L'UNIVERSITÉ CITOYENNE DU THOUARSAIS

« Savoir pour comprendre, comprendre pour agir »

Thouars, 11 octobre 2024

Eau potable : de la ressource à la distribution

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

ACCLIMATERRA COMITÉ SCIENTIFIQUE RÉGIONAL SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Université de Poitiers 1431

ESPACE MENDÈS FRANCE POITIERS

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Liberté Égalité Fraternité

eau GRAND SUD-OUEST AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE

L'UNIVERSITÉ CITOYENNE DU THOUARSAIS

« Savoir pour comprendre, comprendre pour agir »

Eau potable : de la ressource au robinet

Un peu d'histoire … autour de l'eau

Thouars, 11 octobre 2024

Bernard Legube

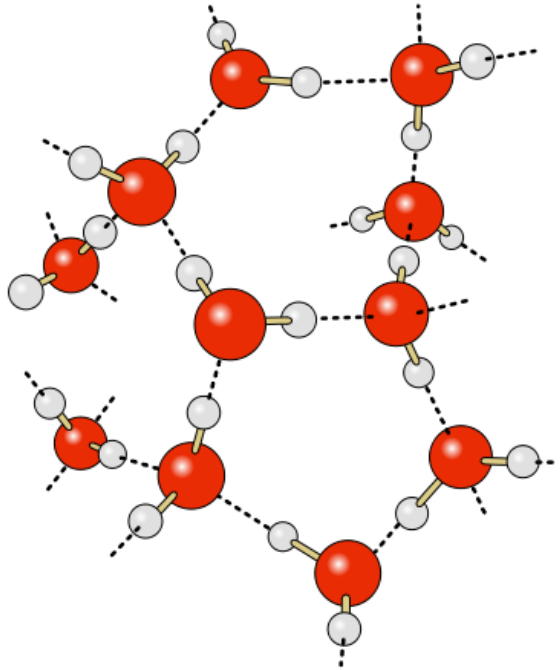
Un peu d'histoire des sciences … autour de l'eau

3,9 milliards d'années, la réserve d'eau terrestre se constitue.

De **1400 et 1800**, on découvre et précise le grand cycle de l'eau,

Antoine-Laurent Lavoisier décrit la molécule d'eau, en **1783**

Claude-Louis Berthollet découvre l'eau de Javel, en **1785**



Un peu d'histoire des sciences … autour de l'eau

En 1870 Louis Pasteur découvre et étudie les « microbes »

Les premières méthodes d'analyse microbiologique des eaux apparaissent au **début de 20ème siècle**.

Méthodes plus modernes en **fin du 20ème siècle**.

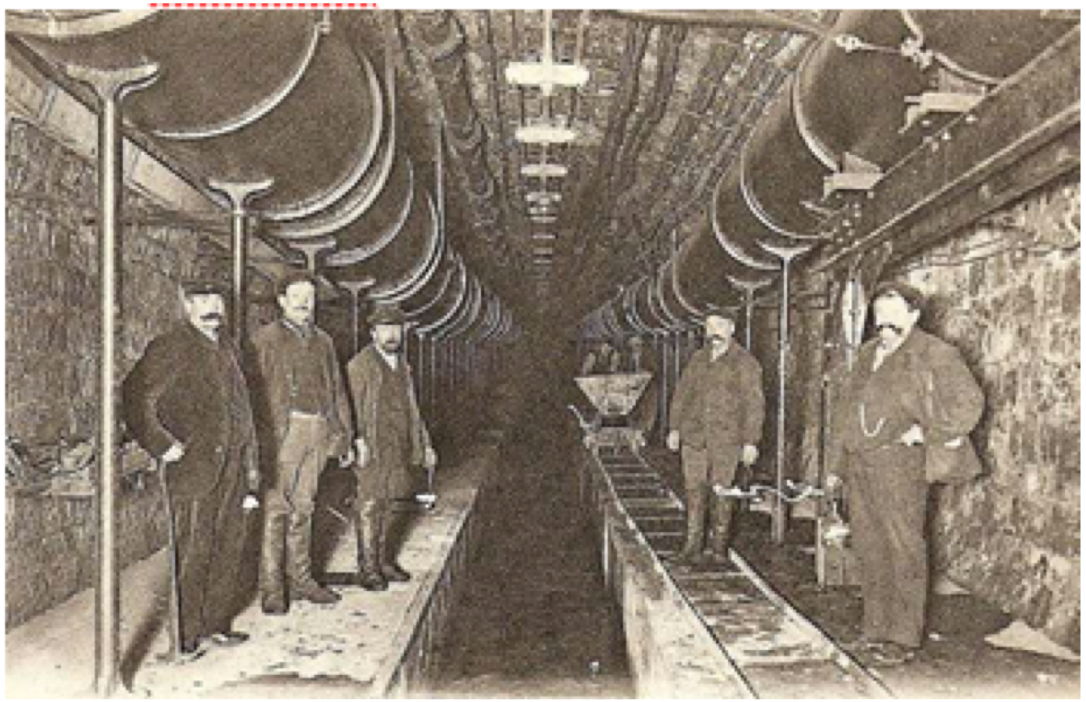
Un peu d'histoire de réglementation… autour de l'eau potable

Début du 20ème siècle : Prise en compte de la relation entre les grandes épidémies (choléra, fièvre thyphoïde) et la pollution des eaux d'égouts…

1962 : 1ère réglementation aboutissant à une exigence essentielle, mais pas toujours vérifiable, d'absence de germes pathogènes

1989/1991 - Décret 89-3 et autres : **Base historique de la réglementation moderne**

Un peu d'histoire des technologies … autour de l'eau



Fin du XIXe siècle : effet bénéfique de la filtration lente

Premier quart du XXe siècle : procédés de désinfection puis de clarification

Dans les années 1960-1970, le traitement de l'eau pour la production d'eau potable est toujours très simplifié.

