

06 Décembre 2017

# Orange

## Impact des métaux rares pour le secteur des TIC

Mikko Samuli VAIJA

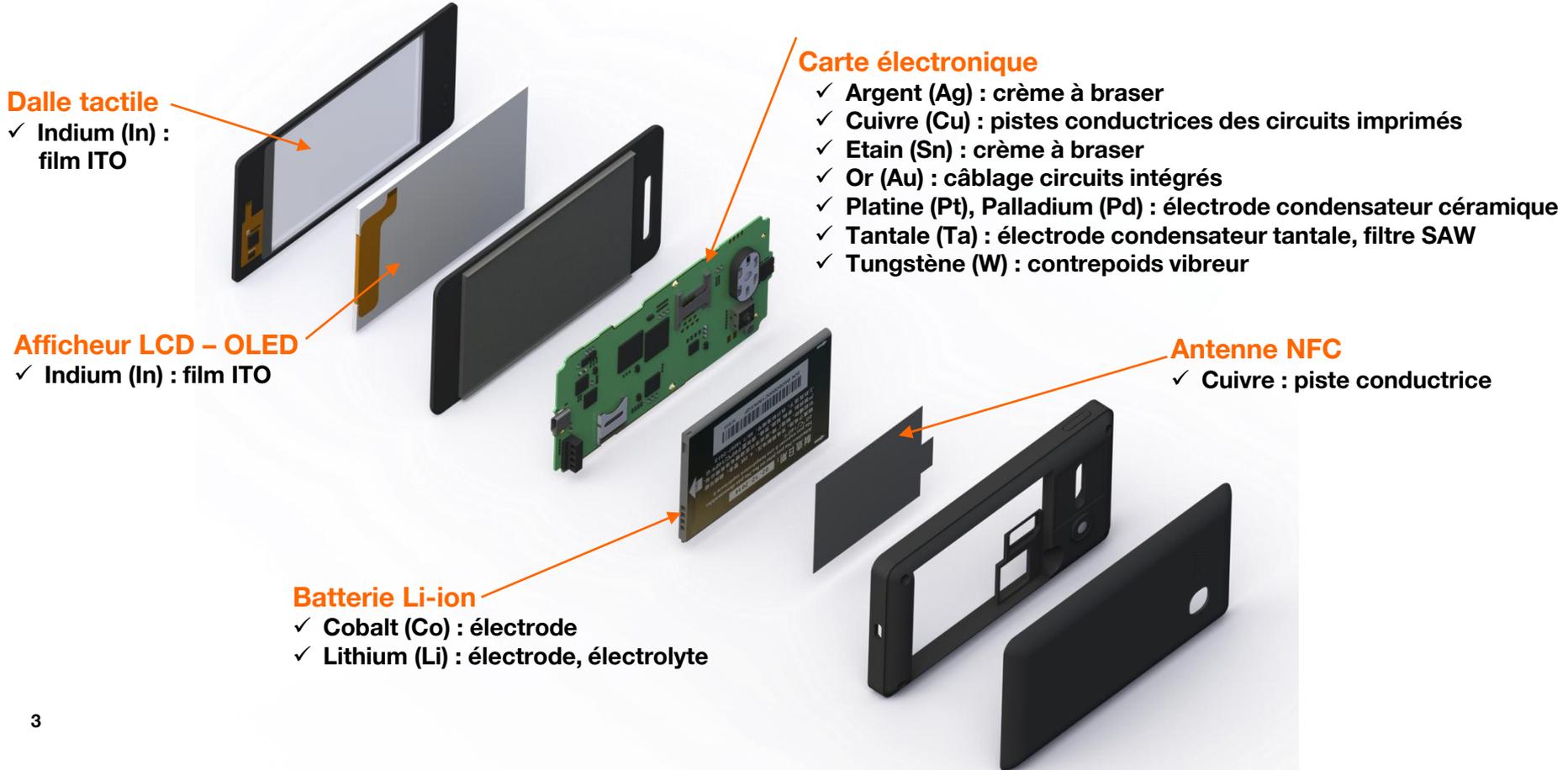
Orange Labs – Networks - Green transformation, Data knowledge, traffic & resources Modelling



## **Sommaire**

- 1. Un produit emblématique des TIC : le smartphone**  
Ressources rares et applications
- 2. Analyse des quantités de ressources en jeu**  
Méthode des « *Materials Declarations* »
- 3. Mise en évidence des ressources critiques**  
Approches issues de l'analyse de cycle de vie (ACV)
- 4. Conclusion**

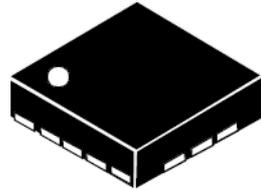
# Architecture d'un smartphone, petit extrait des matériaux



