



Le bouchon vaseux : histoire et géographie, évolutions, perspectives

« Garonne, Dordogne et « bouchon vaseux » estuarien : des destins liés »

Moments CLE - Qualité de l'eau - 26 septembre 2023-
Bordeaux (Station épuration Louis Fargues)

Brochure 24 pages et plaquette 4 pages




Garonne, Dordogne et « bouchon vaseux » estuarien : des destins liés

Pourquoi ce document ?

Les partenaires du consortium MADEST* et les CLE* des SAGE Dordogne atlantique, Garonne et Estuaire, ont constaté la nécessité d'une meilleure appropriation des enjeux associés au bouchon vaseux dans la gestion de l'eau sur le continuum Garonne-Dordogne-Estuaire. Ce document vise à rendre accessibles les connaissances acquises afin qu'elles soient intégrées dans les pratiques et les politiques. Le SMIDDEST (structure porteuse du SAGE Estuaire) en a confié la réalisation à l'association Terre & Océan avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Adour Garonne et du Département de la Gironde.

Un travail en partenariat avec les collectivités locales



Garonne, Dordogne et « bouchon vaseux » estuarien : des destins liés

Pourquoi cette documentation ?

Les partenaires du consortium MADEST et les CLE des SAGE Dordogne atlantique, Garonne et Estuaire, ont constaté la nécessité d'une meilleure appropriation des enjeux associés au bouchon vaseux dans la gestion de l'eau sur le continuum Garonne-Dordogne-Estuaire. Ce document vise à rendre accessibles les connaissances acquises afin qu'elles soient intégrées dans les pratiques et les politiques. Le SMIDDEST (structure porteuse du SAGE Estuaire) en a confié la réalisation à l'association Terre & Océan avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Adour Garonne et du Département de la Gironde.

Un document dirigé et édité par Terre & Océan

« Réceptifs de leurs bassins versants ruraux et soumis aux phénomènes océaniques, les estuaires sont particulièrement vulnérables aux évolutions climatiques et sociales. »

Les pêcheurs professionnels sont les victimes de l'envasement par leurs opérations (implantées dès 1960 dans l'arc estuaire de la Gironde). **MADEST 2004** et l'Agence de l'Eau MADEST* réalisent un long parcours de concertation, d'échanges et de travail concertés soutenus financièrement par l'Agence de l'Eau Adour Garonne et le Département de la Gironde. **MADEST répond au besoin urgent de connaître mieux et en détail le bouchon vaseux et son bouchon vaseux.** Une quantité d'ouvrages et de travaux est nécessaire à l'équilibre environnemental de l'estuaire. Les opérations de dragage sont indispensables pour maintenir dans le bon état les ouvrages de dragage et d'entretien, mais spécifiques et complexes. Sans ces deux interventions, milieux et populations qui dépendent doivent adapter leur stratégie pour ne pas être en danger de voir disparaître un système écosystémique de plusieurs milliers d'habitants.

Il est aussi l'opportunité de passer sur les capacités de la tempête à la connaissance de l'impact sur le gulf-stream le littoral de la commune républicaine. C'est pourquoi nous attendons les étapes régionales par excellence.

Jacques Rabib,
Président du MADEST
et Directeur d'association
après des années d'engagement
en faveur de la Gironde

Sommaire de la brochure

Histoire et géographie du « Bouchon vaseux »	04
Le bassin versant de l'estuaire.....	04
La « zone estuaire »	05
Le bouchon vaseux	06
La dynamique hydro-sédimentaire estuarienne.....	08
Le suivi journalier de Magest.....	09
Évolution du bouchon vaseux depuis 40 ans	10
La position et l'intensité du bouchon vaseux.....	10
La « qualité » du bouchon vaseux	14
Les conséquences sur l'écosystème	16
Le bouchon vaseux face aux perspectives climatiques et sociétales	18
Les éléments « naturels » : projections.....	18
Les éléments anthropiques : projections.....	20
Comment freiner les processus et s'adapter ?	22

Extraits des avant-propos

Les estuaires sont des environnements intermédiaires entre le milieu marin côtier et leurs bassins versants régionaux en amont, dont ils sont le réceptacle.

A l'interface entre continent et océan, leurs qualités écologiques sont particulièrement vulnérables aux évolutions climatiques et sociétales constatées depuis 40 ans.

se passe aujourd'hui dans l'estuaire de la Gironde. Il s'y mêle de manière étroite l'impact des diminutions de l'apport d'eau douce par les fleuves et rivières, celui du relèvement du niveau de la mer, avec des conséquences sur le bouchon vaseux de l'estuaire, sur le déplacement du littoral, sur la dé-poldérisation



Hervé Le Treut

Ex-membre du GIEC et coordonateur du rapport régional sur les changements climatiques

Histoire et géographie du « Bouchon vaseux »



Photo : Michel Le Collen

A l'exutoire des bassins fluviaux, le bouchon vaseux est un phénomène naturel lié à la dynamique estuarienne, définie par la confrontation entre l'écoulement des fleuves et la marée océanique. D'amont en aval, les phénomènes géologiques et climatiques globaux et régionaux ont façonné l'hydro-géographie des bassins fluviaux et de l'estuaire. Depuis un peu plus d'un siècle, les sciences modernes ont posé les connaissances et plus récemment mis en place les suivis des évolutions en cours.

Le bassin versant de l'estuaire

Bassin versant de l'estuaire (T. Bonifazi, Terre & Océan)



-  Bassin versant de la Garonne
-  Bassin Garonne espagnole
-  Bassin versant de la Dordogne
-  Petits bassins versants de l'estuaire
-  Réseau hydrographique
-  Principales agglomérations



Le bassin versant de l'estuaire

La Dordogne à Beynac



Photo : Eric Veyssy

Le comblement historique de l'estuaire

Le bec d'Ambès : confluence de la Dordogne (à gauche) et de la Garonne (à droite)



Photo : Michel Le Collen

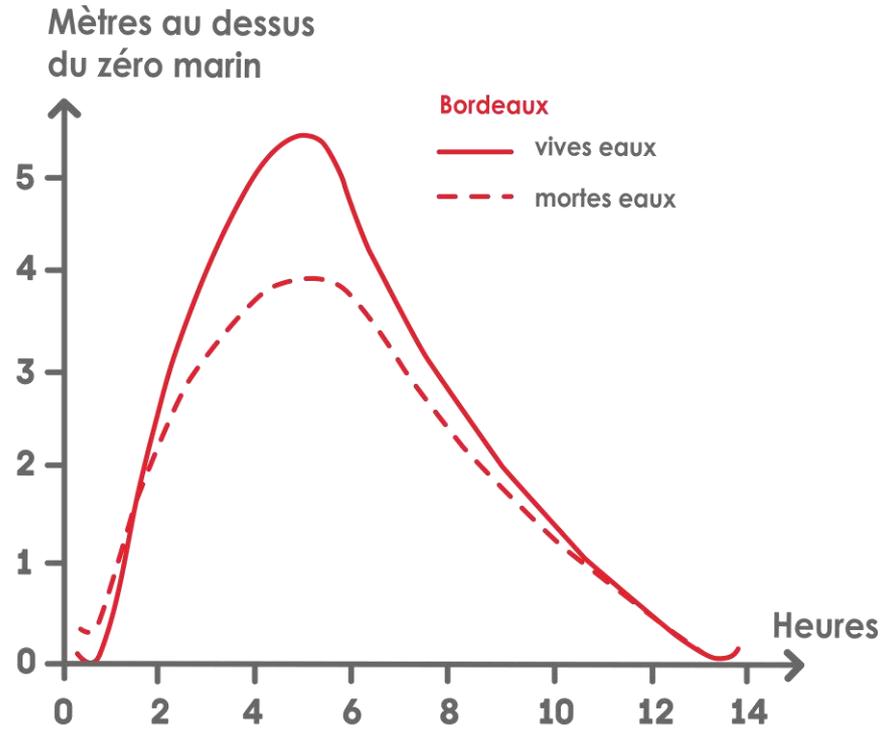
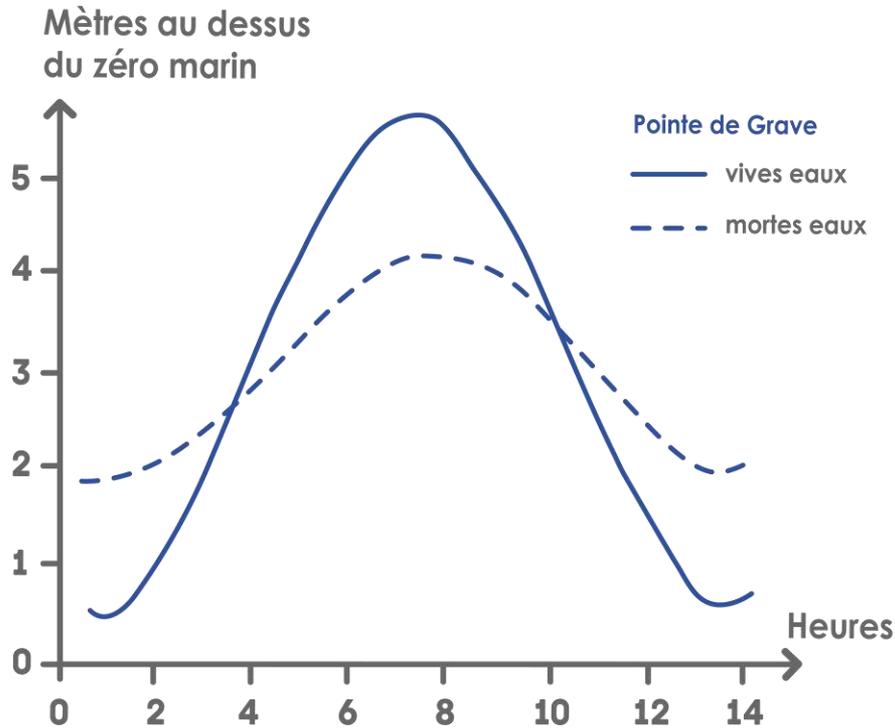
La « zone estuaire » »



« En période d'étiage, les forts courants de flots* étendent et repoussent une partie du **bouchon vaseux** et de la crème de vase (désoxygénée) **en amont**, dans « l'estuaire fluvial ».

④ réseau MAGEST des stations d'échantillonnage

La dynamique hydro-sédimentaire estuarienne



L'asymétrie de la marée dans la « zone estuaire »

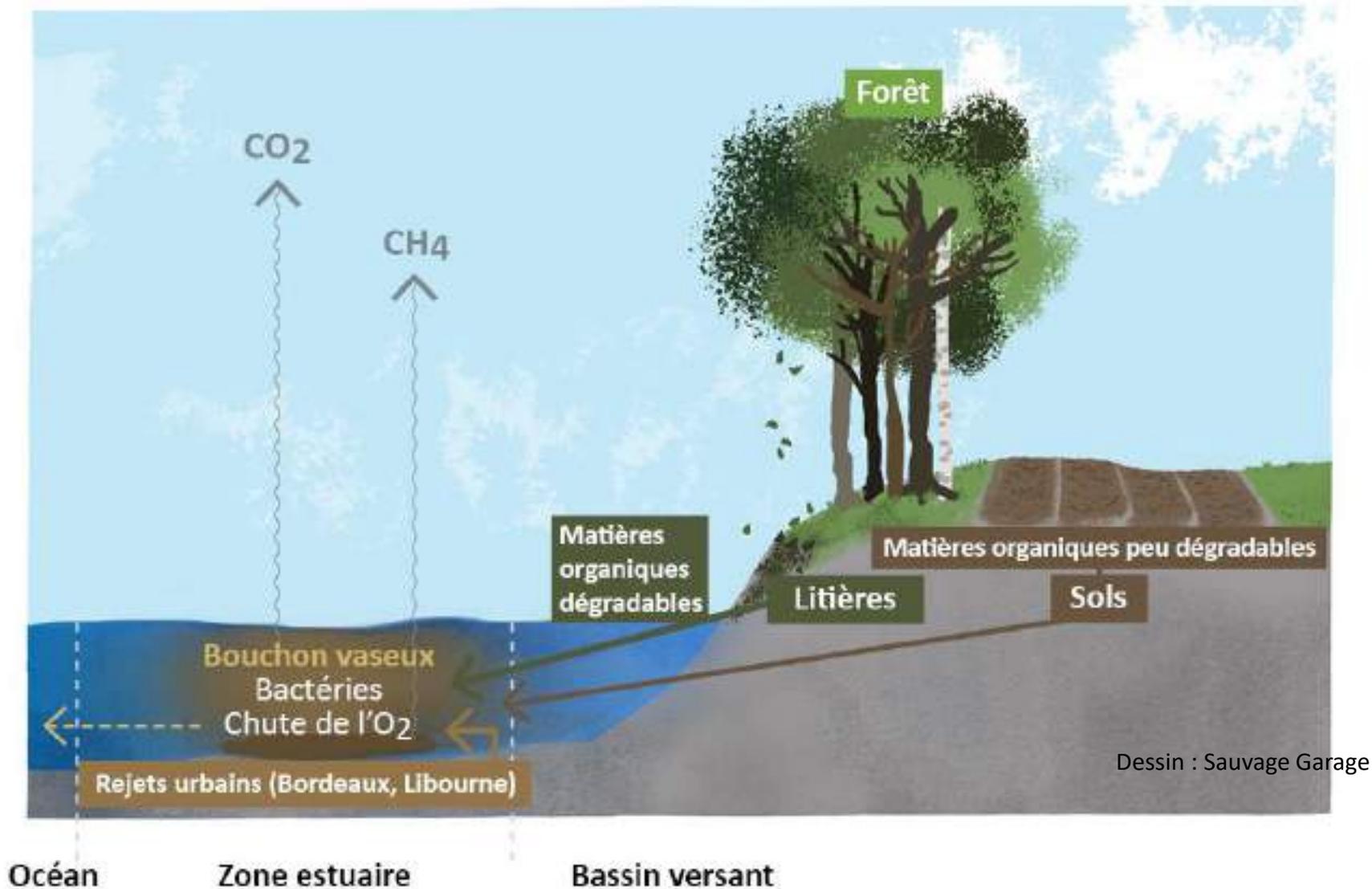


A wide-angle photograph of a large, flat field covered in dark, rich soil. The ground is densely packed with small, light-colored rocks and pebbles of various sizes. In the background, a line of green trees stretches across the horizon under a grey, overcast sky. To the right, a few utility poles and a small building are visible in the distance. The overall scene suggests a rural or agricultural landscape.

