

# « QUELQUES DEFINITIONS ET REPERES »

Qu'est-ce qu'on entend par  
recyclage? Filière? Taux de  
recyclage

*06 Avril 2018*

**Carole CHARBUILLET**

[Carole.charbillet@ensam.eu](mailto:Carole.charbillet@ensam.eu)

Conférence EcoInfo « Que deviennent  
nos déchets électroniques? »



## AVANT PROPOS



Quel est le taux de recyclage des matières plastiques dans les DEEE?



85% des MP des DEEE sont recyclées.

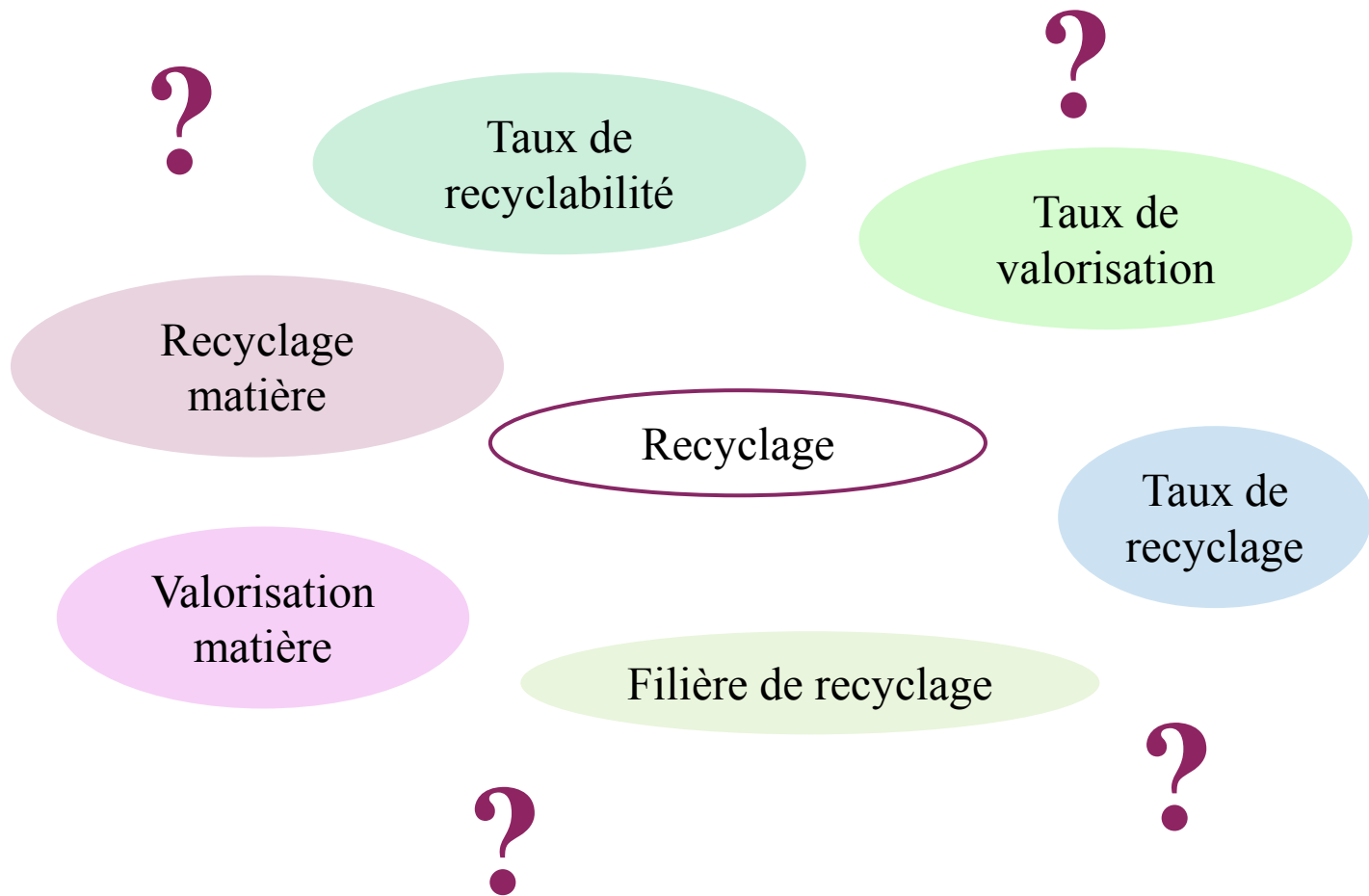


Uniquement 25% des MP des DEEE sont recyclées.