# Première évaluation des quantités – modèles génériques

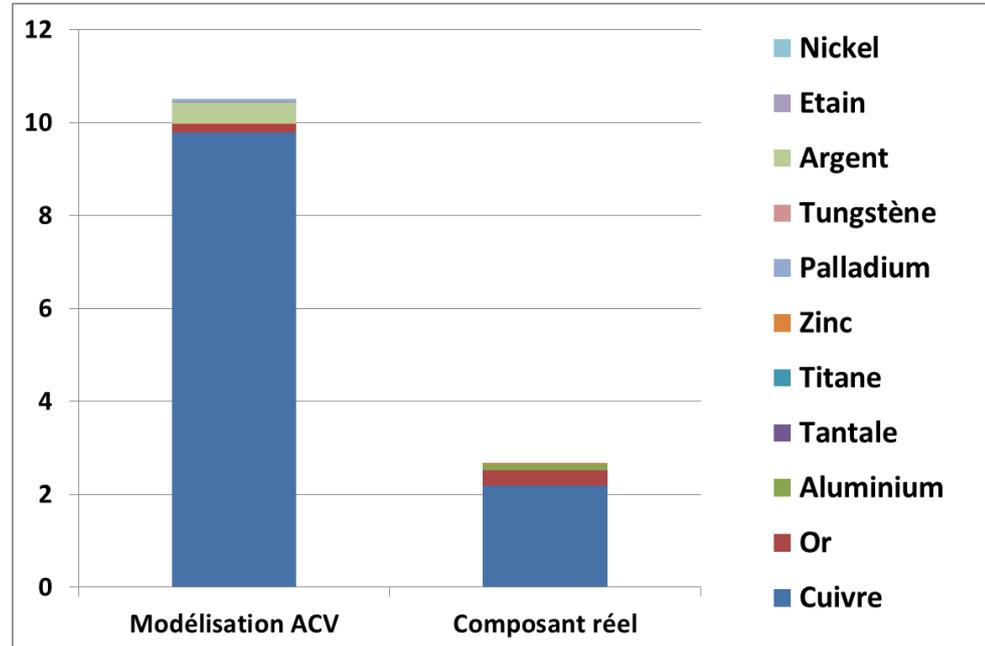
- Mise à profit de l'inventaire réalisé lors de l'analyse de cycle de vie (ACV)
  - Architecture complète du produit : nombre de pièces, dimensions, etc.
- Chaque composant électronique est modélisé selon un modèle générique

Ex. Gyroscopie 3 axes



LGA-16 (3x3x1 mm)

→ **Problématique** : compositions des composants réels souvent très différentes des modèles génériques



# Evaluer les quantités – éléments mécaniques

- Utilisation d'un spectromètre de fluorescence X (XRF) pour les éléments mécaniques

→ Exemple pour un capot de protection d'objectif d'appareil photo



# 1153 Alliages			
Temps 10.9 sec			
SS-304 2.4			
Ele	%	$\pm 2\sigma$	3mm
Cr	17.38	0.57	
Fe	68.29	1.01	
Ni*	12.29	0.75	
Mo	0.198	0.028	

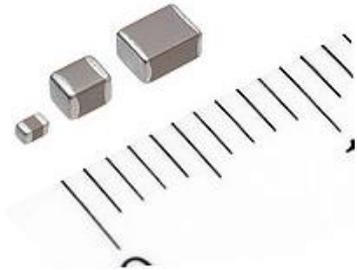
Alliage reconnu

Eléments détectés

# Evaluer les quantités – composants électroniques

- Éléments de petites dimensions (qq millimètres), matériaux hétérogènes : analyse XRF complexe
- Recours aux déclarations matières (« *Materials Declarations* »), disponibles auprès des fabricants

→ Exemple pour un condensateur céramique MLCC (*Multi-Layer Ceramic Capacitor*)

