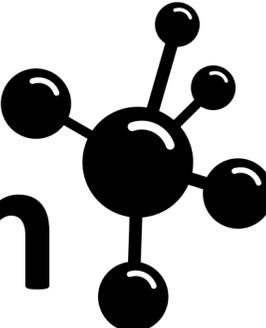
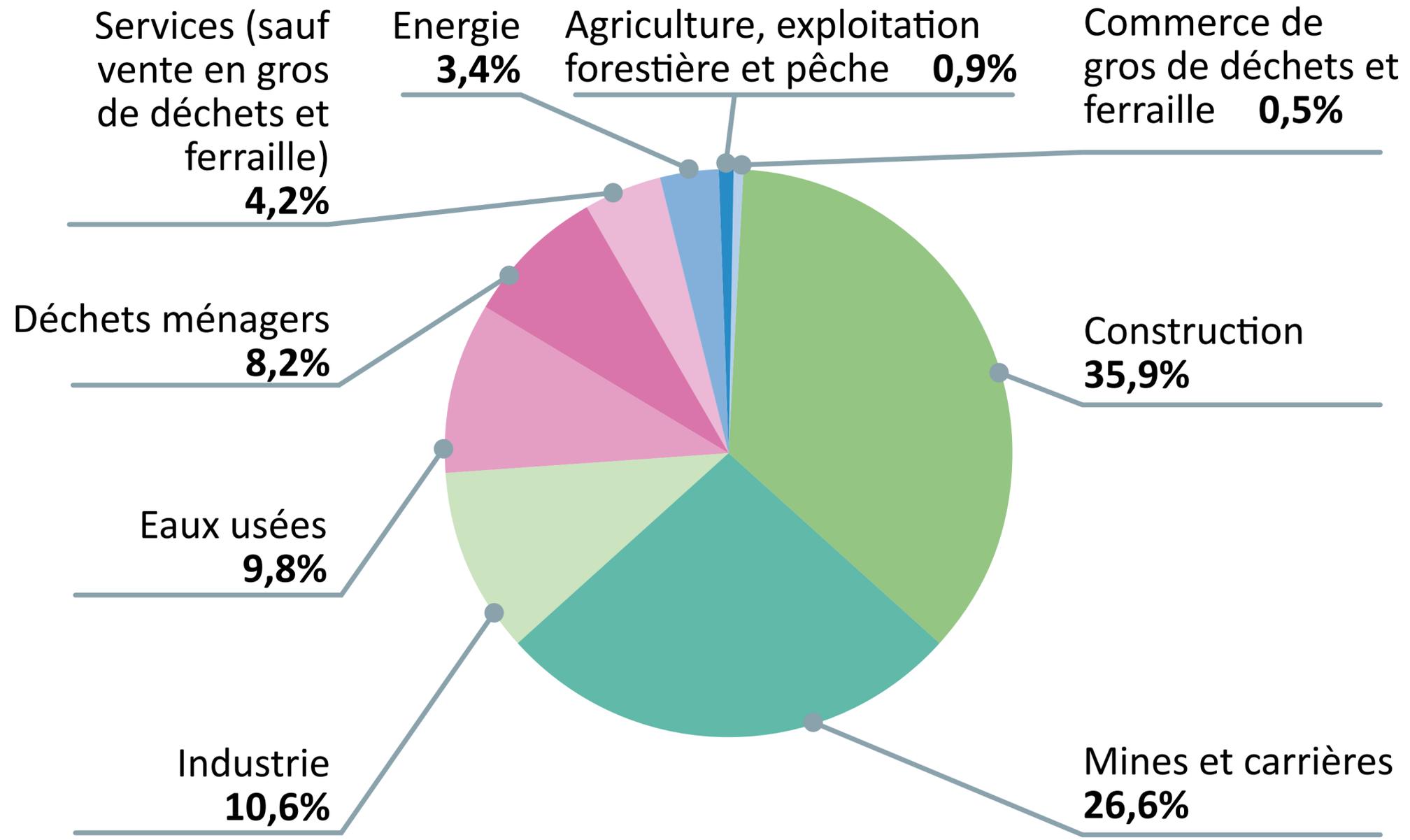




# Recyclage moléculaire des déchets

**Klinotech**  **RMO®**

# Déchets générés



” En 2018, le total des déchets générés dans l’UE (toutes activités économiques confondues + déchets ménagers) **s’élevait à 2 337 millions de tonnes.**

Source: Eurostat: Déchets générés par les activités économiques et les ménages, UE, 2018

Source: Eurostat

A black and white photograph of a landfill. In the center, a bulldozer is pushing a large pile of trash. The ground is covered in a dense layer of garbage, including plastic bags and other debris. Numerous birds, likely gulls or seagulls, are scattered across the trash and flying in the sky above. The sky is overcast with light clouds. The overall scene depicts a large-scale waste management operation in a natural environment.

