

LE RESERVOIR – CANAL DU MIDI

Les éléments de cette conférence donnée par B. Legube à Revel recouvrent les thématiques abordées lors de la Rencontre de la Plateforme le 15 novembre 2023.

Eau et changement climatique

La disponibilité en eau douce et sa qualité sont-elles menacées par le changement climatique ?

Bernard Legube

*Professeur Emérite de l'Université de Poitiers – Laboratoire IC2MP – ENSI-Poitiers
Président du conseil scientifique du Comité de Bassin (et de l'Agence de l'Eau) Adour-Garonne
Membre de AcclimaTerra et de l'Agence Régionale de Biodiversité*

Revel, 24 octobre 2023



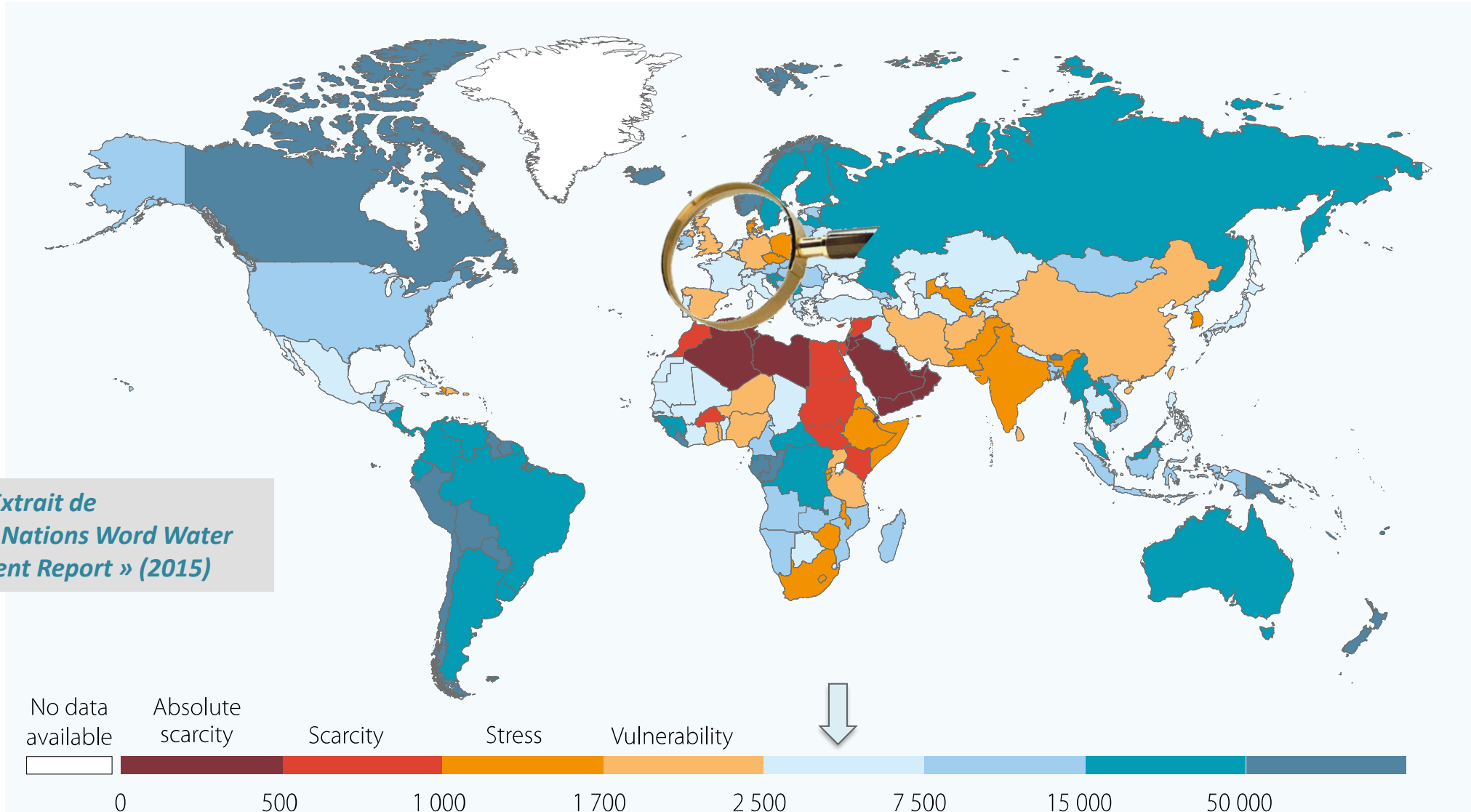
L'eau douce disponible



*Photographies
ARB-Nouvelle-Aquitaine*

Répartition de l'eau renouvelable à l'échelle planétaire

Inégalité des ressources en eau douce disponible renouvelable annuelle



Extrait de
« The United Nations World Water
Development Report » (2015)

Focus sur la France

La France dispose de 190 milliards de m³ de ressources en eau douce renouvelable, soit en moyenne annuelle environ 3000 m³ par habitant (2700 à 3200), mais avec de fortes disparitions géographiques et surtout saisonnières.

Répartition des prélèvements d'eau douce par grands usages et milieux, en France métropolitaine en 2020

Extrait de
DATA LAB juin 2023
Ministère de la transition écologique

Usages (domaines d'utilisation)	Prélèvements en eau douce (% du total tous usages)	Ratio en % ESu/ESo	Ordre de grandeurs du % consommé (rapporté au volume prélevé)
Production d'énergie électrique (refroidissement)	13,59 km ³ (44,7 %)	100 / 0	6 %
Production d'eau potable	5,68 km ³ (18,7 %)	32 / 68	20 %
Usages principalement agricoles	3,53 km ³ (11,6 %)	37 / 63	60 %
Usages principalement industriels	2,31 km ³ (7,6 %)	37 / 63	8 %
Alimentation des canaux	5,29 km ³ (17,4 %)	100 / 0	0 %
Total prélèvements	30,4 km ³	83 / 17	

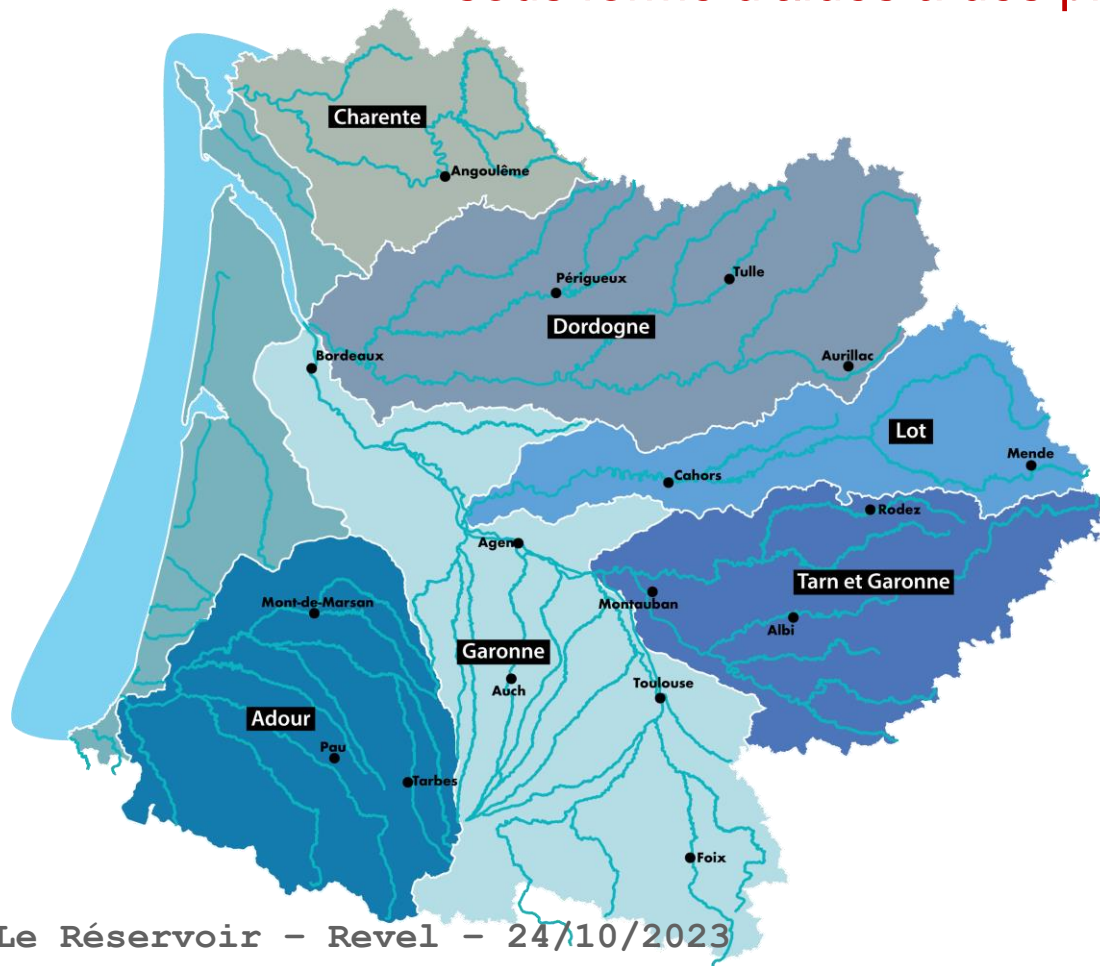
25 100 millions de m³ sans l'alimentation des canaux