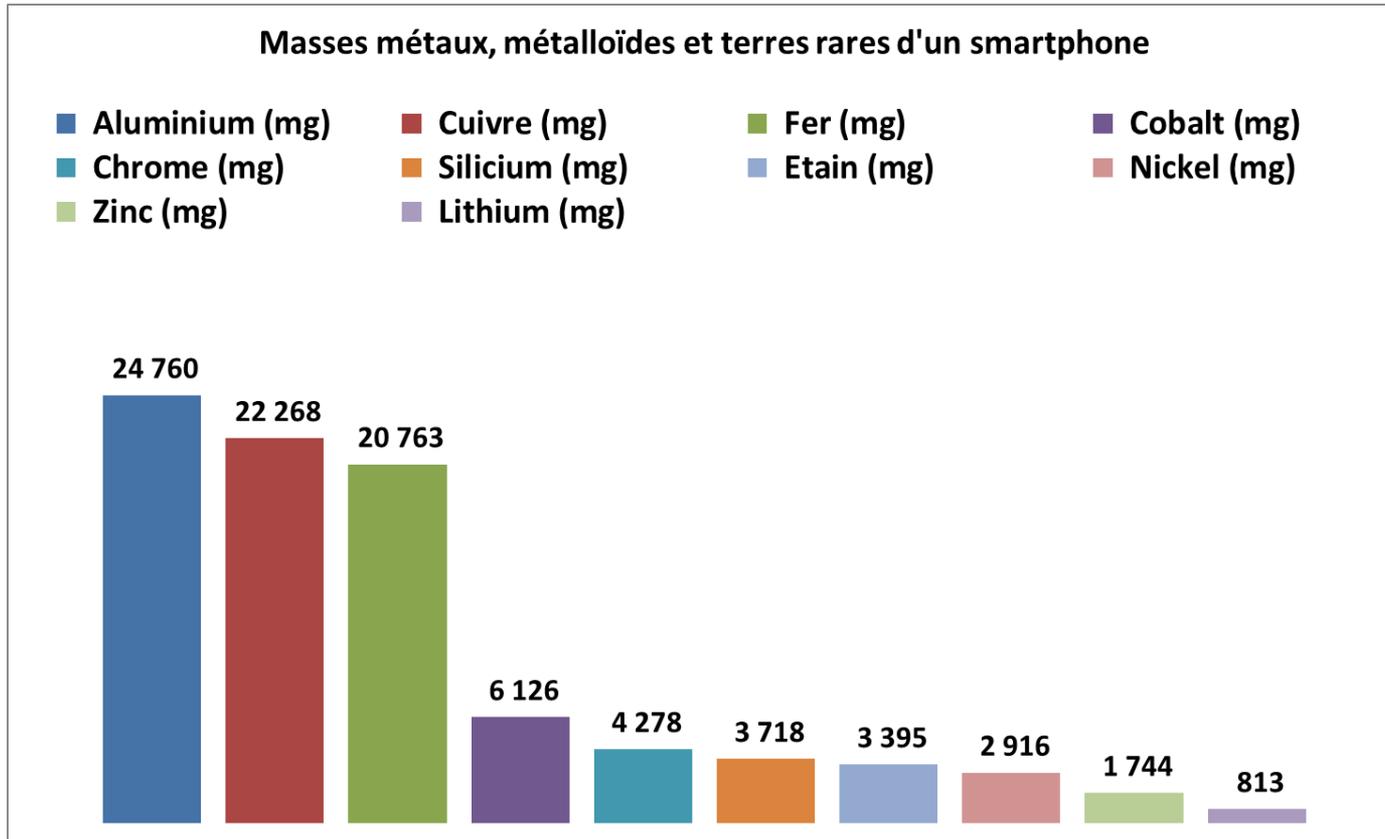


Product part (IMDS: semi component Halbzeug)	Material (IMDS Material / Werkstoff)	Material (Classification) ISO 22628 / VDA 231	Substance	TMPS** [wt%]	CAS if applicable	typical mass of material [wt-%]
Active Part	Ceramics	4B	BaTiO <sub>3</sub>	100	12047-27-7	63
	Metals	1D	Pd	90	7440-05-3	3
		1D	Ag	5	7440-22-4	
	Metals	1D	Pt	5	7440-06-4	
Termination	Metals	5D	Ag	76	7440-22-4	34
	Metals	1C	Ni	6	7440-02-0	
	Metals	1C	Sn	18	7440-31-5	

Un condensateur de 0,075 mg contient **2 µg de Palladium** et **0,11 µg de Platine**

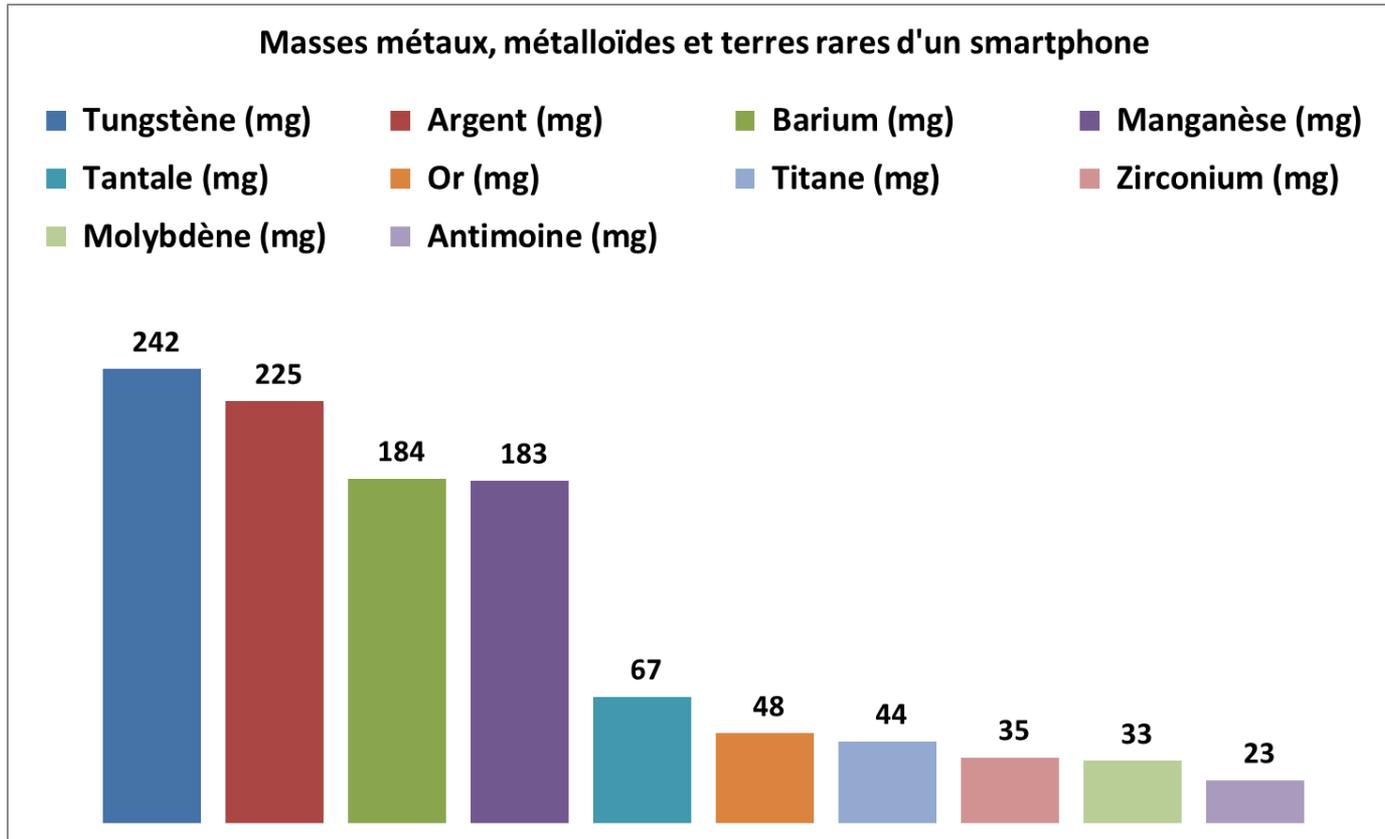
# Aperçu du contenu avec la combinaison de méthodes

