



*Département*  
**ENERGIE**

*Responsable : Hervé COMBEAU*

---

*Parcours*

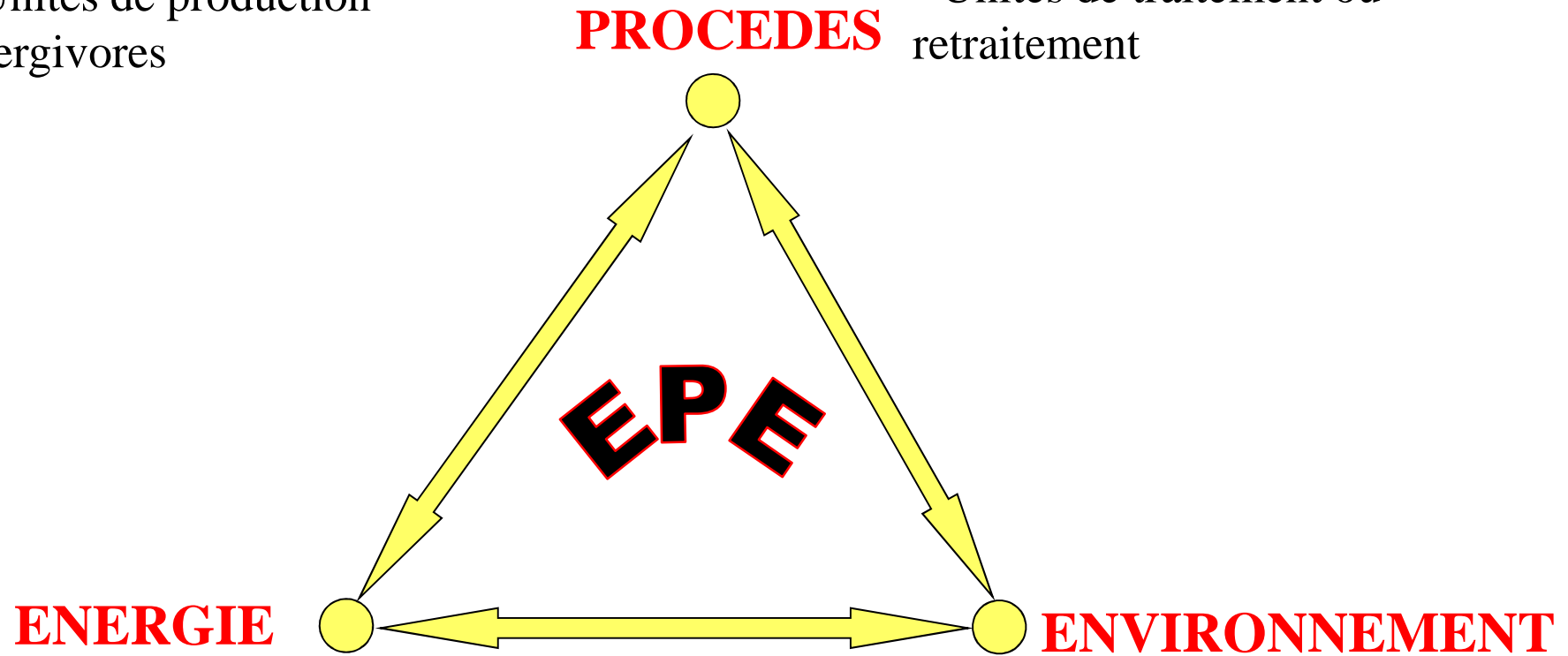
**Procédés, Environnement (EPE)**

*Responsable : Jean-Pierre BELLOT*

---

- Machines qui produisent ou transforment l'énergie
- Unités de production énergivores

