

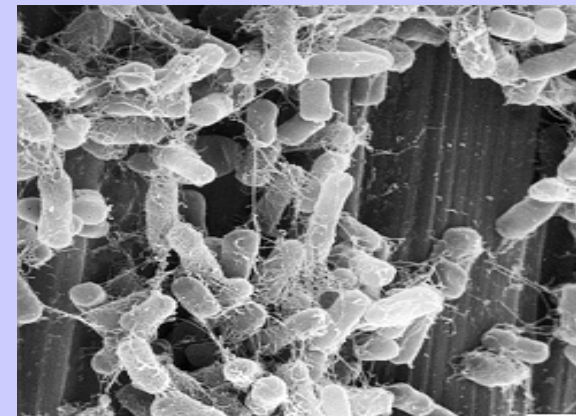
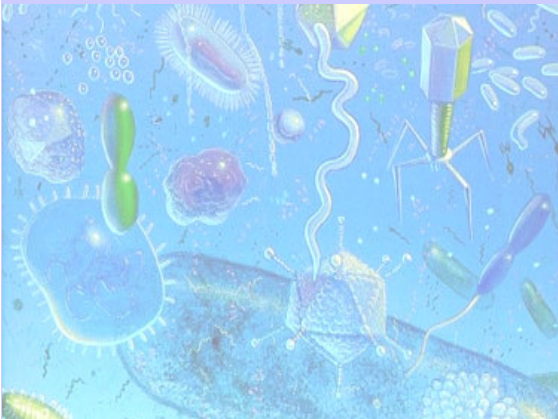


La sécurité microbiologique des eaux potables :

un des enjeux majeurs
du XXI^{ème} siècle

Henry-Michel Cauchie

Aquapôle
22 février 2007



Structure de l'exposé

1. Présentation du Centre de Recherche Public – Gabriel Lippmann
2. Le risque microbiologique lié aux eaux potables
 1. Définitions: risque microbiologique, sécurité,...
 2. Caractéristiques des agents pathogènes
 3. Situation actuelle dans le monde
3. Moyens à mettre en œuvre pour assurer la sécurité microbiologique des eaux potables
4. Recherche et développement au CRP-GL dans ce domaine
5. Conclusions

1. Présentation du Centre de Recherche Public – Gabriel Lippmann

Mission du Centre de Recherche Public – Gabriel Lippmann

Recherche orientée

Recherche fondamentale

Recherche appliquée

Transfert technologique

Partenaires publics et privés

Département EVA “Environnement et Agro-Biotechnologies”

Responsable Dr L. Hoffmann

Unité de recherche « Ecosystèmes aquatiques et terrestres »

Responsable Dr H.M. Cauchie

⊕ Créé en 2000, actuellement 17 chercheurs et techniciens

⊕ Deux axes de recherche principaux :

❖ Analyse et gestion de la biodiversité et des services écologiques des écosystèmes

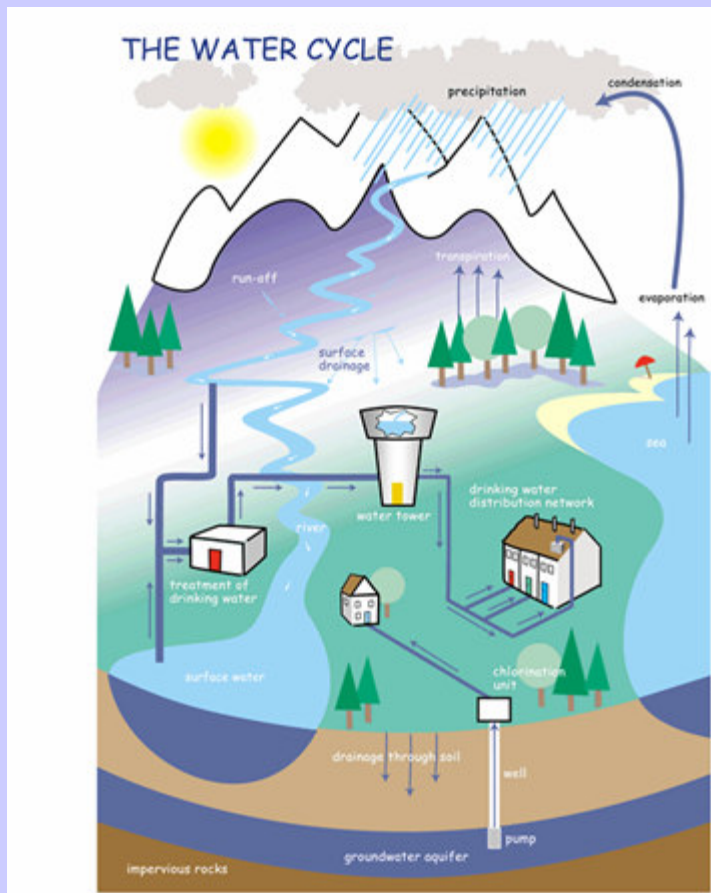
❖ Microbiologie environnementale

- 💧 Taxonomie et écologie microbienne
- 💧 Microbiologie appliquée (épuration, biométhanisation,...)
- 💧 Analyse quantitative du risque microbologique dans les eaux

Analyse quantitative du risque microbiologique dans les eaux

⊕ Dynamique des pathogènes liés à l'eau dans les bassins versants ou zones contributives

(protection des ressources, santé publique, interactions écologiques)



⊕ Indicateurs : *E. coli*, intestinal enterococci, bacteriophages,...

⊕ Pathogènes: *Salmonella*, *Legionella*, *Giardia*, *Cryptosporidium*, Hépatite A, norovirus, poliovirus, cyanobactéries,...

2. Le risque microbiologique lié aux eaux potables

Définitions

Danger : Source de dommage pour l'homme ou les biens exposés

Risque : Probabilité de dommage dans des conditions données d'exposition au danger

Sécurité (*safety*) : mise en place de barrière de protection (traitements de l'eau, pratiques,...) entre le danger (agent pathogène) et les personnes

Brève histoire de la connaissance des maladies liées à l'eau

Du moyen âge à la moitié du XVIII^{ème} siècle:

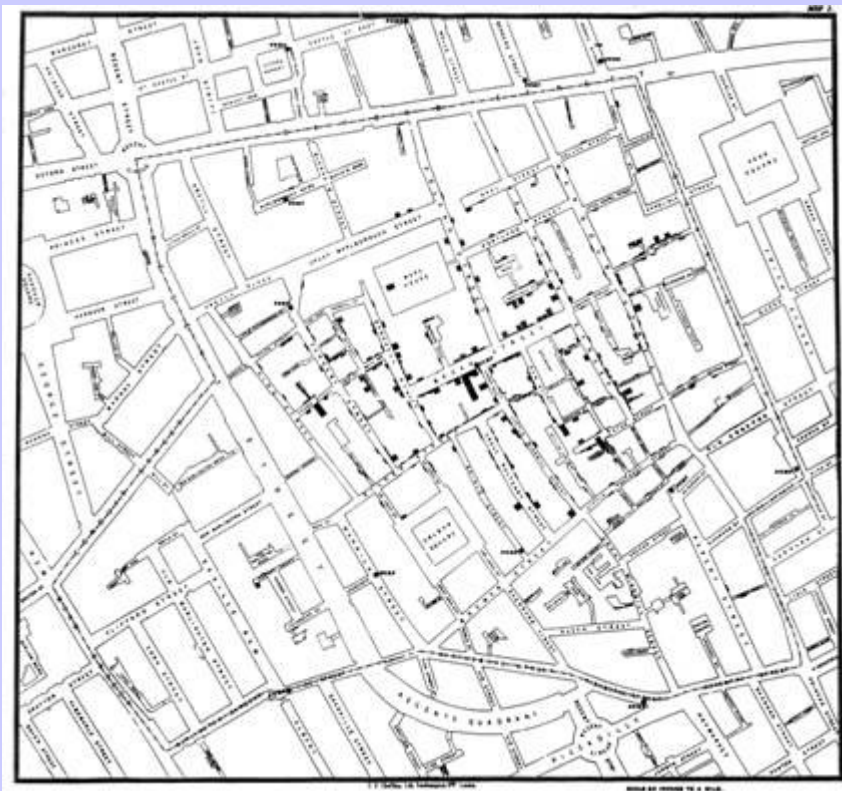
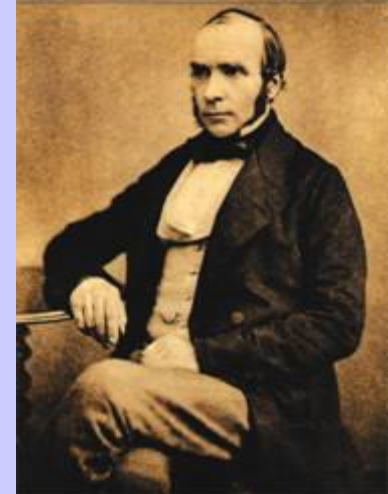
Les maladies (la Peste, le Choléra,...) se propagent par les miasmes dispersés dans l'air.



Brève histoire de la connaissance des maladies liées à l'eau

John Snow, épidémiologiste anglais (1813 – 1858)

Il analyse la dynamique spatiale et temporelle de l'épidémie de choléra qui sévit dans le quartier de Soho à Londres en 1854.



Il en déduit que le choléra atteint les personnes ayant bu de l'eau de la pompe d'eau publique de *Broad Street*.



Un certain nombre de maladies sont dues à des germes présents dans l'eau



Choléra : bactérie *Vibrio cholerae*

7 pandémies entre 1817 et 1961

Fièvre typhoïde : bactérie *Salmonella typhi*



Epidémie en République démocratique
du Congo (27 Septembre 2004 - 11
Janvier 2005):

- 42 564 cas
- 214 mort (taux de mortalité: 0.5%)

Traitements des eaux et santé

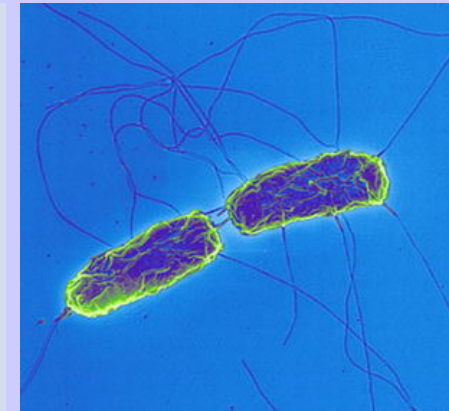
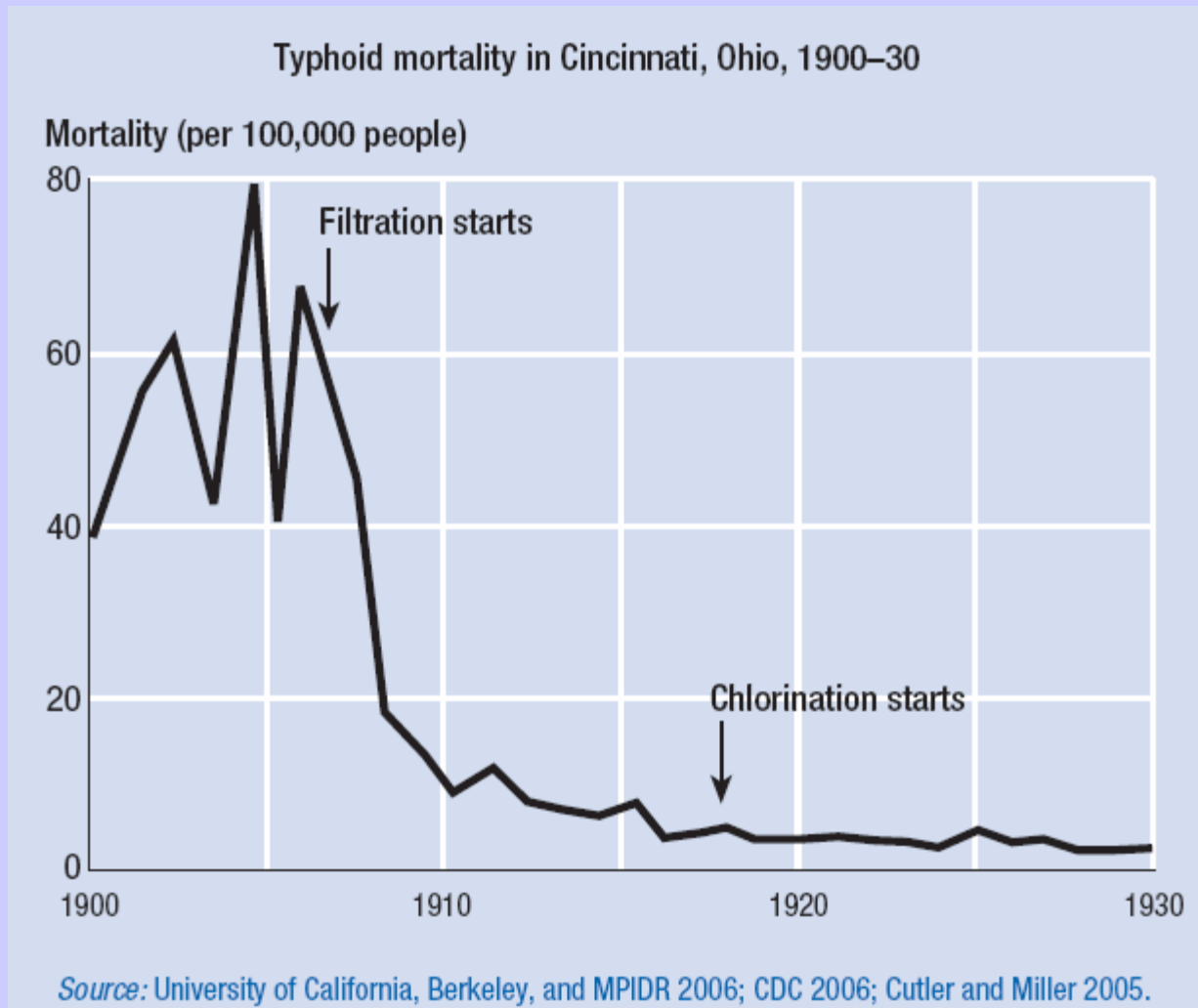
A partir du XIX^{ème} siècle, mise en place de systèmes

- de collecte et traitement des eaux usées
(assainissement)
- de traitement de l'eau destinée à la consommation humaine : filtration de l'eau, chloration



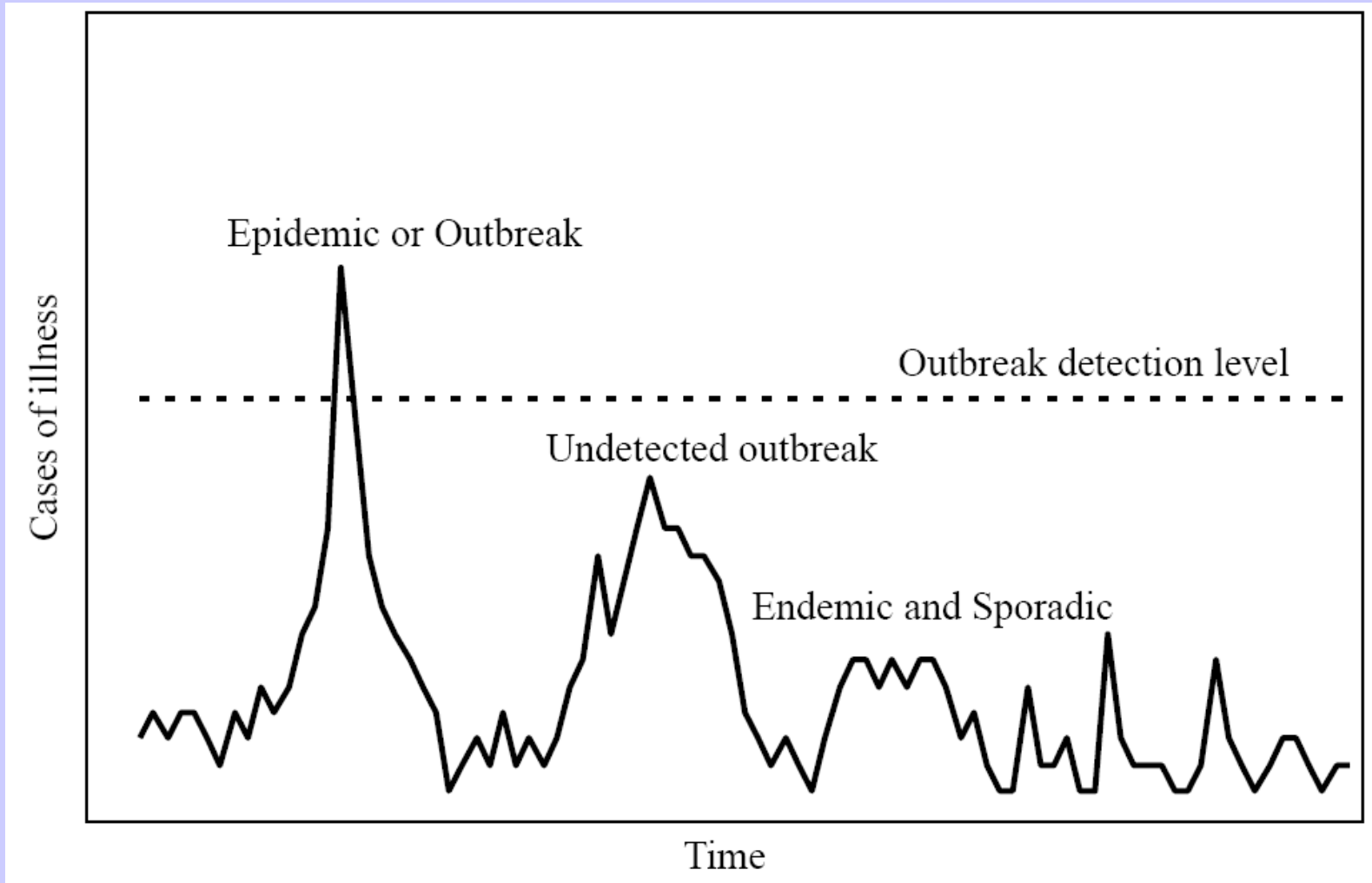
Paris 1820

Le traitement de l'eau réduit la mortalité due à la fièvre typhoïde

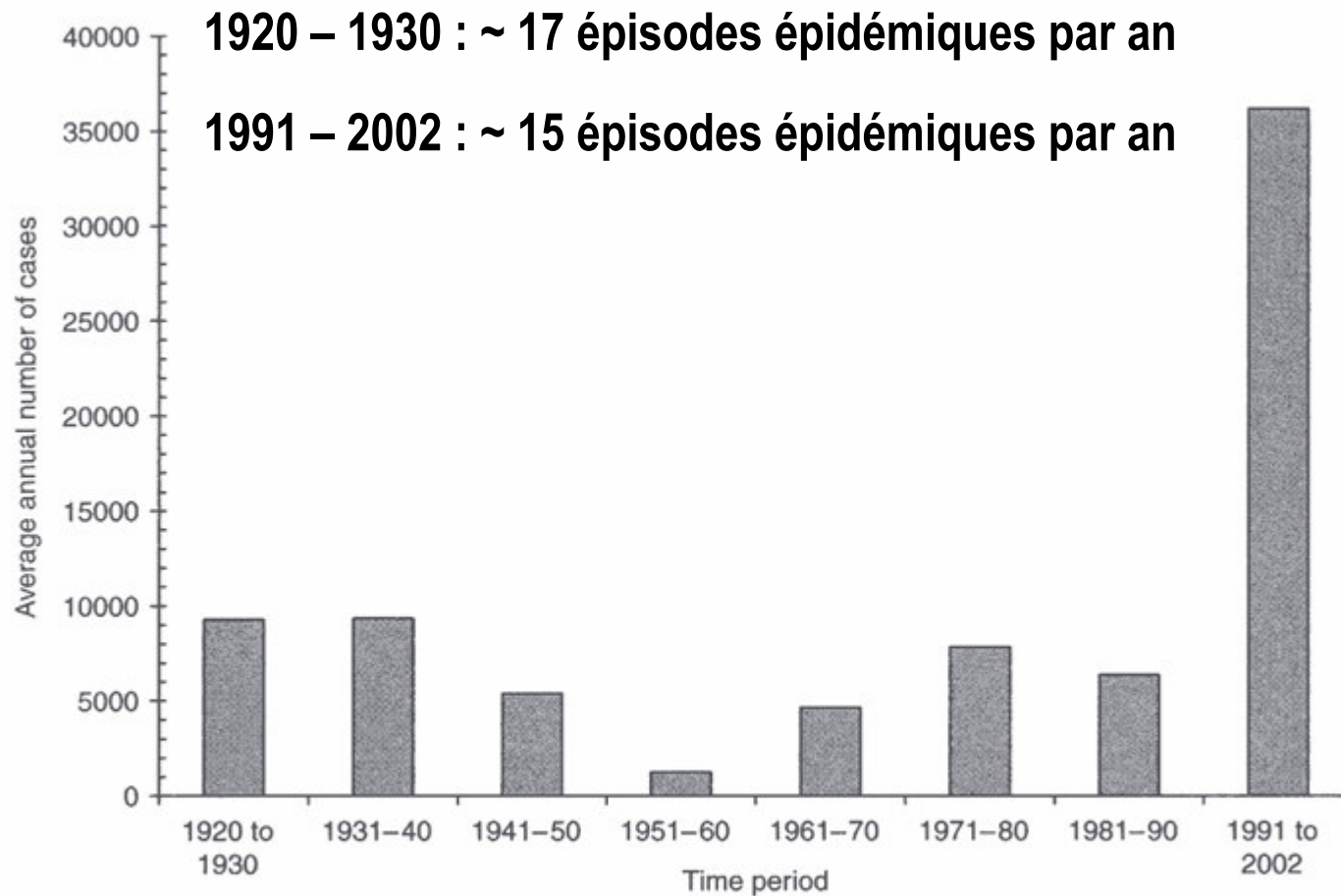


Salmonella typhi

Endémisme, épisodes épidémiques (*outbreak*)

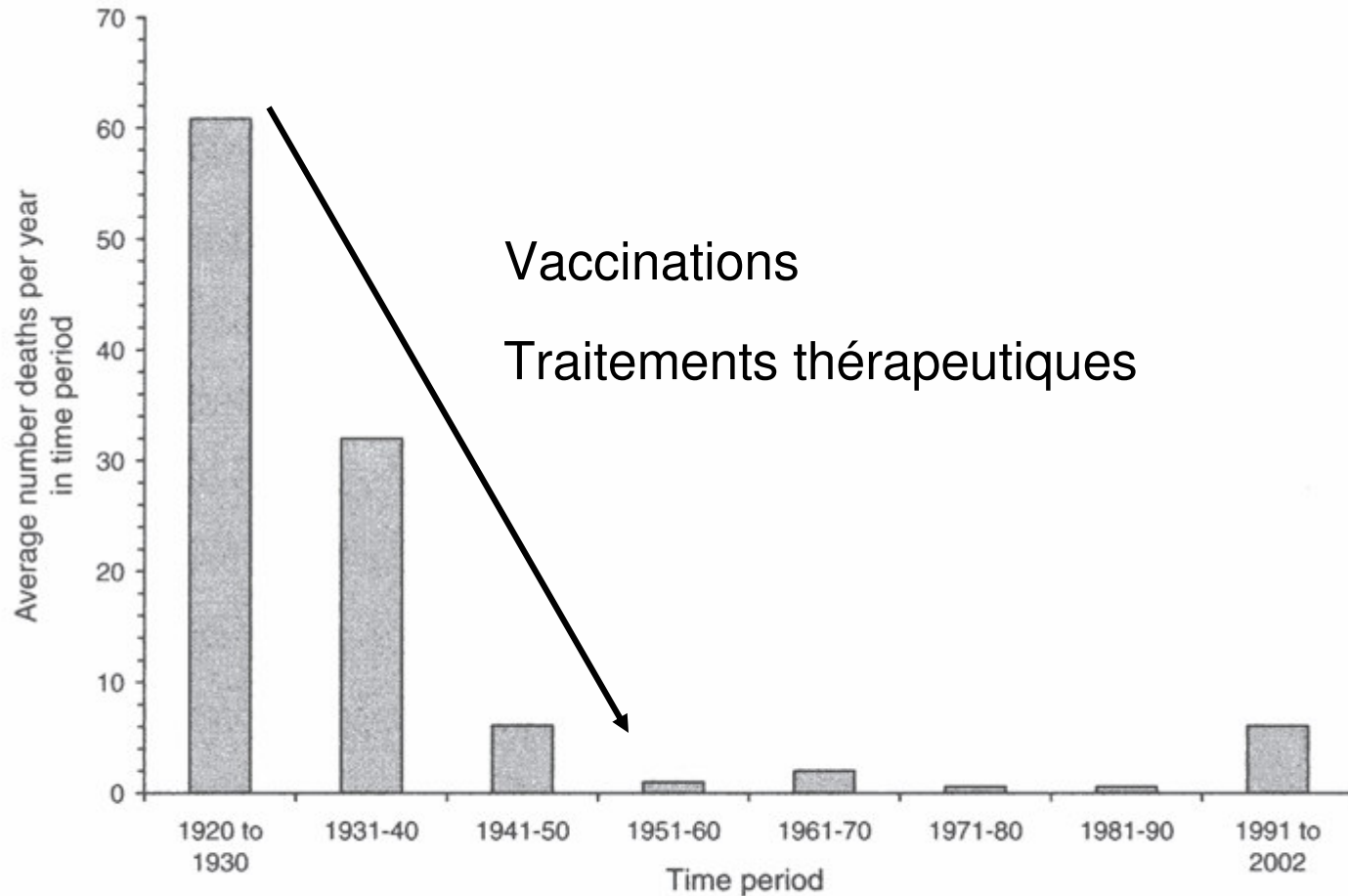


Épisodes épidémiques aux États-Unis (1920 – 2002)



Reported cases in waterborne outbreaks, 1920 to 2002.

Épisodes épidémiques aux États-Unis (1920 – 2002)



Deaths associated with reported drinking water outbreaks in the United States 1920–2002.

Constats

Dans les pays industrialisés, la mise en place de mesures d'assainissement des eaux usées et de traitement de potabilisation des eaux ont réduit **l'occurrence endémique** des maladies liées à l'eau.

Par contre, la fréquence des **épisodes épidémiques** n'a par contre pas diminué au cours du XX^{ème} siècle.

Les causes en sont notamment les changements d'occupation des sols (intensification de l'agriculture, urbanisation), la croissance démographique et la centralisation des systèmes de distribution d'eau.

Diversité et caractéristiques majeures des pathogènes



Bactéries:

Campylobacter jejuni

Gastroentérite grave

Escherichia coli

O157:H7 Enterohémostatique

Entéroinvasive (dysenterie - fièvre),...

Salmonella spp

Diarrhée sanglante, arthrite

Shigella spp.

Dysenterie, fièvre

Vibrio cholera

Diarrhée, vomissements,...

- Dose minimale infectieuse: 10^2 (*Shigella*) à 10^8 (*E.coli*) cellules.
- Peuvent entrer en dormance dans le milieu ou se multiplier.
- Fort abattement avec les systèmes de désinfection classique (filtration, chloration,...)
- Traitements thérapeutiques généralement efficaces

Diversité et caractéristiques majeures des pathogènes

Virus entériques:

Astrovirus

Gastroentérite sévère

Norovirus

Gastroentérite sévère, nausée, vomissement

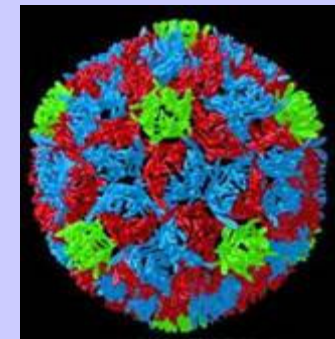
Entérovirus (poliovirus) Diarrhée, méningites, encéphalite,...

Hépatite A

Fièvre, anorexie, douleur abdominale

Dose minimale infectieuse: 1 – 10 (100)

- Persistance importante ou inconnue
- Abattement significatif avec chloration, ultrafiltration efficace



Diversité et caractéristiques majeures des pathogènes

Protozoaires parasites:

Cryptosporidium parvum

Diarrhée sévère

Entamoeba histolytica

Douleur abdominale, diarrhée sanglante

Giardia lamblia

Douleur abdominale

Dose minimale infectieuse: 1 – 20 (100)

- Persistance très importante
- Relativement résistant à la chloration
- ultrafiltration efficace



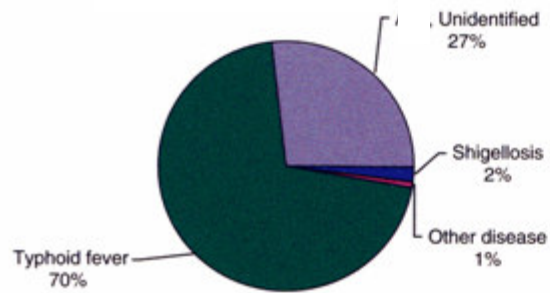
Diversité et caractéristiques majeures des pathogènes

Cyanobacteries:

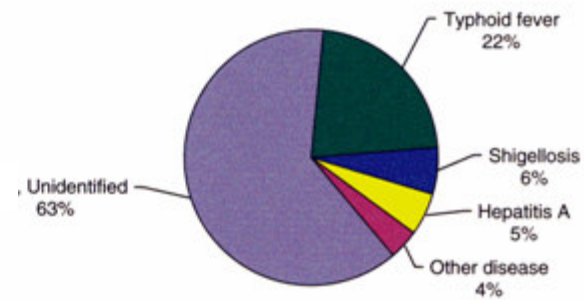
- Certaines souches sont toxiques, relarguant leur toxine après la mort cellulaire
- Dermatites, hépatotoxicité, neurotoxicité



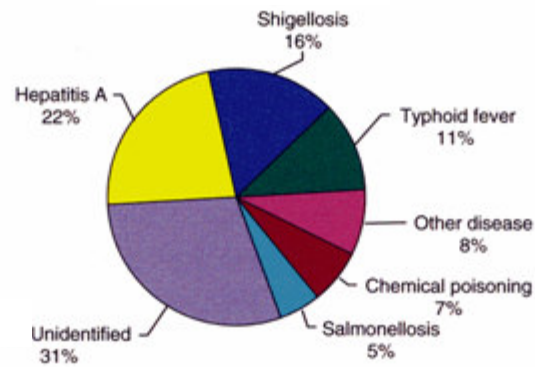
1920-1940



1941-1960

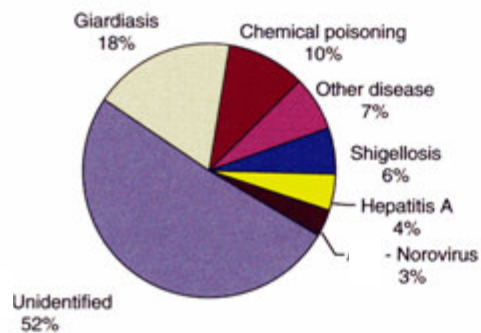


1961-1970

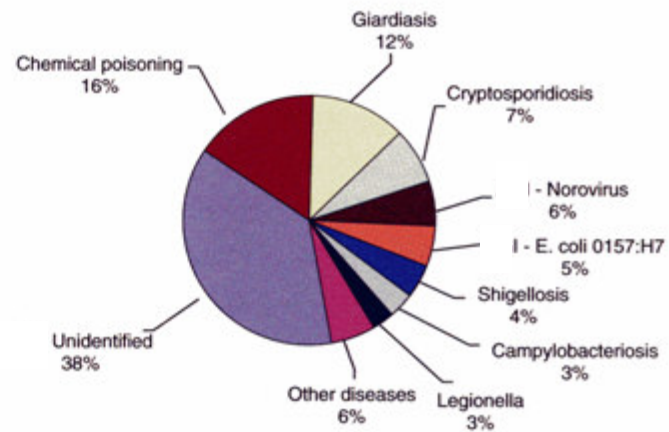


Source : Craun et al., 2006 – *J Water Health*

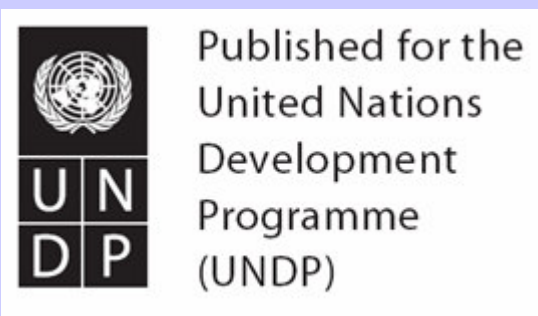
1971-1990



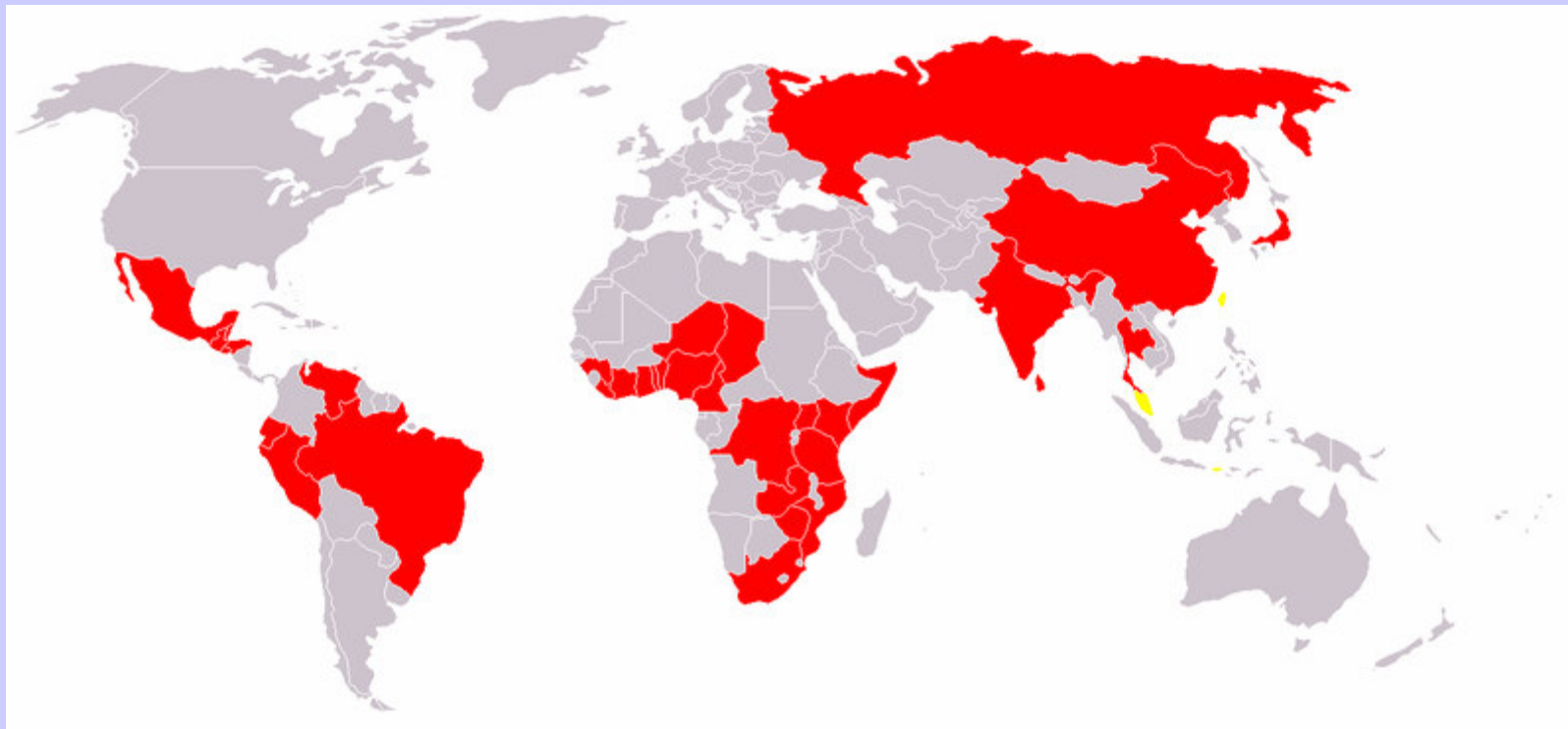
1991-2002



Situation mondiale actuelle



Distribution du Choléra à l'état endémique aujourd'hui



Situation globale... quelques chiffres

- ◆ 1,1 milliards de personnes n'ont pas accès au volume minimum d'eau propre nécessaire journalièrement (5 litres)
- ◆ 2,6 milliards de personnes (la moitié de la population des pays en développement) n'ont pas accès à un assainissement
- ◆ 1,8 millions d'enfants meurent chaque année de diarrhée induite par des pathogènes véhiculés par l'eau
- ◆ 443 millions de jours d'école manqués chaque années
- ◆ Des millions de femmes passant plusieurs heures à aller chercher de l'eau chaque jour

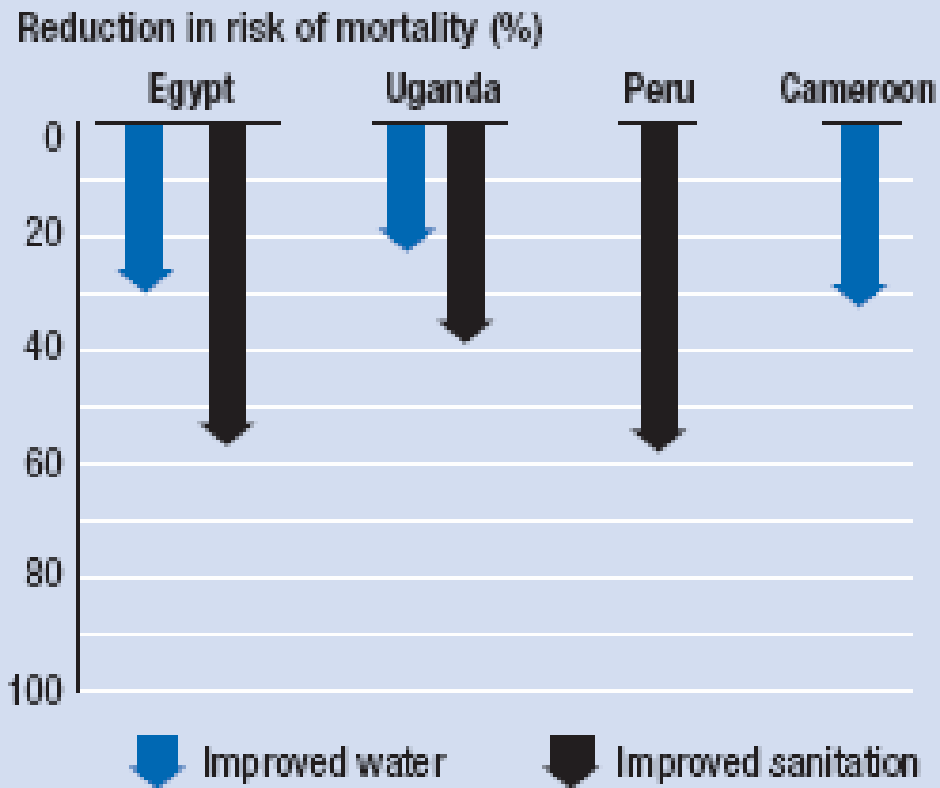
Accéder à l'eau potable



Dans le monde près d'un humain sur cinq n'a pas accès à l'eau potable, principalement en milieu rural.

L'assainissement et l'amélioration de l'approvisionnement en eau sont la priorité des pays en développement pour réduire l'endémisme des maladies véhiculées par l'eau

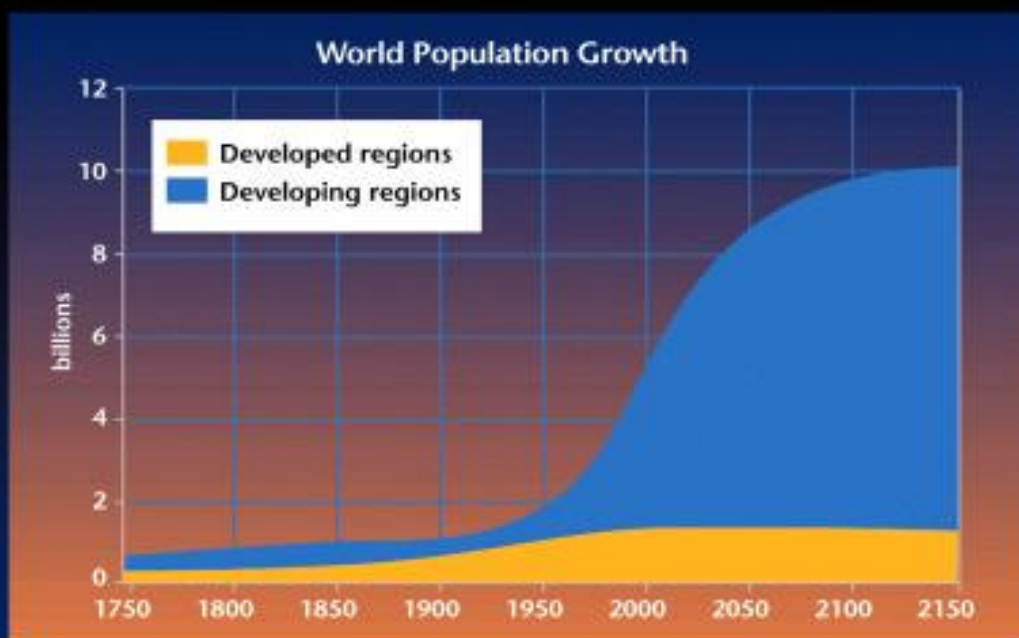
Clean water and toilets cut infant deaths



2 défis majeurs au XXI^{ème} siècle: l'accroissement de la population mondiale et le changement climatique

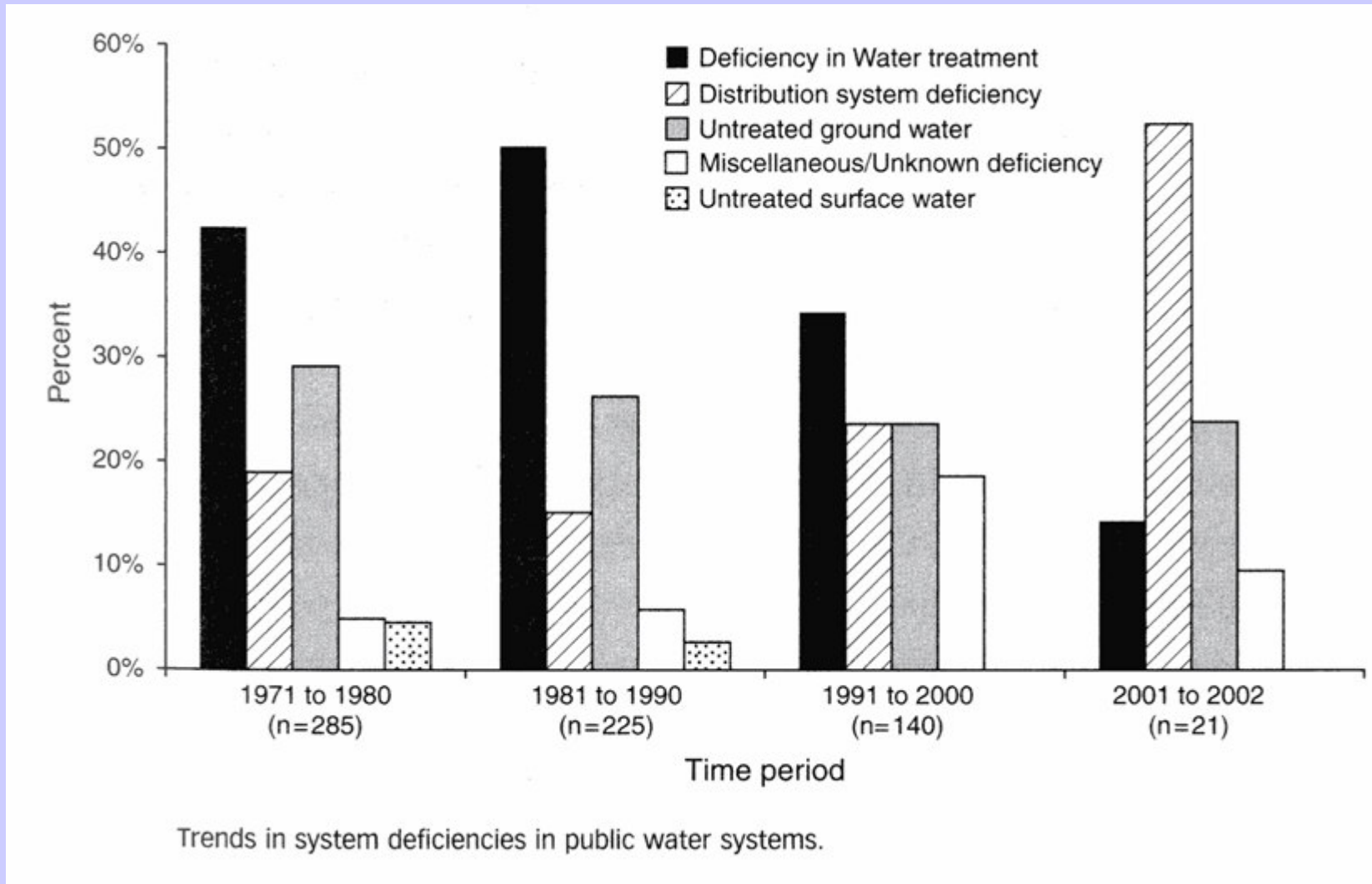


Population and Human Development



3. Moyens à mettre en œuvre pour assurer la sécurité microbiologique des eaux potables au XXI^{ème} siècle

Origines des pollutions – États-Unis (1971 – 2002)

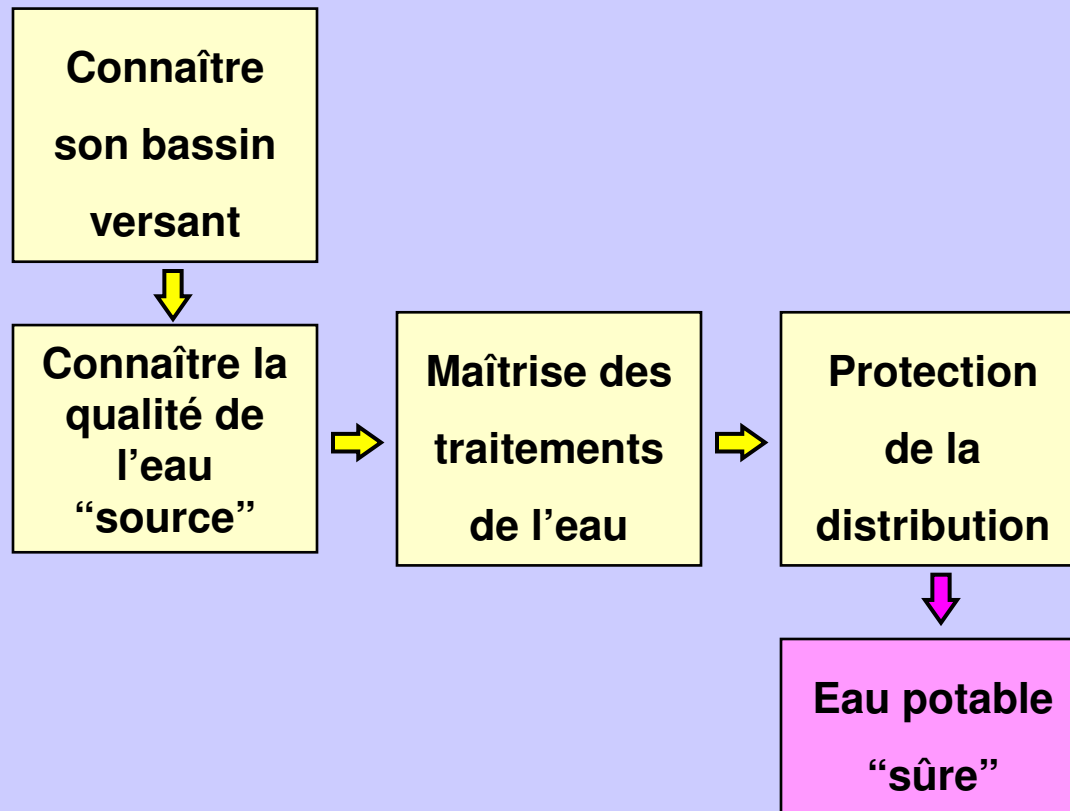


Constats

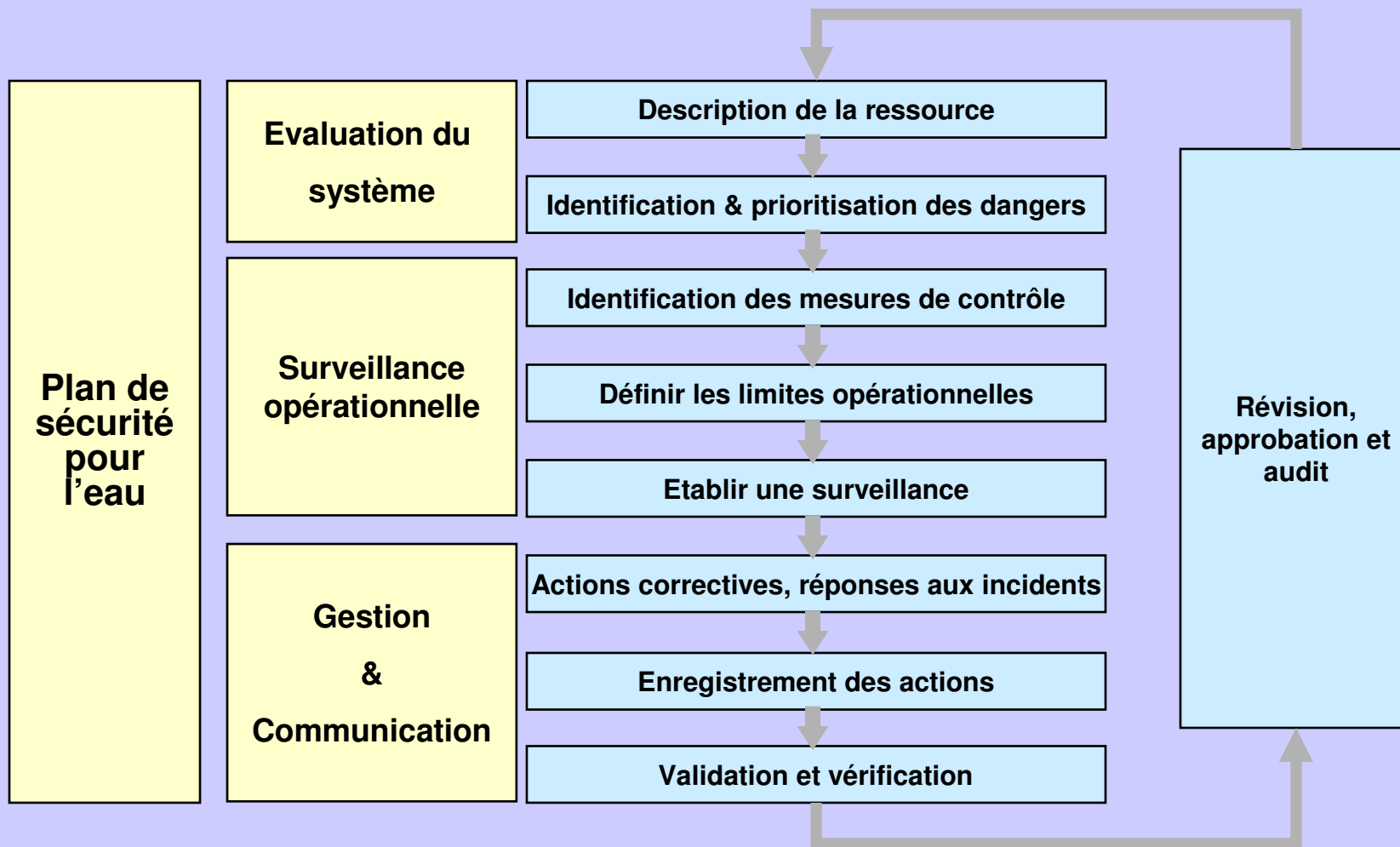
- La qualité de l'eau peut être altérée à différents endroits de la chaîne d'approvisionnement
- Une surveillance au niveau de la source d'eau et/ou du consommateur (*End-of-pipe control*) uniquement s'avère inefficace à prévenir le risque de contamination.
- Le risque de contamination doit être caractérisé à chaque étape de la production d'eau potable suivant un principe similaire au principe HACCP (« *hazard analysis critical control point* ») utilisé dans l'industrie alimentaire.

Mise en place de systèmes de contrôle multi-barrières

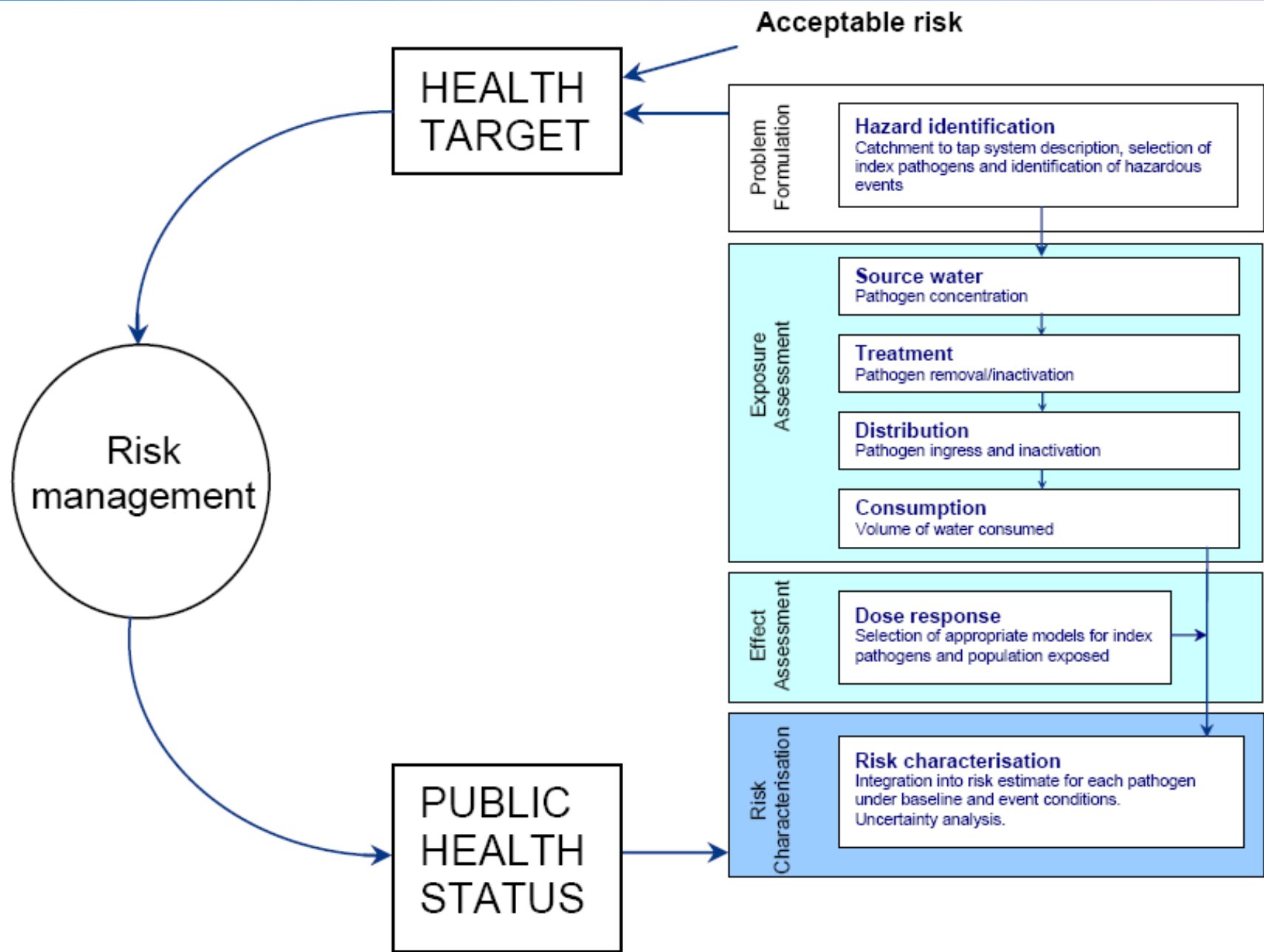
Approche “*catchment to consumer*” proposée par l’OMS



Étapes des plans de sécurité pour l'eau (OMS) – *Water Safety Plans*



Analyse quantitative du risque microbiologique



Bioterrorisme : le cas particulier d'une contamination intentionnelle

- Aux Etats-Unis, le *Center for Disease Control and Prevention* (CDC) a classé certains pathogènes véhiculés par l'eau dans la catégorie d'agents biologique 2 (dissémination moyennement aisé à réaliser, faible mortalité):
 - *Vibrio cholerae*
 - *Cryptosporidium parvum*
- Aucune attaque de cette nature à ce jour
 - ↳ Stimulation des recherches sur les moyens de **détection en temps-réel** des épisodes épidémiques volontaires ou non
 - ↳ Réflexion sur la protection des infrastructures

Réglementation actuelle et future

Actuellement, la Directive européenne 98/83/CE (eaux destinées à la consommation humaine) est d'application.

Cette Directive n'inclus pas les principes des Plans pour le Sécurité pour l'Eau.

Par ailleurs, la Directive-cadre 200/60/CE fait référence explicite à la gestion des eaux de surface et des eaux souterraines en vue de leur usage comme source d'eau potable.

↳ La Directive européenne 98/83/CE est en révision et devrait inclure plus explicitement une référence aux Plans de Sécurité pour l'Eau. Un groupe de travail OMS/UE a été créé.

3. Recherches dans le domaine de l'analyse du risque microbiologique

Démarche classique pour déterminer la présence d'un risque pathogènes

- Les pathogènes sont souvent présents à des concentrations relativement basses;
- La dose minimal infectante de certains pathogènes est relativement basse, voire très basse (virus, parasites).

Une détection d'indicateurs de contamination fécale plutôt qu'une détection des pathogènes eux-même est généralement utilisée. Les critères de qualité de la Directive 98/83/CE sont d'ailleurs fixés vis-à-vis d'indicateurs.

Les indicateurs sont présents en beaucoup plus grande abondance que les pathogènes

Typical concentrations of enteric pathogens and index organisms in raw and treated domestic wastewater

Microorganism	Raw sewage (numbers/litre)	Secondary effluent (numbers/litre)
Pathogens		
Parasites		
<i>Cryptosporidium</i> sp.	1 000 – 10 000	10 – 1 000
<i>Giardia</i> sp.	5 000 – 50 000	50 – 500
Viruses		
Enteroviruses	10 – 100	1 – 10
Norwalk like viruses	10 – 1 000	1 – 100
Rotavirus	10 – 100	1 – 10
Bacteria		
<i>Salmonella</i> spp.	100 – 10 000	10 – 10 000
Index parameters		
Coliforms	$10^7 - 10^9$	$10^6 - 10^8$
Thermotolerant coliforms / <i>E.coli</i>	$10^6 - 10^8$	$10^5 - 10^7$
Enterococci	$10^6 - 10^7$	$10^4 - 10^6$
<i>Clostridium perfringens</i>	$10^5 - 10^6$	$10^4 - 10^5$
F-RNA phages	$10^6 - 10^7$	$10^5 - 10^6$
Somatic coliphages	$10^6 - 10^7$	$10^5 - 10^6$
Bacteroides phages	$10^4 - 10^5$	$10^3 - 10^4$

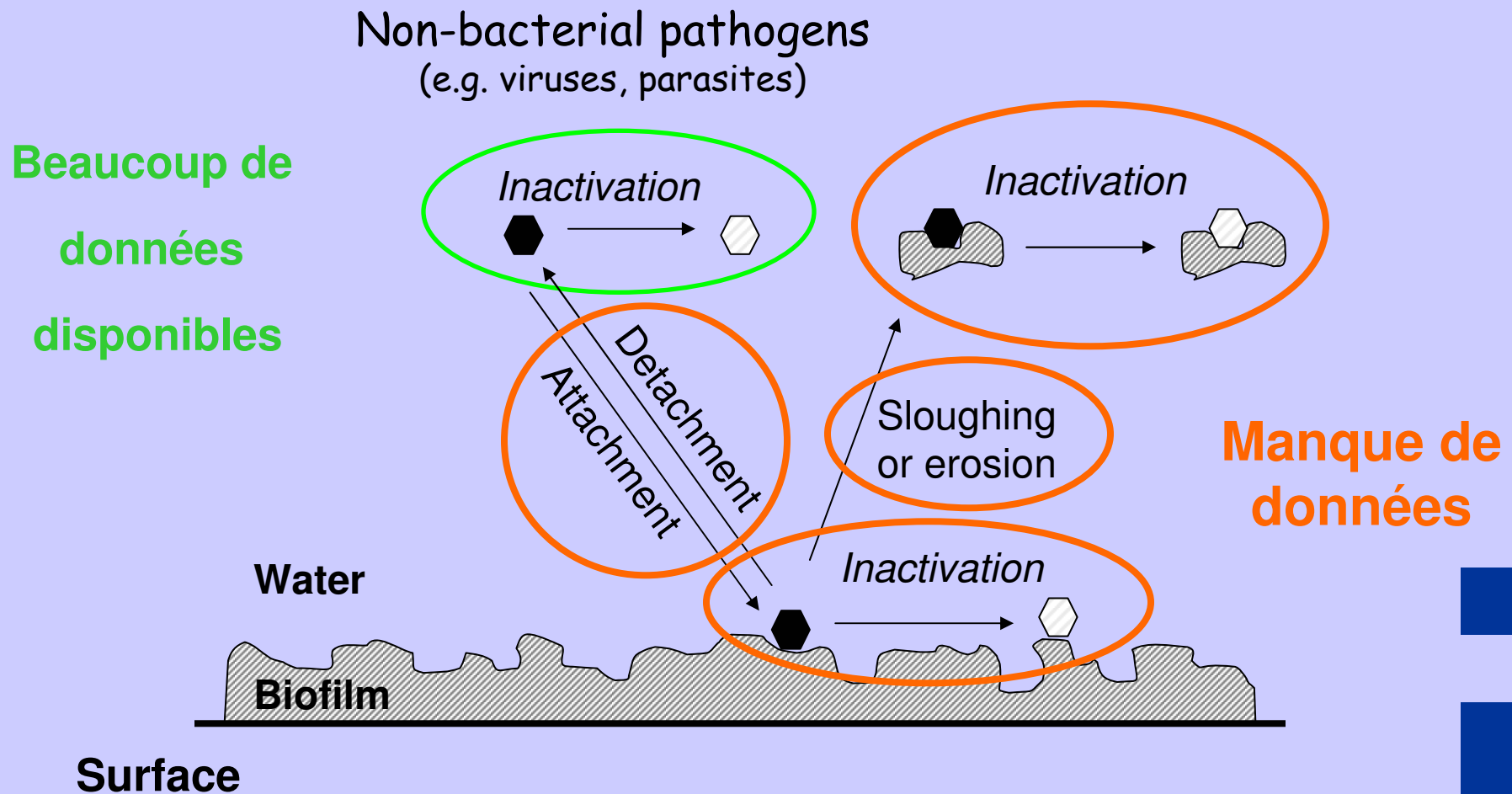
Source: Rolland *et al.*, 1983; Payment *et al.*, 1986; Tartera *et al.*, 1988, 1989; Funderburg and Sorber, 1985; WRc, 1991; Havelaar *et al.*, 1986, 1993; Koenraad *et al.*, 1994; Schijven and Rijs, 2000.

Mais leur survie n'est pas toujours en rapport avec la survie de certains pathogènes

Disappearance rates and reduction times for selected microorganisms in surface water

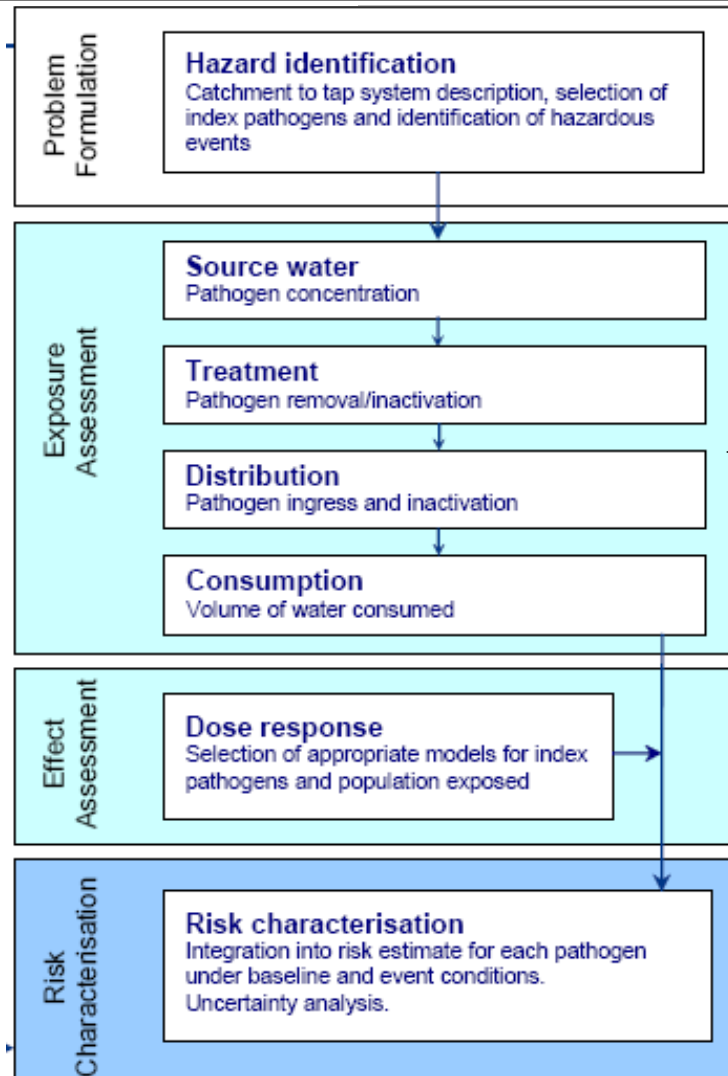
Microorganism	Disappearance rate (per day)	Time for 50% reduction of concentration (days)
Pathogens		
Parasites		
<i>Cryptosporidium</i> sp.	0.0057 - 0.046	15 - 150
<i>Giardia</i> sp.	0.023 - 0.23	3 - 30
Viruses		
Enteroviruses	0.01 - 0.2	3 - 70
Hepatitis A	0.05 - 0.2	3 - 14
Rotavirus	0.24 - 0.48	1.2 - 2.4
Bacteria		
<i>Salmonella</i> spp.	1 - 7	0.1 - 0.67
<i>Shigella</i> spp.	0.7	1
<i>Vibrio cholerae</i>	*	*
Index parameters		
<i>E. coli</i>	0.23 - 0.46	1.5 - 3
Coliforms	0.77	0.9
Enterococci	0.17 - 0.77	0.9 - 4
F-RNA phages	0.01 - 0.08	29 - 230
Somatic coliphages	0.6 - 6	2 - 20
<i>Clostridium perfringens</i>	0.0023 - 0.011	60 - >300

Importance des biofilms dans la dynamique des pathogènes ?



Définition des questions de recherche

L'analyse quantitative du risque microbiologique nécessite



- des techniques de concentrations des pathogènes à partir de grands volumes d'eau ou à partir de biofilms.

- des techniques d'évaluation:
 - de l'abondance des pathogènes;
 - de la viabilité de ces pathogènes;
 - de leur caractère infectieux.

Objectifs des recherche en cours

1) Objectifs méthodologiques:

Développer et appliquer des techniques de concentration de pathogènes et de détermination de leur abondance et de leur viabilité (bactéries, parasites), de leur virulence (virus) ou de leur toxicité (cyanobactéries).

2) Objectifs expérimentaux:

Comprendre les interactions pathogènes - biofilms

3) Objectifs appliqués:

Identifier et localiser les danger microbiologique non bactériens dans les parties majeures du systèmes de production d'eau potable au Grand-duché de Luxembourg

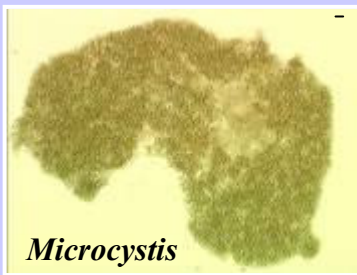
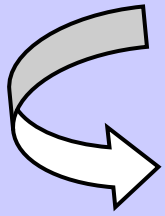
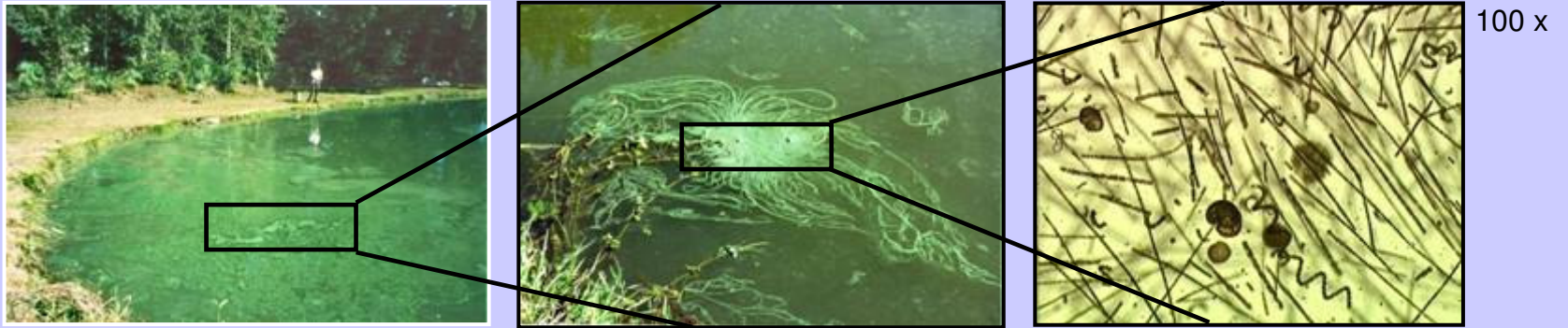
Pathogènes-cibles

- Virus : norovirus, entérovirus
- Protozoaires parasites : *Giardia*, *Cryptosporidium*
- Cyanobactéries toxiques

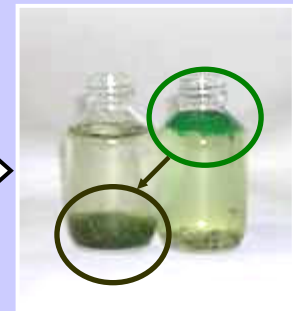
Virus	Durée moyenne d'excrétion fécale	Concentration virale par gramme de selles	Dose minimale infectante (DMI)	Symptômes
<i>Norovirus</i>	3 jours (entre 12 h et >15 jours)	$> 10^6$	10-100	Gastro-entérite
<i>Entérovirus</i>	1 mois	$10^3 - 10^6$	10-15	Gastro-entérite, méningite, affection respiratoire

Parasite	Transmission	DMI	Incubation	Symptômes
<i>Giardia</i>	Fécale-Orale	1 à 10 kystes	6-16 jours	Diarrhées profuses, nausées
<i>Cryptosporidium</i>	Fécale-Orale	10 à 100 oocystes	4-9 jours	Diarrhées profuses, vomissements

Cyanobactéries



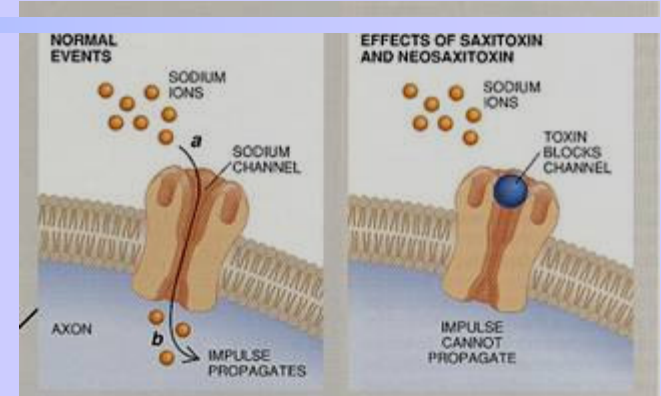
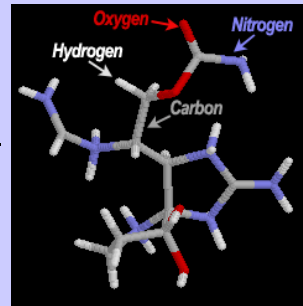
5 genres principaux



Cyanotoxines

1. Neurotoxines :

- Paralytic Shellfish Poisons (PSPs) :
Saxitoxine (carbamate),...
- Toxicité : Venin du Cobra

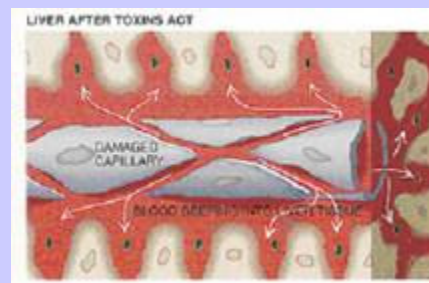
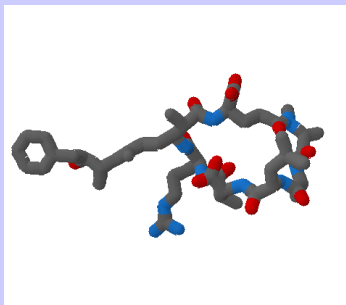


2. Dermatotoxines :

- Alcaloïdes
- Lipopolysaccharides endotoxines (LPS)

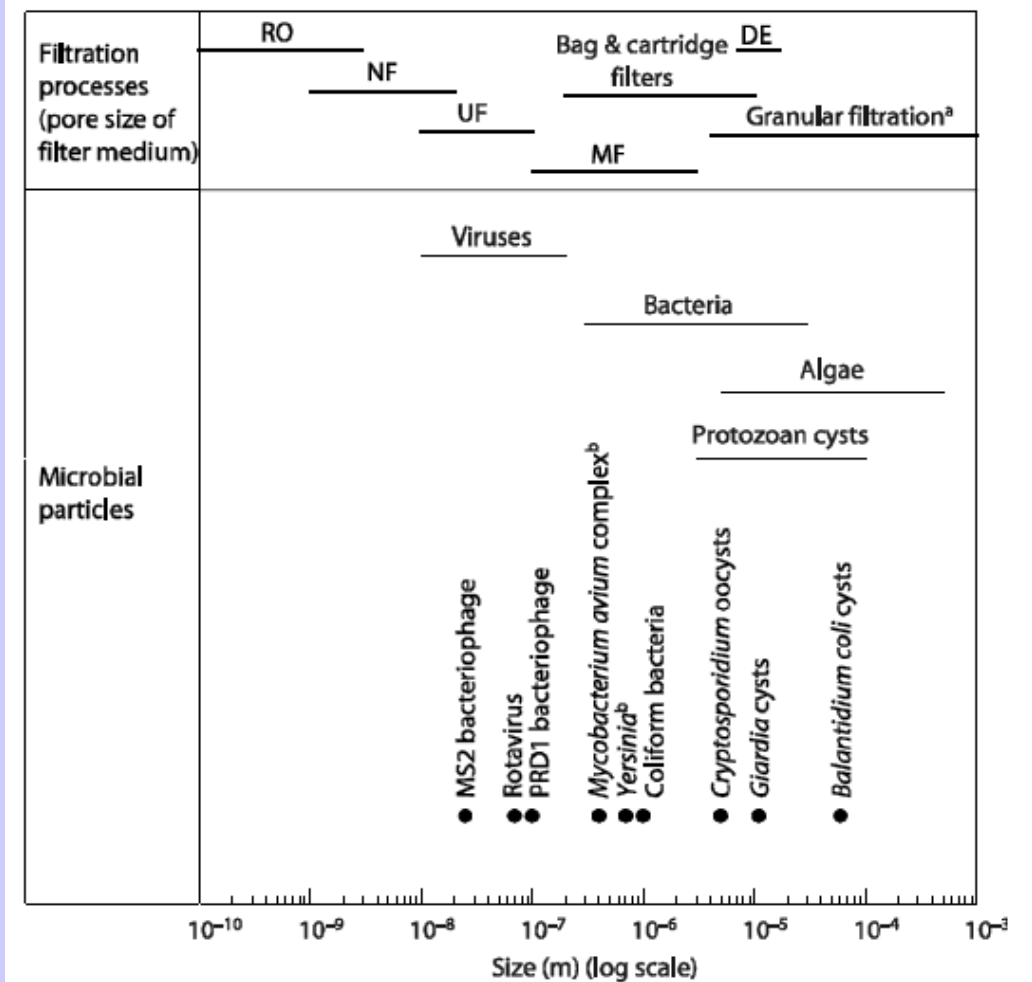
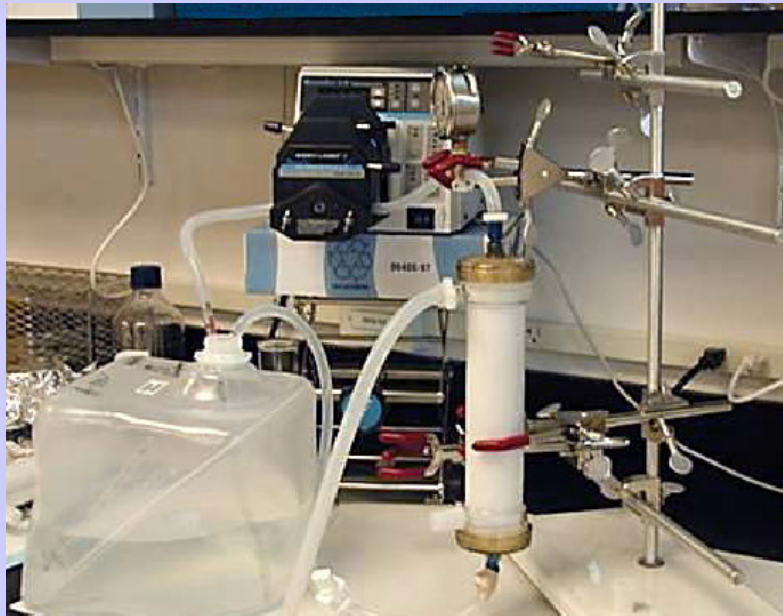
3. Hépatotoxines : polypeptides

Microcystine → plus de 60 variantes ⇔ Inhibiteurs de phosphatases ⇔ Désorganisation du cytosquelette



Concentration de virus et de parasites à partir de grands volumes d'eau (> 1000 litres)

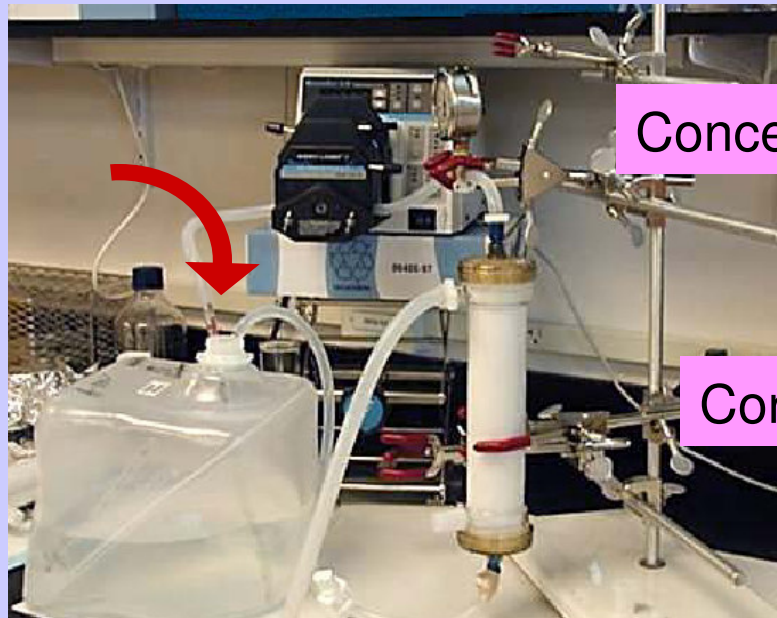
Filtration sur membrane – ultrafiltration : essai de récupération simultanée des pathogènes



DE = diatomaceous earth; MF = microfiltration; NF = nanofiltration; RO = reverse osmosis; UF = ultrafiltration.

Rendement des systèmes de concentration

Dopage de 50 litres d'eau avec virus et protozoaires



Concentration primaire

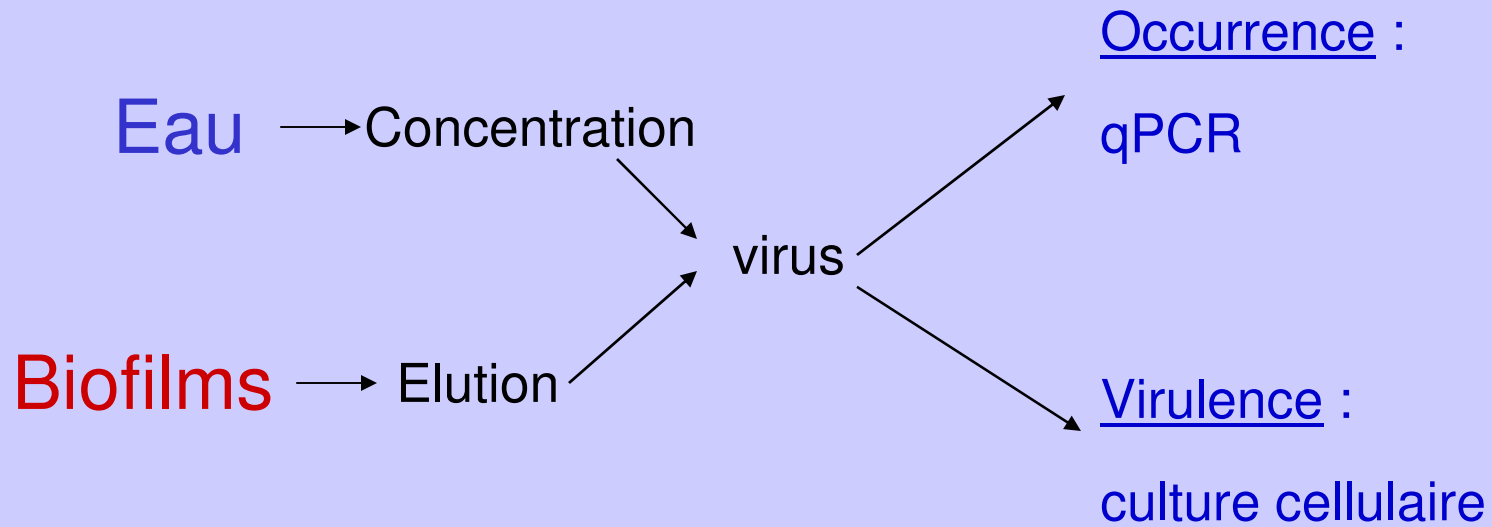
→ 200 ml

Concentration secondaire

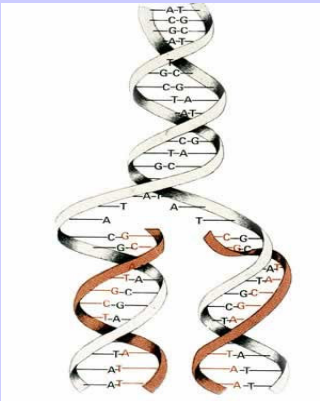
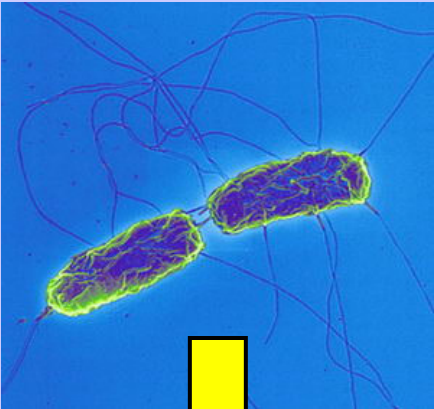
↓
quelques ml

Rendement total : < 20% à 60%

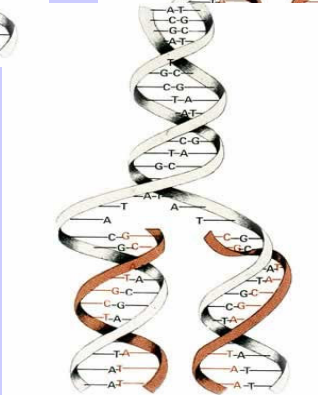
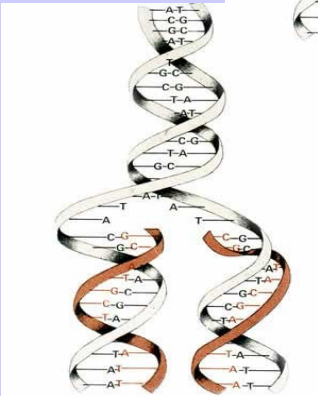
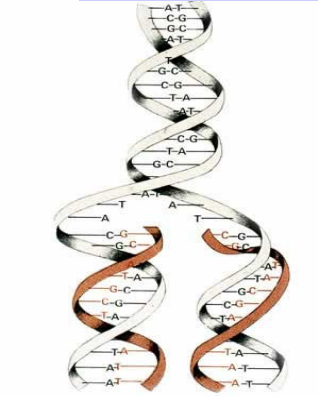
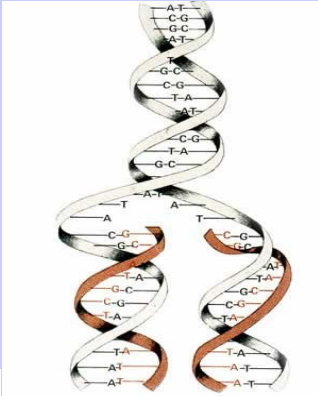
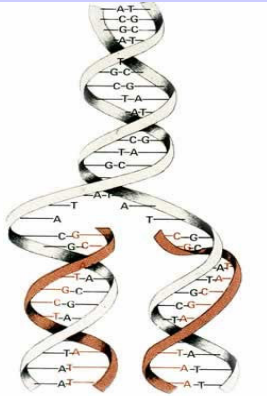
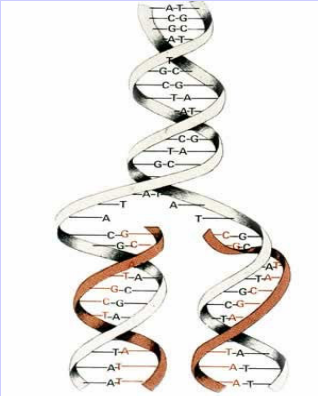
Détection et détermination de la virulence des virus



La PCR (*Polymerase chain reaction*), un nouvel outil

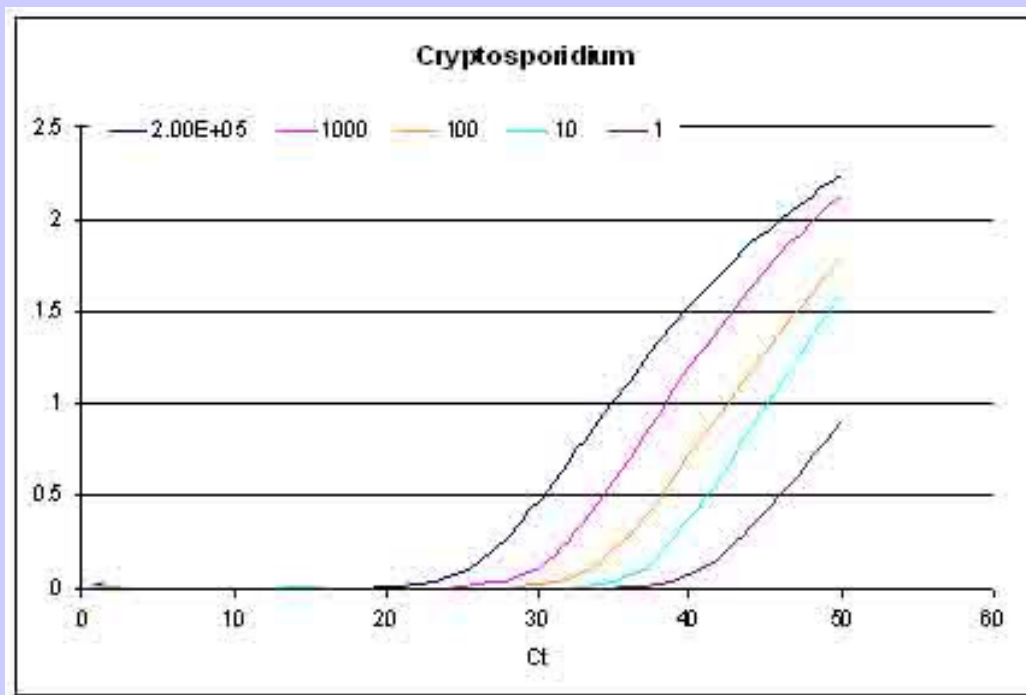


PCR



Détection des produits de PCR

- Visualisation sur gel : présence d'une bande = présence du pathogène
- PCR en temps réel → PCR quantitative

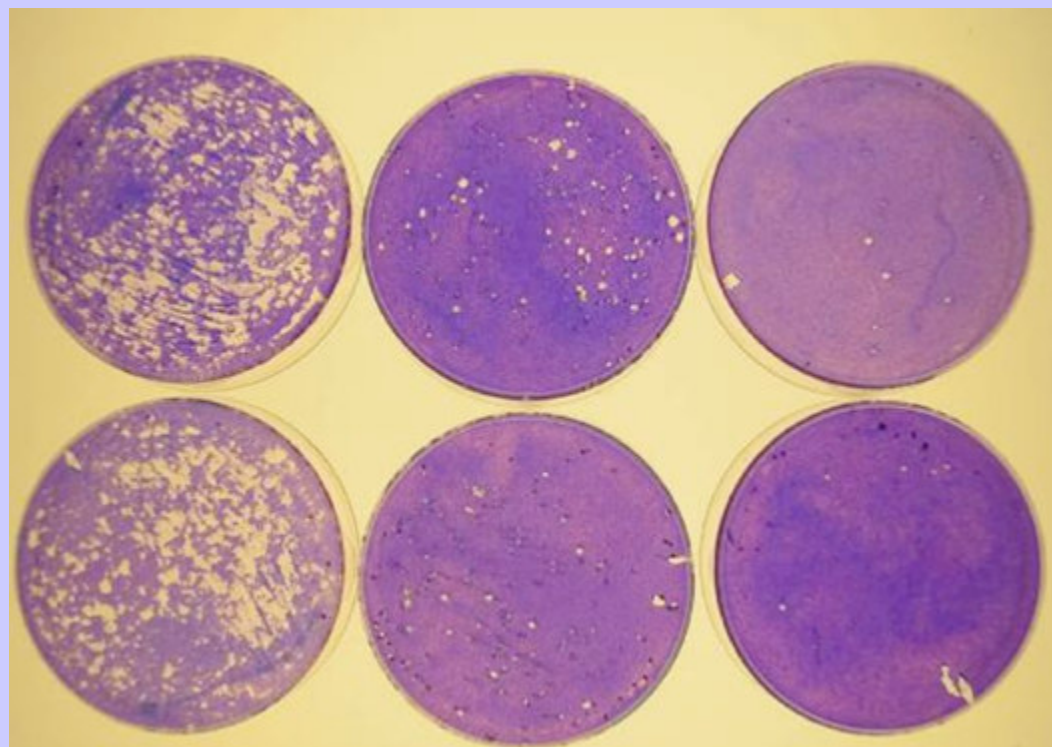


Signification de la présence de produits de PCR

On détecte la présence de génome viral ou parasitaire.

Aucune information sur la viabilité ou la virulence des pathogènes

Culture cellulaire : estimation de la virulence des virus






Dilutions

10^1

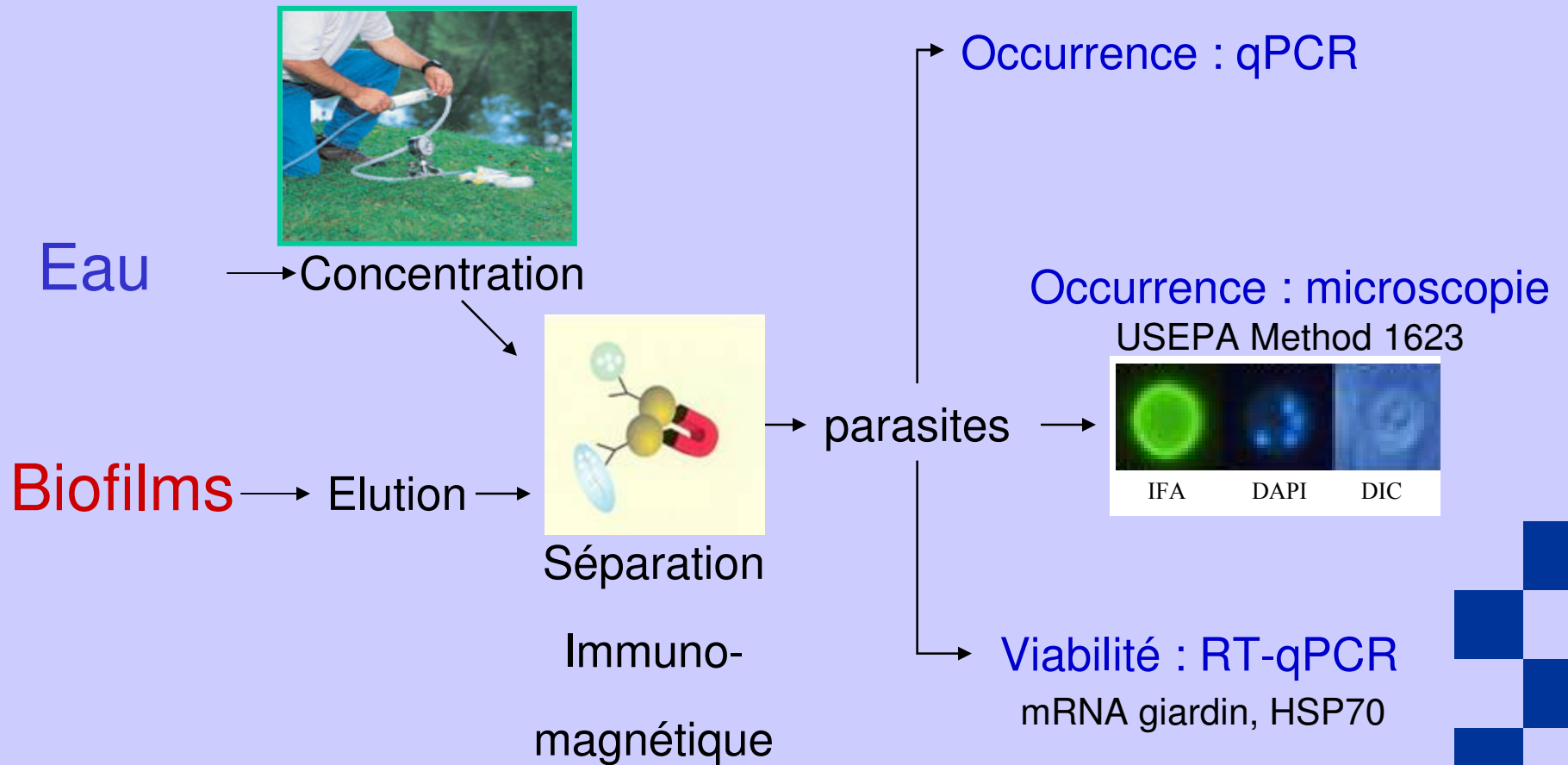
10^2

10^3

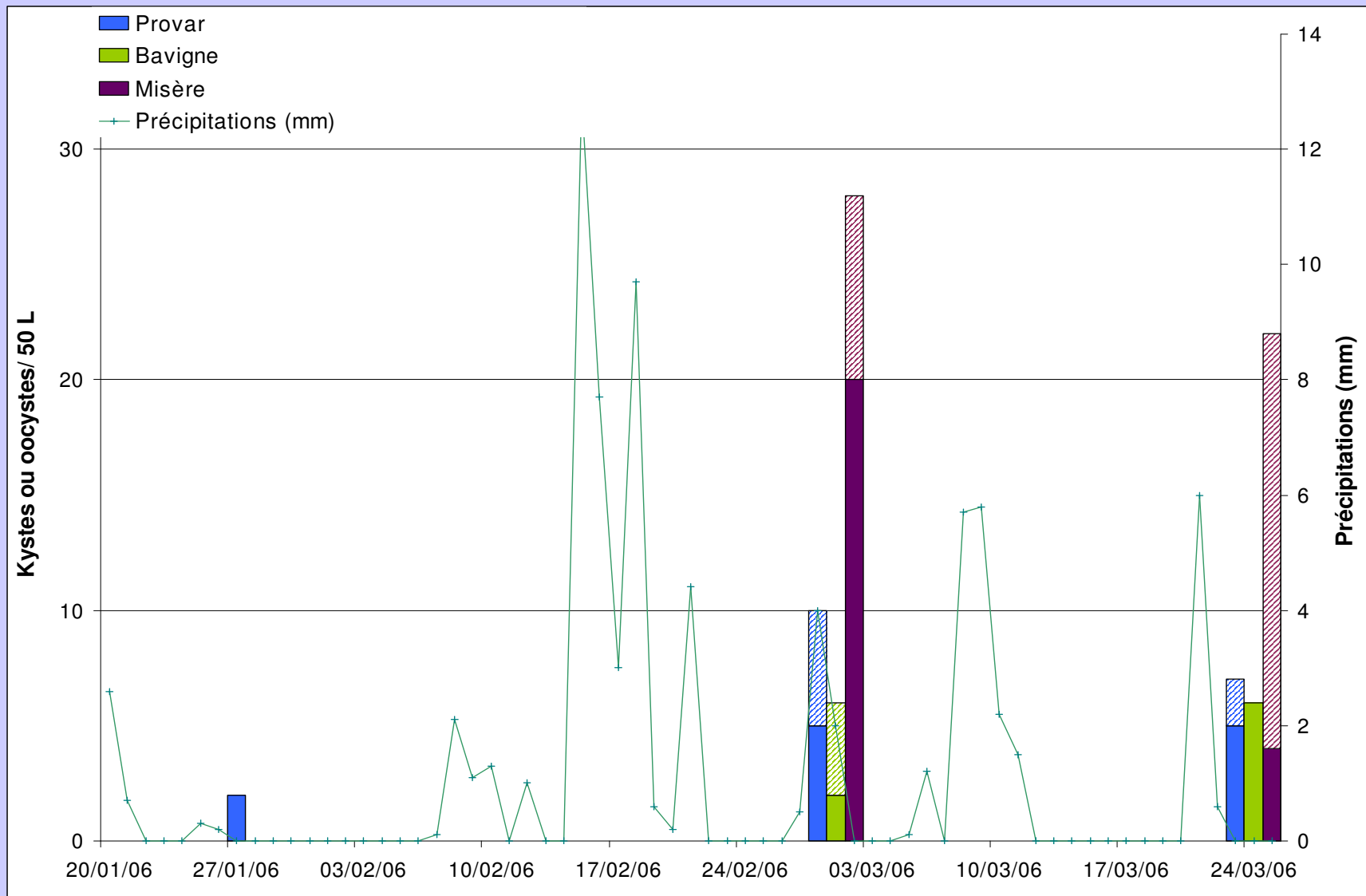
Boîte à outil disponible au CRP-GL

Virus		Sample preparation		Detection	
		Concentration	Extraction	Occurrence (PCR)	Virulence (Cell culture)
Viral indicators	Somatic Coliphages	NF XPT90-451	QIAamp® Viral RNA		ISO/FDIS 10705-2 (1999)
	F-specific Bacteriophages (Genogroup I to IV)	NF XPT90-451	QIAamp® Viral RNA	Ogorzaly & Gantzer, 2006 	ISO/FDIS 10705-1 (1997)
Pathogenic viruses	Enterovirus	NF XPT90-451	QIAamp® Viral RNA	Fuhrman et al., 2005	NF XPT90-451
	Norovirus (GGI et II)	NF XPT90-451	QIAamp® Viral RNA	Vinjé, 2006	

Détection et détermination de la viabilité des parasites



La dynamique des pathogènes est liée à l'hydrologie des eaux considérées

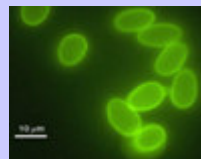


➤ **SEBES : 60000 m³/jour = 5.10⁶ *Giardia* et *Cryptosporidium* /jour**

Marqueurs génomiques et protéomiques de viabilité chez *Giardia lamblia*

Post-doc 2006-2007:

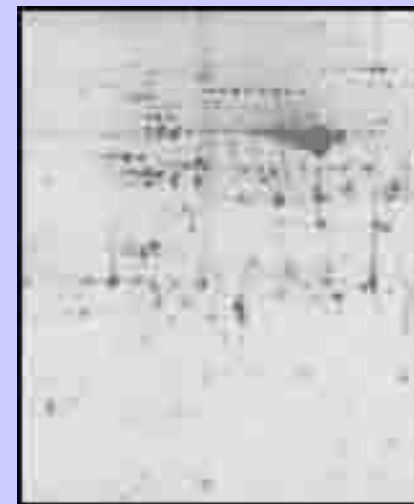
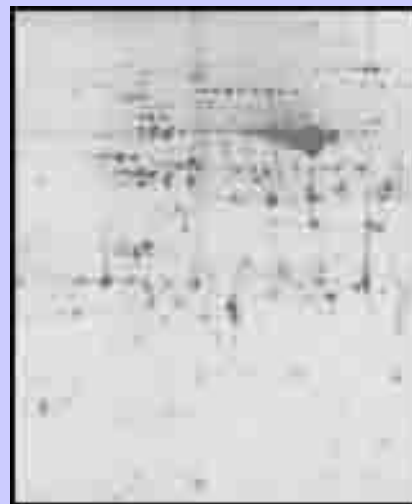
Recherche exploratoire de nouveaux indicateurs de viabilité de *Giardia lamblia*



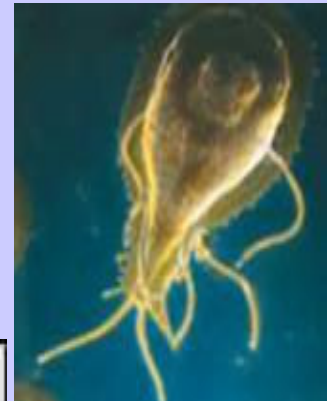
kystes

désenkystement

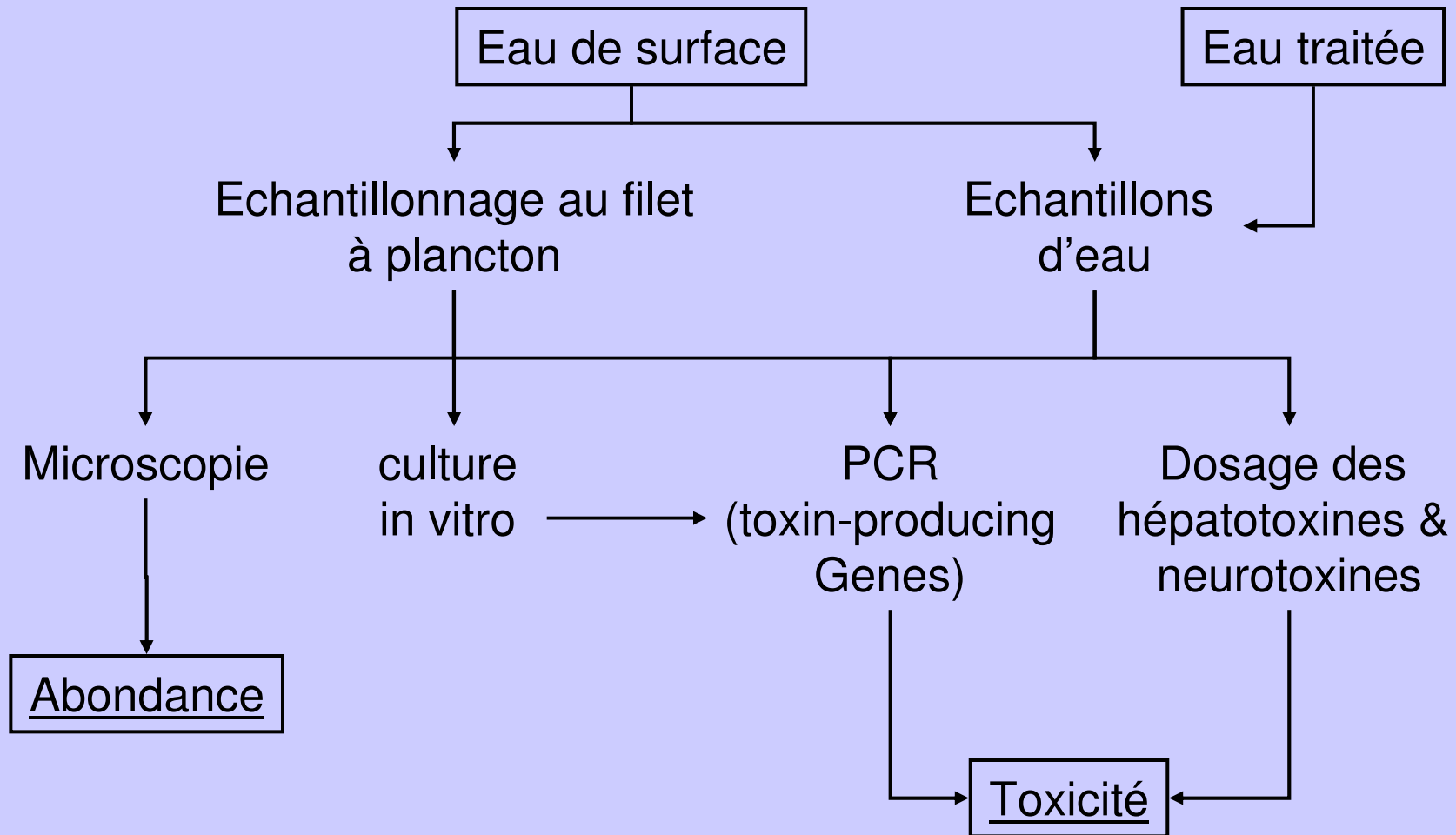
trophozoïtes



Comparison



Cyanobactéries



Cyanobactéries

1. Hépatotoxine:

Microcystines:

Screening: Test ELISA

Analyse: LC-MS

(MC-LR, -RR, -YR, -LW, -LF)

2. Neurotoxine:

Anatoxin-a:

Analyse: LC-MS

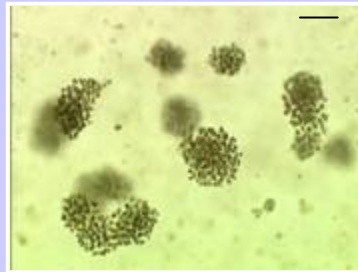
Saxitoxine:

Screening: PSP Kit detection

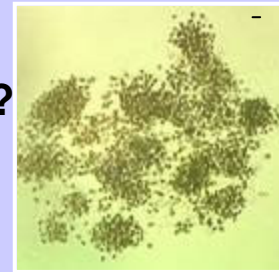
Analyse: LC-MS

Cyanotoxines-opéron mcy (microcystine)

Toxicité non liée à la morphologie !



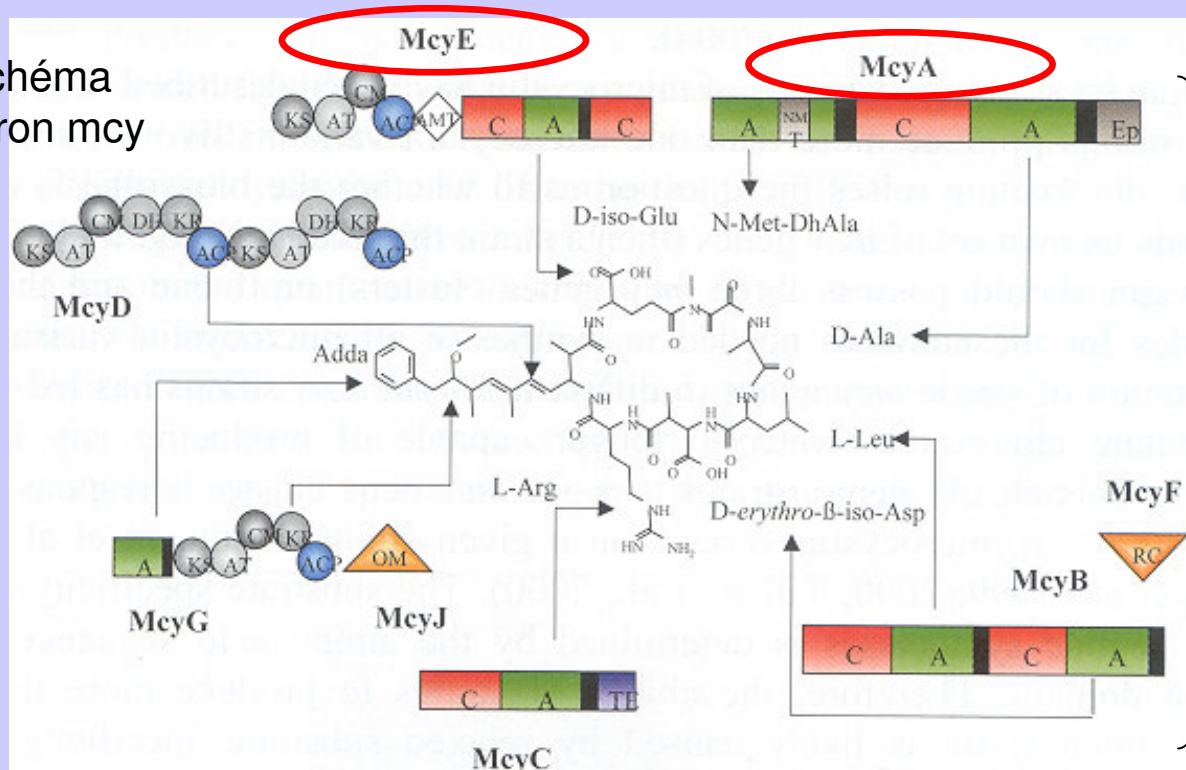
Toxique ?



Toxique ?



Schéma opéron mcy



1. Souches monoclonales

2. Echantillons ESS

Des efflorescences abondantes en 2005

Lultzhausen : 26-octobre-2005



09-novembre-2005



23-novembre-2005



Bavigne : 26-octobre-2005



03-novembre-2005



23-novembre-2005



Misère : 21-septembre-2005



21-septembre-2005

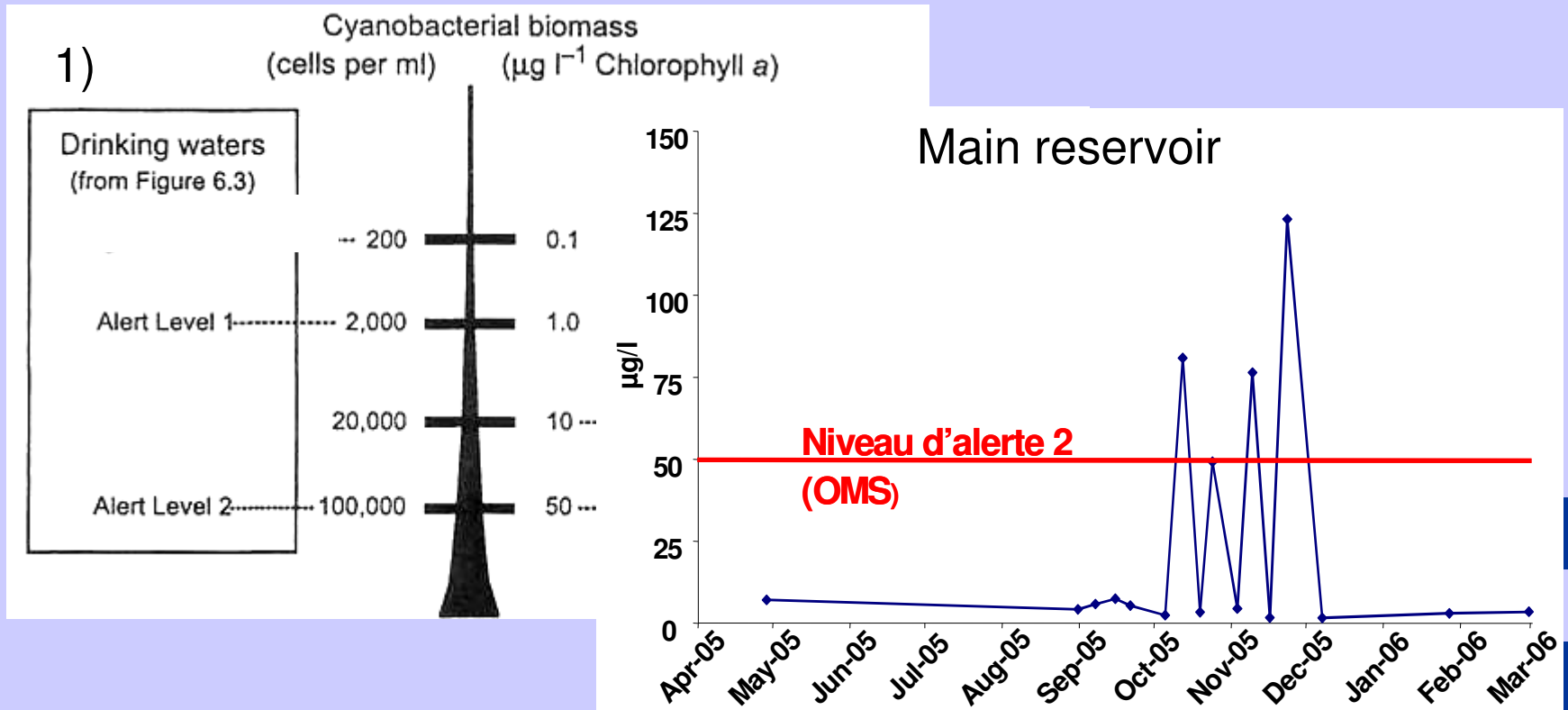


21-septembre-2005



Cyanobactéries en 2005

Recommendations OMS :



2) Moins de 1 μg microcystine par litre :

> 1 $\mu\text{g.l}^{-1}$

Cyanotoxines (mcy) - souches monoclonales



Conditions
contrôlées



11 souches



3 genres différents



Souche	Lieu	Date	Espèce	PCR	
				mcyA	mcyE
05BA40S1	Bavigne	05/ 10/ 05	<i>Microcystis</i> sp.	+	+
05BA41S1		12/ 10/ 05	<i>Microcystis</i> sp.	+	+
05BA43S1		26/ 10/ 05	<i>Planktothrix agardhii</i>	+	+
05BA45S1		09/ 11/ 05	<i>Planktothrix agardhii</i>	+	+
05ES37S1	Lulthauzen	15/ 09/ 05	<i>Planktothrix agardhii</i>		
05ES40S1		03/ 10/ 05	<i>Planktothrix agardhii</i>	+	+
05ES41S1		12/ 10/ 05	<i>Planktothrix agardhii</i>	+	+
05ES42S1		19/ 10/ 05	<i>Planktothrix agardhii</i>	+	+
05ES43S1		26/ 10/ 05	<i>Planktothrix agardhii</i>		
05MI39S1	Misère	28/ 09/ 05	<i>Microcystis</i> sp.		
05MI43S1		26/ 10/ 05	<i>Aphanizomenon gracile</i>	-	-

7/8
potentiellement
hépatotoxiques

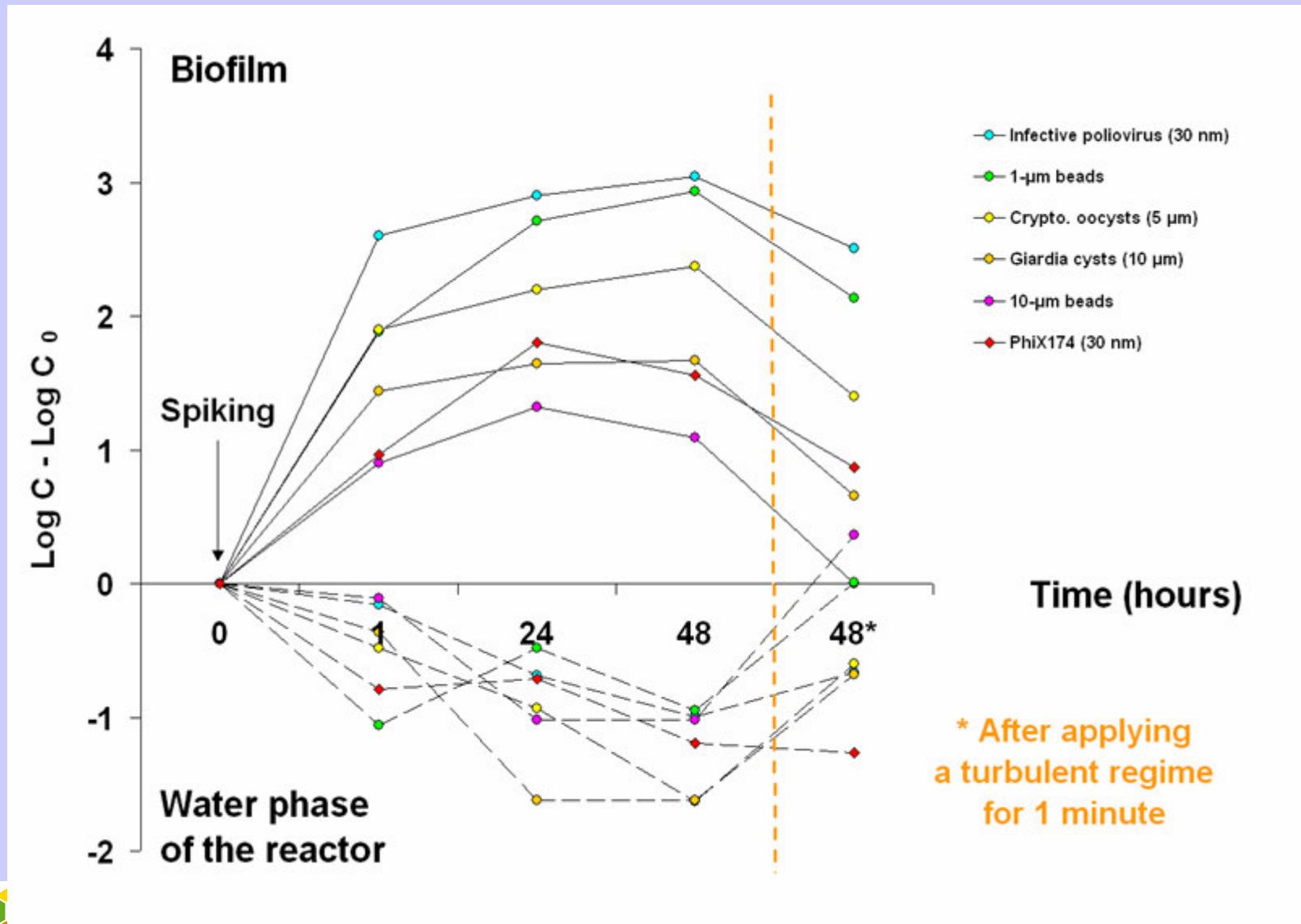
Travail expérimental sur les relations entre pathogènes et biofilms



- Réacteur annulaire pour la production de biofilms
- Temperature: **4 °C**
- dopé avec 10^6 :
 - 1 and 10- μm billes fluorescentes
 - *Cryptosporidium parvum* oocysts
 - *Giardia lamblia* kystes
 - Poliovirus (*enterovirus*)
 - PhiX174 (somatic coliphage)

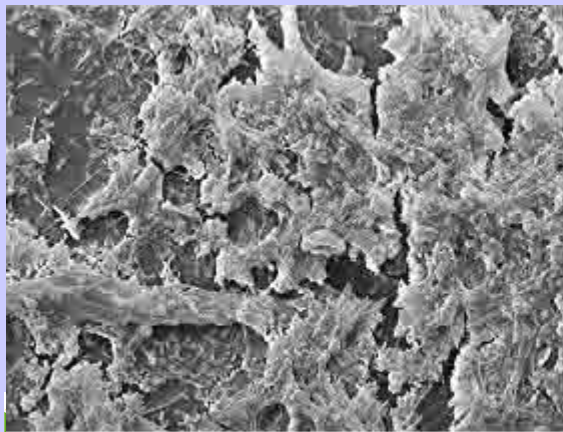


Travail expérimental sur les relations entre pathogènes et biofilms

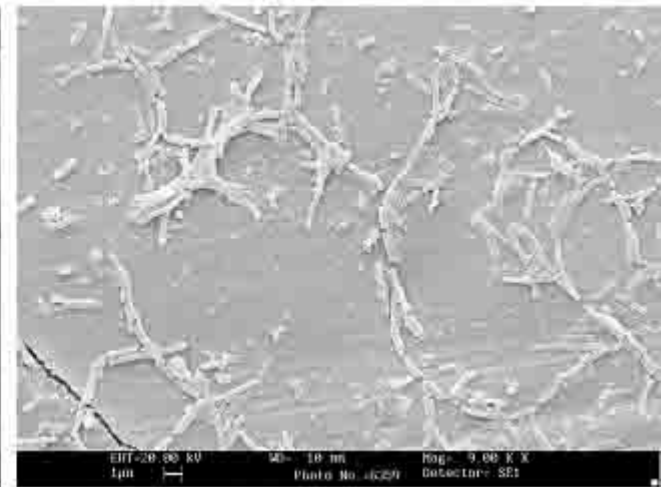
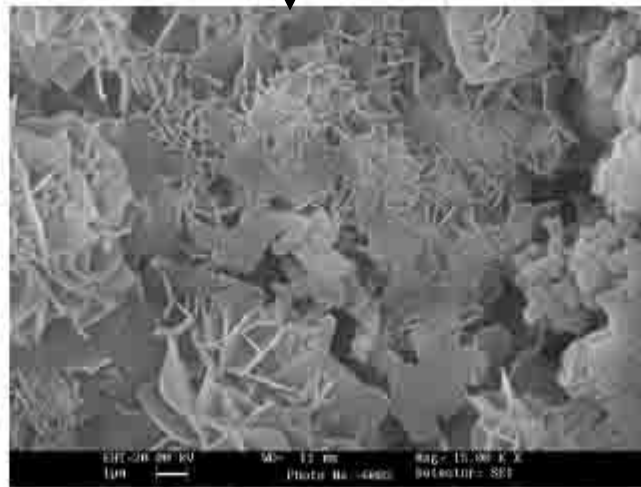


Travail expérimental sur les relations entre pathogènes et biofilms

- Les biofilms apparaissent comme étant des environnement protecteur pour les virus et les parasites
- Lors de flux turbulent, les détachements de biofilms peuvent être important, remettant en circulation des pathogènes toujours actifs
- Biofilms d'eau usées
- Expérimentation avec des conduites fraîchement excavées



Wastewater-fed biofilm

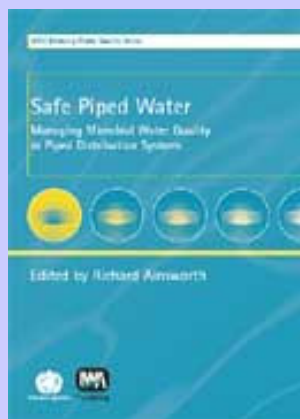


Conclusions

- Les problèmes se situent à des niveaux différents dans les pays industrialisés et les pays en développement
- L'accroissement démographique va augmenter de manière très importante la pression sur les eaux de telle manière que l'eau potable sera un des enjeux stratégiques majeurs des années à venir
- La mise en place des Plans de sécurité pour l'eau constitue une réponse adéquate à la gestion du risque biologique...
- mais ce risque évolue (pathogènes émergents) et des besoins scientifiques et techniques spécifiques apparaissent
- La R&D en gestion du risque microbiologique sera dès lors de plus en plus sollicitée.

CRP-GL : Centre de connaissance et d'expertise

Veille documentaire



Expertise



Analyses




SWAP 2007 Symposium - Netscape

File Edit View Go Bookmarks Tools Window Help

http://swap2007.lippmann.lu/


Home Search ABSA - Biosafe... Accueil - Wikip... Barraque.html Code of Practic... Dictionnaire an... Université du L... EIS Epidemiolo... environ_noro4...

New Tab SWAP 2007 Symposium



SWAP 2007 - The European Symposium on Waterborne Pathogens in Surface and Drinking Waters

Printer Friendly Version



About the symposium

- Context and aims of the Symposium
- Symposium venue
- Symposium secretariat
- Committees
- Invited speakers
- Language
- Program
- Contact
- Call for papers
- Registration
- Accommodation and travel
- Luxembourg
- Sponsors

The European Symposium on Waterborne Pathogens in Surface and Drinking Waters will be held in Luxembourg from 19 to 20 April 2007

This symposium will address the current and future research concerning waterborne pathogens. The main aim of the symposium is to bring together the different actors concerned by the microbiological quality of drinking and recreational waters: researchers, regulators, water resource and industry managers.

The program will include lecture and poster sessions covering outputs of recent researches or advances on regulation issues. Each of the seven thematic sessions will begin with an invited lecture given by prominent specialists.


We sincerely hope that the Scientific Program will allow each of you to take part in creative discussions while also enjoying our beautiful city, its people and its surroundings.

Important Deadlines


Submission of abstracts: March 1st 2007
Hotels: March 15th 2007
Registration: March 1st 2007

© 2006-2007 - CRP-Gabriel Lippmann

Organised by



Centre de Recherche Public
Gabriel Lippmann
www.lippmann.lu



MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR
ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
Administration de la Gestion de l'Eau
Administration de la Gestion de l'Eau
www.waasser.lu

<http://swap2007.lippmann.lu/> !!! avant 1^{er} mars !!!

Personnel impliqué dans l'analyse des risques microbiologiques

- Cyanobactériologie – Dr Raphaël WILLAME
- Virologie – Dr Sylvain SKRABER
Dr Christophe GANTZER (LCPME, Nancy)
- Parasitologie – Mr Karim HELMI
Dr Isabelle BERTRAND (LCPME, Nancy)
- Bactériologie – Mlle Laurence LEBLANC
- Ecologie – Dr Isabelle THYS
- Epidémiologie – Dr Joël MOSSONG (Laboratoire National de Santé)
- Régulation légale – Dr Jean-Paul LICKES (Ministère de l'Intérieur)
- Assistance technique – Mr Nicolas BONJEAN
Mme Delphine COLLARD
Mlle Julie MATHU