**Un fleuve et un estuaire,
ce n'est pas que de l'eau :
un bassin versant et ses sols**

La nature du bouchon vaseux

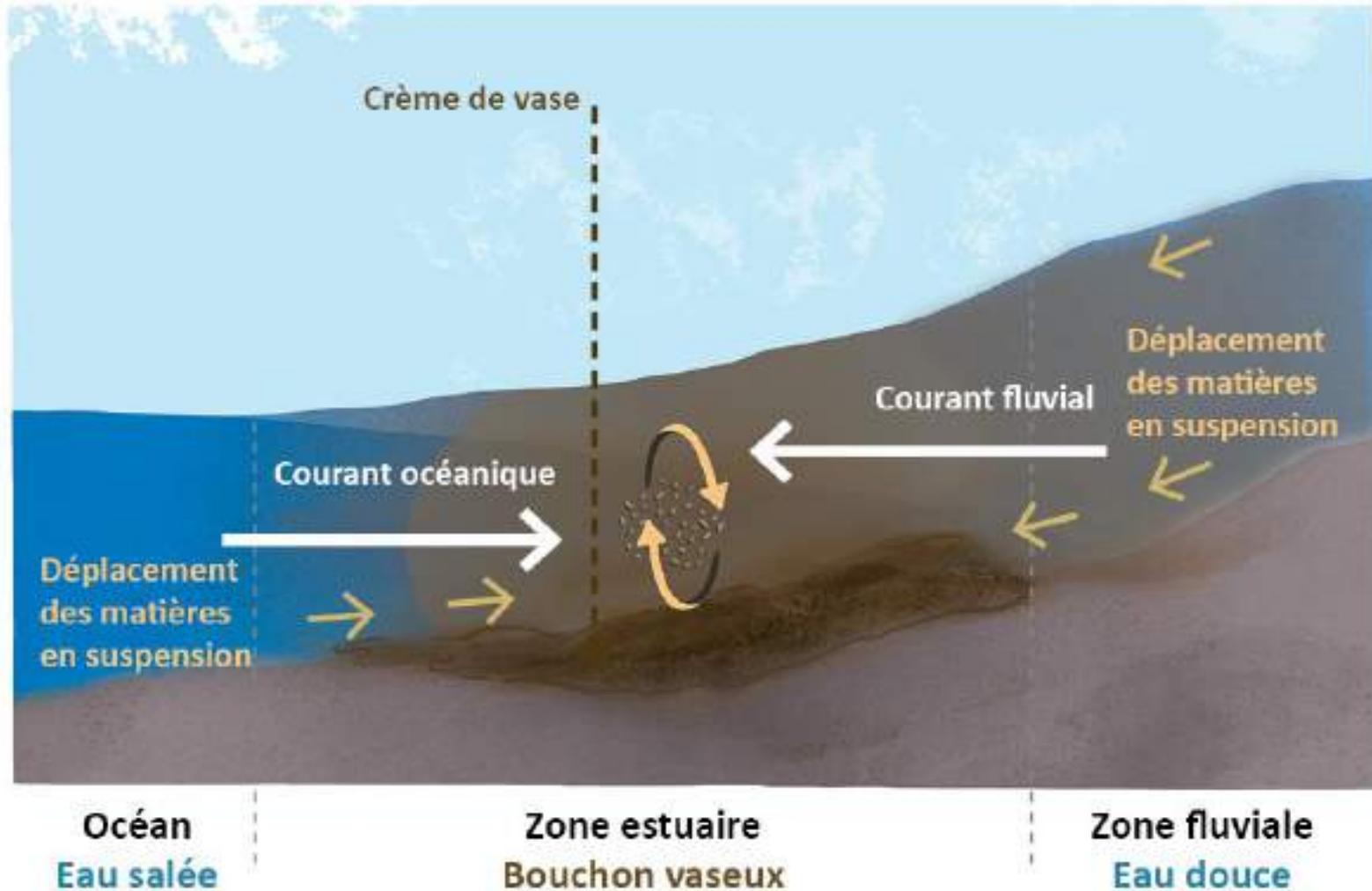
Apports de matières organiques à l'estuaire et au bouchon vaseux



Le bouchon vaseux

La formation du bouchon vaseux et ses échanges avec la crème de vase anoxique

Dessin : Sauvage Garage

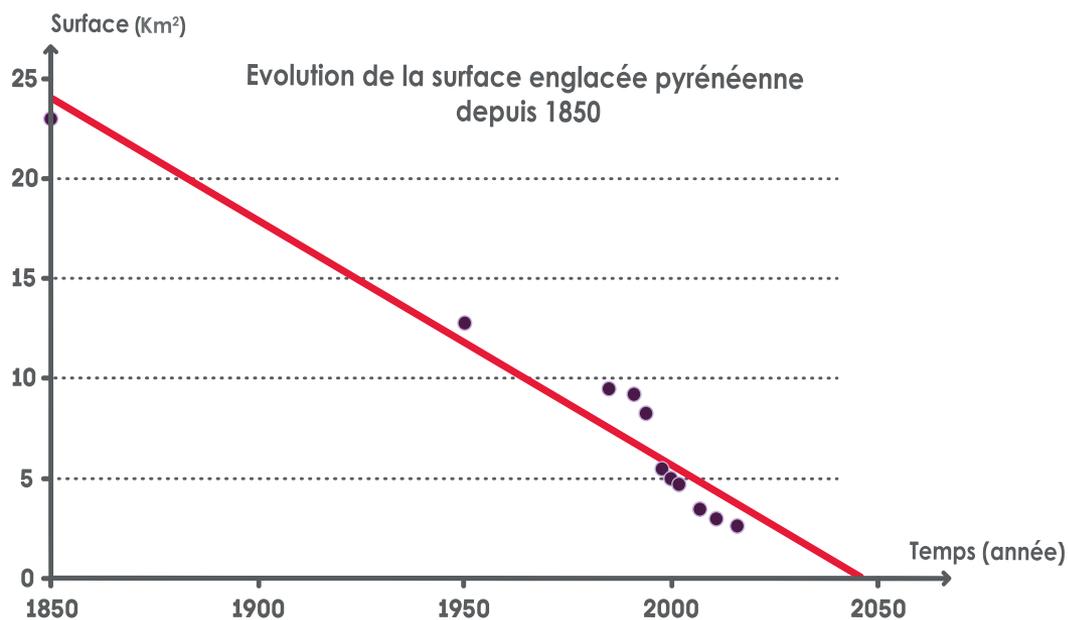


Le comblement historique de l'estuaire



Le cirque de Gavarnie

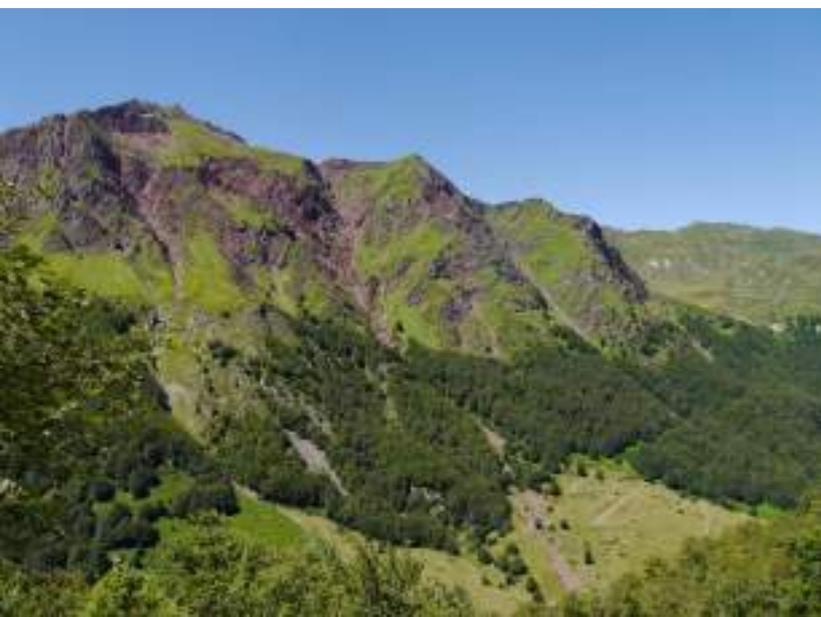
Photo : Stock Images



Les bilans sédimentaires modernes : continuité de la tendance au comblement ?

Bilans sédimentaires de l'estuaire

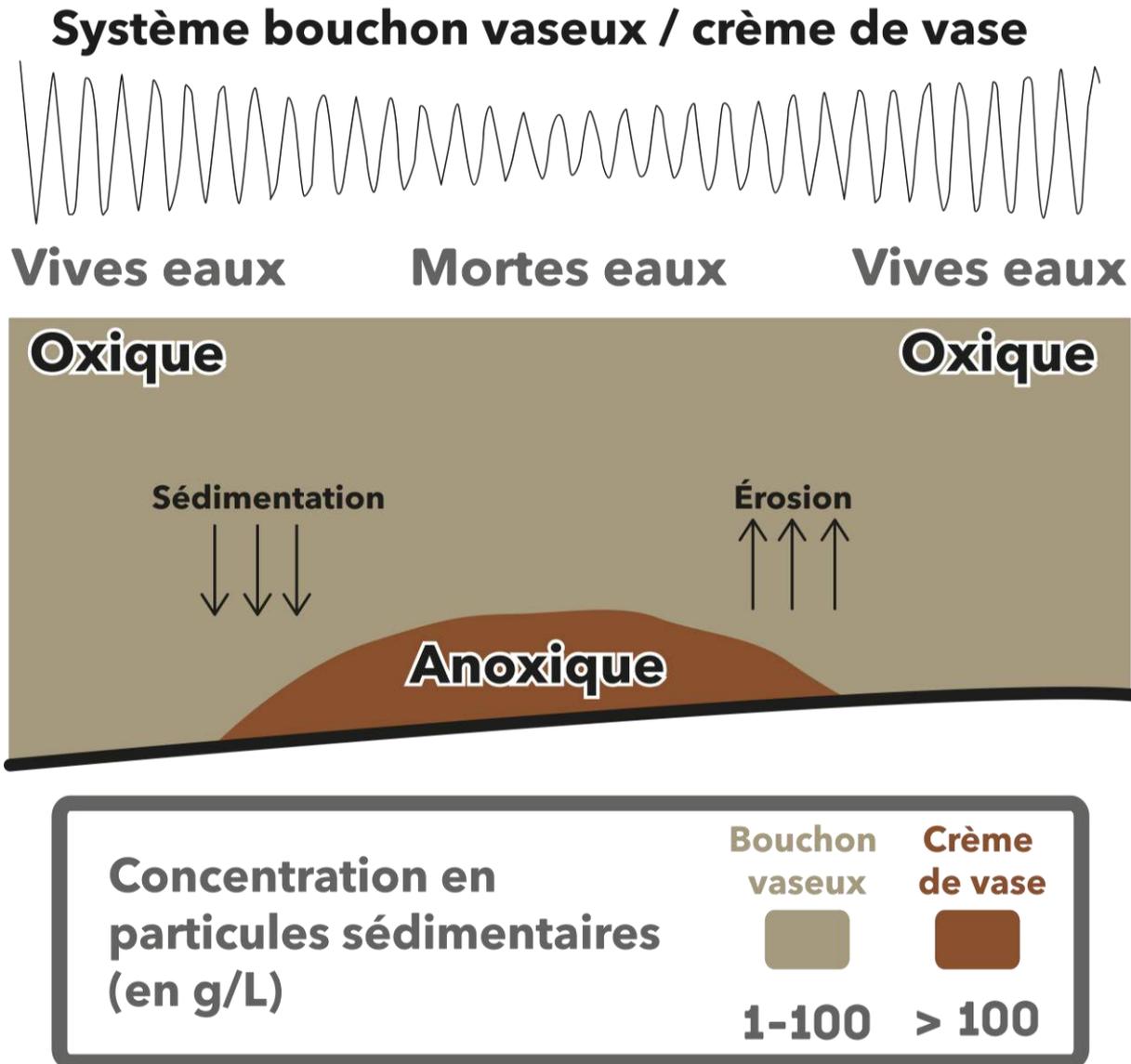






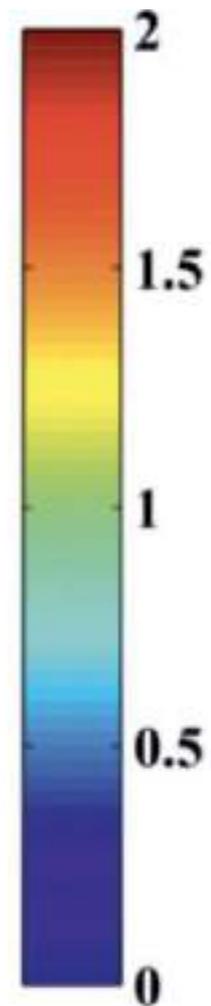
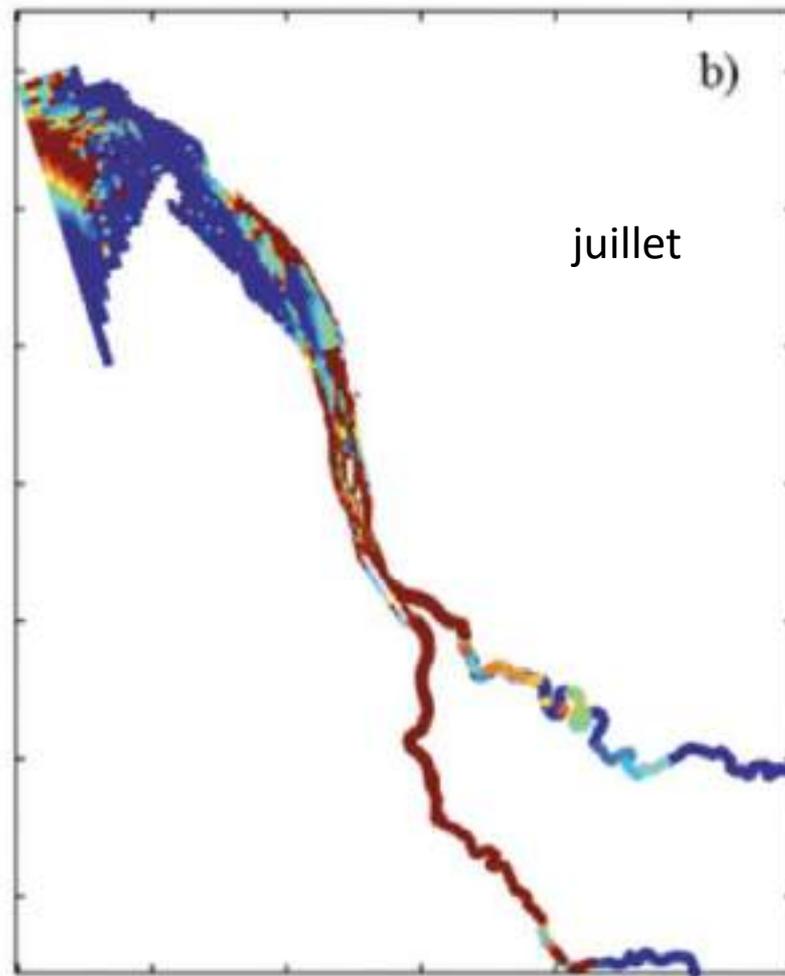
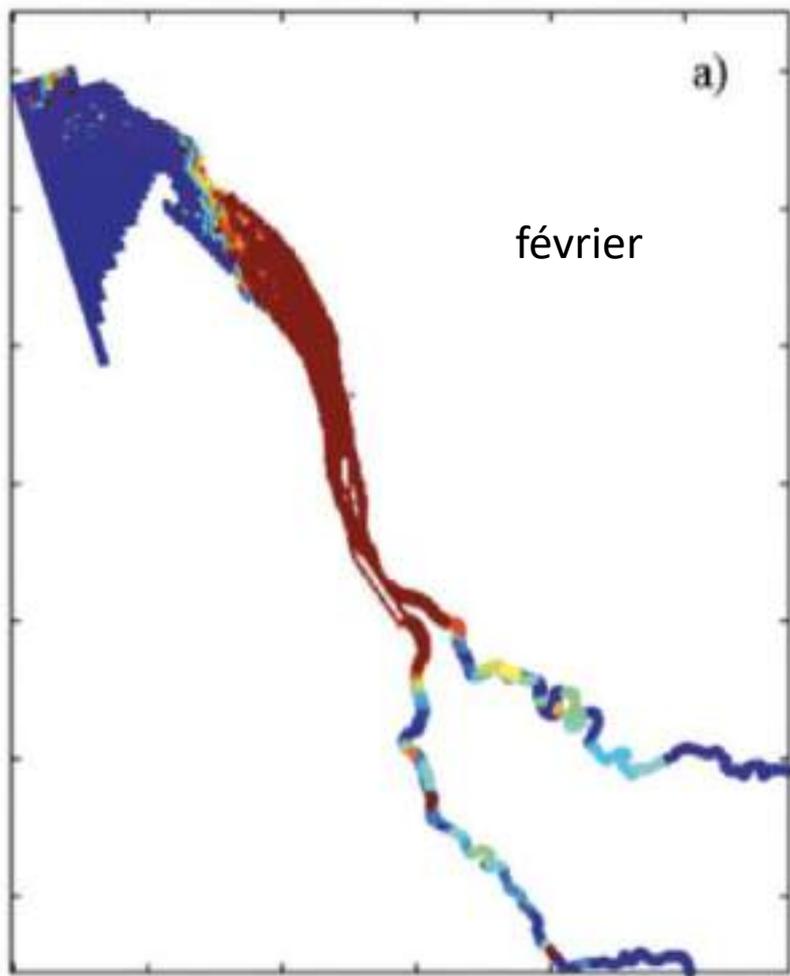