Mais quelle est la bonne réponse? Toutes?  
Question de périmètre?

DÉFINITIONS  
AUTOUR DU  
RECYCLAGE:  
COMMENT S'Y  
RETRouver?



# Directive cadre sur les déchets (2008/08/CE)

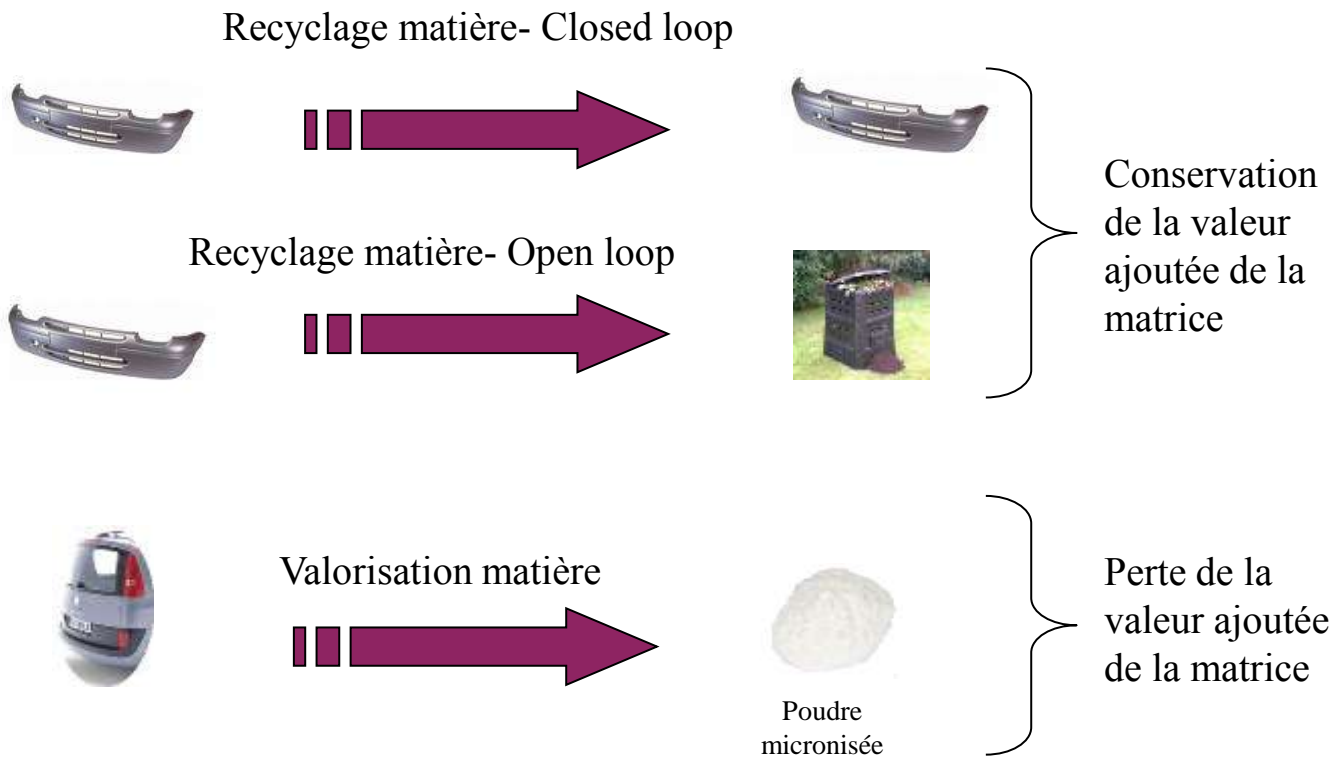
## DÉFINITIONS

<b>Réemploi</b>	« Toute opération par laquelle des produits ou des composants qui ne sont pas des déchets sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus. »
<b>Valorisation</b>	« Toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en remplaçant d'autres matières qui auraient été utilisées à des fins équivalentes, si ces matières n'étaient pas disponibles. »
	<b>Besoin de préciser ces définitions</b>
<b>Recyclage</b>	« Toute opération de valorisation par laquelle les déchets sont retraités en produits, matières ou substances aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins. Cela inclut le retraitement des matières organiques, mais n'inclut pas la valorisation énergétique, la conversion pour l'utilisation comme combustible ou pour des autres fins. »
<b>Élimination</b>	« Toute opération qui n'est pas de la valorisation même lorsque ladite opération a comme conséquence secondaire la récupération de substances ou d'énergie. (...) »