L'UNIVERSITÉ CITOYENNE DU THOUARSAIS

« Savoir pour comprendre, comprendre pour agir »

Eau potable : de la ressource au robinet

Un peu de réglementation autour de l'eau potable

Thouars, 11 octobre 2024

Bernard Legube

Réglementation actuelle – Messages-clés

1989/1991 - Décret 89-3 et autres : **Base historique de la réglementation moderne**

2003/2017 - Décret de 2011/1220 et autres (directives européennes 12/1998, 10/2015)

2020/2026 - Ordonnance du 23/12/2022 et arrêté du 30/12/2022 (Directive européenne du 16/12/2020)

DEFINITION REGLEMENTAIRE D'UNE EAU POTABLE (EDCH)

« Une eau destinée à la consommation humaine ne doit pas contenir un nombre ou une concentration de microorganismes, de parasites ou de toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ».

Réglementation actuelle – Messages-clés

Même à partir de bonnes qualité et quantité de ressource disponible (et bien protégée)**, un risque sanitaire existe toujours au niveau des systèmes de production et de distribution d'eau potable.** Il ne peut être réduit à zéro, mais seulement à un niveau acceptable.

Tout repose sur l'évaluation de la gestion de ce (ces) risque(s) qui passe tout d'abord par la ***définition d'objectifs de qualité et par leur respect****.*

Aujourd'hui, pour évaluer et gérer le **risque microbiologique** on utilise
2 indicateurs fécaux réglementaires (+1 sur les algues)
+ 2 indicateurs de traitement
+ plusieurs autres indicateurs destinés à des programmes de surveillance

Pour évaluer le **risque sanitaire chimique**, des objectifs de qualité ont été sélectionnés souvent à partir de données toxicologiques, traduits ensuite en paramètres réglementaires (environ 50).

Bernard Legube

Réglementation actuelle – EDCH

1er groupe : Exigences de qualité au robinet du consommateur ou limites (actuelles et futures) de qualité des EDCH

Limites de qualité	Valeurs	Limites de qualité	Valeurs	Limites de qualité	Valeurs
E. Coli	**0 / 100 mL**	Cadmium	5 µg/L	Mercure (total)	1 µg/L
Entérocoques	**0/100 mL**	Chlorates	250 à 700 µg/L	Microcystines (total)	1 µg/L
Ac. haloacétiques	60 µg/L (Σ des 5)	Chlorites	250 à 700 µg/L	Nickel	20 µg/L
Acrylamide	0,1 µg/L	Chlorure de vinyle	0,5 µg/L	Nitrate	50 000 µg/L
Antimoine	10 µg/L	Chloroéthylènes	10 µg/L	Nitrite	500 µg/L
Arsenic	10 µg/L	Cuivre	2000 µg/L	Pesticide : substance et total	0,1 et 0,5 µg/L
Baryum (supprimé)	700 µg/L	Cyanures totaux	50 µg/L	PFAS (Σ des 20)	0,1 µg/L
Benzène	1 µg/L	Chrome total (+ Cr^{VI})	50 puis 25 µg/L	Sélénium	20 µg/L
Benzo(a) pyrène	0,01 µg/L	Dichloroéthane 1-2	3 µg/L	Trihalométhanes	100 µg/L (Σ des 4)
Bisphénol A	2,5 µg/L	Epichlorhydrine	0,1 µg/L	Turbidité	1 NFU
Bore	1500 µg/L	Fluorures	1500 µg/L	Plomb	10 puis 5 µg/L
Bromates	10 µg/L	HAP	0,1 µg/L	Uranium chimique	30 µg/L

Réglementation actuelle – EDCH

1er groupe : Exigences de qualité au robinet du consommateur ou limites (actuelles et futures) de qualité des EDCH

Limites de qualité	Valeurs	Limites de qualité	Valeurs	Limites de qualité	Valeurs
E. Coli	**0 / 100 mL**	Cadmium	5 µg/L	Mercure (total)	1 µg/L
Entérocoques	**0/100 mL**	Chlorates	250 à 700 µg/L	Microcystines (total)	1 µg/L
Ac. haloacétiques	60 µg/L (Σ des 5)	Chlorites	250 à 700 µg/L	Nickel	20 µg/L
Acrylamide	0,1 µg/L	Chlorure de vinyle	0,5 µg/L	Nitrate	50 000 µg/L
Antimoine	10 µg/L	Chloroéthylènes	10 µg/L	Nitrite	500 µg/L
Arsenic	10 µg/L	Cuivre	2000 µg/L	Pesticide : substance et total	0,1 et 0,5 µg/L
Baryum (supprimé)	700 µg/L	Cyanures totaux	50 µg/L	PFAS (Σ des 20)	0,1 µg/L
Benzène	1 µg/L	Chrome total (+ Cr^{VI})	50 puis 25 µg/L	Sélénium	20 µg/L
Benzo(a) pyrène	0,01 µg/L	Dichloroéthane 1-2	3 µg/L	Trihalométhanes	100 µg/L (Σ des 4)
Bisphénol A	2,5 µg/L	Epichlorhydrine	0,1 µg/L	Turbidité	1 NFU
Bore	1500 µg/L	Fluorures	1500 µg/L	Plomb	10 puis 5 µg/L
Bromates	10 µg/L	HAP	0,1 µg/L	Uranium chimique	30 µg/L

Réglementation actuelle – EDCH

1er groupe : Exigences de qualité au robinet du consommateur ou limites (actuelles et futures) de qualité des EDCH

Limites de qualité	Valeurs	Limites de qualité	Valeurs	Limites de qualité	Valeurs
E. Coli	**0 / 100 mL**	Cadmium	5 µg/L	Mercure (total)	1 µg/L
Entérocoques	**0/100 mL**	Chlorates	250 à 700 µg/L	Microcystines (total)	1 µg/L
Ac. haloacétiques	60 µg/L (Σ des 5)	Chlorites	250 à 700 µg/L	Nickel	20 µg/L
Acrylamide	0,1 µg/L	Chlorure de vinyle	0,5 µg/L	Nitrate	50 000 µg/L
Antimoine	10 µg/L	Chloroéthylènes	10 µg/L	Nitrite	500 µg/L
Arsenic	10 µg/L	Cuivre	2000 µg/L	Pesticide : substance et total	0,1 et 0,5 µg/L
Baryum (supprimé)	700 µg/L	Cyanures totaux	50 µg/L	PFAS (Σ des 20)	0,1 µg/L
Benzène	1 µg/L	Chrome total (+ Cr^{VI})	50 puis 25 µg/L	Sélénium	20 µg/L
Benzo(a) pyrène	0,01 µg/L	Dichloroéthane 1-2	3 µg/L	Trihalométhanes	100 µg/L (Σ des 4)
Bisphénol A	2,5 µg/L	Epichlorhydrine	0,1 µg/L	Turbidité	1 NFU
Bore	1500 µg/L	Fluorures	1500 µg/L	Plomb	10 puis 5 µg/L
Bromates	10 µg/L	HAP	0,1 µg/L	Uranium chimique	30 µg/L