On oublie souvent l'eau importée (« empreinte eau » d'un produit de consommation)

Une gouvernance très complexe

Le bassin Adour-Garonne et l'Agence de l'Eau Adour-Garonne

L'Agence de l'Eau est un système solidaire de redistribution des taxes perçues sur l'utilisation de l'eau sous forme d'aides à des projets en faveur des ressources en eau



Acteur de la mise en œuvre des politiques publiques nationales et européennes de l'eau, l'agence de l'eau :

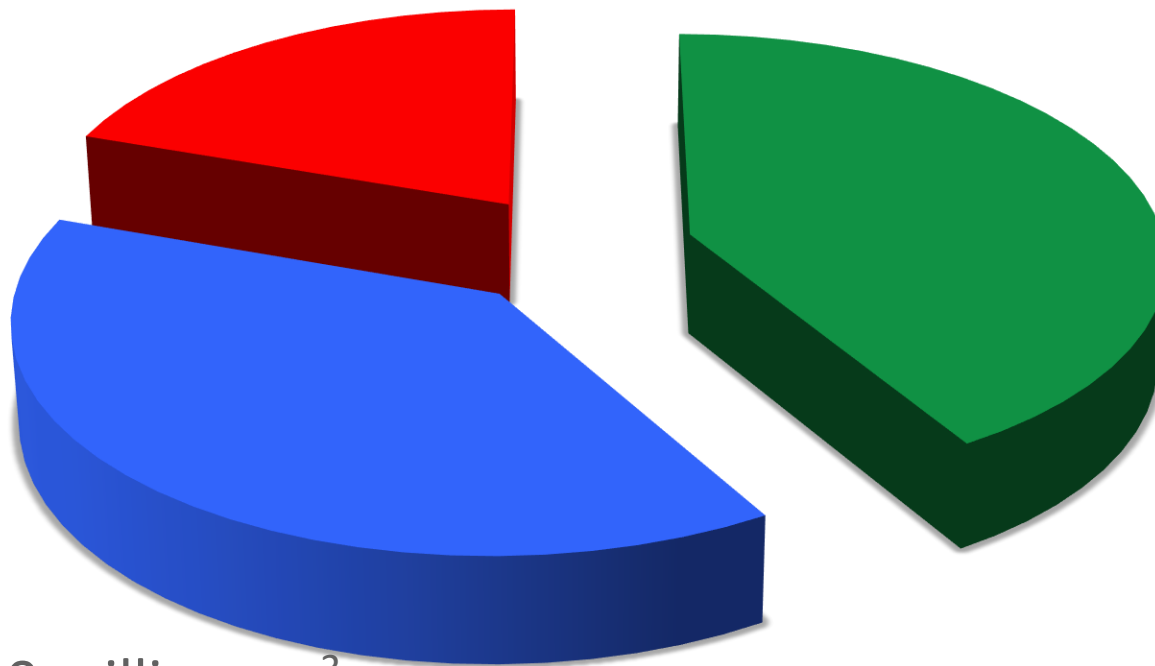
- capitalise l'expertise, les connaissances et les données sur l'eau;
- contribue à la planification des actions à la bonne échelle du territoire;
- assure le financement des territoires;
- contribue à l'atteinte du bon état de toutes les eaux du bassin;
- cherche à atteindre un équilibre entre les ressources en eau et les usages;
- prépare avec d'autres organismes (DREAL, OFB, ARS ...) les grandes décisions à soumettre au Comité de Bassin (SDAGE, PACC ...) puis à son CA quand il s'agit notamment de budget.

Prélèvements d'eau en Adour-Garonne

environ 1 900 millions m³

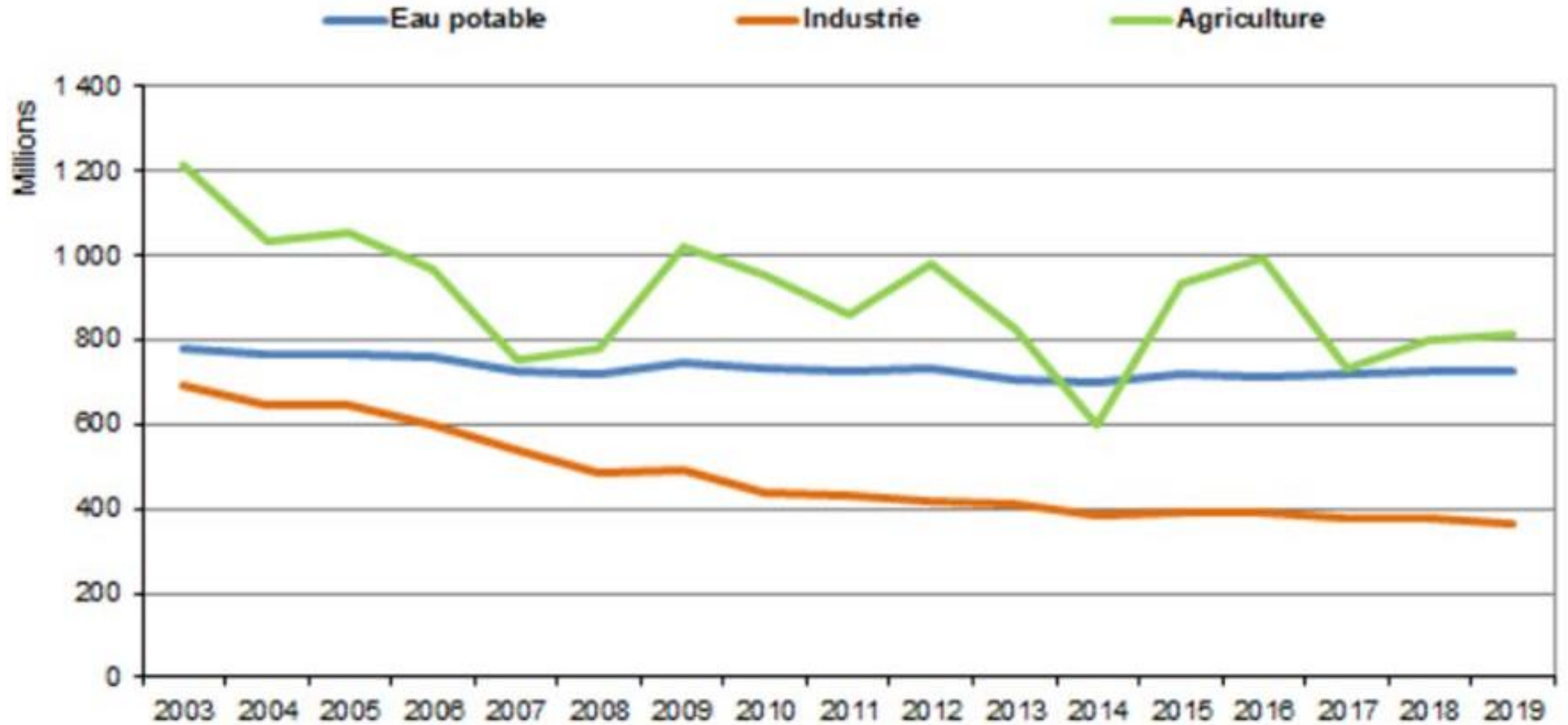
Industrie : 380 millions m³ (50 % Golfech)

Irrigation : 800 millions m³



AEP : 750 millions m³

Prélèvements d'eau en Adour-Garonne



Le changement climatique ?



Les principales conclusions du 1^{er} volume du 6^{ème} rapport du GIEC sur le climat de la planète, complétées par le rapport DRIAS (Météo-France) sur le climat du territoire métropolitain

Constats

Réchauffement – Hausse des températures moyennes

Le réchauffement global planétaire déjà constaté (période 2011-2020) est de + 1,09 °C par rapport à la période 1850-1900. Ce réchauffement est plus important sur les continents (+ 1,59 °C) qu'au-dessus des océans (+ 0,88 °C). **En France métropolitaine**, le réchauffement constaté sur la même période au niveau de la surface du sol est supérieur à + 2°C et est encore plus élevé en ville.

