





Identification des situations à risque de contamination microbienne des eaux : intérêt des méthodes optiques

Marie-Florence Thomas

Ecole des Métiers de l'Environnement









Situation à risques

- Situation à risque : tout évènement indésirable caractérisé par la présence de microorganismes pathogènes:
 - pour un site précis,
 - pour une période de temps,
 - et pour des conditions environnementales et hydro-climatiques données.

 Eaux destinées à la potabilisation mais aussi eaux de baignade, eaux destinées à la pisciculture ou l'aquaculture, réutilisation des eaux, ...











Identifier les risques

- Une nécessité pour minimiser les impacts sur la santé publique
- Une eau répondant aux normes microbiologiques (eaux potables) peut contenir des micro-organismes pathogènes
- Jusqu'à 40 % des GEA seraient d'origine hydrique.









Les micro-organismes pathogènes (exemples)

- Certaines bactéries (Campylobacter)
- Virus (Norovirus)
- Protozoaires (Cryptosporidium, Giardia)









Sources de pollution ponctuelles













Sources de pollution ponctuelles



Sources de pollution diffuses







Fosse septique











Sources de pollution ponctuelles





Contamination d'origine humaine

Sources de pollution diffuses

















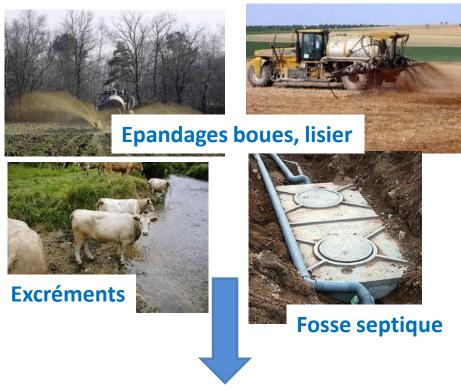
Sources de pollution ponctuelles





Contamination d'origine humaine

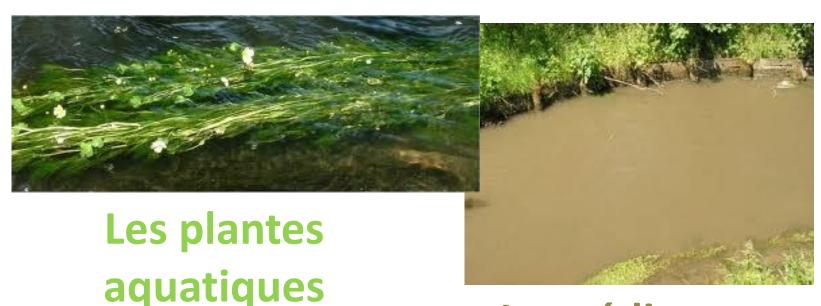
Sources de pollution diffuses



Contamination d'origine humaine et animale

Autres sources

➤ Colonisation des milieux aquatiques par des bactéries indicatrices de contamination fécale et de pathogènes (Bagdey et al, 2010)



Les sédiments

Autres sources

> Colonisation des milieux aquatiques



Mise en suspension des micro-organismes par temps de pluie.



Réservoirs de pathogènes



Importance des sédiments et de la végétation

aquatique en tant que « **réservoirs** » d'indicateurs de contaminations fécales et de bactéries pathogènes

Influence de la charge en carbone organique

Influence de la taille de particules sédimentaires



Conditions favorables à la survie des micro-organismes.



Adsorption, agglomération, ...
Mise en suspension, transport par temps de pluie lors de crues

Transport à travers les sols des fines particules colloïdales (exemple: argile) sur lesquels sont adsorbés des pathogènes



Les sols

> Influence de la nature du sol



Les facteurs favorisant la contamination microbienne

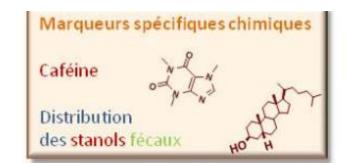


- Conditions hydro-climatiques : précipitations, température, salinité, ...
- Conditions hydrologiques : taille du bassin versant, fluctuations des débits, saisonnalité,...
- Qualité du cours d'eau : facteurs morphologiques et hydrologiques dont la qualité des sédiments, la présence de végétaux aquatiques,...