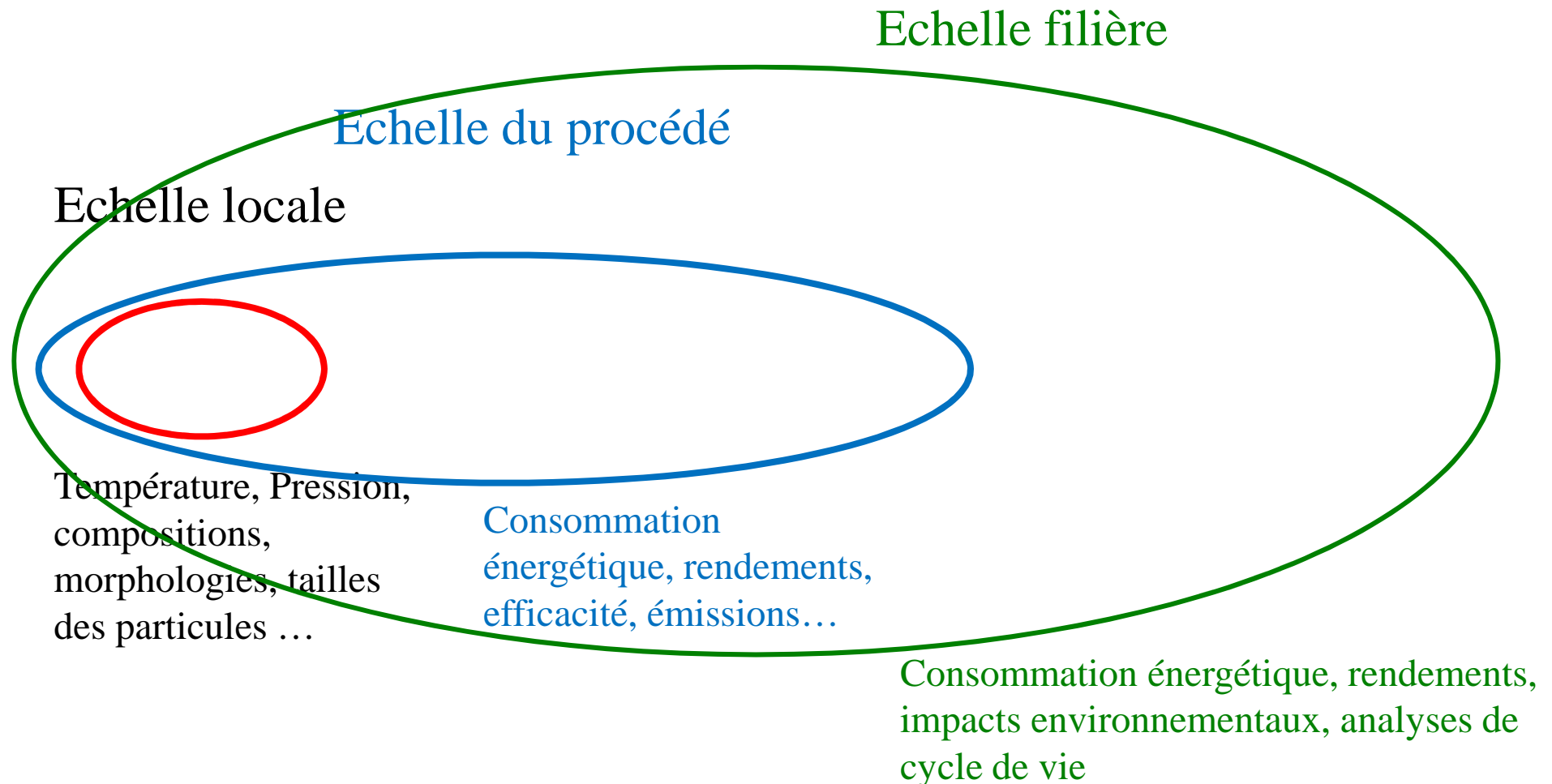
- Réacteurs industriels à fort impact environnemental
- Unités de traitement ou retraitement