Les principales conclusions du 1^{er} volume du 6^{ème} rapport du GIEC sur le climat de la planète, complétées par le rapport DRIAS (Météo-France) sur le climat du territoire métropolitain

Constats

Réchauffement – Hausse des températures moyennes

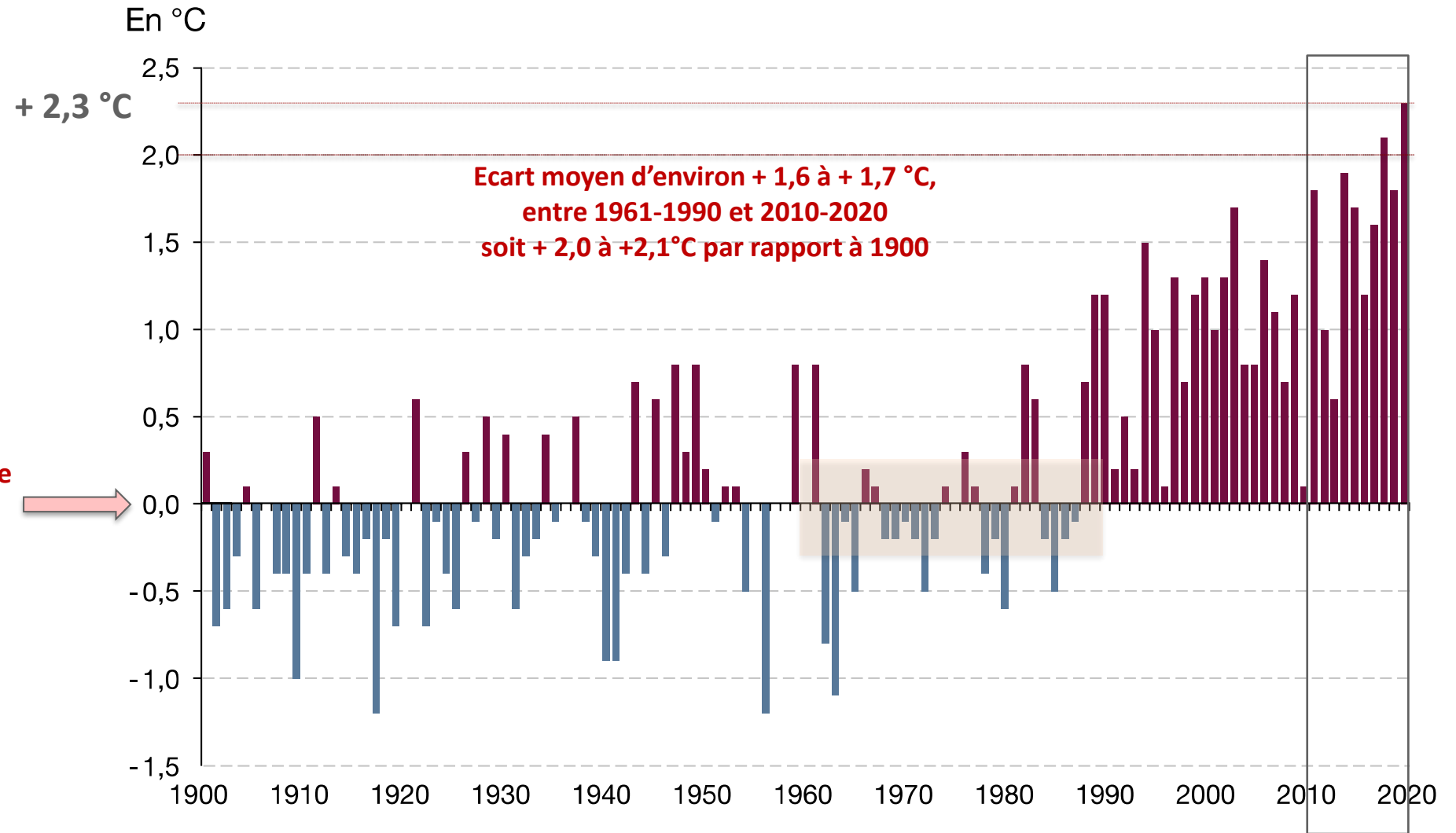
Le réchauffement global planétaire déjà constaté (période 2011-2020) est de + 1,09 °C par rapport à la période 1850-1900. Ce réchauffement est plus important sur les continents (+ 1,59 °C) qu'au-dessus des océans (+ 0,88 °C). **En France métropolitaine**, le réchauffement constaté sur la même période au niveau de la surface du sol est supérieur à + 2°C et est encore plus élevé en ville.

Rôle des activités humaines

C'est un fait établi et sans équivoque que le réchauffement de l'atmosphère, des océans et des terres est dû aux activités humaines. Le réchauffement global directement attribuable à ces activités humaines est de + 1,07 °C, soit la quasi-totalité de l'observation. **Le climat que les générations actuelles et futures vont connaître dépendra donc des émissions de GES à venir.**

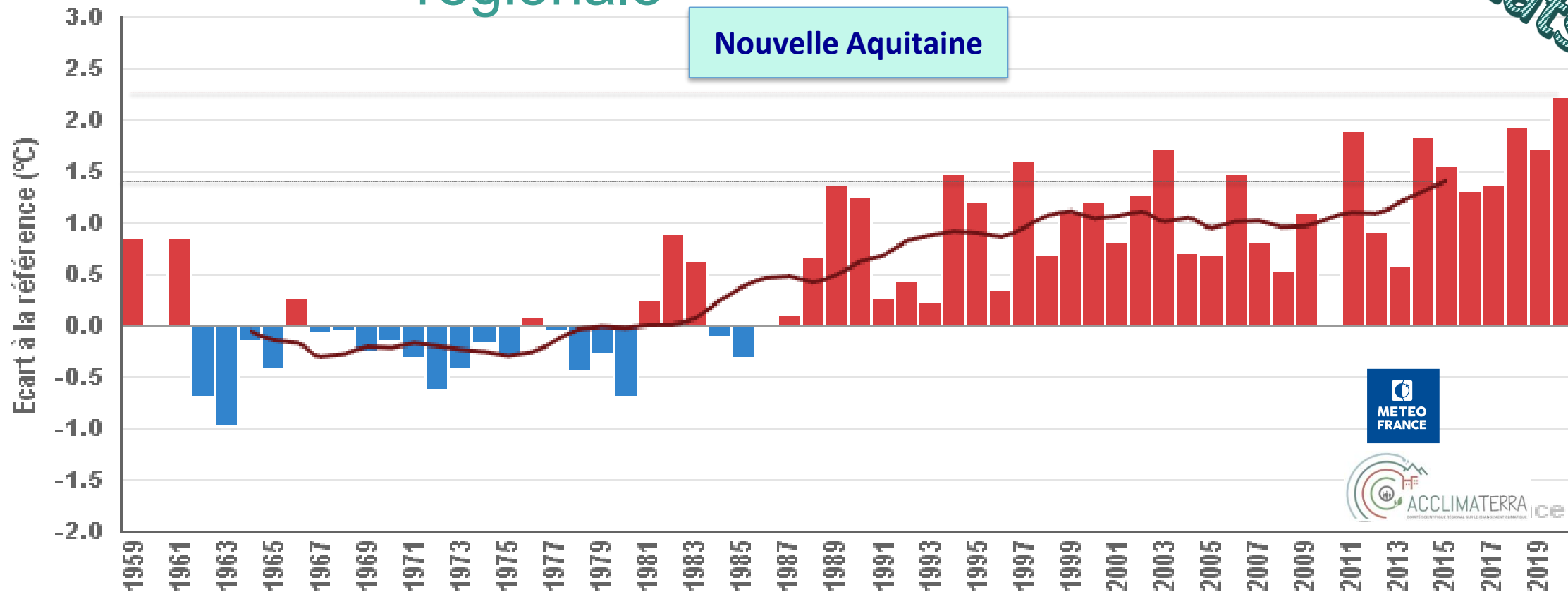
Evolutions température et précipitations observées en France métropolitaine, en référence à la période 1961-1990

Constats



Constats de l'augmentation de la température à l'échelle nationale et régionale

Constats



■ Ecart à la référence de la température moyenne
— Moyenne glissante sur 11 ans

... alors que le cumul annuel des précipitations n'évolue pas significativement

Les principales conclusions du 1^{er} volume du 6^{ème} rapport du GIEC sur le climat de la planète, complétées par le rapport DRIAS (Météo-France) sur le climat du territoire métropolitain

