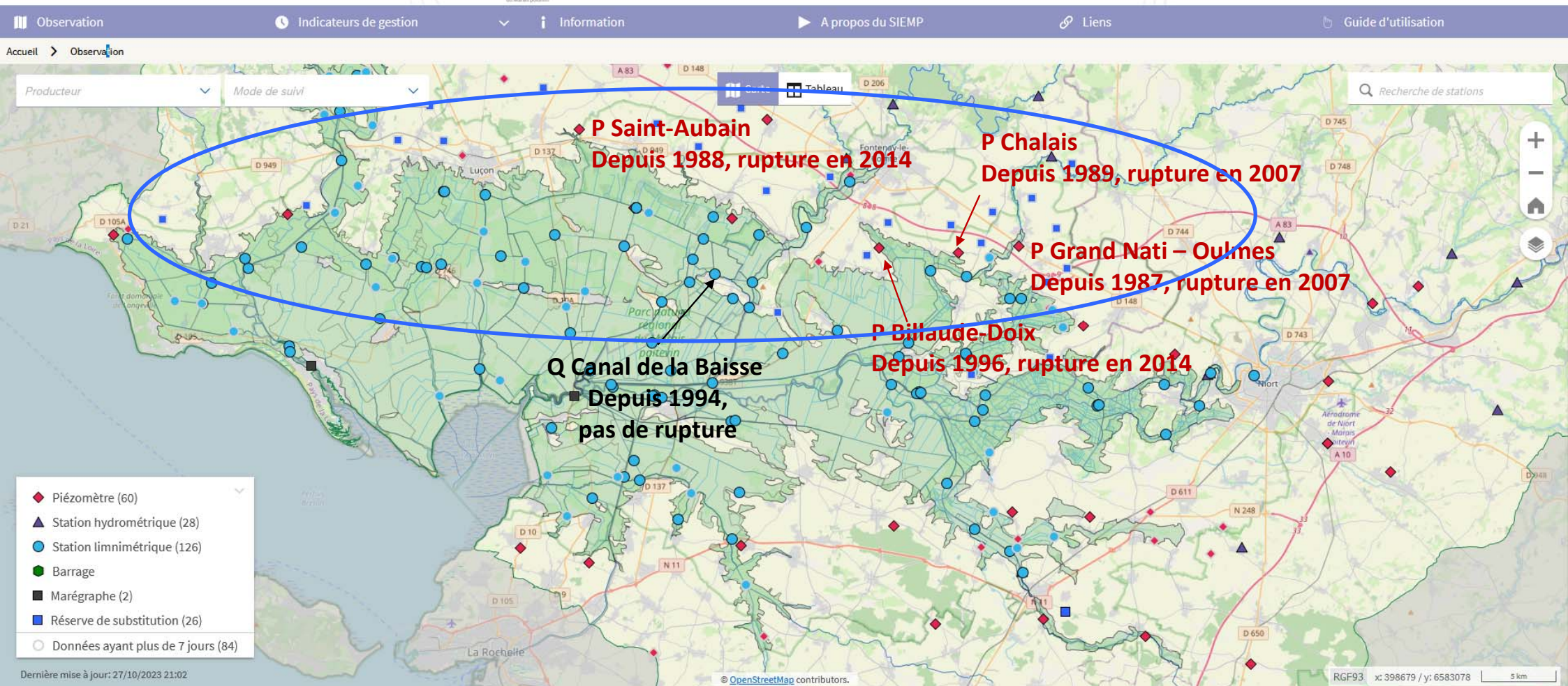
Peu de différences sur ce cours d'eau

Quel retour d'expérience en Vendée ?



SIEMP | Système d'Information sur l'Eau du Marais Poitevin

siemp.epmp-marais-poitevin.fr



Quel retour d'expérience en Vendée ?