- Air
- Eau
- Sols

# Plusieurs échelles d'investigation

---

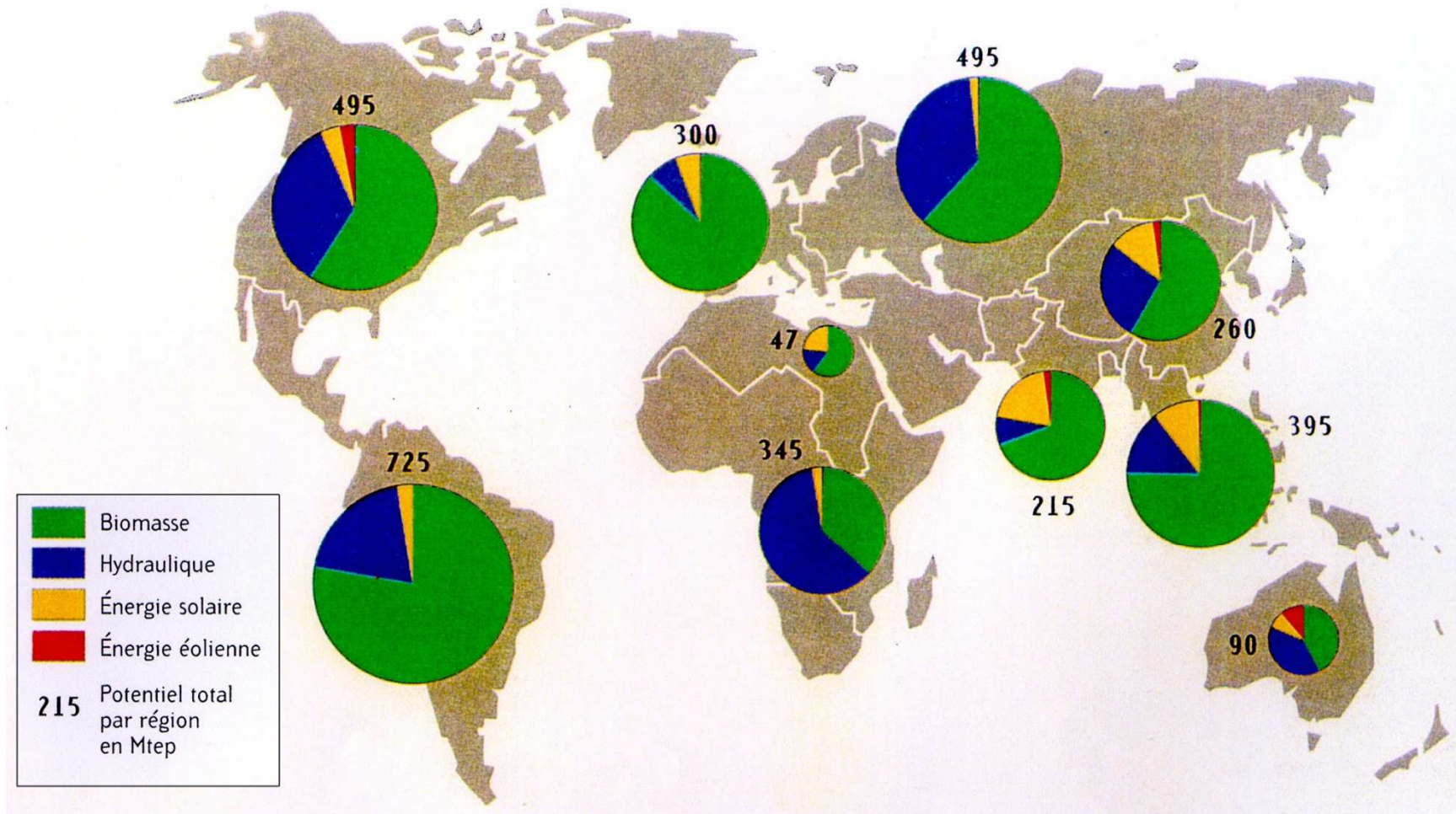


# 2 Examples

---

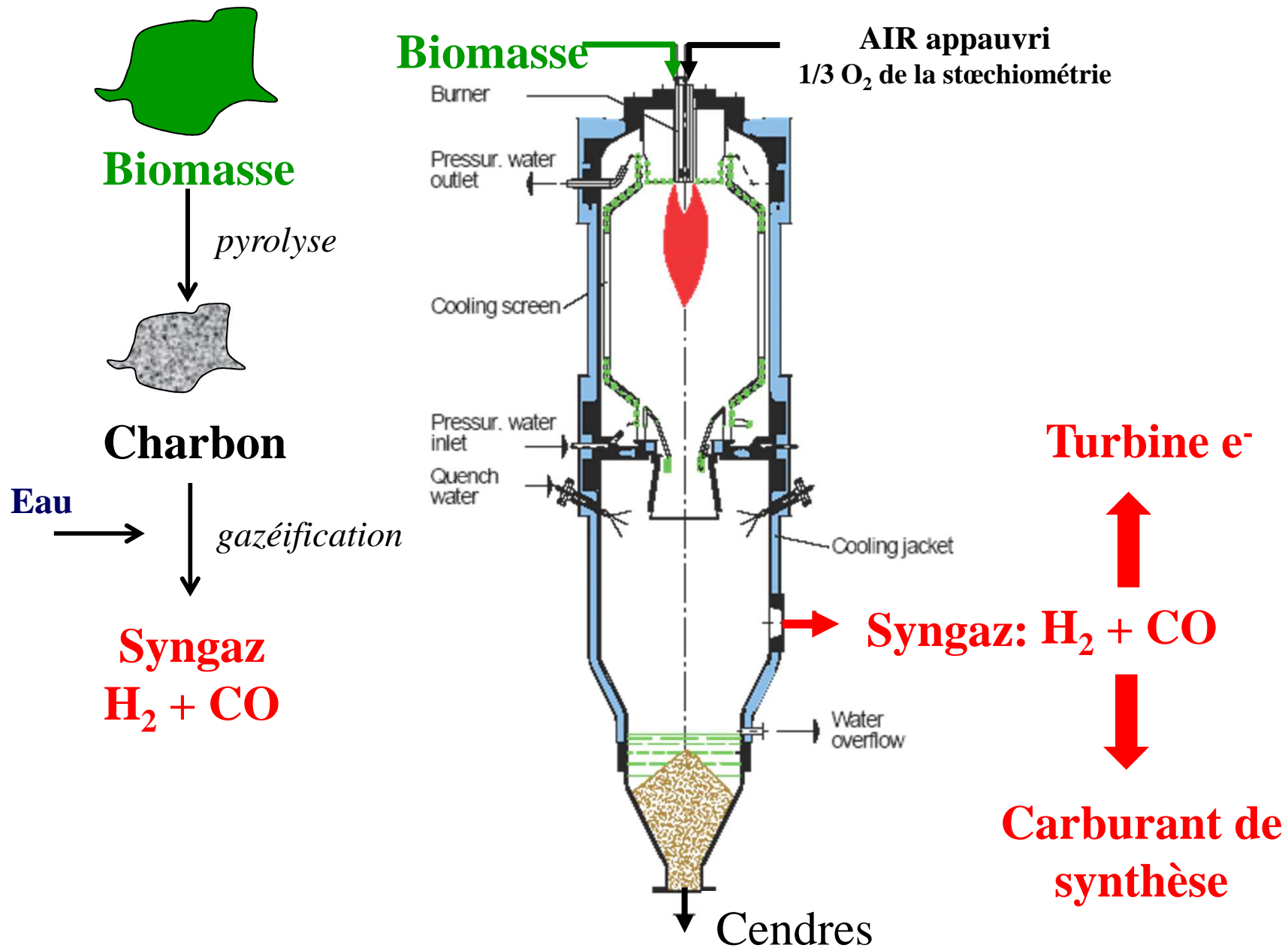
# I- Biomasse

La biomasse est la source d'énergie renouvelable ayant le plus grand potentiel



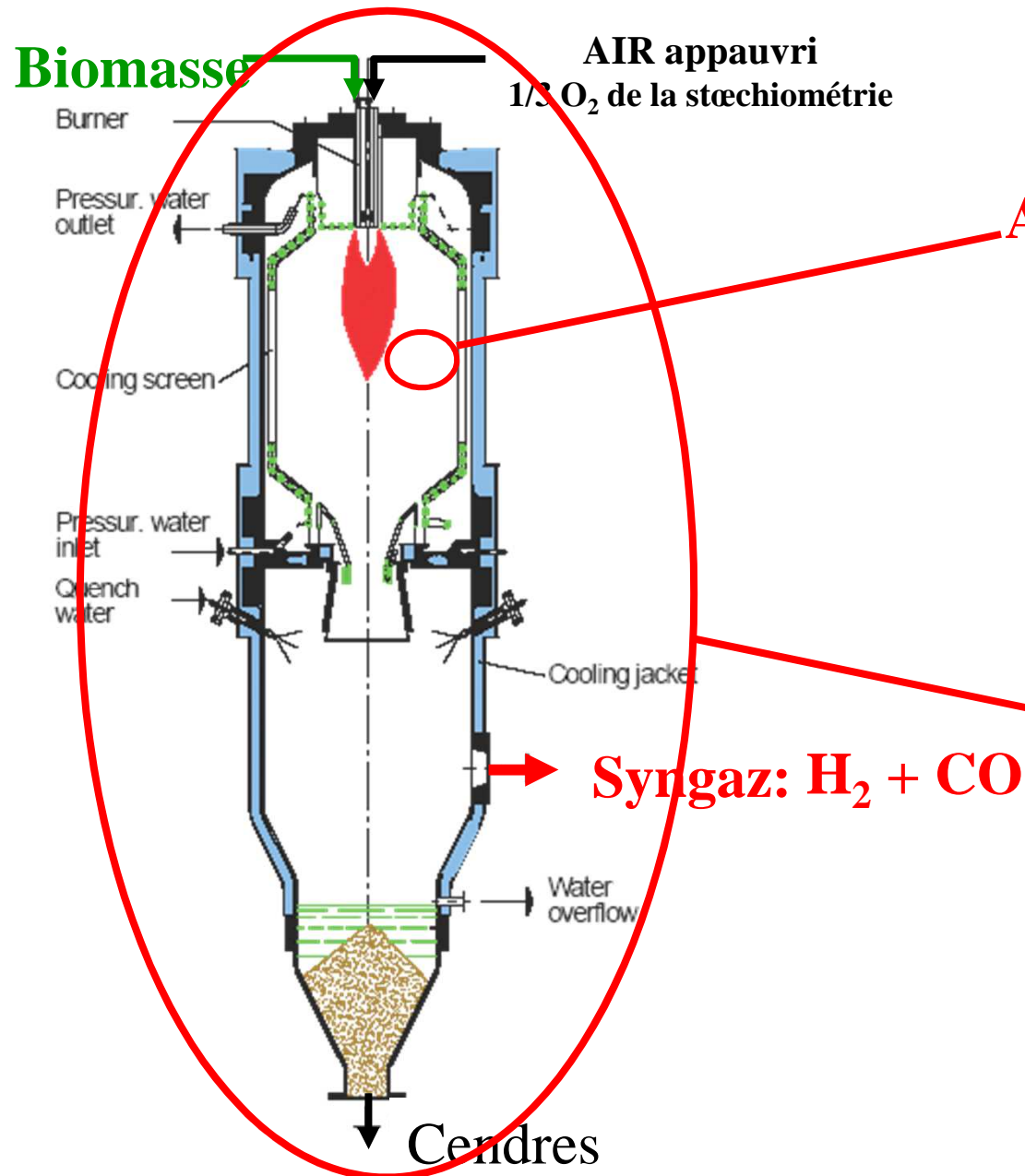
**Potentiel Biomasse = 2230 Mtep/an** (sans risque de