

Les concentrations de fond géochimique

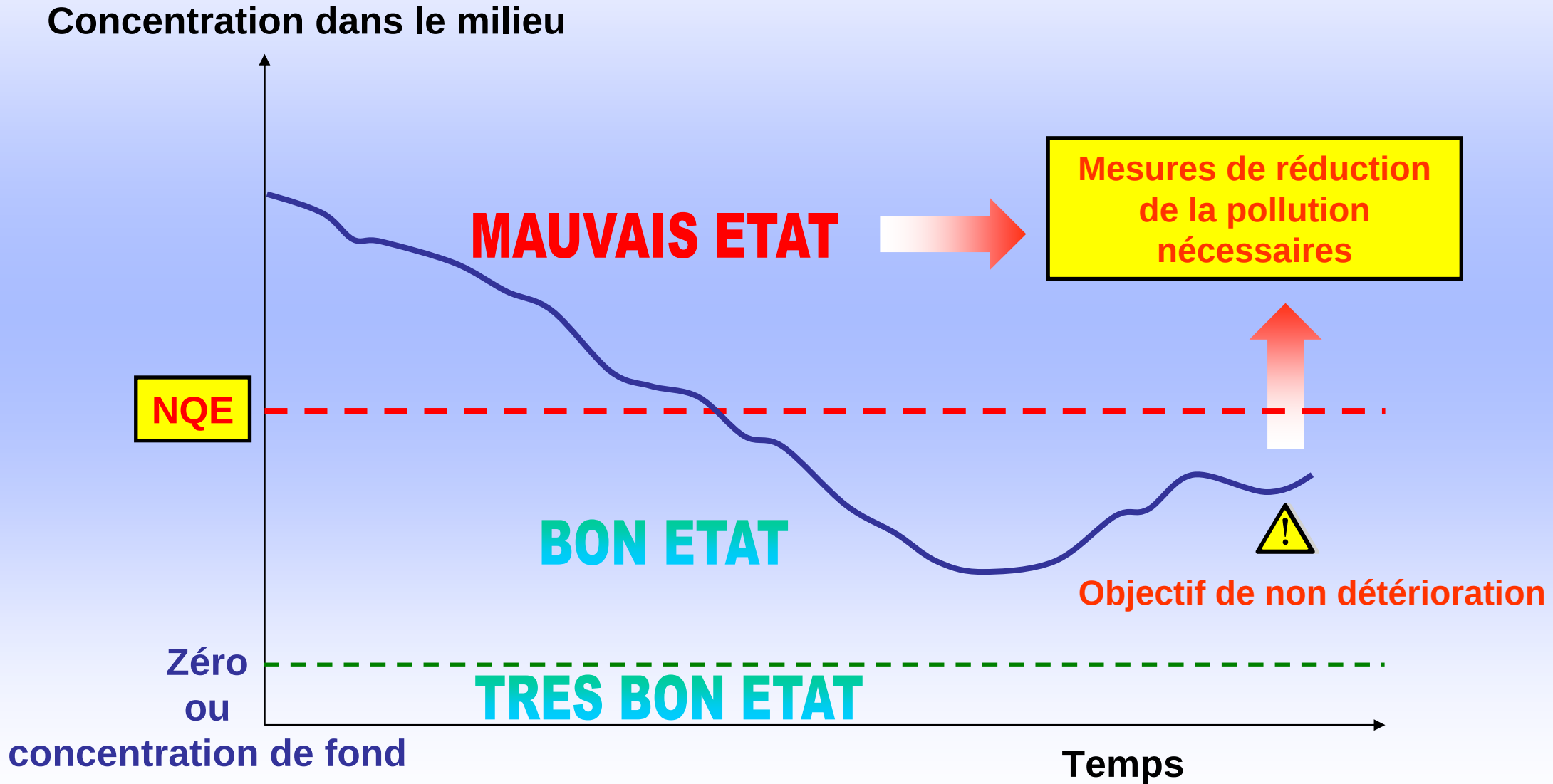
Application pour l'état chimique de la DCE (*background concentrations*)