Combinaison ACV, analyse XRF et déclarations matières = quantités pour 30 métaux et terres rares



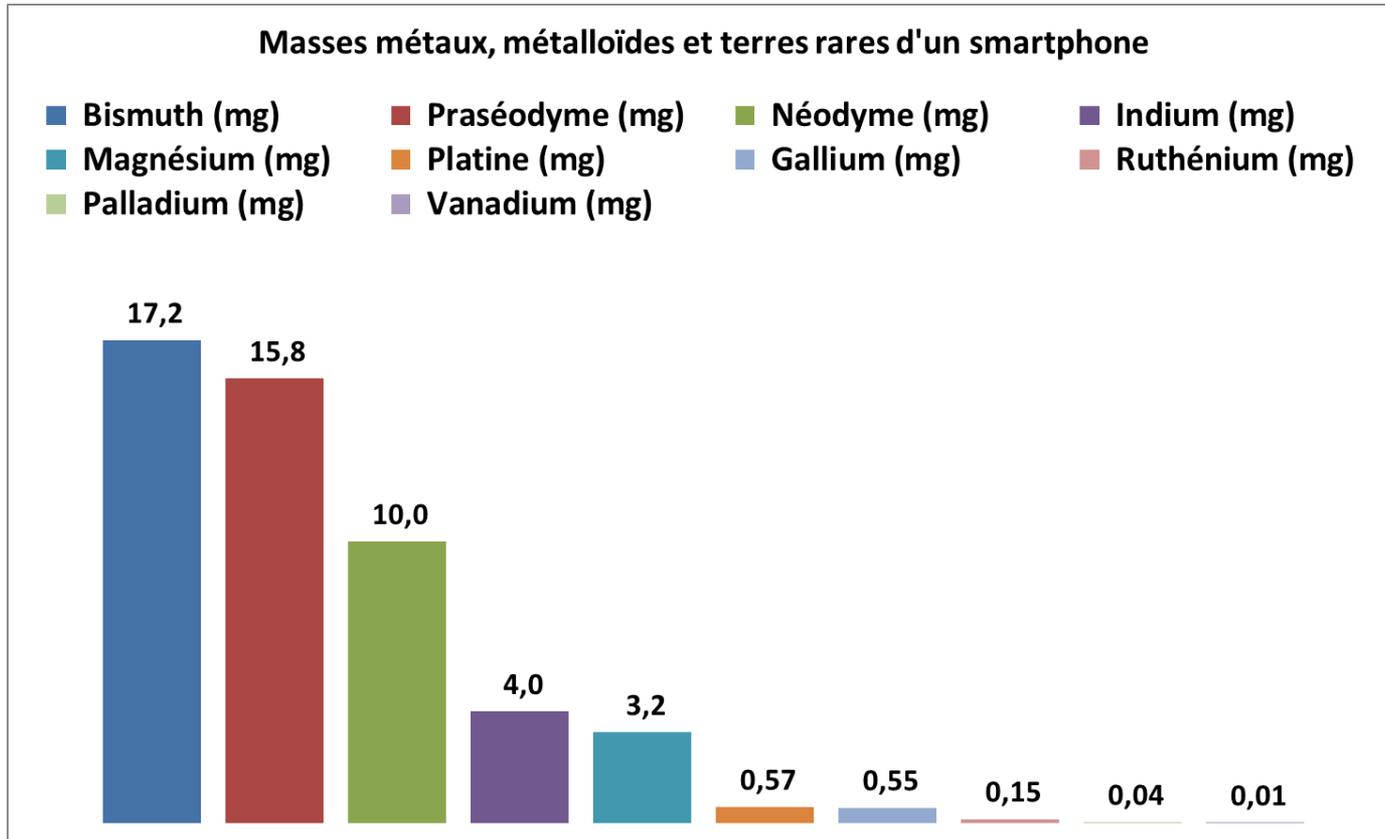
# Aperçu du contenu avec la combinaison de méthodes

Combinaison ACV, analyse XRF et déclarations matières = quantités pour 30 métaux et terres rares