**En 2019, chaque habitant de l'UE  
a généré en moyenne 502kg de déchets  
ménagers.**

# Les déchets

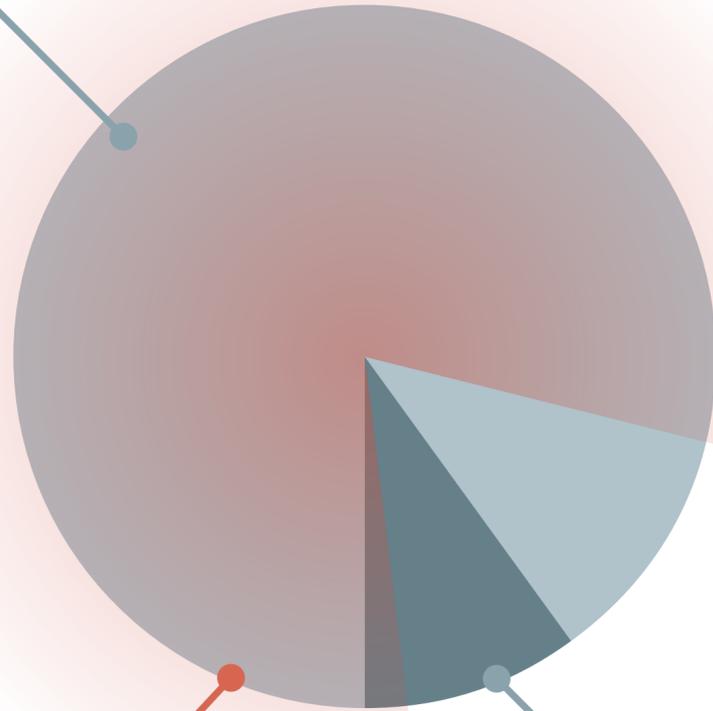
En général, les déchets sont constitués d'un mélange de divers composés chimiques d'origine biologique et industrielle, avec divers degrés d'humidité ou teneur en eau.



**Les installations RMO** permettent le recyclage simultané de déchets mélangés dont la séparation en groupes génériques individuels est impossible ou jugée non rentable

# Déchets dangereux

Déchets organiques industriels  
**90%**



Déchets organiques ménagers  
**10%**

La proportion des déchets dangereux est de **80%** pour les déchets industriels et de **20%** pour les déchets ménagers



A large industrial facility filled with numerous bales of compressed plastic waste, illustrating the RMO process. The bales are stacked in rows, and the background shows a concrete floor and walls. The text "RMO – Idée et principe de fonctionnement" is overlaid in white on the left side of the image.

