

# Les impacts du changement climatique sur la physico-chimie des ressources en eau

Sur la qualité physico-chimique des eaux

## *Plan*

**Quelques définitions**

**Etat des lieux**

**Impacts prévisibles du changement climatique**

**Conclusions**

**Questions - Débat**

**Bernard Legube**  
avec la participation de  
**Hélène Budzinski**  
(membres du CS AG)

*Les impacts du changement climatique sur la qualité physico-chimique des ressources en eau*

*Toulouse (AEAG) – 15 septembre 2020 (13h30-14h)*

# Quelques définitions



**La qualité d'un milieu naturel** peut être définie par l'aptitude de ses caractéristiques intrinsèques à pouvoir satisfaire (i) les exigences de la **biocénose**, (ii) la protection de la **santé publique** et (iii) les besoins des **usages** anthropiques.

**La qualité de la ressource en eau (milieu naturel)** est généralement caractérisée (DCE) par un ou deux types d'états (ou niveaux de qualité), l'état chimique et l'état écologique, selon les masses d'eau considérées.

**Concrètement, une masse d'eau naturelle** correspond soit

- À tout ou partie d'un cours d'eau ou d'un canal
- À un ou plusieurs aquifères
- À un plan d'eau
- À une portion de zone côtière

**Chaque masse d'eau est caractérisée par des états** dont les niveaux sont définis par des caractéristiques **physiques** (débit, taux de remplissage, température, taux d'oxygène ...), **chimiques** (paramètres très nombreux) et **biologiques** (plusieurs indices), voire par des tests de toxicité

La **physico-chimie d'une eau** (naturelle ou non) est une science de l'eau qui s'intéresse à un état de qualité de cette eau, par mesure précise de nombreux paramètres chimiques et certains paramètres physiques (thermodynamiquement importants)

*Les impacts du changement climatique sur la qualité physico-chimique des ressources en eau*

*Toulouse (AEAG) – 15 septembre 2020 (13h30-14h)*

# **Etat des lieux**



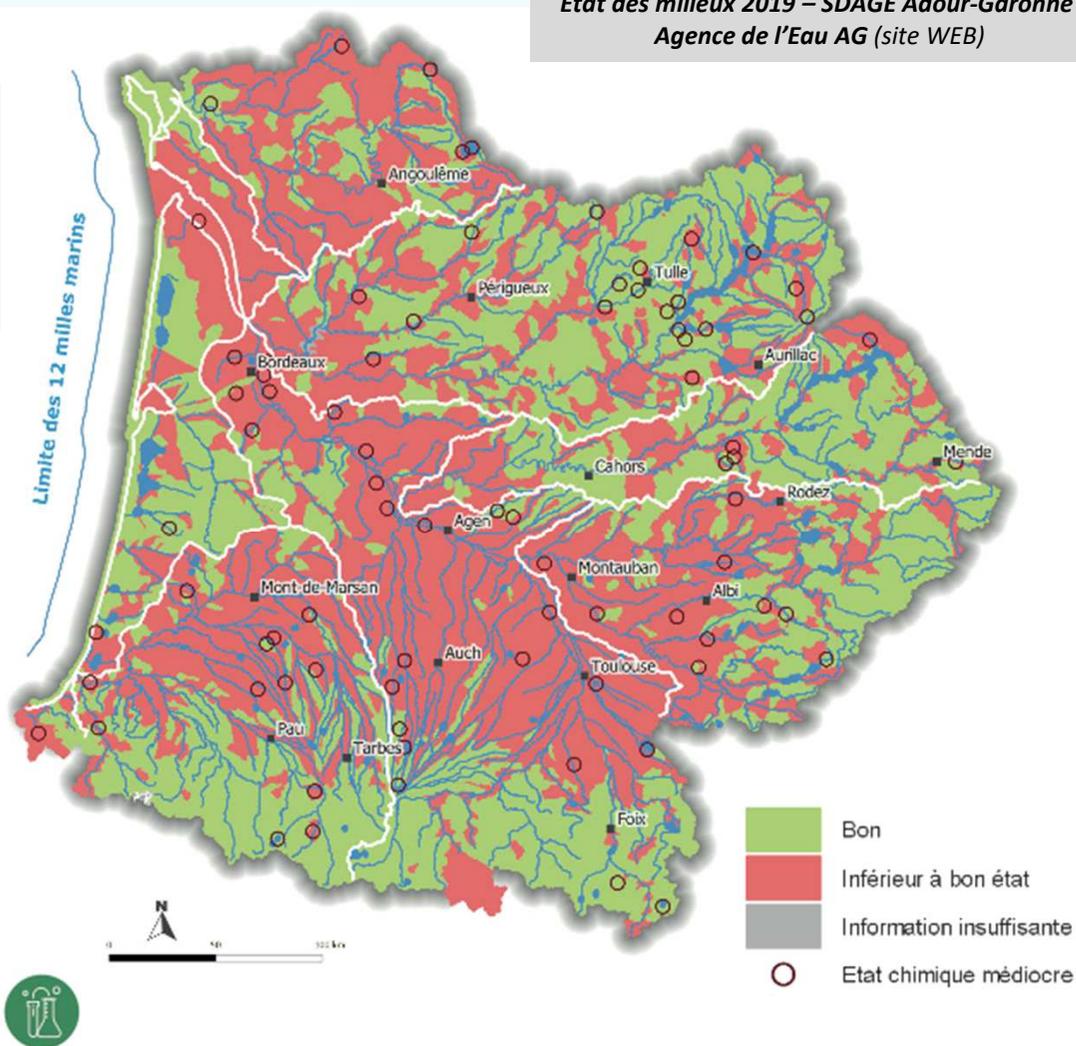
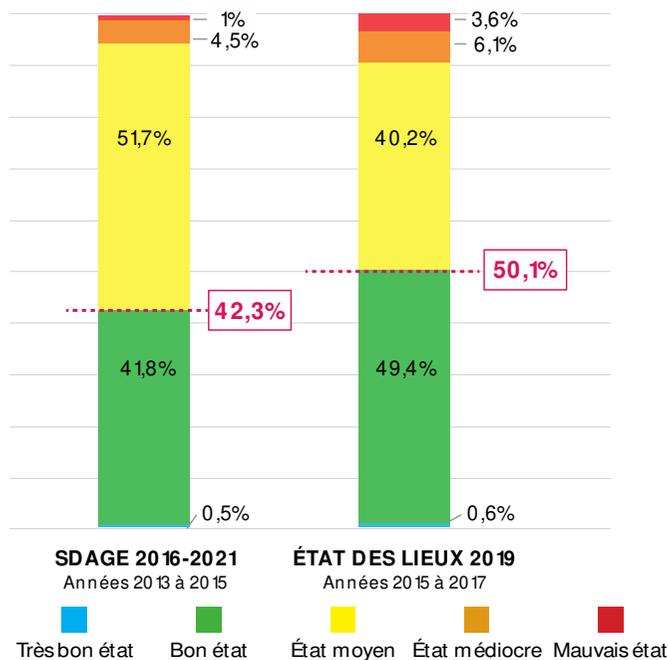
# Etat écologique des eaux superficielles en Adour-Garonne

(mesuré pour 48,5 % des masses d'eau, soit ≈ 1360 masses d'eau)

## CONSEIL SCIENTIFIQUE

L'état écologique des eaux superficielles est déterminé par un ensemble d'indices biologiques de paramètres physico-chimiques et de polluants spécifiques (PSEE)