déforestation)  
soit plus de 65% des 3365 Mtep d'énergies renouvelables potentielles.

# Réacteur de gazéification à lit entraîné



**Que peut faire un élève de EPE??**

# Approches pour l'Ingénieur



## Approche phénoménologique

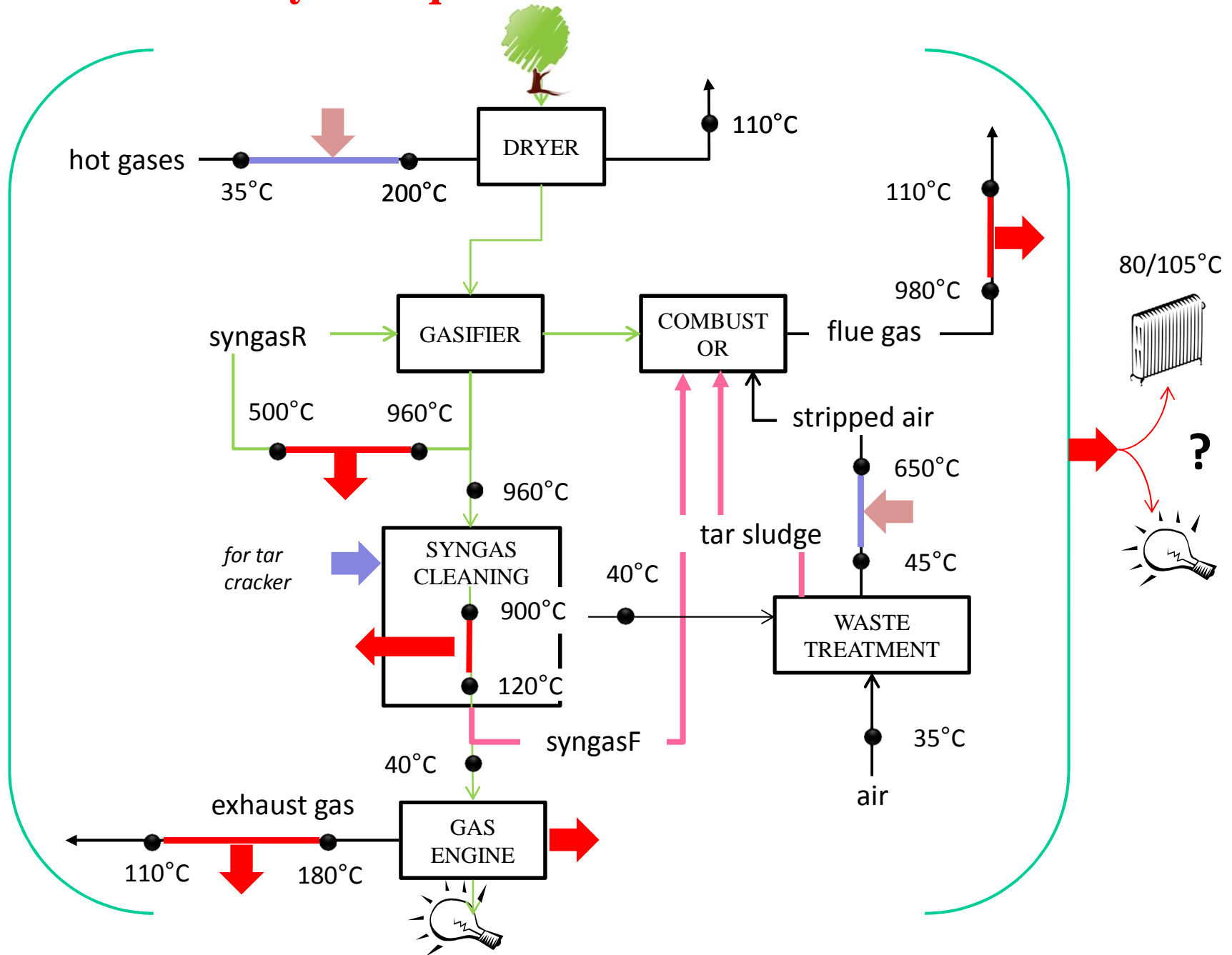
- ❖ Phénomènes de transport
- ❖ Equilibres et cinétiques
- ❖ Simulation numérique

