

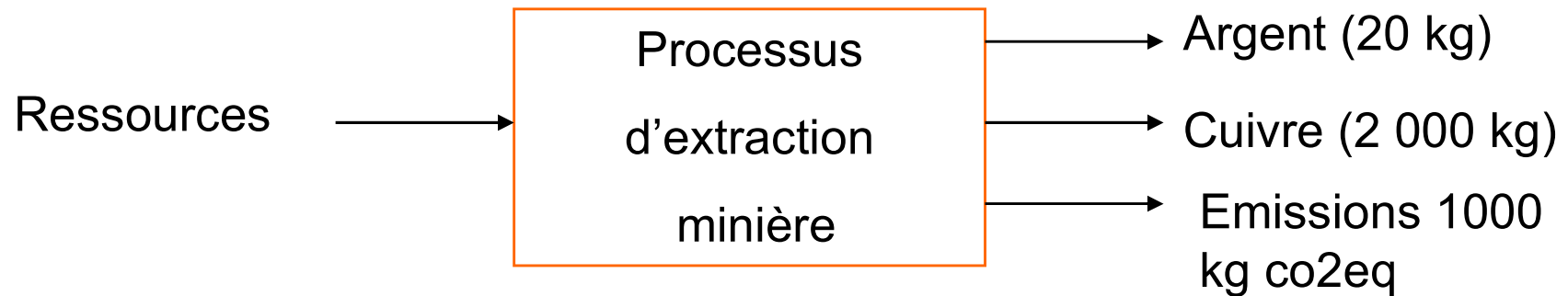
# Allocation en Analyse du Cycle de vie

# **Allocation et recyclage en ACV**

**Comment relier les systèmes de production entre eux?**

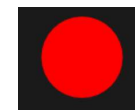
# Allocation pour les co-produits

---

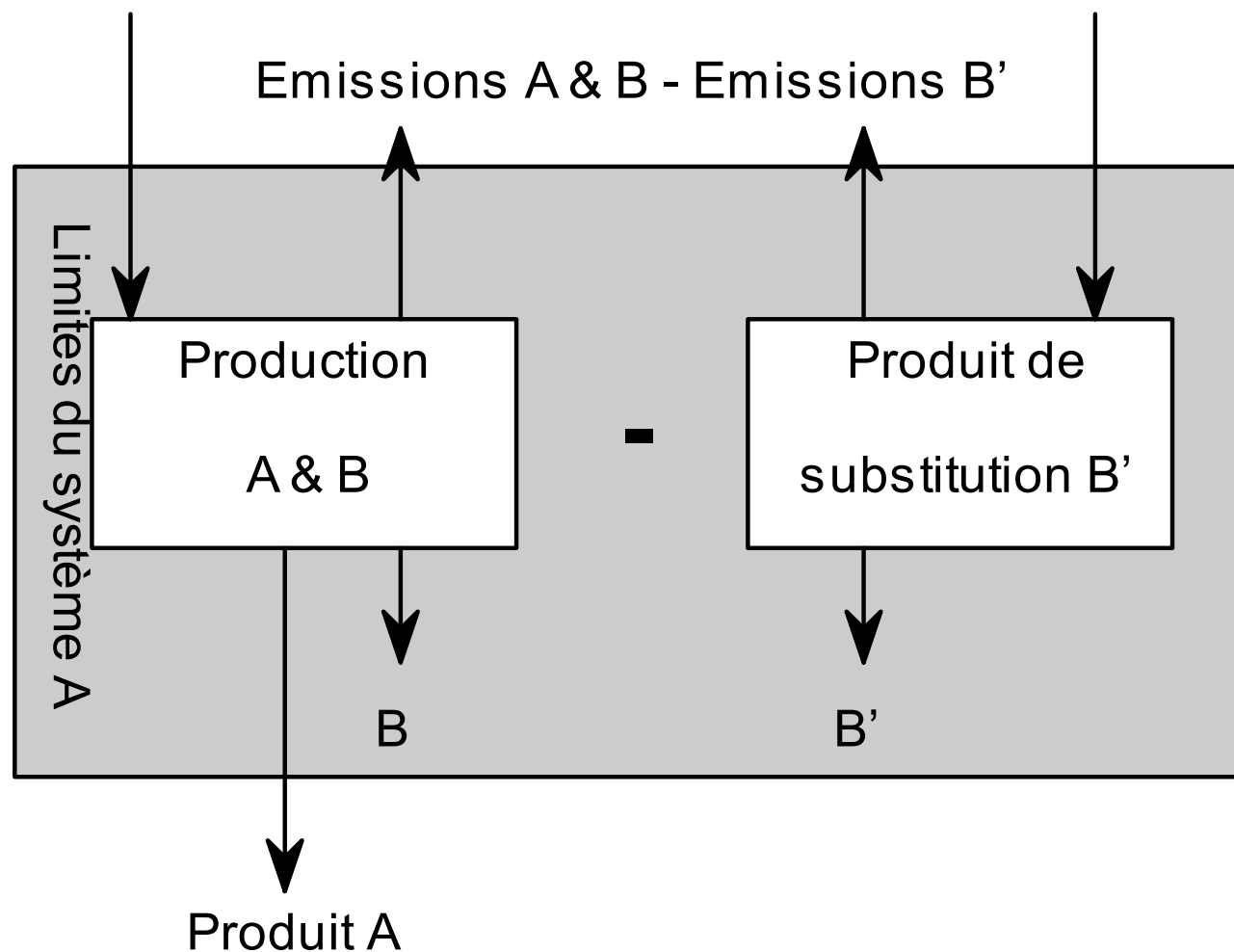


Comment attribuer les impacts dus à l'activité minière?