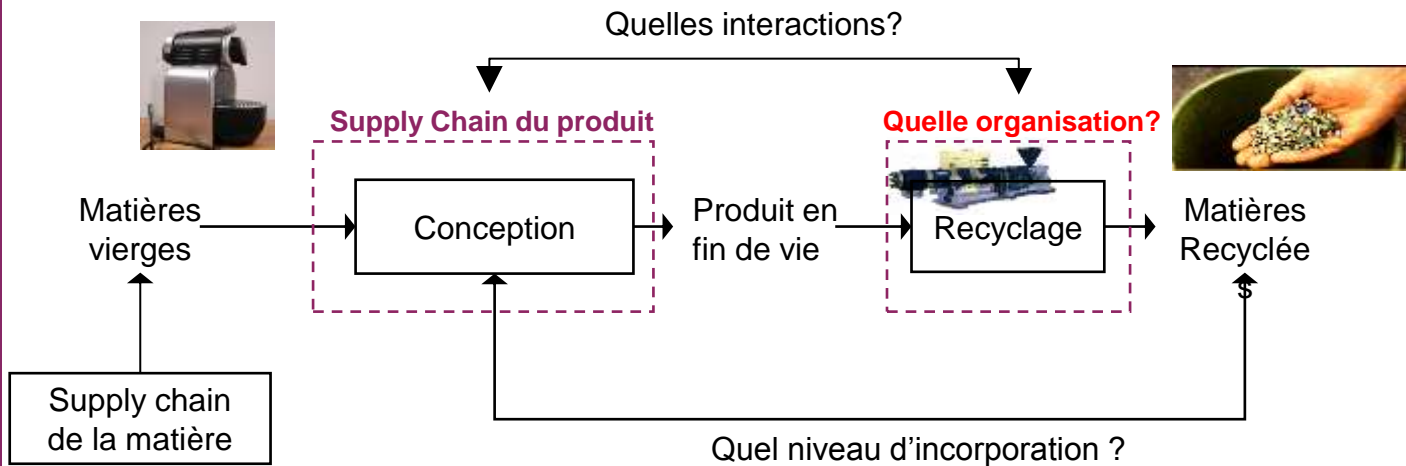
## DÉFINITIONS

- **Le recyclage matière** (rebutts de production ou déchets post-consommation)
  - Recyclage mécanique: procédés de transformation des matériaux fin de vie en matière utilisable pour la production de nouveaux produits à l'aide de moyens physiques.
  - Recyclage chimique: procédés de transformation des matériaux en éléments chimiques de base (ou monomères pour les plastiques) par des moyens chimiques ou thermiques.
- **Le réemploi**
  - Utilisation d'un produit pour une application similaire
- **La réutilisation**
  - Utilisation d'un produit pour une application différente
- **La rénovation**
  - Réparation de produits: utilisation de pièces usagées pour la rénovation de produits
- **La valorisation matière**
  - Procédés de transformation permettant de réutiliser une partie de la matière d'origine et sous une forme différente de celle-ci à la place d'une matière première.