Réglementation actuelle – EDCH

1er groupe : Exigences de qualité au robinet du consommateur ou limites (actuelles et futures) de qualité des EDCH

Limites de qualité	Valeurs	Limites de qualité	Valeurs	Limites de qualité	Valeurs
E. Coli	**0 / 100 mL**	Cadmium	5 µg/L	Mercure (total)	1 µg/L
Entérocoques	**0/100 mL**	Chlorates	250 à 700 µg/L	Microcystines (total)	1 µg/L
Ac. haloacétiques	60 µg/L (Σ des 5)	Chlorites	250 à 700 µg/L	Nickel	20 µg/L
Acrylamide	0,1 µg/L	Chlorure de vinyle	0,5 µg/L	Nitrate	50 000 µg/L
Antimoine	10 µg/L	Chloroéthylènes	10 µg/L	Nitrite	500 µg/L
Arsenic	10 µg/L	Cuivre	2000 µg/L	Pesticide : substance et total	0,1 et 0,5 µg/L
Baryum (supprimé)	700 µg/L	Cyanures totaux	50 µg/L	PFAS (Σ des 20)	0,1 µg/L
Benzène	1 µg/L	Chrome total (+ Cr^{VI})	50 puis 25 µg/L	Sélénium	20 µg/L
Benzo(a) pyrène	0,01 µg/L	Dichloroéthane 1-2	3 µg/L	Trihalométhanes	100 µg/L (Σ des 4)
Bisphénol A	2,5 µg/L	Epichlorhydrine	0,1 µg/L	Turbidité	1 NFU
Bore	1500 µg/L	Fluorures	1500 µg/L	Plomb	10 puis 5 µg/L
Bromates	10 µg/L	HAP	0,1 µg/L	Uranium chimique	30 µg/L

Réglementation actuelle – EDCH

2ème groupe : Autres paramètres de qualité au robinet du consommateur ou Références actuelles de qualité des EDCH

Références de qualité	Valeurs	Références de qualité	Valeurs
Bactéries coliformes	**0 / 100 mL**	**Bactéries sulfito-réductrices**	**0/100 mL**
Aluminium	200 µg/L	Fer (total)	200 µg/L
Ammonium	100 µg/L	Manganèse	50 µg/L
Cuivre	1 000 µg/L	Oxydabilité au $KMnO_4$	5 000 µg/L
Chlorures	250 000 µg/L	Sodium	200 000 µg/L
Conductivité	180 à 1100 mS/cm	Sulfates	250 000 µg/L
Carbone organique total	2 000 µg/L	Température	25 °C
		Turbidité	0,5 et 2 NFU

Divers : + autres indications + paramètres de radioactivité + liste de vigilance + programmes de surveillance …

Réglementation actuelle – EDCH

L'ANSES définit un indice toxicologique (VTR) qui permet de quantifier le risque sanitaire chimique. Cette VTR conduit ensuite à une valeur maximale sanitaire dans l'eau (V_{max})

Paramètres	VTR (ou DJA) à effet de seuil en mg/kg corps.jour	Part VTR attribuée à l'eau (%)	$V_{max.}$	Limite de qualité EDCH	PNEC Écotoxico.
Métolachlore ESA	0,17	10 %	**510 µg/L**	**0,9 µg/L**	6,7 µg/L
AMPA	0,5 (DJA)	10 %	**900 µg/L**	**0,1 µg/L**	452 µg/L
S-Métolachlore	0,035	10 %	**10 µg/L**	**0,1 µg/L**	0,07 µg/L
Glyphosate	0,5 (DJA)	10 %	**900 µg/L**	**0,1 µg/L**	28 µg/L
Chlorothalonyl	0,015	10 %	**45 µg/L**	**0,1 µg/L**	
Atrazine, DEA, DIA	0,02	10 %	**60 µg/L**	**0,1 µg/L**	0,6 µg/L
PFOA	0,000025	13,5 %	**0,075 µg/L**	**0,1 µg/L Σ 20**	

L'UNIVERSITÉ CITOYENNE DU THOUARSAIS

« Savoir pour comprendre, comprendre pour agir »