M. Coquery, V. Bonnomet*

Surveillance des substances prioritaires de l'état chimique

- Contrôle de la conformité avec les normes de qualité environnementale (NQE)
- Choix des supports (matrice) pour la surveillance
 - **Matrice de référence = Eau**
 - eau filtrée pour les métaux (filtration $<0,45\ \mu\text{m}$)
 - eau « brute » pour les contaminants organiques
 - **Surveillance dans les sédiments ou les organismes biologiques (biote) = choix possible pour les substances hydrophobes**
 - biote : Hg, hexachlorobenzène, hexachlorobutadiène ($\text{NQE}_{\text{biote}}$)
 - sédiment : si prouvé que aussi protecteur que surveillance dans l'eau ($\text{NQE}_{\text{sédiment}}$??)

Objectifs de qualité des eaux - Etat chimique DCE



Détermination des NQE pour les métaux prioritaires de la DCE : Cd, Pb, Hg, Ni

⇒ Méthode du risque ajouté

- Lors de l'évaluation des résultats, les états membres pourront prendre en compte le fait que les métaux sont parfois présents à l'état naturel :

$$\text{NQE} = \text{BC} + \text{PNEC}$$

PNEC : concentration prédite sans effet

BC : « concentration de fond naturelle »

« Concentration qui est d'origine naturelle ou géologique uniquement, c'est à dire la concentration de fond sans apport anthropique = niveau « pré-industriel »

Comment déterminer les concentrations de fond naturelles ?

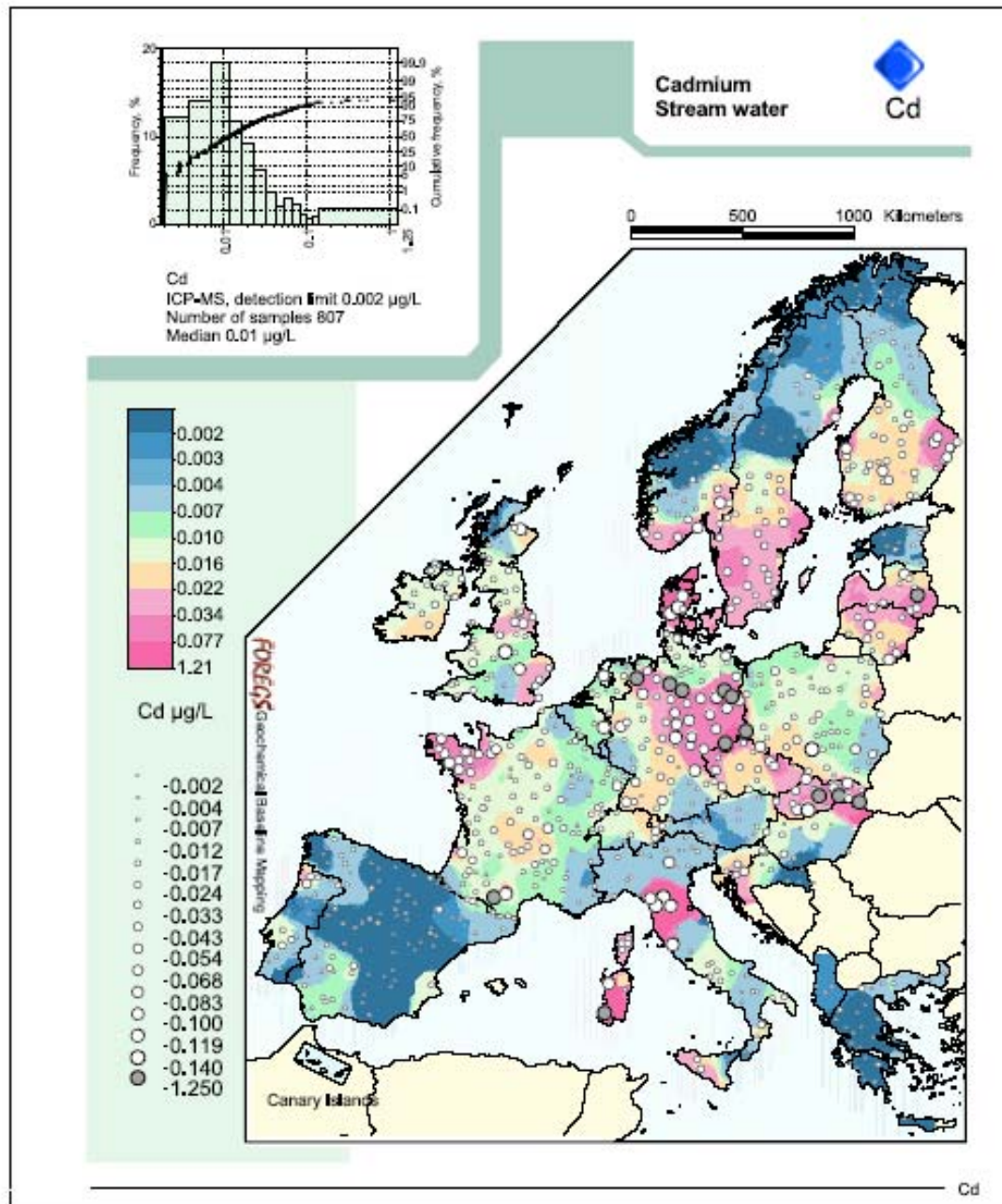
L'estimation de la concentration de fond est basée sur la meilleure information disponible relative à la concentration dans le même type de milieu naturel soumis à une faible pression anthropique