La dynamique hydro-sédimentaire estuarienne



Les déplacements saisonniers du bouchon vaseux selon les débits fluviaux

Concentration en matières en suspension en g/l



Migration saisonnière du bouchon vaseux (A. Sottolichio)

Évolutions du « Bouchon vaseux » depuis 40 ans



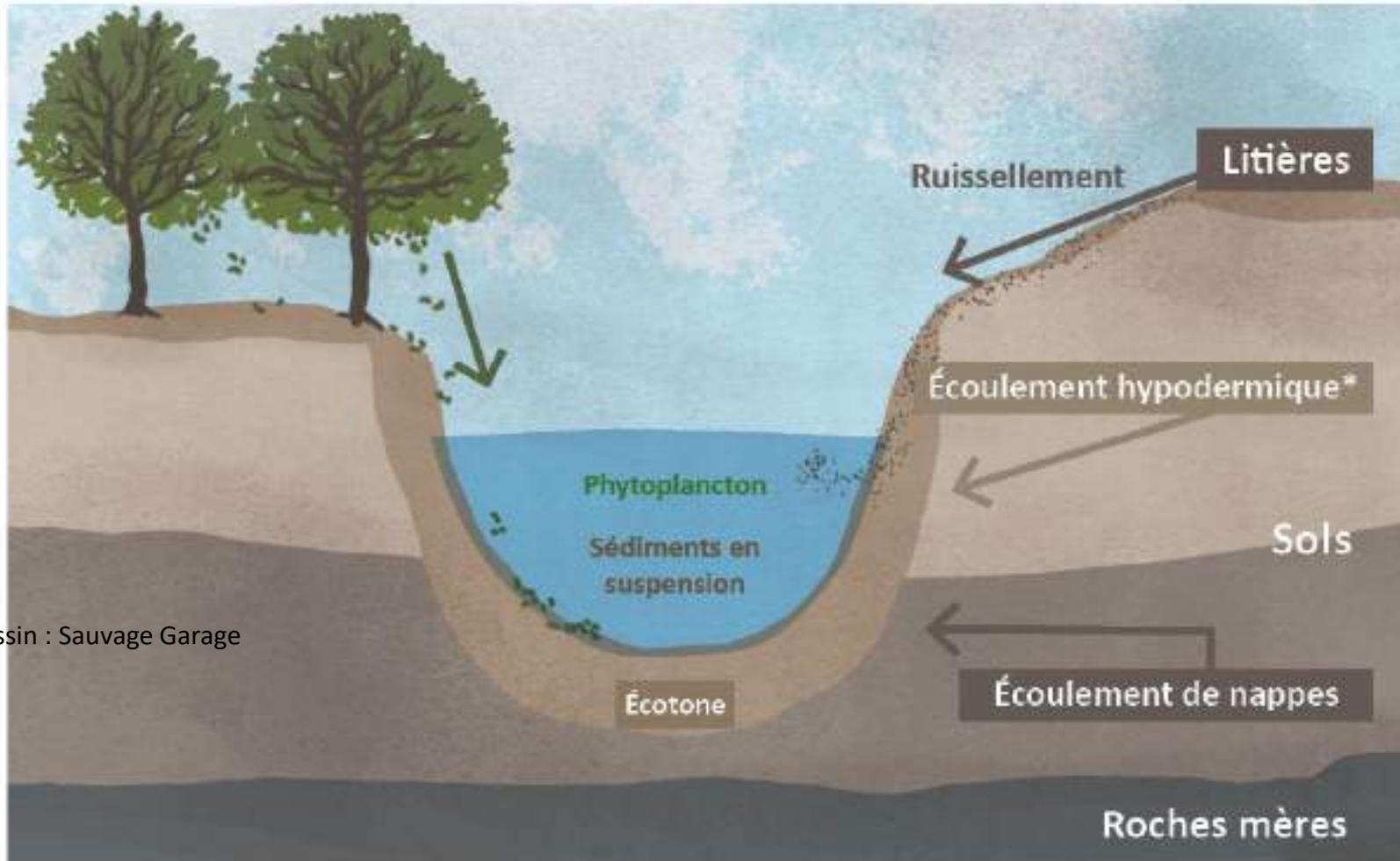
(Eric Hysot)

La position et l'étendue du bouchon vaseux, variables par définition, connaissent une évolution nette depuis 40 ans, concomitante avec une dégradation des conditions écologiques de l'estuaire. Depuis 2004, le suivi Magest éclaire sur les causes de ces tendances et les études récentes ont précisé les conséquences et les risques écologiques associés.



La position et l'intensité du bouchon vaseux

Apports d'eau et de sédiments aux rivières



Dessin : Sauvage Garage

Hausse du niveau marin et Abaissement de la ligne d'eau en amont

Photo : Eric Veyssy

Marinisation notable au
cours des trente dernières
années.

La Garonne à Cambes

... l'extraction de granulats pratiquée jusqu'en 1982 (fin de l'autorisation) a entraîné un abaissement des niveaux du lit et de la ligne d'eau de la Garonne, de 1 à 2 m en général, ...

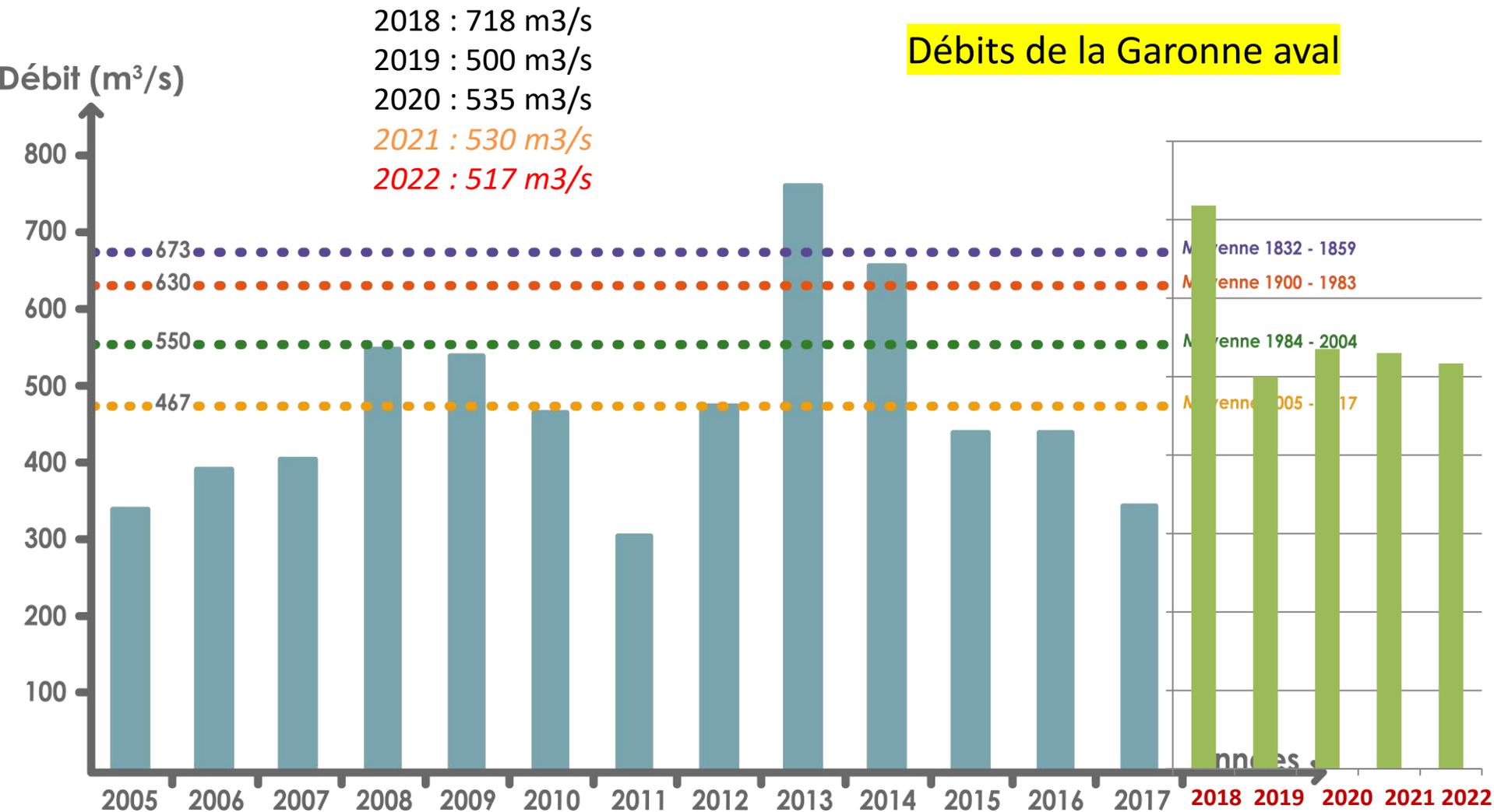
Baisse des débits avec intensification et allongement de l'étiage