# Aperçu du contenu avec la combinaison de méthodes

Combinaison ACV, analyse XRF et déclarations matières = quantités pour 30 métaux et terres rares



# Améliorations à apporter sur les substances

## Modélisation des afficheurs de type OLED

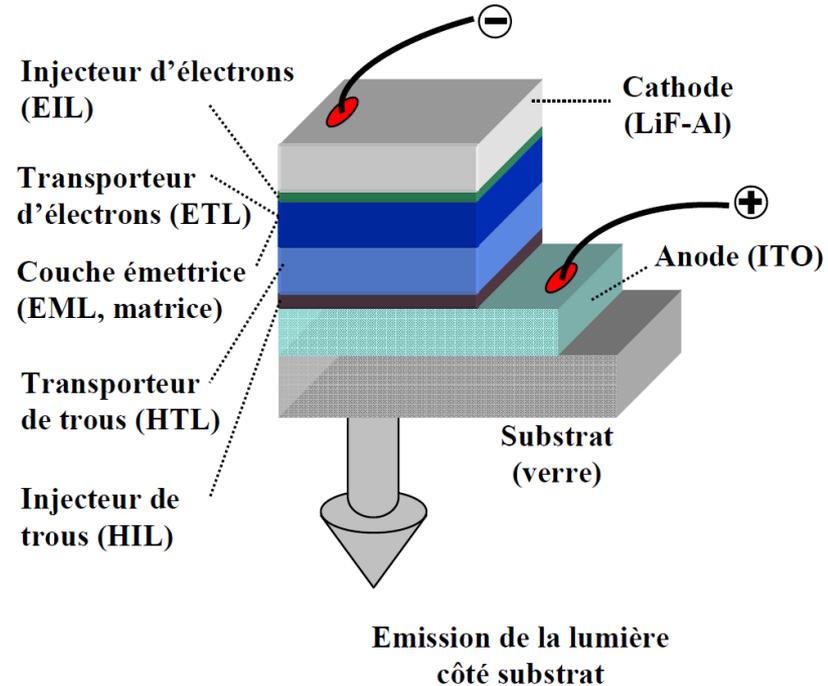
Exemple de matériaux utilisables pour la couche de transport d'électrons :

- $\text{InQ}_3$  à base d'indium
- $\text{GaQ}_3$  à base de gallium
- $\text{CoQ}_2$  à base de cobalt

**AMOLED = 87,6 millions d'unités pour Q2 2017 (18,8 % des ventes en téléphonie mobile – source *IHS Markit*)**

Autres marchés pour les afficheurs OLED :

- Téléviseurs
- Écrans d'ordinateur



Source : Thèse H. Choukri

## Identifier les ressources les plus critiques

- Application de la méthode CML (*Guinée et al.* - 2002) :
  - Contribution à l'épuisement des ressources (*ADP* - « *abiotic resources depletion potential* »)
  - Basée sur le taux d'extraction des ressources et les réserves disponibles

Disponibilité des ressources caractérisée selon un facteur  $CF_i$  (référence = Antimoine)

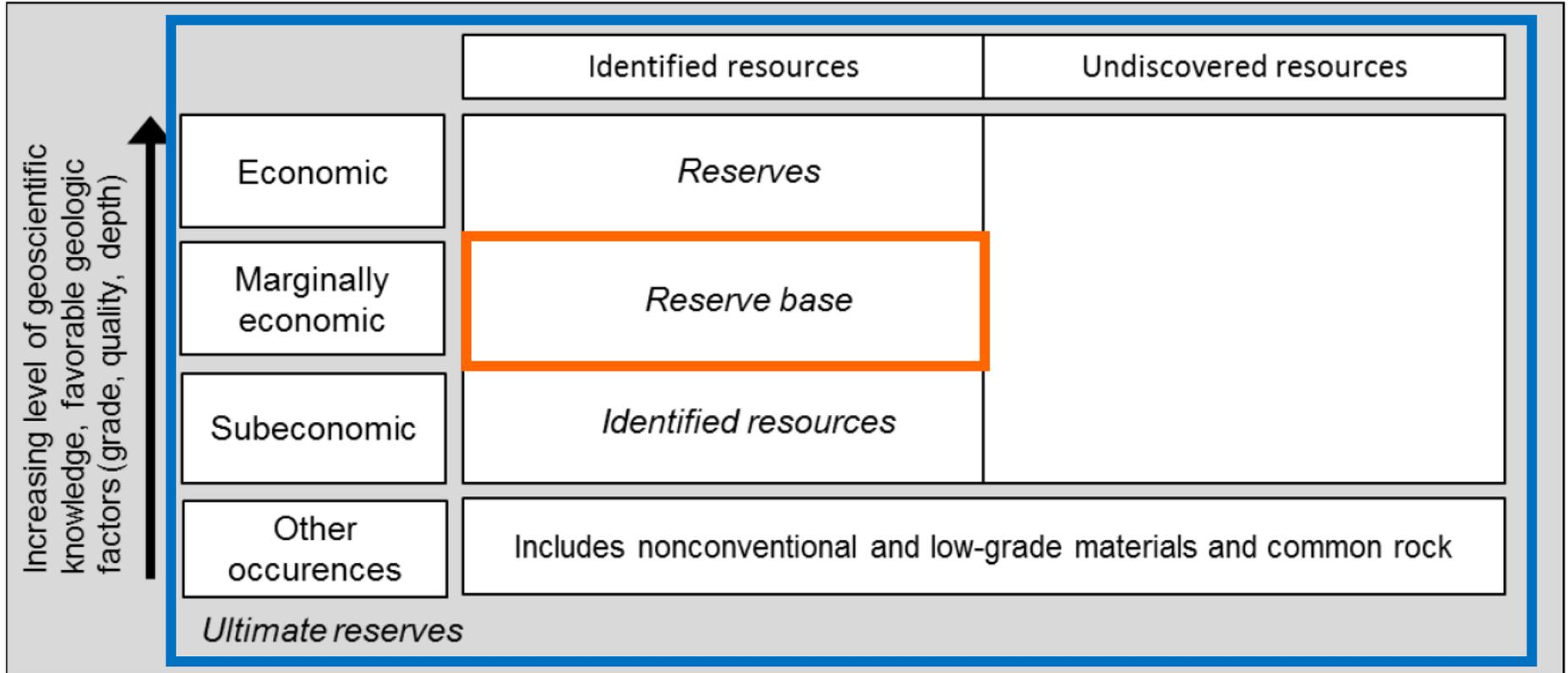
$$CF_i = \frac{\text{taux d'extraction substance } i}{(\text{réserves substance } i)^2} * \frac{(\text{réserves antimoine})^2}{\text{taux d'extraction antimoine}}$$

