Intervention N°1

Les éléments trace métalliques et leur spéciation

Martine Potin-Gautier

Professeur de Chimie Analytique

Collaborateurs : Corinne Parat, Julien Héroult, Gaëtane Lespes

Laboratoire de Chimie Analytique, Bioinorganique et Environnement

LCABIE- UMR 5254 IPREM

Université de Pau et des Pays de l'Adour/CNRS

Les éléments trace métalliques ou ETM

- Concentrations inférieures à 100 mg/kg
- Présents dans la croûte terrestre, ils ne sont ni créés ni détruits par les humains
- Utilisation dans de nombreuses activités humaines

Pourquoi s'y intéresser ?

- Excellente conductivité de la chaleur et de l'électricité
- Propriétés de former des charges positives (cations)

Problématique :

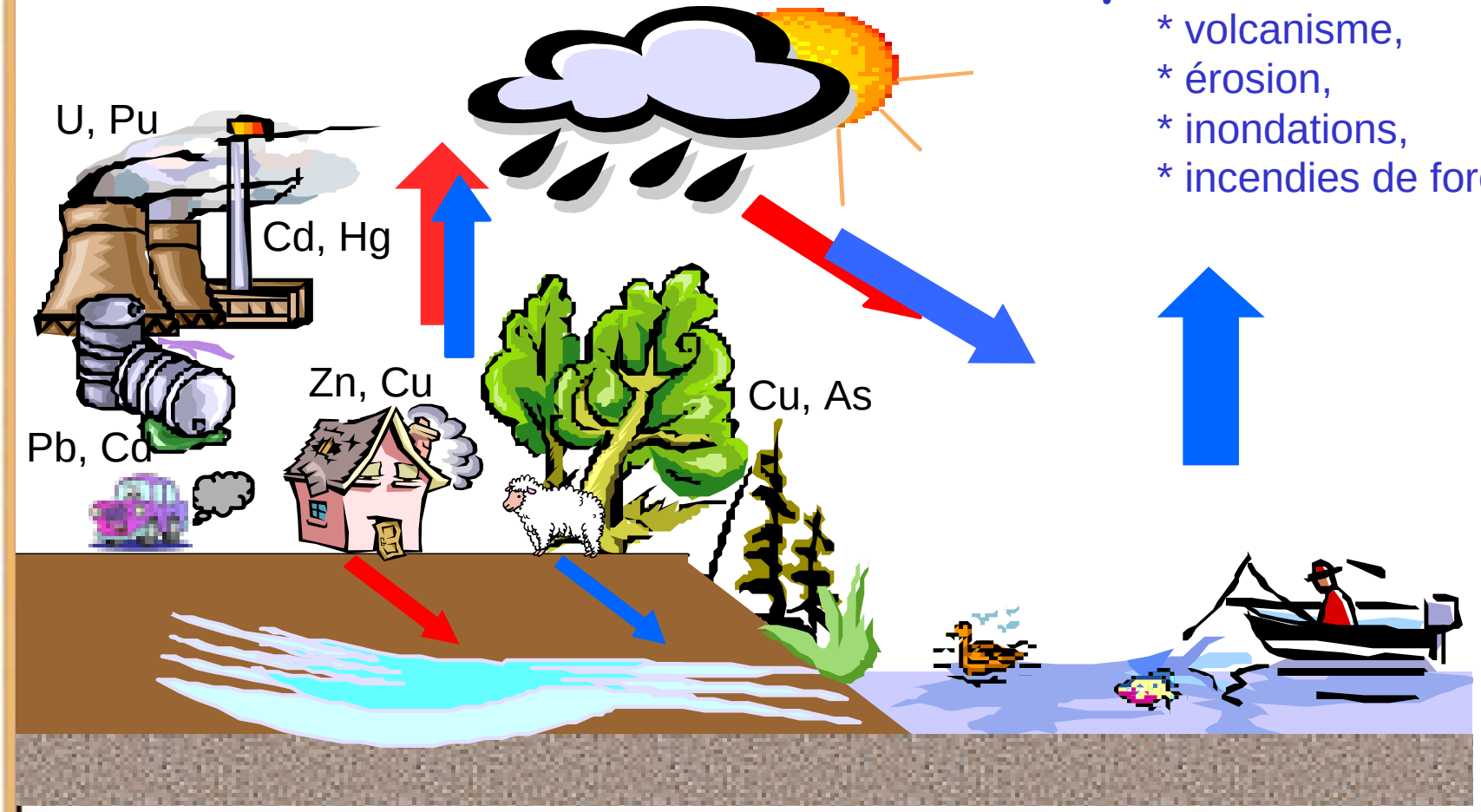
- Non biodégradables
- Faculté de bioaccumulation dans les organismes vivants
- Actions biologiques (peuvent être cancérigènes, attaquer le système nerveux, les reins, agir sur la synthèse d'enzymes…)