Photo : Eric Veyssy



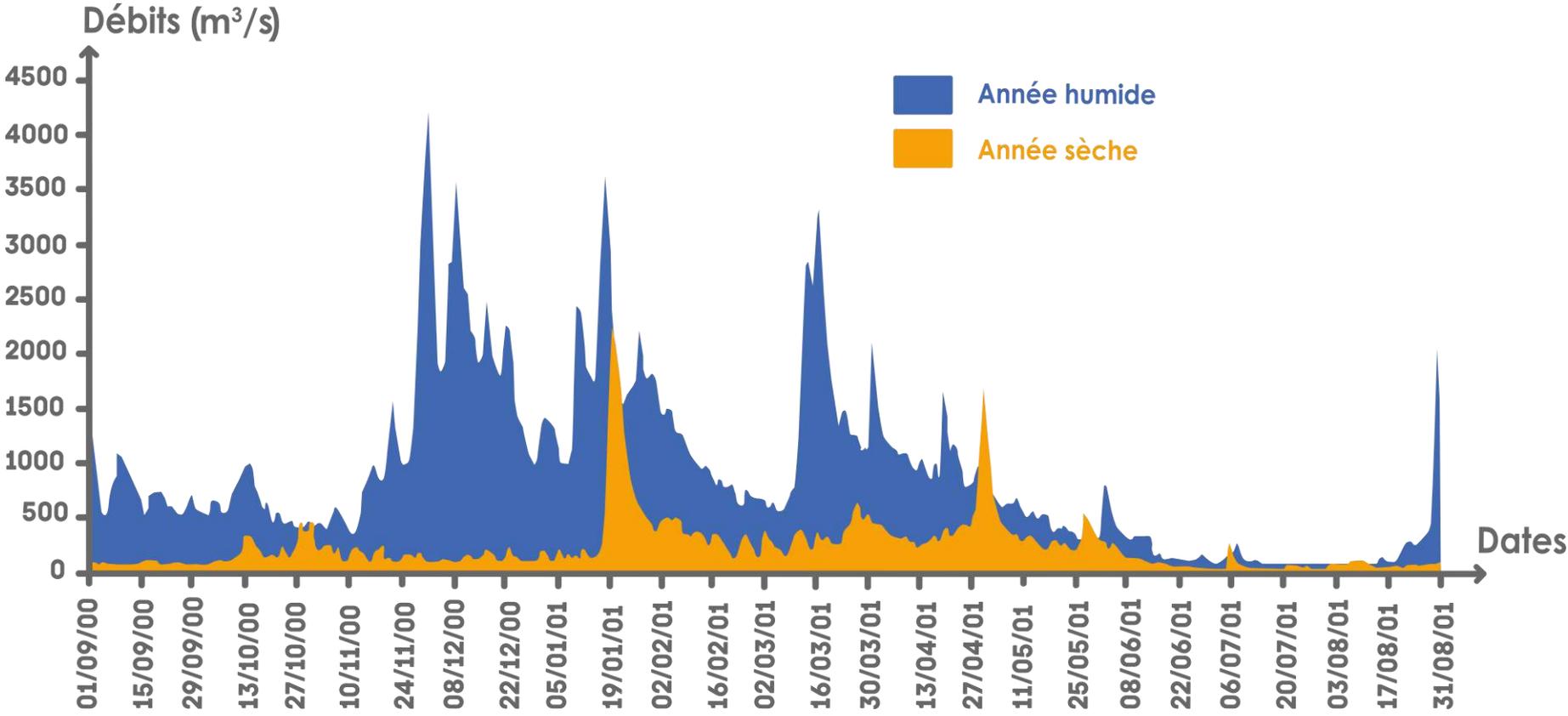
La Garonne à Tonneins

Baisse des débits avec intensification et allongement de l'étiage



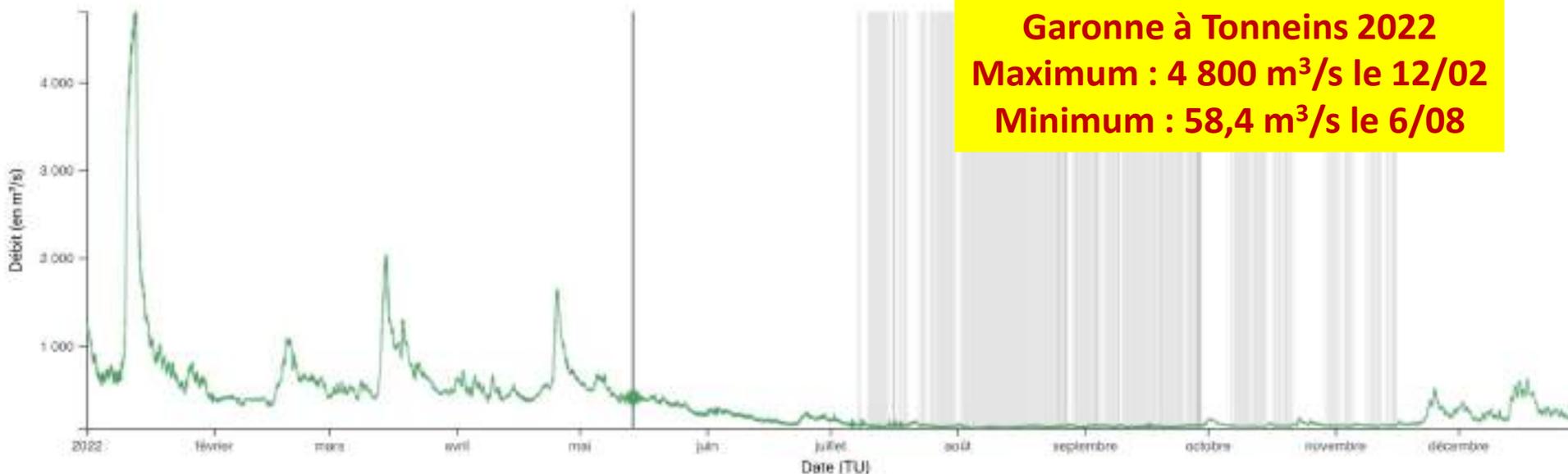
Le bassin de la Garonne présente le plus grand déficit hydrique de tous les bassins français : - 20% depuis 1984 par rapport au 20^{ème} siècle.

Baisse des débits avec intensification et allongement de l'étiage

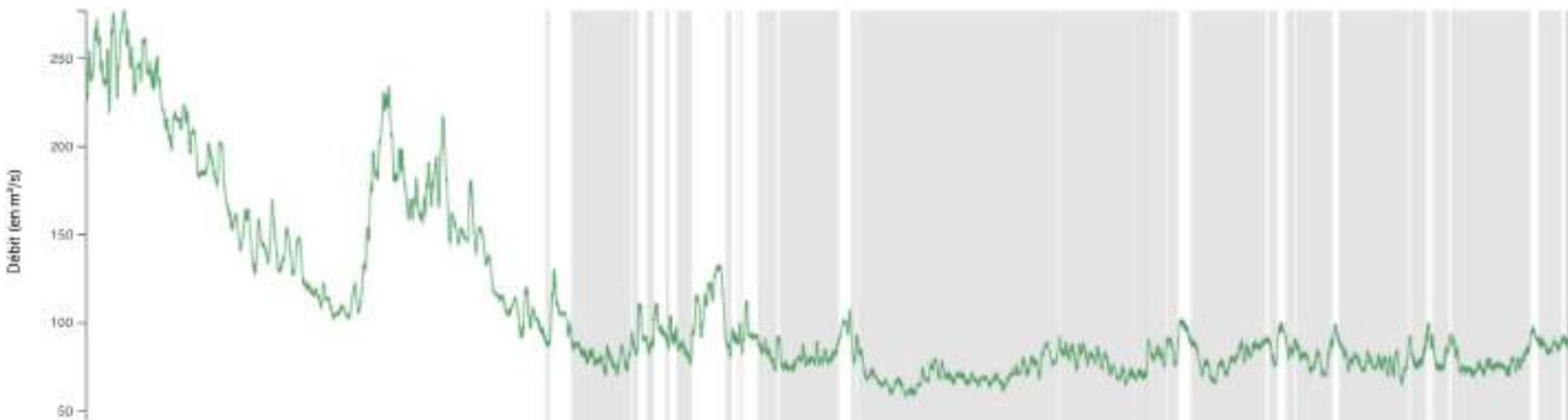


Débits de la Garonne aval

Débit instantané - Données les plus valides de l'entité - 0900 0010 02 - La Garonne à Tonneins - du 01/01/2022 00:00 au 31/12/2022 23:59 (TU)

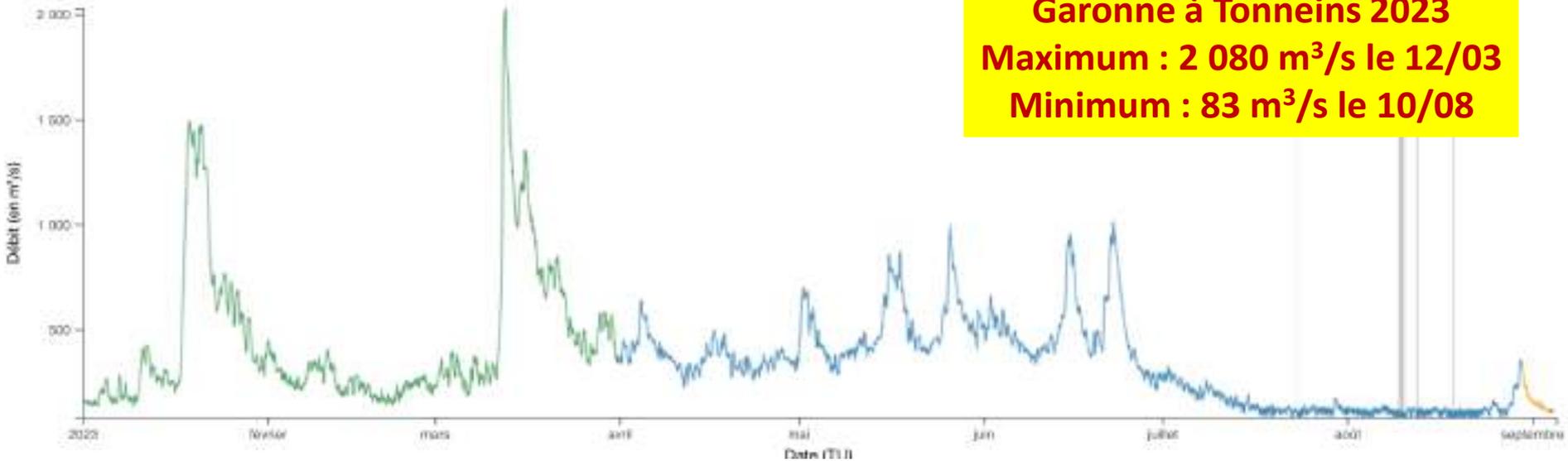


Débit instantané - Données les plus valides de l'entité - 0900 0010 02 - La Garonne à Tonneins - du 01/06/2022 00:00 au 30/09/2022 23:59 (TU)

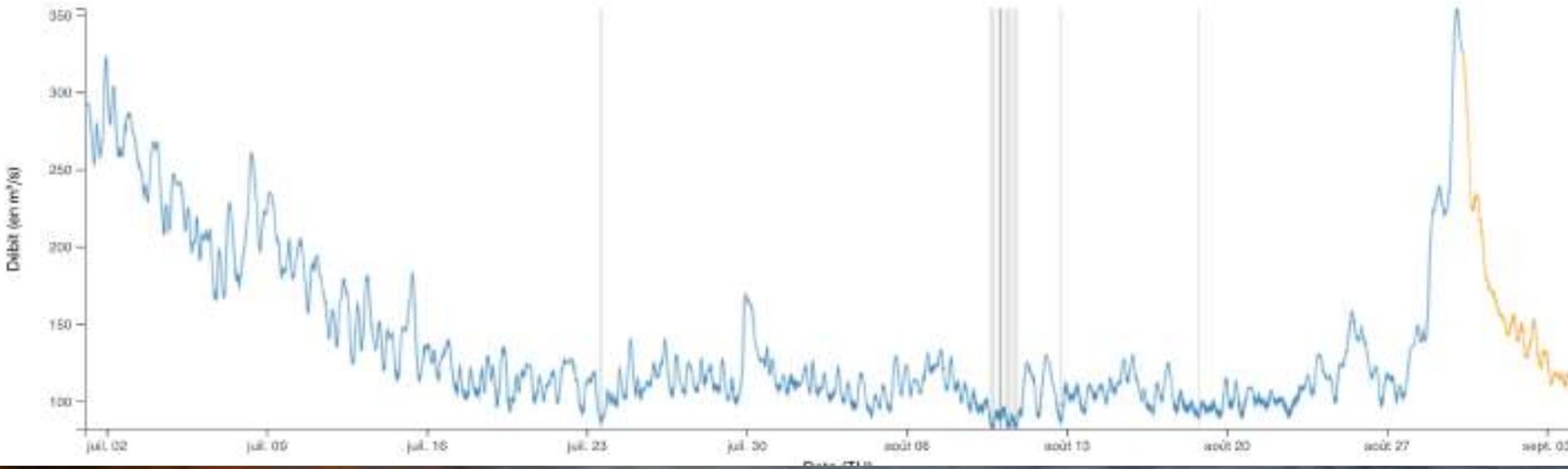


Débit instantané - Données les plus valides de l'entité - O900 0010 02 - La Garonne à Tonneins - du 01/01/2023 00:00 au 04/09/2023 23:59 (TU)

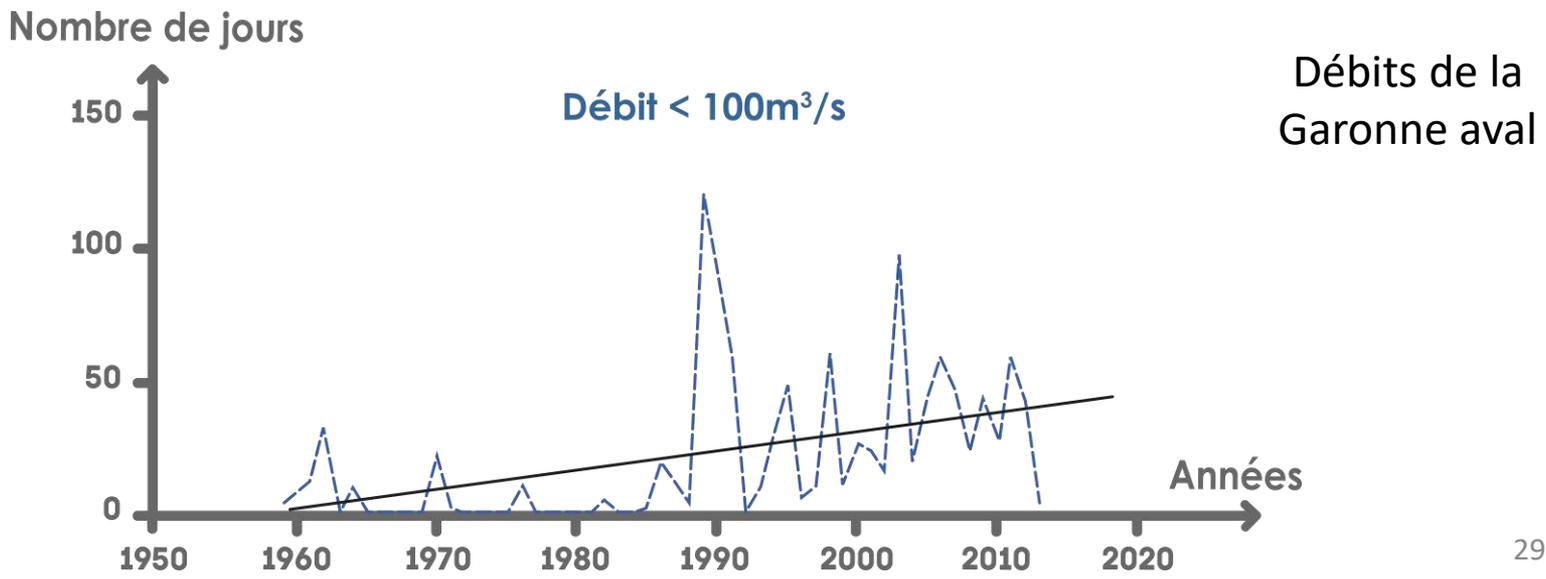
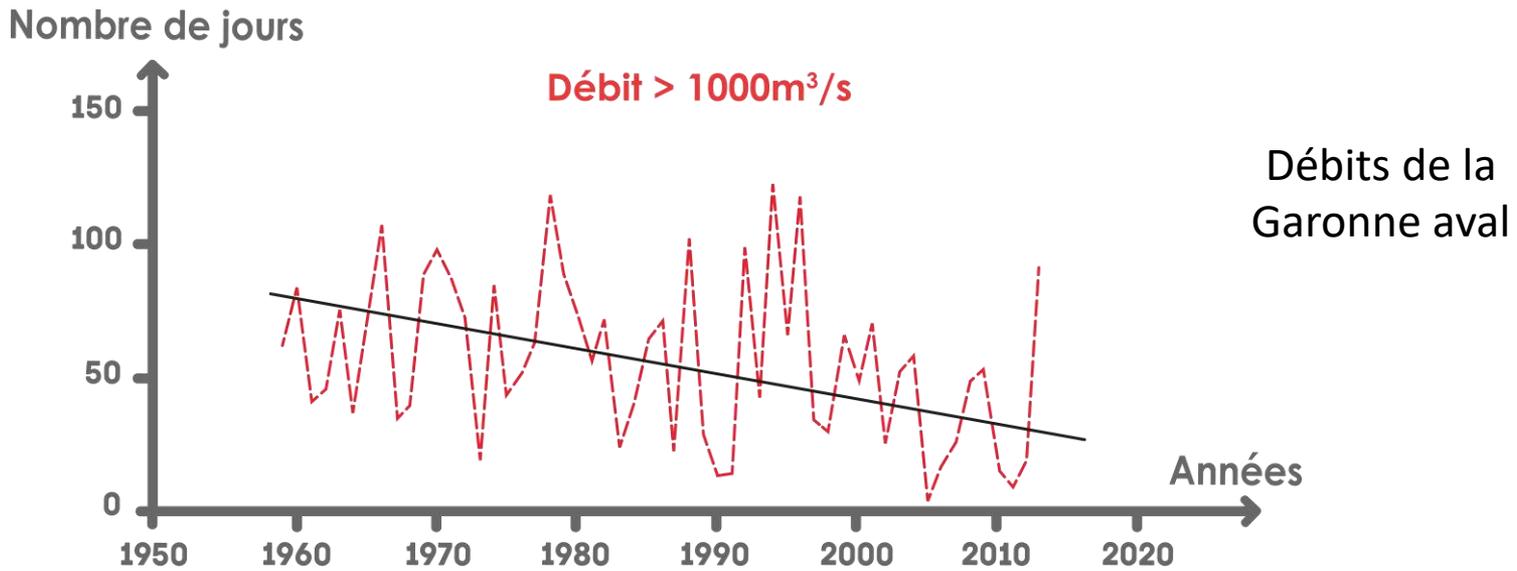
Garonne à Tonneins 2023
Maximum : 2 080 m³/s le 12/03
Minimum : 83 m³/s le 10/08



Débit instantané - Données les plus valides de l'entité - O900 0010 02 - La Garonne à Tonneins - du 01/07/2023 00:00 au 04/09/2023 23:59 (TU)



Baisse des débits avec intensification et allongement de l'étiage



Le réseau MAGEST mesure toutes les 10 à 20 minutes :

- la température,
- le débit,
- la turbidité (charge en matières en suspension)
- l'oxygénation des eaux estuariennes
- le pH (Tonnay-Charente et L'Éguille)

Pour suivre les actualités du réseau :

Twitter : twitter.com/Gironde_Magest

Pour la visualisation des données :

<http://magest.stm.u-bordeaux.fr/>

Contact : MAGEST_Gironde@pse.u-bordeaux.fr



Fonctionnement du réseau :

Site	En service
Ambar-Garonne	●
Ambar-Dordogne	●
Bordeaux	●
Graves	●
Castillon	●
L'Éguille	●
L'Éguille	●
Pauliac	●
Portets	●
Saint-Denis-de-Pile	●
Tonnay-Charente	●
Le Verdier	●

Un début de septembre encore critique pour la qualité des eaux

Le début du mois de septembre 2023 a été marqué par une vague de chaleur exceptionnelle par sa survenue tardive, son intensité et sa durée. Alors qu'une baisse de la température de l'eau des estuaires nord aquitains s'était amorcée, cette nouvelle vague de chaleur a de nouveau induit une augmentation (Fig. 1). Malheureusement, les températures de l'air sont restées au-dessus des maxima attendus autour du 20 Août et les jours recommencent. Ainsi cette hausse de la température de l'eau est plus modérée. A Bordeaux, la température journalière est d'environ 25°C, légèrement au-dessus de la gamme de températures de référence pour la période 2005-2018 (Fig. 2).