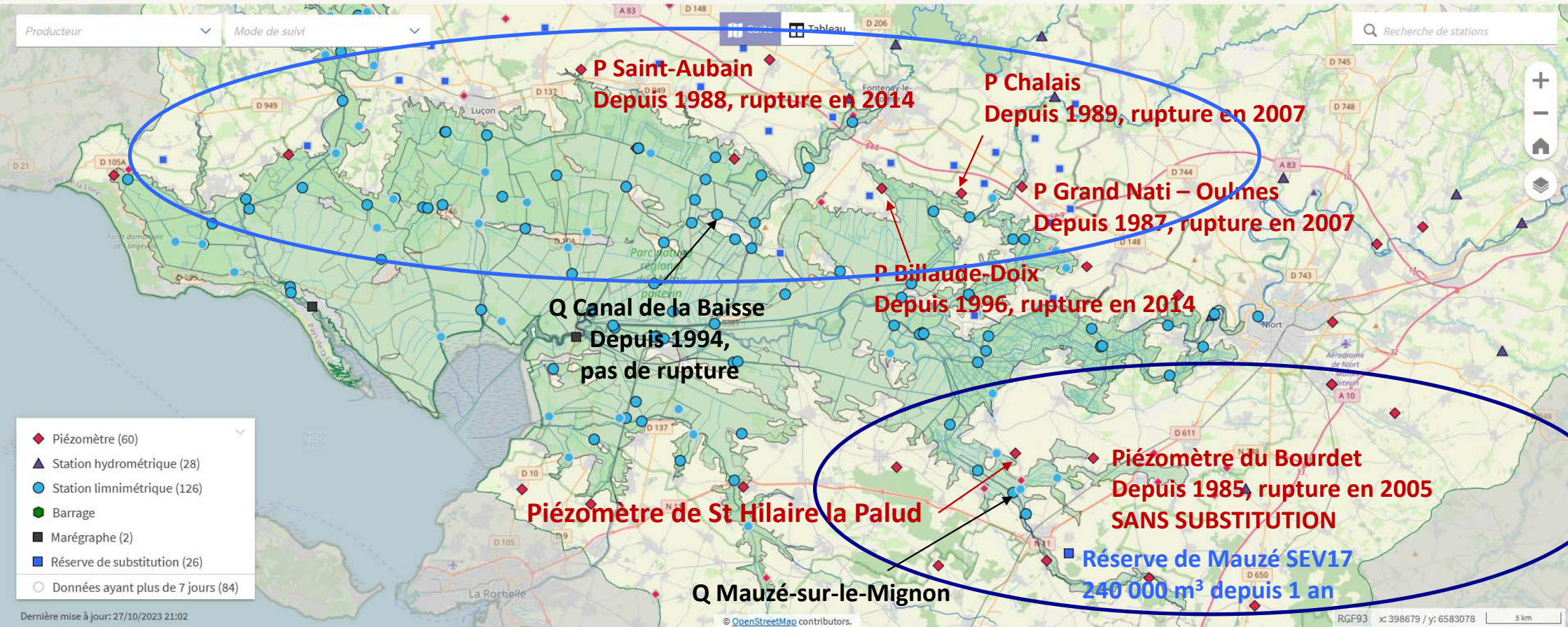


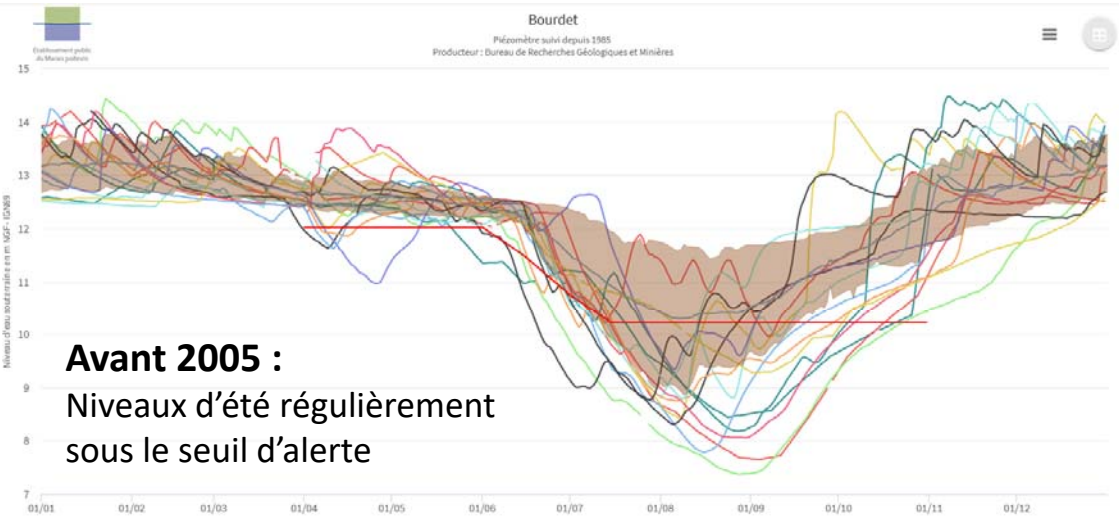
SIEMP | Système d'Information sur l'Eau du Marais Poitevin