Eau potable : de la ressource au robinet

Un peu de techniques de traitement et distribution

Thouars, 11 octobre 2024

Bernard Legube

Schéma global

140 à 150 litres par habitant et par jour en France

2/3 en eau souterraine
1/3 en eau de surface

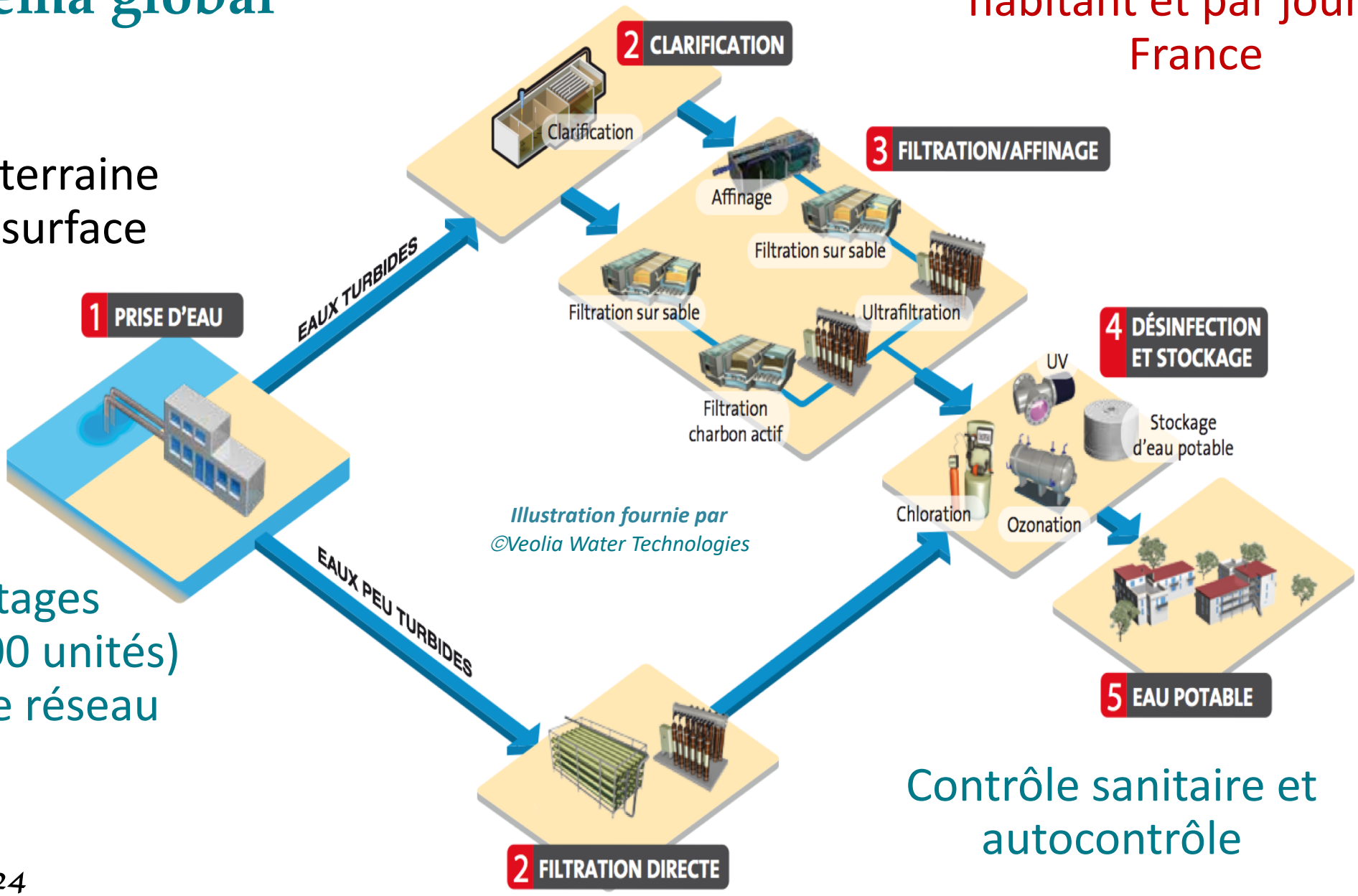


Illustration fournie par ©Veolia Water Technologies

33 000 captages
(16 000 à 17 000 unités)
900 000 km de réseau

Contrôle sanitaire et autocontrôle

En pays thouarsais

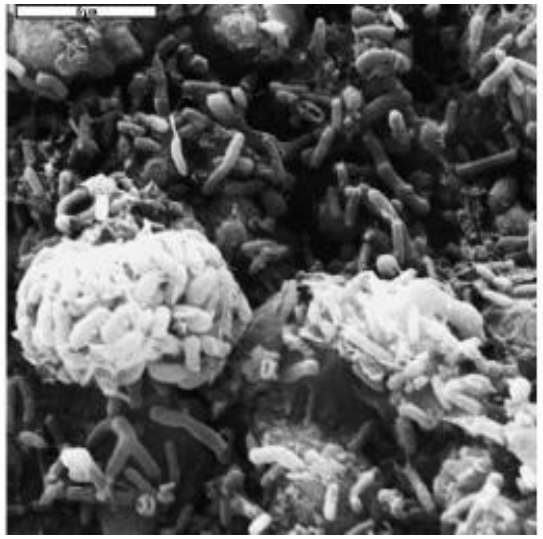
4 forages

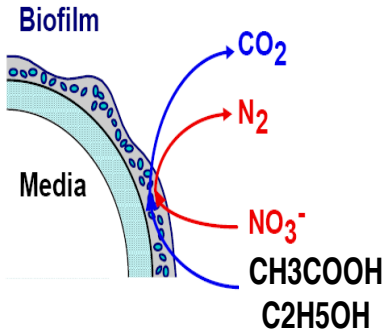
UDI des Coulées de Taizé

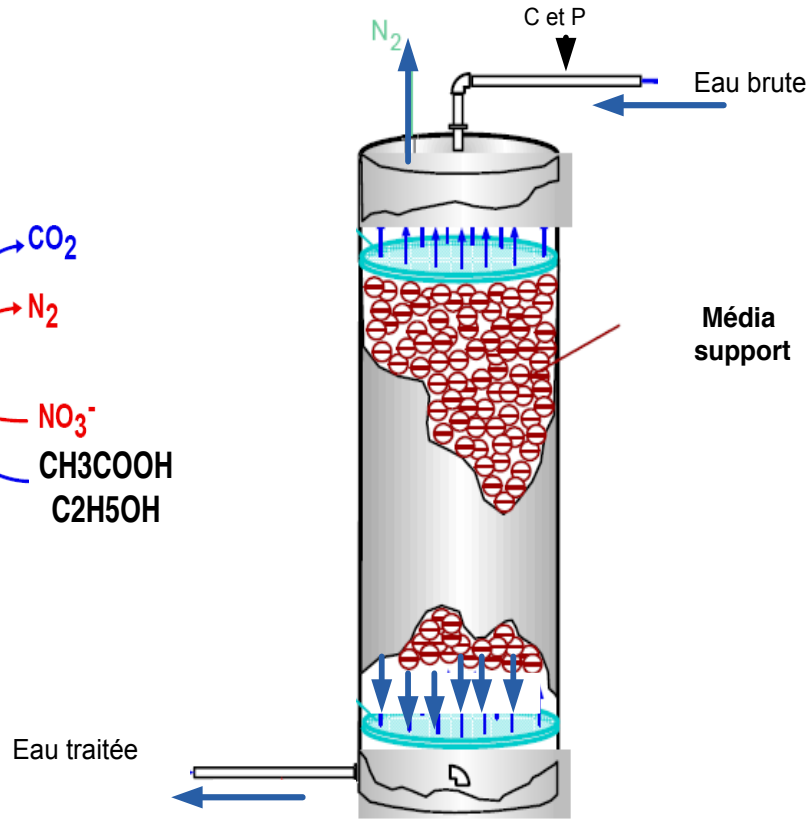
SEVT
880 000 m³/jour

Dénitrification

Eau traitée : 45 mg/L
NO_3^- en moyenne







Thouars, 11 octobre 2024

Bernard Legube

En pays thouarsais

4 forages

UDI des Coulées de Taizé

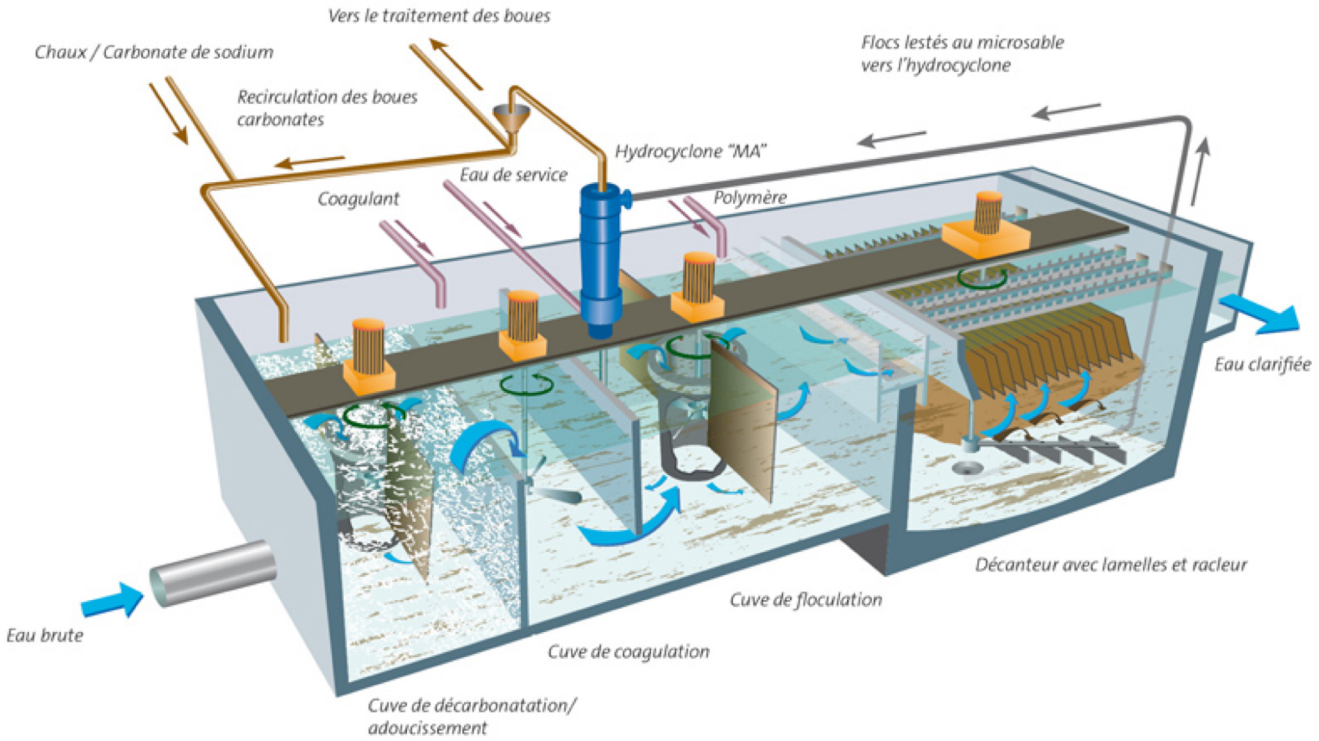
SEVT
880 000 m³/jour

Dénitrification

Eau traitée : 45 mg/L NO_3^- en moyenne

Décarbonatation à la chaux

Eau traitée : 21°f de TH et 0,27 mg/ de fluor en moyenne



Thouars, 11 octobre 2024

Bernard Legube

En pays thouarsais

4 forages

UDI des Coulées de Taizé

SEVT
880 000 m³/jour

Dénitrification

Eau traitée : 45 mg/L NO_3^- en moyenne

Décarbonatation à la chaux

Eau traitée : 21°f de TH et 0,27 mg/ de fluor en moyenne

Filtration CAG

Eau traitée : pas de pesticides

Thouars, 11 octobre 2024

Bernard Legube

En pays thouarsais

SEVT
880 000 m³/jour

4 forages

UDI des Coulées de Taizé

Dénitrification

Eau traitée : 45 mg/L NO_3^- en moyenne

Décarbonatation à la chaux

Eau traitée : 21°f de TH et 0,27 mg/ de fluor en moyenne

Filtration CAG

Eau traitée : pas de pesticides

Désinfection

Eu traitée : 100 % de conformité

La chloration est toujours un compromis entre une présence suffisante de chlore résiduel en distribution et la formation de sous-produits (THM, AHA)

L'UNIVERSITÉ CITOYENNE DU THOUARSAIS

« Savoir pour comprendre, comprendre pour agir »