Les méthodes de détection d'une contamination microbienne

Méthode réglementaire (cultures)
Méthodes alternatives (PCR)





Le dépistage des sources de pollution microbienne

Marqueurs Humain Porcin Bovin



Marqueurs spécifiques bactériens

Bacteroidales: HF183, Pig-2-Bac, Rum-2-Bac Lactobacillus Amylovorus Bifidobacterium adolescentis









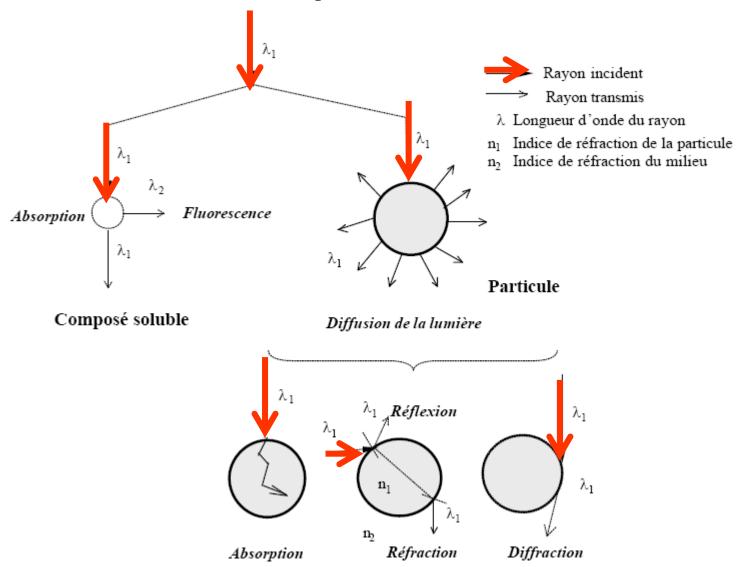




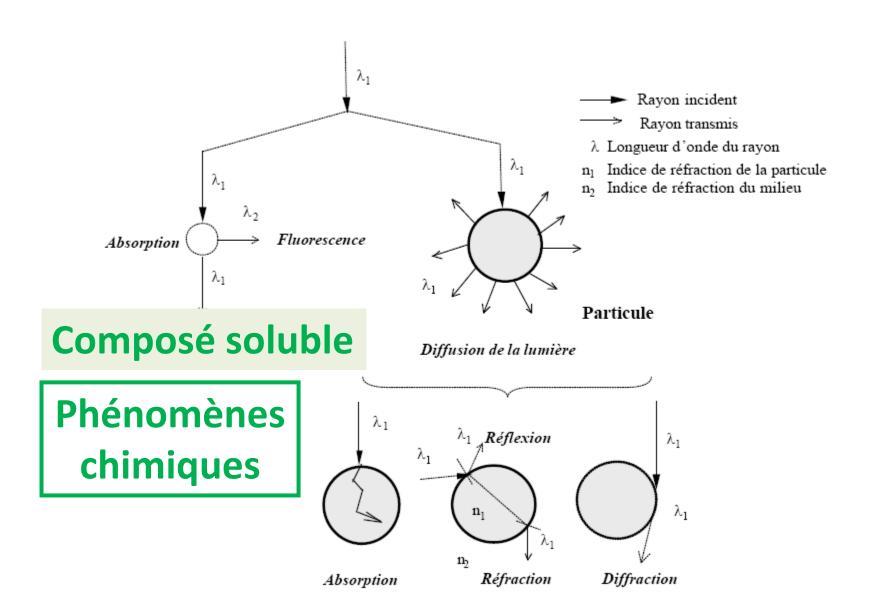
Les méthodes optiques

- 1. Quel est le principe?
- 2. Quelles méthodes?
- 3. Pour quelle information?