### Évolution de l'état écologique sur le bassin Adour-Garonne



# Etat chimique des eaux superficielles en Adour-Garonne

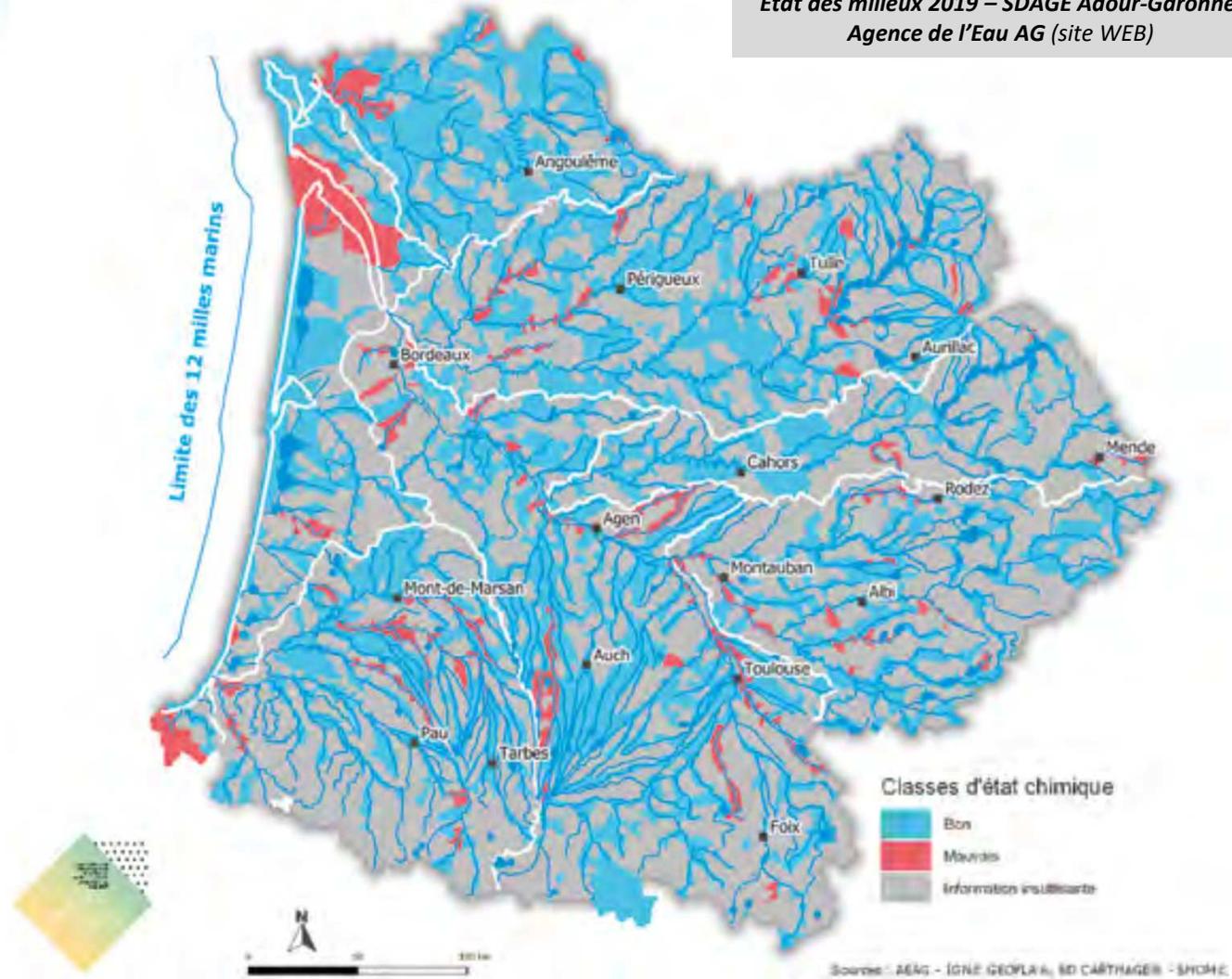
(mesuré pour 45 %; soit  $\approx$  1270 masses d'eau)

## CONSEIL SCIENTIFIQUE

L'état chimique des eaux superficielles est défini par un ensemble de substances chimiques (polluants minéraux et organiques)

91 % des masses d'eau superficielle mesurées en AG sont en bon état chimique; les paramètres déclassants en AG étant essentiellement les phytosanitaires (pesticides) et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Etat des milieux 2019 – SDAGE Adour-Garonne  
Agence de l'Eau AG (site WEB)