# RECYCLAGE VS VALORISATION MATIERE

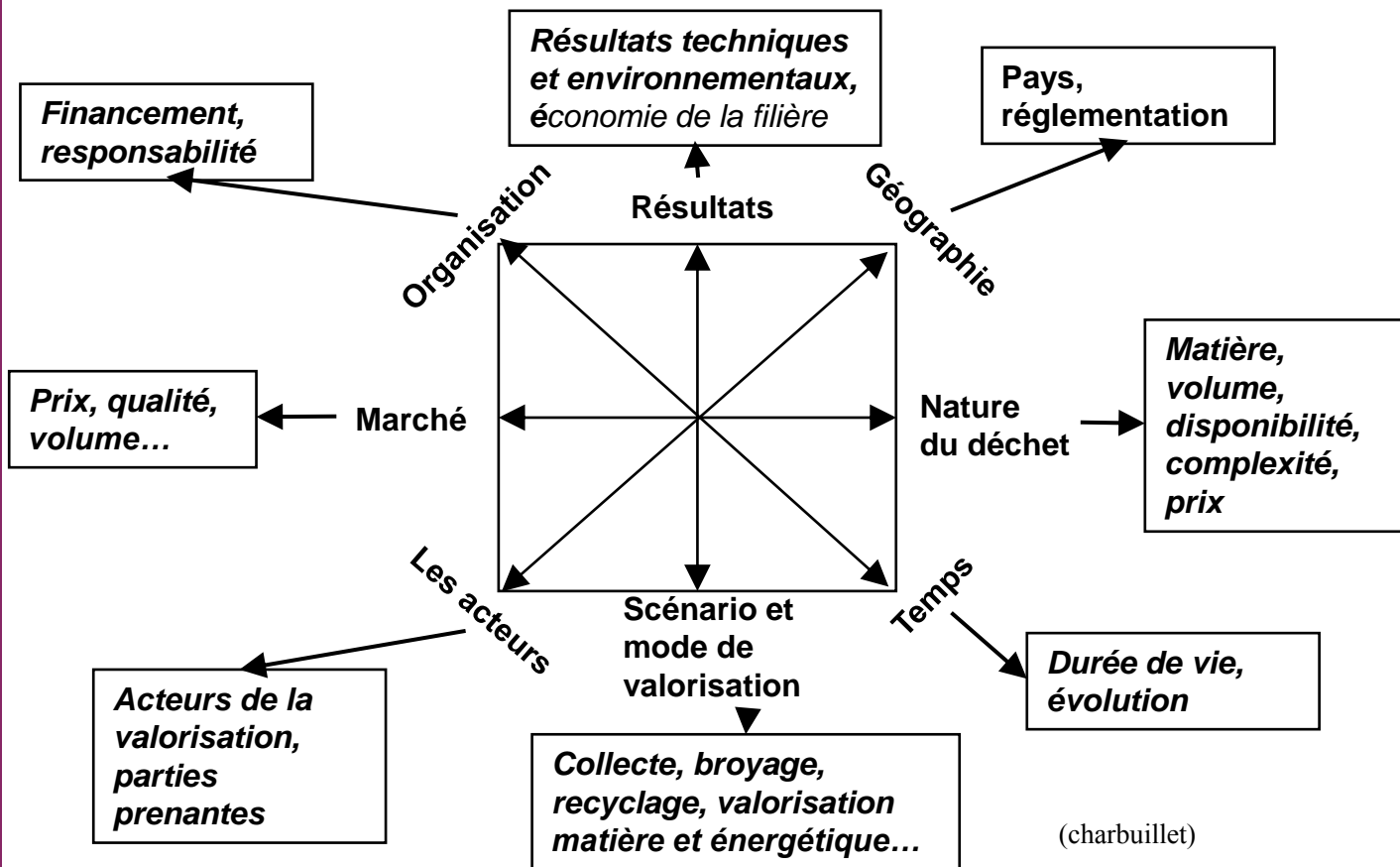


# DU RECYCLAGE À LA FILIÈRE



**Qu'est-ce qu'une filière de recyclage de produits en fin de vie?**

# QU'EST-CE QU'UNE FILIERE?



(charbillet)



# MESURE DE L'EFFICACITÉ DES FILIÈRES

Effacité technique

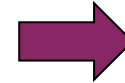
Effacité économique

Effacité environnementale

Effacité organisationnelle



**Indicateur global**



Thèse ENSAM (Mathieux 2002, Charbuillet 2009, Thèses en cours 2017- Horta Arduin, Martinez Leal)

Thèse Delft (Van schaik 2004)

Cotation Renault

**Le taux de recyclage** est le pourcentage du produit en masse (famille de produits ou matériau) qui est réellement recyclé dans les filières de traitement existantes.

≠

**Le taux de recyclabilité** est le pourcentage du produit en masse qui pourrait être théoriquement recyclé si :

- ✓ Le produit est collecté
- ✓ La filière de traitement existe
- ✓ Prise en compte de données économiques, de pertes, de qualité...