siemp.epmp-marais-poitevin.fr

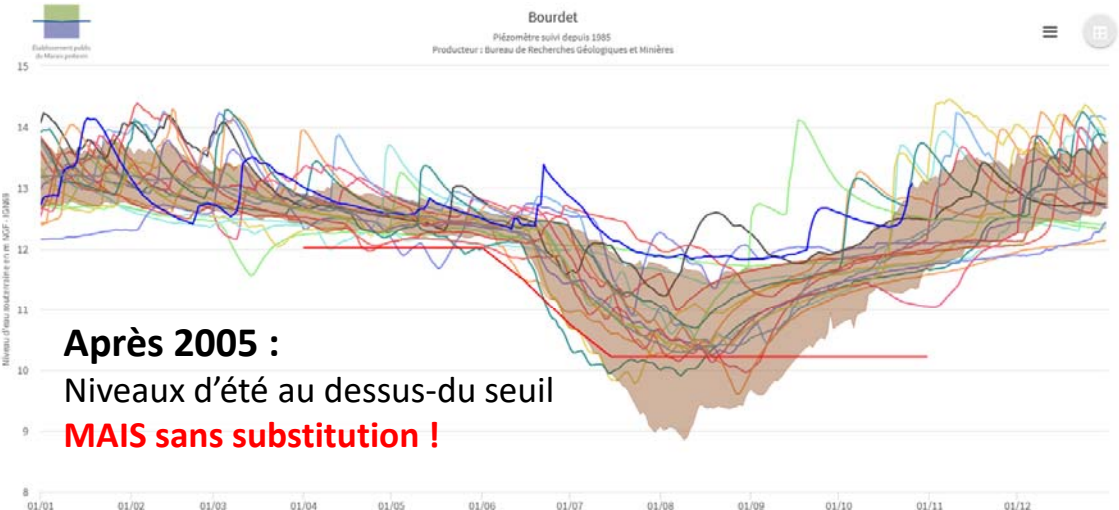
Observation Indicateurs de gestion Information A propos du SIEMP Liens Guide d'utilisation

Accueil > Observation

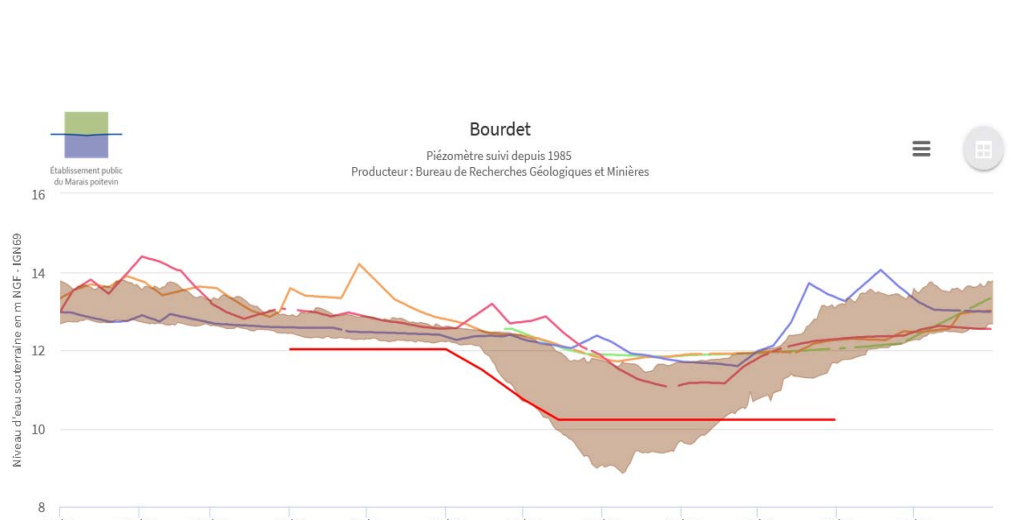




Avant 2005 :
Niveaux d'été régulièrement sous le seuil d'alerte



Après 2005 :
Niveaux d'été au-dessus du seuil
MAIS sans substitution !