Début septembre, les coefficients de marée étaient très forts (jusqu'à 1L) ce qui a favorisé un bouchon vaseux très concentré de plusieurs grammes de sédiments par litre à l'aval des fleuves. La conjonction d'une nouvelle vague de chaleur et de forts coefficients de marée a induit une baisse rapide de l'oxygénation des eaux, particulièrement marquée à Bordeaux et à Tonnay-Charente. A Tonnay-Charente, le minimum de concentration d'oxygène dissous mesuré est de 0,2 mg L⁻¹ (Fig. 3), ce qui constitue des conditions hypoxiques sévères (hypoxie < 2 mg L⁻¹) qui ont duré plusieurs jours. Les mortes eaux ont permis une amélioration de l'oxygénation des eaux qui resta toutefois bien en dessous du seuil de 5 mg L⁻¹ à Bordeaux et à Tonnay-Charente.

Figure 1. Évolution journalière de la température et de l'oxygénation des eaux de surface à l'aval de la Charente (Tonnay-Charente), de la Dordogne (Bordeaux) et de la Garonne (Bordeaux) au cours de l'année 2022 jusqu'à arriver au 13 septembre 2023. Les données sont disponibles toutes les 10 minutes.

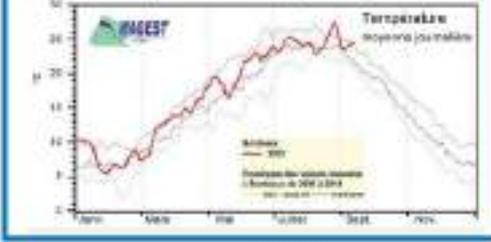


Figure 2. Comparaison de températures journalières au 13 septembre 2023 dans la Gironde aval (Bordeaux) avec la gamme de températures journalières (minimum, médiane, maximum) observée à ce site entre 2005 et 2018 pour la période 2005-2018.

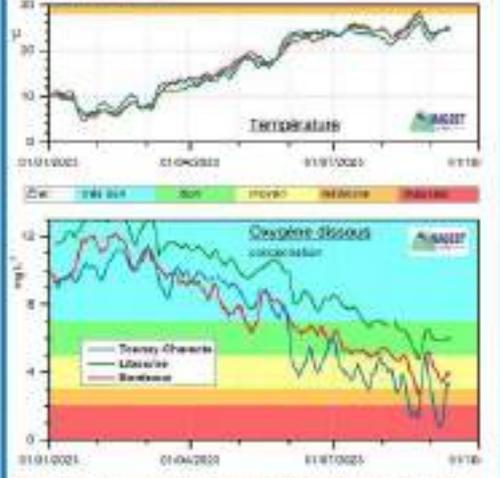
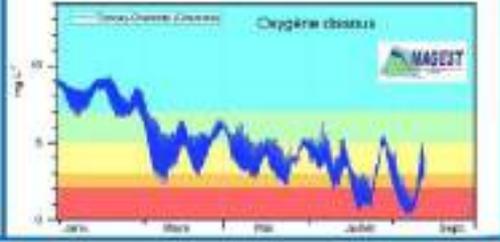


Figure 3. Évolution temporelle de l'oxygénation des eaux de surface à l'aval de la Charente (Tonnay-Charente), au cours de l'année 2022, du 5 janvier au 13 septembre 2023. Les données sont disponibles toutes les 10 minutes.



c) Synthesis of assessment of observed change in **agricultural and ecological drought** and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions

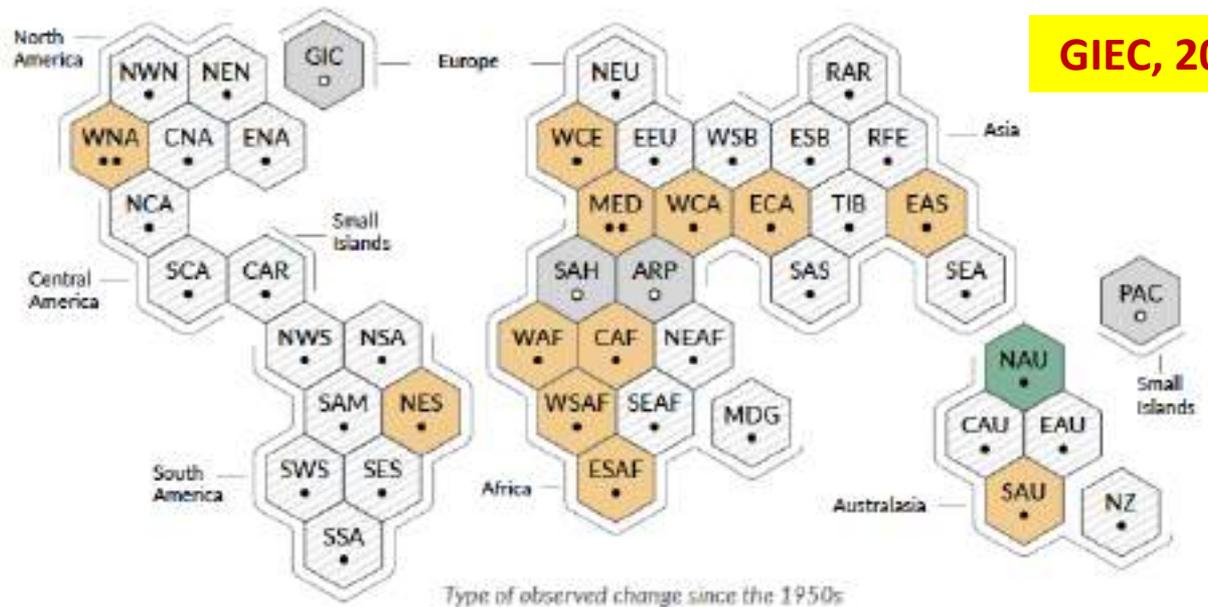
GIEC, 2021

Type of observed change in agricultural and ecological drought

- Increase (12)
- Decrease (1)
- Low agreement in the type of change (28)
- Limited data and/or literature (4)

Confidence in human contribution to the observed change

- High
- Medium
 - Low due to limited agreement
 - Low due to limited evidence



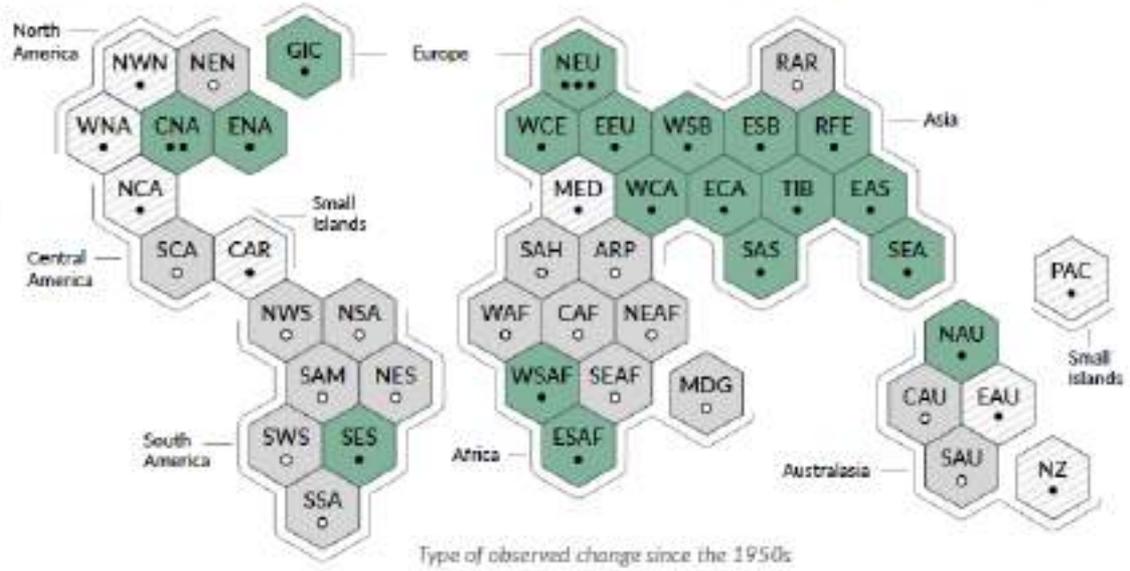
b) Synthesis of assessment of observed change in **heavy precipitation** and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions

Type of observed change in heavy precipitation

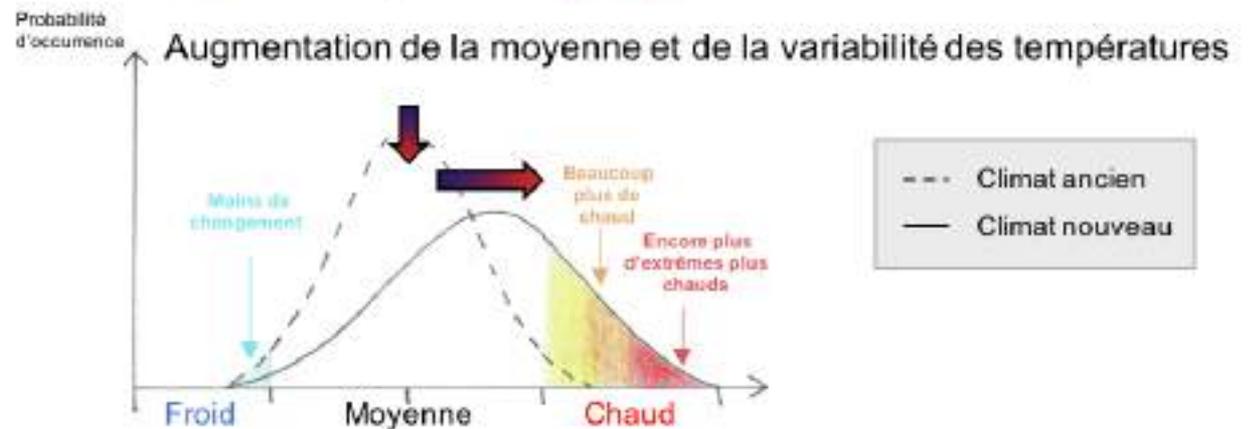
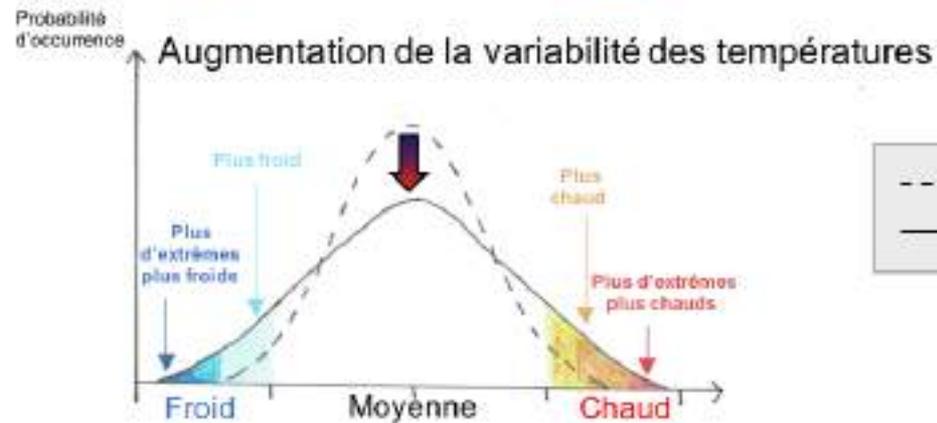
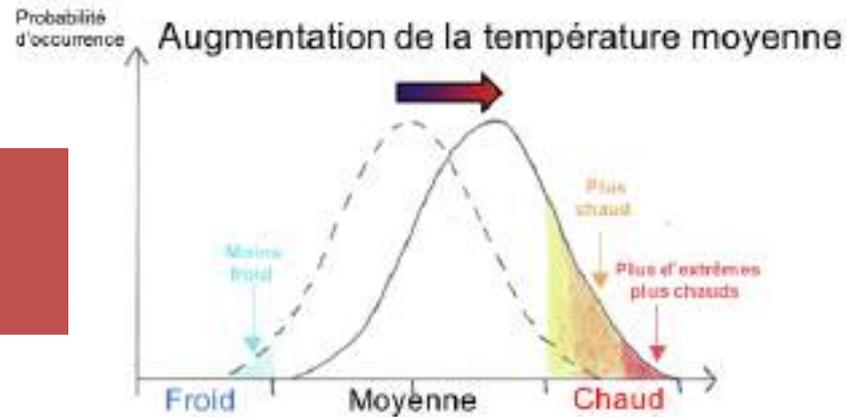
- Increase (19)
- Decrease (0)
- Low agreement in the type of change (8)
- Limited data and/or literature (18)