Cycles anthropiques

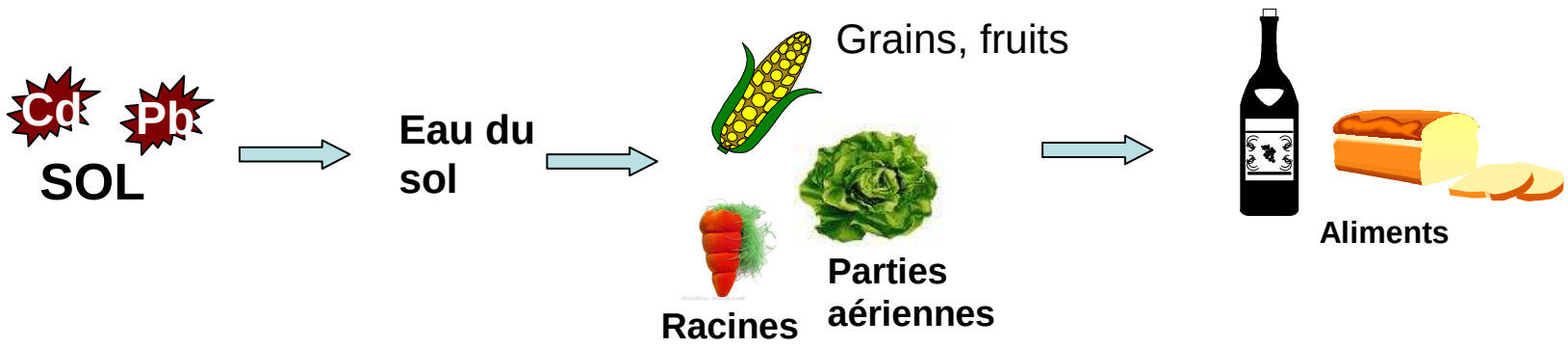
agriculture, activités minières, métallurgiques, urbaines, militaires, nucléaires…