# Etat chimique des eaux souterraines libres en Adour-Garonne (116 masses d'eau mesurées)

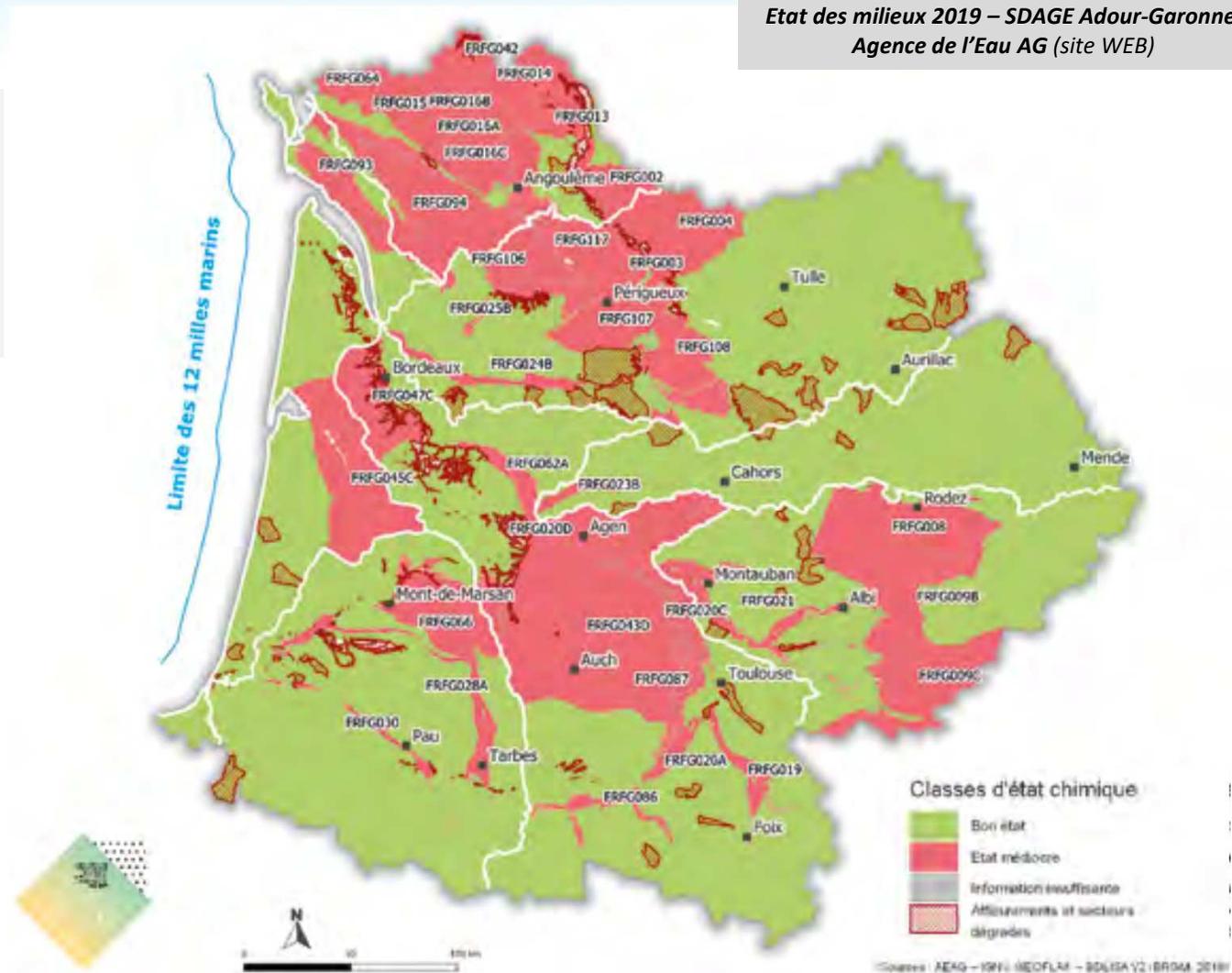
## CONSEIL SCIENTIFIQUE

L'état chimique des eaux souterraines est défini par un ensemble de valeurs seuils nationales (90 substances ou groupes de substances)

72 % des MESo libres mesurées en AG sont en bon état chimique; le paramètre déclassant en Adour Garonne étant principalement les nitrates

100 % des masses d'eau souterraine profondes ou captives sont en bon état chimique (28 mesurées)

Etat des milieux 2019 – SDAGE Adour-Garonne  
Agence de l'Eau AG (site WEB)





*Les impacts du changement climatique sur la qualité physico-chimique des  
ressources en eau*

*Toulouse (AEAG) – 15 septembre 2020 (13h30-14h)*

# **Impacts probables du changement climatique**

# Une qualité des eaux qui va se dégrader sous l'impact du changement climatique (2 causes principales)

CONSEIL SCIENTIFIQUE

## EVENEMENTS CLIMATO- HYDROLOGIQUES EXTRÊMES

crues, assecs,  
immersions marines,  
élévation du niveau des  
océans ...

## EXPLOITATION INTENSE DES EAUX SOUTERRAINES



→ Libération du stock existant de  
molécules mères et métabolites

## 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

*Anticiper les changements climatiques en  
Nouvelle-Aquitaine – Acclimaterra  
Chapitre Qualité des Milieux (2018)*



## AUTRES PHENOMENES CLIMATOLOGIQUES

Sécheresse du sol  
Dégradation des forêts,  
de la ripisylve

....

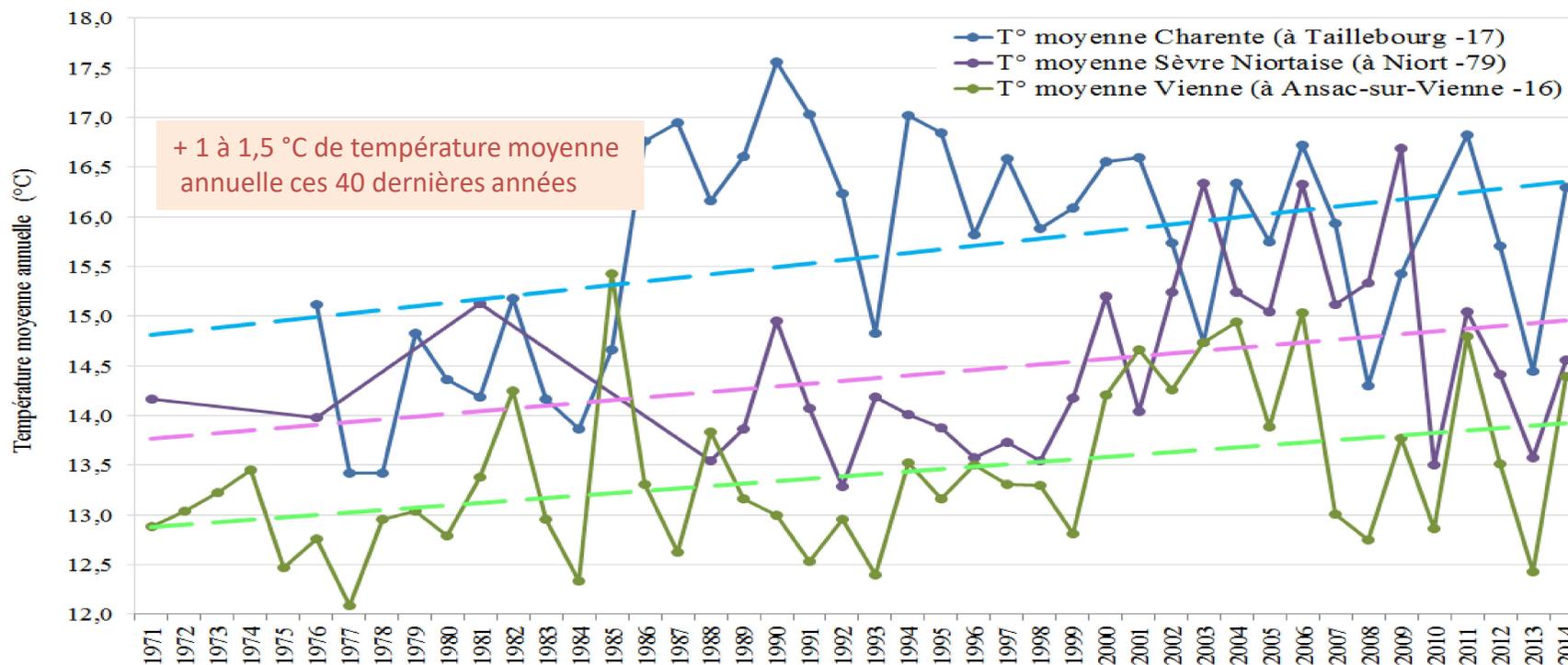
# Une température de l'eau de surface qui suit l'augmentation de la température de l'air

CONSEIL SCIENTIFIQUE

Anticiper les changements climatiques en  
Nouvelle-Aquitaine – Acclimaterra  
Chapitre Qualité des Milieux (2018)



## Constat 1971-2014



Sources : Agences de l'eau Adour-Garonne et Loire-Bretagne - Traitement et conception graphique : ORE