Confidence in human contribution to the observed change

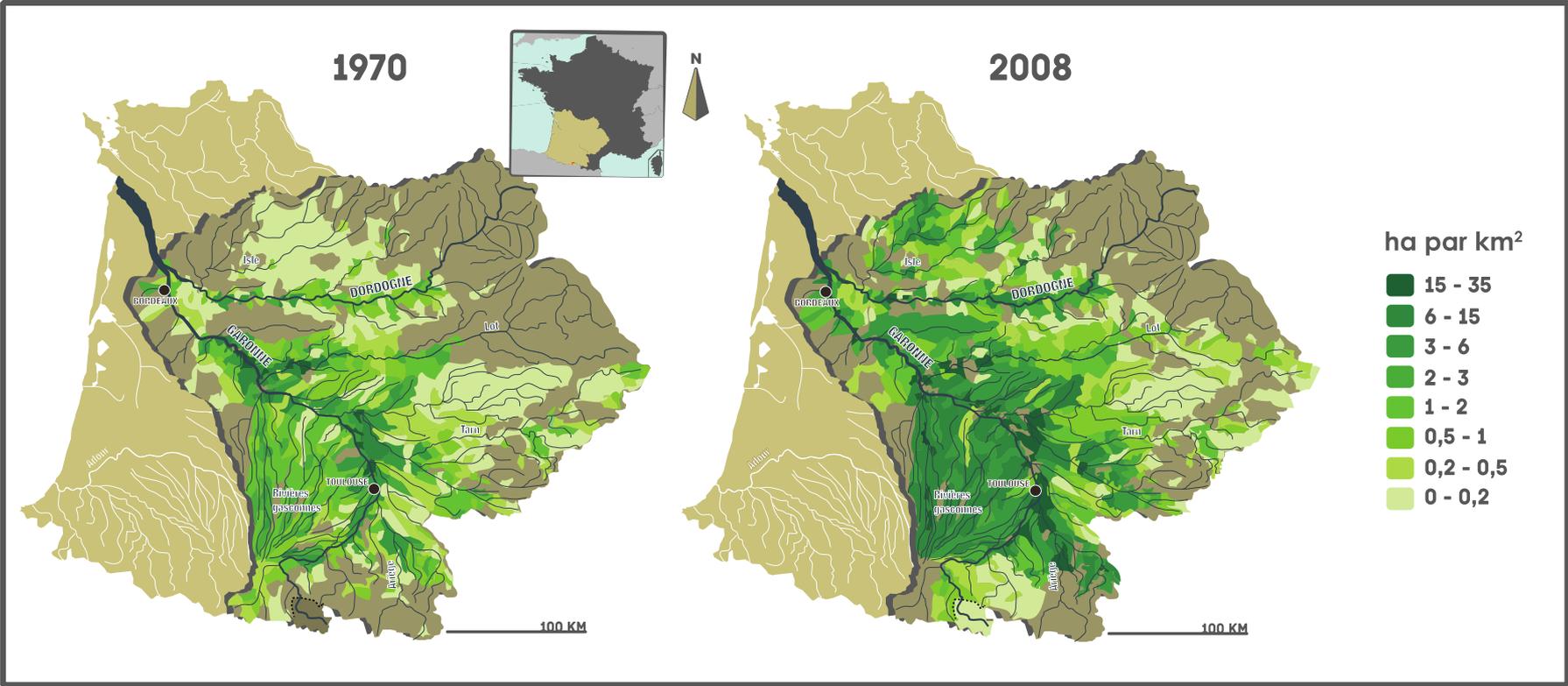
- High
- Medium
 - Low due to limited agreement
 - Low due to limited evidence



Courbe de Gauss (GIEC, 2007)



Baisse des débits avec intensification et allongement de l'étiage



Carte surfaces irriguées 1970-2008 (Eaucéa, 2008)

Baisse des débits avec intensification et allongement de l'étiage

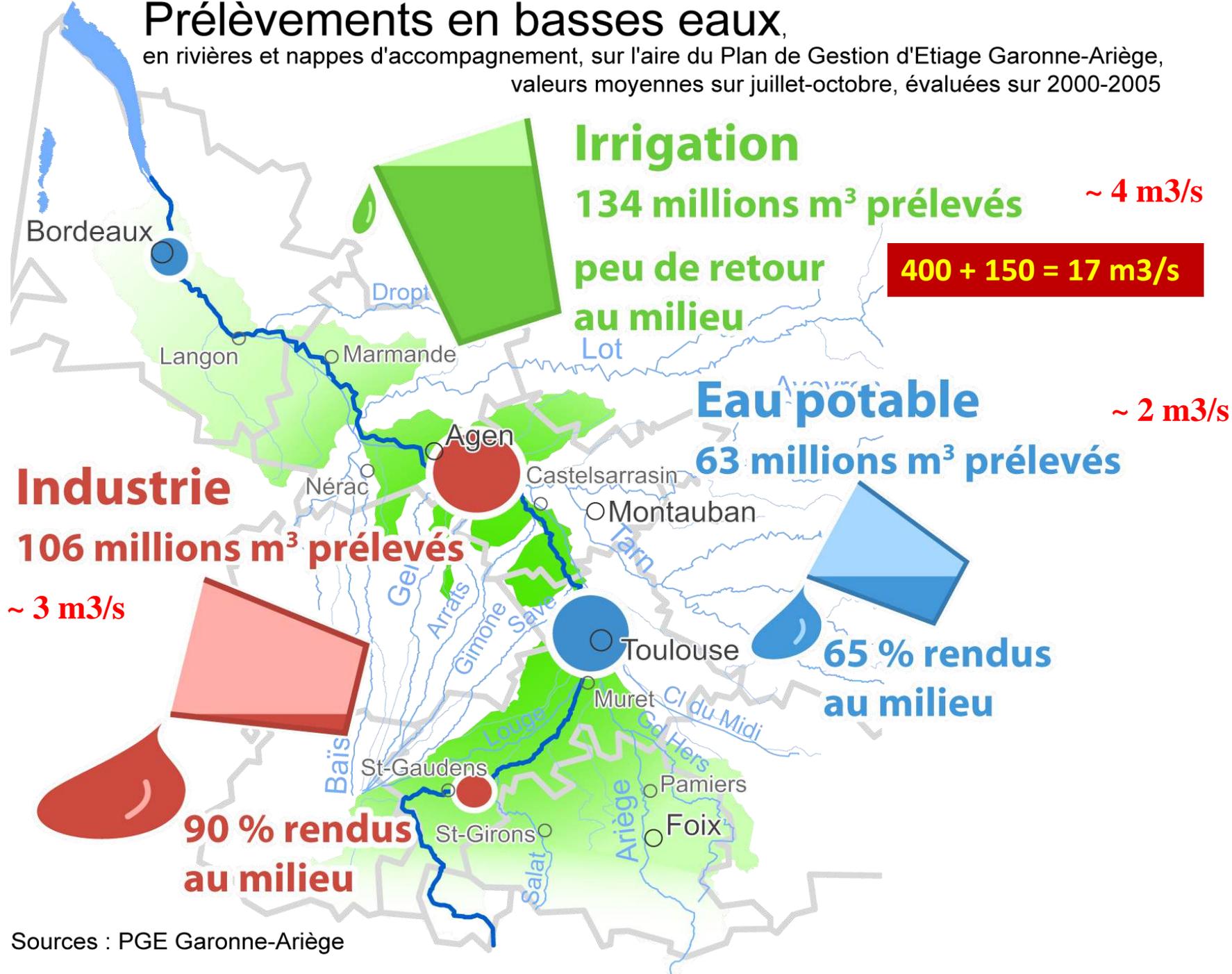


Photo : Eric Veyssy

Retenue collinaire en Lot et Garonne

Prélèvements en basses eaux,

en rivières et nappes d'accompagnement, sur l'aire du Plan de Gestion d'Etiage Garonne-Ariège, valeurs moyennes sur juillet-octobre, évaluées sur 2000-2005



En France, les surfaces cultivées de maïs sont au plus bas depuis 30 ans

🕒 Lecture 1 min

Par SudOuest.fr avec AFP

Publié le 01/06/2023 à 8h54.

Accueil • Sud Ouest Éco • Agriculture



📷 Avec le changement climatique, les champs de maïs souffrent du manque d'eau. © Crédit photo : Fabien Cottereau/SUD OUEST.

« le plus beau présent du Nouveau Monde à l'ancien » Antoine Parmentier

Baisse des débits avec intensification et allongement de l'étiage



Photo : Epidor

Barrage de Chastang
sur la Dordogne

Le bouchon vaseux amont

INSTALLATION DU BOUCHON VASEUX AMONT

Dordogne tidale (Libourne) :
80 - 100 m³/s

Garonne tidale (Bordeaux) :
200 - 300 m³/s

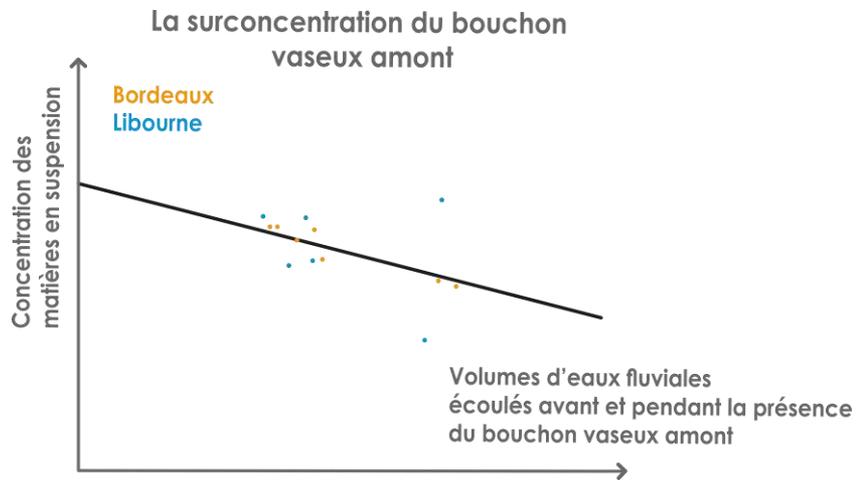
EXPULSION DU BOUCHON VASEUX AMONT

Dordogne tidale (Libourne) :
120 - 220 m³/s

Garonne tidale (Bordeaux) :
350 - 610 m³/s



Le bouchon vaseux amont

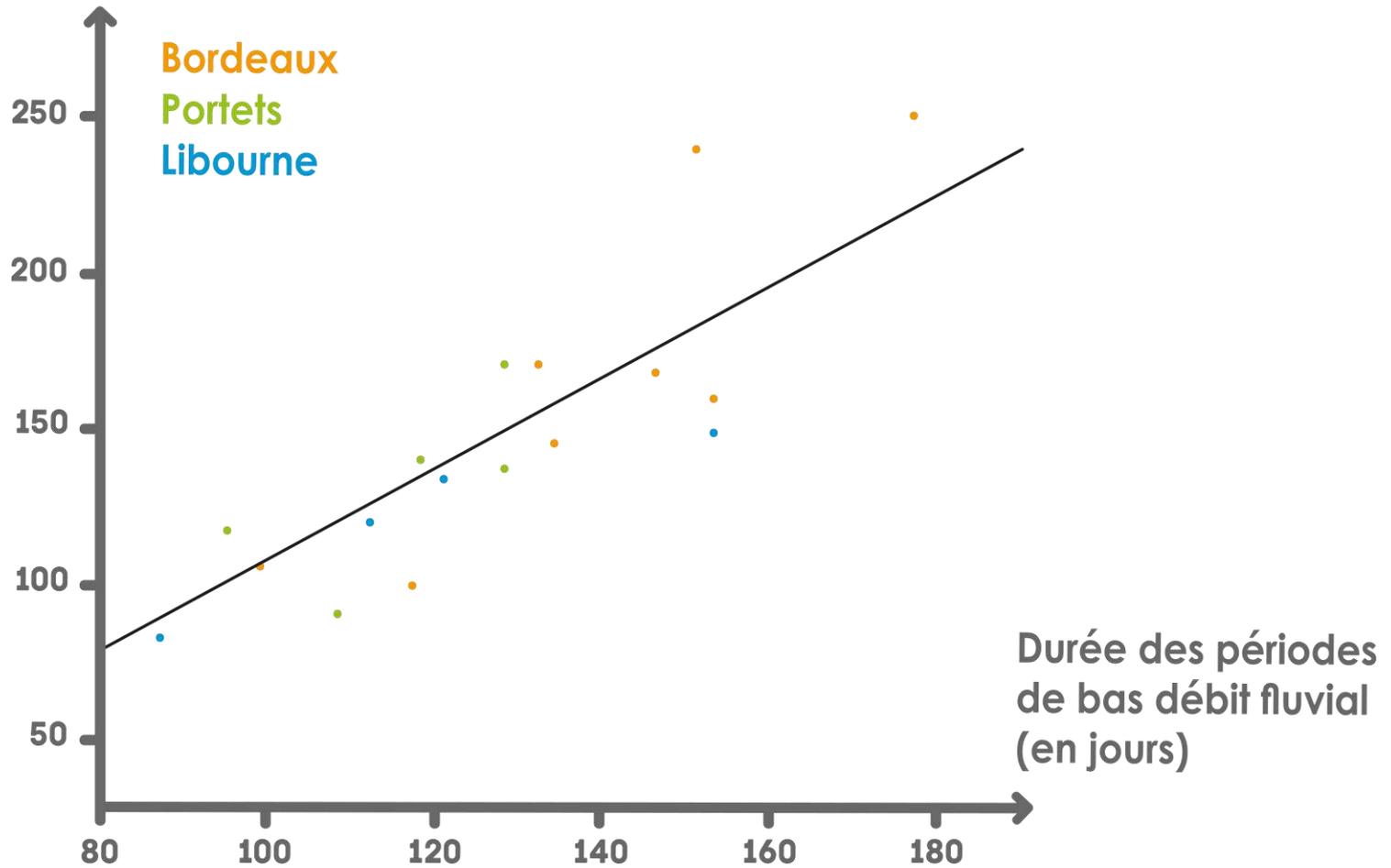


Le mascaret



Le bouchon vaseux amont

Durée de présence du bouchon vaseux (en jours)