- Méthode ne prenant pas en compte : les aspects géopolitiques ou les risques sur la chaîne d'approvisionnement

## Deux approches pour évaluer les réserves

- « *Reserve base* » : réserves calculées en fonction des quantités extractibles pour un coût acceptable
  - Préconisée par le *Joint Research Centre* (« *Characterisation factors of the ILCD – Recommended Life Cycle Impact Assessment methods* »)
- « *Ultimate reserves* » : réserves calculées en fonction de la concentration des substances dans la croûte terrestre
  - Préconisée dans la norme EN 15804 (« Déclaration environnementale des produits de construction – règles communes d'élaboration »)

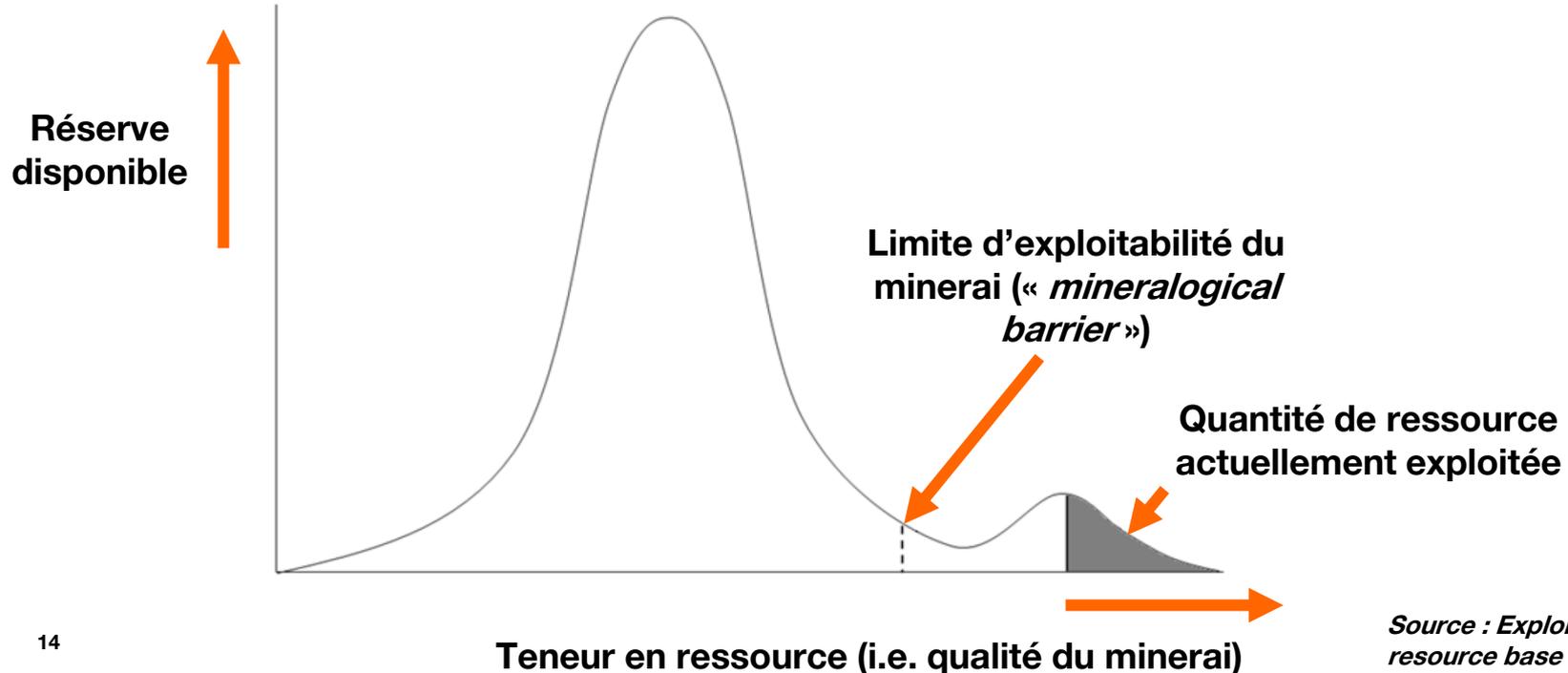
## Deux approches pour évaluer les réserves



# Conséquence du choix de l'approche sur les réserves

- Une grande partie des réserves présentes dans la croûte terrestre est très diffuse

Ex. distribution des réserves de ressources rares (i.e. « *minor elements* » - Argent, Platine, Indium, etc.)