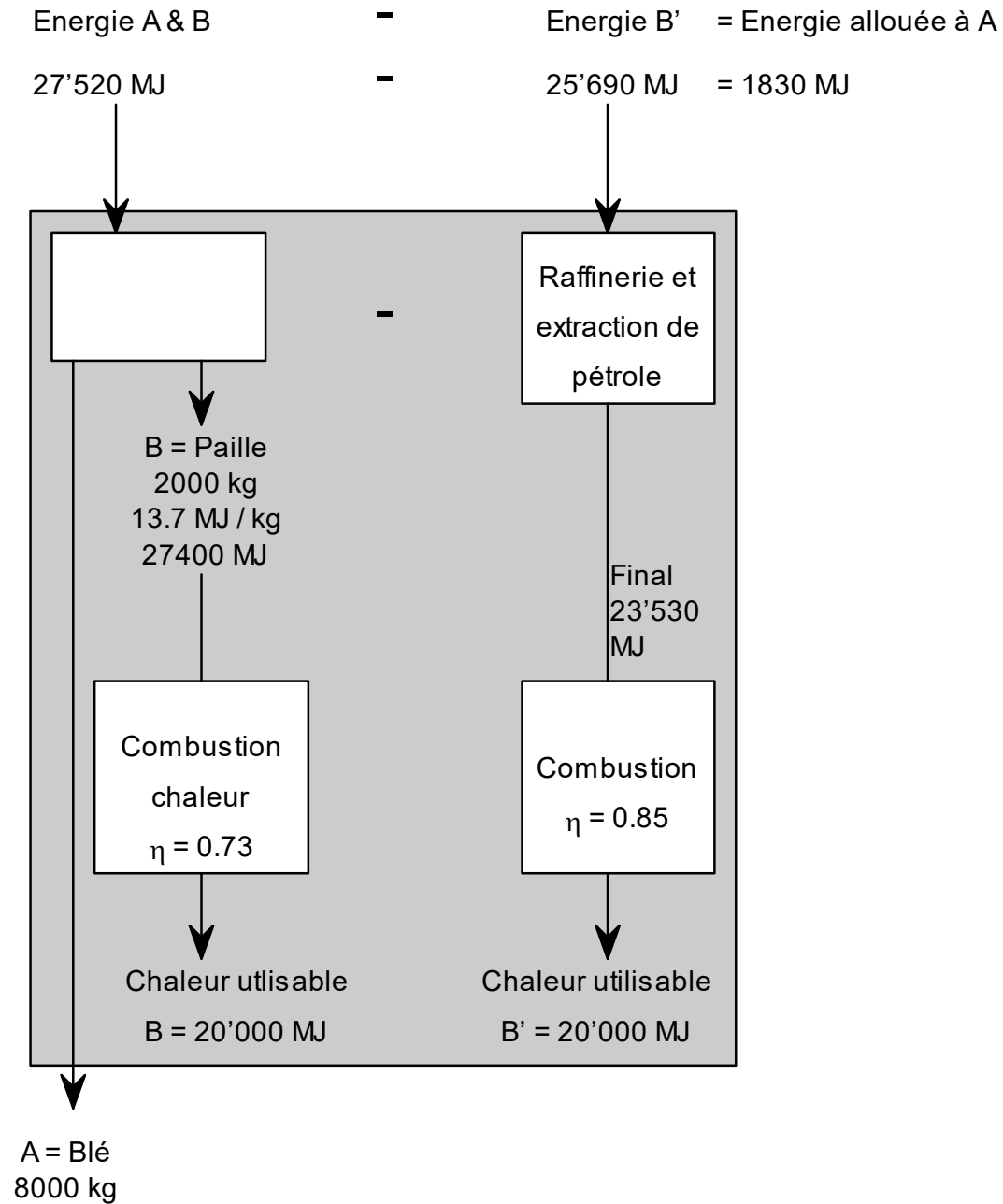
# Eviter l'allocation par extension du système et bonus