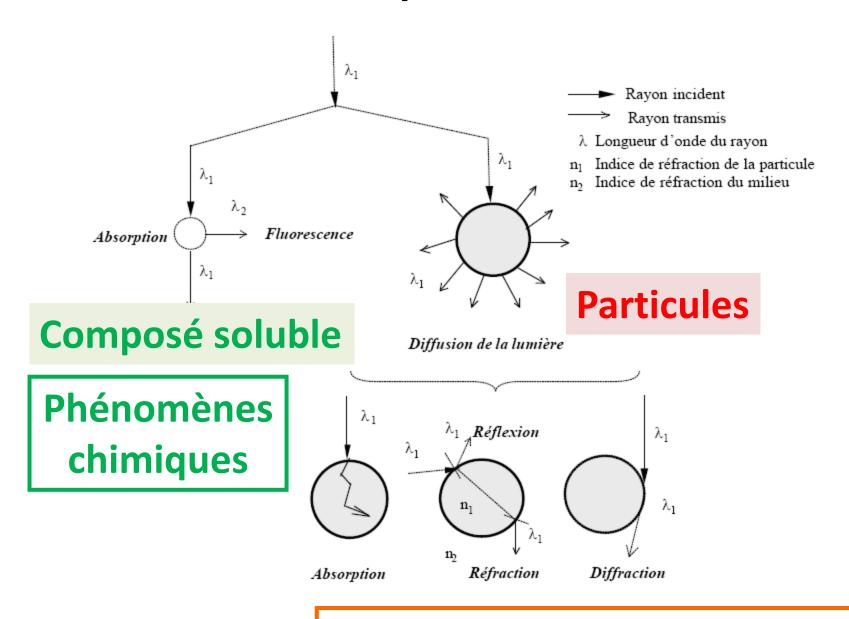
1. Principe des méthodes optiques Interaction rayonnement - matière



