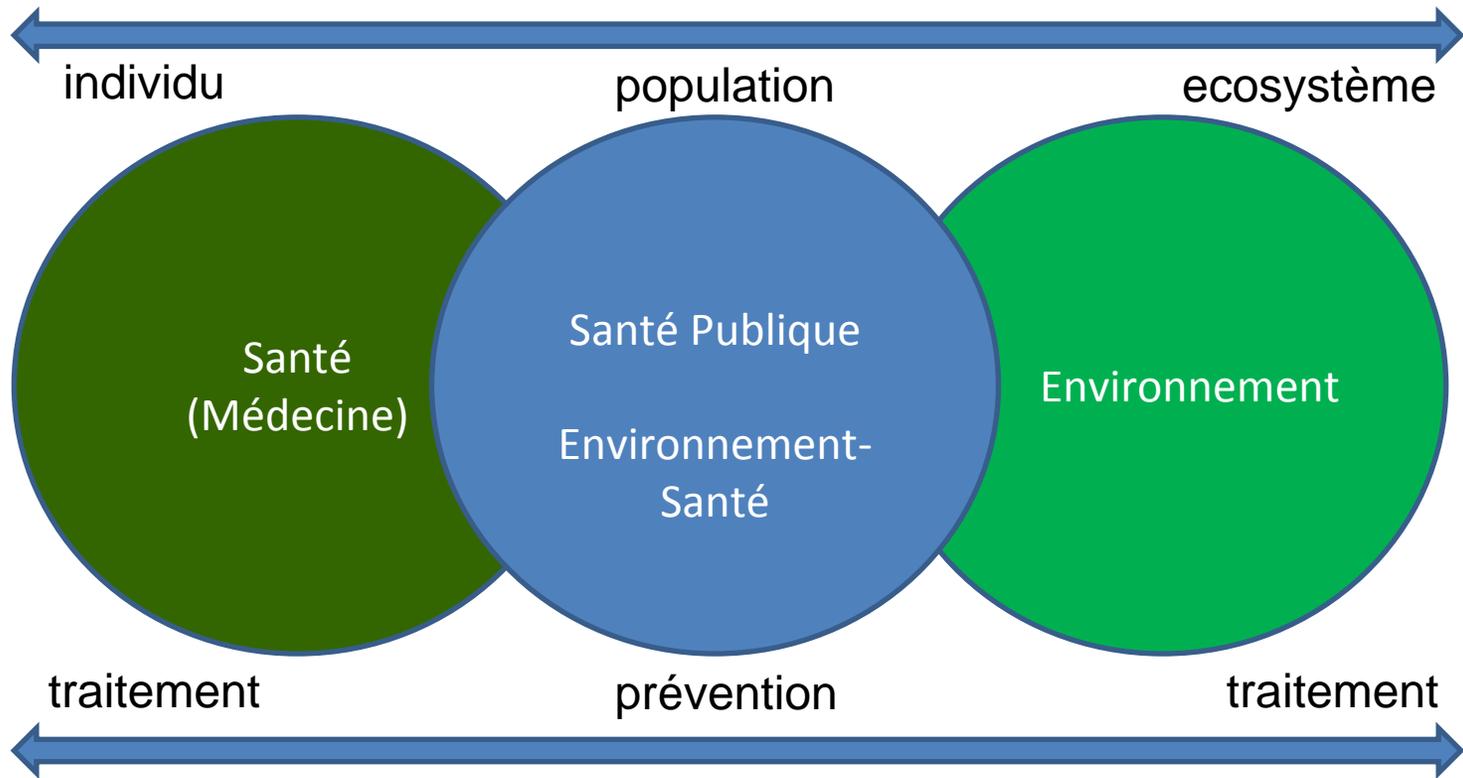


Environnement-santé

La qualité de l'eau menacée ?

O. Thomas



D'après Chuck Treser, U Washington, 2008

Brève histoire de crises liées à la qualité de l'eau

- Epidémies de choléra

- Ex : en 1854 J. Snow met en relation la qualité de l'eau et une épidémie de choléra à Londres

- Minamata

- Rejets industriels de Hg de 1932 à 1968, accumulation dans la chaire des poissons
- Découvert en 1956, 2000 victimes reconnues en 2001

- Walkerton

- 2000, contamination *E. coli* O157:H7
- 5000 malades, 7 morts

Yards
50 0 50 100 150 200
x Pump · Deaths from cholera



La question de l'eau

- Rare



La Bretagne connaît une sécheresse exceptionnelle

mercredi 04 août 2010

- Parfois trop abondante

Le bilan des inondations aux Philippines s'alourdit à 1 249 morts

LEMONDE.FR avec AFP | 27.12.11 | 08h03 • Mis à jour le 27.12.11 | 12h03

- Vecteur de maladies

Résurgence du choléra en Haïti

LEMONDE.FR | 11 octobre 2011 | avec AFP | 235 mots

- Source d'intoxication

Les dangers des résidus de médicaments dans l'eau restent encore mal connus

LE MONDE | 23 février 2010 | Pierre Le Hir | 472 mots

Les experts se préoccupent de l'impact sanitaire et environnemental des micropolluants qui résistent aux systèmes d'épuration classiques. Il faudrait boire un milliard de litres d'eau du Rhin pour absorber l'équivalent d'un comprimé d'aspirine.

Exemples de maladies hydriques (OMS)

- **Maladies diarrhéiques** : tuent chaque année, 1,8 million de personnes, dont 90% d'enfants de moins de cinq ans.
- **Paludisme** : tue chaque année 1,3 millions de personnes, dont 90% d'enfants de moins de cinq ans.
- **Schistosomiase** : 160 millions de personnes sont atteintes de schistosomiase.
- **Helminthiases intestinales (ascaridiase, trichocéphalose, ankylostomiase)** : 133 millions de personnes souffrent d'helminthiases intestinales sévères.
- **Hépatite A** : 1, 5 millions de cas d'hépatite A par an
- **Arsenic** : pollution des eaux souterraines constatée dans de nombreux pays, notamment au Bangladesh, en Argentine, au Chili, en Chine, aux Etats-Unis ...
- **Fluorose** : En Chine, 26 millions de personnes souffrent de fluorose dentaire⁵

Points abordés

- Quelques définitions
- L'élaboration des normes de qualité des milieux
- Paramètres de qualité
- Substances dangereuses
- Changements climatiques

Définitions

- **Contamination** : présence (+/- importante) d'une substance polluante ou de germes pathogènes
- **Exposition** : contact d'un individu avec un milieu contaminé (contact dermique, inhalation, ingestion)
- **Danger** : source potentielle susceptible d'altérer l'intégrité physique d'une personne
- **Risque** : probabilité qu'une personne subisse un préjudice ou des effets nocifs pour sa santé en cas d'exposition à un danger
- **Eau destinée à la consommation humaine** : eau du robinet, eau potable, eau du réseau public, eau distribuée, eau de boisson, eau d'alimentation,...

Qu'est-ce que la qualité d'une eau ?

- La définition varie selon le type d'eau et l'usage qui en fait
- Généralement associées à des valeurs de concentration de substances et de paramètres
- **Objectifs de qualité** : Valeurs limites (valeurs impératives) ou valeurs guides à ne pas dépasser (limites de qualité)

Les valeurs limites sont établies à partir d'une évaluation du risque

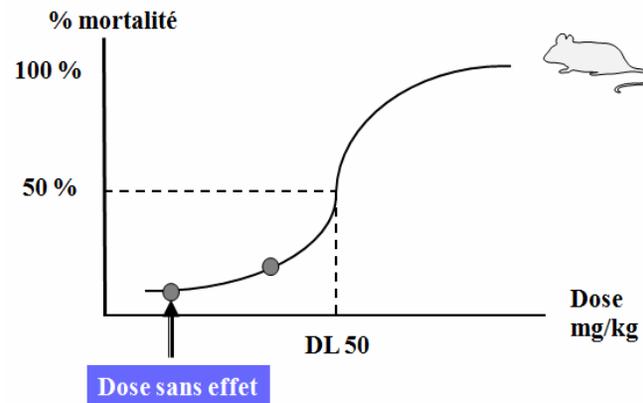
- Évaluation systématique des facteurs qui peuvent entraîner un effet néfaste sur la santé résultant d'un danger et quantification si possible de ces facteurs et effets
- Utilisation de bases de données pour définir les effets sur la santé d'une exposition d'un individu ou d'une population à des substances, agents ou situations dangereuses

Les 4 étapes d'une évaluation du risque

- 1 Identification des dangers** : déterminer si l'exposition à un agent peut entraîner une conséquence néfaste. Propriétés suspectées :
 - Cancérogène, mutagène, tératogène, reprotoxique, ...
 - Étude sur l'animal, la cellule, l'homme, système enzymatiques
- 2 Evaluation de l'exposition** : mesurer ou estimer l'intensité, la fréquence et la durée de l'exposition humaine à un agent présent dans l'environnement.

Les 4 étapes d'une évaluation du risque (suite)

- 3 Estimation de la relation dose réponse :** Caractériser la relation entre la dose d'un agent reçu et l'incidence de l'effet sur la santé.



- 4 Caractérisation du risque :** Calcul du risque sur la base des étapes précédentes incluant une analyse de l'incertitude dans l'estimation.

Paramètres de Qualité

- Les MES (matières en suspension)
- Les matières organiques
 - Naturelles
 - Anthropiques (pollution organique)
 - Paramètres agrégés
- Les nutriments
 - Substances azotées
 - Substances phosphorées
- Les substances indésirables ou toxiques (micropolluants)
 - Métaux
 - Substances dangereuses



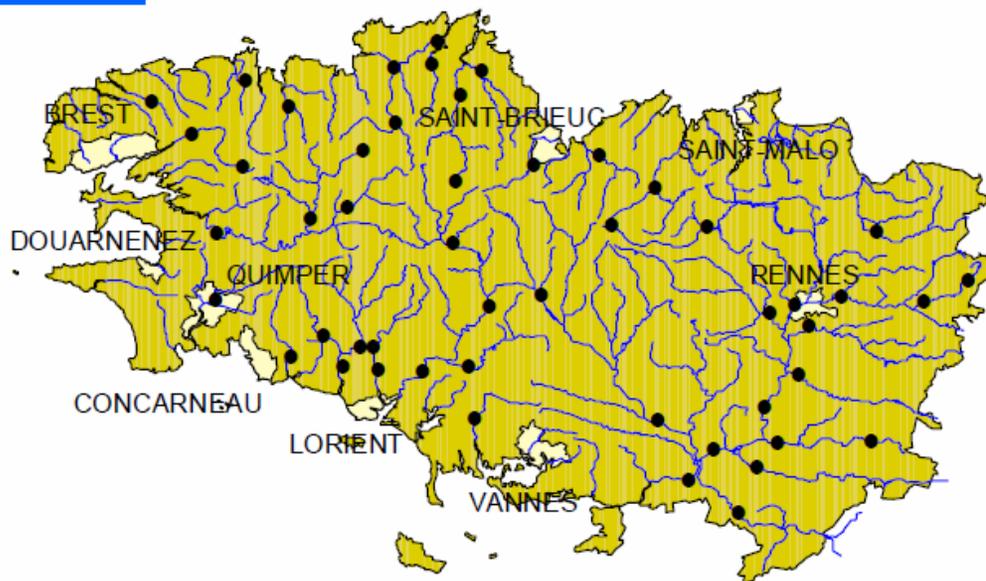
Classes de qualité ex : ressources superficielles (SEQ eau)

	bleu	vert	jaune	orange	rouge
<i>Classe de qualité</i>	bleu	vert	jaune	orange	rouge
<i>Indice de qualité</i>	80	60	40	20	
Mat. Orga. et Oxyd.					
Oxygène dissous	8	6	4	3	<3
Sat. Oxygène %	90	70	50	30	<30
DBO5	3	6	10	25	>25
DCO	20	30	40	80	>80
COD	3	5	8	10	>10
NH4+	0.5	1.5	2.8	4	>4
NKJ	1	2	4	6	>6
Nitrates					
NO3-	2	10	25	50	>50
Matières phosphorées					
P Total	0.05	0.2	0.5	1	>1
PO4---	0.1	0.5	1	2	>2

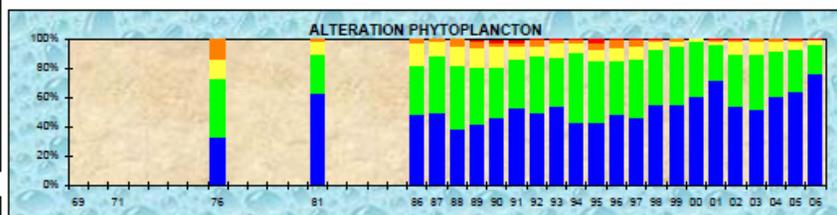
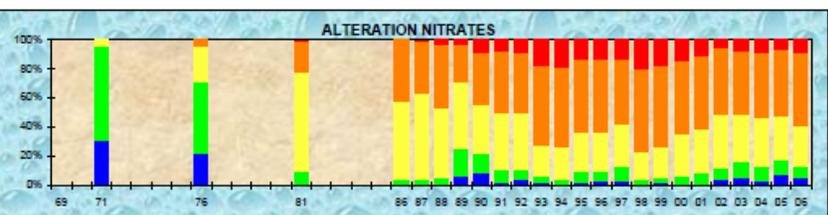
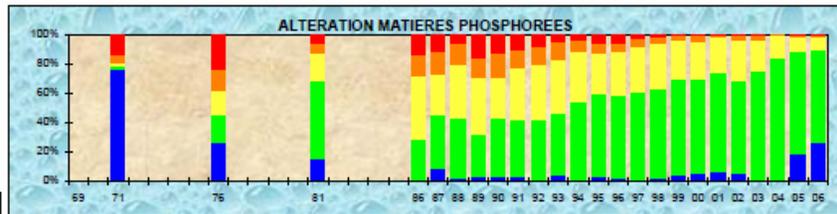
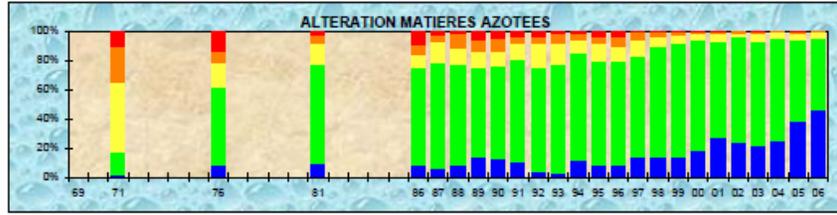
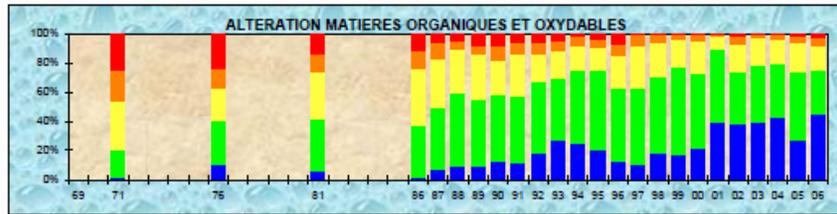
Concentrations en mg/L

COMMISSION GEOGRAPHIQUE VILAINE ET CÔTIERS BRETONS

EVOLUTION DE LA QUALITE DES EAUX aux stations du Réseau National de Bassin

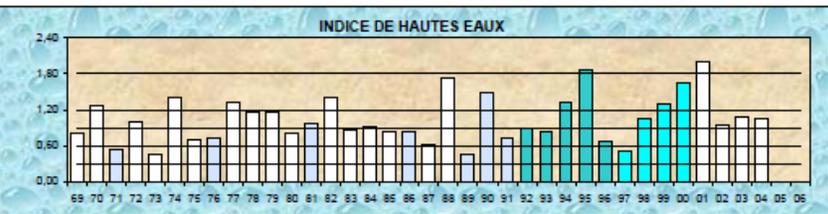


● Stations du Réseau National de Bassin



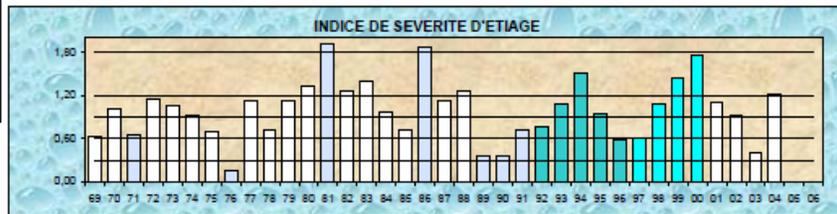
Qualité des eaux vis-à-vis des différentes altérations

- Très bonne
- Bonne
- Moyenne
- Médiocre
- Mauvaise



Indice de sévérité d'étiage
Indice de hautes eaux

- VI^{ème} programme
- VII^{ème} programme
- VIII^{ème} programme



Sup à 1,8 Très supérieur à la normale
De 1,2 à 1,8 Supérieur à la normale
De 0,9 à 1,2 Normal
De 0,6 à 0,9 Inférieur à la normale
De 0,3 à 0,6 Très inférieur à la normale
Inf à 0,3 Très sévère

Substances dangereuses ?

- Substances organiques
 - Molécule
 - Famille de molécules
 - Même structure (ex phénols, phtalates)
 - Congénères (ex dioxines)
 - Même origine (ex cyanotoxines)
 - Même type d'usage (ex pesticides)
 - Même impacts (ex perturbateurs endocriniens)

Substance dangereuse

- Substance toxique dont les émissions et les pertes dans l'environnement doivent être réduites, conformément à la directive cadre sur l'eau 2000/60/CE. Ces substances prioritaires ont été sélectionnées d'après le risque qu'elles présentent pour les écosystèmes aquatiques :
 - toxicité,
 - persistance,
 - bioaccumulation,
 - potentiel cancérigène,
 - présence dans le milieu aquatique,
 - production
 - usage

Principales familles de substances (1)

- Pesticides
- PAH
- BTEX
- Phénols and dérivés
- Phtalates
- PCB, dioxines, furanes, PBDE
- Organohalogénés



Composés aromatiques

Principales familles de substances (2)

- Substances émergentes
 - Produits pharmaceutiques et cosmétiques
 - Perturbateurs endocriniens
 - Nanoparticules
 - Toxines
 - ...

Contexte réglementaire (1)

Loi sur l'eau de 1964 : création des agences de l'eau

DCE directive cadre sur l'eau de 2000 fixe le bon état écologique des masses d'eau d'ici 2015 (2021, 2027)

LEMA de 2006

Loi du Grenelle 1 : « assurer une protection effective de 500 captages d'ici 2012 » protection assurée par la mise en place des dispositifs réglementaires associés aux zones soumises à contrainte environnementale (ZSCE)

Directive 2008/105/CE du 16 décembre 2008

Annexe I Norme de Qualité Environnementale (NQE) de 33 substances

Annexe II Liste des Substance prioritaires (SP) et Substances dangereuses prioritaires (SDP) 33 substances dont 20 dangereuses

Contexte réglementaire- Environnement (2)

Arrêté du 12 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères pour délimiter les masses d'eau et dresser l'état des lieux (modifié le 8 juillet 2010)

Arrêtés du 25 janvier 2010 précisant :

- Le programme de surveillance de l'état des eaux pour chaque bassin
- Les méthodes et critères, et la liste des polluants à prendre en compte

Arrêtés du 8 juillet 2010 :

- Établissant la liste des 32 SP et SDP et fixant les modalités et délais de réduction et élimination des rejets (2021 à 2028)
- Modifiant l'arrêté du 25 avril 2005 relatif au programme national d'action contre la pollution des milieux aquatiques (42 NQE dans les eaux de surface)

Directive 2008/105 du 16/12/2008

n°	Substance prioritaire	Dang.	NQE
1	Alachlore		0,3
2	Anthracène	x	0,1
3	Atrazine		0,6
4	Benzène		8
5	Diphénylétherbromés Pentabromodiphényléther	x	0,0002
6	Cadmium et ses composés	x	0,2
7	C10-13 chloroalcanes	x	0,4
8	Chlorfenvinphos		0,1
9	Chlopyrifos		0,1
10	1,2 Dichloroéthane		0,03
11	Dichlorométhane		20
12	Di(2éthylhexylphtalate (DEHP=		1,3
13	Diuron		0,2
14	Endosulfan	x	0,0005
15	Fluoranthène		0,1
16	Hexachlorobenzène	x	0,01
17	Hexachlorobutadiène	x	0,1
18	Hexachlorocyclohexane	x	0,002
19	Isoproturon		0,3

n°	Substance prioritaire	Dang.	NQE
20	Plomb et ses composés		7,2
21	Mercure et ses composés		0,05
22	Naphtalène		1,2
23	Nickel et ses composés		20
24	Nonylphénols 4 nonylphénols	x x	0,3
25	Octylphénos		0,01
26	Pentachlorobenzène	x	0,0007
27	Pentachlorophénol		0,4
28	benzo (b) fluoranthène benzo (k) fluoranthène benzo(a)pyrène benzo(ghi) pérylène Indéno(123)cd pyrène	x x x x x	0,03 0,05 0,002
29	Simazine		1
30	Composés du tributylétain	x	0,0002
31	Trichlorobenzène		0,4
32	Trichlorométhane		2,5
33	Trifluraline		0,03

Liste des substances prises en compte dans la caractérisation de l'état des eaux

Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface

Liste des 41 substances caractéristiques du bon état **chimique** des eaux :
 - l'ensemble des 13 substances (ou familles de substances) dangereuses prioritaires de l'annexe X de la DCE
 - l'ensemble des 20 substances (ou familles de substances) prioritaires de l'annexe X de la DCE
 - et les substances 8 substances (ou familles de substances) de la liste I de la directive 2006/11 (ex76/464/CE) non incluses dans l'annexe X

Liste des 9 polluants spécifiques caractéristiques du bon état **écologique** des eaux

Les **Substances Dangereuses Prioritaires** de la DCE (SDP)

Les **Substances Prioritaires** de la DCE (SP)

Substances "Liste I" de la directive 2006/11 (ex 76/464/CEE) **non incluses dans la DCE**

en souligné substances issues de la "Liste II" de la directive 2006/11 (ex 76/464/CEE), retenues au titre du programme d'action national, **non incluses dans la DCE**

Objectifs de réduction nationaux (circulaire du 7 mai 2007**)	50 % du flux des rejets à l'échéance 2015 (année de référence 2004)	30 % du flux des rejets à l'échéance 2015 (année de référence 2004)	50 % du flux des rejets à l'échéance 2015 (année de référence 2004)	pour celles soulignées, 10 % du flux des rejets à l'échéance 2015 (année de référence 2004)
Objectifs DCE sur les rejets	Suppression des rejets à l'échéance nov 2021 ou déc 2028	Réduction des rejets (pas de délai fixé)	Pas d'objectifs DCE sur les rejets	Pas d'objectifs DCE sur les rejets
substances ou familles de substances concernées	Composés du Tributylétain (TBT) (Tributylétain-cation)	DEHP (Di (2-éthylhexyl)phtalate)	Perchloréthylène (Tétrachloroéthylène)	<u>Arsenic</u>
	PBDE*** (Pentabromodiphényléther)	Chlorure de méthylène (Dichlorométhane ou DCM)	Trichloroéthylène	<u>Chrome</u>
	Nonylphénols (4-(para)-nonylphénol)	Octylphénols (Para-tert-octylphénol)	Aldrine	<u>Cuivre</u>
	Chloroalcane C10-C13	Diuron	Tétrachlorure de carbone	<u>Zinc</u>
	Somme de 5 HAP = Benzo (g,h,i) Pérylène Indeno (1,2,3-cd) Pyrène Benzo (b) Fluoranthène Benzo (a) Pyrène Benzo (k) Fluoranthène	Nickel et ses composés	DDT (Dichlorodiphényltrichloroéthane)	Chlortoluron
	Anthracène HAP ***	Plomb et ses composés	Dieldrine	<u>Oxadiazon</u>
	Pentachlorobenzène	Fluoranthène	Isodrine	<u>Linuron</u>
	Mercure et ses composés	Chloroforme (Trichlorométhane)	Endrine	<u>2,4 D</u>
	Cadmium et ses composés	Atrazine		<u>2,4 MCPA</u>
	Hexachlorobenzène	Trichlorobenzène (TCB)		
	Hexachlorocyclohexane (Lindane)	Chlorpyrifos		
	Hexachlorobutadiène	Naphtalène		
	Endosulfan (total) ***	Alachlore		
		Isoproturon Chlorfenvinphos Pentachlorophénol Benzène Simazine 1,2 Dichloroéthane Trifluraline (+ Diphényléther bromés****)		
	nombre de substances et familles de substances	13	20	8
		41		9
code couleur national	rouge	jaune	orange	blanc (substances soulignées)

http://www.eaurmc.fr

Eau et Changement climatique

- Changements globaux
- Evènements extrêmes
- Impacts directs sur la santé
- Impacts sur la qualité de l'eau

Changements globaux

- Changement climatique et conséquences
- Changements des usages du sol
- Changements des comportements

Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation

A Special Report of Working Group I and Working Group II
of the Intergovernmental Panel on Climate Change

Les effets qualitatifs du changement climatique sur la santé

en France

Rapport de groupe interministériel

2008

LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE : LA SANTÉ

Quels risques pour la santé ?

Le nombre considérable de victimes lors du drame de la canicule de 2003 et les difficultés énoncées par l'acte 2004 et le système de soins à réajuster ont posé la question de l'efficacité de la protection des personnes dans les situations exposées aux canicules comme extrêmes, mais demain banalisées et peut-être largement dépassées. Les modèles de simulation climatique sont unanimement pour prévoir la multiplication et l'aggravation des épisodes caniculaires. Nous pouvons également craindre l'accroissement de l'incidence de maladies cardiovasculaires (et émergentes) et l'apparition de nouvelles maladies. La santé publique et le bien-être des Français seront affectés de plusieurs façons à mesure que s'accroissent les changements.



Etat des lieux

La canicule peut provoquer une aggravation de la mortalité plus ou moins importante selon les conditions sociales, sanitaires, la pollution présente, l'habitat et la population.

La pollution de l'air est aggravée dans les situations de blocage de la circulation atmosphérique associées aux épisodes caniculaires. Nous constatons également et de façon générale, un accroissement des pathologies allergiques. L'exposition est aggravée par une aggravation des problèmes d'asthme et autres maladies respiratoires, des cancers cardiaques, des accidents cardio-vasculaires et autres maladies cardiovasculaires.

Les maladies à transmission vectorielle (par exemple par les moustiques ou par les tiques) devraient se développer car elles trouvent des conditions favorables pour coloniser de nouvelles zones et pathogènes.

Enfin, les épisodes d'inondations favorisent les épisodes liés aux intoxications alimentaires ou à la qualité de l'eau.



Canicule 5 conseils pour prévenir les risques

1. Ne pas rester seul
2. Boire de l'eau
3. Éviter les activités extérieures
4. Prendre de l'ombre
5. Aérer les pièces

Incidences sur notre société

Les conséquences porteront surtout sur les populations vulnérables : personnes âgées, personnes handicapées, personnes âgées ou isolées, personnes souffrant de troubles chroniques ou très jeunes.

Les conséquences humaines mais aussi socio-économiques seront considérables. La dégradation des conditions sanitaires peut entraîner une perte de revenu et de productivité, perturber le mode de vie en société, diminuer la qualité de vie. Une aggravation des dépenses des systèmes de santé et des services d'aide précoces est sans doute à envisager.

Les résultats des recherches nationales et internationales nous aident aussi à trouver des façons de nous adapter aux conséquences du changement climatique qui affectent les collectivités et les personnes les plus vulnérables de notre société.

OBSERVATOIRE NATIONAL SUR LES EFFETS DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

DNCR - 30, rue Saint-Denis - 75001 PARIS
www.onerc.fr




Direction Générale de la santé
 Direction de la Sécurité Sociale
 Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail
 Institut de Veille Sanitaire

2009

Impacts du changement climatique sur la santé en France

Éléments de coûts

Exemples de la canicule et des inondations

Impacts sur la qualité de l'eau

- **Facteurs de dégradation** : température, modification du régime hydrique
- **Conséquences** : augmentation des paramètres, algues, cyanobactéries, pathogènes

Environment International 35 (2009) 1225–1233



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Environment International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envint



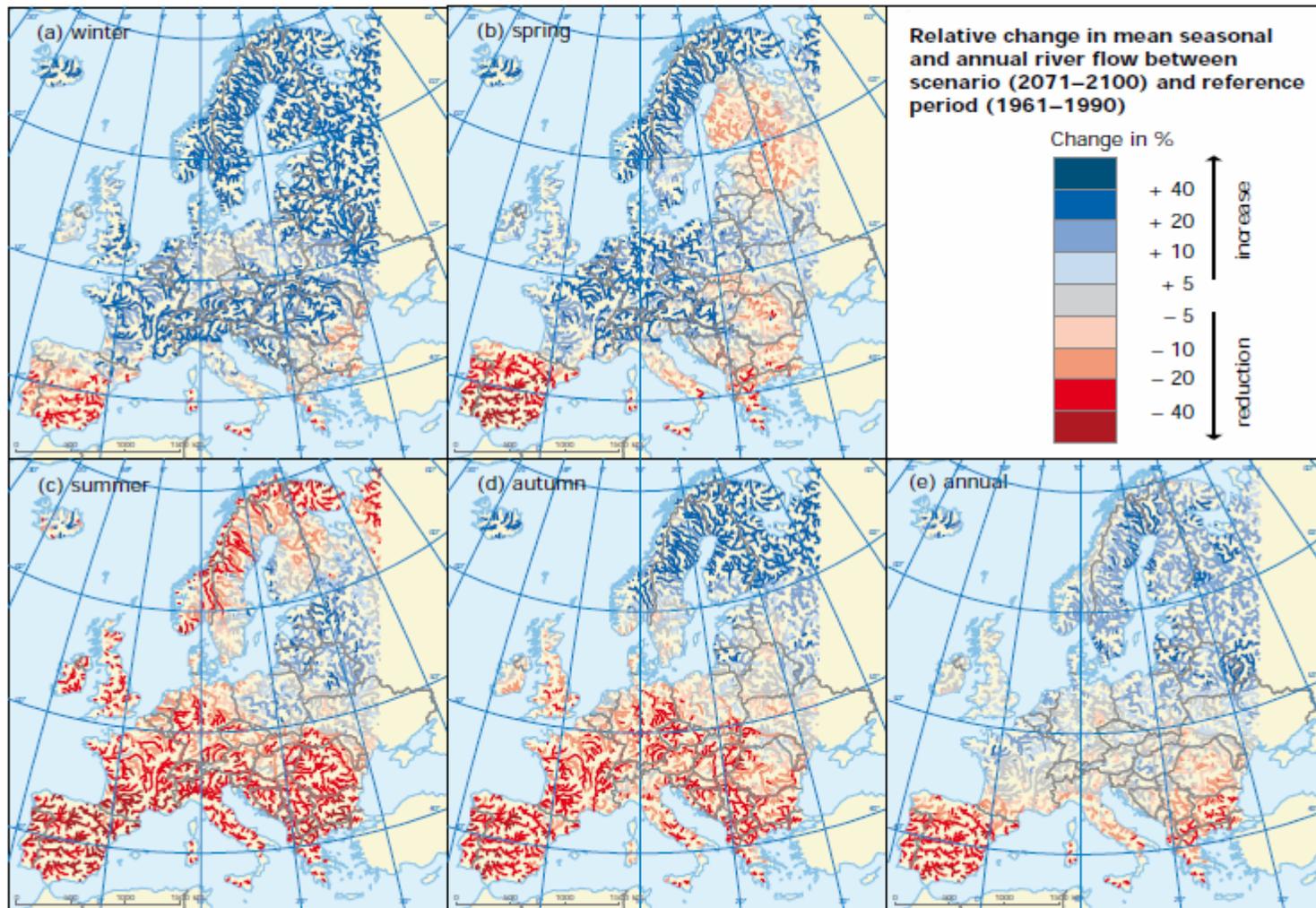
Review article

Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production

I. Delpla, A.-V. Jung, E. Baures, M. Clement, O. Thomas *

School of Public Health (École des Hautes Études en Santé Publique), Laboratoire d'Étude et de Recherche en Environnement et Santé (LERES), Avenue Professeur Léon Bernard, 35043 Rennes Cedex, France

Map 5.23 Projected change in mean seasonal and annual river flow between 2071–2100 and the reference period 1961–1990



Note: Simulations with LISFLOOD driven by HIRHAM — HadAM3H/HadCM3 based on IPCC SRES scenario A2.

Source: Dankers and Feyen, 2008a.

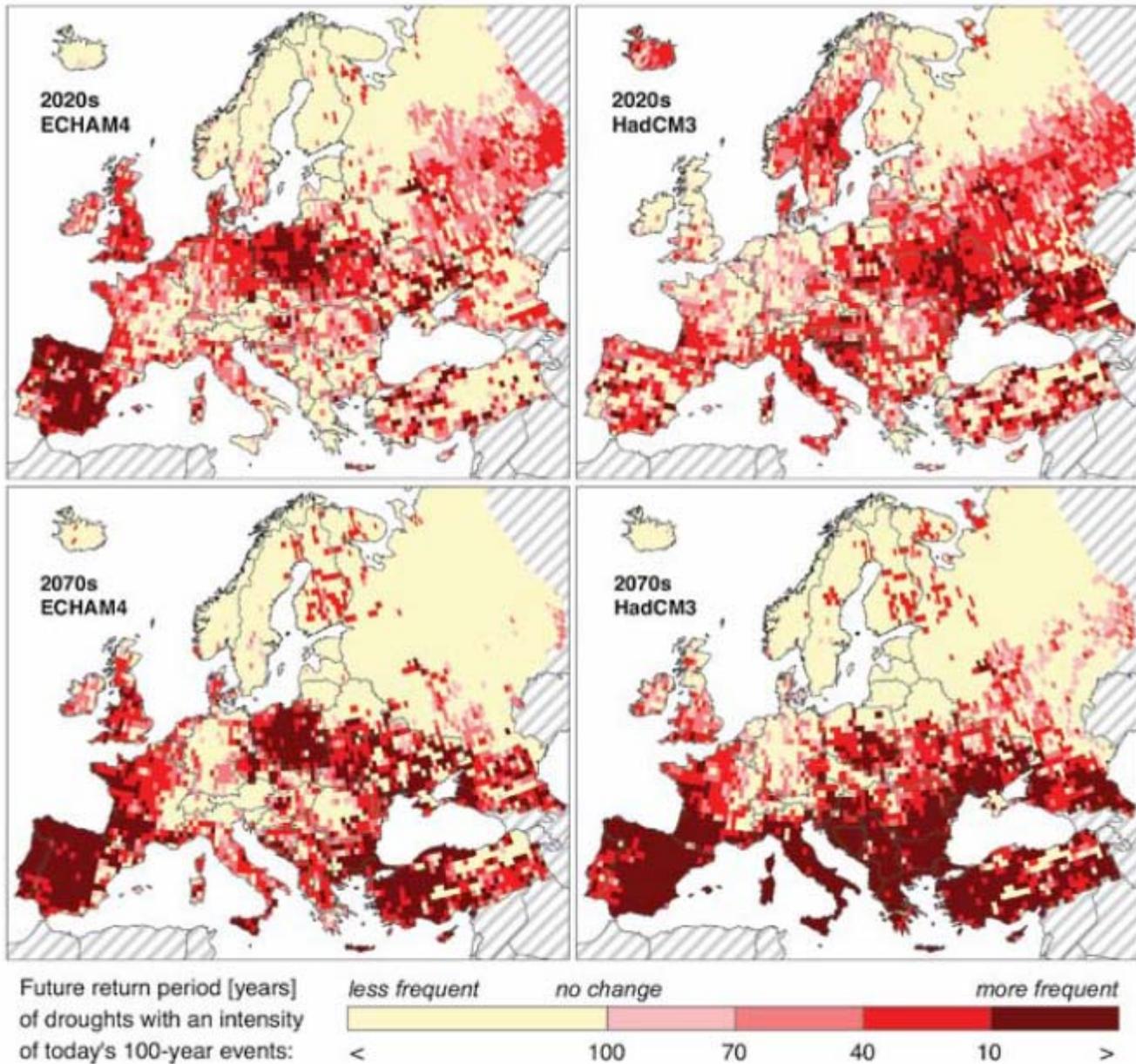
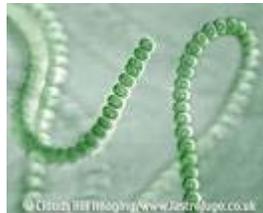
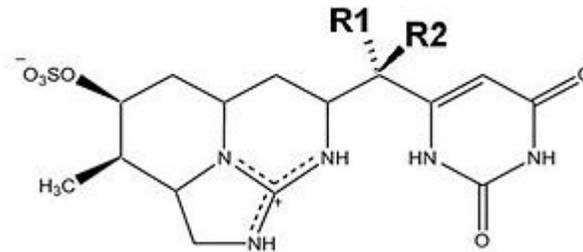


Figure 3.3: Change in the future recurrence of 100-year droughts, based on comparisons between climate and water use in 1961–1990 (Lehner et al., 2005). [WGII Figure 3.6]

Crises de cyanobactéries

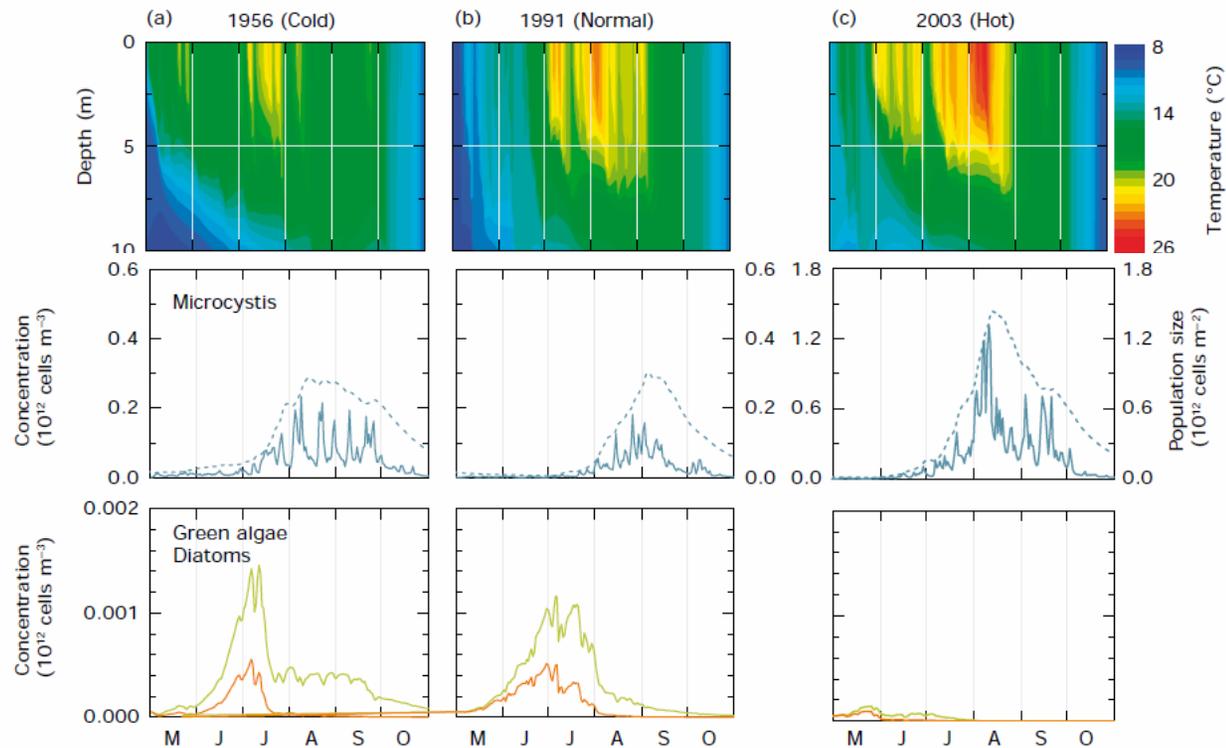


- Problématique P et N
- Mais aussi CC
 - Elévation de température
 - Fortes précipitations
- Accroissement de la fréquence des crises
- Apparition de la cylindrospermopsine dans nos régions
- Lié à *Anabaena*, *L. Brient*)



Crises de cyanobactéries

Figure 5.30 Model simulation of hydrodynamics and phytoplankton dynamics during three contrasting summers in Lake Nieuwe Meer (the Netherlands)



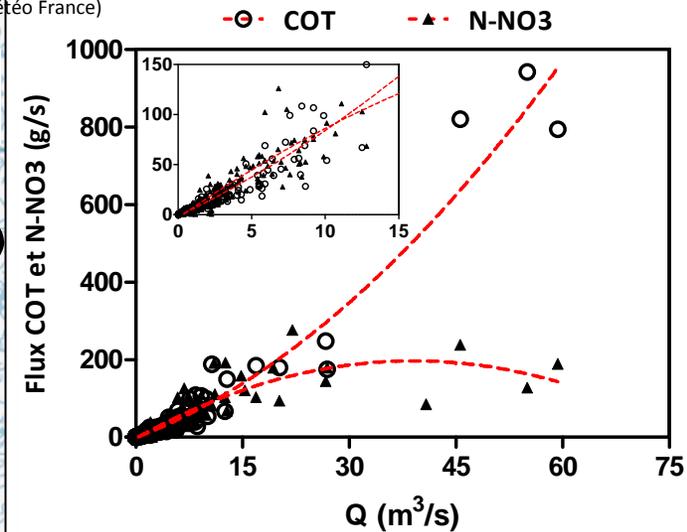
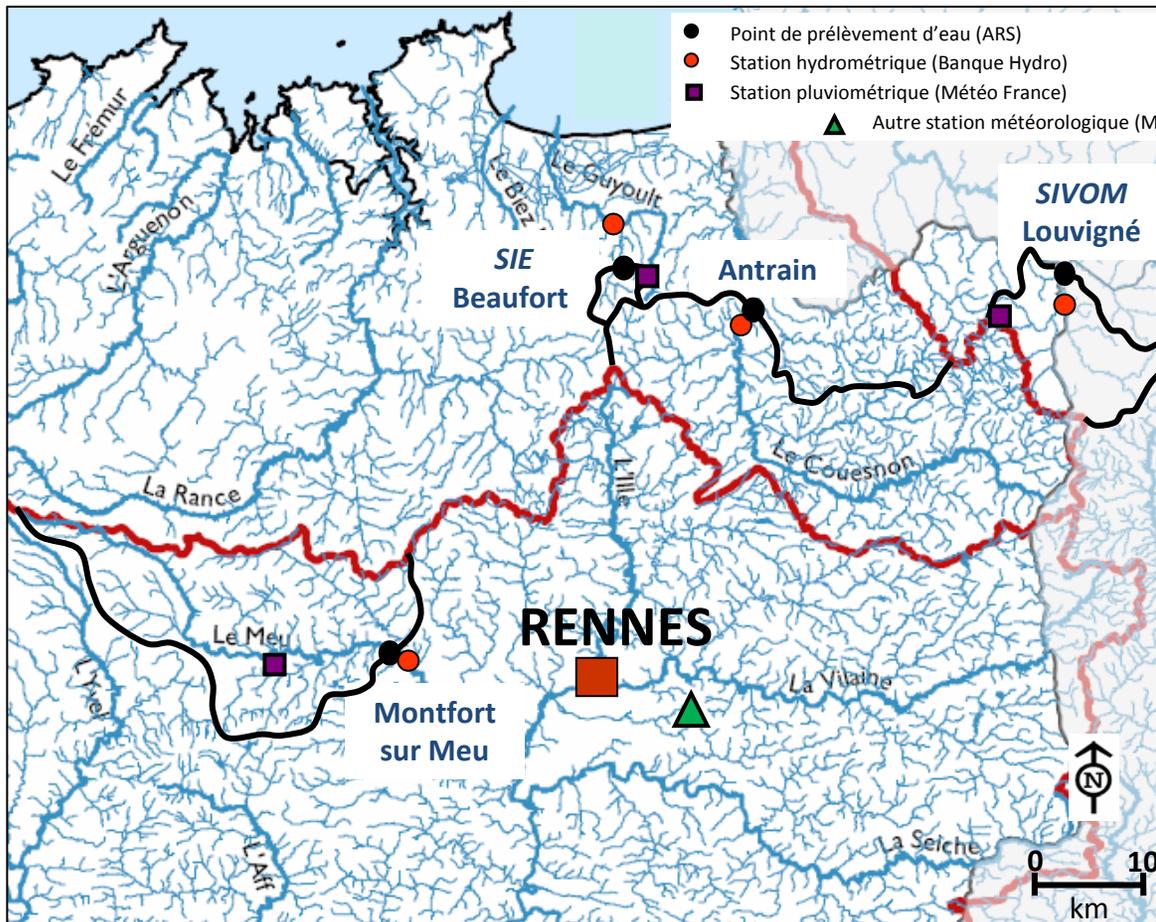
Note: (a) the cold summer of 1956, (b) the average summer of 1991, and, (c) the hot summer of 2003. Top panels show the temperature contour plots. The second row shows contour plots of the turbulent diffusivities. The third row shows the surface concentrations of Microcystis (solid lines) and the depth-integrated population size of Microcystis (dashed lines). The fourth row shows the surface concentrations of diatoms (orange lines) and green algae (green lines). Note the difference in scale between the Microcystis concentrations (third row) and the concentrations of diatoms and green algae (fourth row).

Source: Jöhnk *et al.*, 2008.

Dégradation qualité d'eau

Analyse des données historiques

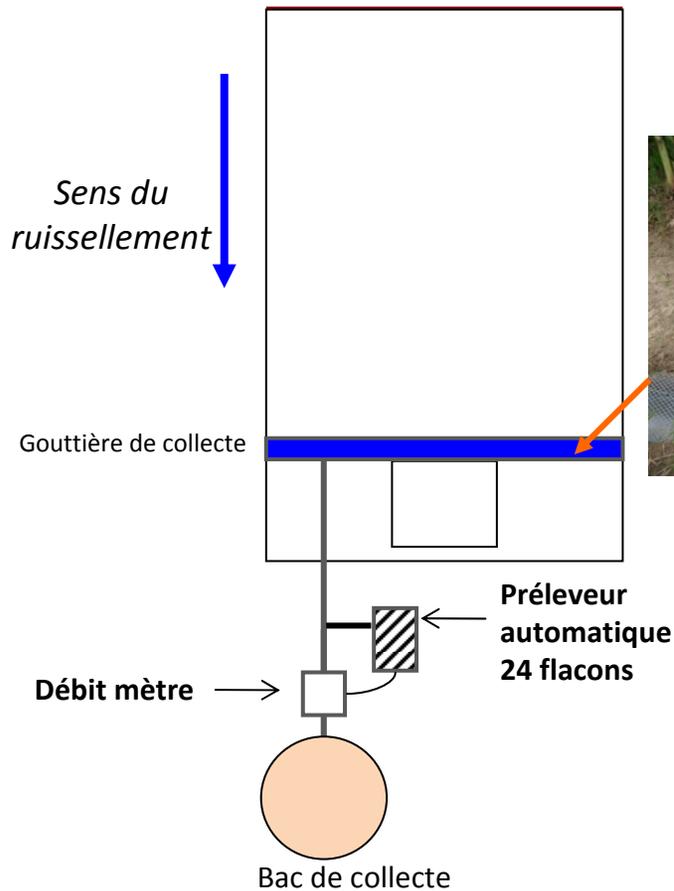
- 4 UDI sélectionnées : 3 rivières en Bretagne et 1 retenue



Dégradation qualité d'eau

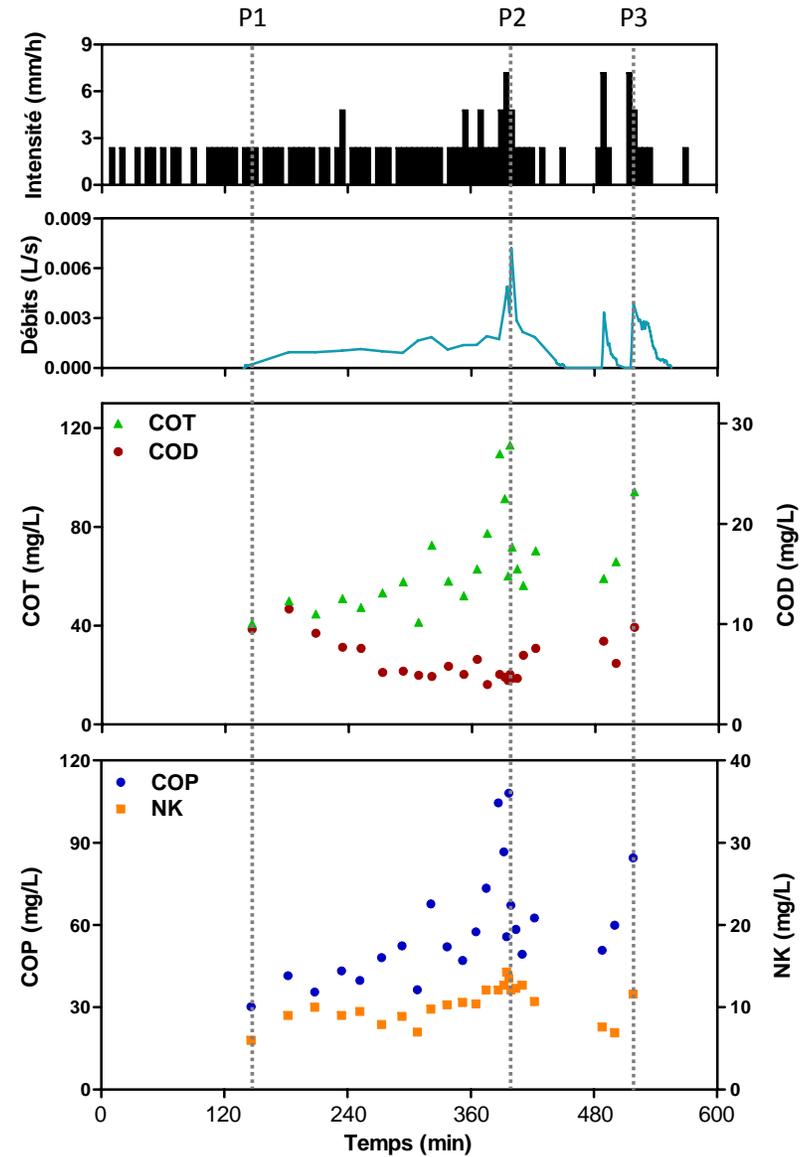
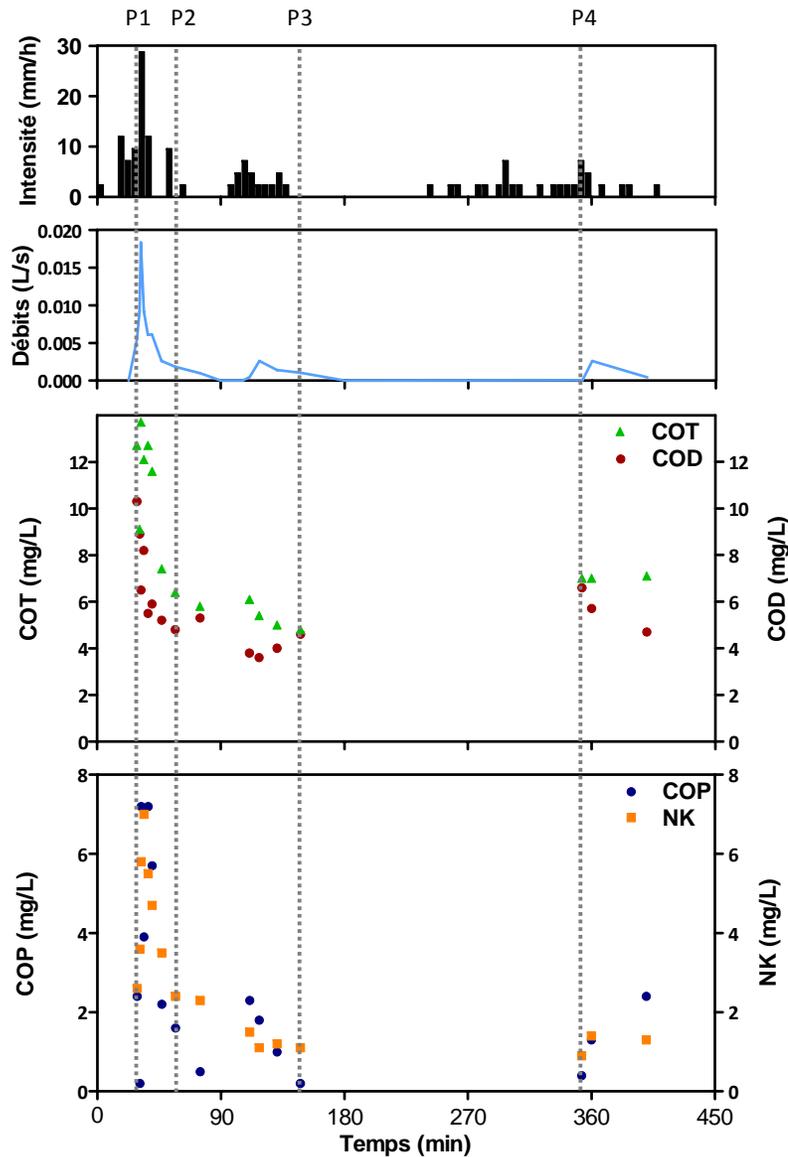
Expérimentation sur parcelles agricoles (1)

Mesures sur site et analyse au laboratoire



Dégradation qualité d'eau

Expérimentation sur parcelles agricoles (2)



Synthèse (qualité)

- Des efforts sont faits pour réduire les rejets polluants
- Les investigations se poursuivent sur les substances dangereuses
- Les risques sont avérés pour les petites unités en période d'évènements climatiques
- L'adaptation des systèmes et des pratiques s'impose

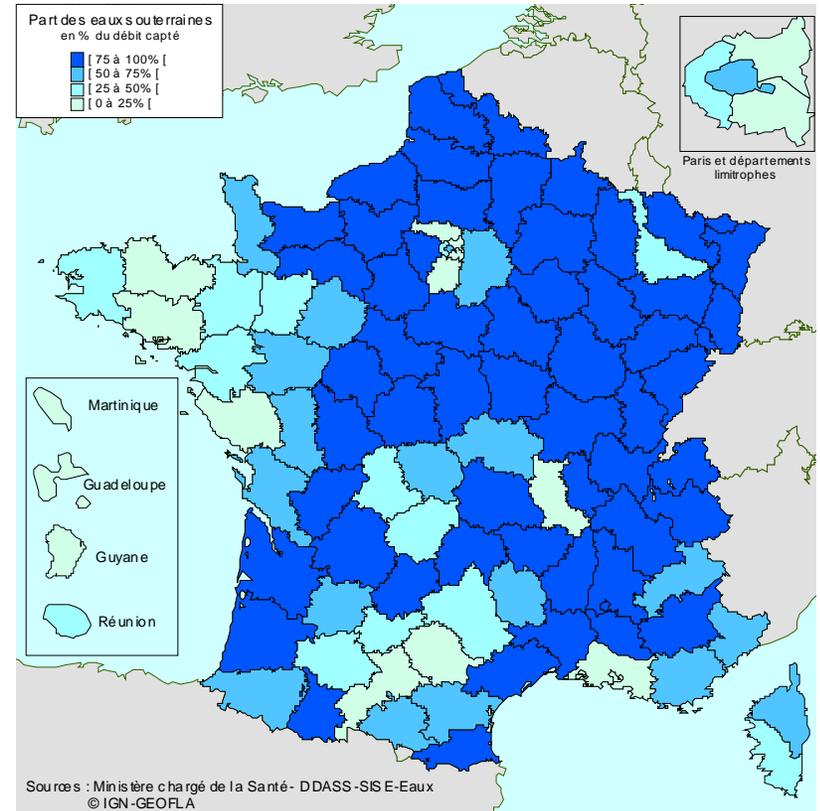
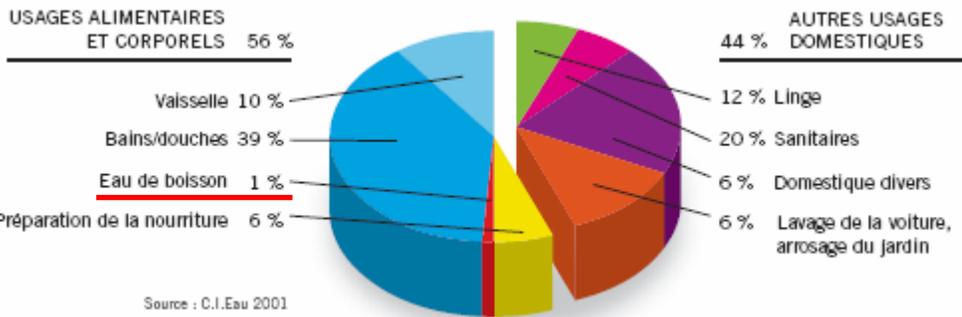
L'eau potable en France

- **6 milliards de m³** d'eau prélevés chaque année sont consacrés à la distribution d'eau potable (Ifen)

- Origines des **prélèvements** d'eau potable :

- **40 %** eaux superficielles
- **60 %** eaux souterraines

- Répartition de la consommation quotidienne d'eau :



Part des eaux souterraines (% débit capté)

SK3

Eau du robinet est d'abord prélevée (superficie ou souterrain) avant d'être traitée.

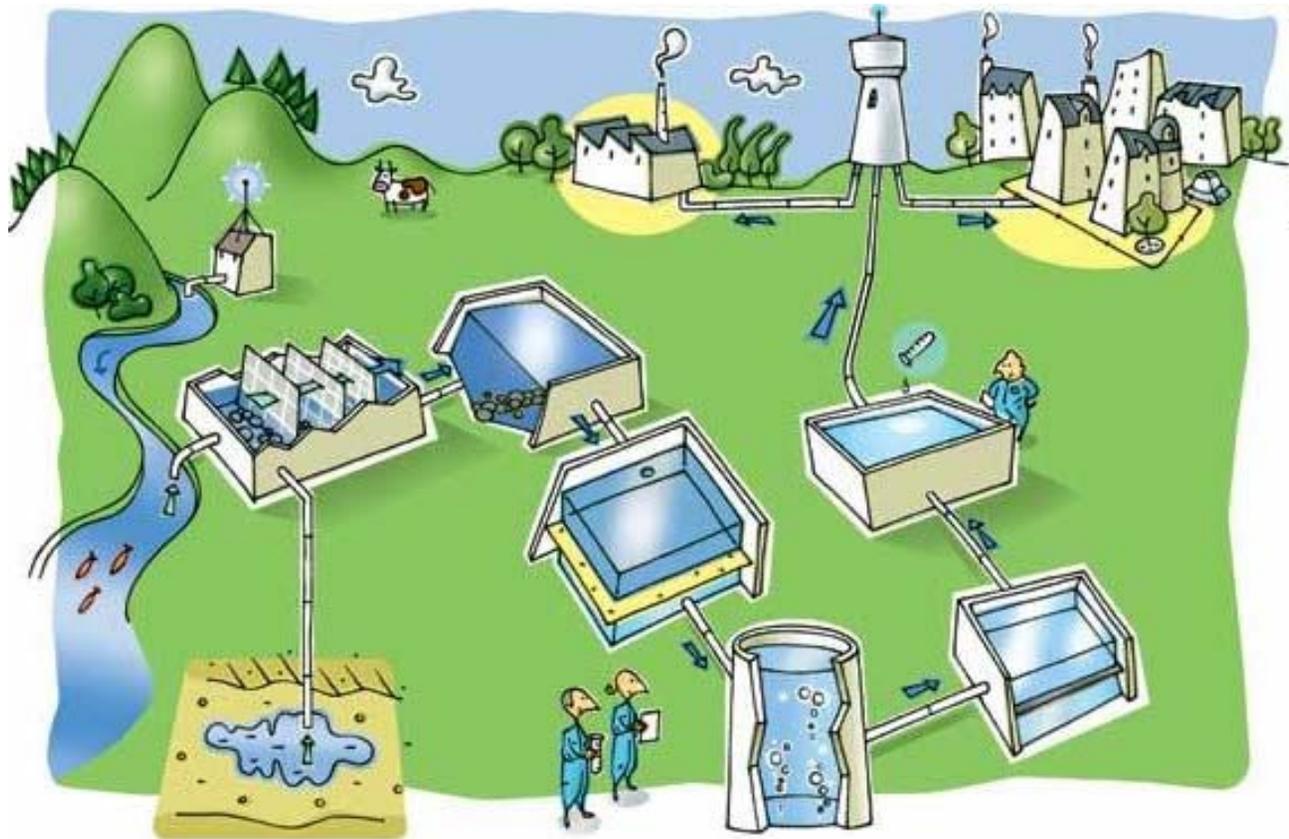
En Bretagne, les ressources proviennent essentiellement des eaux superficielles pour des raisons géologiques.

Il est conseillé de boire 2L d'eau par jour.

Seulement 1% de l'eau consommée par jour est destinée à la boisson Enchaîner sur la notion de Développement Durable !

Sarah Kitar; 18/11/2009

La production d'eau potable



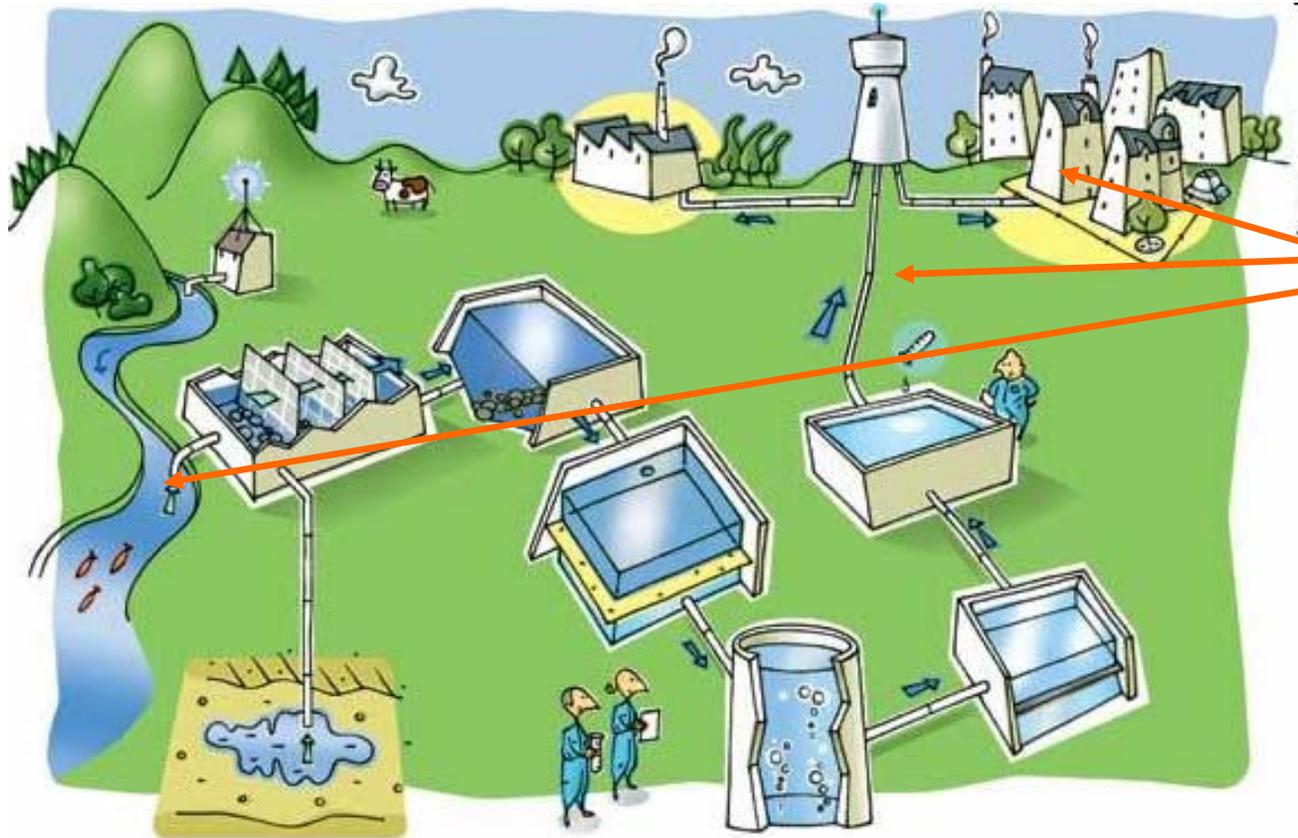
Source : <http://www.veoliaeau.com>

SK4

Au cours du trajet que l'on a vu, l'eau subit une série de traitement pour devenir "propre à la consommation".
Nous allons détailler chacune de ces étapes...

Sarah Kitar; 18/11/2009

La production d'eau potable



Les contrôles

SK5

Au cours du trajet que l'on a vu, l'eau subit une série de traitement pour devenir "propre à la consommation".
Nous allons détailler chacune de ces étapes...

Sarah Kitar; 18/11/2009

Conclusion

- Ne craignez pas de boire l'eau du robinet !
- Les risques sont maîtrisés car la qualité de l'eau est soigneusement contrôlée.
- Des efforts constants sont faits pour lutter contre la pollution