## Approche systémique

- ❖ Bilans globaux et réacteurs idéaux
- ❖ Equilibres et cinétiques



# Calcul systémique à l'échelle d'une filière



# II- Recyclage de déchets



Pièce de Titane au départ



Pièce finie



collecte et traite ces chutes pour élaborer des lingots de qualité aéronautique

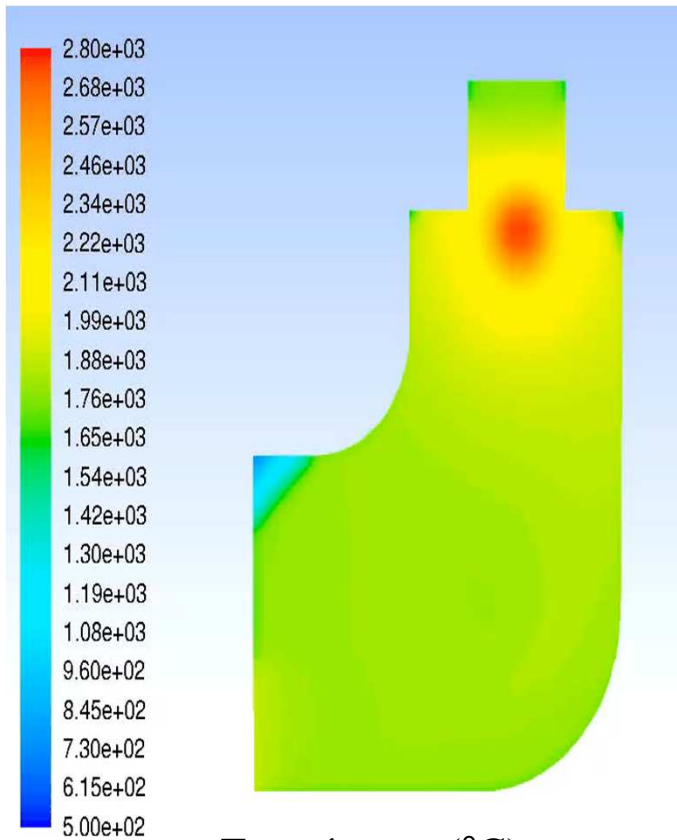


Jusqu'à 90% en poids de chutes à recycler

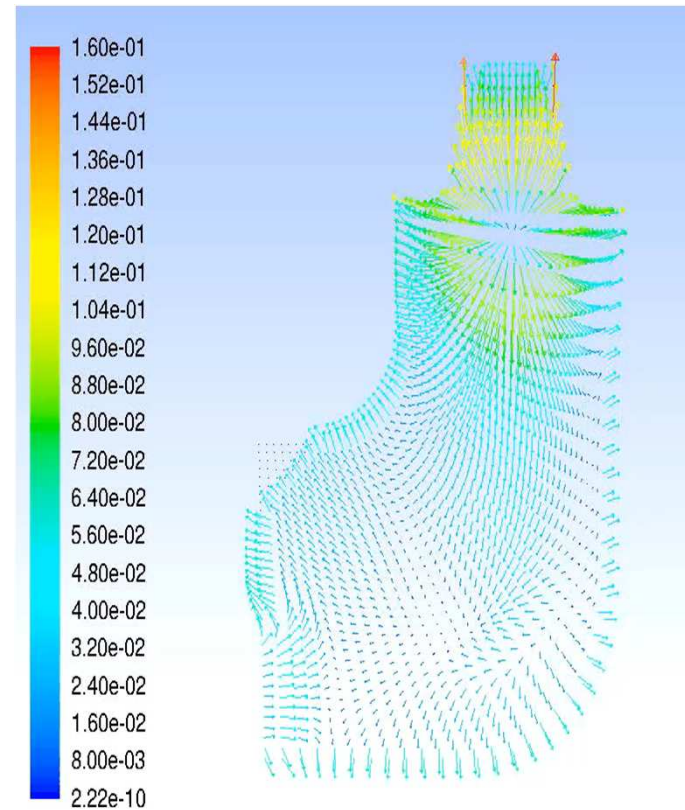
**Que peut faire un élève de EPE??**

# Approche phénoménologique

- ❖ Phénomènes de transport
- ❖ Equilibres et cinétiques
- ❖ Simulation numérique