Cycles naturels

* volcanisme,
* érosion,
* inondations,
* incendies de forêts

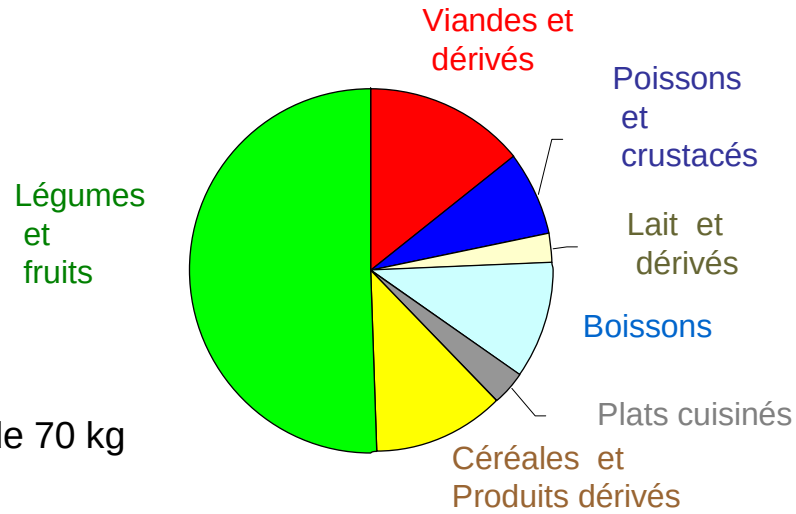


Les ETM : du sol à l'assiette



Exemple : Apport journalier de Cadmium par l'alimentation *

Pour un adulte français
= **2.7 µg Cd / jour** en moyenne



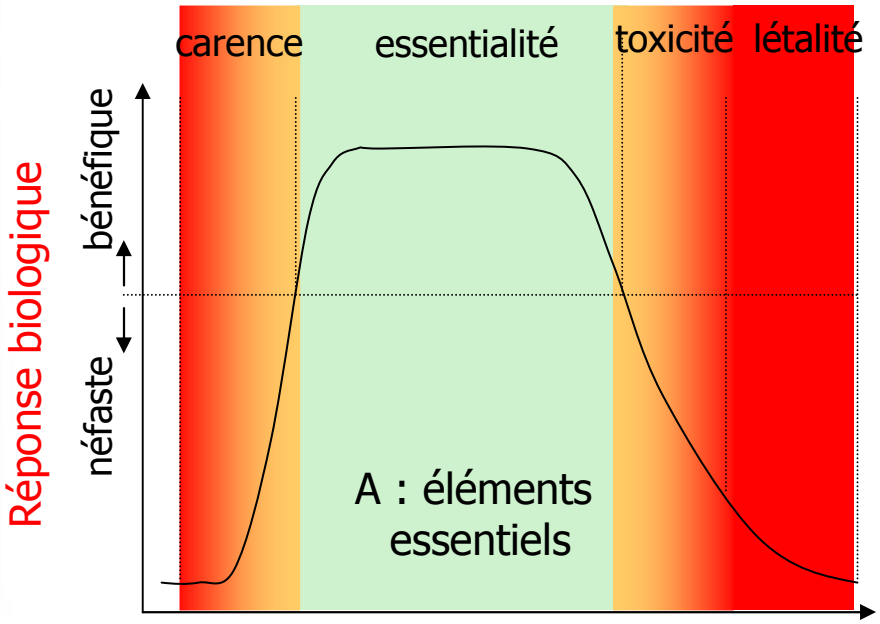
Seuil admissible pour un adulte de 70 kg
= **70 µg Cd / jour** (*OMS, 2003*)

(Leblanc et al. ,2004, INRA)*

Relation dose- effet

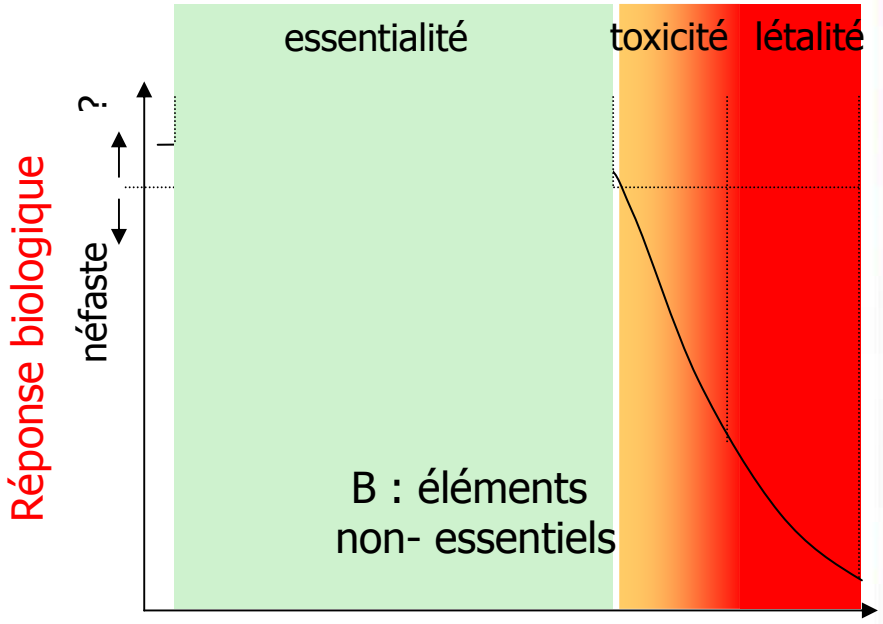
Éléments essentiels (oligoéléments)

zinc (Zn), cuivre (Cu), sélénium (Se)…



Éléments non essentiels

cadmium (Cd), mercure (Hg), plomb (Pb)…



« Rien n'est poison, tout est poison. Seule la dose fait le poison »

Paracelse

La toxicité des polluants minéraux est aussi fonction de la forme chimique → SPECIATION

Espèces A	Espèces B	Espèces C
Arsénocholine Arsénobétaïne	Acide monométhylarsonique (MMA) Acide diméthylarsinique (DMA)	Arsénite (As(III)) Arséniate (As(V)) Arsine (AsH3)

Non toxiques

=

Aspirine

Très toxiques

DL50 rat: dose létale 50 (dose entraînant la mort de 50 % d'une population)

> 10 000	**700 – 2 600**	**3 – 20 mg/kg**

Que doit-on chercher ?

✓ **Quels éléments ?**

- Tous les éléments trace à toxicité ou nocivité non négligeable
  ➔ *environ 25 sont contrôlés actuellement*
- Plus les radioéléments

✓ **A quelle concentration ?**

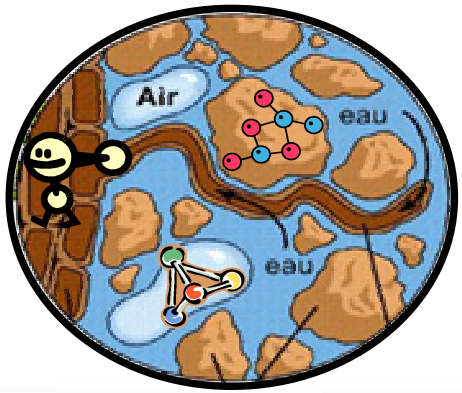
Traces (µg/kg), ultra-traces (ng/kg)…

✓ **Sous quelles formes chimiques ?**

Cela dépend de l'élément :

As inorganique, méthylmercure, organoétains…

✓ **Dans quelle fraction du milieu étudié ?**



- Phases dissoute, particulaire ou gazeuse
- Différentes fractions d'un solide

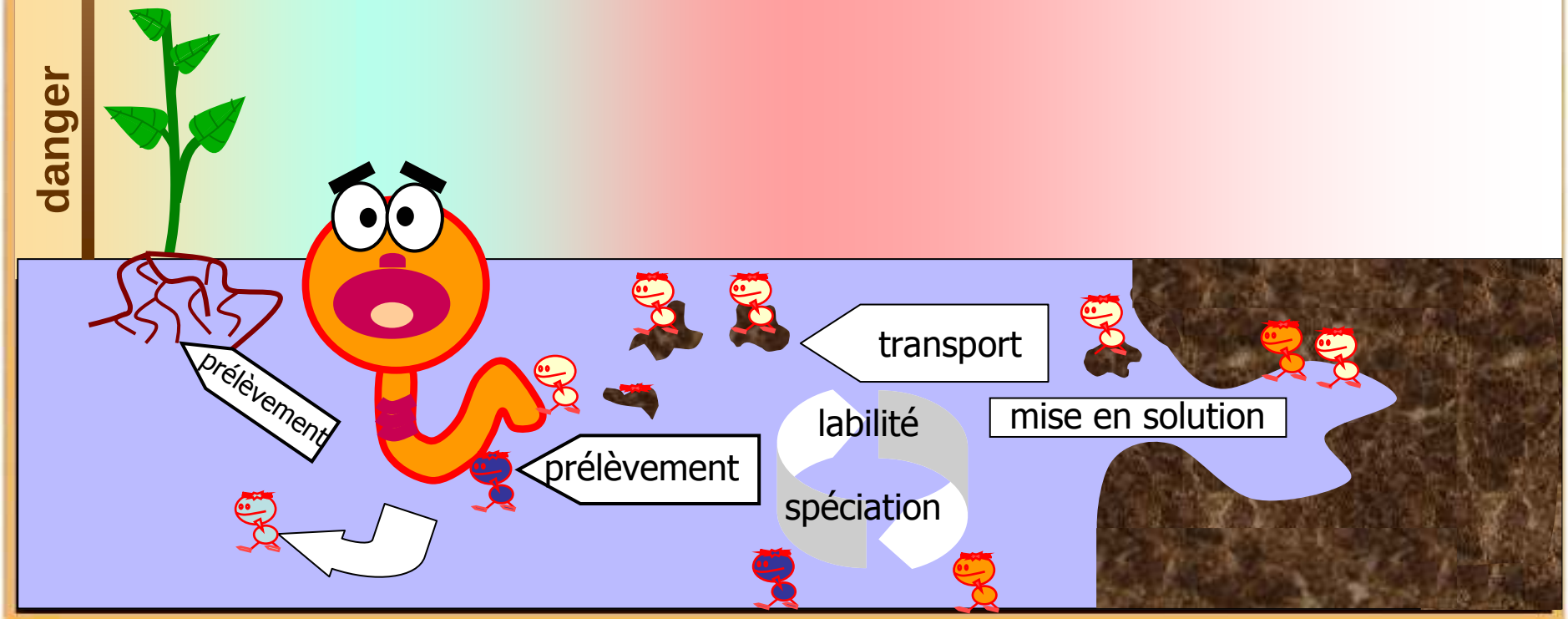
écotoxicité

danger

Pourquoi rechercher ces informations?

Compréhension des mécanismes physiques et chimiques impliqués dans le transfert sol- eau- organismes vivants

bioaccumulation **biotransformation** **biodisponibilité** **mobilité**



Des questions aux réponses :

un bref historique du suivi analytique des éléments trace dans l'Environnement

1950-1960

Toxicité des éléments à l'état de traces dans l'environnement

Développement de méthodes de dosage des éléments trace

1970

Résultats insuffisants pour interpréter et prévoir la toxicité

Méthodes de dosage sensibles et spécifiques

1975

Concept de spéciation

Méthodes de spéciation des métaux, métalloïdes, organométalliques

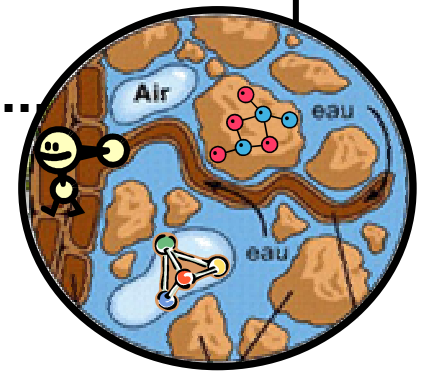
Les éléments trace métalliques et leur spéciation

Du dosage en métal total à l'analyse de spéciation

sensibilité

	Eaux	Tissus biologiques	Echantillons solides
mg/kg		Hg, As, Se	As, Cu, Ni, Cr, Hg, Sn
µg/kg	As, Hg, Sn		
ng/kg ↓ pg/kg*			