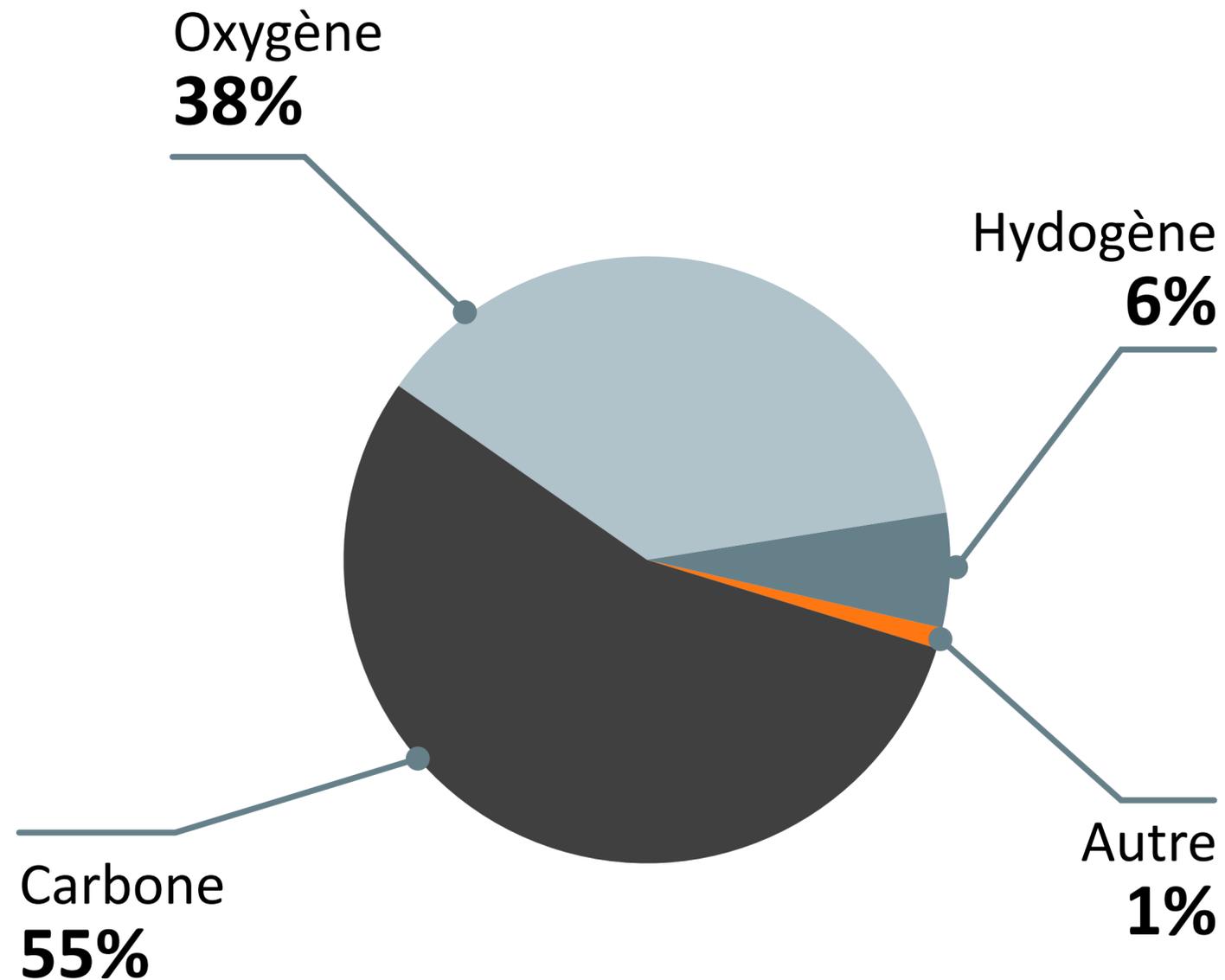
# RMO – Idée et principe de fonctionnement



**Dans la plupart des cas,  
plus l'affaire est  
étrange, plus la solution  
est banale.**

Arthur Conan Doyle

# Morphologie des déchets



Valeur moyenne basée sur les analyses effectuées par le Dr Marek Pilawski sur un panel de divers groupes de déchets...



D'après les analyses effectuées, il apparaît que la masse élémentaire moyenne des déchets se décline comme telle :

- carbone (C): 55%,
- hydrogène (H): 6%,
- oxygène (O): 38%,
- autre: 1%.

# RMO installation

Le processus de recyclage moléculaire du RMO s'appuie sur le principe que chaque composé chimique contenant majoritairement du carbone, de l'oxygène et de l'hydrogène demeure stable dans la limite d'une certaine plage de température. Au delà de celle-ci, le composé se désintègre.

Le RMO est un dispositif thermique/réacteur à haute température comprenant une chambre de réaction qui fonctionne généralement entre 1300°C et 2100°C... A de telles températures, il n'existe plus aucune liaison entre les composés chimiques. Le RMO opère donc un processus de décomposition des déchets en flux d'atomes libres qui, à la sortie du réacteur, synthétisent des composés chimiques différents de ceux qui y sont entrés.