Projections

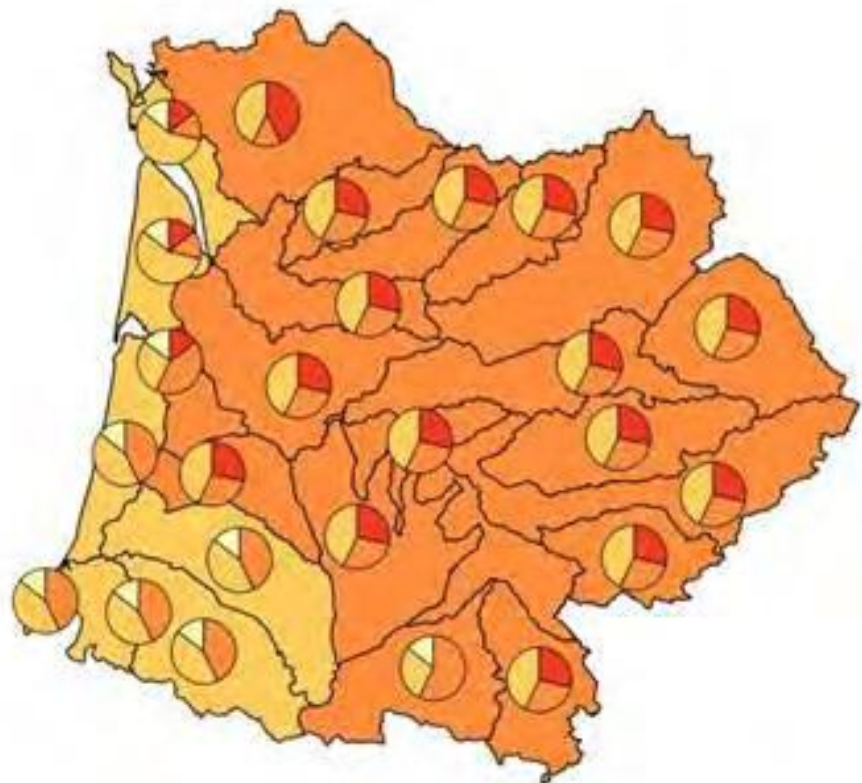
Réchauffement – Hausse des températures moyennes

La température moyenne globale de la planète continuera à augmenter quel que soit le scénario d'émission de gaz à effet de serre (GES).

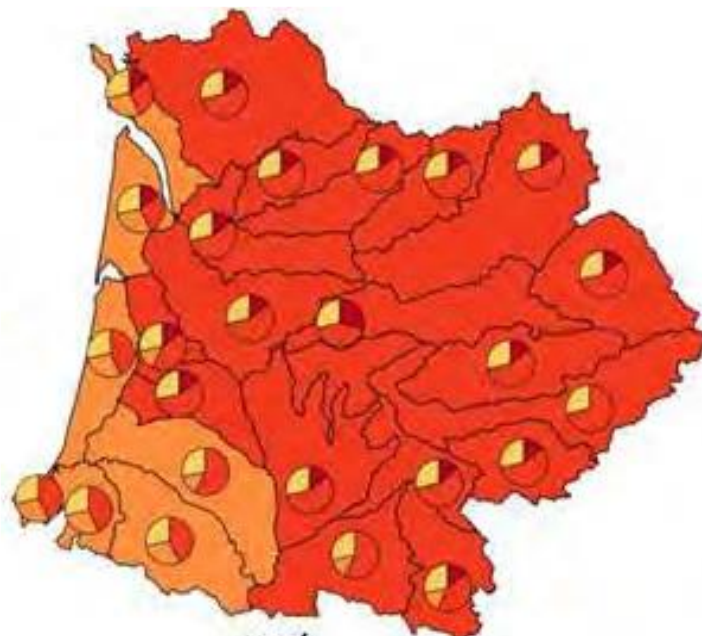
Dans un **scénario de hausse intermédiaire ou vertueux** (pic des GES vers 2030), il est extrêmement probable que le seuil de **+ 2°C** soit dépassé au cours du 21^{ème} siècle. En France, dans le même scénario vertueux, il est très probable que le réchauffement de la surface terrestre atteigne rapidement **+ 3°C** dans la même période.

Dans un **scénario de très forte hausse des émissions de GES** (sans politique efficace) toutes ces valeurs seront doublées.

Les projections (optimistes !) d'augmentation de la température à l'horizon 2050, de Météo-France pour le bassin Adour-Garonne (références 1961-1990)



Température moyenne annuelle
+ 1,5 à + 2,8 °C

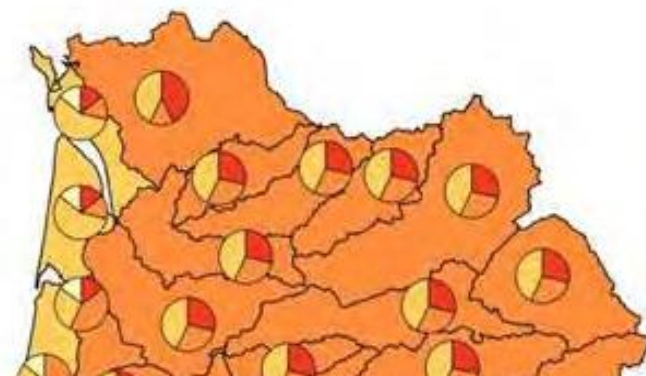


Température d'été

Projections

... et pour les
précipitations ?

Extrait du plan d'adaptation
au changement climatique
(PACC) Adour-Garonne



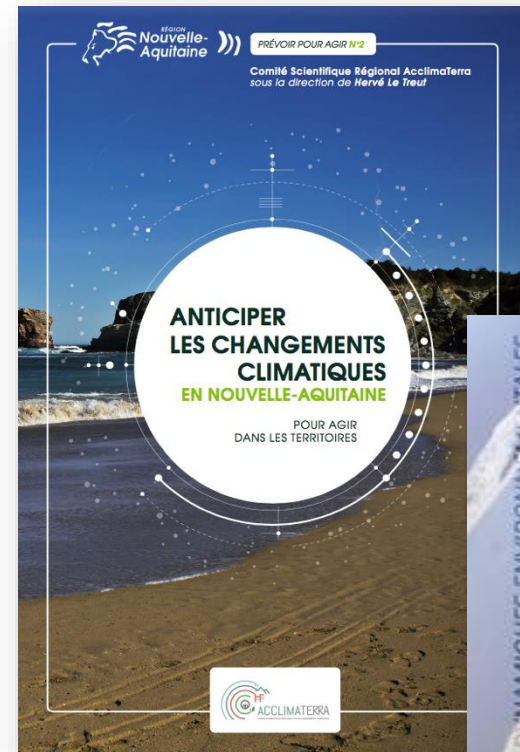
Quelques messages des experts du groupe AcclimaTerra

La santé environnementale
Les modifications du littoral

La disponibilité des ressources en eau
La qualité des milieux naturels (eau, air et sol)

La biodiversité
Les zones humides
Les forêts

Les massifs montagneux
L'agriculture dont l'élevage et la viticulture
Les territoires urbains
La production d'énergie
La production industrielle
La pêche et la conchyliculture
Les instruments juridiques et assurances
L'appropriation citoyenne et la participation



Quels effets sur la disponibilité en eau douce et sur sa qualité ?