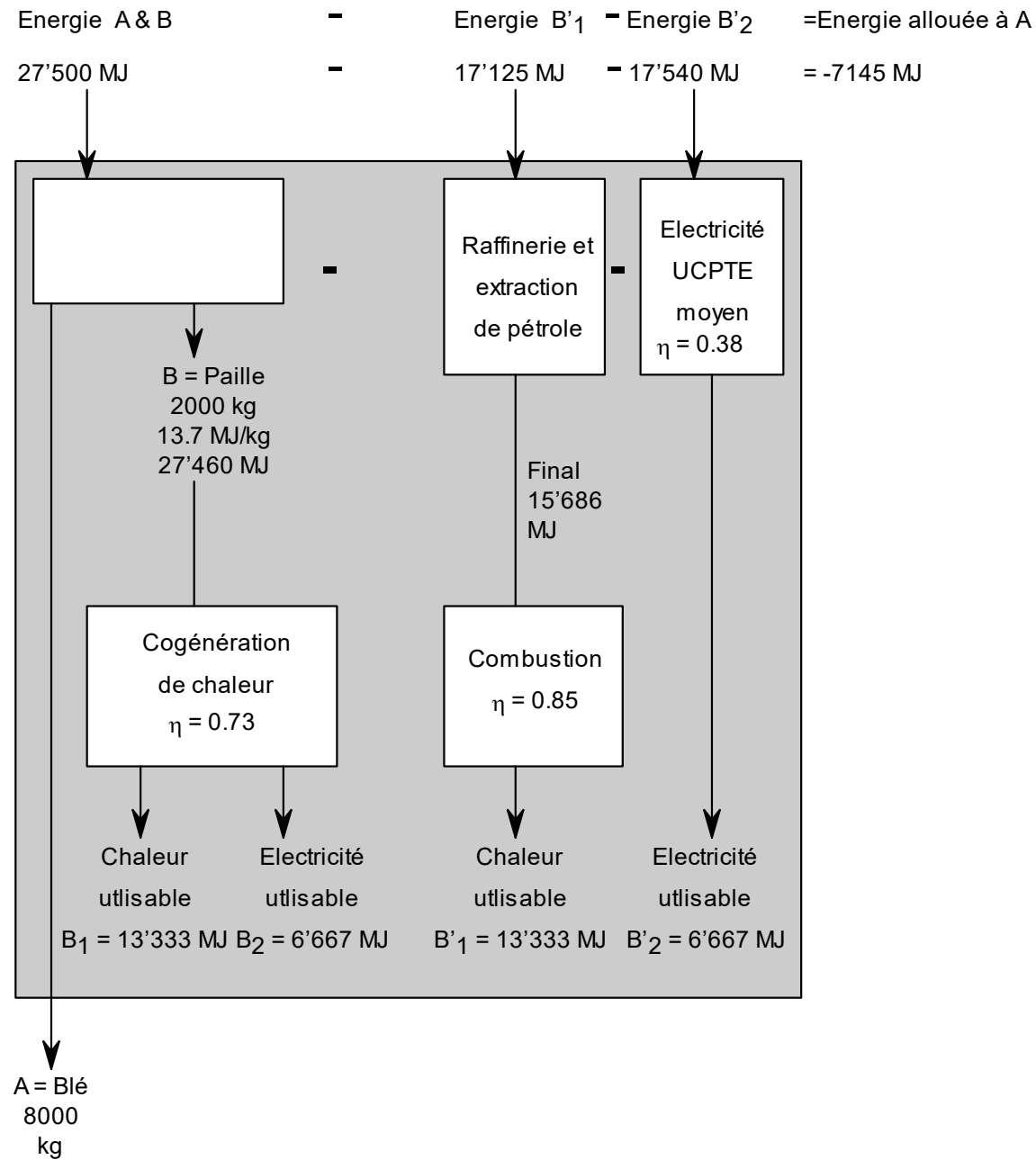
Matières premières de A & B - Matière première de B'



# Extension du système production de chaleur



# Extension du système cogénération chaleur-force



# Extension du système

## Réincorporation de la paille

Energie A & B

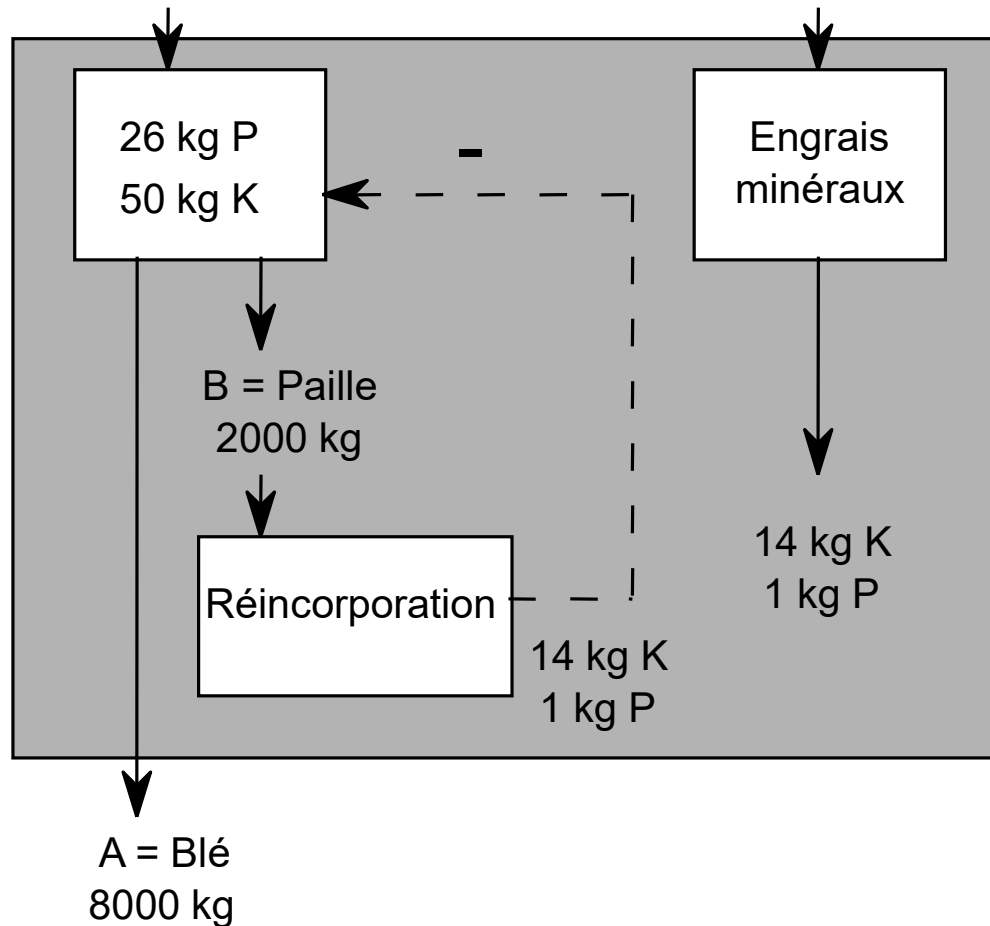
- Energie engrais substitué = Energie allouée à A