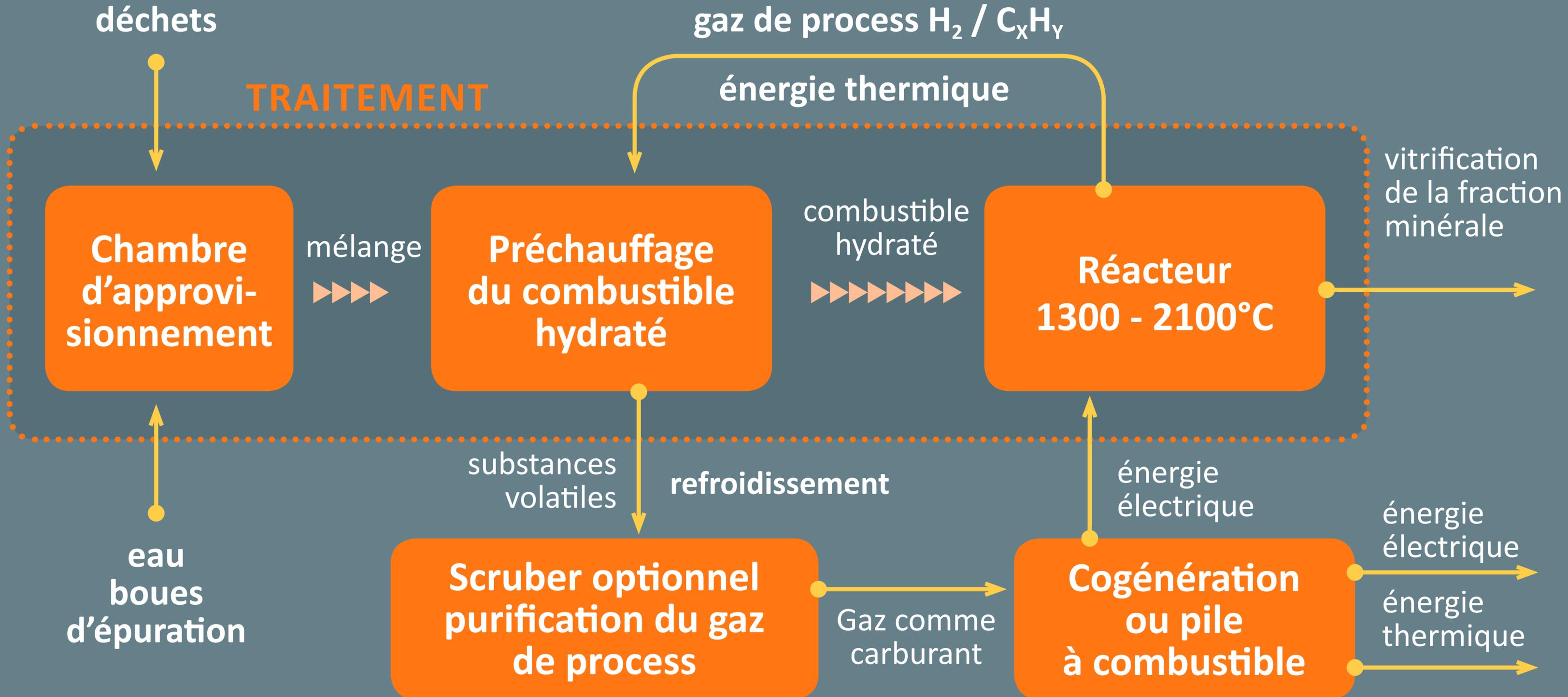




Le processus de recyclage moléculaire s'applique à tous les déchets organiques, d'origine biologique (végétale et animale) comme d'origine industrielle (plastiques, caoutchouc, textiles, peintures et vernis, médicaments et produits phytopharmaceutiques, déchets médicaux, Huiles usées, déchets dangereux, eaux usées, boues d'épuration etc.)