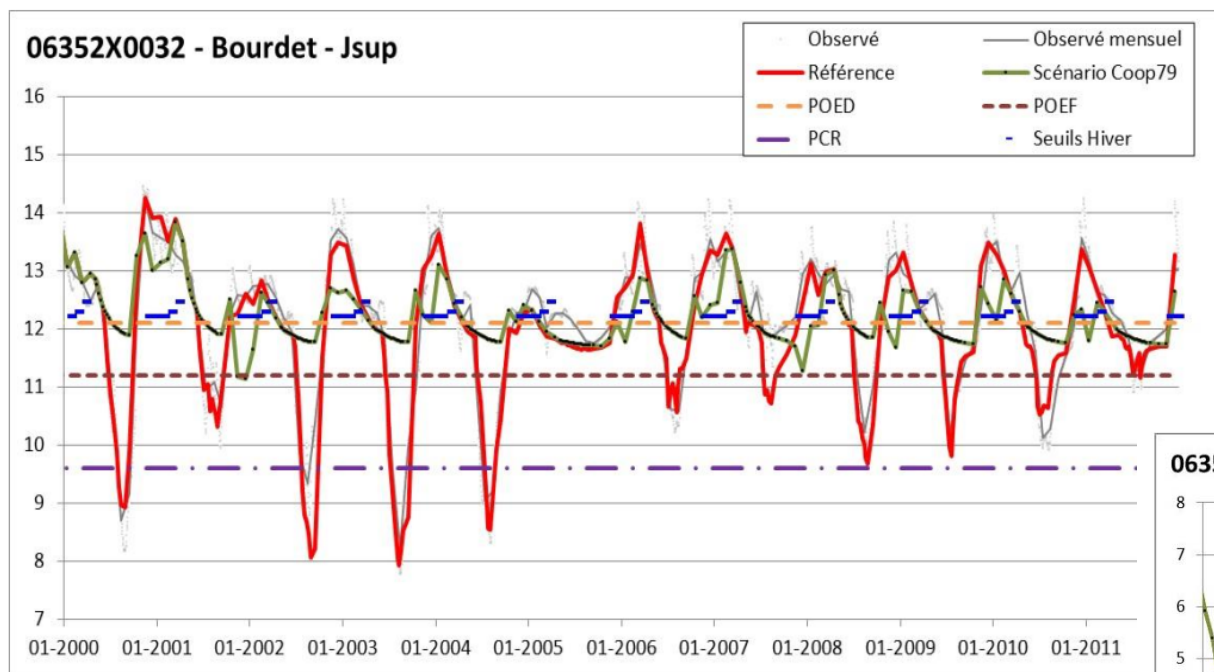
Avant 1988 :
Niveaux d'été > seuil d'alerte
Particularité climatique ou pompages moindres ?



A St Hilaire : idem depuis 1995

Impacts simulés dans les Deux-Sèvres - Nappes

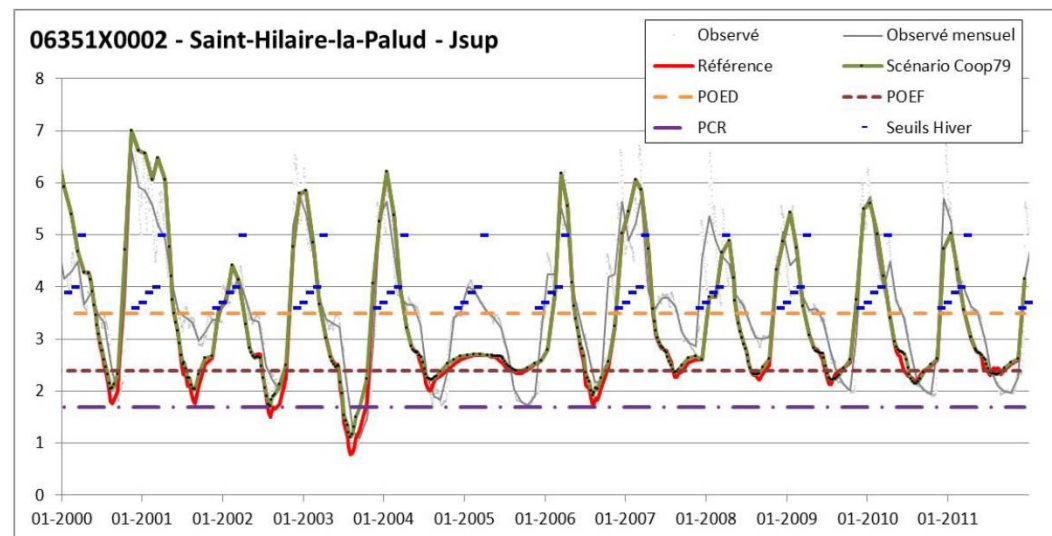
Abasq, L. (2022). Simulation du projet 2021 de réserves de substitution de la Coopérative de l'eau des Deux-Sèvres.
Rapport final BRGM/RC-71650-FR, juin 2022, 94 p. + annexes.