## Calcul du taux de recyclage

$$Tx_{recyclage\_produits} = \frac{M_{produits\_recyclés}}{M_{produits\_collectés\_ou\_fin\_de\_vie}} * 100$$

$$Tx_{recyclage\_matière} = \frac{M_{matière\_recyclée}}{M_{matière\_collectée\_ou\_fin\_de\_vie}} * 100$$

Efficacité des  
procédés

## Le taux de recyclabilité (norme ISO 22628)

Potentiel f(évolution  
capacités filières)

$$Tx_{recyclabilité} \text{ _ produit} = \frac{M_{dépollution} + M_{démontage} + M_{tri}}{M_{produit}} * 100$$




$M_{dépollution}$  = masse des matériaux susceptibles d'être recyclés après dépollution

$M_{démontage}$  = masse des matériaux susceptibles d'être recyclés après démontage

$M_{tri}$  = masse des matériaux susceptibles d'être recyclés après une étape de tri des résidus de broyage

## TAUX DE RECYCLABILITÉ D'UN CLAVIER






				Scénario OM
Pièces	Matériau	% massique	Recyclable	
Capot Supérieur	ABS	31	 90%	
Capot Inférieur				
Partie haute support touches (105)				
Partie basse support touches (105)	PP	9		
Touches	PBT	8		
Languette	PS	0,08		
3 Films plastiques	PET	3		
Joint	SBR	0,05		
Plaque	Acier	43	 95%	
7 vis				
Ressort (105)				
Lamelle (105)	Laiton	0,4		
Carte électronique	carte pauvre	0,4		
Câble	PVC/Cuivre	6		

**53% récupérés par du tri avant incinération**




## TAUX DE RECYCLABILITÉ D'UN CLAVIER



Pièces	Matériau	% massique	Recyclable	Dépollution/Broyage/tri Taux_recyclabilité 2
Capot Supérieur	ABS	31	 90%	0,00
Capot Inférieur				
Partie haute support touches (105)				
Partie basse support touches (105)	PP	9		7,36
Touches	PBT	8		0,00
Languette	PS	0,08		0,07
3 Films plastiques	PET	3	0,00	
Joint	SBR	0,05		0,00
Plaque	Acier	43	 95%	40,87
7 vis				
Ressort (105)				
Lamelle (105)	Laiton	0,4		0,37
Carte électronique	carte pauvre	0,4		0,00
Câble	PVC/Cuivre	6		2,81
				<b>51,48</b>

## TAUX DE RECYCLABILITÉ D'UN CLAVIER



				Démontage intégral
Pièces	Matériau	% massique	Recyclable	Taux_recyclabilité 3
Capot Supérieur	ABS	31	 90%	28,00
Capot Inférieur				
Partie haute support touches (105)				
Partie basse support touches (105)	PP	9		7,79
Touches	PBT	8		0,00
Languelette	PS	0,08		0,07
3 Films plastiques	PET	3	2,33	
Joint	SBR	0,05	 0,00	
Plaque	Acier	43	 95%	40,87
7 vis				
Ressort (105)				
Lamelle (105)	Laiton	0,4		0,37
Carte électronique	carte pauvre	0,4	0,00	

**Nécessité de définir des scénarios fin de vie et de connaître les filières associées**

**Taux de recyclage réel non connu**

## Calcul du taux pour une C4 picasso

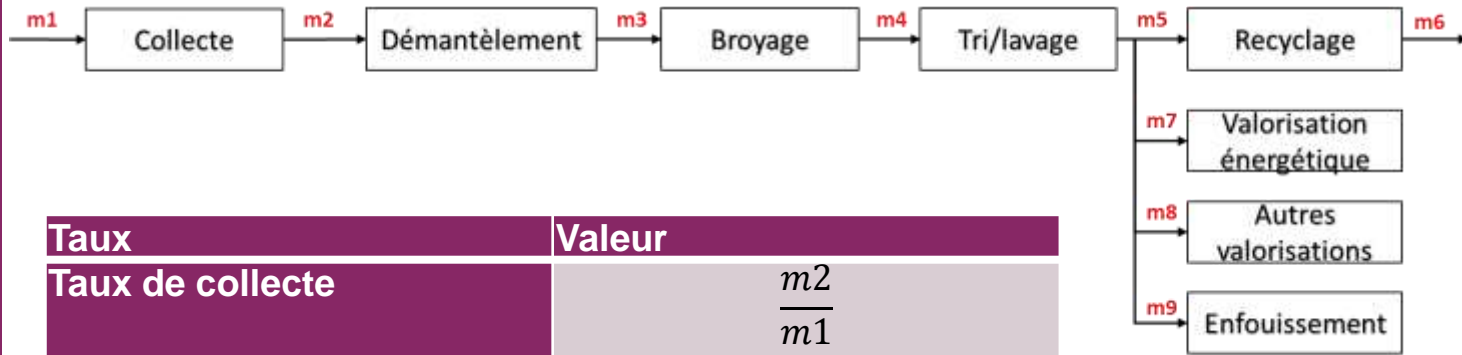


Méthode	Indicateur	Valeur obtenu (%)	Objectif directive 2000/53/CE	Respect de la norme	
				Oui	Non
ISO 22628	Taux de recyclabilité	82,46	85		X
	Taux de valorisabilité	99,795	95	X	
ADEME	Taux de recyclabilité	81,24	85		X
	Taux de valorisabilité	85,76	95		X