27'500 MJ

-

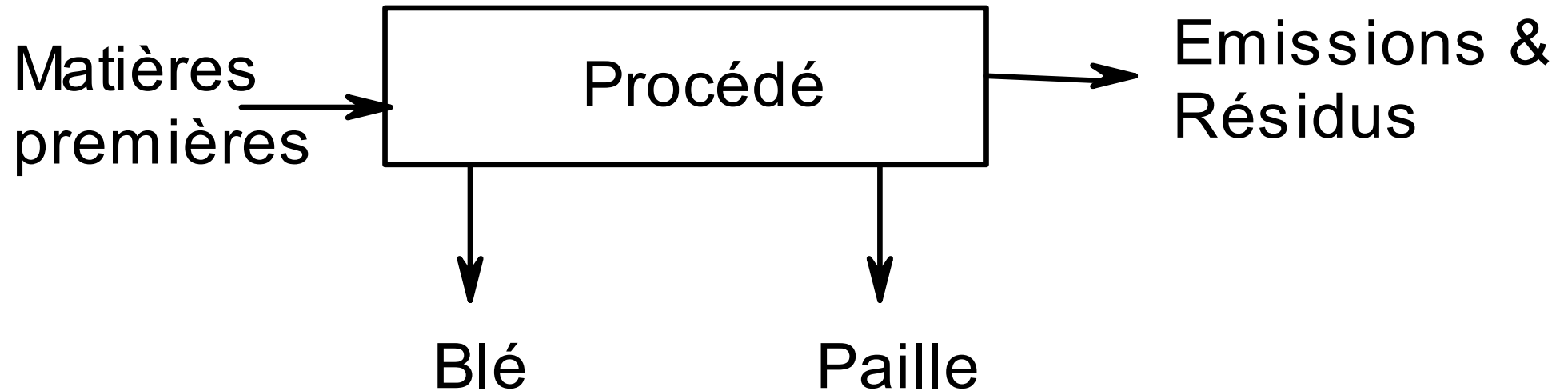
420 MJ

= 27'100 MJ



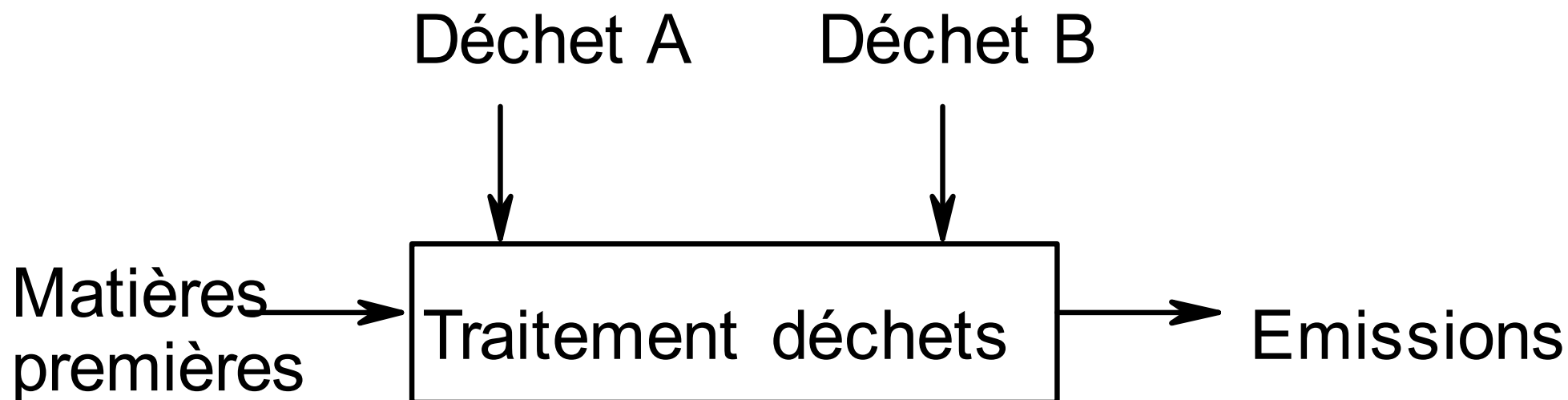
# Allocation

## Co-Produits

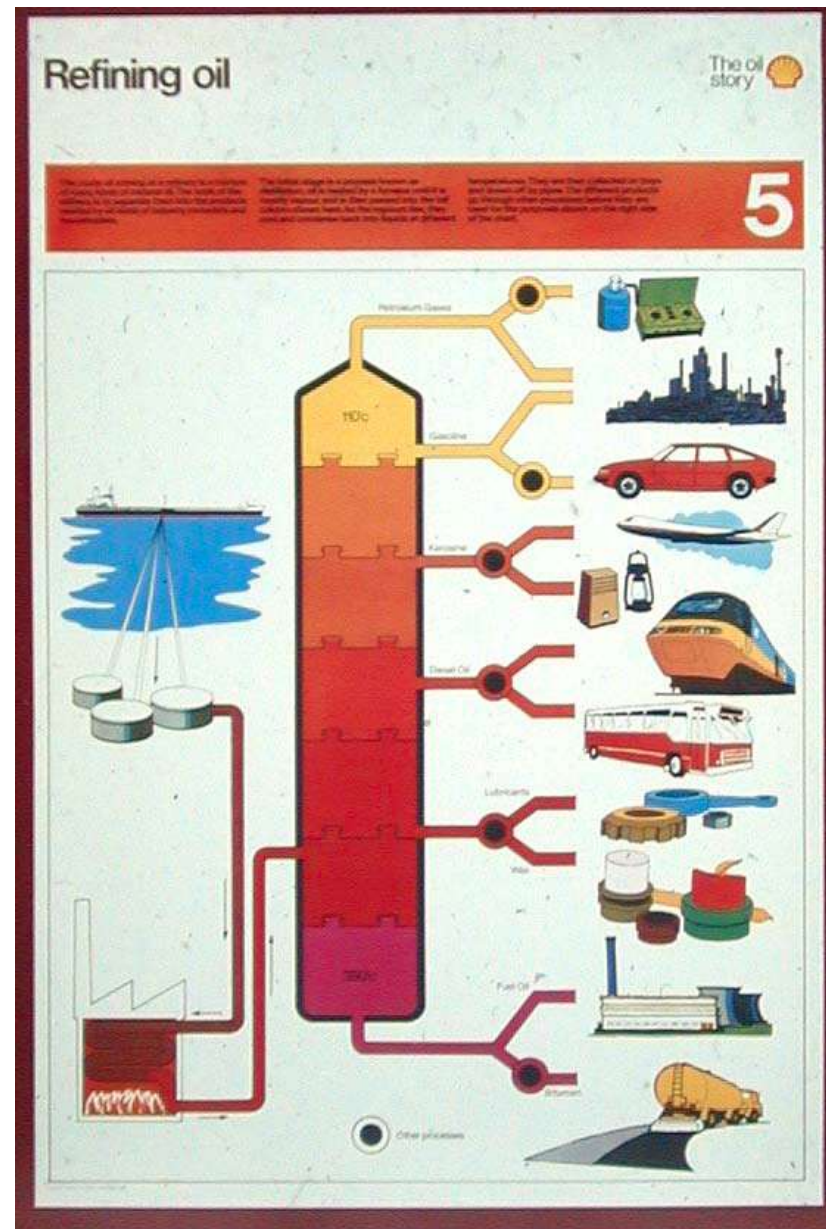




# Traitement des déchets



# Exemple d'allocation massive



Le raffinage du pétrole est un système multioutput

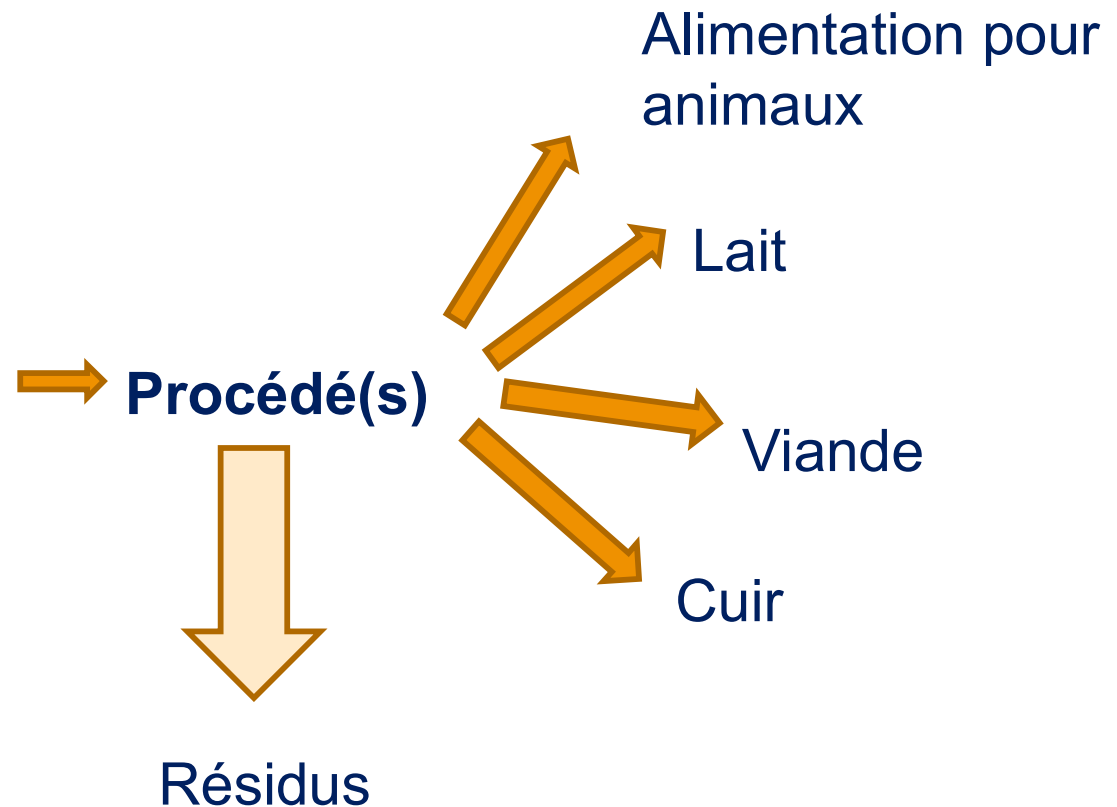
# Allocation: ordre de préférence (ISO 1404)

Quelle activité économique est-elle responsable de quel problème environnemental ?

L'ordre de préférence des méthodes est le suivant :

- Eviter l'allocation par **séparation des processus** s'il est possible de **dissocier les systèmes de production** ;  
par **extension du système**, lorsque le produit **substitué est connu** de façon certaine ;
- **Allocation physique**, pour le traitement des déchets ou si **causalité physique** ; **Variations marginales** : S'il est possible de **varier légèrement la proportion** entre un produit et son co-produit ;
- **Allocation financière** : Dans les autres cas, reflète la **causalité économique**
- Une analyse de sensibilité doit être réalisée lorsque plusieurs alternatives sont possibles

# Le problème de la vache



Comment attribuer les impacts dus au(x) procédé(s) ?