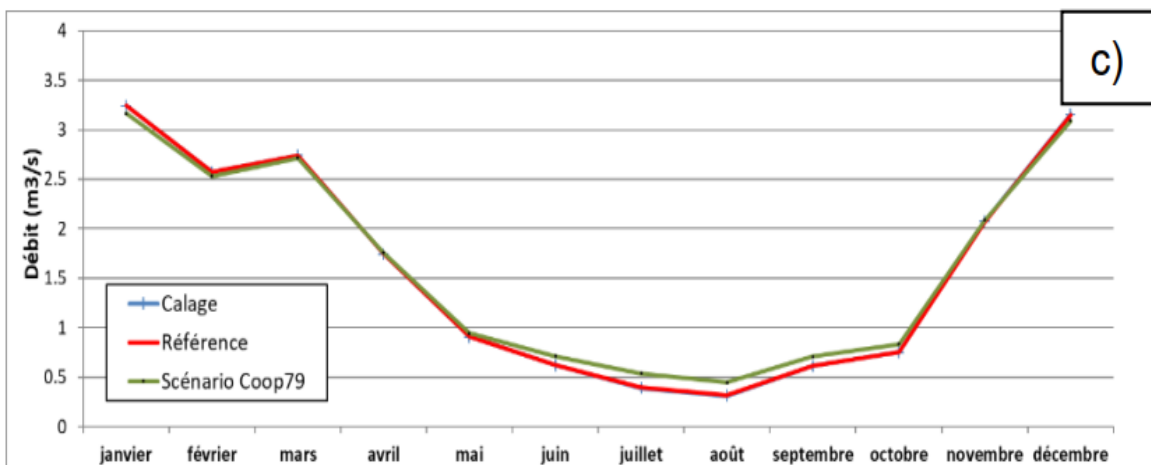
Au Bourdet : nette amélioration en été,
mais on retrouve bien la baisse des prélèvements après 2005
et nappes parfois sous seuil de remplissage en hiver

Ces réponses sont-elles robustes sous CC ?

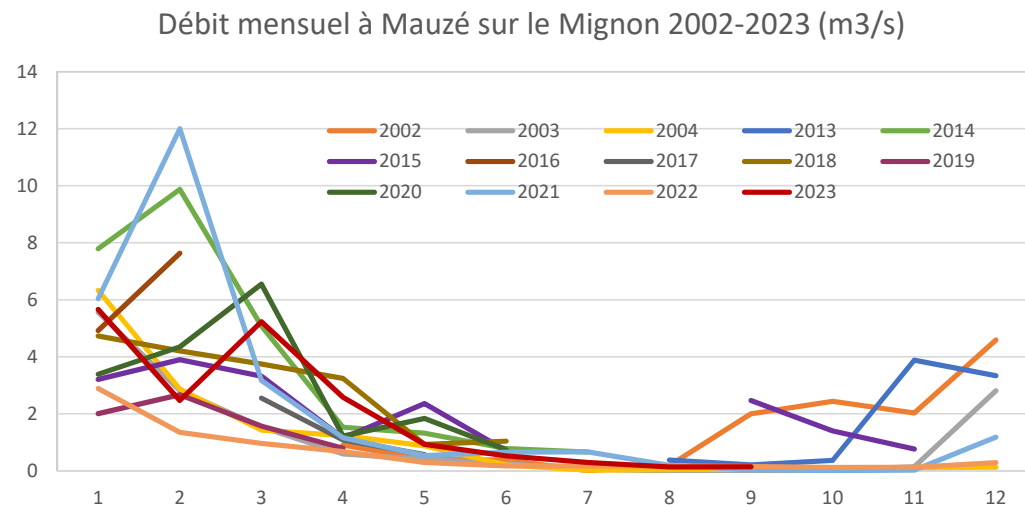
A Saint Hilaire : impact très faible



Impacts simulés dans les Deux-Sèvres – Débits à Mauzé sur le Mignon



Abasq, L. (2022). Simulation du projet 2021 de réserves de substitution de la Coopérative de l'eau des Deux-Sèvres. Rapport final BRGM/RC-71650-FR, juin 2022, 94 p. + annexes.