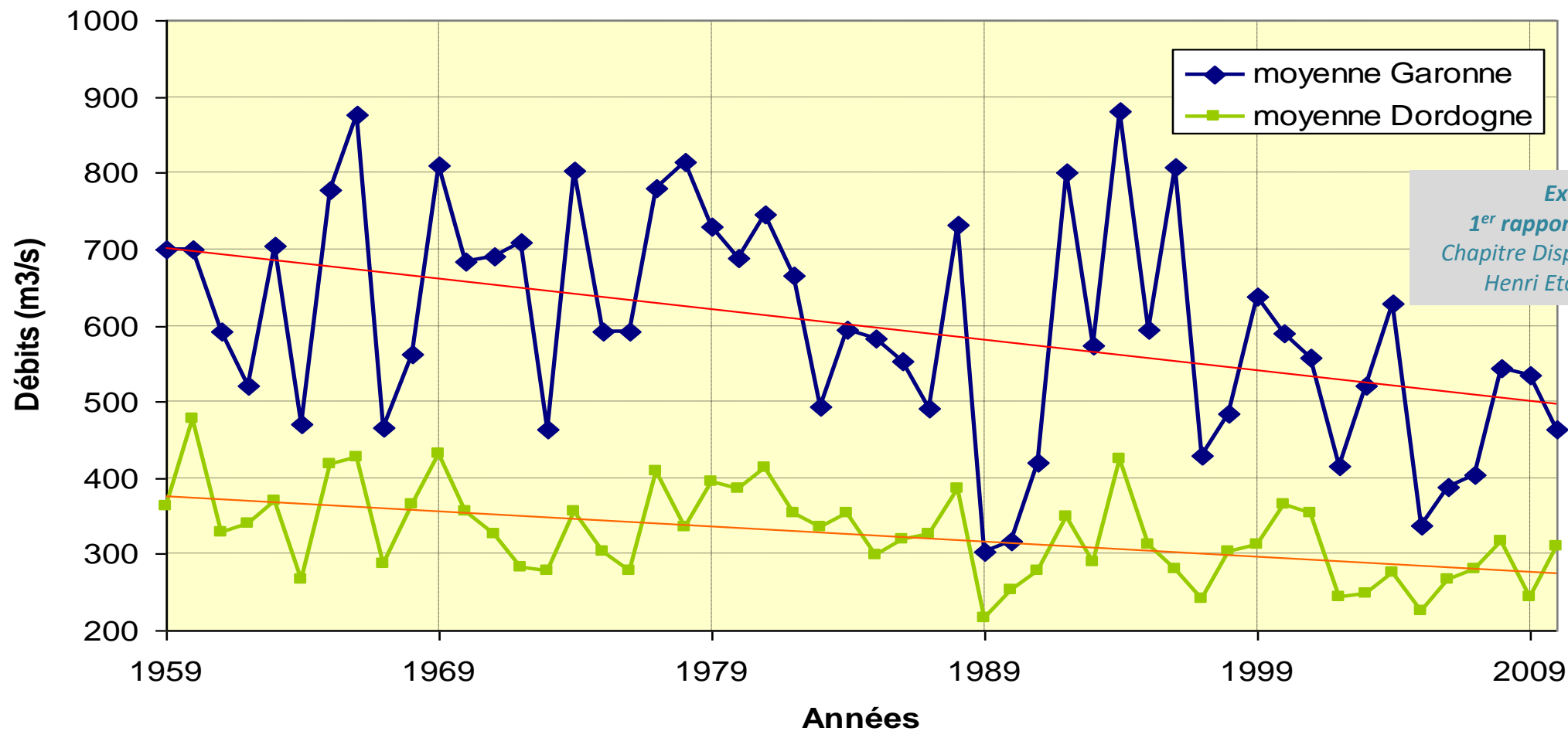


*Photographies
ARB-Nouvelle-Aquitaine*



La « simple » observation (un peu ancienne) des débits moyens annuels de la Garonne et de la Dordogne entre 1960 et 2010

Constats



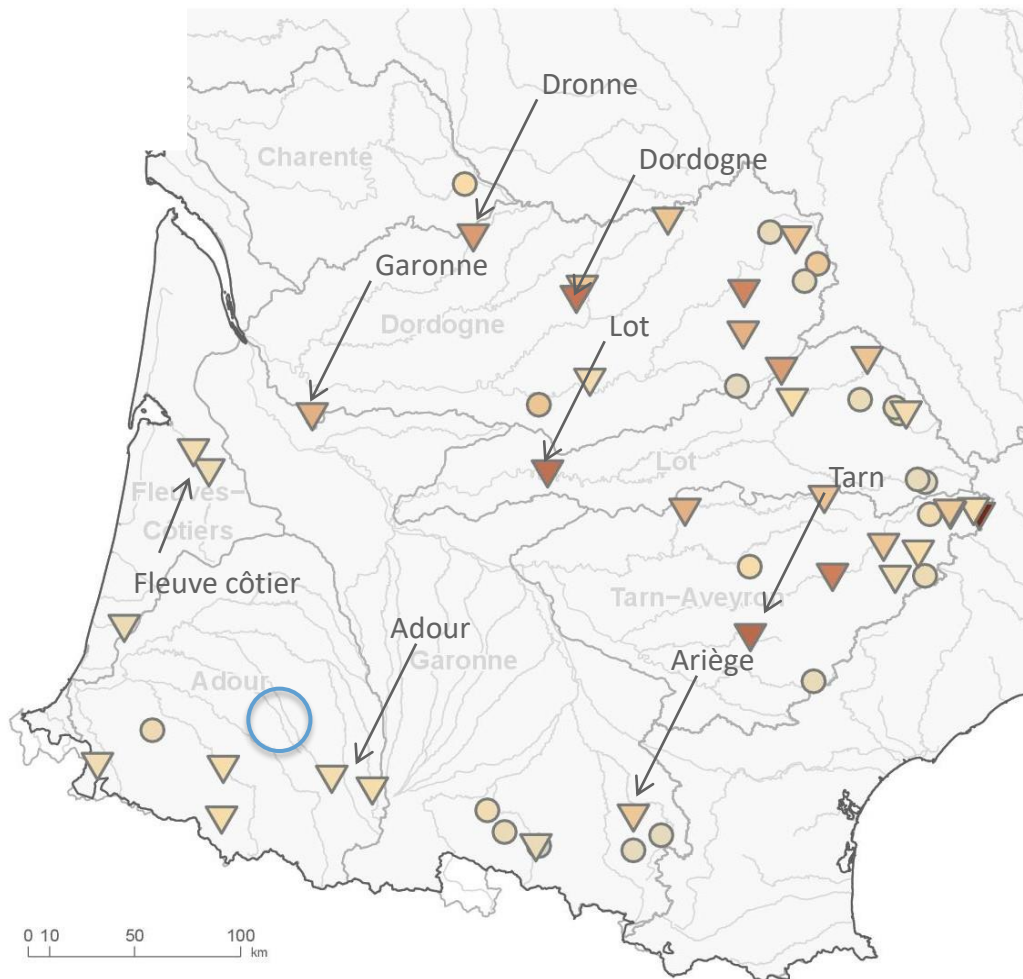
En 50 ans, les débits moyens annuels de ces deux cours d'eau ont diminué de 26 % (Dordogne) et 28 % (Garonne)

Etude statistique (récente) sur les stations de mesure peu influencées du bassin Adour-Garonne entre 1968 et 2020

Constats

Evolution entre 1968-2020

Carte de l'évolution passée des débits minimum annuels (de la moyenne mensuelle) ou QMNA, observés sur 56 stations « non ou peu influencées » lors des 50 dernières années

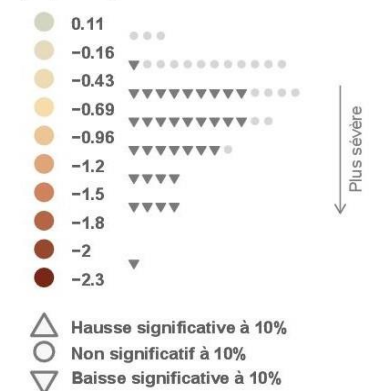


Extrait du plan d'adaptation au changement climatique (PACC) Adour-Garonne

QMNA

Minimum annuel de la moyenne mensuelle du débit journalier

Tendances observées sur la période 1968-2020 (% par an)



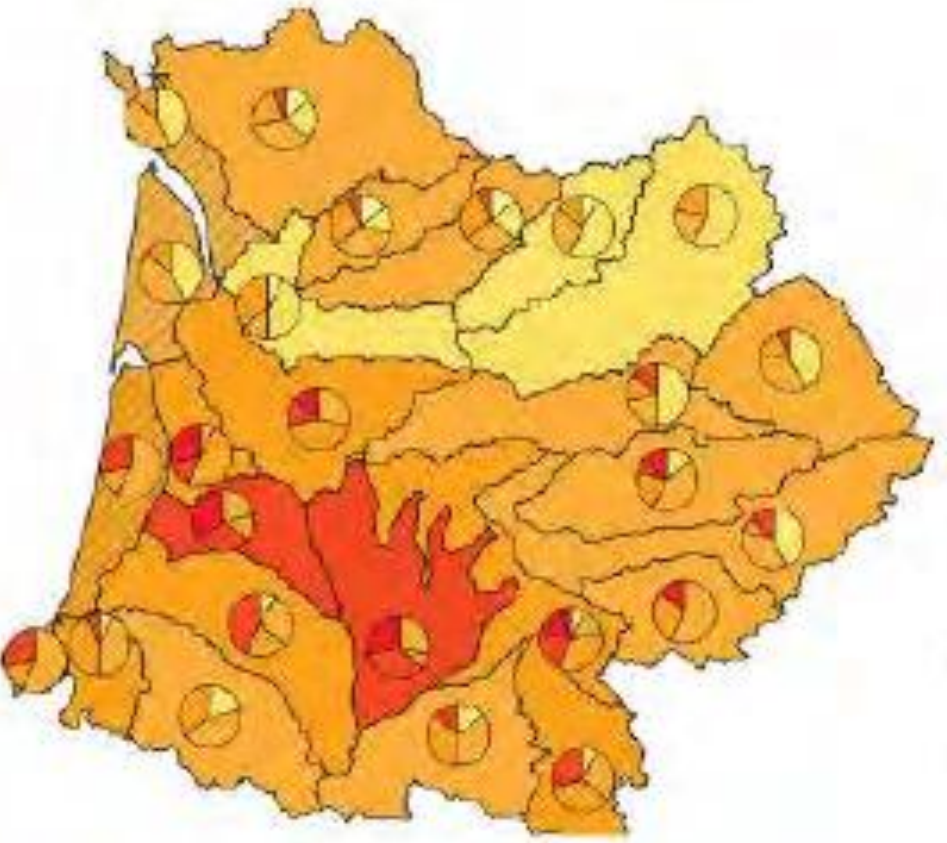
carte des tendances observées p. 3
février 2022