# Calcul des émissions de méthane et de gaz à effet de serre d'une vache

Stade génisse: 3 ans, 65 kg de  $\text{CH}_4$  émis/an

Vache laitière: 6 ans, 90 kg de  $\text{CH}_4$  émis/an

1 kg de Méthane = 25 kg de  $\text{CO}_2$ équivalent

Quelle est la quantité de gaz à effet de serre (GES) émis par une vache dans sa vie ( en kg  $\text{CO}_2$ eq.)?

# Données d'allocation des impacts

	Masse fraiche en kg	Taux proteique en %	Valeur économique €/kg
Lait	18000	3,40 %	0,31
Viande commercialisée	245	20 %	5
Déchets alimentation animale	305	15 %	0,05
Déchets autres	100	8 %	0

# Questions

1- Quel est le total des émissions de GES d'une vache?

2- Quel est la répartition des GES selon les différentes règles d'allocation? (table ci-dessous)

	Allocation massique	Allocation sur le taux protéique	Allocation économique
Lait			
Viande commercialisée			
Déchets alimentation animale			
Déchets autres			
Total			

3- La filière lait choisit une allocation sur la fraction protéique, la filière viande sur la masse, et les filières sous-produit une allocation sur la valeur économique. Quel va être le total des émissions de GES?

# Modélisation de la fin de vie des produits



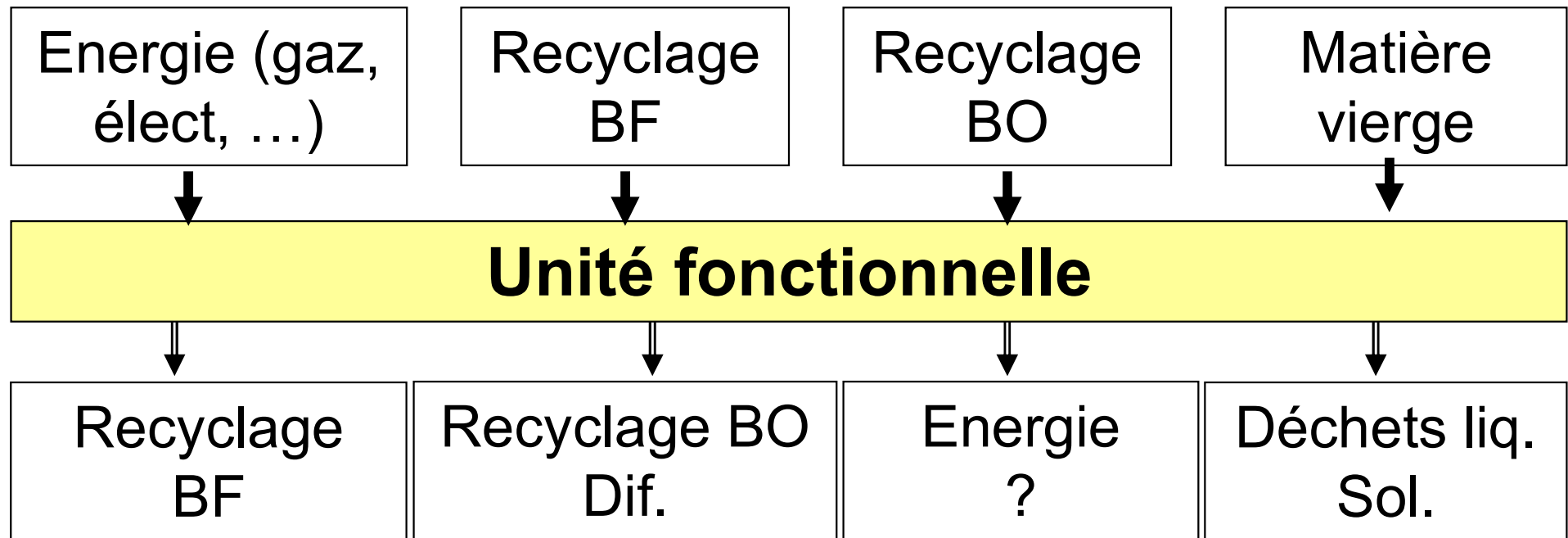
# **Modélisation de la fin de vie et prise en compte des bonus matière et énergie**

- Réutilisation
- Recyclage en boucle fermée sans perte de grade
- Recyclage en boucle fermée avec perte de grade
- Recyclage en boucle ouverte
- Valorisation énergétique
- Mise en décharge

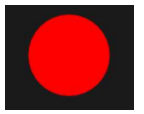
# Notions importantes

- Se référer au PEF guidance et à l'ISO 14040 amendement 2 (2020)
- Distinguer les notions de recyclable ou recyclé
- Recyclage est une forme de multifonctionnalité en ACV
- Réutilisation, recyclage ou revalorisation, des sens différents mais une même approche en ACV
- Distinction entre recyclage des déchets de production et des déchets après utilisation
- Une approche simplificatrice : « Méthode des stocks »

# Cadre de prise en compte de la fin de vie des produits



# Recyclage en boucle fermée sans perte de grade



- La matière en fin de vie après traitement vient se substituer à la matière en entrée dans le système
- 1 kg de matière recyclée sauve 1 kg de matière vierge