Interaction rayonnement - matière

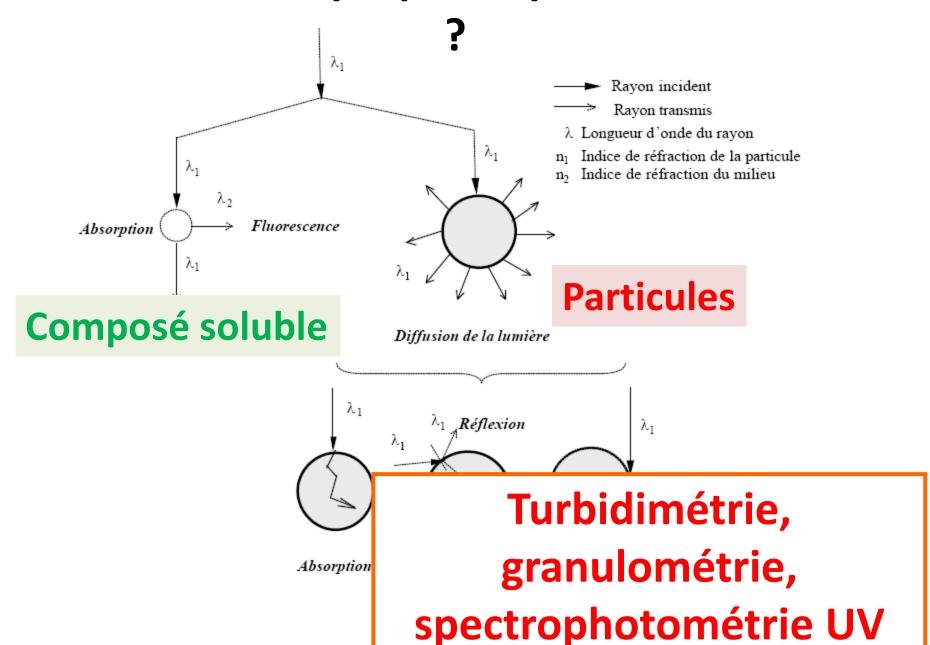


Interaction rayonnement - matière

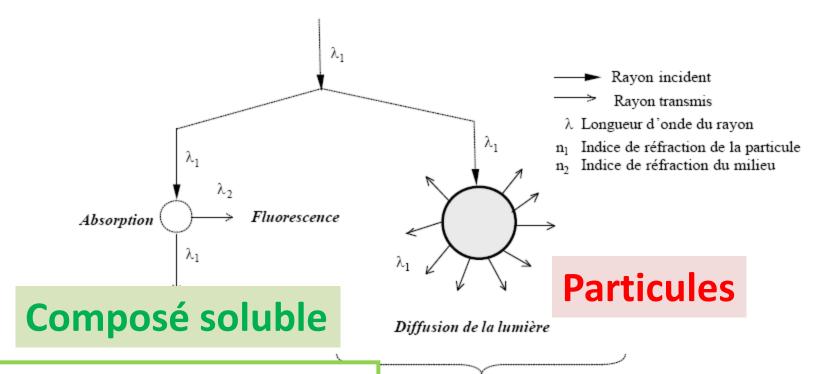


Phénomènes physiques

2. Méthodes optiques : quelles méthodes



Méthodes optiques : quelles méthodes ?



Spectro. UV Fluorométrie, IR, ...





Absorption

Turbidimétrie, granulométrie, spectrophotométrie UV









3. Méthodes optiques : quelles informations?

Composés solubles (matières organiques)

Particules: concentration, taille, nature





Intérêt de la turbidité

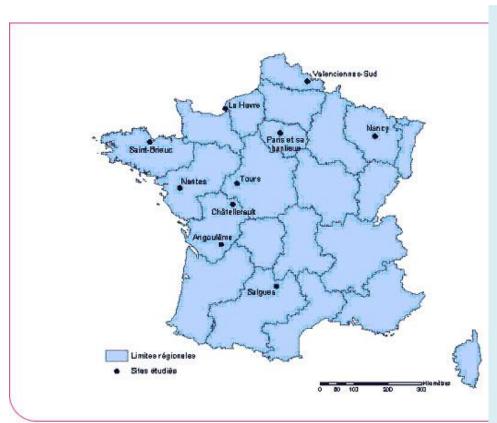
- Fait l'objet d'une norme de qualité pour les eaux potables (mais pas les ressources)
- Facile à mettre en œuvre, notamment en ligne
- Information sur la « concentration en particules »
- Reconnue comme l'indicateur privilégié de pollution de la ressource par des ruissellements (Lacour et al., 2009)



Et

Et le risque de contamination microbienne?

Etude Turbidité et gastro-entérites (INVS) - Avril 2012



Paramètres suivis

- Turbidité (eau traitée)
- Concentration en désinfectant,
- Mesures bactériologiques,
- Débit de la source ou de la rivière, Débit distribué,
- Comptage des interventions sur réseau pour réparation de fuite.

http://www.invs.sante.fr/Dossiers-thematiques/Environnement-et-sante/Eau-et-sante/Le-programme-eau-et-sante/Etude-turbidite-et-gastro-enterites

Rencontres

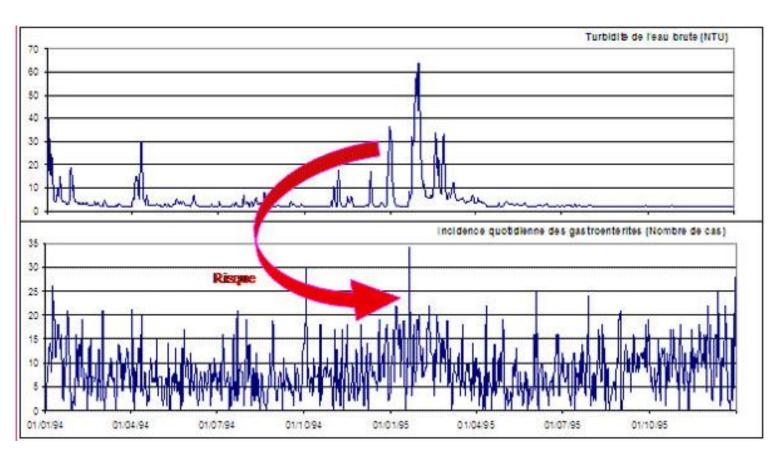








Recherche de corrélations entre les épisodes de turbidité de l'eau et la survenue des cas de gastro-entérites