Projection à 2045-2065 de la baisse des débits moyens annuels

Résultats médians de 7 modèles climatiques

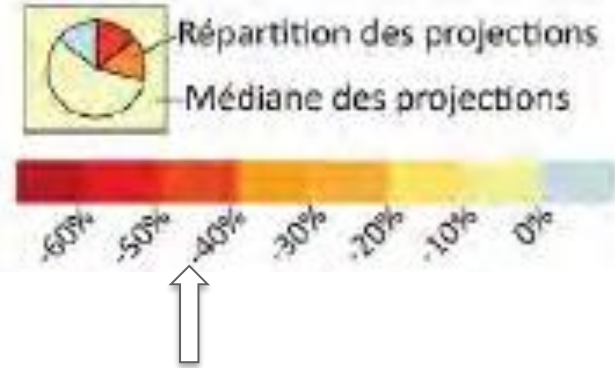
Par référence à la période 1965-1990

Projections
probablement trop anciennes



Extrait du plan d'adaptation
au changement climatique
(PACC) Adour-Garonne

Source EXPLORE 2070
Publiée en 2015

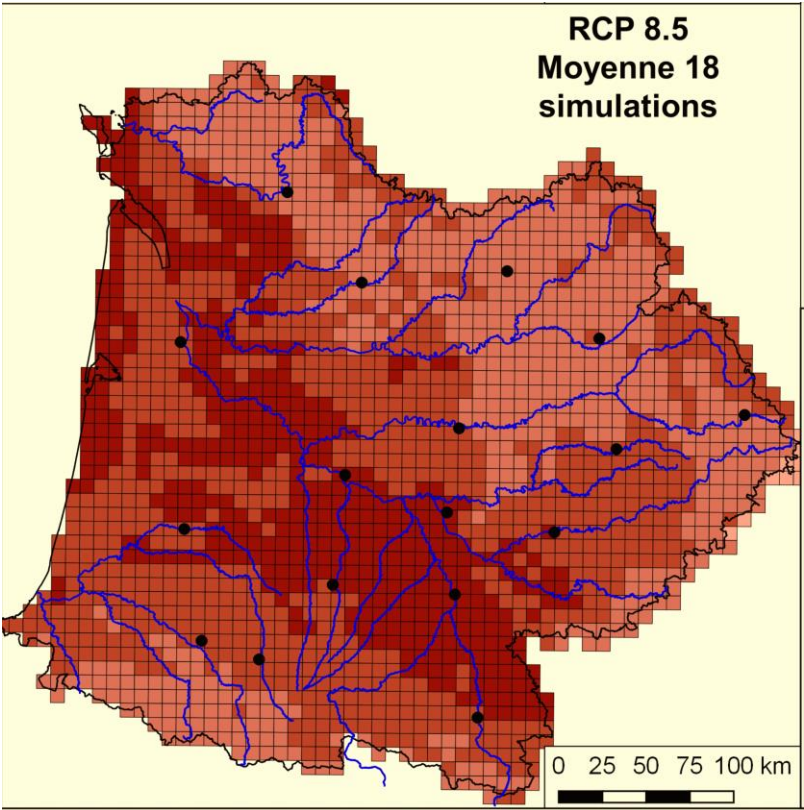
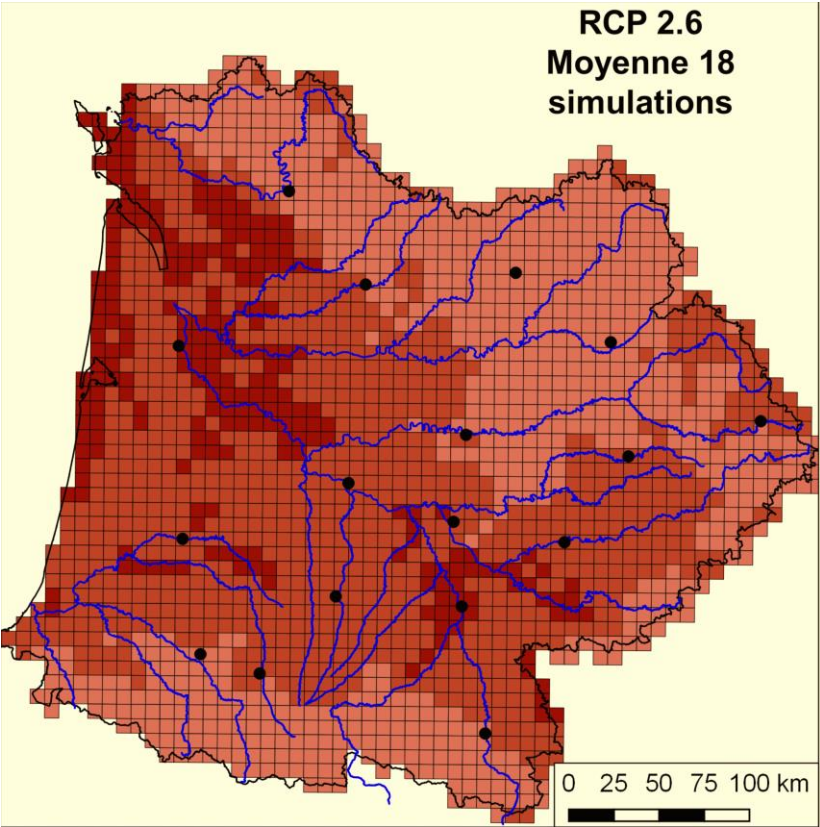


Différence relative de la moyenne des recharges à l'horizon 2050

Résultats médians de 18 simulations pour la période 2040-2060

par référence à la période 1981-2010

Projections
probablement trop anciennes



Extrait du plan d'adaptation
au changement climatique
(PACC) Adour-Garonne
Source BRGM