Plusieurs méthodologies proposées :

- Analyse dans des sites proches des sources (amont des cours d'eau) et/ou sites non influencés par les activités humaines
=> difficile à trouver !

Utilisation d'1 base de données (FOREGS) qui permet à l'échelle européenne d'évaluer le fond géochimique => mais échelle d'échantillonnage trop large, pas représentatif de toutes les données locales

- **Modélisation géochimique** pour estimer à partir des connaissances géologiques et de l'érosion les concentrations naturelles de métaux
- **Mesure des concentrations de fond dans les sédiments - carotte => reconstitution chronologique** (puis équilibre de partage pour calculer concentration dans l'eau)
- **Mesure des concentrations dans les eaux souterraines**, si celles-ci sont à l'origine de l'eau de surface



Carte pour le Cd

**Étude FOREGS
(2005)**

**900 sites en
Europe (large
échelle...)**

**Métaux dans les
eaux de surface
(rivières)**

Difficultés d'application :

- forte variabilité des concentrations naturelles (dépendent de la qualité des roches/chimie des sols)
- Des activités humaines peuvent favoriser l'augmentation des concentrations localement (drainage, irrigation...)
- difficulté à les discriminer des **concentrations ambiantes** c'est à dire les « faibles concentrations » : sources diffuses, transfert atmosphérique (Hg), ...

=> Pas de vraies zones «non impactées » en Europe ?

Préférence des experts européens pour l'établissement de BC locales

=> trop de variabilité spatiale pour établir BC moyen à l'échelle européenne !

Exemple 1 : méthodologie suivie dans le bassin de la Seine pour déterminer les concentrations de fond

=> Réalisé pour les métaux particuliers (MES, sédiment)

- Pour tout le BV de la Seine, analyse des dépôts fluviaux datés de plus de 4000 ans (Paris-Bercy et estuaire)
- Carotte de sédiment alluviaux prélevée à Poses
- Reconstitution, pour chaque station, de la moyenne annuelle sur la base des types de roches des sous-bassins (lithologie) et des teneurs moyennes en métaux de chaque type
- Reconstitution pour chaque échantillon (sédiment ou particule en suspension) par l'assemblage minéralogique de la teneur théorique naturelle

=> Calcul indice de pollution multi-métallique = facteur d'enrichissement moyen des échantillons