Turbidité

Survenue de GEA

http://www.invs.sante.fr/Dossiers-thematiques/Environnement-et-sante/Eau-et-sante/Le-programme-eau-et-sante/Etude-turbidite-et-gastro-enterites

Turbidité et contamination microbienne Conclusion de l'étude

- Relation établie entre la turbidité de l'eau produite et la survenue de GEA dans la majorité des sites étudiés
- Mais les conditions dans lesquelles l'indicateur répond ne sont pas clairement identifiées.
- Au Havre, il a été nécessaire séparer les conditions de traitement (décantation ou pas) pour identifier le risque.
- A Nantes, la relation change en fonction des conditions hydrologiques.
- A Angoulême, la turbidité de l'eau brute est associée au risque mais on n'a pas trouvé d'association avec la turbidité de l'eau traitée.

Apport d'une approche basée sur la distribution granulométrique

	Résultats	
Goldscheider et al (2010) Pronk et al (2007)	Deux types de réponses turbidimétriques selon les conditions hydrauliques (et pluviométriques)	Bonne corrélation entre turbidité (très fines particules: $0.9-1.5 \mu m$) et E. coli ($R^2 = 0.93$).
Brookes et al. (2005)	Les kystes de Cryptosporidium spp associés à la présence de particules en suspension de l'ordre de 20 microns.	Clostridium perfringens étaient liés à des particules de diamètres voisins de 50 microns.
Bekhit et al. (2009)	Rôle des colloïdes sur la mobilité des microorganismes et des micropolluants dans les eaux souterraines	Modèle de description des différentes réactions interphasiques en relation avec des propriétés de surface et de caractéristiques hydrodynamiques des milieux

Méthodes granulométriques Conclusion des études

- Peu d'études, essentiellement sur des eaux souterraines d'origine karstique
- Approche intéressante : rôle des particules colloïdales dans le transport des micro-organismes pathogènes

Mais:

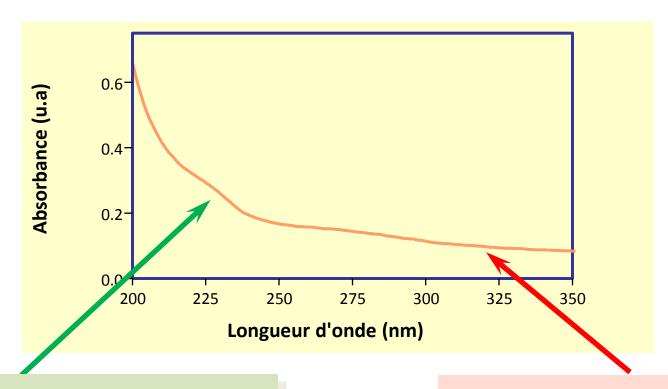
Insuffisante car seule la composante physique (taille et nombre de particules) est prise en compte.

La composante chimique (matières organiques) doit être intégrée pour mieux comprendre les mécanismes de transfert entre phases.