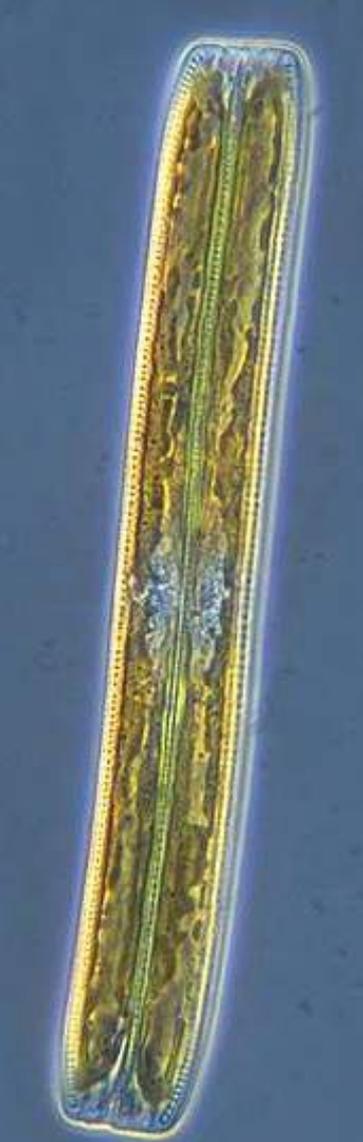
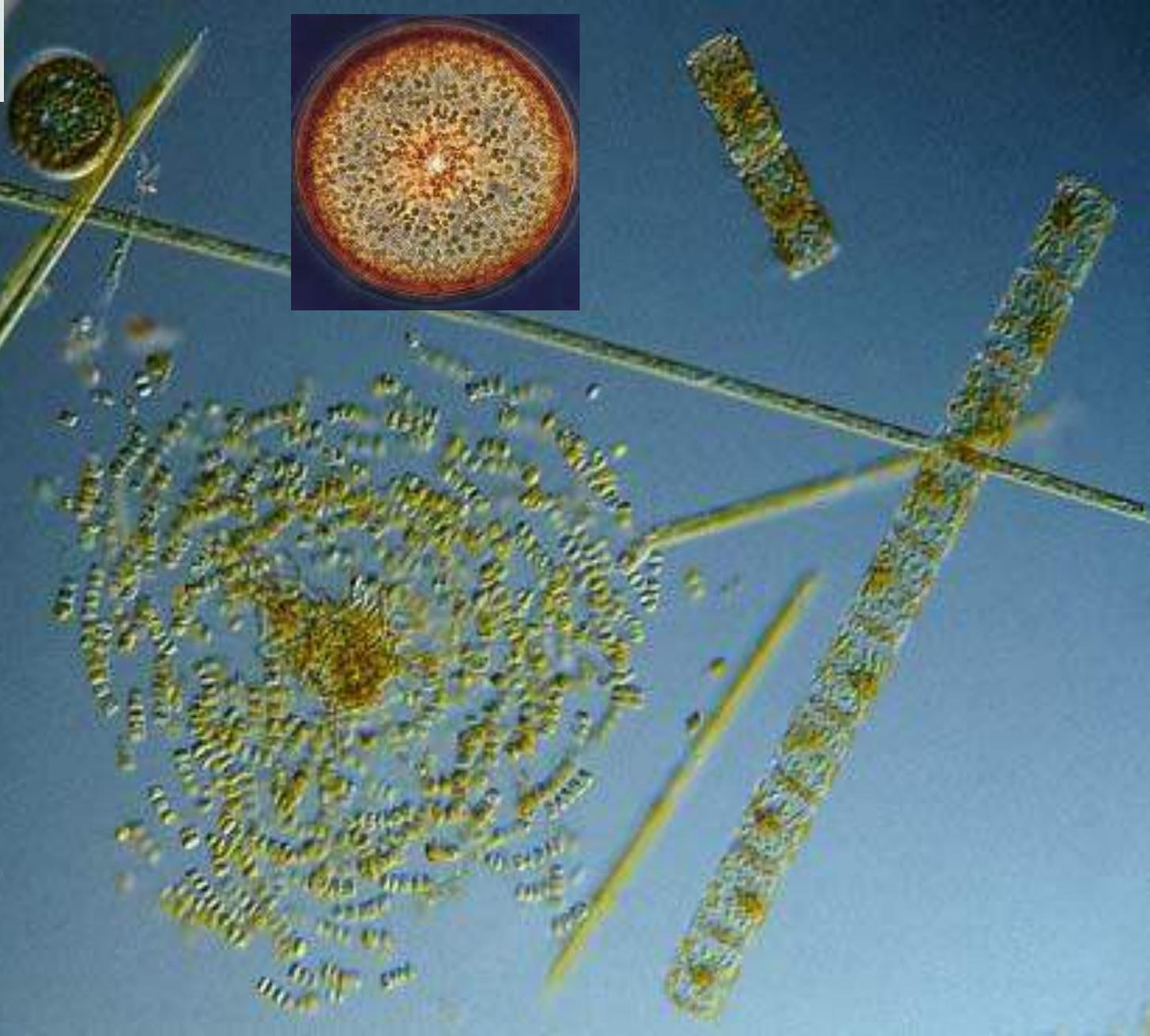
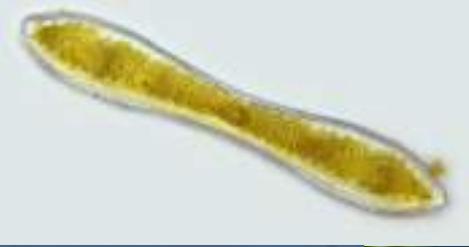


Evolution du bouchon vaseux depuis 40 ans

La conséquence des 3 facteurs cumulés (hausse du niveau marin, abaissement de la ligne d'eau, baisse des débits) est une remontée supplémentaire de l'ordre de 16 km du bouchon vaseux saisonnier « amont » (Ambès-Bordeaux-Langoiran-Cadillac) estimée en Garonne depuis 40 ans (Jalon-Rojas, 2016)



Les micro-algues : diatomées



Le zooplancton

Rotifère



Ostracode



cladocère



Amphipode



Copépole



Daphnie

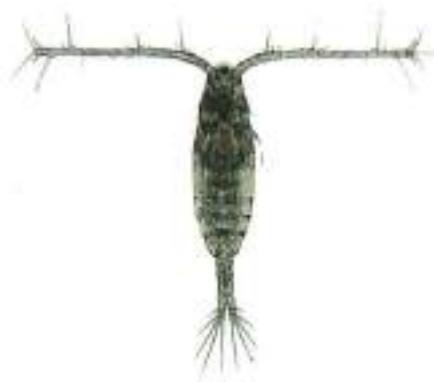


La qualité du bouchon vaseux et les conséquences sur l'écosystème

Depuis 40 ans, les températures moyennes des eaux estuariennes ont augmenté de 1,5° C en moyenne annuelle, avec un réchauffement estival plus prononcé de 2,3° C

	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre
TEMPÉRATURE (en °C)	< 20	≥ 20 et 23	≥ 23 et 28	> 28

	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
CONCENTRATION EN OXYGÈNE DISSOUS (en mg/L)	> 7	5 - 7	3 - 5	2 - 3	< 2



La qualité du bouchon vaseux et les conséquences sur l'écosystème

Photo : Eric Veyssy



Les poissons migrateurs

La lamproïe maritime

L'aloise feinte

La grande alose

L'esturgeon

Le saumon

La truite de mer

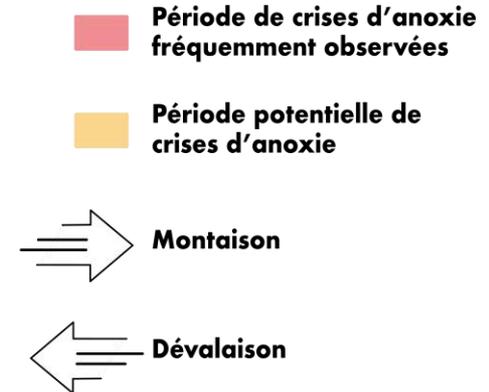
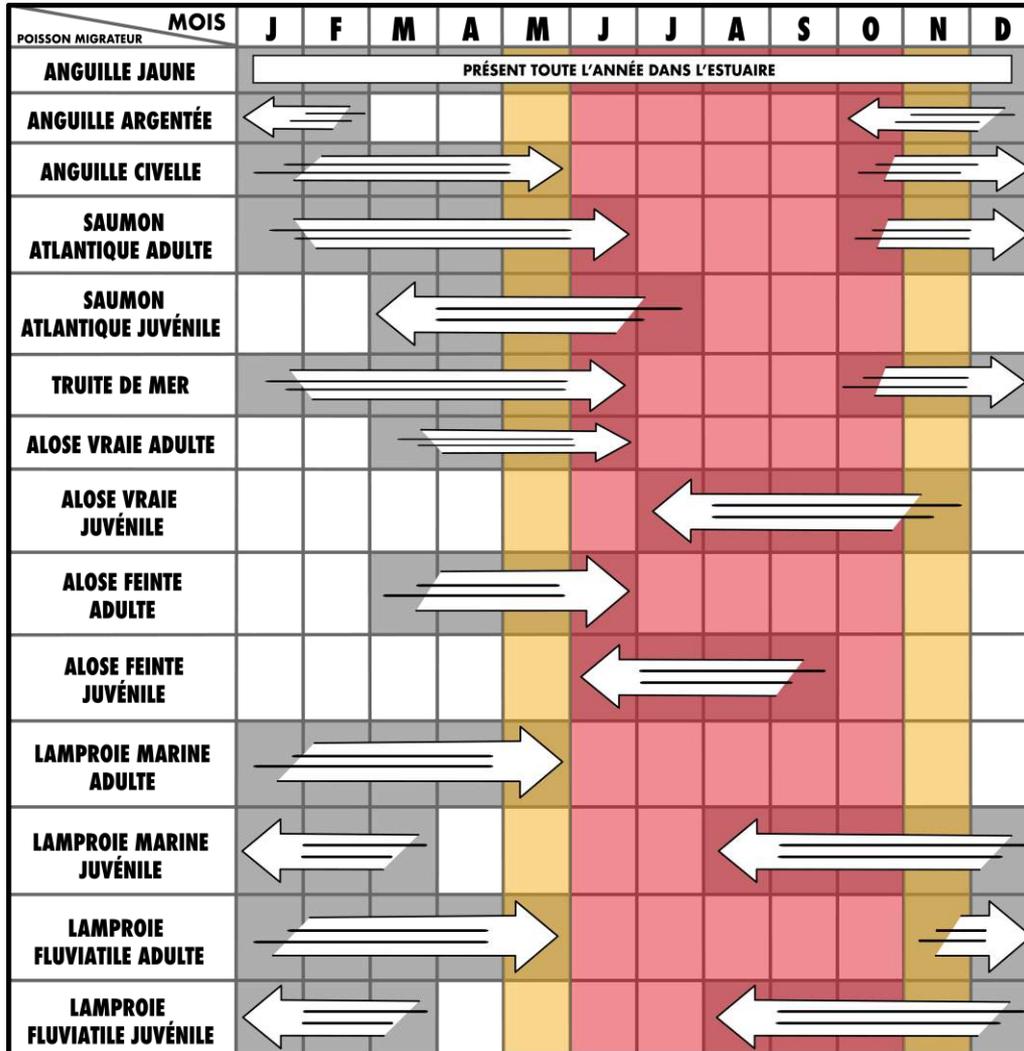
L'anguille

La lamproïe fluviatile

Les poissons migrateurs



La qualité du bouchon vaseux et les conséquences sur l'écosystème



Poissons autochtones

Gobie buhotte

3 à 10 cm



nourriture de base de l'anguille et du bar
: espèce « fourrage » de l'estuaire

Les pêcheurs professionnels d'estuaire en grande précarité

Photo : Sabine Becquey



Le « Bouchon vaseux » face aux perspectives climatiques et sociétales



Les évolutions climatiques et sociétales ont déjà et auront des conséquences notables sur les apports hydro-sédimentaires, leur dynamique et leurs impacts écologiques dans la zone estuaire. Ces conséquences seront plus ou moins marquées selon l'ampleur du réchauffement climatique, les comportements sociétaux et les choix d'aménagements et de gestion.

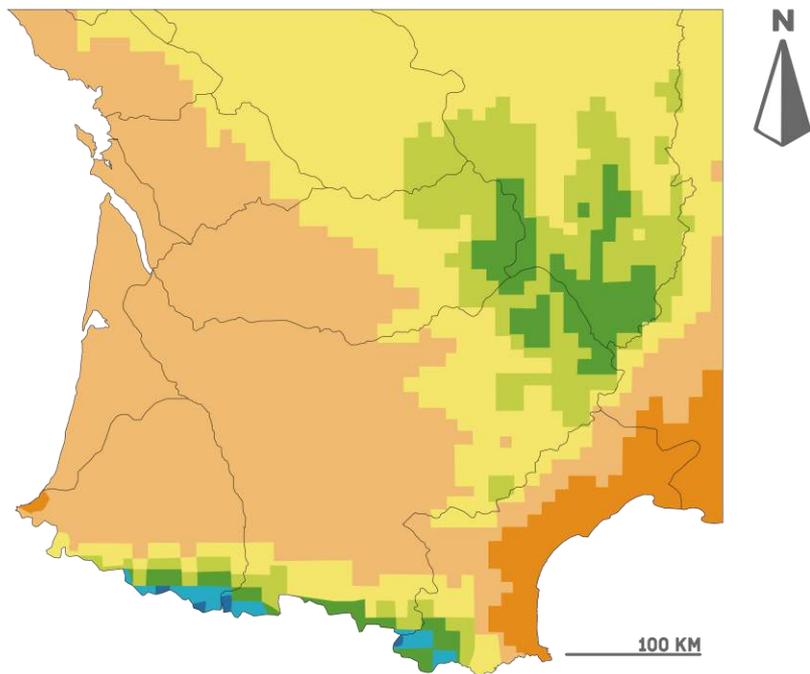


Projections de températures sur le bassin versant

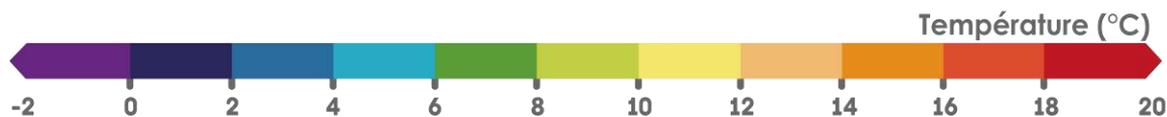
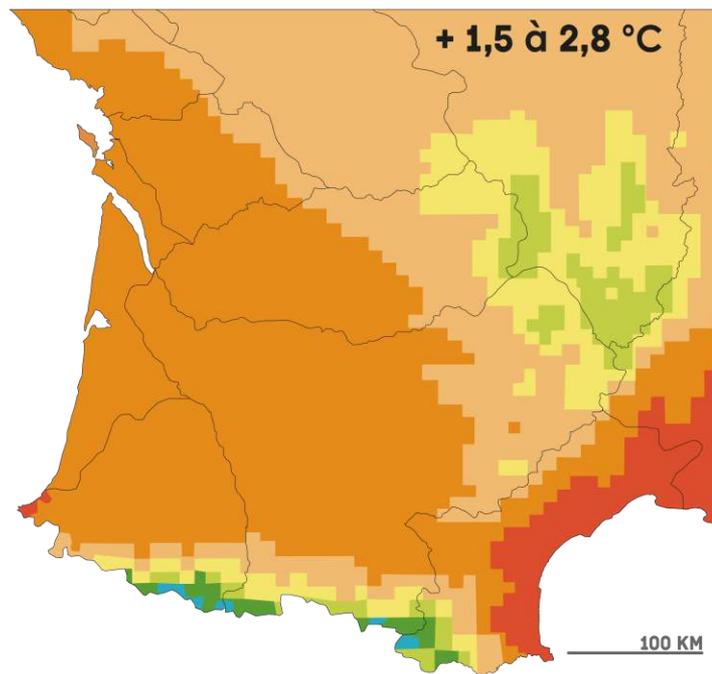
Évolution de la température moyenne quotidienne sur l'année dans le sud-ouest