# Application à une ressources clé du smartphone, l'indium

## Indium

Taux d'extraction = 820 tonnes par an (production primaire depuis les mines)

*Reserve base* = 16 000 tonnes par an

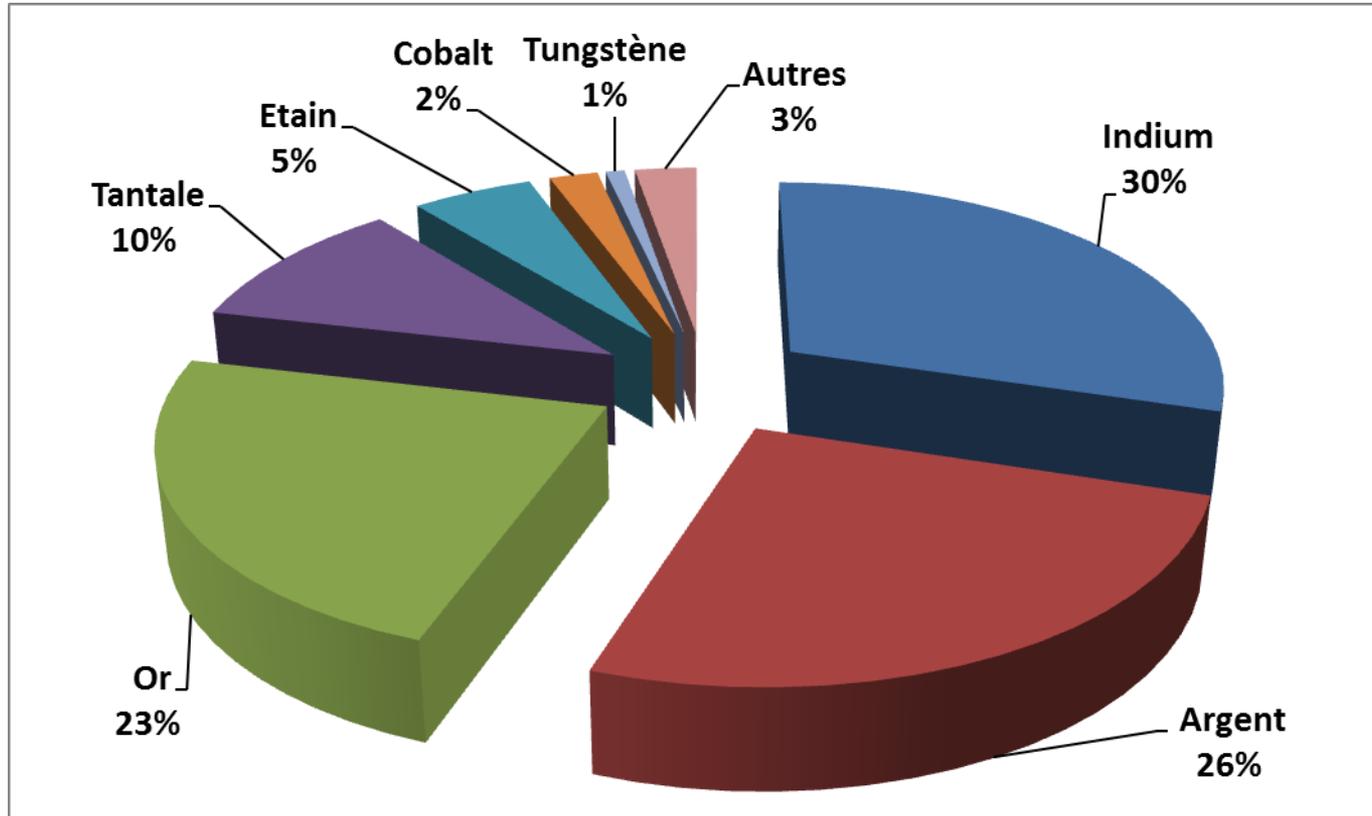
*Ultimate reserves* = concentration dans la croûte terrestre \* masse de la croûte terrestre  
= 0,24 ppm \* 2,171E+19 tonnes  
= 5 210 400 000 000 tonnes

Stock *Reserve base* = 19,51 années d'extraction

**VS.** Stock *Ultimate reserves* = 6,35E+09 années d'extraction

## Résultats à l'échelle du produit

Smartphone ressources les plus contributrices à l'épuisement des ressources (ADP)