Intérêt de la spectrophotométrie UV





Réponse chimique

due à l'absorption chimique

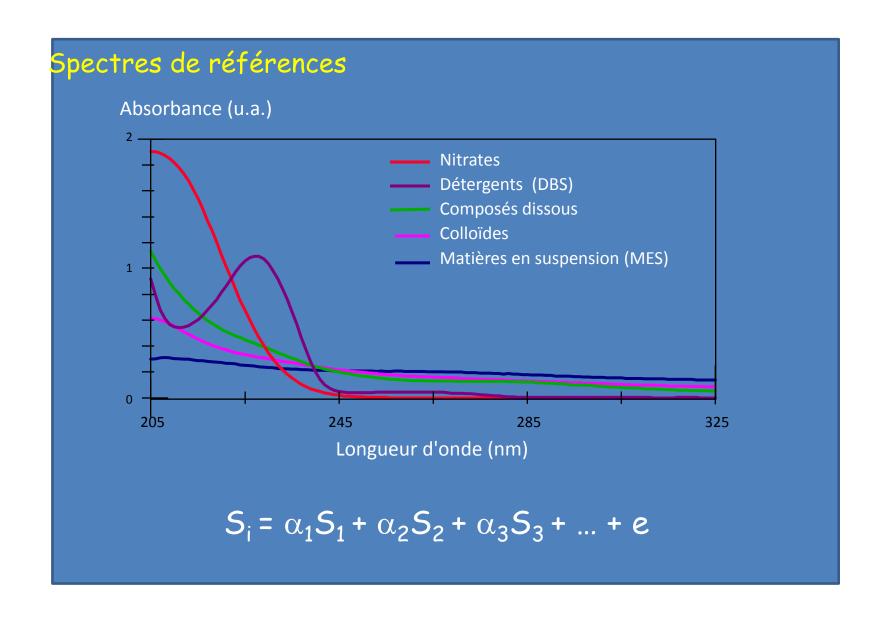
Réponse physique

due à la diffusion de la lumière ou absorption « physique »



Différentes méthodes d'exploitation qualitatives et quantitatives

Méthode de déconvolution



Etude du transfert entre fractions

Matières en suspension (> 1 μ m)



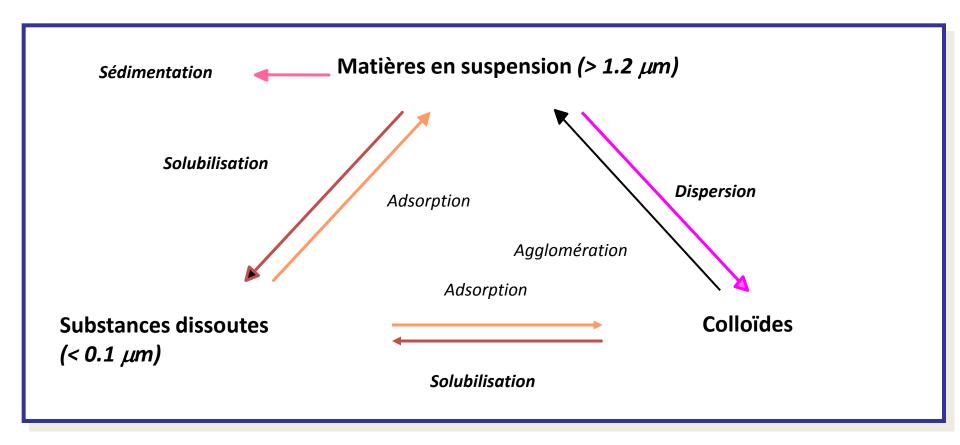
Matières supracolloïdales

Matières décantables (> 100 μm)

Substances dissoutes (< 0.1 μm)

Colloïdes

Etude du transfert entre fractions





Etudier le transfert des polluants entre phases







- Méthode qui a fait ses preuves pour la quantification du carbone organique, des nitrates, etc
- Très utilisée pour les eaux usées
- Travaux en cours sur la caractérisation de la nature et l'origine de la matière organique (typologie)
- Systèmes existants, utilisés en ligne, réponse rapide



Intérêt de la spectrophotométrie UV



- Méthode qui permet d'expliciter la turbidité
 - Distribution granulométrique prise en compte (colloïdes, MES, Matières décantables)
 - Nature de la matière organique (carbone organique)
 - Estimation des concentrations (MES, COT)
- Etude des transferts













Contact marieflorencethomas@ecole-eme.com

Merci pour votre attention!