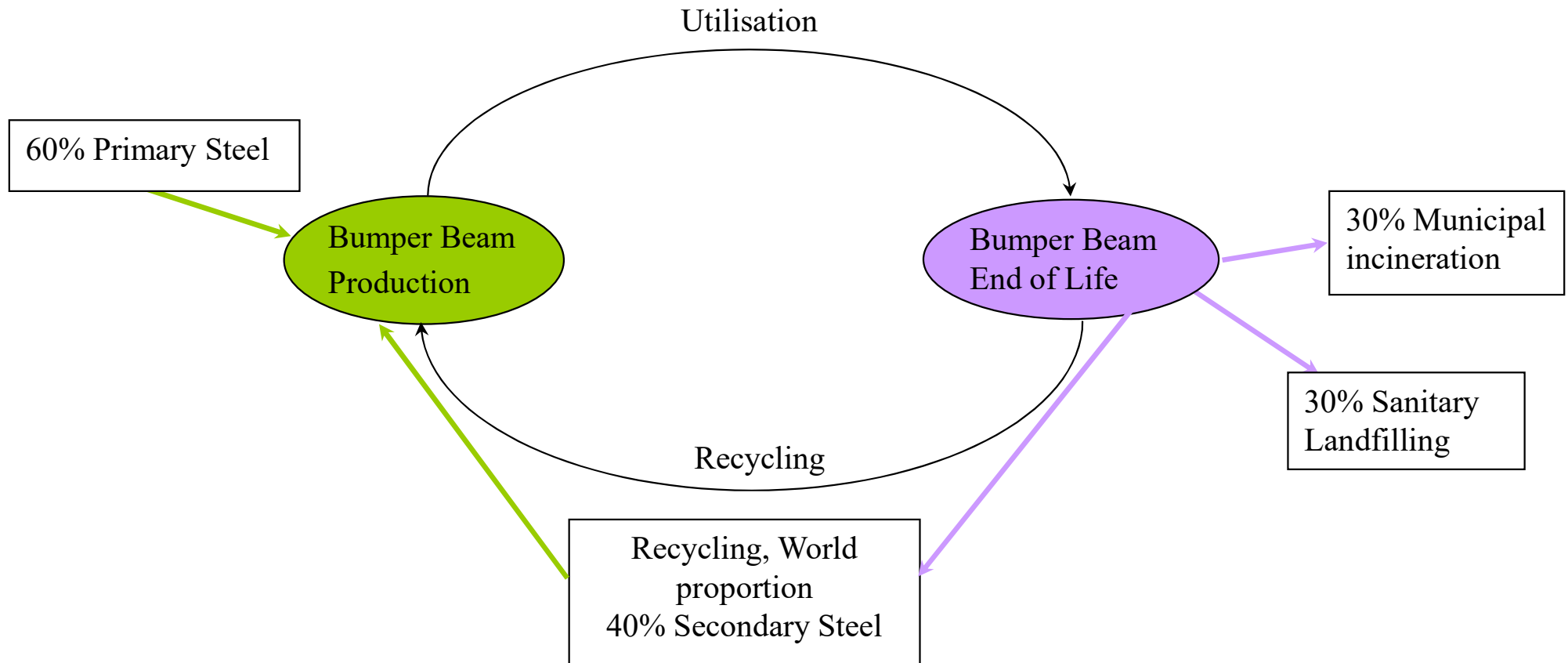
Des pertes peuvent avoir lieu:

- Rendement de la collecte
- Rendement du process de recyclage

Exemple : Acier

# Recyclage en boucle fermée

## Exemple de l'acier



### Counted at the production phase:

+60% Primary Steel  
+40% Secondary Steel

### Counted at the end of life phase:

+30% Municipal incineration  
+30% Sanitary landfilling

# Recyclage en boucle fermée avec perte de grade

- Le produit en fin de vie après traitement vient se substituer au produit en entrée dans le système
- 1 kg de matière recyclée sauve  $X$  kg de matière vierge ( $X < 1$ )

Des pertes peuvent avoir lieu:

- Rendement de la collecte
- Rendement du process de recyclage
- Perte de qualité de la matière

NB: La perte de grade est calculée sur un paramètre technique ou économique

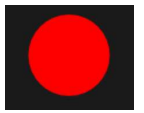
# Recyclage en boucle ouverte



**-Le produit (a) en fin de vie après traitement vient se substituer à un autre produit (b) en entrée dans le même système ou un autre système**

**1 kg de matière recyclée sauve X kg d'autre chose**

- Il faut choisir le point de jonction des deux chaînes de produit de façon réaliste pour l'entrée du produit (a)
- Le bénéfice environnemental est calculé en ajoutant les impacts liés à la collecte et au recyclage du produit (a) et en retirant les impacts du produit (b) substitué
- La pertes peuvent avoir lieu durant la collecte ou durant le recyclage
- Le bénéfice environnemental est calculée sur des paramètres techniques ou économiques



# Valorisation énergétique

Etape 1 : Quantifier les impacts associés au traitement en fin de vie

Etape 2: Estimer l'énergie potentiellement récupérable à partir du PCI des déchets

Etape 3: Identifier le rendement des systèmes de production d'énergie

Etape 4: Quantifier la fraction d'électricité, et de chaleur produite

Etape 5: Sélectionner l'énergie substituée avec appliquer une extension du système