Formation « Eau et Changement Climatique » - 15 et 29 septembre 2020

# Une température de l'eau de surface qui suit l'augmentation de la température de l'air

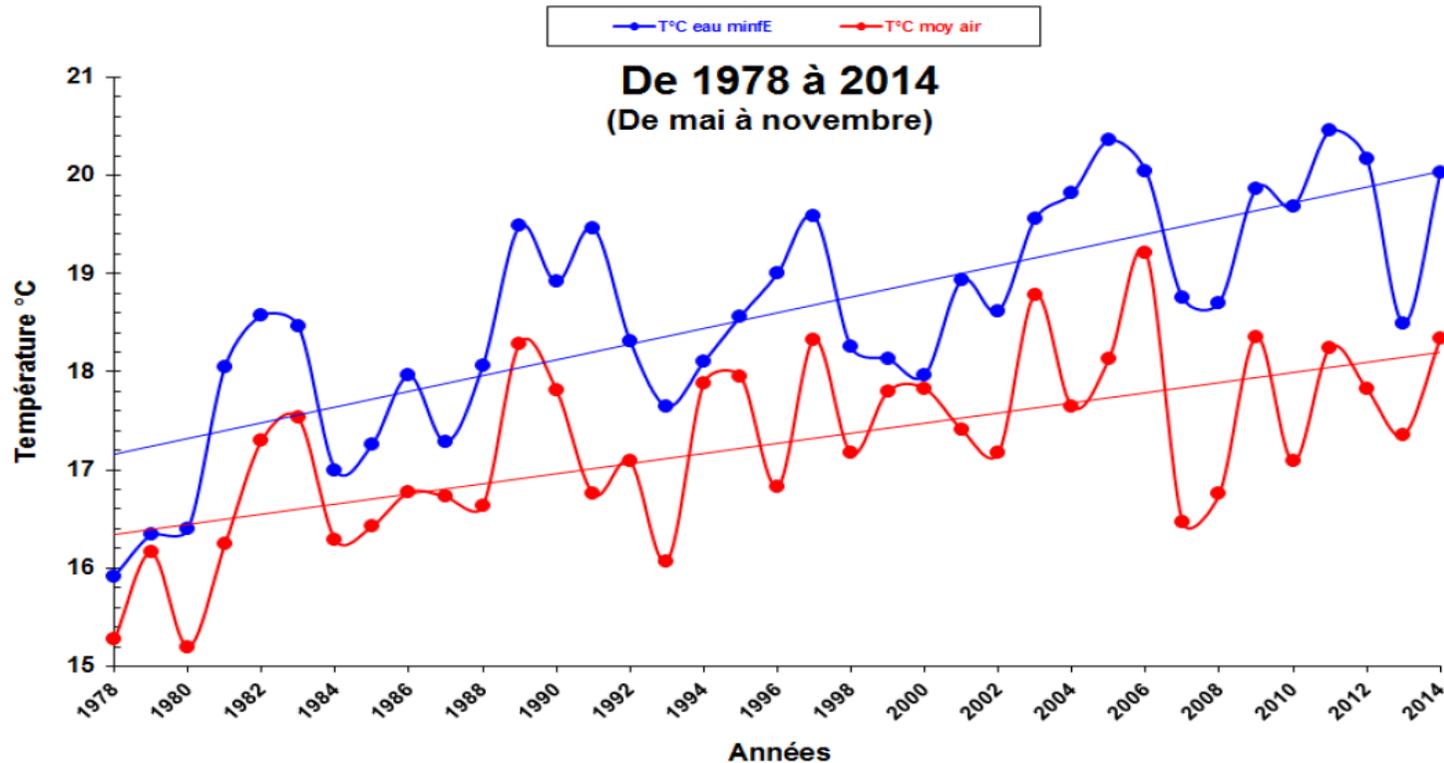
CONSEIL SCIENTIFIQUE

*Anticiper les changements climatiques en  
Nouvelle-Aquitaine – Acclimaterra  
Chapitre Qualité des Milieux*

**Constat 1978-2014**



**Au niveau de Blaye dans l'estuaire de la Gironde**



Formation « Eau et Changement Climatique » - 15 et 29 septembre 2020



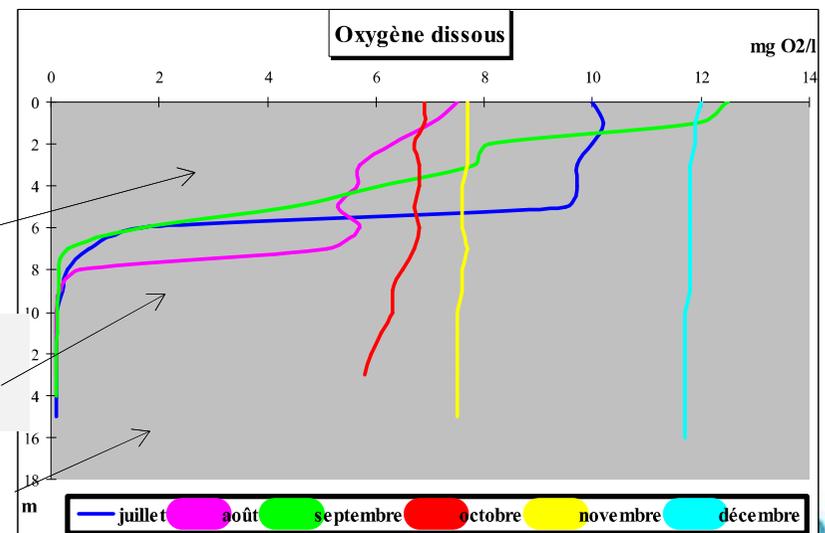
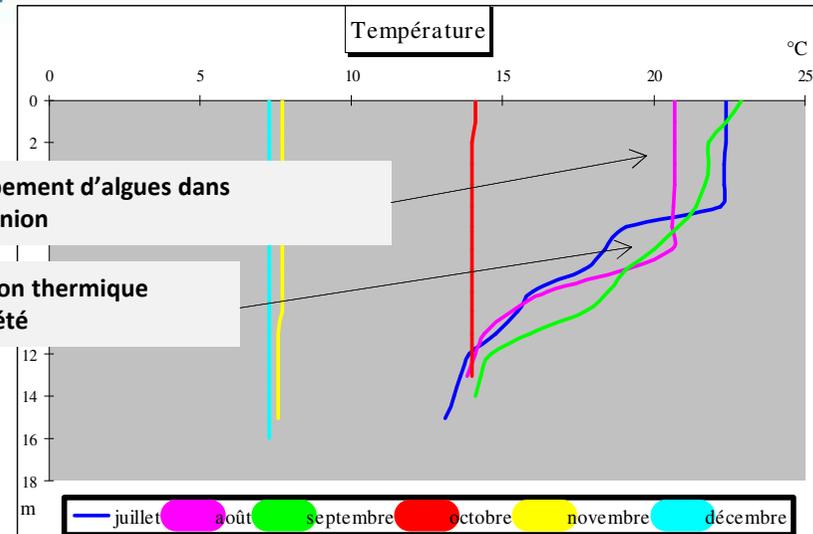
# Quels effets principaux de l'augmentation de la température de l'eau ? (accompagnée de la diminution de la dilution)

## Sur la physico-chimie des eaux de retenue en rapport avec l'eutrophisation

CONSEIL SCIENTIFIQUE

### Conséquences sur la qualité physico-chimique de l'eau

- 1) Augmentation de la teneur en matière organique (COT) l'été et modification de sa structure
- 2) Présence de toxines d'algues
- 3) Modification de la minéralisation calco-carbonique
- 4) Solubilisation des métaux (fer et manganèse)



**Rapport AELB-Aquascop**  
Diagnostic du fonctionnement  
écologique d'une retenue (2010)

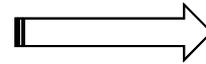
Augmentation des teneurs  
en Fe, Mn et P dans l'hypolimnion

Formation « Eau et Changement Climatique » - 15 et 29 septembre 2020

## Quels effets principaux des augmentations de la température de l'eau et autres paramètres physico-chimiques ? (irradiation UV, pH, salinité, ... + diminution de la dilution)

### Sur la teneur et la nature en micropolluants dans les eaux superficielles

Augmentation et/ou accélération de nombreux réactions naturelles physico-chimiques et biologiques



Transformations irréversibles biotiques et abiotiques des micropolluants organiques en métabolites et sous-produits

Fragilité de cette liaison

Exemple du glyphosate



N-(phosphonométhyl) glycine  
**GLYPHOSATE**



Acide glyoxylique + Acide amino-méthylphosphonique  
**AMPA**

### Conséquence sur la qualité physico-chimique de l'eau

Apparition plus importante de métabolites

Inconvénient ou pas ?