## Faiblesses dans le calcul de l'indicateur ADP

- Les stocks de matières anthropogènes (produits par l'être humain) ne sont pas considérés dans les réserves
  - Fin 2012 les banques centrales = stock de **30 100 t** d'or (plus de **10 ans** d'extraction)
  - Matière pure immédiatement utilisable pour des besoins industriels
- Méthode permettant l'intégration de ces stocks : *AADP - anthropogenic stock extended abiotic depletion potential*
  - Nécessite de déterminer les stocks pour l'ensemble des ressources
- Le taux de recyclage n'a pas d'influence dans la formule de calcul
  - Fin 2012 l'USGS estimait que **84 600 t** d'or étaient détenus par des particuliers sous forme de bijoux

# Grande sensibilité à certains éléments de la méthode ADP

Analyse menée actuellement avec Orange Marine dans le cadre de la certification ISO 14001:2015

→ Évaluer l'empreinte environnementale d'une opération de maintenance de câble



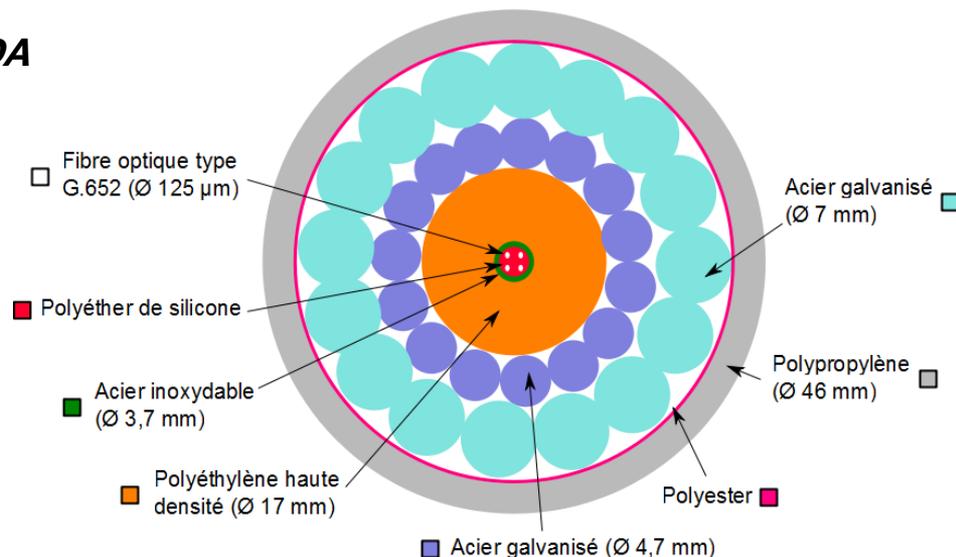
Câble optique sous-marin étudié : type OALC-4 DA

7 matériaux principaux pour la structure

→ Représentent 99,99 % de la masse du câble

Les fibres optiques forment les 0,002 % restant dont 0,00045 % de Germanium

Au niveau du câble cette infime fraction de Ge représente plus de 99 % de l'impact ADP



## Grande sensibilité à certains éléments de la méthode ADP

Analyse menée actuellement avec Orange Marine dans le cadre de la certification ISO 14001:2015

→ Évaluer l'empreinte environnementale d'une opération de maintenance de câble

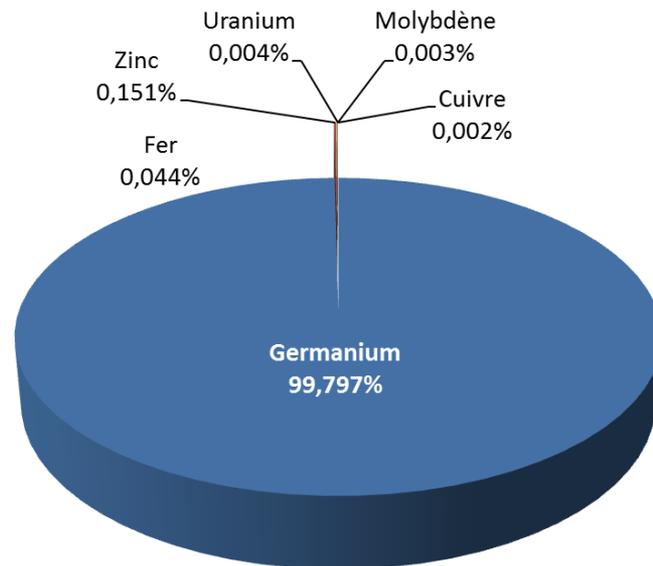
Câble optique sous-marin étudié : type OALC-4 DA

7 matériaux principaux pour la structure

→ représentent 99,998 % de la masse du câble

Les fibres optiques forment les 0,002 % restant dont **0,00045 % de Germanium**

Au niveau du câble cette infime fraction de Ge représente **plus de 99 % de l'impact ADP**



## Conclusion

- Approche entièrement centrée sur un ratio disponibilité / consommation
- Travaux pour 2018 :
  - Coupler ces résultats aux travaux réalisés par le Groupe en 2012 avec Carbone4 (matrice de criticité « Importance économique pour Orange » vs. « Prix et risque chaîne approvisionnement)
  - Enrichir avec les facteurs « dépendance aux importations hors UE », « substituabilité » et « recyclabilité » issus de la liste 2017 des matières premières critiques de la Commission Européenne

# Merci