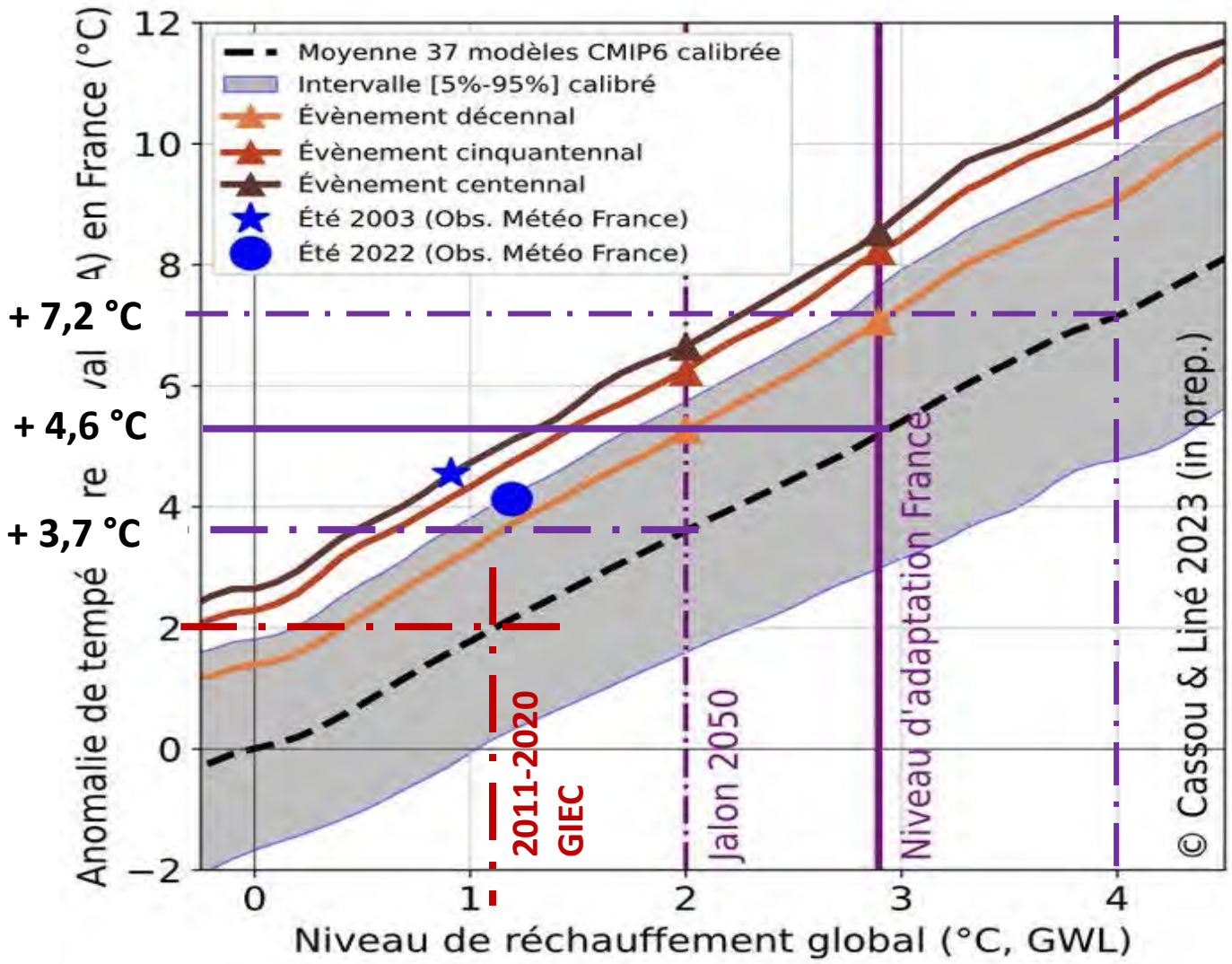
Eau potable : de la ressource au robinet

Quelques impacts du changement climatique

Thouars, 11 octobre 2024

Bernard Legube

Sur les températures de l'air et de l'eau



Relation entre le réchauffement global planétaire annuel (GWL) et le réchauffement estival (mois Juin +Juillet + Août) en France métropolitaine par référence à la période préindustrielle

Constats sur les eaux de surface

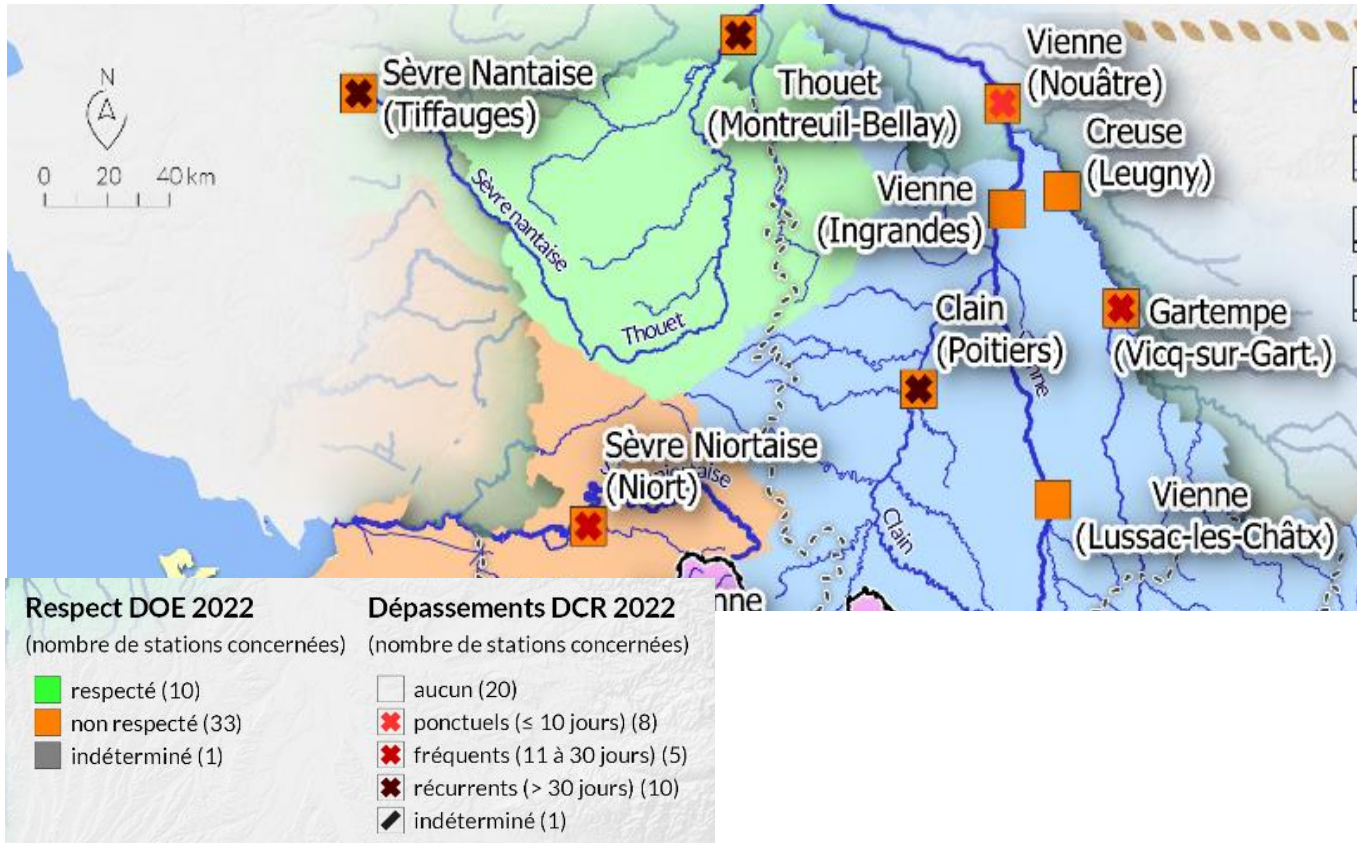
Pour la Loire moyenne, la Vienne, la Charente et la Sèvre-Niortaise, la température de l'eau a augmenté de 0,02 à 0,04°C par an entre 1974 et 2014, soit environ +1 à +1,2°C de température moyenne, ce qui correspond à l'augmentation de la température annuelle de l'air dans cette période