Exemple 2 : étude BRGM sur caractérisation des zones à risque de fond élevé pour les eaux souterraines et eaux de surface

- **Fe et Mn** sont les éléments les plus couramment rencontrés à l'état naturel (dans les eaux souterraines en particulier)

Il existe d'autres occurrences significatives :

- **baryum** (dans les carbonates comme dans les régions de socle)
- **zinc, fluor** (dans les régions de socle en particulier)
- **arsenic et antimoine** pour les eaux naturelles dans les massifs cristallins (Alpes internes, Corse alpine, Massif Central, Pyrénées)

Avec des probabilités plus faibles, d'autres éléments sont susceptibles d'être présents :

- **cuivre** (dans les carbonates comme dans les zones de socle)
- **chrome, aluminium**

Problème de qualité de la donnée en particulier pour les eaux de surface : concentrations totales et non dissoutes dans base SIE ; LQ trop élevées...

Exemple 3 : méthodologie suivie pour les eaux marines - travaux OSPAR

A priori + facile = concentrations mesurées au large ?

Et plus de données de qualité que dans les eaux continentales

En fait, l'estimation de la concentration de fond est aussi difficile => concentrations « faibles » ou « ambiantes »

- Différence de concentration entre eaux de surface et en profondeur (sous la thermocline) : métaux influencés par la biologie (Cd, Cu, Ni) suivent des distributions proches de celles des nutriments = concentrations plus élevées dans les eaux profondes que dans les eaux de surface
- Estimation des concentrations de fond « ambiantes » moyennes dans les eaux pour différentes régions à partir des données existantes (travaux OSPAR 2004)

**Concentrations ambiantes en mercure (toutes formes confondues) dans les
différents milieux marins – Ifremer 2003**

	Eau dissous (ng/L)	Sédiments (ng/g)
Océan Atlantique		
Golfe de Gascogne	0.1-2.0¹	<0.05-0.52²
Méditerranée³		
Golfe du Lion (large)	<0.05-0.50	<0.05-0.2
Golfe du Lion (littoral)	1.2-3.0	<0.05-1.2
Méditerranée occidentale	0.1-0.8	<0.05-0.15
Mer du Nord⁴		
Large	<0.05-0.80	-
littoral	<0.05-1.4	-
Baltique⁵		
Large	0.4-1.1	-
Manche⁶		
Large	0.1-1.3	-
Estuaires		
Rhône	0.6-3.1⁷	0.1-0.7²
Loire	0.1-0.8⁸	<0.05-0.5²
Seine	0.1-2.0⁸	0.1-0.8²

Summary statistics available for trace metals in the surface waters of the OSPAR zones (2004)

Metal (ng/L)		OSPAR Zone			
		II	III	IV	V
Cd	Range	6-34	6 – 28	4 – 12	-
	Mean ± s.d.	-	-	-	6.5 ± 5.6
Cu	Range	140 – 360	63 – 378	-	98 ± 20
	Mean ± s.d.	-	-	-	-
Pb	Range	20 – 30	10 – 90	-	6 – 11
	Mean ± s.d.	-	-	-	-
Hg	Range	0.05 – 1.30	0.06 – 1.90	0.10 – 2.00	0.06 – 0.087
	Mean ± s.d.	-	-	-	-
Ni	Range	100 – 400	116 – 464	-	-
	Mean ± s.d.	-	-	-	129 ± 12

Conclusions

- Difficulté d'application de la méthode proposée du risque ajouté pour les métaux : pas possible au niveau européen (variabilité des BC pour les eaux de surface !)
 - Nécessité de poursuivre l'acquisition de connaissances sur les concentrations de fond naturelles en métaux dans les eaux, sédiments et biote au niveau local en France (à cibler en priorité sur les zones à risque)
- => Besoin de réaliser des programmes de mesures spécifiques sur sites de référence avec techniques ultra-propre pour échantillonnage et analyse des métaux dans les eaux (par ICP-MS) et dans les organismes aquatiques**