Débits mensuels observés en m³/s sur la période 2002-2023 (aucune donnée de 2005 à 2012).

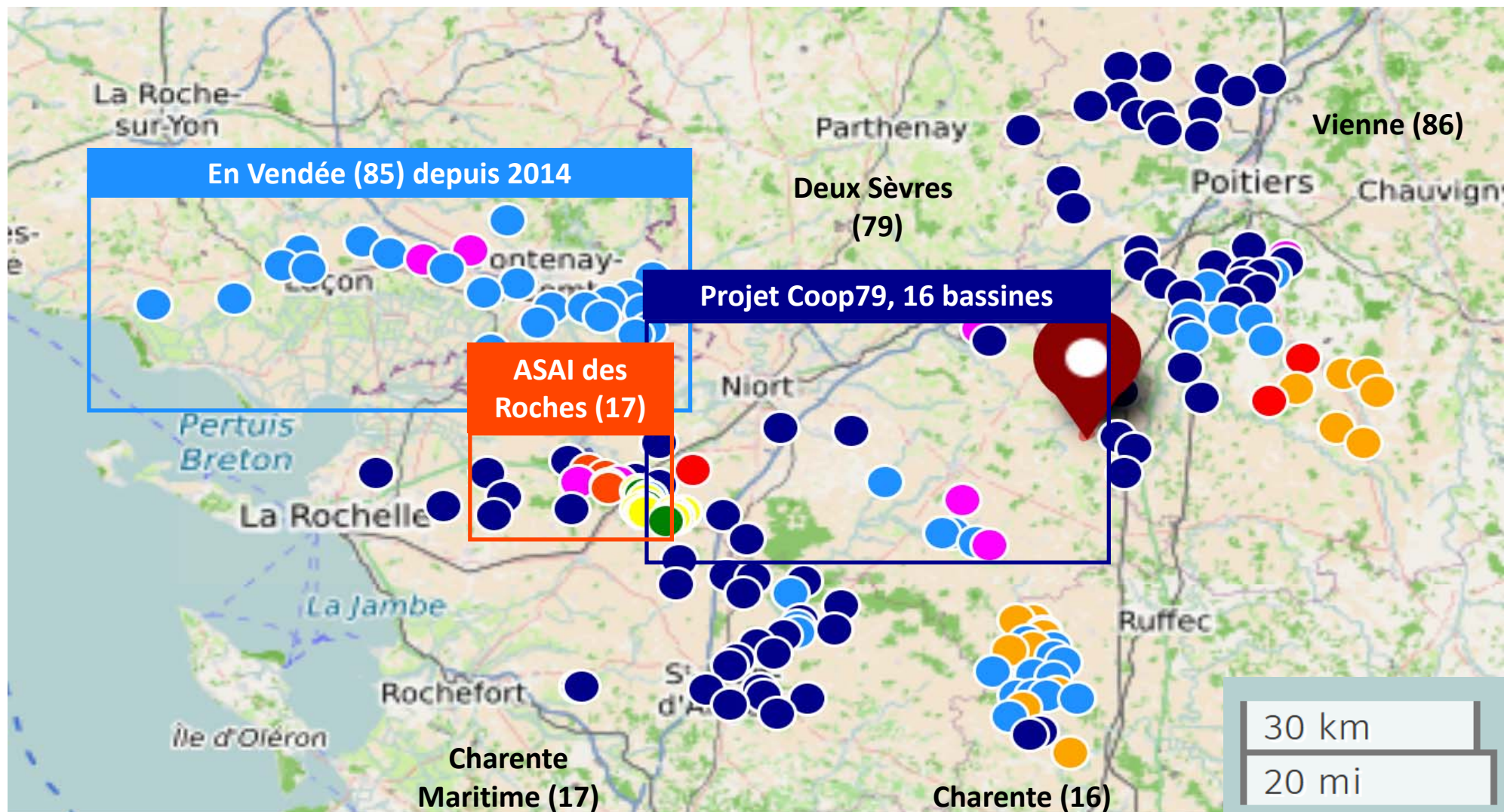
Source : Hydroportail,
<https://www.hydro.eaufrance.fr/stationhydro/N600302002/tous-mois/statistique/referenc>

Le modèle surestime les bas débits et sous-estime les hauts débits.