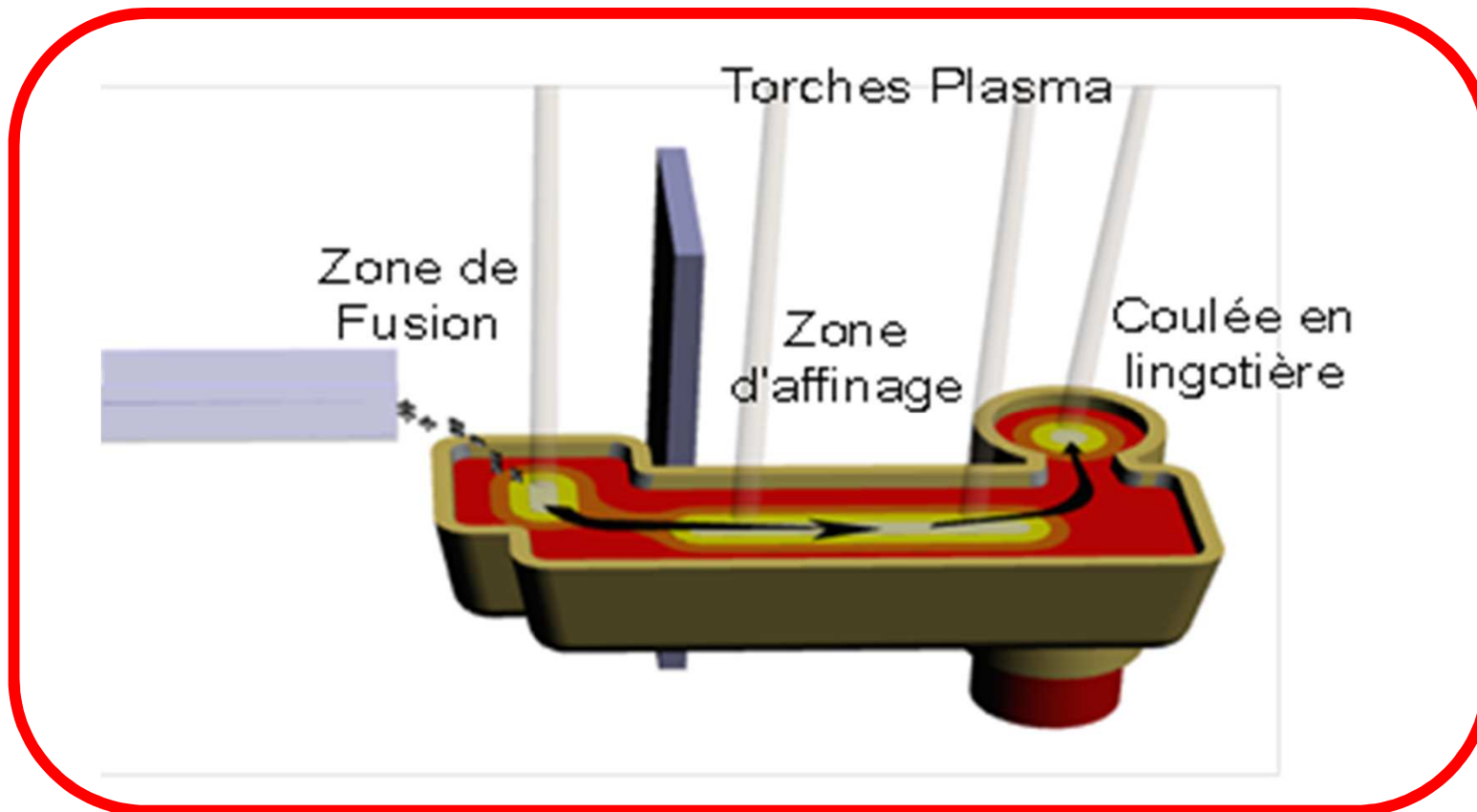
Température (°C)



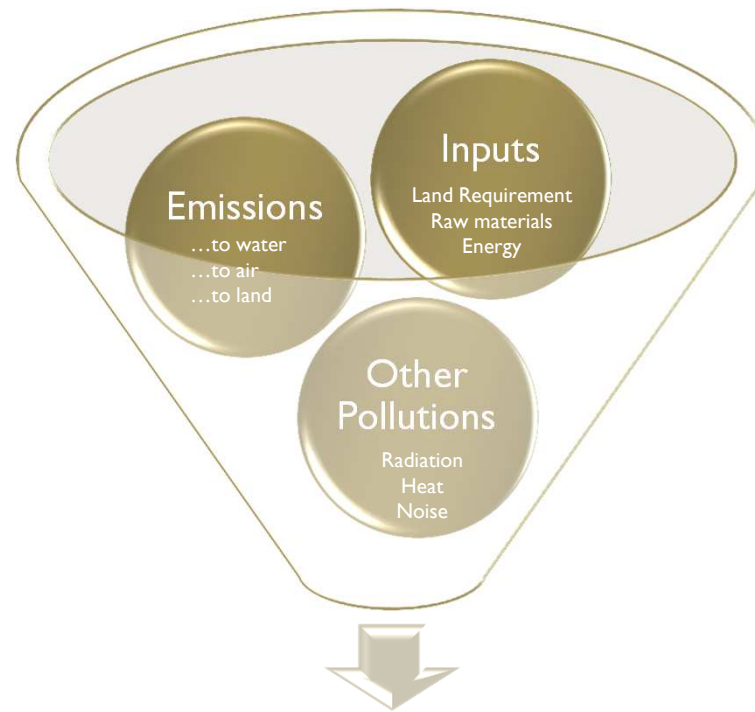
Vitesse à la surface du bain (m/s)