(Source : AEAG d'après www.drias-climat.fr)

SITUATION RÉFÉRENCE (1971 - 1990)



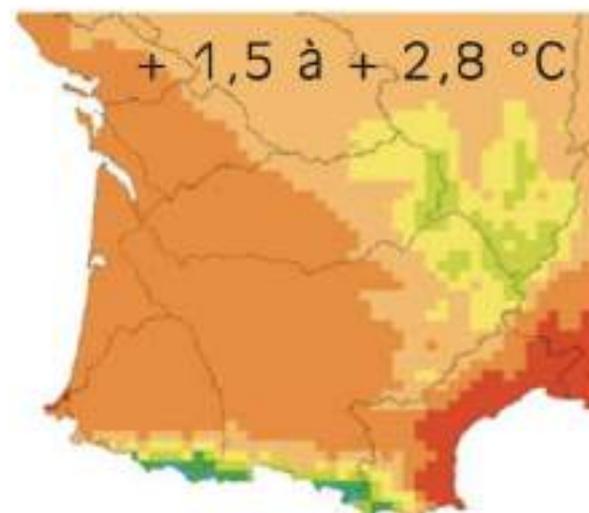
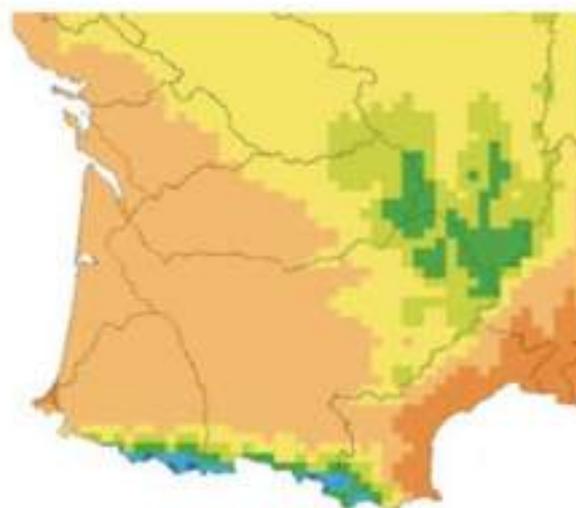
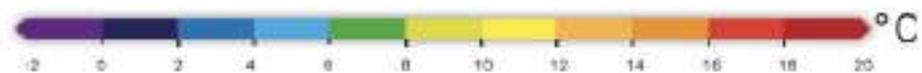
HYPOTHÈSE MÉDIANE DU GIEC (2046 - 2065)



**SITUATION DE RÉFÉRENCE (1971-1990)
ET HYPOTHÈSE MÉDIANE DU GIEC (2046-2065)**

**Évolution de la température moyenne quotidienne
sur l'année dans le sud-ouest**

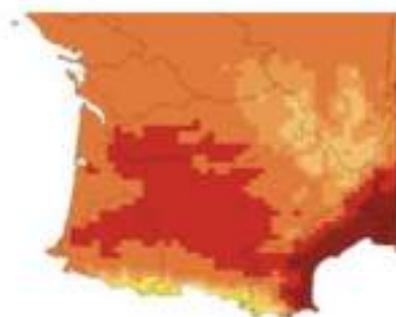
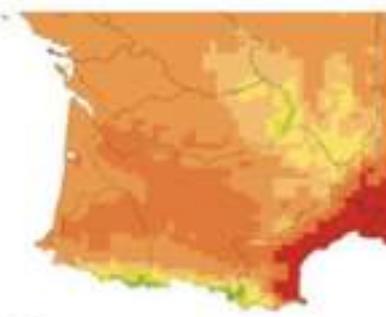
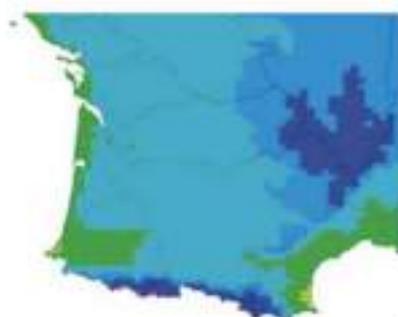
(Source: AEAG d'après www.drias-climat.fr)



**SITUATION DE RÉFÉRENCE (1971-1990)
ET HYPOTHÈSE MÉDIANE DU GIEC (2046-2065)**

**Évolution saisonnière de la température moyenne
quotidienne dans le sud-ouest**

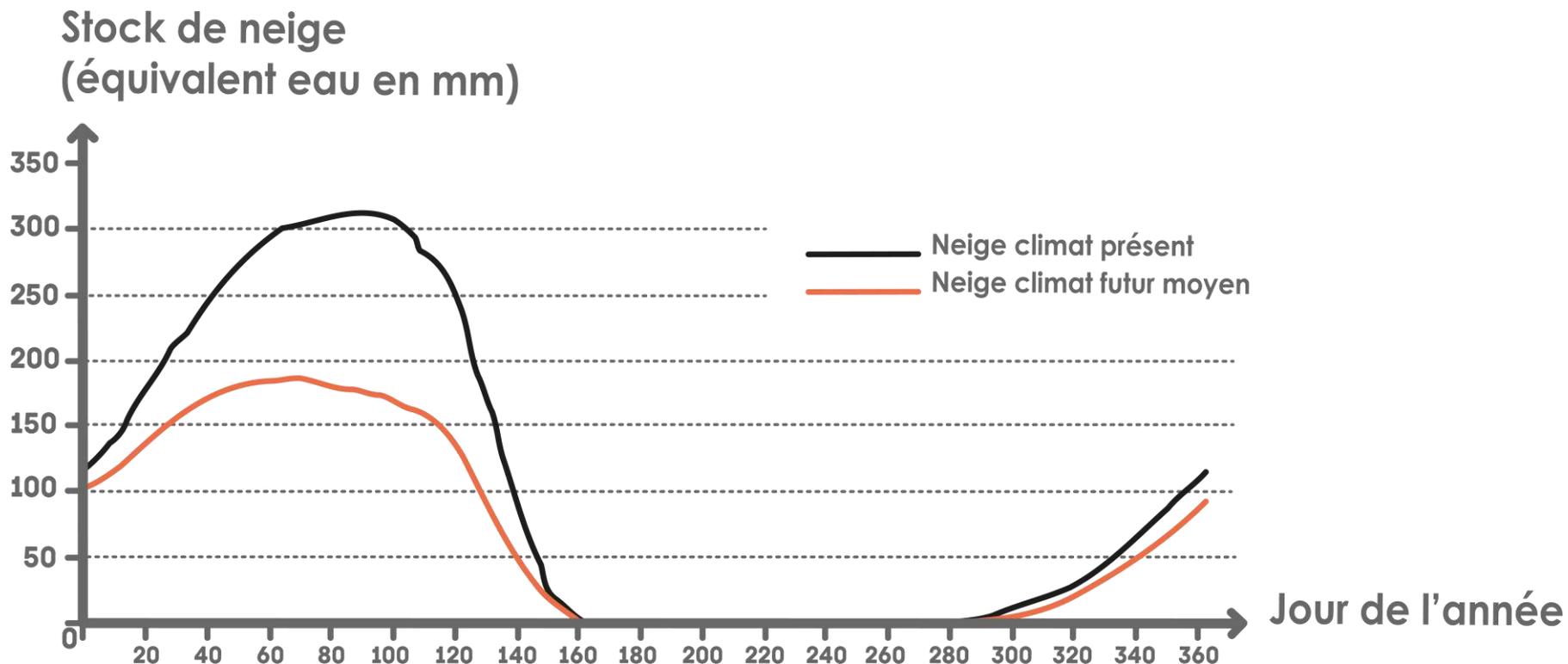
(Source: AEAG d'après www.drias-climat.fr)



HIVER

ÉTÉ

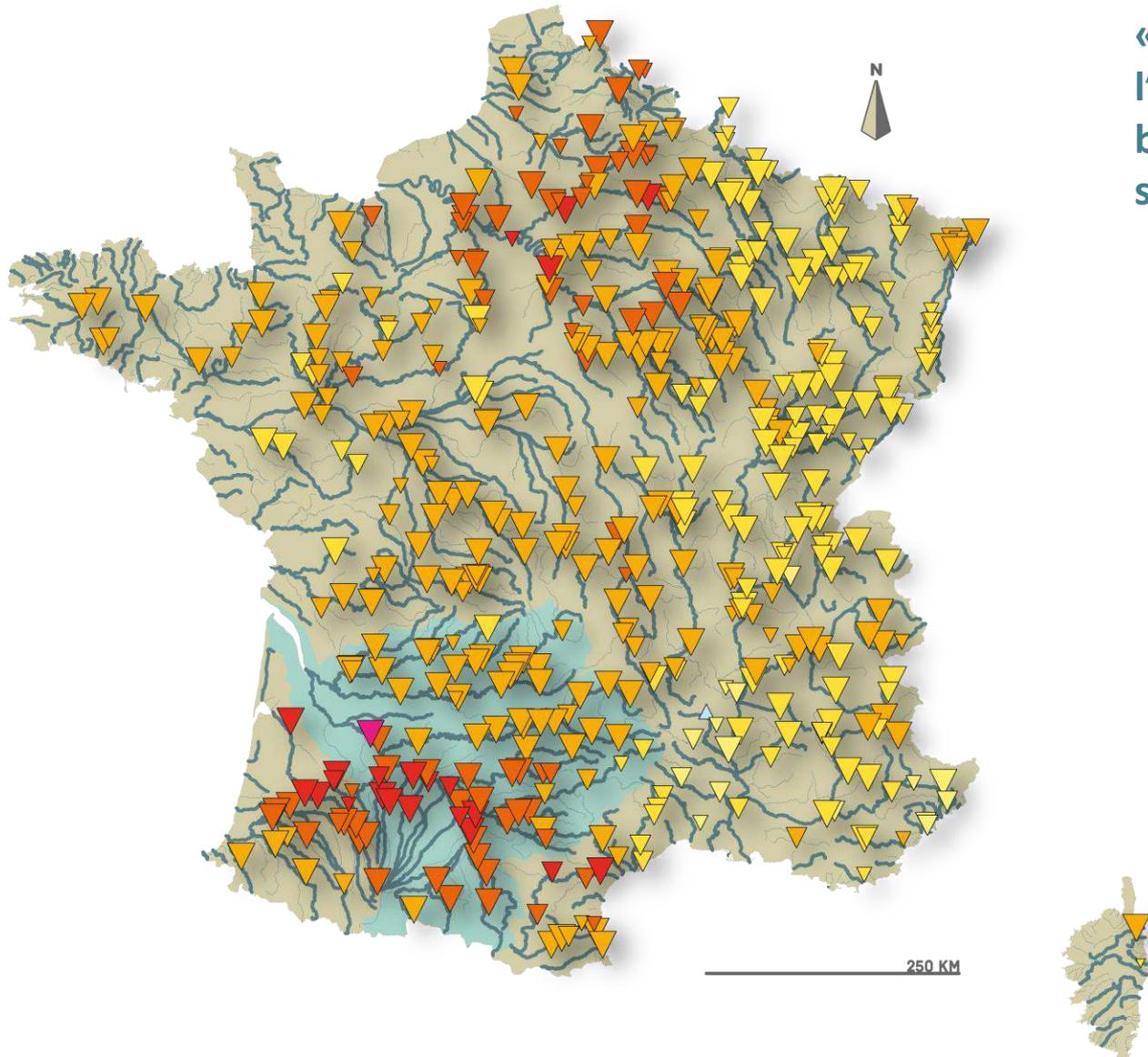
Projections de précipitations



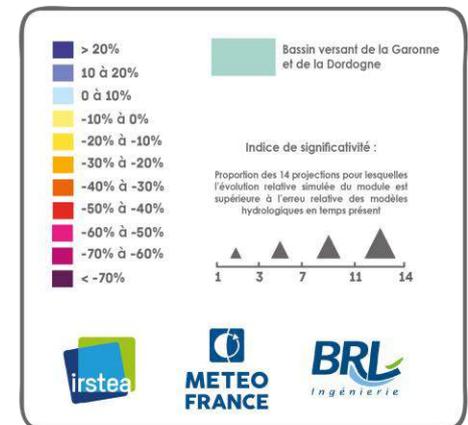
Stocks de neige à 2000 m d'altitude en climat présent (1975-2005 en noir)
et en climats futurs (moyenne des modèles pour 2015-2045 en rouge) - AEAG, Garonne 2050

« Les modèles régionaux indiquent une diminution des précipitations neigeuses de 35 à 60% à l'horizon 2050 et des pluies efficaces de 0 à 15% à l'horizon 2050 »

Projections de crues et d'étiages potentiels



« La marinisation de l'estuaire et la remontée du bouchon vaseux pourraient s'intensifier. »



Les éléments anthropiques : projections

- > Augmentation de population
- > Occupation des sols
- > Retenues et prélèvements
- > Entretiens et aménagements dans la zone estuaire

Photo : Eric Veyssy

La Garonne à Bordeaux



Comment freiner les processus et s'adapter ?



(Aer Photo - SHOOTER)

Malgré ce constat et ces perspectives d'amplification de certains éléments majeurs d'influence et de perturbation, la gestion des bassins versants et de l'estuaire devra tendre, « les yeux ouverts », vers de nouveaux équilibres hydro-sédimentaires et biologiques, rompus par les évolutions hydro-climatiques et biologiques des 40 dernières années. Au niveau du bassin versant global, l'atteinte de ces objectifs passera par un mode de gestion et des prises de décisions concertées à partir d'une approche globale du bassin hydrographique.



Comment freiner les processus et s'adapter ?

- > Débits et nappes d'accompagnement
- > Réduire les rejets polluants
- > Adaptation à une moindre ressource : tous concernés



Photo : Eric Veyssy

Exemples à suivre ou à amplifier ?

Selon le SAGE Vallée de la Garonne, les surfaces irriguées ont diminué de 30% sur leur territoire en moyenne entre 2000 et 2010. Les orientations du SDAGE Adour-Garonne et du Plan de Gestion d'Étiage Garonne-Ariège ont contribué à cette baisse. L'évaluation systématique des prélèvements permet de mieux estimer leur volume et de suivre leurs évolutions.

A Londres, un collecteur rassemble les effluents de toutes les stations d'épuration et les **rejette dans la Tamise très en aval de l'agglomération** londonienne.

Le Plan de Gestion des Étiages Garonne-Ariège et le SDAGE Adour-Garonne recommandent des économies d'eau.

En Gironde, les **actions de sensibilisation** aux économies d'eau (SAGE Nappes Profondes de Gironde) menées depuis 15 ans, **ont permis de réduire significativement le risque sur la ressource en eaux souterraines.**

La production d'électricité avec des stations de **pompage-turbinage** permet de réduire l'impact sur les débits aval. L'exemple de la centrale de Montezic (Truyère, bassin du Lot) pourrait être multiplié.





DISCUSSION / QUESTIONS DIVERSES