# QUEL PÉRIMÈTRE POUR LE CALCUL DU TAUX DE RECYCLAGE?

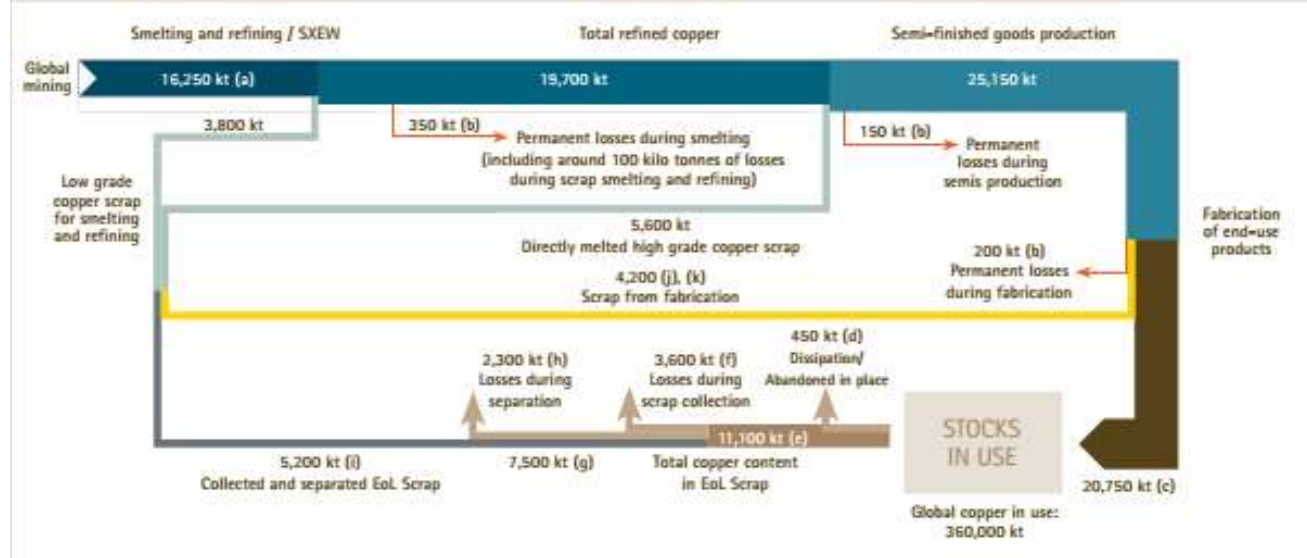
## Proposition de périmètre



Taux	Valeur
Taux de collecte	$\frac{m2}{m1}$
Taux de recyclage fin de vie	$\frac{m6}{m1}$
Taux de recyclage collecté	$\frac{m6}{m2}$
Efficacité du procédé de recyclage	$\frac{m6}{m5}$
Taux de valorisation fin de vie	$\frac{m6 + m7 + m8}{m1}$

# Exemple sur le recyclage du Cuivre

QUEL  
PÉRIMÈTRE  
POUR LE  
CALCUL DU  
TAUX DE  
RECYCLAGE?



Taux	Valeur
Taux de collecte	65%
Taux de recyclage fin de vie	45%
Taux de recyclage collecté	70%
Efficacité du procédé de recyclage	90%

Données ENSAM 2017- International Copper Association- 2017

## CONCLUSIONS



Comment s'y retrouver parmi tous ces taux?



Identifier le périmètre de calcul



Prendre en compte la réalité du terrain



Définir un taux de recyclage commun à tous et représentatif de la filière



Intégrer d'autres composantes (l'efficacité des process, l'environnement, l'économique, la qualité des matières)



Des développements scientifiques

# MERCI POUR VOTRE ATTENTION

*06 Avril 2018*

**Carole CHARBUILLET**

[Carole.charbillet@ensam.eu](mailto:Carole.charbillet@ensam.eu)

Conférence EcoInfo « Que deviennent  
nos déchets électroniques? »