## Approche systémique

- ❖ Bilans thermiques globaux
- ❖ Réacteurs idéaux
- Efficacité énergétique



# Impact Assessment



Global Warming Potential  
[kg CO<sub>2</sub>-eq]

Ozone Depletion  
[kg CFC-eq]

Ionizing Radiation  
[Bq C<sup>14</sup>-eq]

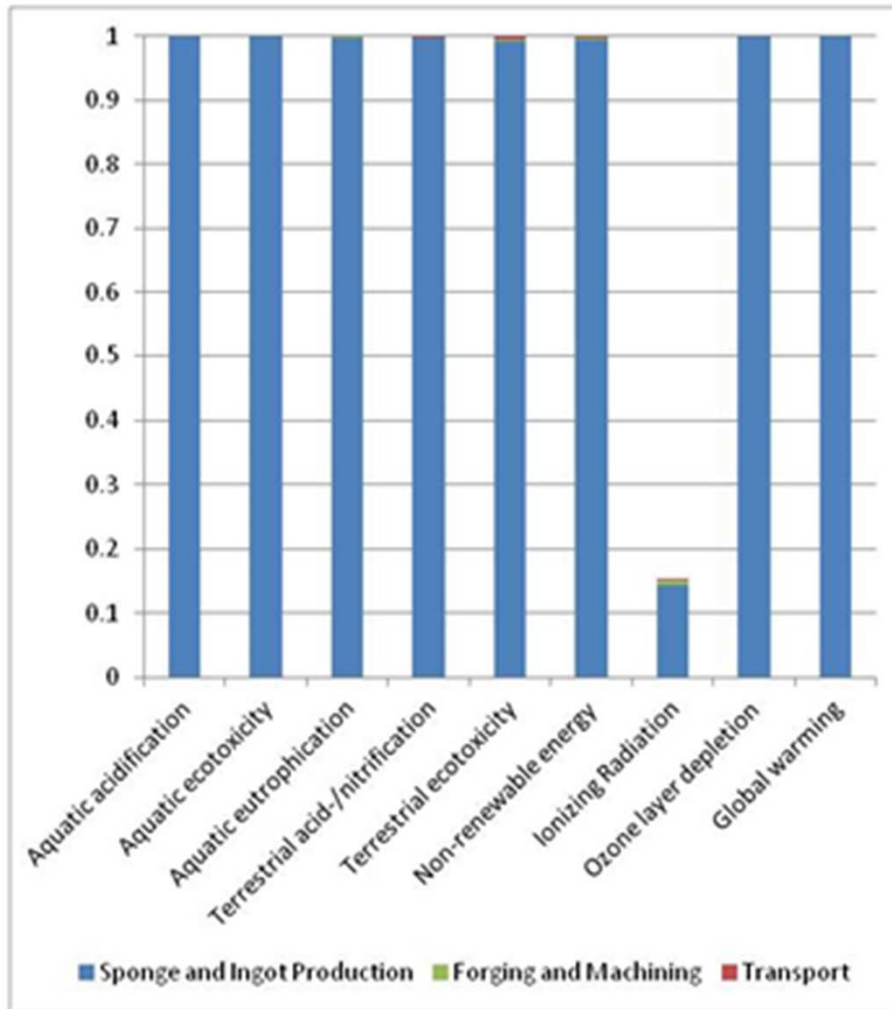
Acidification (water/land/air)  
[kg SO<sub>2</sub>-eq]

Eutrophication (to water)  
[kg PO<sub>4</sub>-eq]

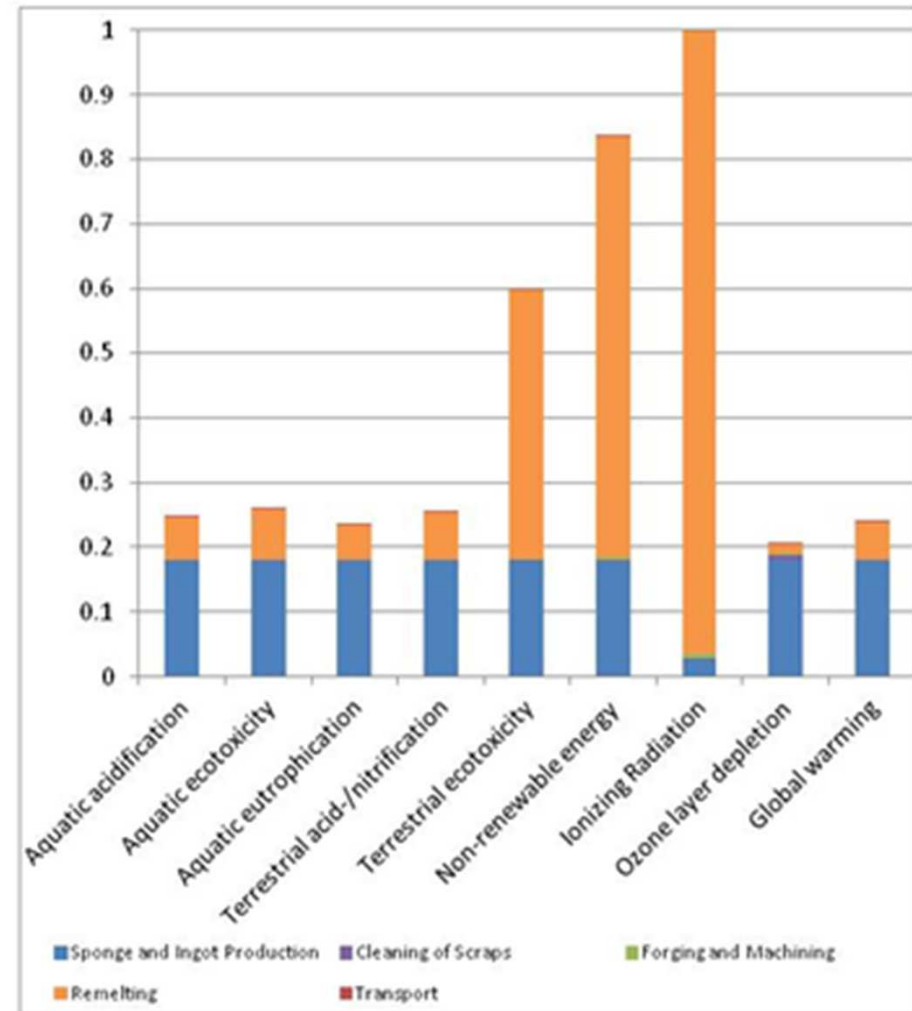
Ecotoxicity (to land/water)  
[kg TEG-eq]