L'impact de la substitution est bien inférieur à l'erreur du modèle.

Le Marais Poitevin : la place du droit

Recensement de Bassines non merci
27/10/2023



Le Marais Poitevin : la place du droit

Cas d'un ensemble de 5 réserves de substitution à Cram-Chaban, La Laigne et La Grève-sur-Mignon (Charente-Maritime), portées par une association d'irrigants, l'ASAI des Roches (1.6 million de m³)

- **19 mars 2008** : première autorisation par la préfecture ; un premier recours est déposé par les écologistes, ce qui n'empêche pas le début des travaux.
- **31 décembre 2009** : première annulation par le tribunal administratif de Poitiers. Le préfet de la Charente-Maritime prend malgré tout un permis d'aménager pour terminer le chantier, déjà bien avancé.
- **Novembre 2010** : l'appel formé par l'Etat est rejeté. Les agriculteurs irrigants commencent malgré tout à utiliser leurs bassines sans autorisation, ce qui va durer quatre ans. Ils seront condamnés pour cela.
- **24 avril 2015** : nouvel arrêté d'autorisation, quasiment une copie conforme du premier, et nouveau recours déposé par Nature Environnement 17.
- **Juin 2018** : nouvelle annulation de l'autorisation préfectorale. Nouvel appel, formé cette fois par l'ASAI des Roches.
- **13 octobre 2020** : la cour administrative d'appel de Bordeaux sursoit à statuer, donnant une dernière chance aux porteurs du projet de régulariser leur dossier, ce qui passe par une nouvelle enquête publique.
- **Novembre 2021** : au terme de l'enquête publique, la commissaire-enquêtrice rend un avis défavorable, en raison d'études d'impact insuffisantes. Impossible de fixer des volumes prélevables dans ces conditions.

Le Marais Poitevin : la place du droit

- **6 novembre 2021** : les anti-bassines « désarment » une des réserves de Cram-Chaban, assurant qu'elle était illégale
- **17 mai 2022** : l'annulation de l'autorisation préfectorale est confirmée par la cour administrative d'appel.
- **3 février 2023** : le Conseil d'État confirme l'interdiction faite par la cour administrative d'appel de Bordeaux à l'ASAI des Roches de remplir ses cinq réserves
- **2 mars 2023** : le tribunal correctionnel de La Rochelle condamne deux personnes à 500 € d'amende et 200 € d'amende avec sursis pour « dégradation du bien d'autrui avec circonstances aggravées », le 6 novembre 2021 à Cram-Chaban. Le procureur avait requis cinq mois de prison avec sursis.
- **25-26 mars 2023** : Mobilisation à Sainte-Soline (79) à l'appel de BNM (Bassines non merci)



6 novembre 2021, Cram-Chaban

En 14 ans, les décisions préfectorales sont 5 fois favorables à l'ASAI et 5 fois déjugées, mais les 5 réserves sont toujours là

Conclusions

- **En France, le réchauffement climatique va diminuer de manière très certaine les quantités de neige et glace, et les ressources en eau d'été : c'est la fin du paradigme de l'abondance**
- Si les prélèvements d'eau augmentent en même temps, les situations de défaillance (inadéquation offre-demande) vont se multiplier : **il faut donc baisser la demande en eau (sobriété)**, avec des synergies importantes en termes de baisse des émissions en GES
- **La gestion de l'eau ne doit plus se limiter à l'eau agricole** : c'est un bien commun, et les autorités doivent faire respecter la loi sur l'eau
- **Le stockage artificiel et toutes les augmentations technologiques de l'offre (réutilisation, dessalement) ne sont pas des solutions miracle** : elles donnent localement un faux sentiment d'abondance qui ralentit les autres transitions, et elles réduisent l'offre à l'aval
- L'eau n'est pas juste une ressource, c'est aussi un facteur de risque, avec **beaucoup d'incertitudes sur les crues/inondations**
- **Les ressources en eau changeront dans le monde entier** avec des répercussions en France : commerce international (produits alimentaires, bois, textiles, bcp de bien industriels, énergie, mais pas beaucoup d'eau sauf eau minérale), migrations

Atténuer le changement climatique donc diminuer les émissions en GES est une urgence vitale