- Exposition 5 : < -15%
- Exposition 4 : -15 à -10%

- Exposition 3 : -10 à -5%
- Exposition 2 : -5 à 0%
- Exposition 1 : > 0%

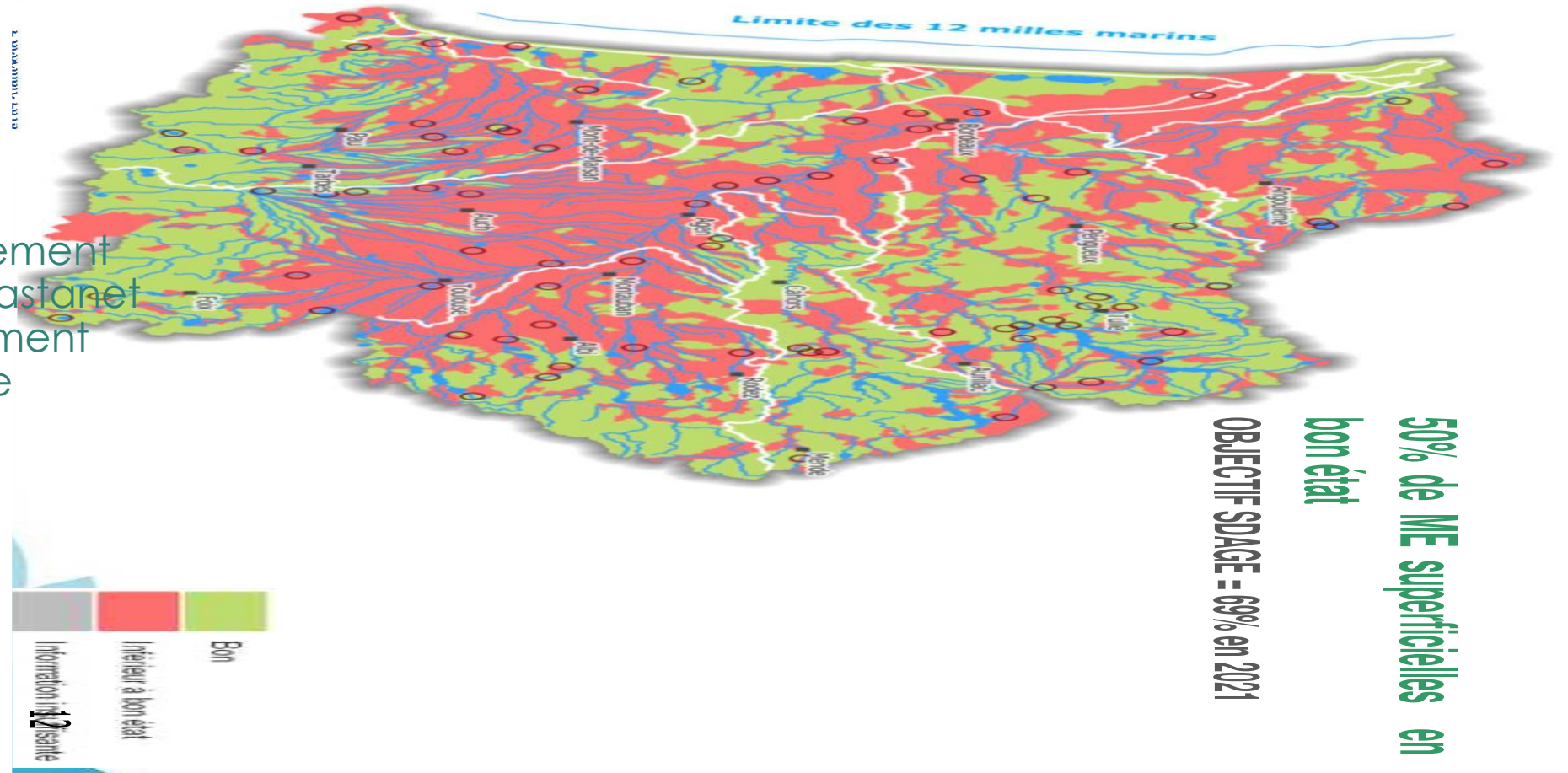
Sur la qualité des eaux douces superficielles

Constats

En 2019
Pour le bassin Adour-Garonne

Canal du Midi

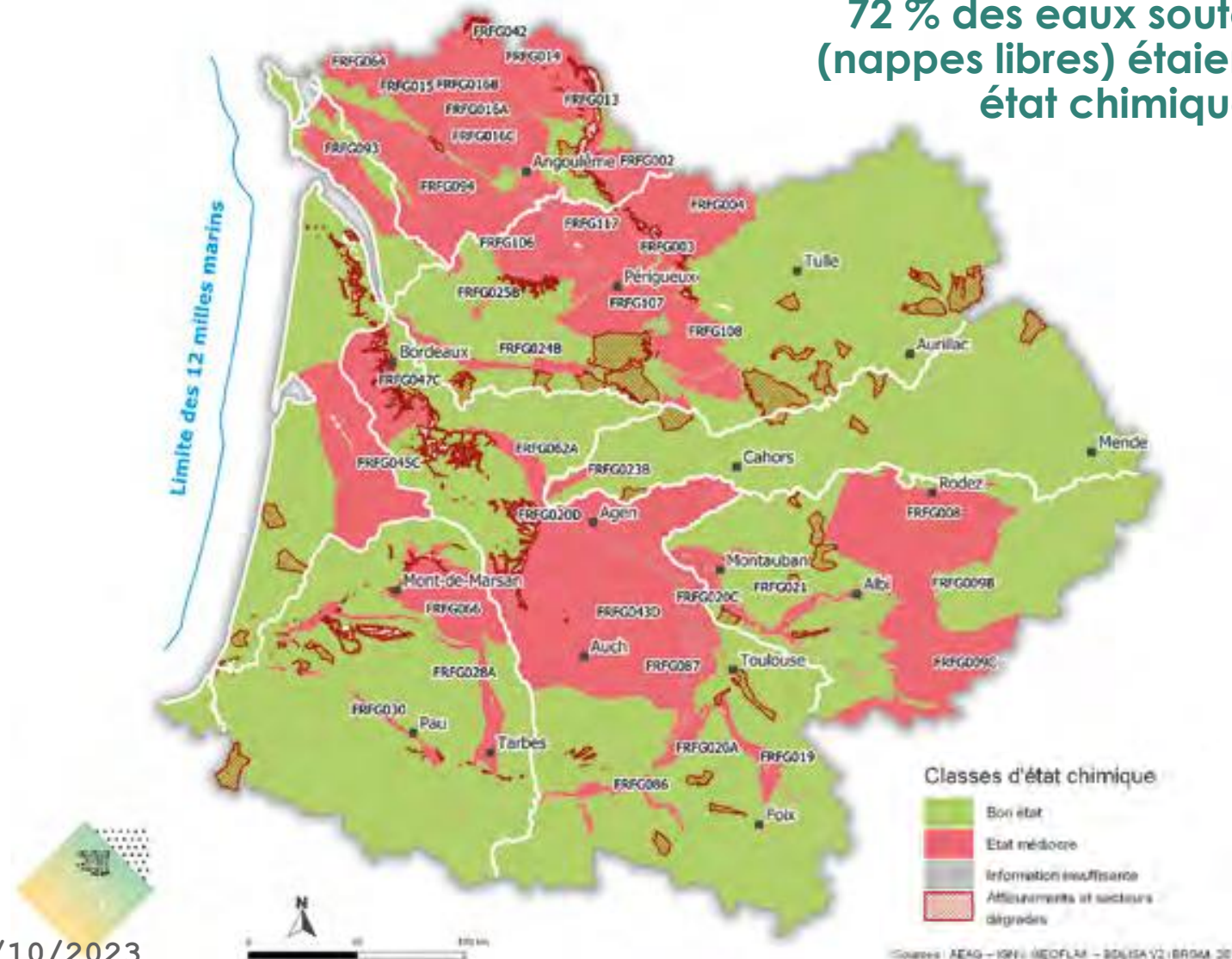
Etat écologique globalement
moyen à Toulouse et à Castanet
Etat chimique globalement
mauvais à Toulouse



Sur la qualité des eaux souterraines

Constats

En 2019
Pour le bassin Adour-Garonne
72 % des eaux souterraines
(nappes libres) étaient en bon
état chimique



Sur la qualité des eaux

Une qualité des eaux qui va continuer à se dégrader

Projections

Eaux de surface
particulièrement
impactées par



Evènements climato-hydrologiques
extrêmes
(crues, assecs,
immersions marines,
élévation du niveau des océans)

AUGMENTATION TEMPÉRATURE

→ En 40 ans +2 à 3 °C



- -5 % d'oxygène dissous
- Rivalités entre les espèces

BAISSE DÉBIT



- Moins de dilution de la pollution
- Polluants dans les sédiments

EXPLOITATION INTENSE DES EAUX SOUTERRAINES



- Libération du stock existant de molécules mères et métabolites

Evènements climato-hydrologiques
extrêmes
Sécheresse du sol
Dégradation des forêts, de la ripisylve
...

...



Eaux souterraines
probablement impactées
par

Sources
Chapitre Acclimaterra :
Qualité des Milieux – Bernard Legube et al.

Et sur l'eau potable ?

Projections

**Pas d'effet sur la qualité de l'eau distribuée
mais la diminution des ressources disponibles, l'augmentation de la température
et la diminution de la dilution (à rejets constants) auront plusieurs effets**

**Sur la recherche et la connexion de
ressources complémentaires en eau brute**

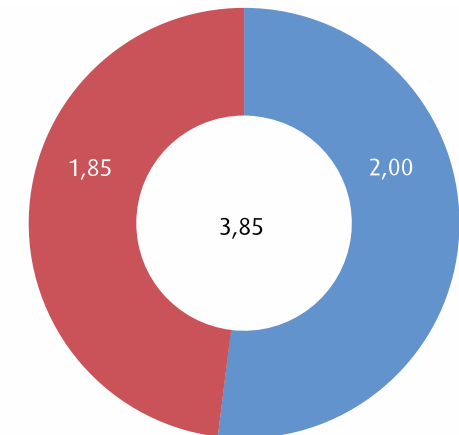
**Sur la transformation des matières
organiques naturelles (COD) et la difficulté à
les éliminer avec les traitements conventionnels**

**Sur les concentrations en micropolluants
organiques et minéraux et la
nécessité de mettre en place des traitements
dits « d'affinage » en ESu ou des traitements
spécifiques en ESo**

**Sur la distribution en réseaux : stabilité de
l'eau, relargage de monomères de matériaux,
connexions ...**

Sur le prix de l'eau :
entretiens et
diversifications des
ressources, traitement de
l'eau, réseaux de
distribution ... plus un
surcoût en
assainissement

Décomposition du prix moyen de l'eau



■ Eau potable

■ Assainissement collectif

Source : Onema, DDT(M), DEAL, Sispea. Traitements : Onema, 2015

Source
B. Legube
Production d'eau potable
2021 Dunod

Quoi faire ? Comment anticiper ?