OUI quand ils sont « pertinents »

Peut-être NON dans le cas contraire

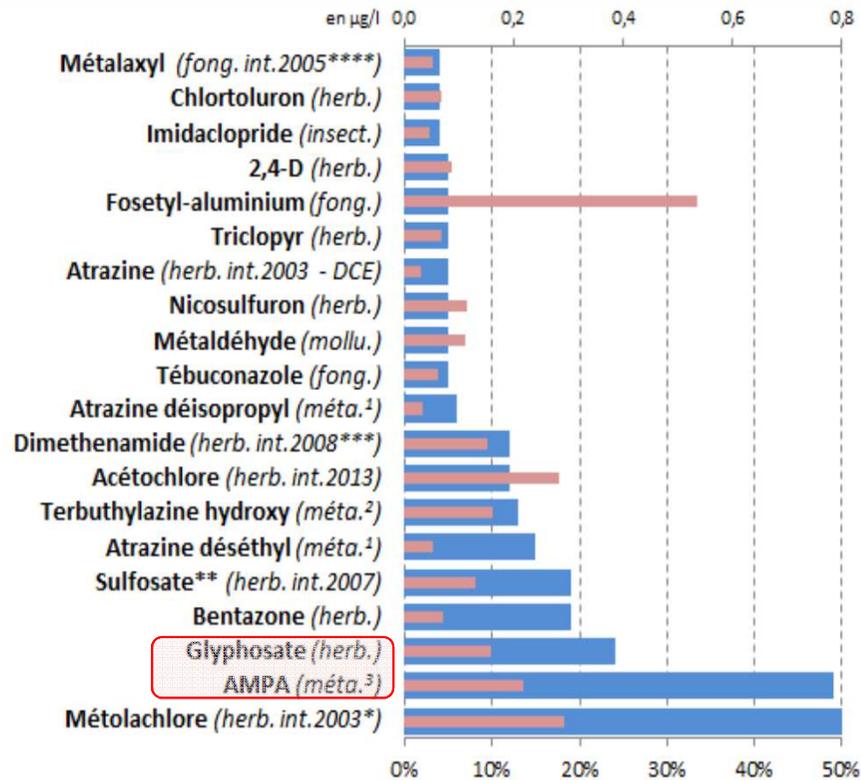
# Pesticides les plus détectés dans les eaux de Nouvelle-Aquitaine

Cours d'eau

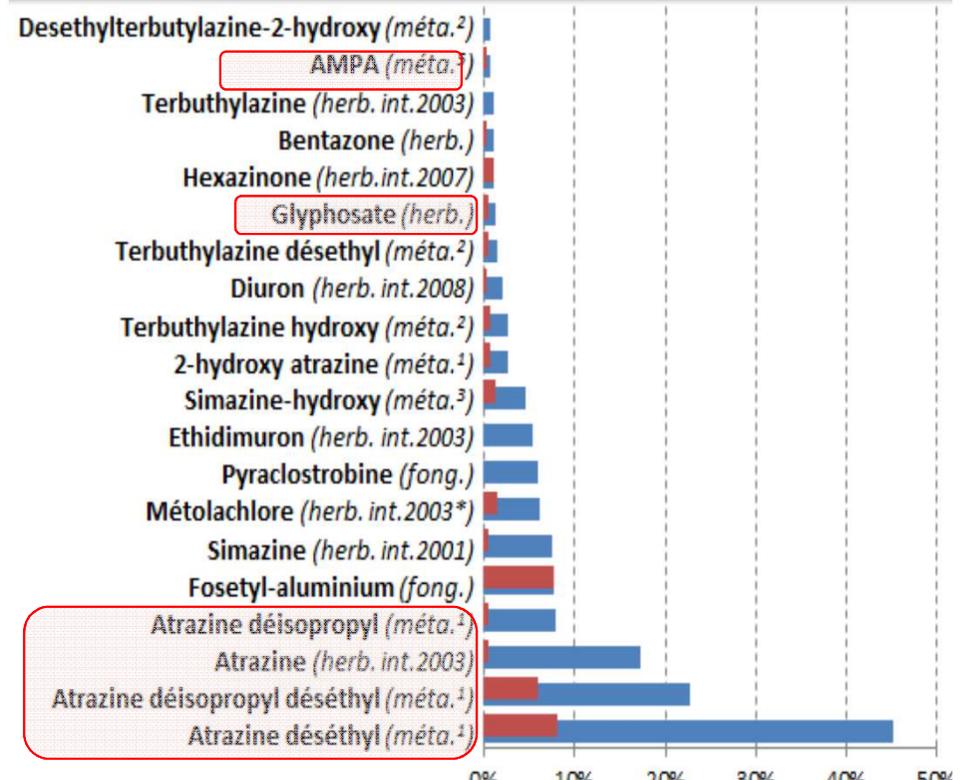
Eaux souterraines

CONSEIL SCIENTIFIQUE

En 2013



En 2013



pesticides les plus détectés  
une d'information sur l'Eau

ins les cours d'eau d'Aquitaine

■ Fréquence de quantification

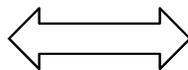
Données ARBNA  
Exemple de 2013

Formation « Eau et Changement Climatique » - 15 et 29 septembre 2020

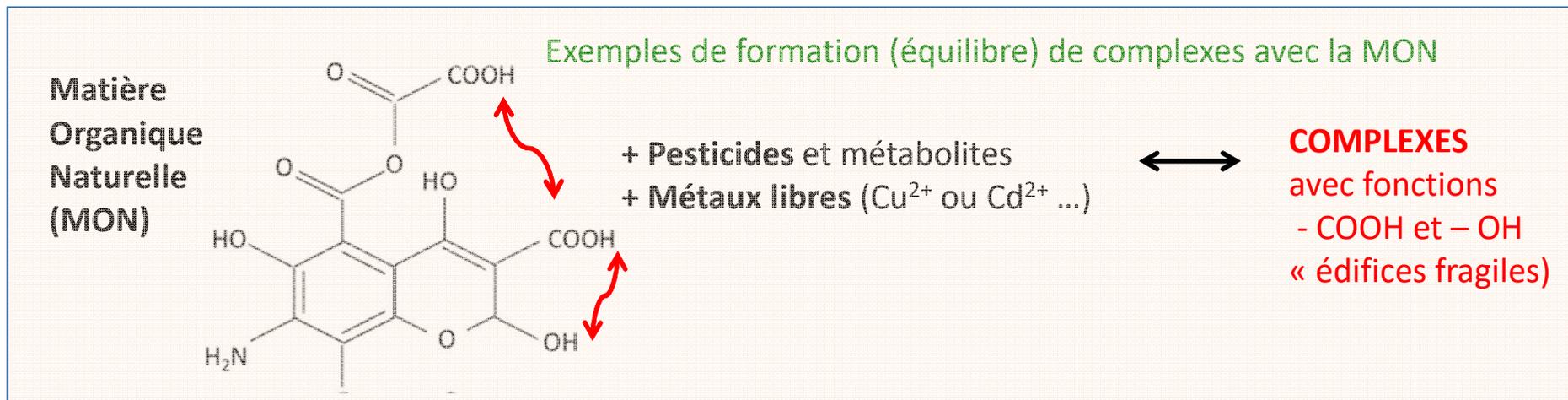
## Quels effets principaux des augmentations de la température de l'eau et des sols superficiels ?

*Sur la teneur en micropolluants dans les eaux de surface ...  
mais aussi dans les eaux souterraines*

Diminution des phénomènes de sorption et de complexation avec MON des eaux, sédiments et sols



Libération des micropolluants (organiques et minéraux) « associés » aux MON



### *Conséquences sur la qualité physico-chimique de l'eau*

Libération du stock de pesticides complexés et adsorbés dans les sols et sédiments (cours d'eau, retenues, estuaires ...) et augmentation dans l'eau  
Libération du stock de métaux complexés en métaux libres dissous



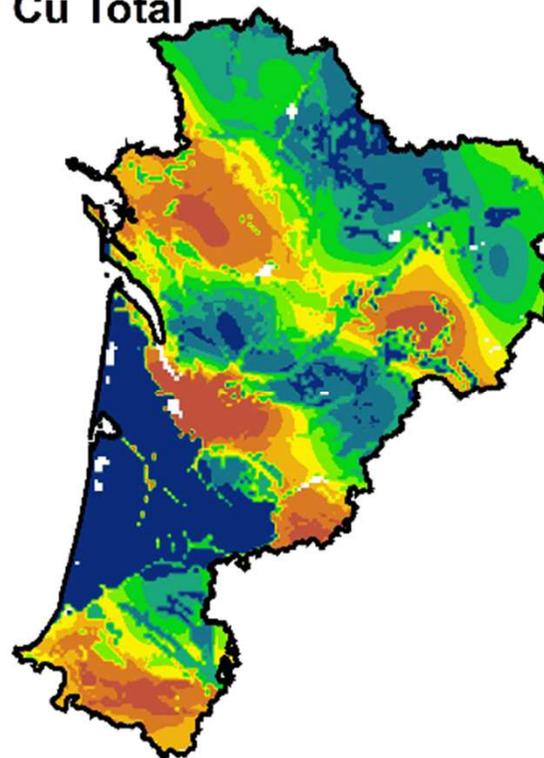
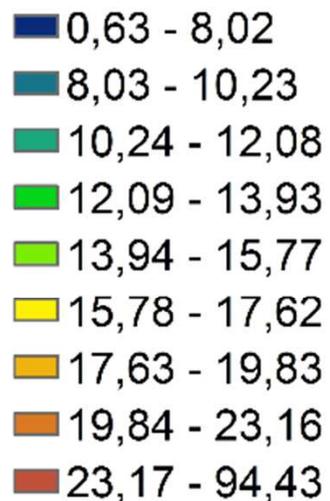
AGENCE DE L'EAU  
ADOUR-GARONNE

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE  
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

CONSEIL SCIENTIFIQUE

Les sols (dont les teneurs en MON vont diminuer) sont-ils des « bombes environnementales » à retardement sous l'effet des augmentations de la température ainsi que de la fréquence et de l'intensité des phénomènes hydro-climatologiques extrêmes ?

### Teneurs moyennes en Cu Total mg/kg



*Anticiper les changements climatiques en Nouvelle-Aquitaine – Acclimaterra  
Chapitre Qualité des Milieux*



Formation « Eau et Changement Climatique » - 15 et 29 septembre 2020

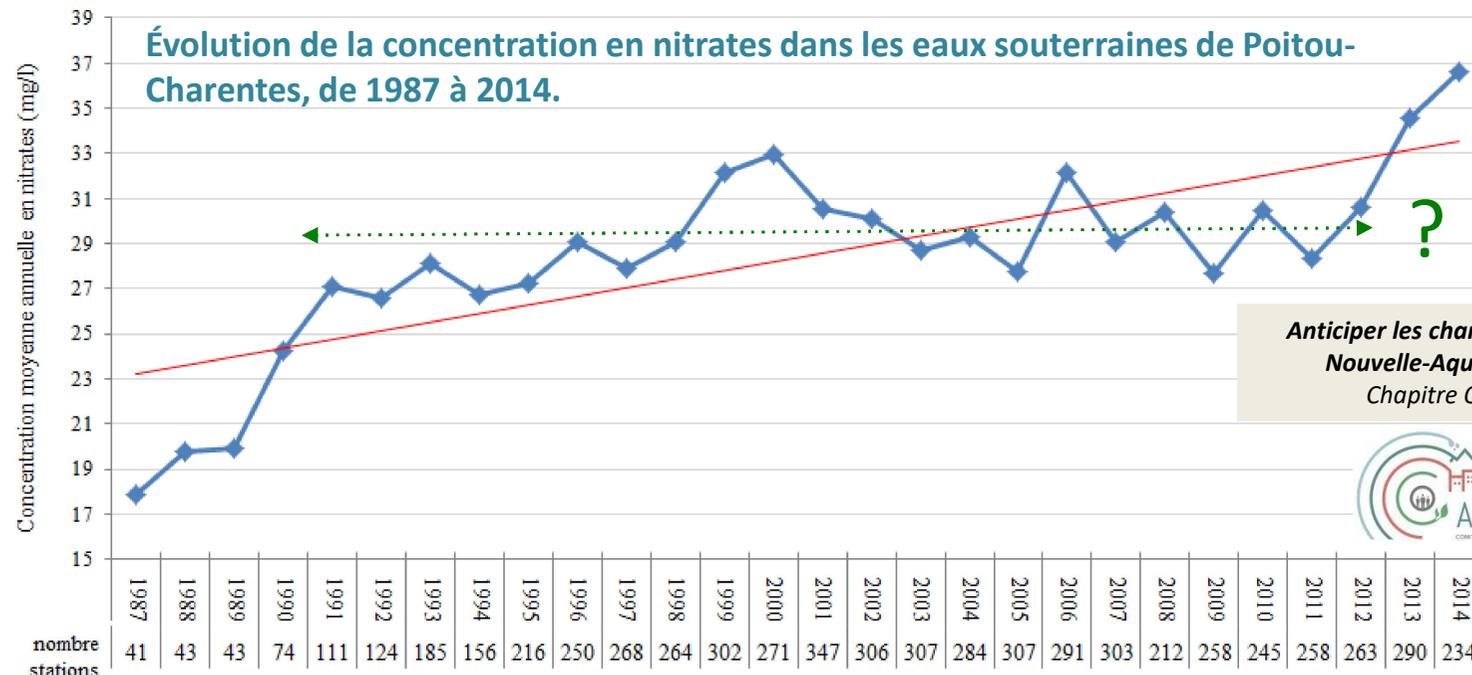
## Quels effets possiblement liés aux événements climato-hydrologiques extrêmes ? (couplés aux autres effets)

### Sur la teneur en nitrates dans les eaux souterraines en lien avec les « stocks » de nitrates dans les sols

Comme pour les pesticides (et autres POP), les teneurs en nitrates dans les eaux souterraines pourraient augmenter sous l'effet de la température et l'effet des intensités plus importantes de pluie et de ruissellement ... voire sous l'influence d'une exploitation plus intense des eaux souterraines

**Phénomène de déstockage par lixiviation accélérée ?**

*Observe-t'on une nouvelle augmentation ?*



Anticiper les changements climatiques en  
Nouvelle-Aquitaine – Acclimaterra  
Chapitre Qualité des Milieux



Source : ADES (réseaux RCO-RCS) - producteurs : AEAG, AELB, BRGM - Traitement et conception graphique : ORE