Projections « grossières »

Les eaux de surface de notre région pourraient augmenter encore de 2 à 3°C dans le siècle en cours

Sur les débits des rivières

Source
ARB-NA (ex ORE Poitou-Charentes)



Comme les précipitations moyennes annuelles vont peu évoluer dans notre région, les débits des rivières et le niveau de recharge des réservoirs (voire des nappes) vont nécessairement diminuer par évaporation

Constats sur les eaux de surface

Pour la Vienne, la Charente et la Sèvre-Niortaise, le débit moyen annuel a déjà diminué de 20 à 30 % de 1974 à 2014, et les débits de référence sont de moins en moins souvent respectés.

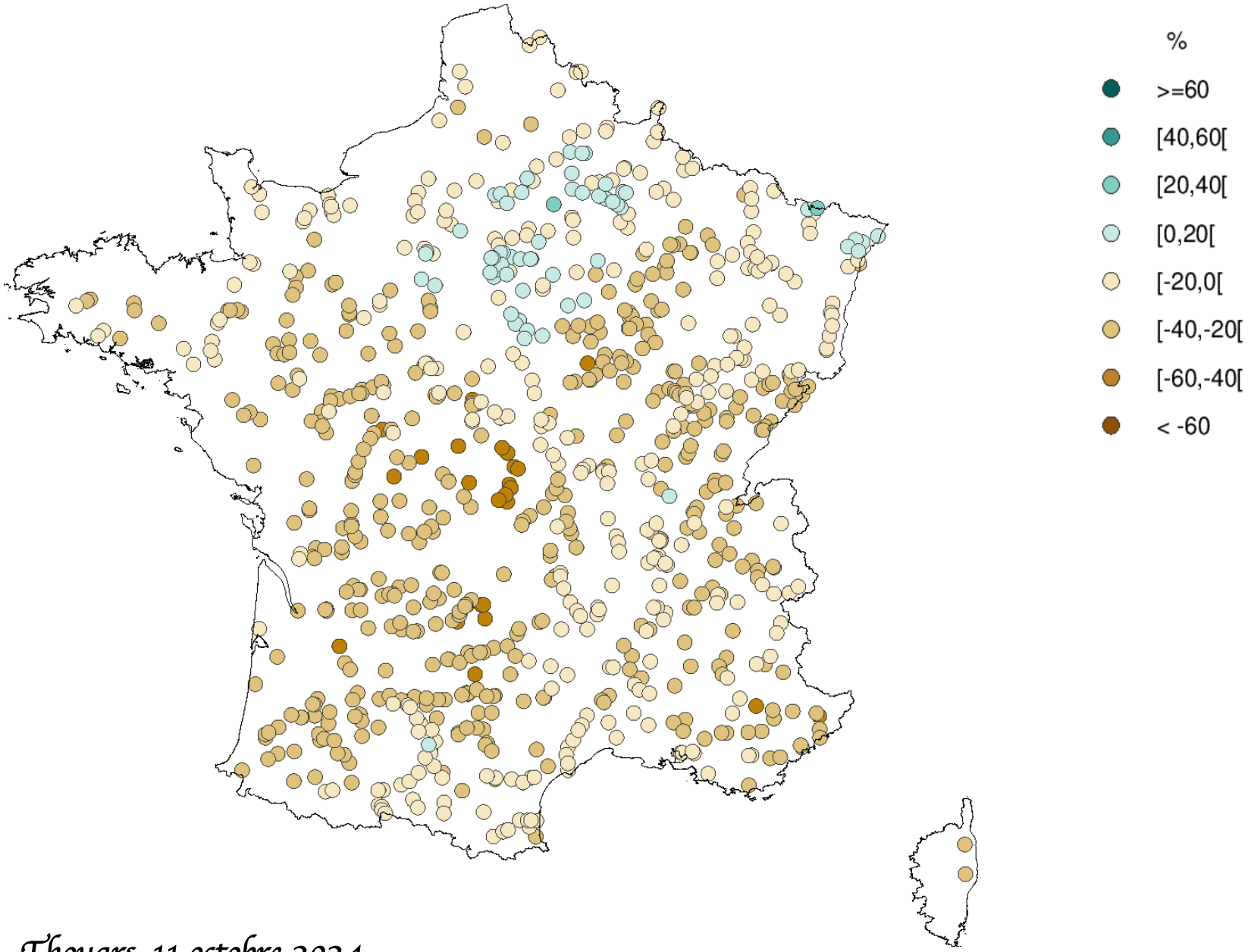
Les projections récentes

.. ne sont pas optimistes (Explore 2)
En automne, le débit médian du Thouet pourrait diminuer de 50 % à l'horizon 2050.

