



La face cachée des microbes : Les enjeux des nouvelles approches

Pr Michael S. DuBow

INSTITUT DE GENETIQUE ET MICROBIOLOGIE

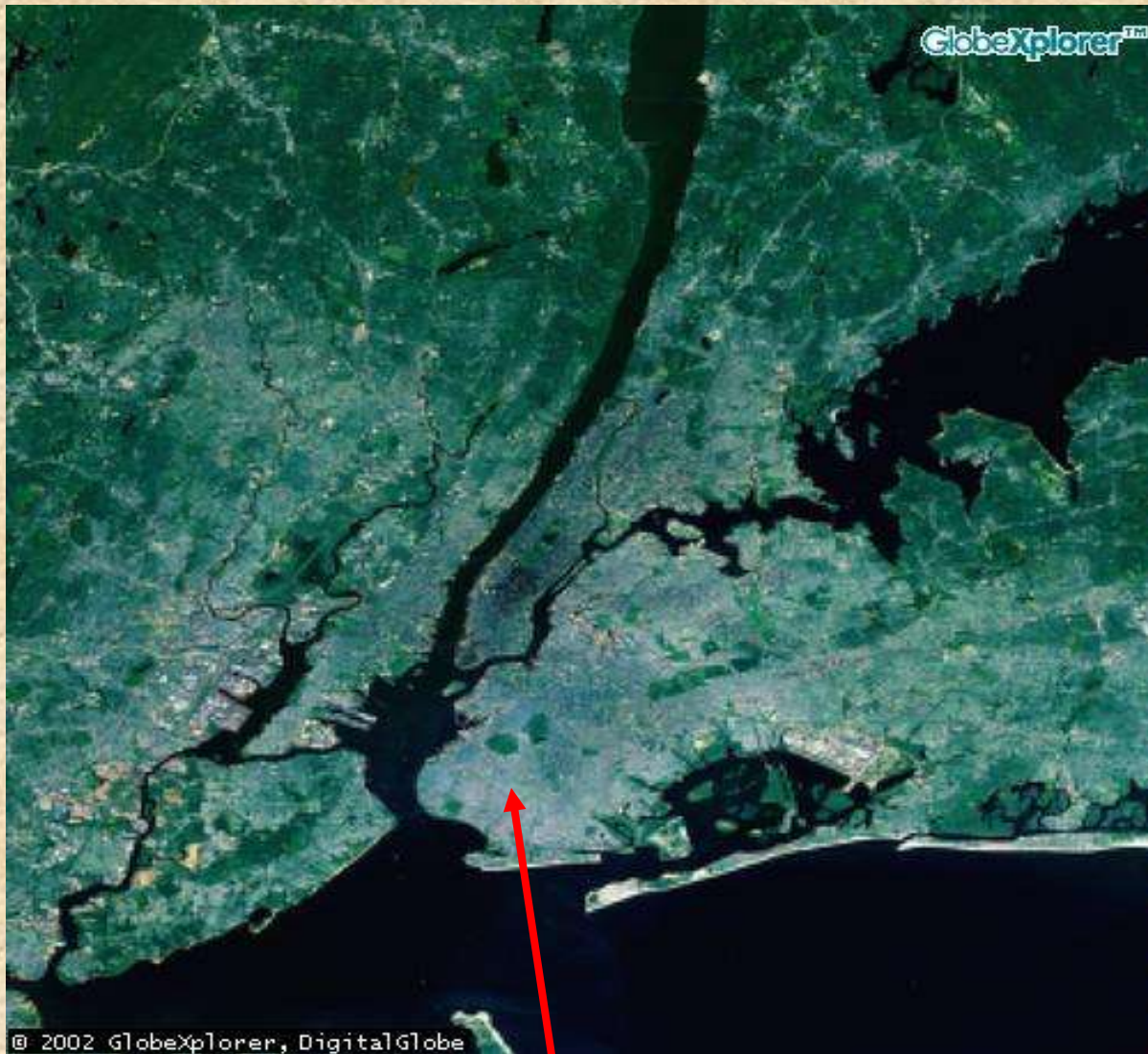
**Laboratoire de Génomique et Biodiversité Microbienne
des Biofilms**

Université Paris-Sud

Bâtiment 409; 91405 ORSAY

tel: 01 69 15 46 12

courriel: michael.dubow@igmors.u-psud.fr



Brooklyn, NYC

Acknowledgements:

Université Paris-Sud

Laboratoire de Génomique et Biodiversité Microbienne des Biofilms

Shu An

Julie Neveu

Jean-Baptiste Poitelon

Éric Prestel

Dr. Christophe Regeard

Micheline Terrier

Wang Yang

O. Martin et R. Mastrippolito - Physique (U. P-Sud); Modélisation.

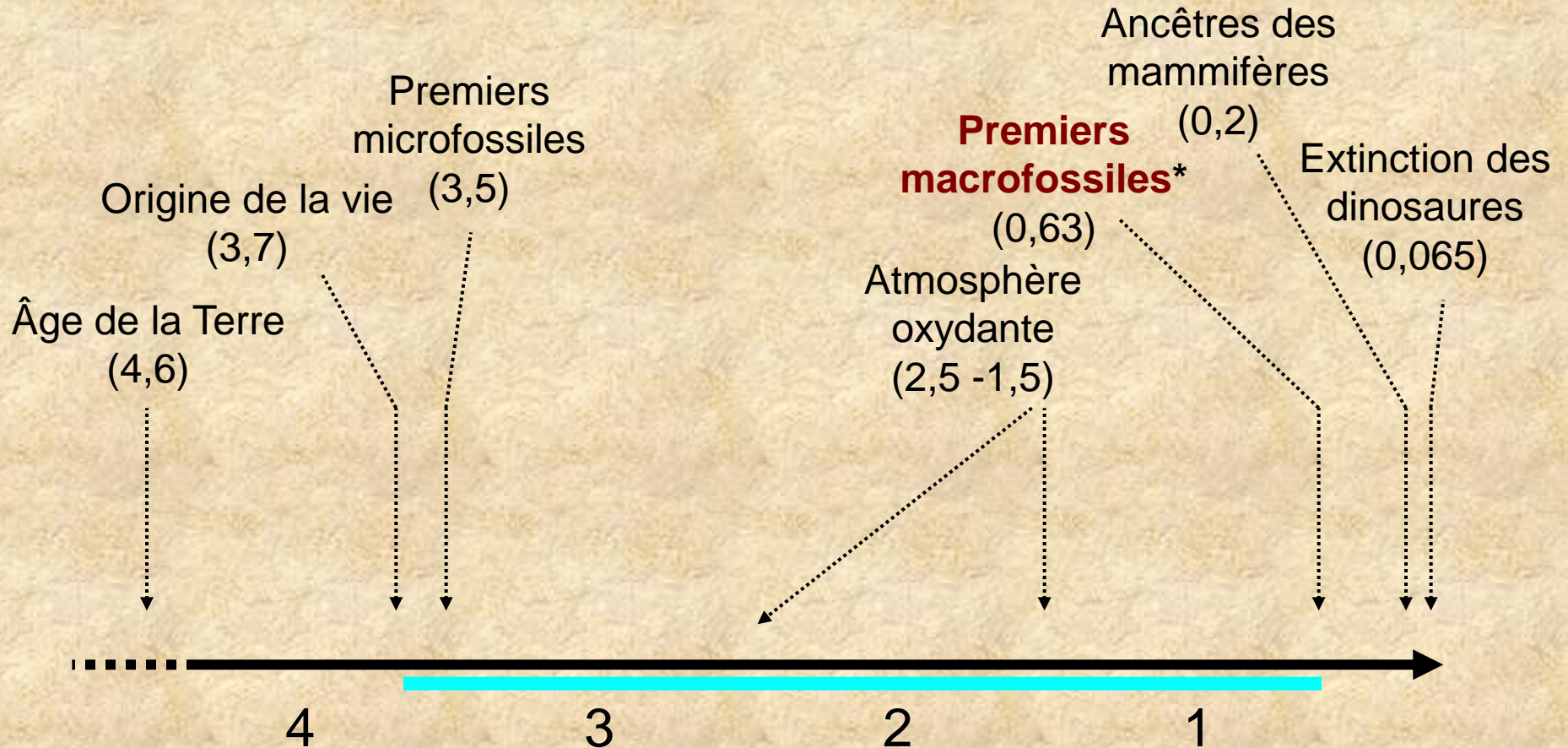
Dr. M Weinbauer *et al.* – Villefranche-S/Mer (ANR “AQUAPHAGE” 2008-2011)

Drs Thierry Heulin et Plil Oger (au début). Projet GEOMEX

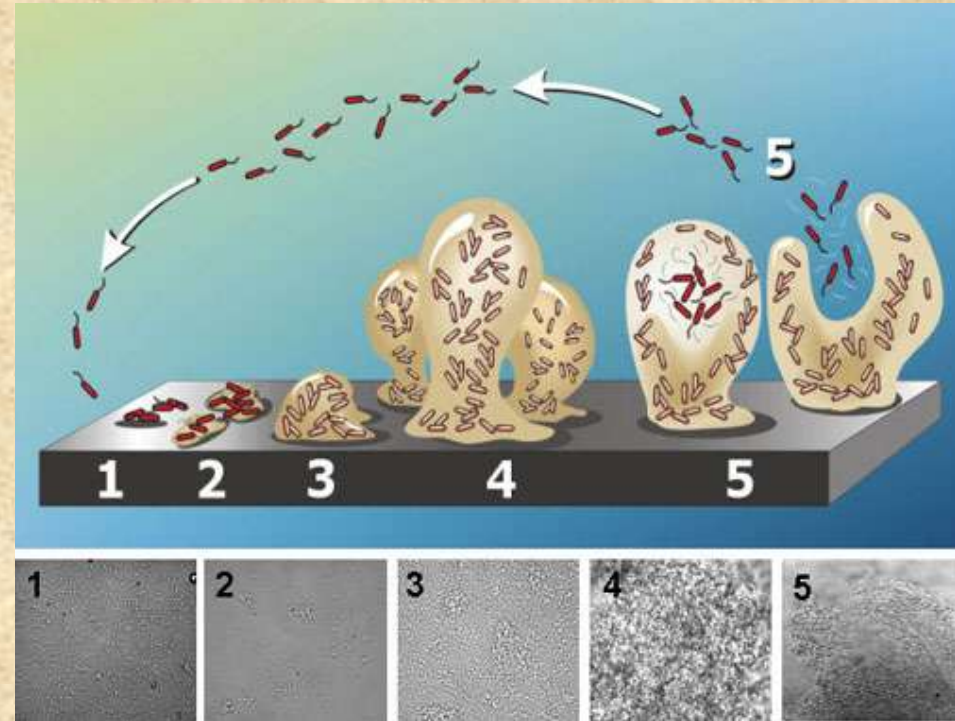
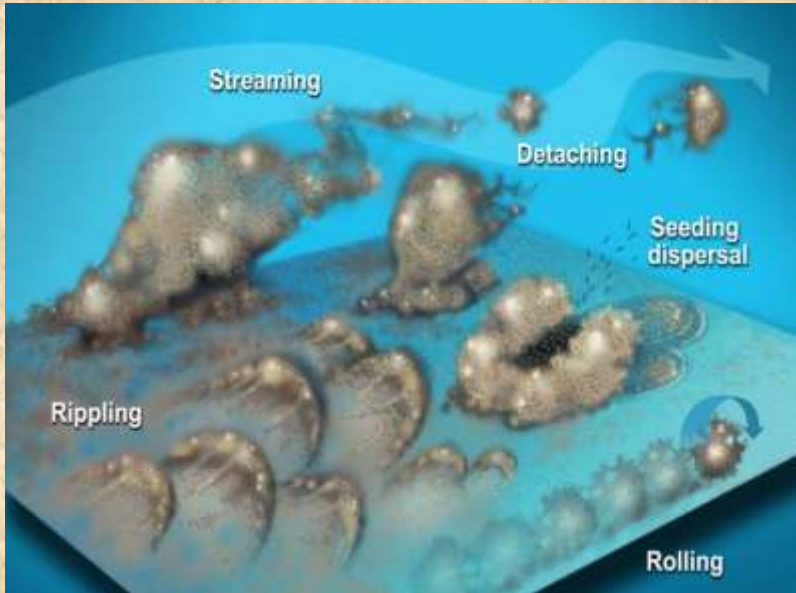
Financial Support:

CNRS; Eau de Paris; ANR

L'échelle des temps géologiques (Gyr : milliards d'années)



Bouleversement des connaissances : La vie en biofilms des bactéries

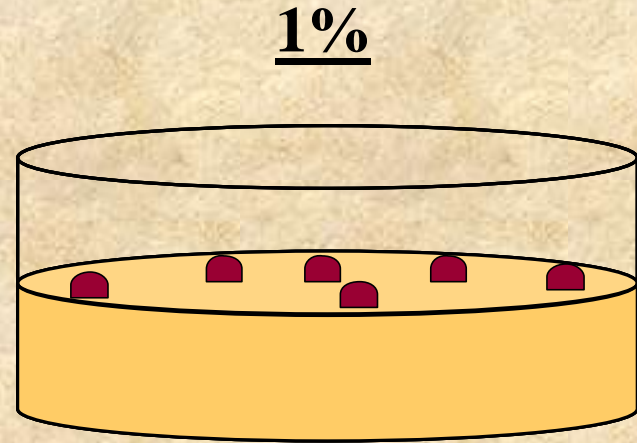
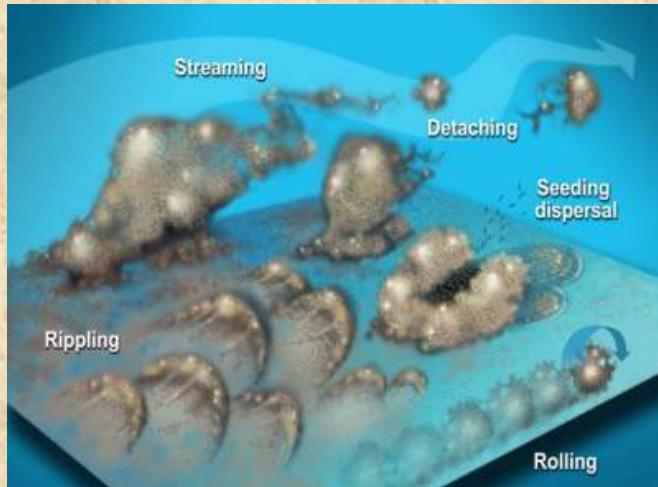


Etapes de formation d'un biofilm

1. La forte majorité de cette biomasse microbienne existe dans des *biofilms*.

Bouleversement des connaissances :

2. Les microorganismes cultivables représentent **moins de 1% à 5% de la biodiversité microbienne.**



100%

UNDERSTANDING OUR MICROBIAL PLANET

THE NEW SCIENCE OF METAGENOMICS



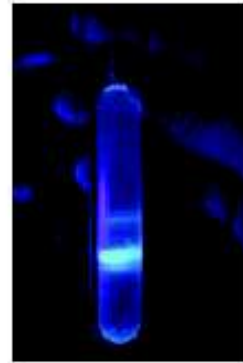
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING INSTITUTE OF MEDICINE NATIONAL RESEARCH COUNCIL

THE NATIONAL ACADEMIES
Advisors to the Nation on Science, Engineering, and Medicine

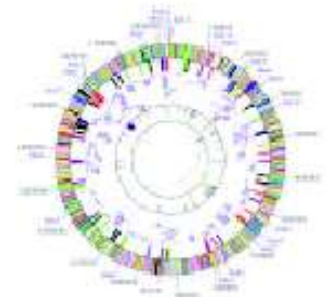
Genome : the complete genetic complement of an organism



clonal population



DNA



genome

Metagenome : the complete genetic complement of an environment



environmental sample

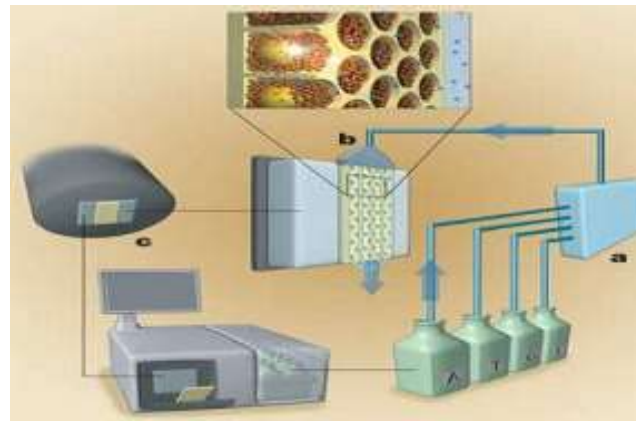
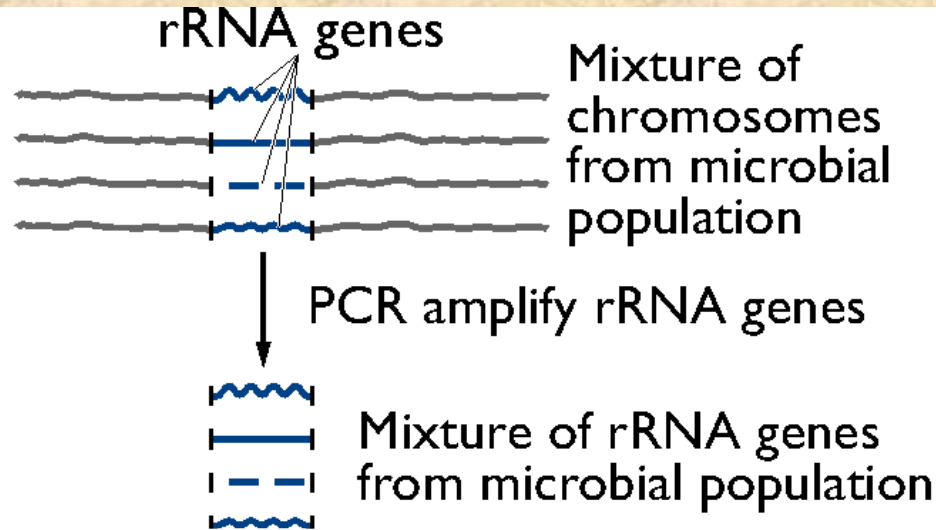


DNA



metagenome

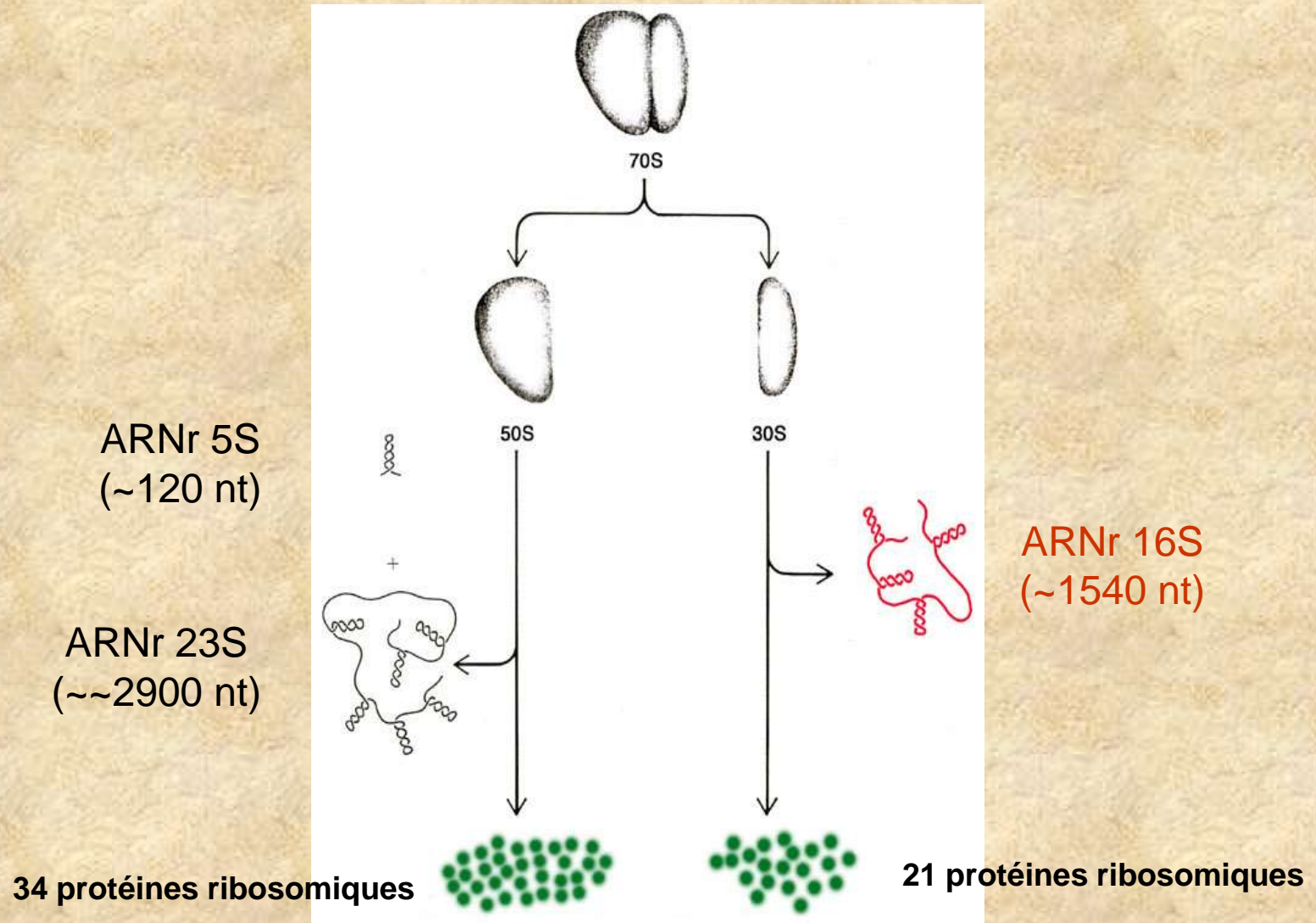
1^e question pour la métagénomique: Qui est où?



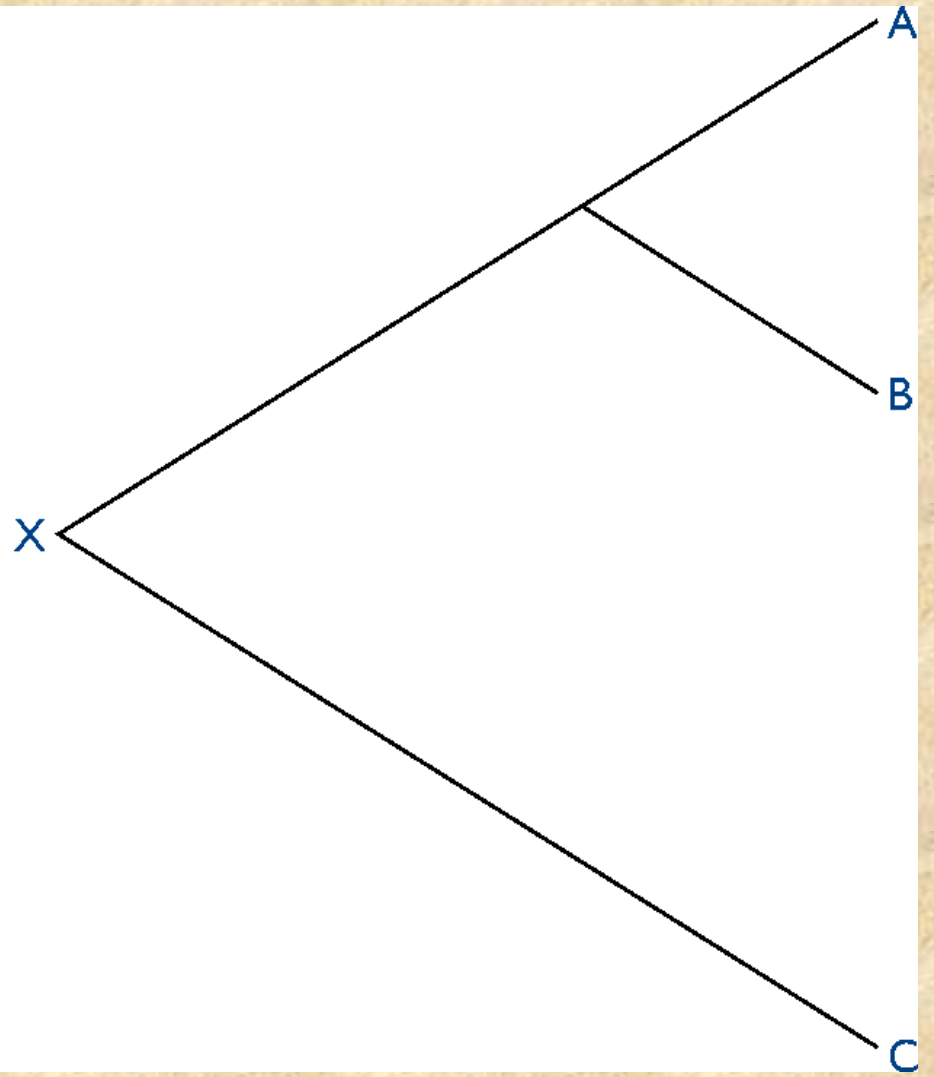
Obtain DNA sequence → compare each to rRNA gene sequences in databases

List of microbes present in site

Les ribosomes bactériens



A ATTACGCCTTAA
B ATTAGGCCATAA
C ATAATGCACAAT



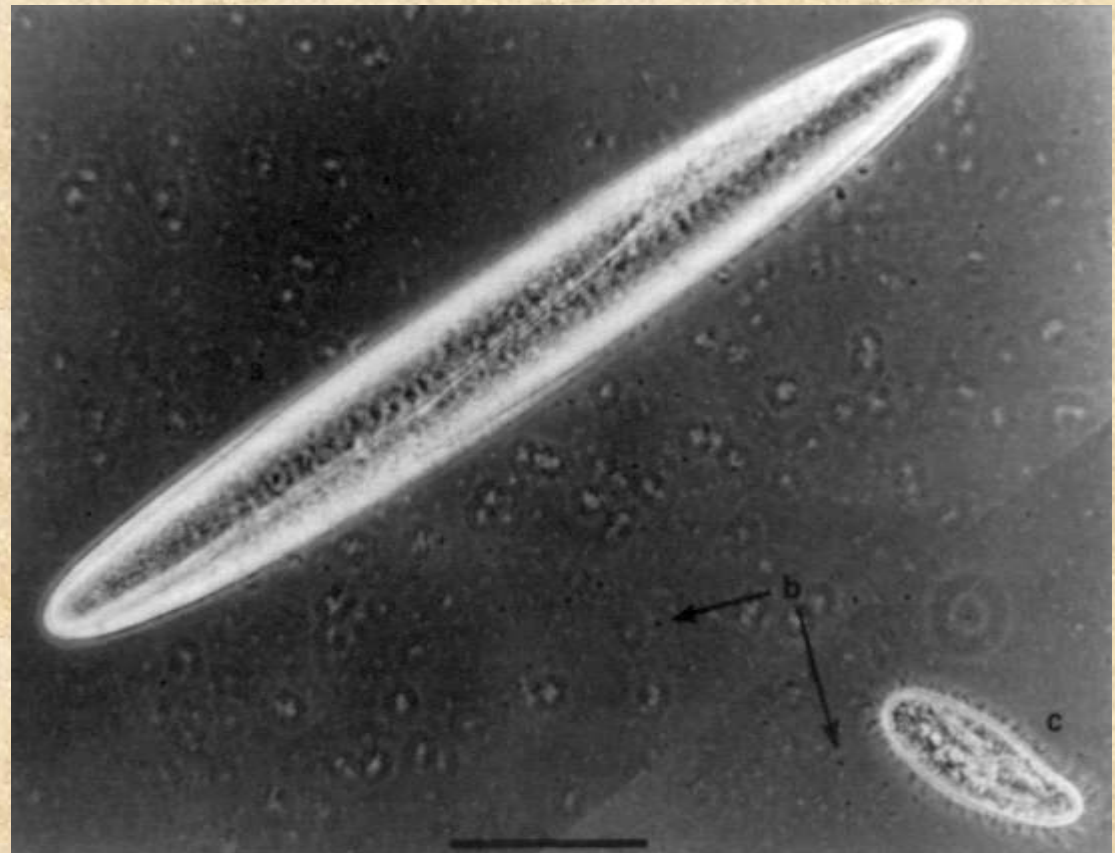
Surprises des tailles comparées d'organismes unicellulaires

A: *Epulopiscium fishelsonii*

B: *Escherichia coli*

C: *Paramecium tetraurelia*

Barre : 200 μm



MAIRIE DE PARIS 

une eau
écologique
économique
équilibrée

Boire
l'eau
de
Paris

EAU DE PARIS



Les limites du suivi sanitaire de l'eau potable

Analyse sur milieu de culture



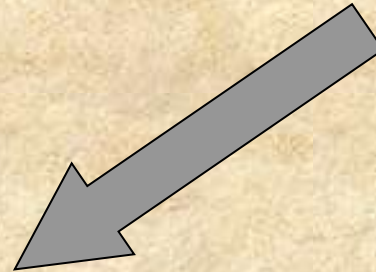
Microorganismes difficilement ou
non cultivables
(conditions de culture, stress)



Microorganismes non détectés par le suivi sanitaire

Germes indicateurs

Escherichia coli
Bactéries coliformes
Entérocoques...



Attentes industrielles

Eau produite et biofilms

- Différents matériaux
- Différentes produits
- Évolution spatiale et
- temporelle (saisons)

Biodiversité

ADNr 16S
ADNr 18S

Comparaisons et
dynamiques
des populations
microbiennes

MODELISATION ET
APPRECIATION DES
RISQUES!

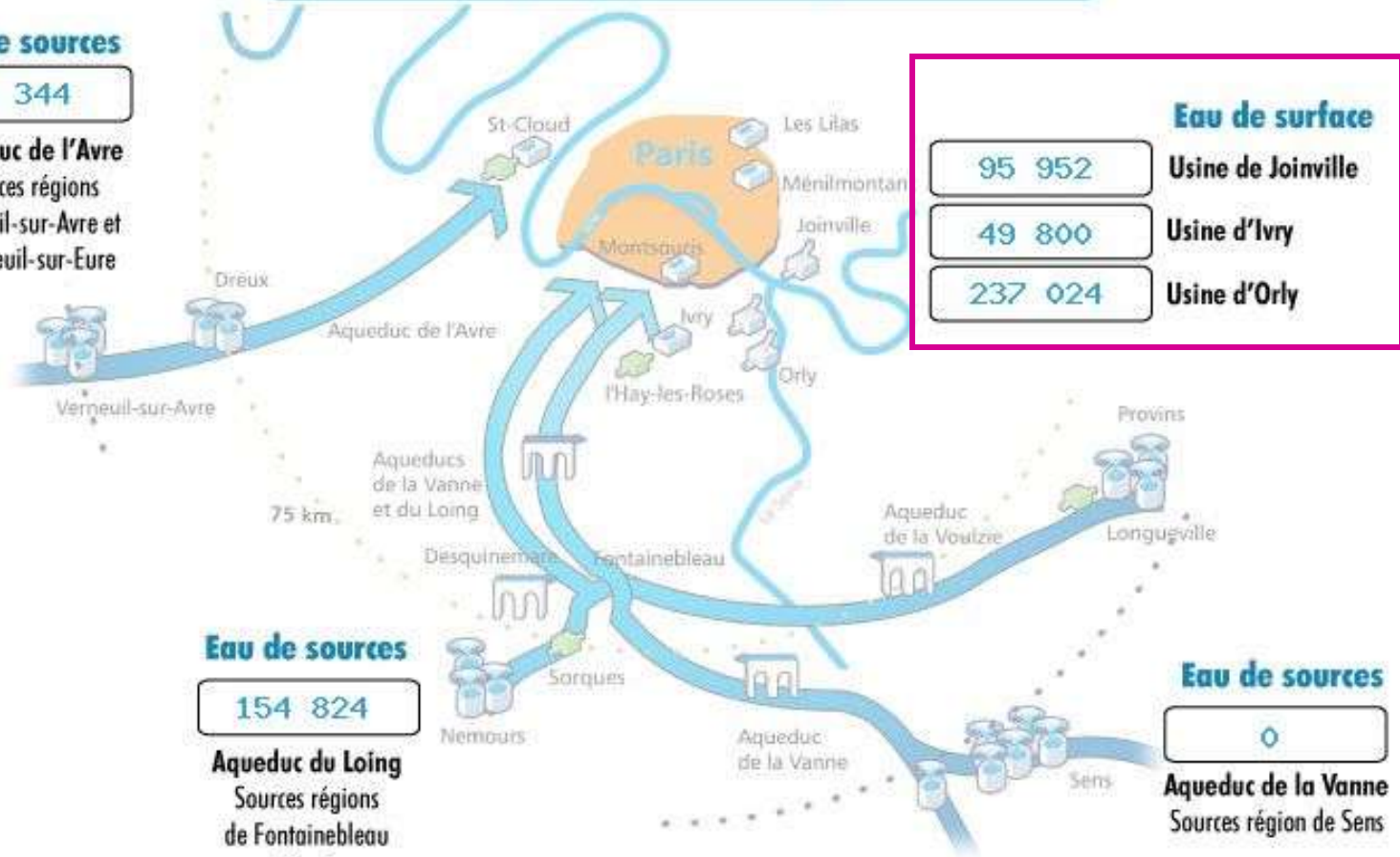


Production journalière d'eau potable en m³

Eau de sources

85 344

Aqueduc de l'Avre
Sources régions
Verneuil-sur-Avre et
Montreuil-sur-Eure



Eau de surface

95 952

Usine de Joinville

49 800

Usine d'Ivry

237 024

Usine d'Orly

Eau de sources

154 824

Aqueduc du Loing
Sources régions
de Fontainebleau
et Provins

Eau de sources

0

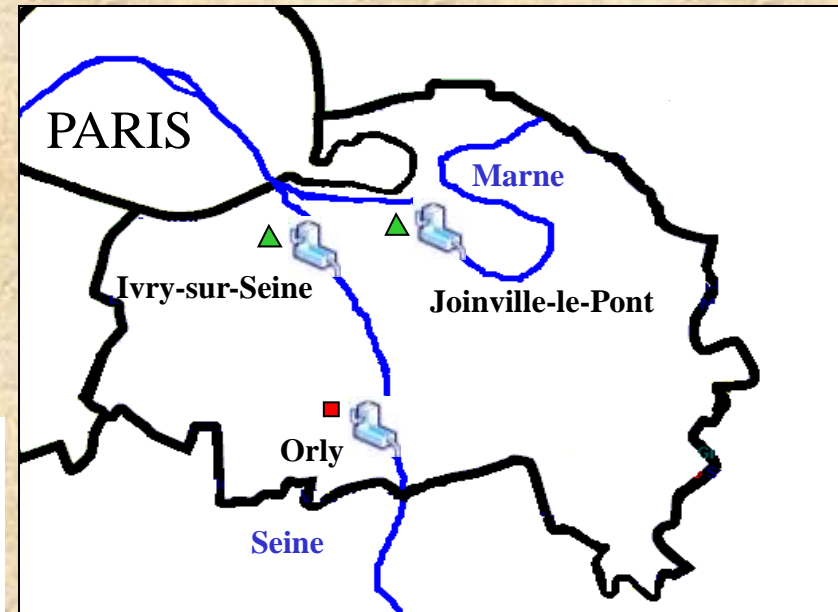
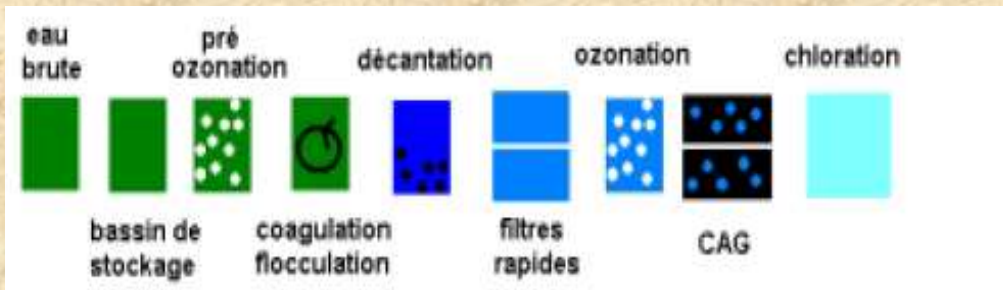
Aqueduc de la Vanne
Sources région de Sens

Les usines de traitement d'eau de surface parisiennes

Ivry-sur-Seine et Joinville-le-Pont



Orly



Objectifs



Diversité microbienne présente dans l'eau potable après traitement?

Les groupes microbiens présents?

Eucaryotes et bactéries?

Structure des communautés microbiennes?

Différences entre les usines de traitement?

Impact de la chloration en fin de traitement sur la diversité microbienne?

Groupes microbiens affectés?

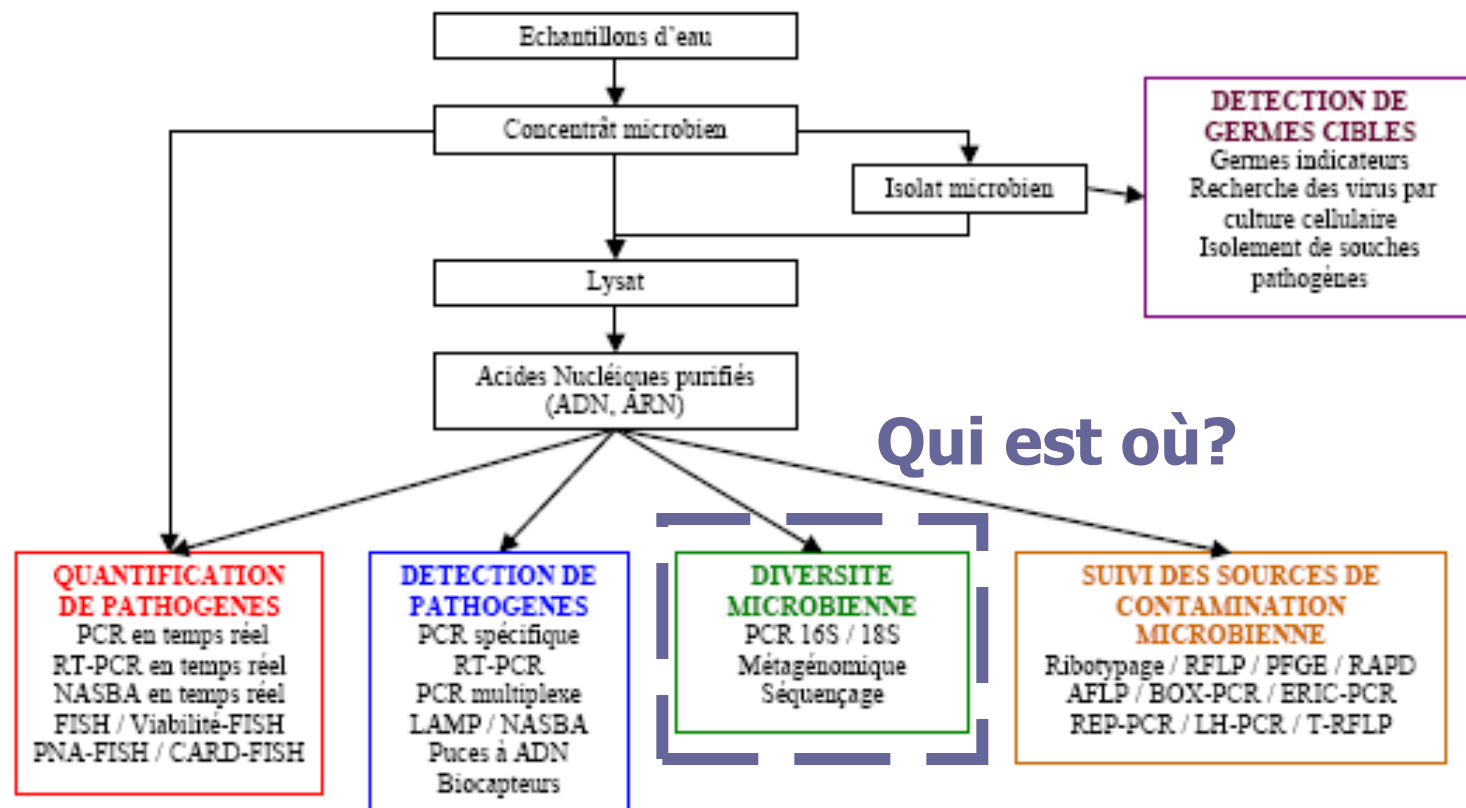
Variations après et avant chloration?

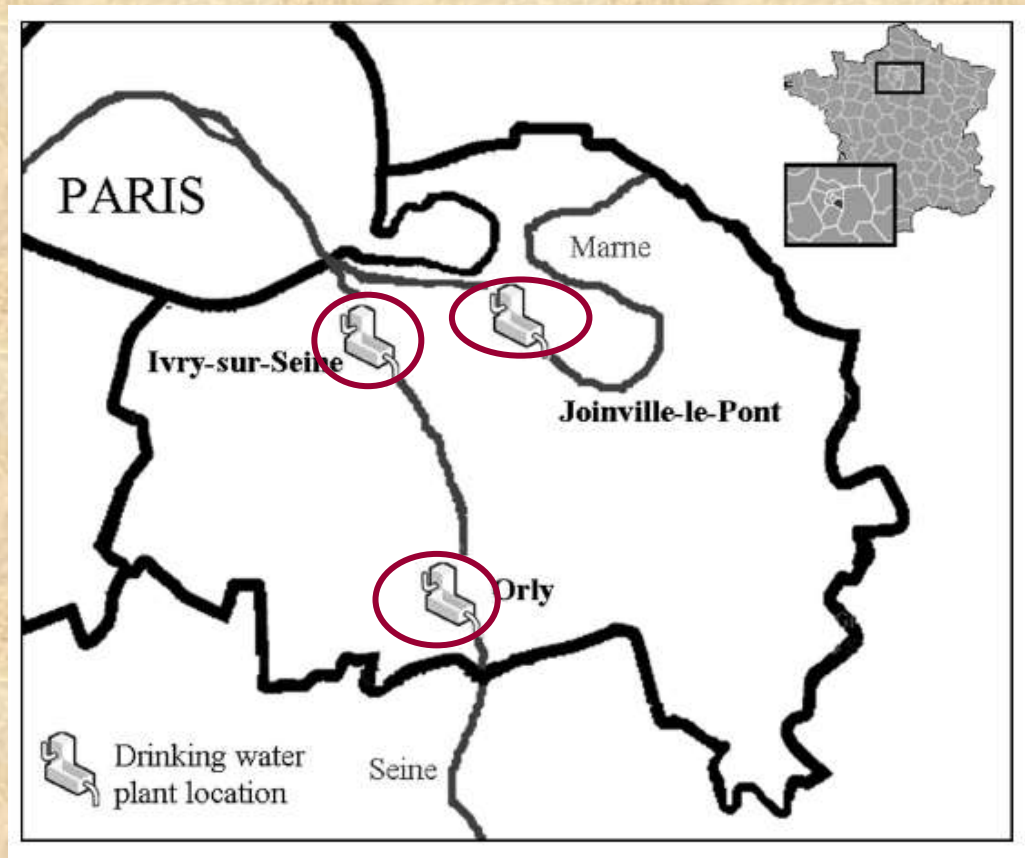
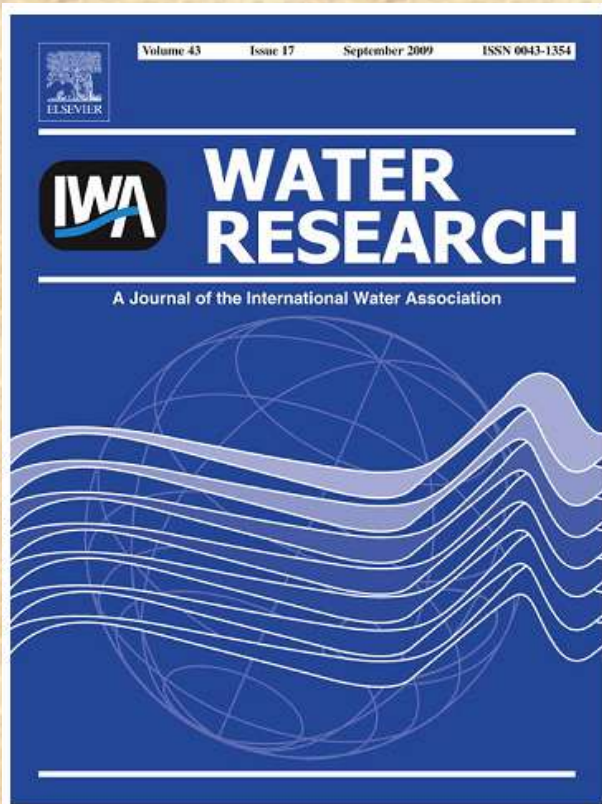




LE RÉSEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE : UN ÉCOSYSTÈME COMPLEXE LIÉ À DES ENJEUX DE SANTÉ PUBLIQUE

JEAN-BAPTISTE POITELON^{1,2}, MICHEL JOYEUX¹, BÉNÉDICTE WELTÉ¹, JEAN-PIERRE DUGUET,
MICHAEL SCOTT DUBOW²





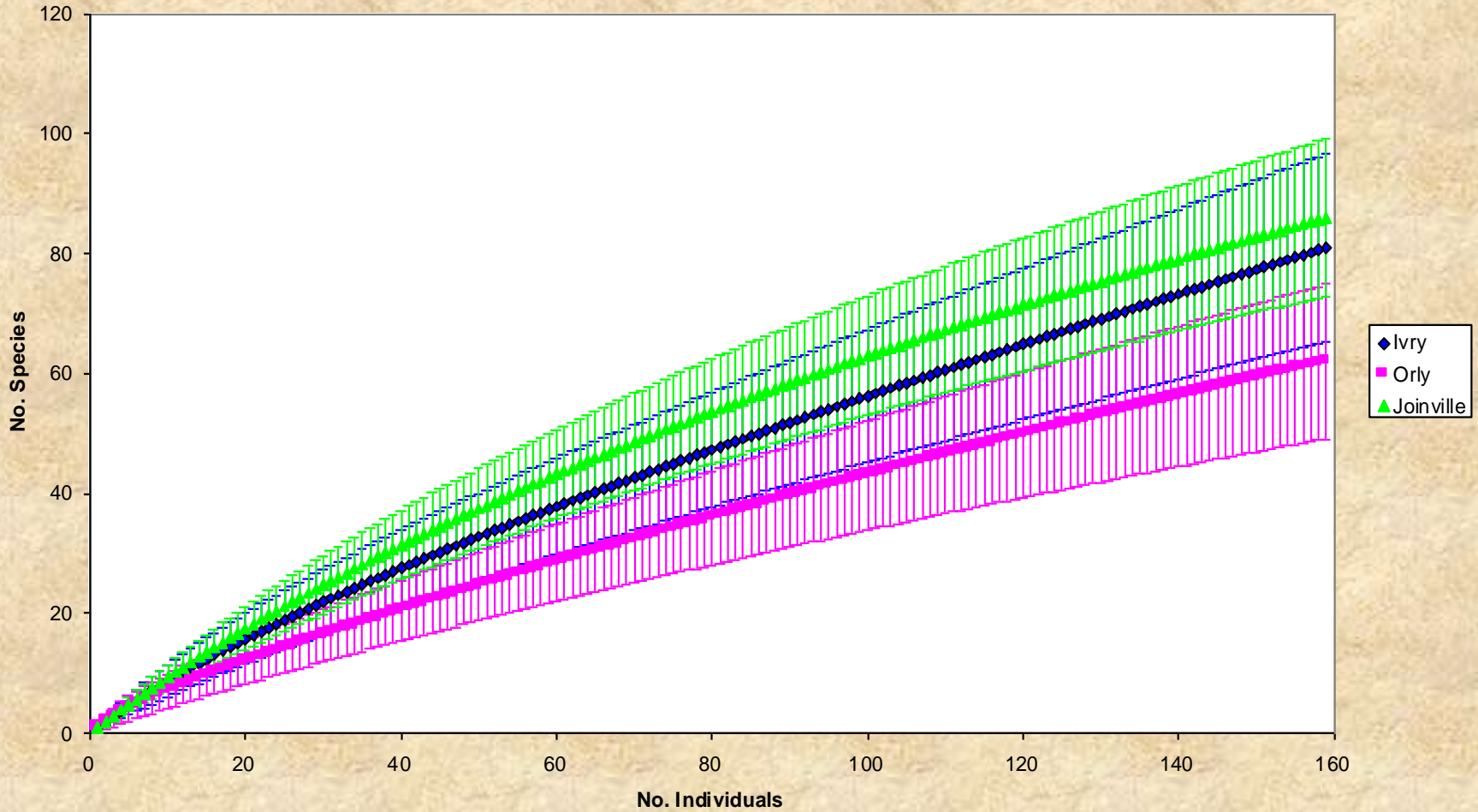
Assessment of phylogenetic diversity of bacterial microflora in drinking water using serial analysis of ribosomal sequence tags

Jean-Baptiste Poitelon^{a,b}, Michel Joyeux^a, Bénédicte Welté^a, Jean-Pierre Duguet^a, Eric Prestel^b, Olivier Lespinet^b, Michael S. DuBow^{b,*}

^aEAU DE PARIS, 9 rue Schoelcher, 75014 Paris, France

^bInstitut de Génétique et Microbiologie, Université Paris-Sud 11, CNRS UMR 8621, Bâtiment 409, 91405 Orsay, France

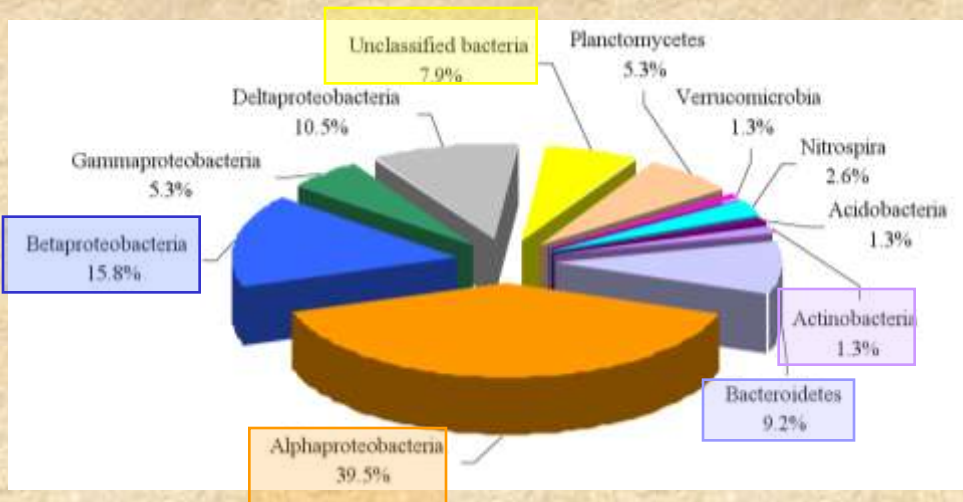
Rarefaction Curve Comparison



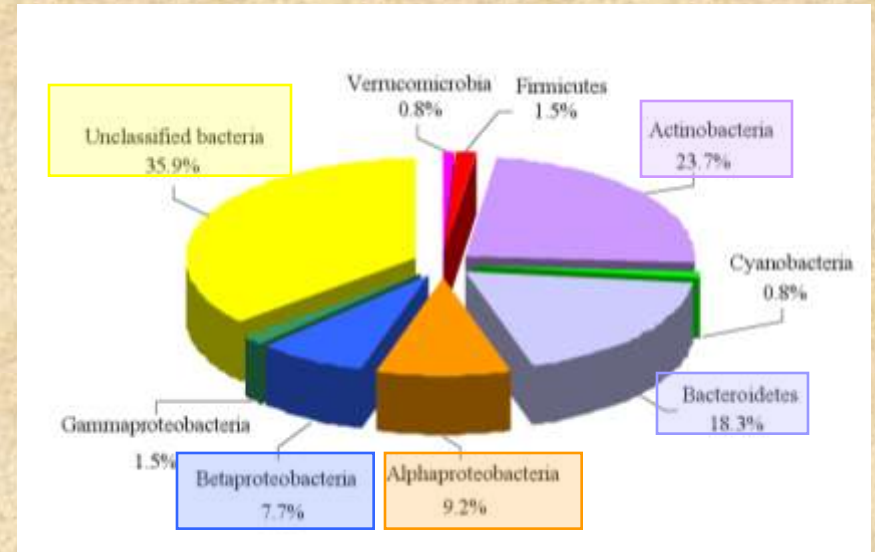
Samples	ChaoI (SD)*
Orly	187 (61)
Ivry	333 (138)
Joinville-le-Pont	173 (48)

Structure des communautés bactériennes : Après chlorination

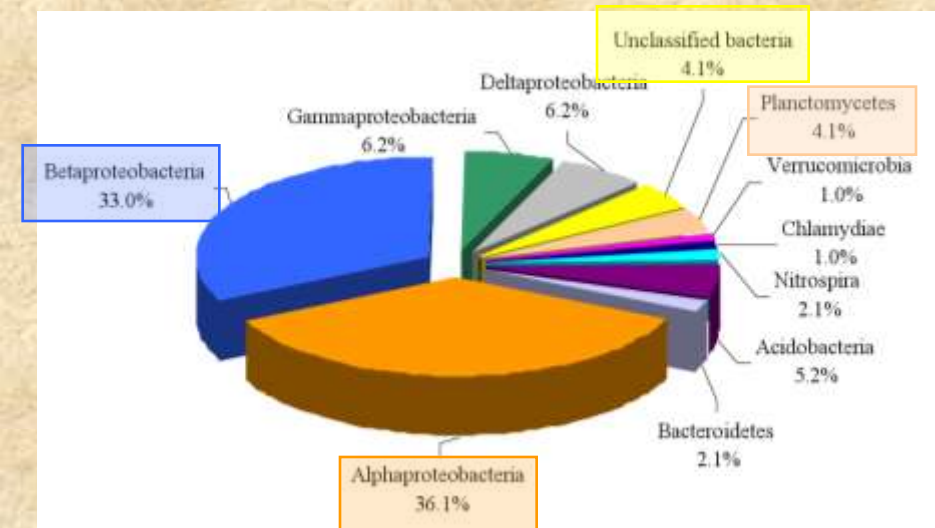
Eau sortie CAG Ivry-sur-Seine



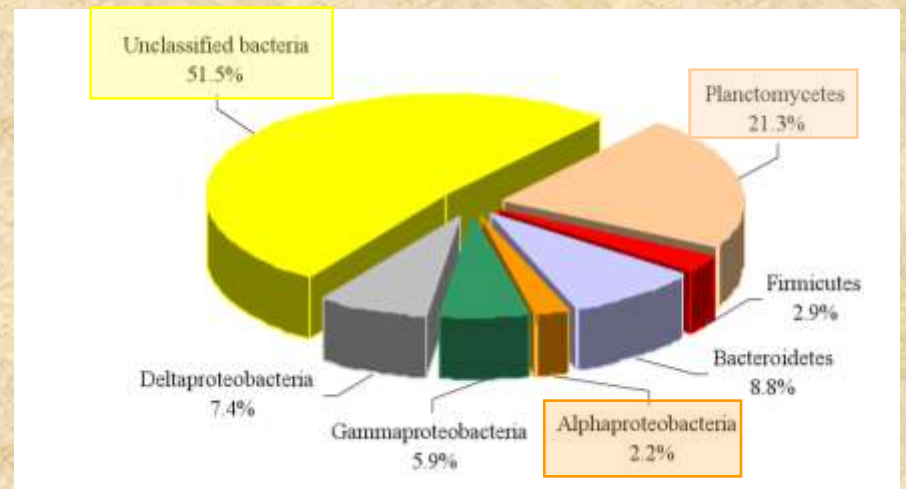
Eau produite Ivry-sur-Seine



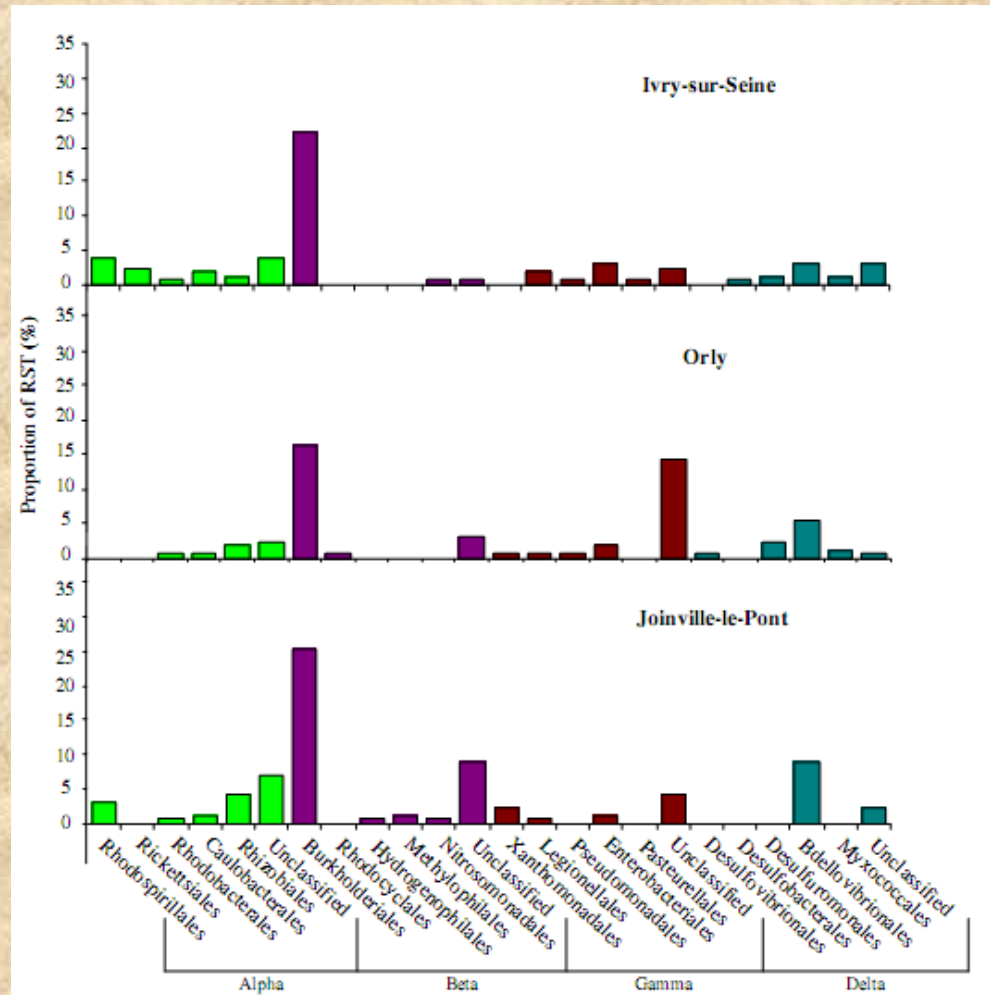
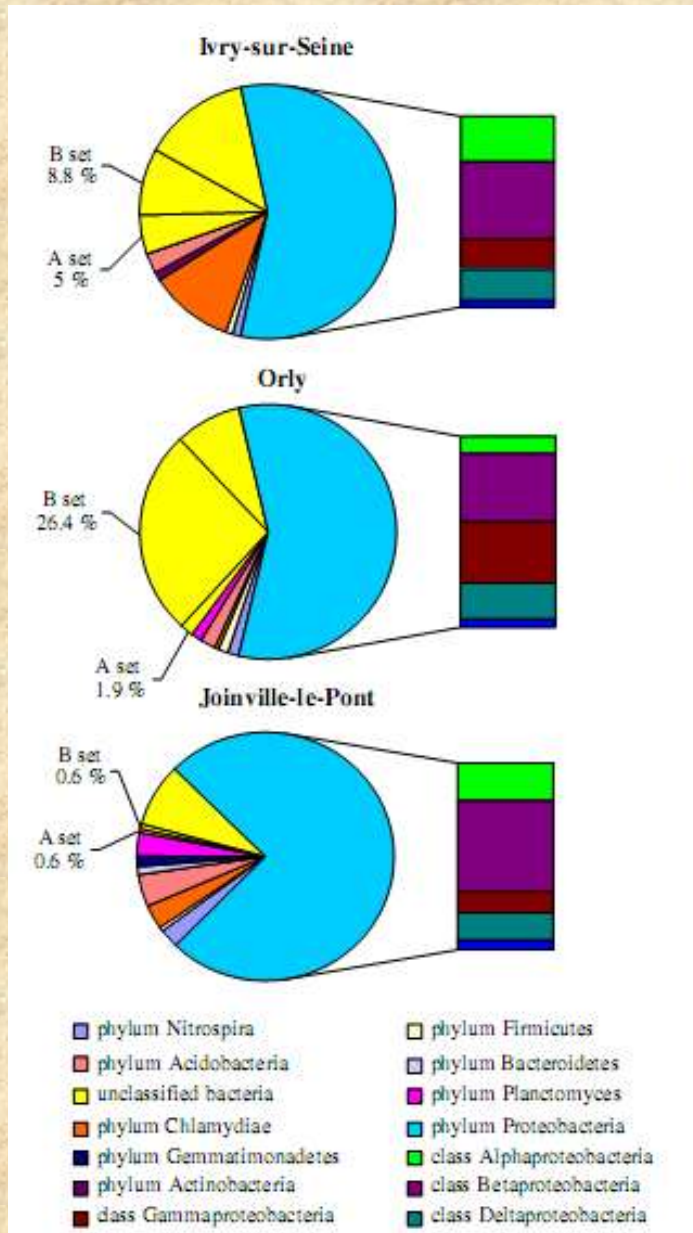
Eau sortie CAG Joinville-le-Pont



Eau produite Joinville-le-Pont



Populations bactériennes: Échantillonnage en hiver

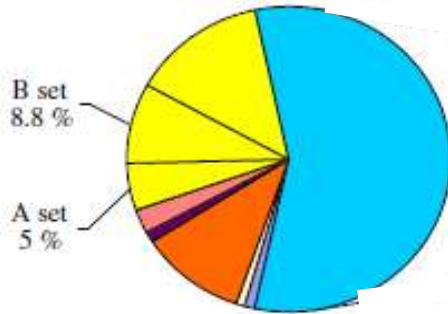


• **Diversité insoupçonnée des microflores bactériennes présentes en entrée de réseau de distribution d'eau potable .**

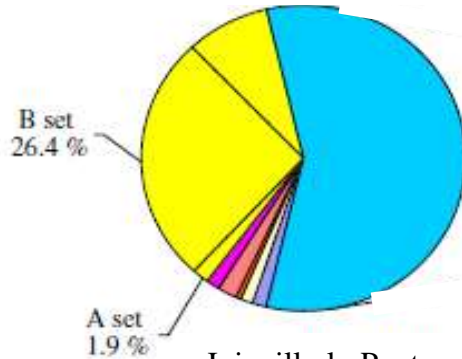
• **Les différences entre les sites échantillonnés suggèrent que des facteurs, comme la source d'eau traitée/les procédés de traitement ..., jouent un rôle dans la structure des communautés microbiennes.**

Analyses des séquences d'ADNr 16S non classées

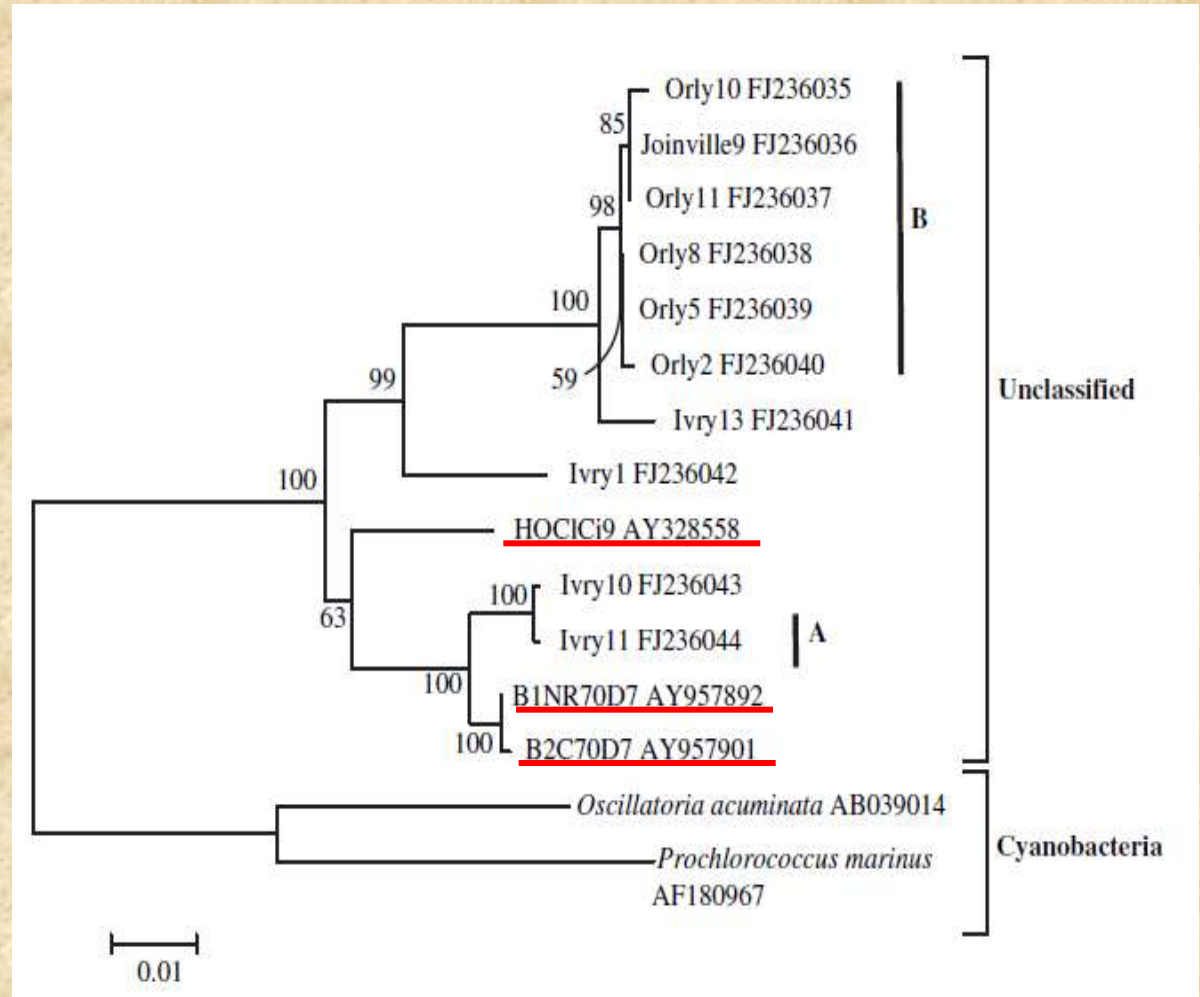
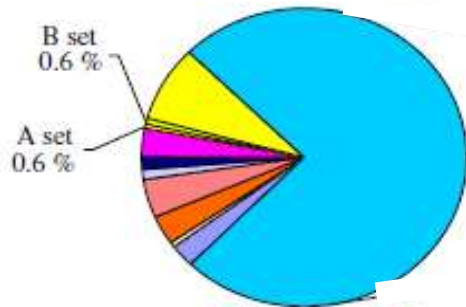
Ivry-sur-Seine



Orly

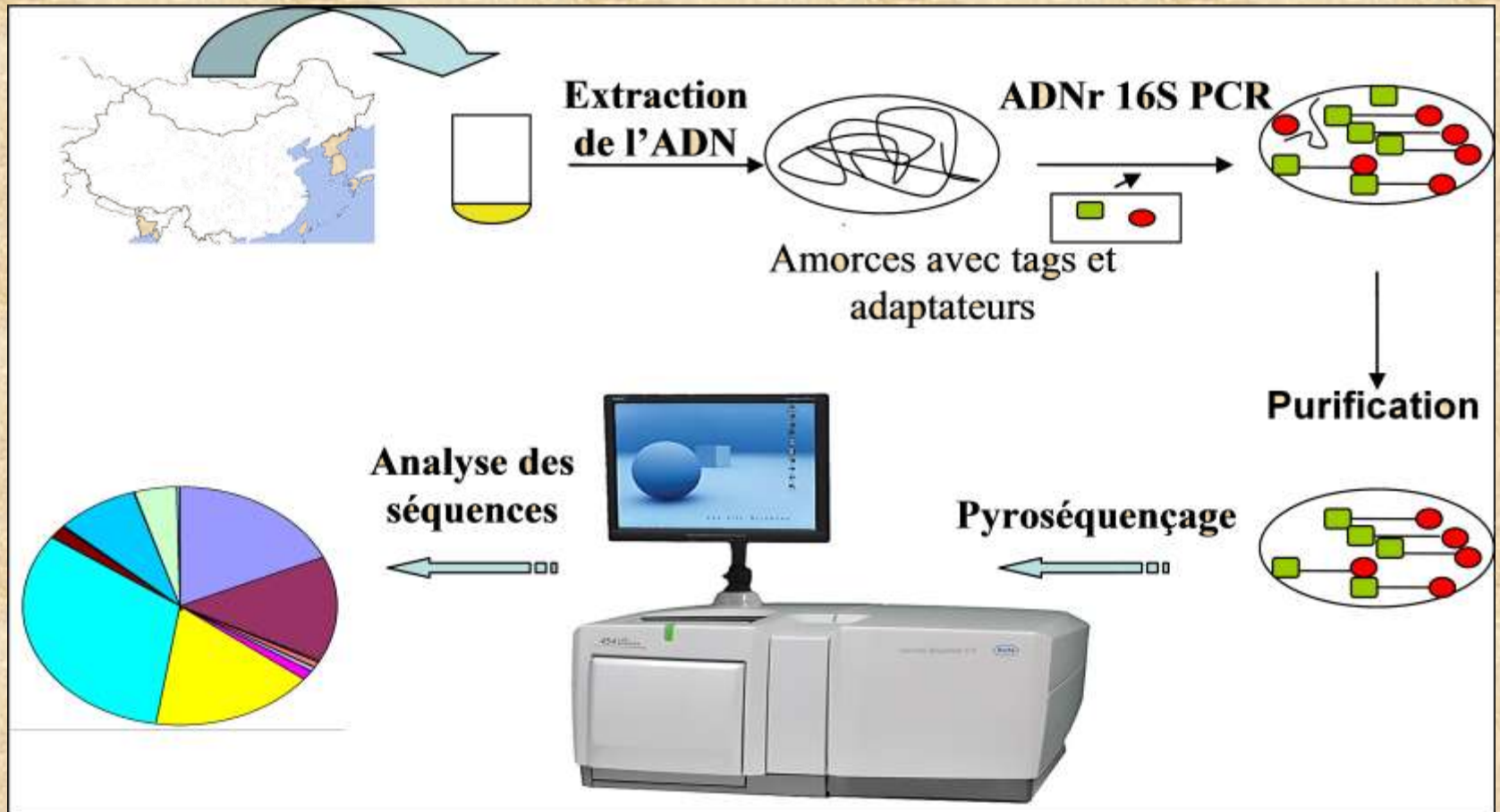


Joinville-le-Pont

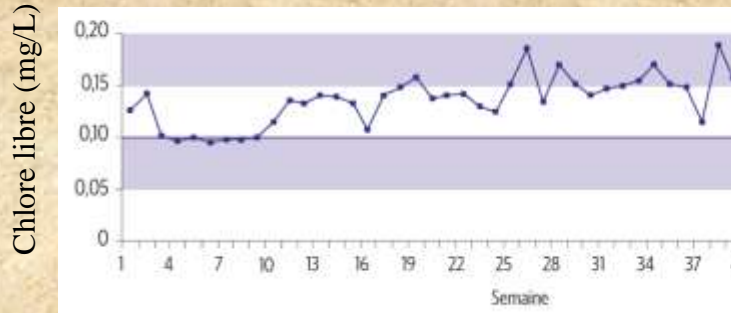


D'OU VIENNENT CES BACTÉRIES?

Analyse de l'ADNr 16S par le pyroséquençage



L'évolution de la qualité de l'eau potable : le réseau de distribution

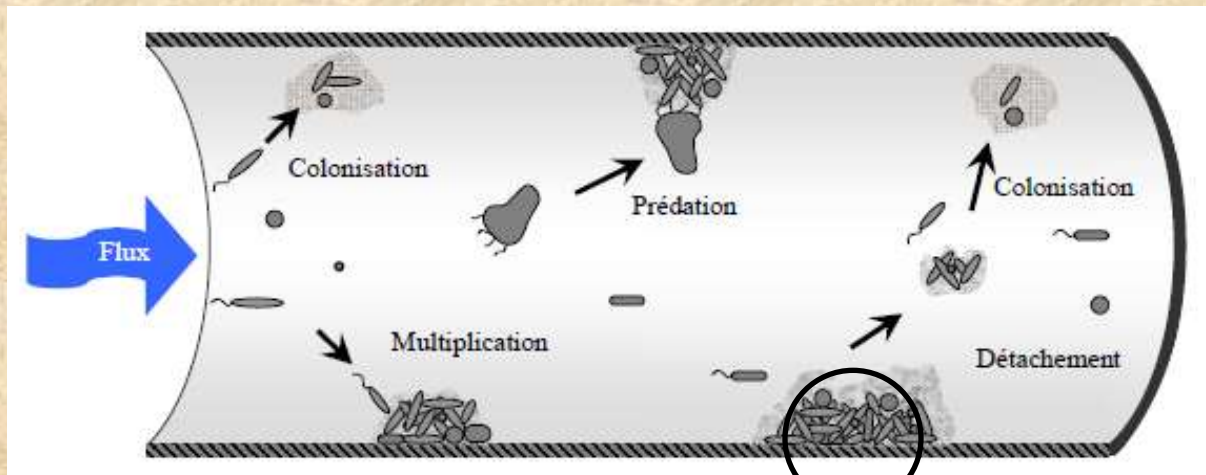


Facteurs abiotiques :

désinfectant, température, matières organiques et minérales, matériaux, conditions hydrodynamiques



Microorganismes
Matières organiques
Désinfectant



Mieux comprendre les risques:

1. Qui est où et quand?
2. Quels sont les influences sur les populations microbiennes?
3. Où sont les pathogènes et quand?
4. Attention: Même les bactéries mortes représentent des risques. Par exemple, leurs ADN peuvent transporter des gènes de pathogénicité (toxines, résistances aux antibiotiques,)

Toxines			
Toxines irritantes	Dermatotoxines	Neurotoxines	Hépatotoxines
Lipopolysaccharides	Aplysiatoxine ----- Lyngbyatoxine-a	Anatoxine-a ----- Homoanatoxine-a ----- Anatoxine-a(S) ----- Saxitoxine	Cylindropspermopsines ----- Nodularines ----- Microcystines
			Géosmine

Des questions et des perspectives



Étudier la viabilité de ces micro-organismes au sein de leurs environnements

Déterminer l'évolution des populations microbiennes dans les temps et dans l'espace

Analyser l'écologie microbienne et les relations entre les populations ET leurs environnements (physique + chimique)

Évaluer l'impact des traitements, des surfaces, de l'eau de source,

....

Des perspectives

Évoluer nos concepts de “lutte” ou de “combat”.

Comprendre les règles de l'écologie microbienne dans l'écosystème de l'eau potable et trouver des manières d'appriivoiser les micro-organismes!

Mieux vaut prévenir que guérir (ou traiter)!

**Merci de votre
attention!**

**Thank you for
your time!**