Formation « Eau et Changement Climatique » - 15 et 29 septembre 2020

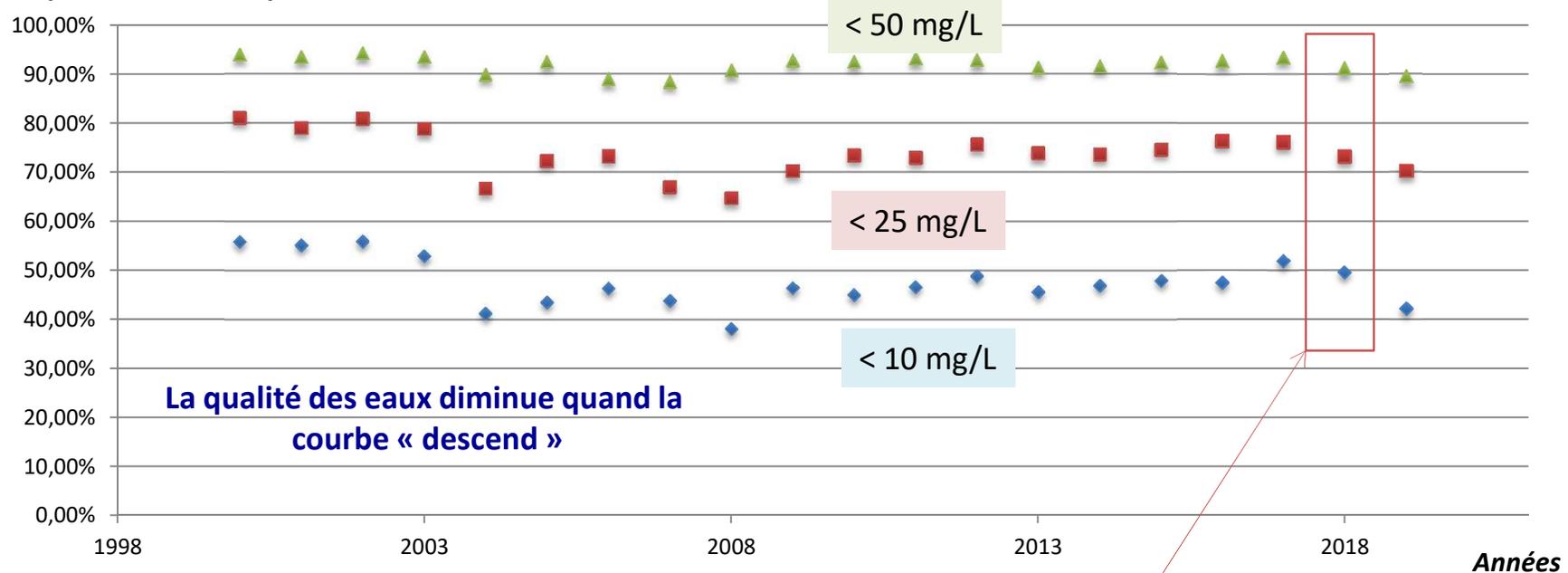
## Quels effets possiblement liés aux événements climato-hydrologiques extrêmes ? (couplés aux autres effets)

*Sur la teneur en nitrates dans les eaux souterraines en lien avec les  
« stocks » de nitrates dans les sols*

Tableau de bord nitrates  
ARBNA  
qualite.eau-nouvelle-  
aquitaine.fr

**Nitrates dans ESo, tous départements de Nouvelle-Aquitaine de 2000 à 2019**

% de prélèvements chaque année



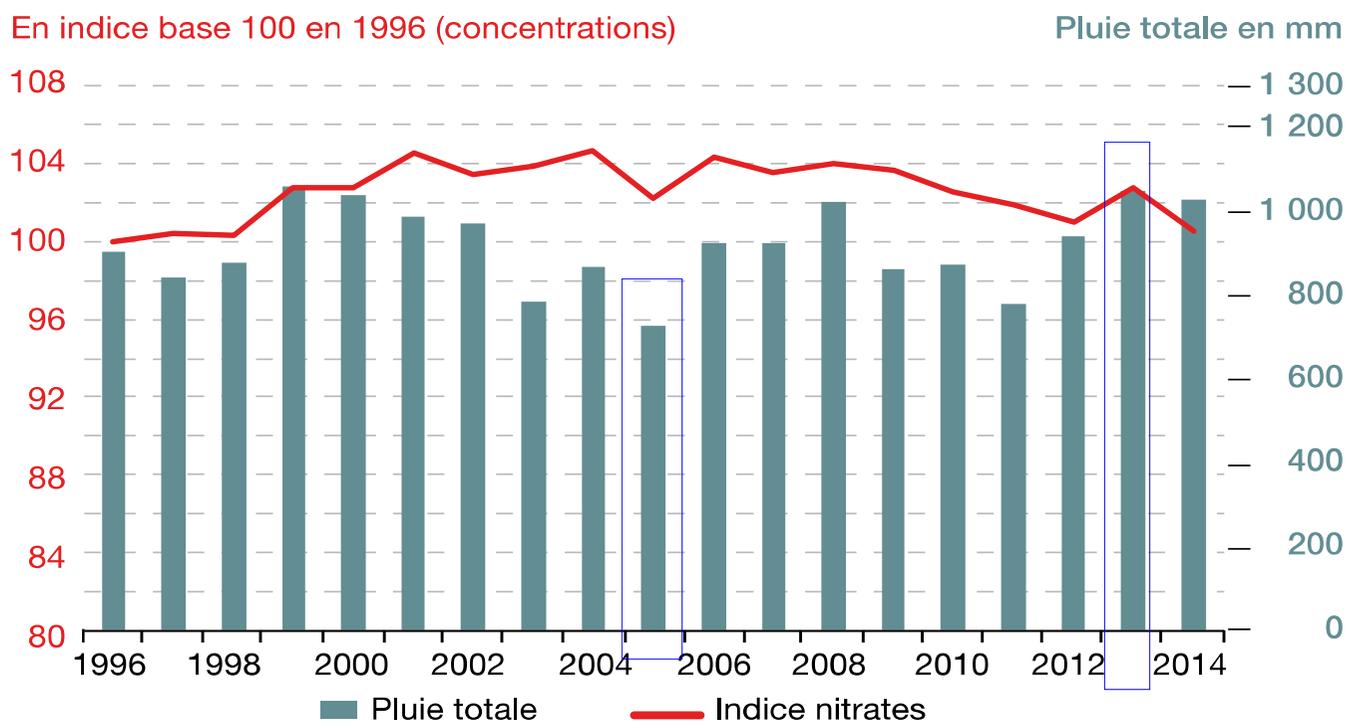
Par exemple, en 2018 (1017 prélèvements) : 49,6 % des analyses présentaient des teneurs < 10 mg/L  
73,2 % des teneurs < 25 mg/L et 91,2% des teneurs < 50 mg/L

Formation « Eau et Changement Climatique » - 15 et 29 septembre 2020

## Quels effets possiblement liés aux événements climato-hydrologiques extrêmes ? (couplés aux autres effets)

### Sur la teneur en nitrates dans les eaux souterraines en lien avec les « stocks » de nitrates dans les sols

#### Nitrates dans ESo, en France métropolitaine de 1996 à 2014



Chiffres clés de  
l'environnement  
Edition 2016  
Ministère, 2017

Champ : France métropolitaine.