Thouars, 11 octobre 2024

Bernard Legube

Projections 2021-2050



Ecart relatif de la médiane des débits en automne : différence entre l'horizon 2021-2050 et la période référence (1976-2005)
Scénario avec émissions non réduites
-
Produit multi-modèles

Thouars, 11 octobre 2024

Bernard Legube

Une qualité qui va se dégrader sous l'effet du changement climatique ?

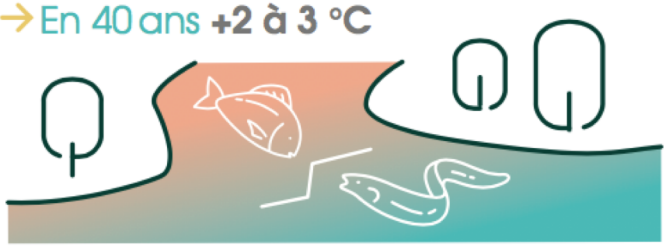
Projections

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
Données ARB Nouvelle Aquitaine
Chapitre Acclimaterra :
Qualité des Milieux – Bernard Legube et al.

Thouars, 11 octobre 2024

Bernard Legube

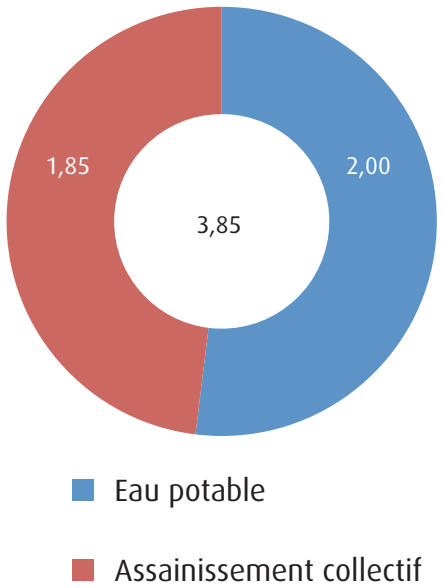
Un prix de l'eau qui va augmenter plus rapidement ?

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 auront plusieurs impacts

- Recherche et connexion de ressources complémentaires en eau brute.
- Détérioration de la qualité de l'eau brute : augmentation des performances de traitement et du suivi
- Distribution en réseaux plus compliquée et plus coûteuse

Impacts sur le prix de l'eau potable et sur le coût de l'assainissement

Décomposition du prix moyen de l'eau



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

L'UNIVERSITÉ CITOYENNE DU THOUARSAIS

« Savoir pour comprendre, comprendre pour agir »

Eau potable : de la ressource au robinet

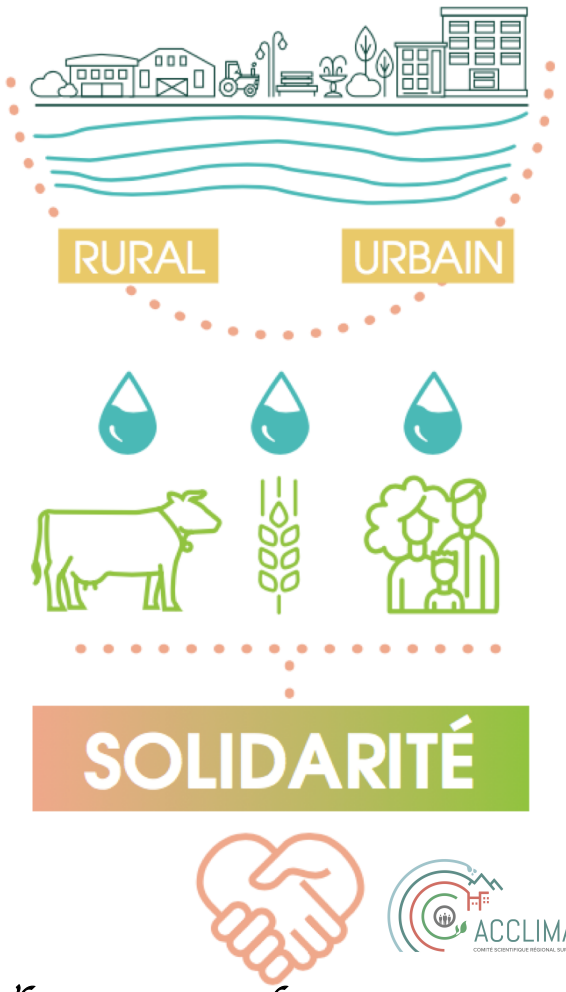
Quelques conclusions sur … que faire ?

Thouars, 11 octobre 2024

Bernard Legube

L'adaptation pour atteindre un équilibre ressources en eau/usages (tout en conservant une certaine qualité)

Des économies d'eau sur tous les usages



eau GRAND SUD-OUEST
COMITÉ DE BASSIN ADOUR-GARONNE

Economies d'eau

Solutions fondées sur la nature/ agro-écologie

Mobilisation nappes libres (et profondes)

Stocks complémentaires pour le soutien d'étiage (mobilisation et création)

Ressources non conventionnelles (eau de pluie, réutilisation …)

Une meilleure protection des ressources

ACCLIMATERRA

Thouars, 11 octobre 2024

Bernard Legube

L'UNIVERSITÉ CITOYENNE DU THOUARSAIS

« Savoir pour comprendre, comprendre pour agir »

Thouars, 11 octobre 2024

Eau potable : de la ressource à la distribution

Merci pour votre attention

ACCLIMATERRA
COMITÉ SCIENTIFIQUE RÉGIONAL SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

1431 Université de Poitiers

ESPACE MENDÈS FRANCE POITIERS

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

eau GRAND SUD-OUEST
AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE