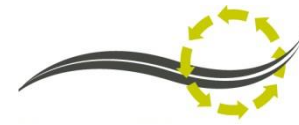


# Caractérisation des agrégats d'enrobés

Impact environnemental



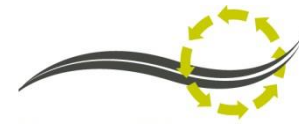


Caractérisation environnementale de l'agrégat d'enrobé à chaque étape du multi-recyclage et en fonction des procédés de fabrication

**Evaluer le potentiel polluant**

**Laboratoires impliqués :**

- ➡ Service Chimie - Cerema Aix en Provence - Audrey PEVERE
- ➡ Laboratoire Matériaux pour Infrastructure et Transport (MIT) – IFSTTAR Nantes - Paul Marsac
- ➡ Laboratoire Eau et Environnement (EE) – IFSTTAR Nantes – Dominique Demarre



## ➔ Les Agrégats d'enrobés

- Agrégats d'enrobés d'origine **AEO**

- Centrale d'enrobés sur Villefranche sur Saône
- Matériaux naturels de chantier

- Agrégats d'enrobés fabriqués en laboratoire

**AE-LW-70-1, AE-LH-70-1**

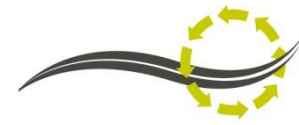
## ➔ Les éluats



Essais de lixiviation statique

- ➔ NF EN 12457-2
- ➔ Granulométrie < 4mm
- ➔ Liquide/solide = 10 L/Kg
- ➔ Agitation 24h

# Analyses



**pH**

NF EN ISO 10523 : Qualité de l'eau

**Conductivité**

NF EN 27888 : Qualité de l'eau

**Résidu sec**

NF T90-029: Qualité de l'eau

Eluats

**Matière Sèche**

NF ISO 11465 : Qualité du sol

*Détermination de la teneur pondérale en matière sèche et en eau - Méthode gravimétrique*

**Matière volatile**

NF EN 15169 : *Caractérisation des déchets*

*Détermination de la perte au feu des déchets, des boues et des sédiments*

AE

**As, Ba, Cd, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn**

NF EN ISO 11885 : Qualité de l'eau **ICP-OES**

Dosage d'éléments choisis par spectroscopie d'émission optique avec plasma induit par haute fréquence

**As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn**

NF ISO 17294-2: Qualité de l'eau **ICP-MS**

Application de la spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif

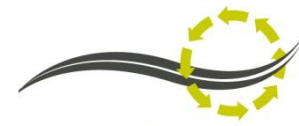
**Anions (F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**

NF EN ISO 10304-1 : Qualité de l'eau **ICS**

Dosage des anions dissous par chromatographie des ions en phase liquide

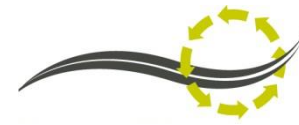
Eluats

# Analyses



<b>BTEX</b>	Méthode interne <b>GC-MS</b>
<b>COT</b>	NF EN 13137 : Caractérisation des déchets <b>Combustion sèche</b> Dosage du carbone organique total (COT) dans les déchets, boues et sédiments
	NF EN 1484: Analyse de l'eau Lignes directrices pour le dosage du carbone organique total (TOC) et carbone organique dissous (COD)
<b>PCB</b>	XP X33-012 : Caractérisation des boues <b>GC-MS-MS</b> Dosage des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des polychlorobiphényles (PCB)
	Méthode interne <b>GC-MS-MS</b>
<b>C10 à C40</b>	NF EN ISO 9377-2 : Qualité de l'eau <b>GC-FID</b> Détermination de l'indice hydrocarbure - Partie 2 : méthode par extraction au solvant et chromatographie en phase gazeuse
	NF EN 14039 : Caractérisation des déchets <b>GC-FID</b> Détermination de la teneur en hydrocarbures par chromatographie en phase gazeuse dans la plage C10 à C40
<b>HAP</b>	Méthode interne <b>HPLC_UV / HPCL_Fluo</b>

# Résultats



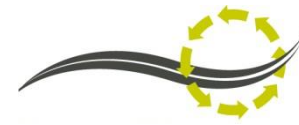
## Paramètres physico-chimiques globaux

Echantillon	AEO	AE-LW-70-1	AE-LH-70-1
Matière sèche (MS) <b>105°C ± 5°C</b>	96,4%	93,9 %	94,7 %
Teneur en eau (%)	3,6%	6,1%	5,3%
Matières Volatiles (MV) <b>550°C ± 25°C</b>	5,4%	5,9 %	5,1 %
Teneur en liant (%)			

→ Stockage non abrité, climat pluvieux

→ Perte de matière minérale

**Approches différentes de mises en œuvre par les laboratoires de chimie environnementale et les laboratoires de chimie routière.**



## Paramètres physico-chimiques globaux

Echantillon	Valeurs limites	Eluats (AE0)	Eluats (AE-LW-70-1)	Eluats (AE-LH-70-1)
pH	$\geq 6.5$ et $\leq 9^{**}$	8,9	9,4	9,1
Conductivité à 20°C (µS/cm)	$\geq 180$ et $\leq 1000^{**}$	105,3	100,4	84,1
Résidus secs (mg/kg MS)	4000 *	877,3	888	920

\* Arrêté du 12 Décembre 2014 relatif aux installations de stockage de déchets inertes

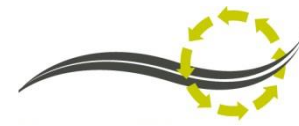
\*\* Arrêté du 11 Janvier 2007 : Qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine

Paramètres	Valeurs limites (mg/kg MS)	Eluats (AE0)
Fluorure	10*	1,4
Chlorure	800*	7,6
Sulfate	1000*	218,3
Nitrate	-	<LQ

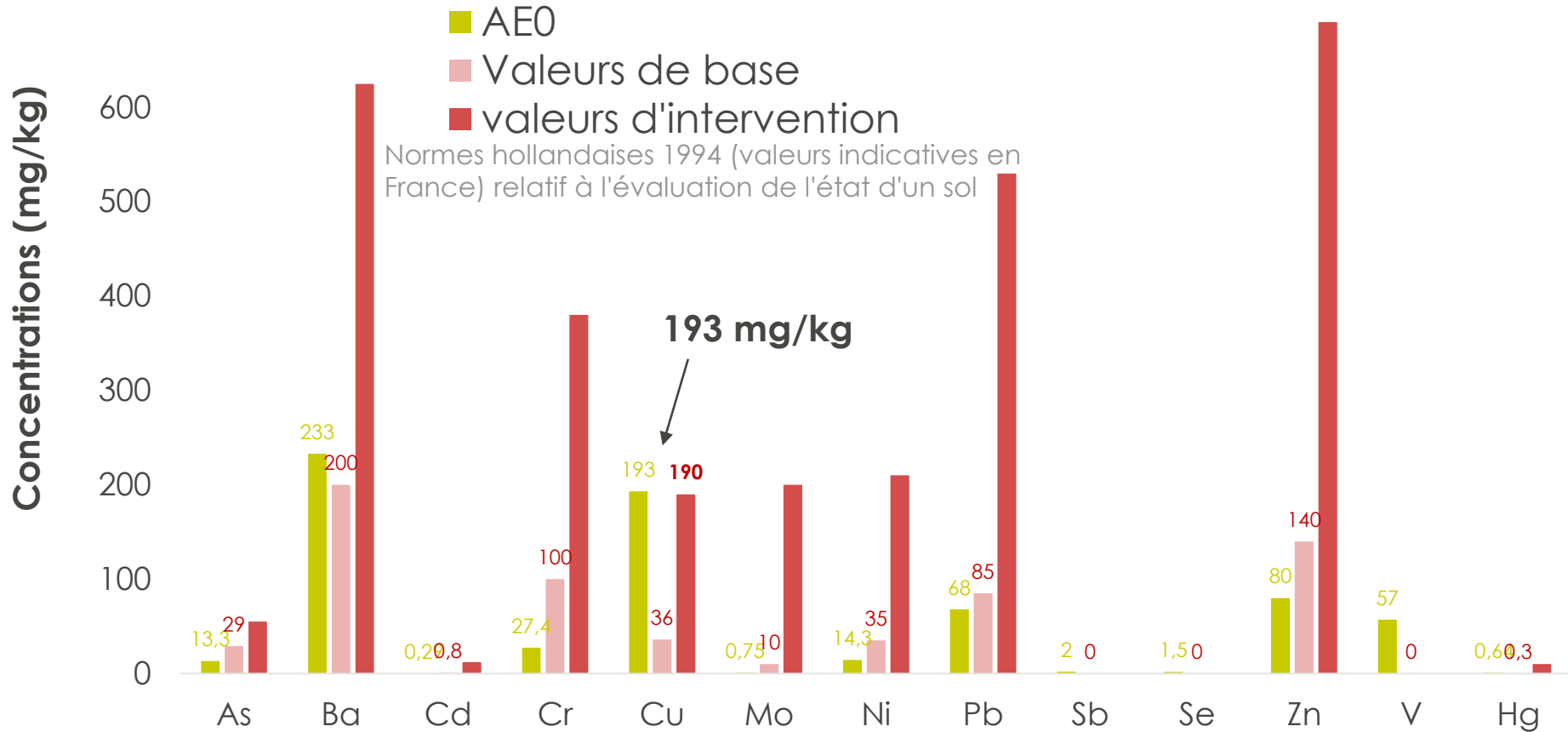
**pH basique**

**Faible activité des espèces présentes**

# Résultats



## Composition chimique en éléments inorganiques

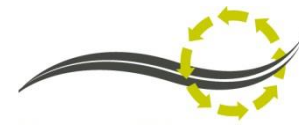


Concentrations sont < aux valeurs de bases ➡ Cu

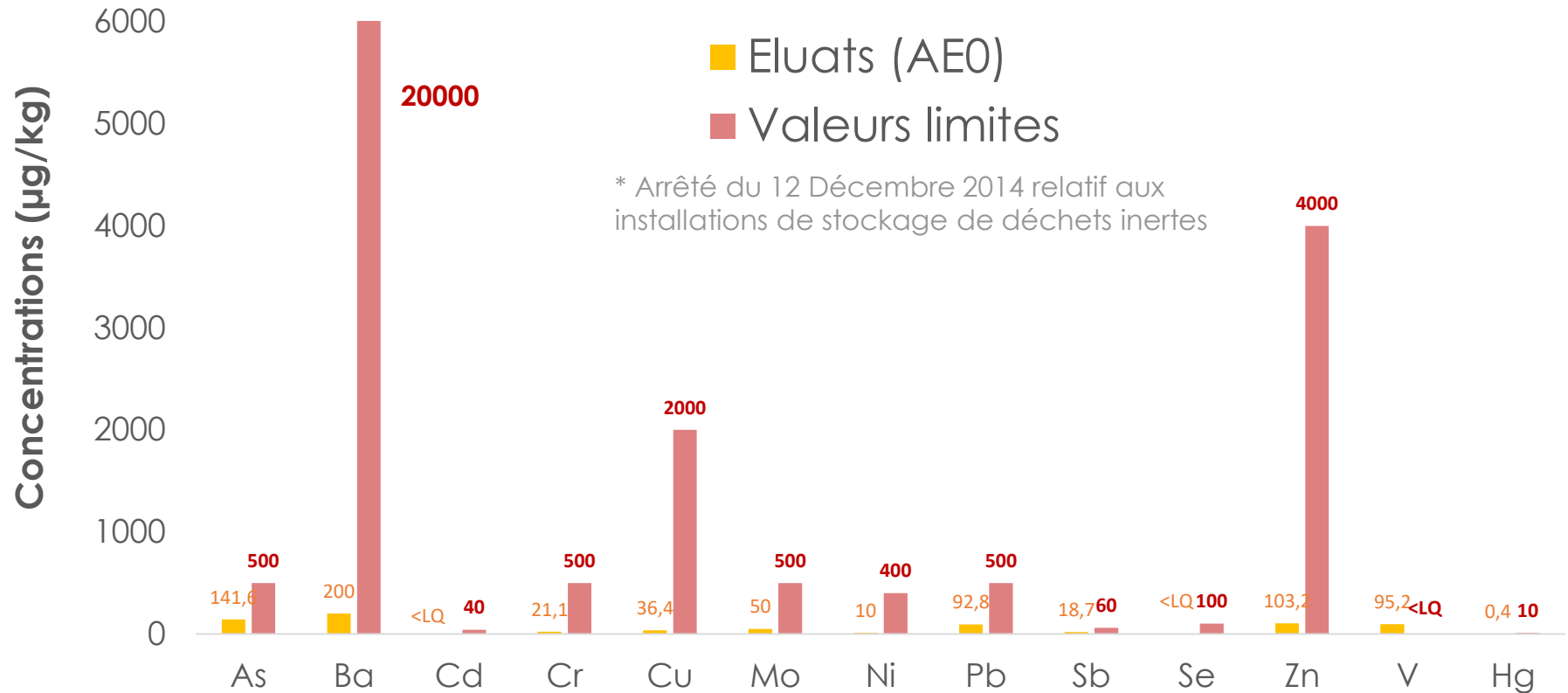


Emissions polluantes liées aux véhicules

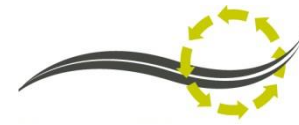




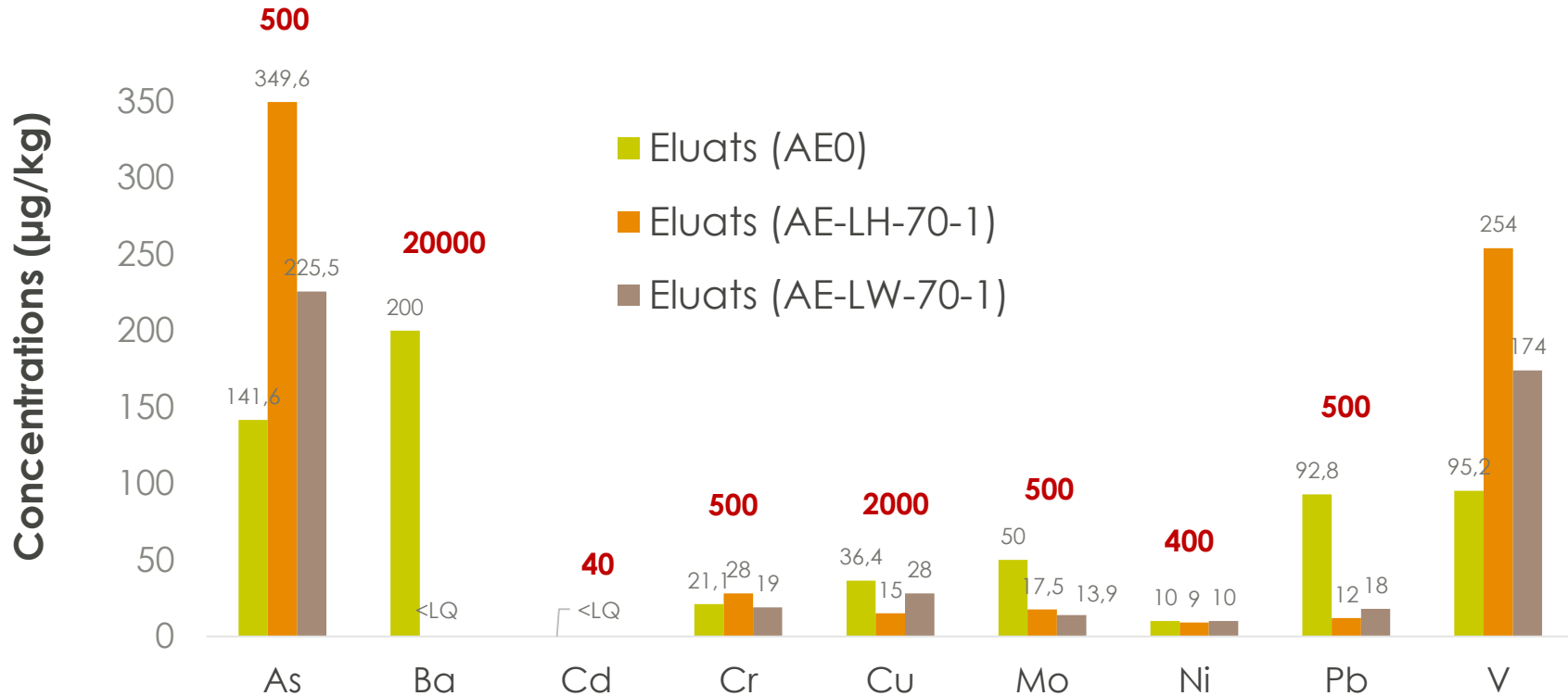
## Composition chimique en éléments inorganiques



**AE0 ne présente pas de pollution métallique et peut être incorporé comme recyclé dans d'autres modalités de fabrication**

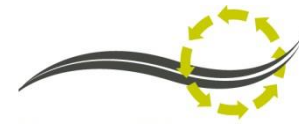


## Composition chimique en éléments inorganiques

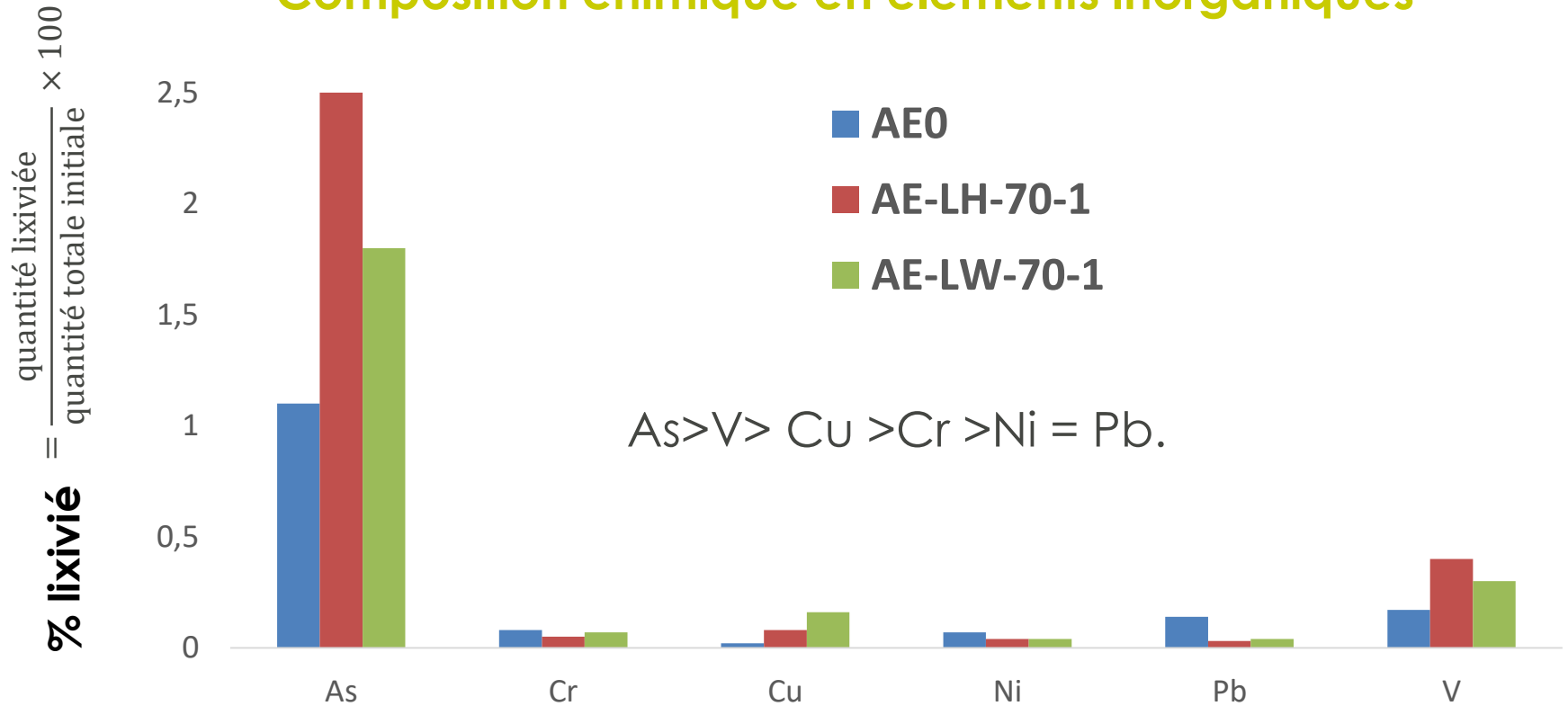


**Les deux procédés de fabrication n'ont pas influencé de façon importante les concentrations en métaux.**

# Résultats



## Composition chimique en éléments inorganiques

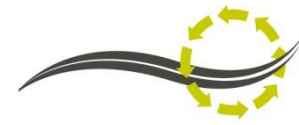


**Mobilités plus importante de AS et V**



**Accentuées pour le procédé à chaud**

**Mobilité de Cu plus grande pour le procédé à tiède**



## Composition chimique en éléments organiques

Paramètres	Valeurs limites	AE0	Valeurs limites	Eluats (AE0)
COT (g(C)/kg MS)	30*/60**	60	500 mg/kg*	26,6 mg/kg
BTEX (mg/kg MS)	6*/**	<0,07	-	<10 µg/kg
PCB (mg/kg MS)	1*/**	<0,07	7 µg/kg***	<LQ
Indice Hydrocarbures C10-C40 (mg/kg MS)	500*/**	<b>2129</b>	-	
HAP (mg/kg MS)	50*/**	18	300 µg/kg ***	<LQ

\* Arrêté du 12 Décembre 2014 relatif aux installations de stockage de déchets inertes

\*\* Guide méthodologique du Setra, Mars 2011 : Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière. Evaluation environnementale.

\*\*\* Système d'évaluation SEQ-Eau de la qualité de l'eau des cours d'eau- MEDD & Agences de l'eau



Multitudes de techniques analytiques et méthodologies utilisés



**Approches différentes de mises en œuvre par les laboratoires de chimie environnementale et les laboratoires de chimie routière**

Composition chimique en éléments organiques et inorganiques de AE0, AE-LW-70-1 et AE-LH-70-1 et leurs éluats respectifs



**Les éléments recherchés sont présents mais que toutes leurs concentrations sont largement inférieures aux valeurs seuils relatives aux installations de stockage de déchets inertes répertoriées dans l'arrêté du 12 Décembre 2014.**

## **\* Exception Hydrocarbures**

Guide méthodologique du Setra, Mars 2011 : Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière. Evaluation environnementale.

Adaptation de la valeur seuil en fonction des usages du matériau

Validation par le ministère en charge du développement durable