sélectivité

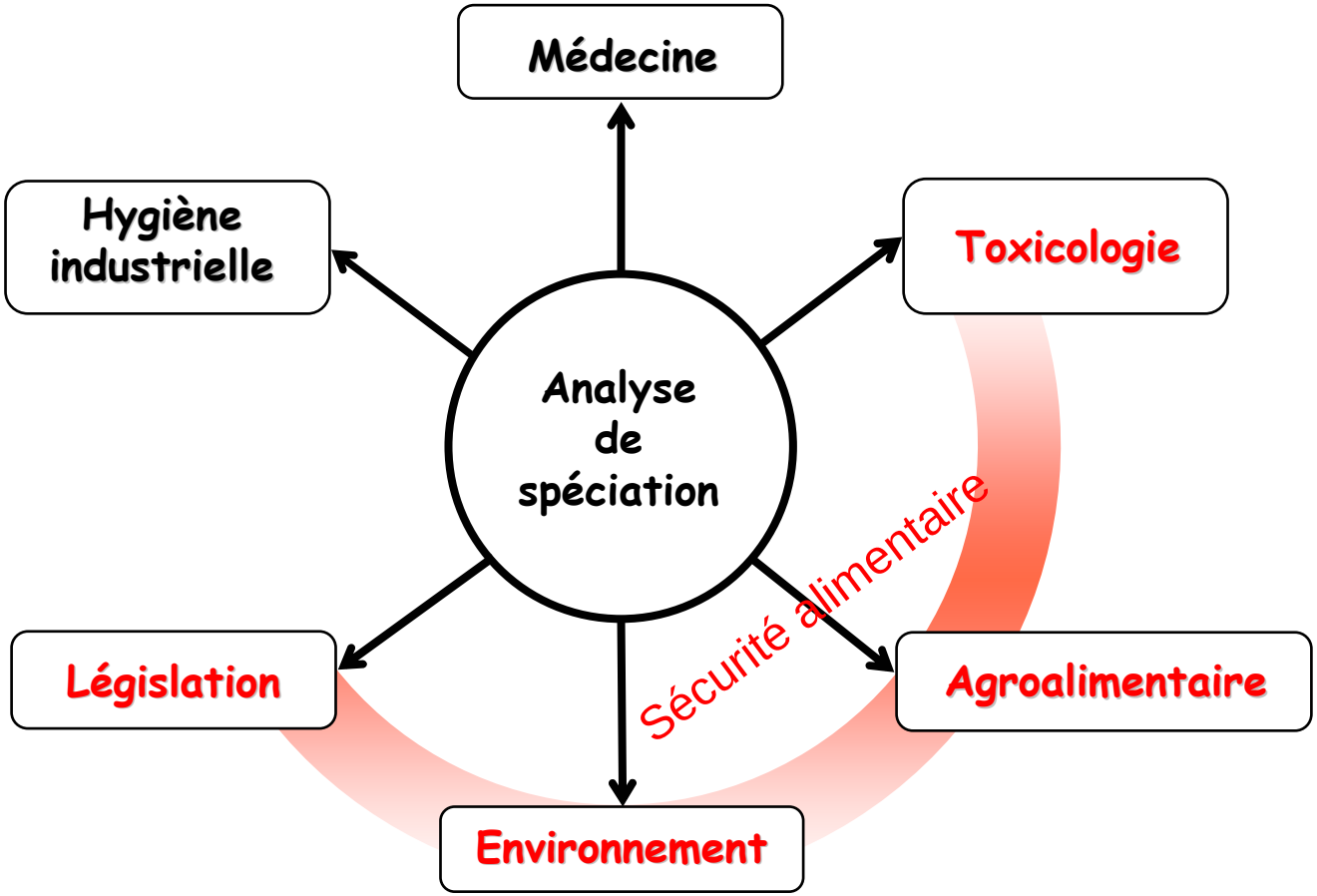


* Limite de détection actuelle

Critères de qualité des différentes étapes de l'analyse d'éléments trace

Étape		Critères
Prélèvement	➡	**Stabilité, représentativité** **Mode de prélèvement** **Prétraitement immédiat**
Stockage	➡	**Stabilité**
Préparation	➡	**Stabilité,pertes et contaminations, quantitativité**
Analyse	➡	**Sensibilité, sélectivité, coût, rapidité**
Validation	➡	**Échantillons de référence de laboratoire ou certifiés**

Domaines d'application des analyses de spéciation et de fractionnement



Législation

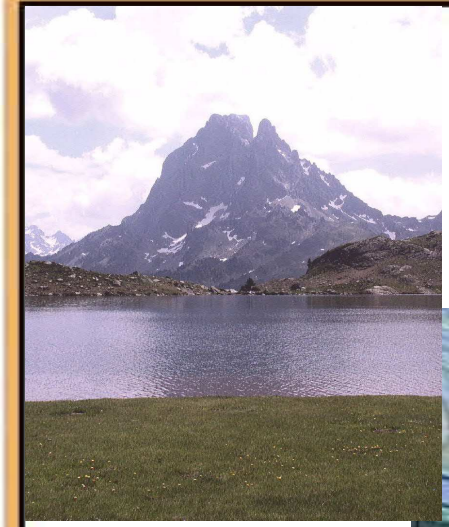
Décision n° 2455/2001/CE du Parlement européen et du Conseil, du 20 novembre 2001, établissant la liste des substances prioritaires dans le domaine de l'eau et modifiant la directive 2000/60/CE [JO L 331 du 15.12.2001].

JUSQU'À 33 SUBSTANCES OU GROUPES DE SUBSTANCES PRIORITAIRES ONT ÉTÉ PROPOSÉS PARMI LESQUELLES : **Hg**, **Pb**, **Cd** & leurs composés, et le TBT (**TRIBUTYLÉTAIN**)

⌦ Toutes les directives européennes concernent "les métaux *et leurs composés*", sans mentionner l'existence des formes chimiques

⌦ Quelques exceptions (existantes ou en préparation)

Cr(+VI), TBT, As inorganique, CH_3Hg^+



Merci pour votre attention

LCABIE/IPREM

PAU

http://www.lcabie.univ-pau.fr/

http://iprem.univ-pau.fr/live/