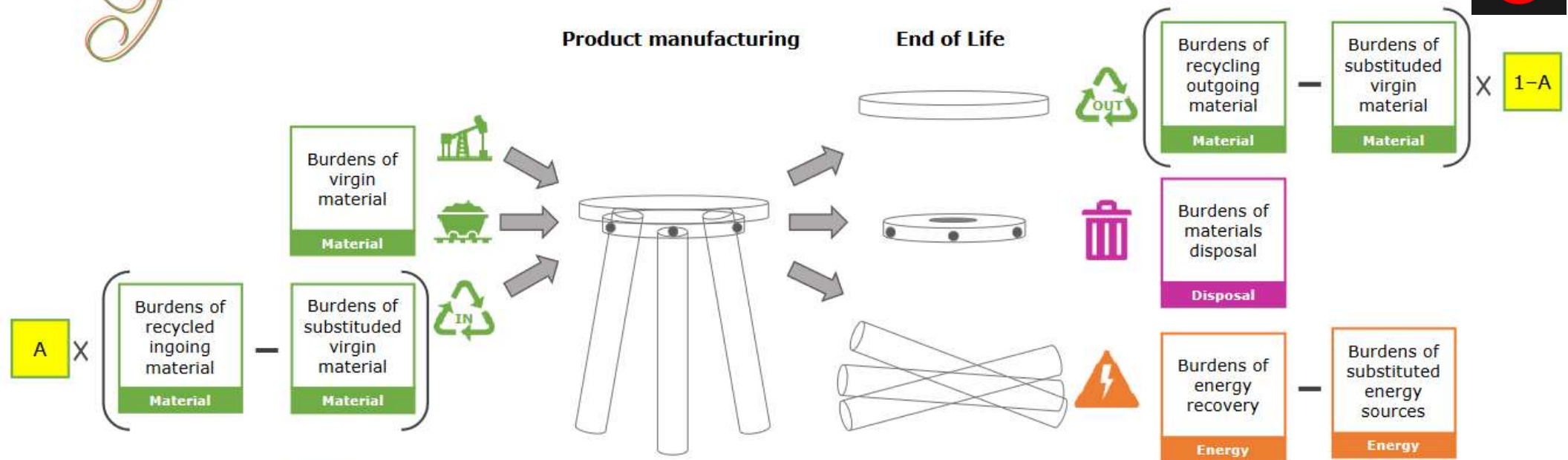
# **Modélisation de la fin de vie des déchets liquides et solides**

- Déchets liquides: Station d'épuration (données génériques ou modélisation spécifique)
- Déchets solides:
  - Stockage ultime des déchets dangereux
  - Stockage des déchets organiques
  - Stockage des déchets inertes
  - Déchets radioactifs

# The PEF Circular Footprint Formula (CFF)



Circular Footprint Formula = **Material** + **Energy** + **Disposal**



**A**

Allocation factor of burdens and credits, based on supply and demand of recycled material

Example:

A=0.2. Low offer of recyclable materials and high demand. Focus on recyclability at end of life

A=0.8. High offer of recyclable materials and low demand. Focus on recycled content

A=0.5. Equilibrium between offer and demand. Focus both on recyclability at end of life and recycled content

CFF formula	Parameters
Material	Proportion of recycled material entering the system (i.e. recycled content) Proportion of material that will be recycled in a subsequent system Emissions and resource use to produce virgin and recycled material Emissions and resource use for the recycling processes Quality ratio of recycled and recyclable material Quality of the substituted virgin material
Energy	Proportion of material used for energy recovery at the end of life Lower heating value Efficiency of energy recovery Emissions and resource use for energy recovery Emissions and resource use of substituted energy sources
Disposal	Emissions and resource use of disposed material

*Understanding the PEF and OEF method, 2021. European Commission*

# Modélisation de la fin de vie des produits et CF Formula

Circular Footprint Formula (CFF) is a combination of “material + energy + disposal”

## Material

$$(1 - R_1)E_V + R_1 \times \left( A E_{\text{recycled}} + (1 - A) E_V \times \frac{Q_{\text{Sin}}}{Q_p} \right) + (1 - A) R_2 \times \left( E_{\text{recyclingEoL}} - E_V^* \times \frac{Q_{\text{Sout}}}{Q_P} \right)$$

## Energy

$$(1 - B) R_3 \times (E_{ER} - LHV \times X_{ER,heat} \times E_{SE,heat} - LHV \times X_{ER,elec} \times E_{SE,elec})$$

## Disposal

$$(1 - R_2 - R_3) \times E_D$$

## Parameters of the CFF

A: allocation factor of burdens and credits between supplier and user of recycled materials.

B: allocation factor of energy recovery processes. It applies both to burdens and credits.

Qsin: quality of the ingoing secondary material, i.e. the quality of the recycled material at the point of substitution.

Qsout: quality of the outgoing secondary material, i.e. the quality of the recyclable material at the point of substitution.

Qp: quality of the primary material, i.e. quality of the virgin material.

R1: it is the proportion of material in the input to the production that has been recycled from a previous system.

R2: it is the proportion of the material in the product that will be recycled (or reused) in a subsequent system.

R2 shall therefore take into account the inefficiencies in the collection and recycling (or reuse) processes. R2 shall be measured at the output of the recycling plant.

R3: it is the proportion of the material in the product that is used for energy recovery at EoL

# Exercice fin de vie de sacs en papier

Comparer la fin de vie de sacs de caisse en papier d'un volume de 10 litres et d'une masse de 100 g.

1. Définir l'unité fonctionnelle
2. Comparer deux fins de vie possibles:
  - Incinération avec récupération d'énergie
  - Recyclage en boucle fermée

Données :

- Energie I non renouvel Papier vierge : 15 MJ/kg; papier recyclé : 12 MJ/kg
- PCI déchet 10 MJ/kg PCI
- Sorties incinérateur: 13% électrique, 37 % chaleur., 50% pertes
- Transport collecte 20 km et recyclage 200 km (2 MJ/t.km)
- Rendement recyclage de 70% et perte de grade de 10%
- Rendement de production électrique de 40%
- Energie substituée : fuel de chauffage (En Prim. 55 MJ/kg et PCI de 42MJ/kg) et électricité EU: 10,4 MJ/kWh (3,6 MJ/kWh)