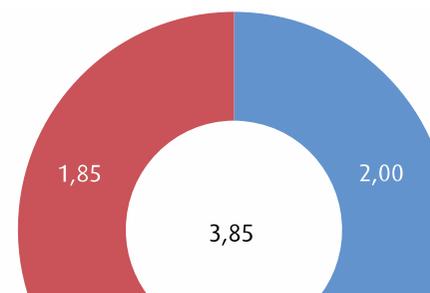
Sources : agences de l'eau ; BRGM, banque de données Ades, réseaux RCS, RCO ;  
Météo France ; Medde/DEB. Traitements : SOeS, 2016

## Un impact évident sur la production d'eau destinée à la consommation humaine (eau potable)

*... car 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 trait en ESo
- **Sur la distribution en réseaux** relargage de monomères de matè
  
- **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

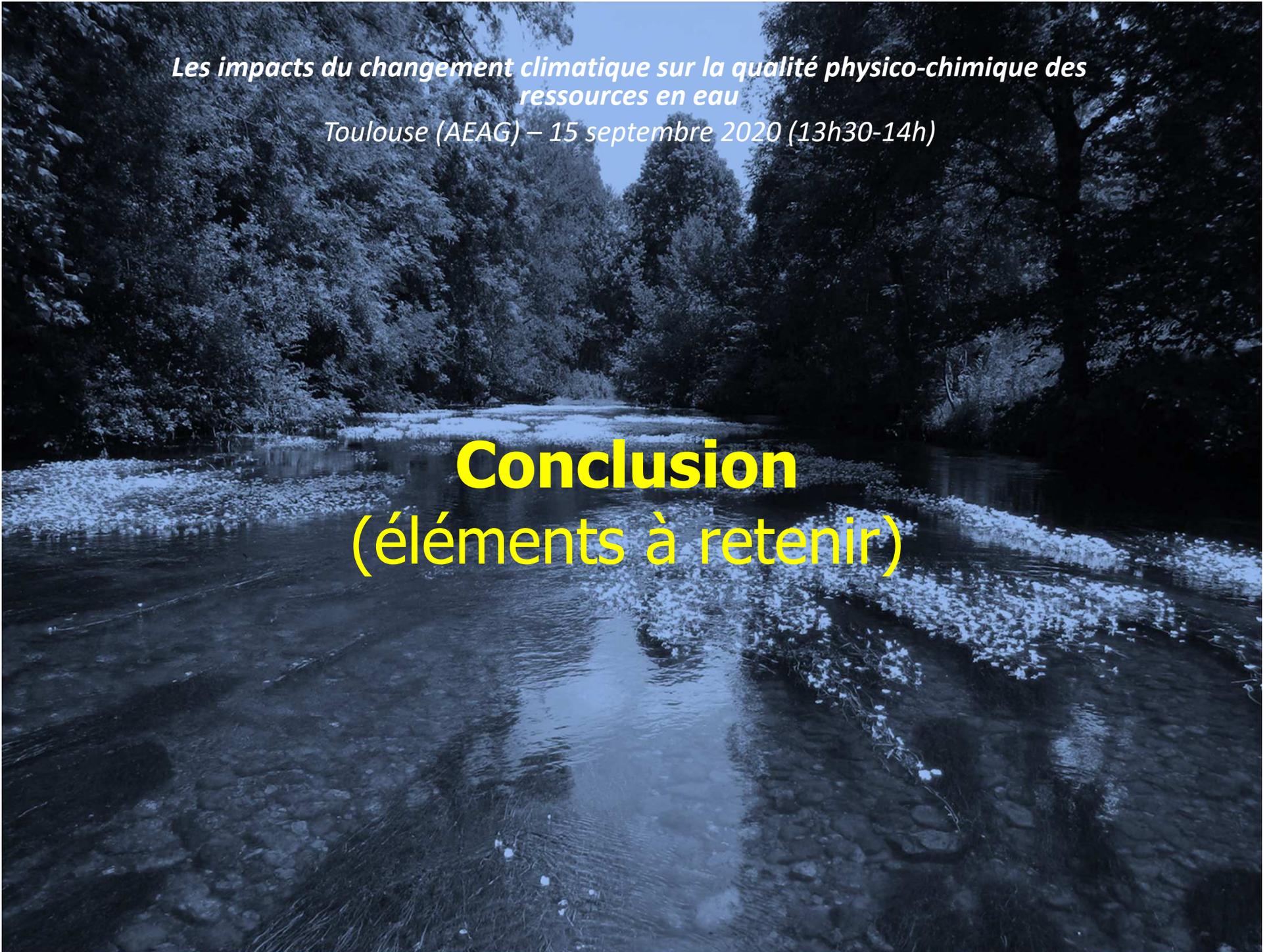
■ Assainissement collectif

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

*Les impacts du changement climatique sur la qualité physico-chimique des ressources en eau*

*Toulouse (AEAG) – 15 septembre 2020 (13h30-14h)*

# **Conclusion** **(éléments à retenir)**



## Conclusions (1)

### CONSEIL SCIENTIFIQUE

**L'état qualitatif actuel** des eaux en Adour-Garonne n'est pas parfait malgré les efforts importants qui sont menés depuis la mise en place de la DCE et des 2 cycles de SDAGE. C'est surtout l'état écologique des eaux de surface qui reste moyen, et à moindre effet, l'état chimique des eaux souterraines (nappes libres).

#### Impacts très probables du CC, voire déjà observés

#### Impacts possibles du CC

**Sous l'effet du changement climatique, en général**, les milieux aquatiques superficiels (cours d'eau, plans d'eau, eaux littorales, zones humides) seront des lieux de vie de moins en moins favorables au développement de certaines espèces, à cause de l'augmentation de la température (voire de la salinité), la diminution de l'oxygène dissous, l'apparition d'espèces envahissantes, ...

**Sous l'effet de la diminution de la dilution**, les masses d'eau de surface (cours d'eau et plans d'eau) seront chimiquement plus pollués si rien n'est fait de plus en dépollution des rejets polluants.

## Conclusions (2)

### *Difficultés à atteindre les objectifs du 3<sup>ème</sup> cycle SDAGE ?*

**Sous l'effet de l'augmentation de la température**, le développement estival de macrophytes et microphytes (dopé par une augmentation possible des nutriments) s'accompagnera nécessairement d'une production de matière organique naturelle envahissante de type « hydrophile » dont les effets sur l'environnement aquatique sont peu connus (mais connus en production EP).

**Sous l'effet du changement climatique**, les augmentations de la température et de la fréquence (et intensité) des phénomènes hydro-climatologiques extrêmes pourraient contribuer à une augmentation des ratios « métabolites/molécule mère » et à une libération des stocks de polluants (complexés ou adsorbés) dans les sédiments et dans les sols sous forme libre (ion métallique, molécules mères de pesticides et autres POP) ou sous forme de métabolites (sous-produits), ainsi qu'une augmentation des nitrates dans les eaux souterraines

**Il y aura probablement un impact sur le prix de l'eau potable au robinet** notamment pour des raisons de dégradation de la qualité physico-chimique de la ressource.



Formation « Eau et Changement Climatique » - 15 et 29 septembre 2020

CONSEIL SCIENTIFIQUE

Références

# Les impacts du changement climatique sur la physico-chimie des ressources en eau

Sur la qualité physico-chimique des eaux

Toulouse (Agence de l'Eau Adour-Garonne) - 15 septembre 2020 (13h30-14h10)

***Merci pour votre attention***

**Bernard Legube**  
avec la participation de  
**Hélène Budzinski**  
(membres du CS AG)