L'atténuation du changement climatique en premier lieu

D'après l'accord de Paris (2015)

L'atténuation consiste à

- (i) maintenir l'augmentation de la température planétaire globale au dessous de + 2°C d'ici la fin 2100 par rapport aux niveaux pré-industriels et poursuivre les efforts en vue d'une limitation à + 1,5°C;
- (ii) atteindre le pic mondial des émissions de GES aussi vite que possible;
- (iii) parvenir à zéro émission nette d'ici la fin du siècle.

C'est aussi la conclusion du 6^{ème} rapport du GIEC qui écrivait en 2021 que

- (i) Le niveau zéro d'émission nette de GES doit être atteint en 2050 ou en 2070 pour ne pas dépasser respectivement + 1,5°C ou + 2°C;
- (ii) Les budgets carbone qui nous restent, sont de 500 ou 1370 GtCO₂ éq., pour ne pas dépasser respectivement + 1,5°C ou + 2°C (à comparer avec les 2590 GtCO₂ éq émises en 2020 depuis 1850-1900);
- (iii) continuer les émissions de GES au rythme actuel conduira à des bouleversements importants, plus rapides, qui affecteront toutes les régions du monde et auxquels nos sociétés ne sont pas préparées.

L'adaptation au changement climatique, appelée encore anticipation

Définition : Toutes actions et décisions (organisées et spontanées) renforçant la capacité des pays et des territoires à faire face aux impacts du changement climatique que l'homme, la société et la biodiversité devront subir quelles que soient les mesures d'atténuation

Les solutions d'adaptation sont donc spécifiques à chaque domaine d'activité, à chaque usage, ainsi qu'à chaque territoire. Elles sont toujours nombreuses et complémentaires.

Qu'en est-il pour les ressources en eau,
au plan national et au niveau des bassins hydrographiques,
voire des territoires ?

Le récent plan d'action du gouvernement pour une gestion résiliente et concertée de l'eau, sorte de plan d'adaptation à court terme (en 6 groupes, pour un total de 53 mesures)

1^{er} groupe - Organiser la SOBRIÉTÉ des usages de l'eau pour tous les acteurs

- ❖ **Economiser l'eau** : – 10 % d'eau prélevée d'ici 2030 (mesures 1 à 8)
- ❖ **Mieux planifier** : Décliner l'objectif territoire par territoire (mesures 9 à 11)
- ❖ **Mieux mesurer** : Mieux piloter la ressource en mesurant mieux les volumes prélevés (mesures 12 et 13)

2^{ème} groupe – Optimiser la DISPONIBILITÉ de la ressource

- ❖ **Sécuriser l'approvisionnement en eau potable** : Réduire les fuites et sécuriser l'AEP (mesure 14)
- ❖ **Valoriser les eaux non conventionnelles** : Massifier la valorisation des eaux non conventionnelles : développer 1000 projets d'ici 2027 (mesures 15 à 19)
- ❖ **Améliorer le stockage dans les sols, les nappes, les ouvrages** : Remobiliser les ressources existantes et répondre au besoin de développer l'hydraulique agricole dans le respect de la réglementation (mesures 20 à 22)

Le plan d'action gouvernemental (suite)

3^{ème} groupe – Préserver la QUALITÉ de l'eau et restaurer des écosystèmes sains et fonctionnels

- ❖ **Prévenir les pollutions** : Prévenir la pollution des milieux aquatiques et, en particulier, renforcer la protection des aires d'alimentation de captage (mesures 23 à 29)
- ❖ **Restaurer le grand cycle de l'eau pour restaurer la fonction *filtre* de la nature** : Développer des solutions fondées sur la nature dans la gestion de l'eau (mesures 30 à 32)

4^{ème} groupe – Mettre en place les MOYENS d'atteindre ces ambitions

- ❖ **Améliorer la gouvernance de la gestion de l'eau** : Inclure l'ensemble des acteurs autour d'une gouvernance ouverte, plus efficace et plus lisible (mesures 33 à 37)
- ❖ **Assurer une tarification et un niveau de financement de la gestion de la ressource en eau adéquats**
Assurer le financement de la politique de l'eau et mieux inciter à la sobriété (mesures 38 à 45)
- ❖ **Investir dans la recherche et l'innovation** : Développer la recherche et l'innovation sur l'ensemble de la chaîne de valeur de la gestion de l'eau, afin de franchir des paliers d'innovation (mesures 46 à 49).

Le plan d'action gouvernemental (fin)

5^{ème} groupe – Etre en capacité de mieux répondre aux CRISES de sécheresse

- ❖ **Améliorer la gestion des périodes de sécheresse** : Mieux informer, prévenir les situations de tension (mesures 50 à 52)

6^{ème} groupe – Des ENGAGEMENTS tenus

- ❖ **Rendre compte des avancées et actualiser le plan autant que de besoin** (mesure 53)

Les 7 bassins hydrographiques français (et le Comité National de l'Eau) vont donc être en première ligne pour la mise en œuvre de ce plan.

Ces 7 bassins sont opérationnels grâce aux 6 agences de l'eau (Adour-Garonne, Artois-Picardie, Loire-Bretagne, Rhin-Meuse, Rhône-Méditerranée-Corse et Seine-Normandie)

1^{ère} démarche de l'AEAG : évaluer les demandes en eau dans un scénario « tendanciel »
 ... et comparer leur total aux projections du PACC (études « Garonne 2050 » et « Explore 2070 »)

Usages	Période récente			Projection (scénario tendanciel) 2050
	2000 - 2003	2017-2020	JJASO 2017	
AEP	800 Mm ³	720 Mm ³	300 Mm ³ (5/12 ^{ème})	760 Mm ³
Industrie dont énergie	700 Mm ³	380 Mm ³	160 Mm ³ (5/12 ^{ème})	360 Mm ³
Irrigation	1200 Mm ³	870 Mm ³	870 Mm ³	700 Mm ³
Total	2700 Mm ³	1970 Mm ³	1330 Mm ³	1820 Mm ³



Déséquilibre actuel entre prélèvements et disponibilité des ressources : **150 à 200 millions de m³**

Déséquilibre estimé en 2050, à prélèvements tendanciels et DOE inchangés : **1 200 millions de m³** avec une grande variation (+/- 400 millions)

2^{ème} démarche de l'AEAG : évaluer les possibilités d'adaptation - possibilités affichées dans le plan d'adaptation au changement climatique (PACC)

Solutions d'adaptation mises en oeuvre progressivement entre 2020 et 2050	Volumes annuels « gagnés » entre 2020 et 2050 (hypothèse basse à hypothèse haute)
Gains économie d'eau	200 Mm ³ (10 %)
Gains SFN et Agro-écologie	50 à 250 Mm ³
Mobilisation complémentaire de ressources existantes	70 à 400 Mm ³
Création de stocks	80 à 160 Mm ³
Total	400 à 1000 Mm ³



Déséquilibre estimé en 2050, avec ces possibilités d'adaptation et des DOE inchangés de l'ordre de 800 (HB) à 200 (HH) millions de m³ au lieu de 150 à 200 millions de m³ en 2018-2019.
Il faut donc atteindre l'hypothèse haute, *a minima*

3^{ème} démarche : mettre à jour le PACC et passer à la mise en oeuvre par territoire (PTGE)

Remerciements et Références

Climat actuel et futur possible

IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896.

CITEPA, 2021 : 6ème rapport d'évaluation du GIEC, 1er volume - Les Sciences physiques du changement climatique – Synthèse du résumé à l'intention des décideurs du GIEC (M. Tuddenham, C. Robert)

METEO FRANCE, 2020 : Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS 2020 pour la Métropole

Eaux : ressources, effets du changements climatiques, production eau potable ...

AcclimaTerra, 2018: Anticiper les changements climatiques en Nouvelle-Aquitaine – Pour agir dans les territoires (sous la direction de Hervé Le Treut)

Bernard Legube, 2021 Production d'eau potable : Procédés de traitement, paramètres de qualité, Impacts du changement climatique – Dunod Paris

SDAGE 2022-2027 – Mars 2022
Eau du Grand sud-ouest
Comité de bassin Adour-Garonne
http://www.eau_grandsudouest.fr