# Comparison of environmental impacts

## No recycling



## With recycling



# Le Parcours EPE

## □ Méthodologie générale pour relever les défis industriels :

- par l'analyse, l'étude et la compréhension des processus élémentaires

### ➤ Bases scientifiques

- Mécanique des fluides
- Transferts chaleur/masse
- Modèles physiques

- par le calcul des unités industrielles

### ➤ Concepts et méthodologies de l'Ingénieur

- Analyse, diagnostic énergétique et environnemental, gestion de l'énergie
- Modélisation-simulation (à # niveaux de complexité # échelles)
- Optimisation

## □ Connaissance technique et économique des domaines de l'énergie et de l'environnement

## □ Mise en application de vos connaissances



Semestre 7		
S7.1	S7.2	S7.3
Phénomène de Transport	Mécanique des Fluides I	Méthodes numériques
Couches limites et Rayonnement	Mécanique des Fluides II	Projet

Semestre 8		
Approche systémique des réacteurs	Traitement de l'eau et des déchets	Turbomachines hydraulique et éoliennes
		<b>ou</b> Evaluation des impacts environnementaux

## **Approche systémique des réacteurs:**

Les objectifs de ce cours sont d'illustrer les couplages entre énergie, procédés et environnement, de donner des outils conceptuels à l'ingénieur pour dimensionner des réacteurs et en dresser les bilans matières et énergétique.

## **Traitement de l'eau et des déchets:**

Donner un panorama global de ces deux domaines et de présenter les filières et techniques de traitements disponibles, ainsi que d'apporter aux élèves des critères de choix.

Eau: ressources en eau, potabilisation, et traitement des eaux usées  
Déchets: les leviers pour le traitement, les valorisation thermiques et matière

Semestre 9

Combustion

Transferts en écoulement multiphasique

Open codes for fluid dynamics

ou

Marchés de l'énergie et de l'environnement

Optimisation énergétique

Comportement des phases dispersées

ou

Transferts thermiques avancés

Biomasse énergie

# Débouchés et secteurs d'application

- le traitement des hydrocarbures, la production d'énergie à partir de biomasse, la production d'H<sub>2</sub>, de biocarburants
- la production et le retraitement des combustibles fissiles, les réacteurs nucléaires
- la thermique du bâtiment et la production de chaleur (chaudières, réseaux de chaleur)
- les industries fortement consommatrices d'énergie (métallurgie, industrie du verre, pétrochimie)
- la valorisation des déchets
- l'approvisionnement et le traitement en eau
- les entreprises de conseil en efficacité énergétique, environnement et développement durable





*"Au delà des aspects techniques (thermique, fluides), mon cursus dans le département P2E m'a permis de développer un goût pour les défis énergétiques et environnementaux qui marquent notre époque, et d'en faire un projet professionnel. Fin 2009, j'ai été embauchée chez **GDF Suez (Direction Recherche et Innovation)** en tant qu'**ingénieur de recherche sur la performance énergétique des bâtiments**. J'y étudie des **solutions efficaces de rénovation de l'enveloppe dans le parc résidentiel**, le but à grande échelle étant de parvenir à diminuer la forte demande en énergie du secteur du bâtiment."*

**Aida Magali ROBINET (promo 06)**

« J'ai rejoint ENEA en 2011 comme **consultante**.  
Aujourd'hui, je réalise et j'encadre des missions sur des thématiques variées : bioénergies, hydrogène, efficacité énergétique dans l'industrie, précarité énergétique, ... Je suis également en charge du pôle thématique "Hydrogène et gaz énergie".



Les missions m'ont permis de travailler pour des **acteurs variés**: producteurs et des distributeurs d'énergie (Engie, Total, GrDF, GRTGaz), des équipementiers (Maguin, Air Liquide), des industriels consommateurs d'énergie (Saint Gobain), des institutionnels et acteurs du secteur public (ADEME, MINEFI), des investisseurs (CDC, KIC Inno Energy) en France et à l'international.

**J'ai également accompagné une ONG** dans l'évaluation de la performance sociale d'un de ses programmes d'accès à l'énergie au Bénin et j'ai contribué au développement d'indicateurs de mesure de performance environnementale et sociale de projets d'accès à l'énergie. »

Au printemps 2016 Eliéta part rejoindre la filiale australienne de ENEA Consulting

**Eliéta CARLU (promo08)**