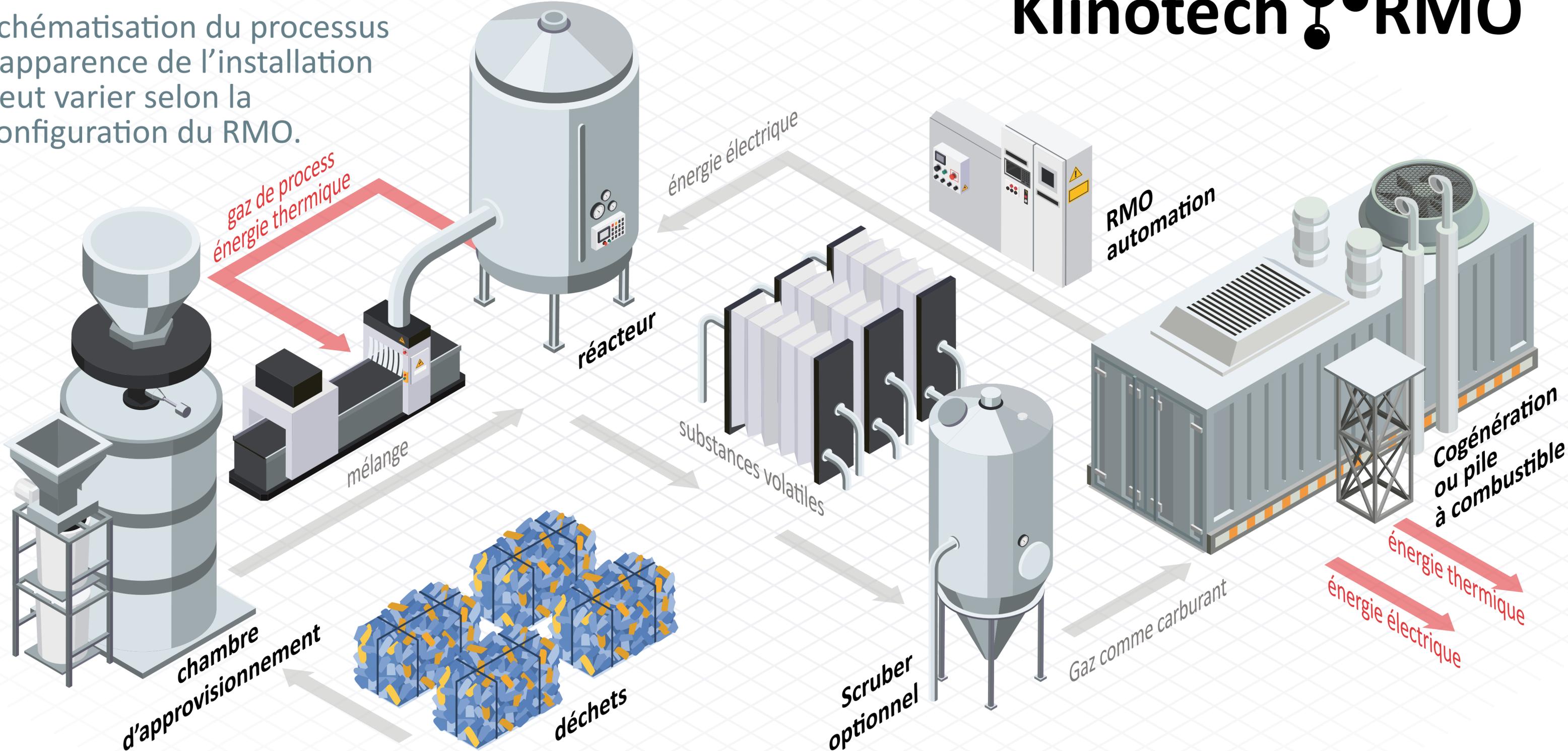
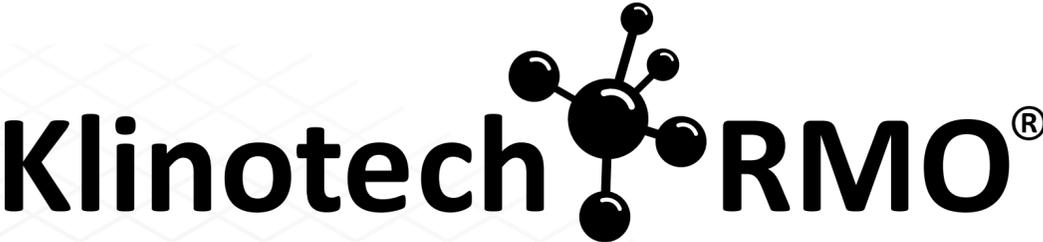
**l'intégralité**  
**du processus**  
**opérationnel**  
**est contrôlé**  
**automatiquement**  
**et en temps réel**  
**par un logiciel**  
**d'exploitation dédié**  
**qui est un élément**  
**fondamental du**  
**dispositif.**

# Schématisation du processus RMO



# Unité de traitement RMO

Schématisation du processus  
L'apparence de l'installation  
peut varier selon la  
configuration du RMO.



# Effets inhérents au fonctionnement du réacteur



Traitement  
des déchets

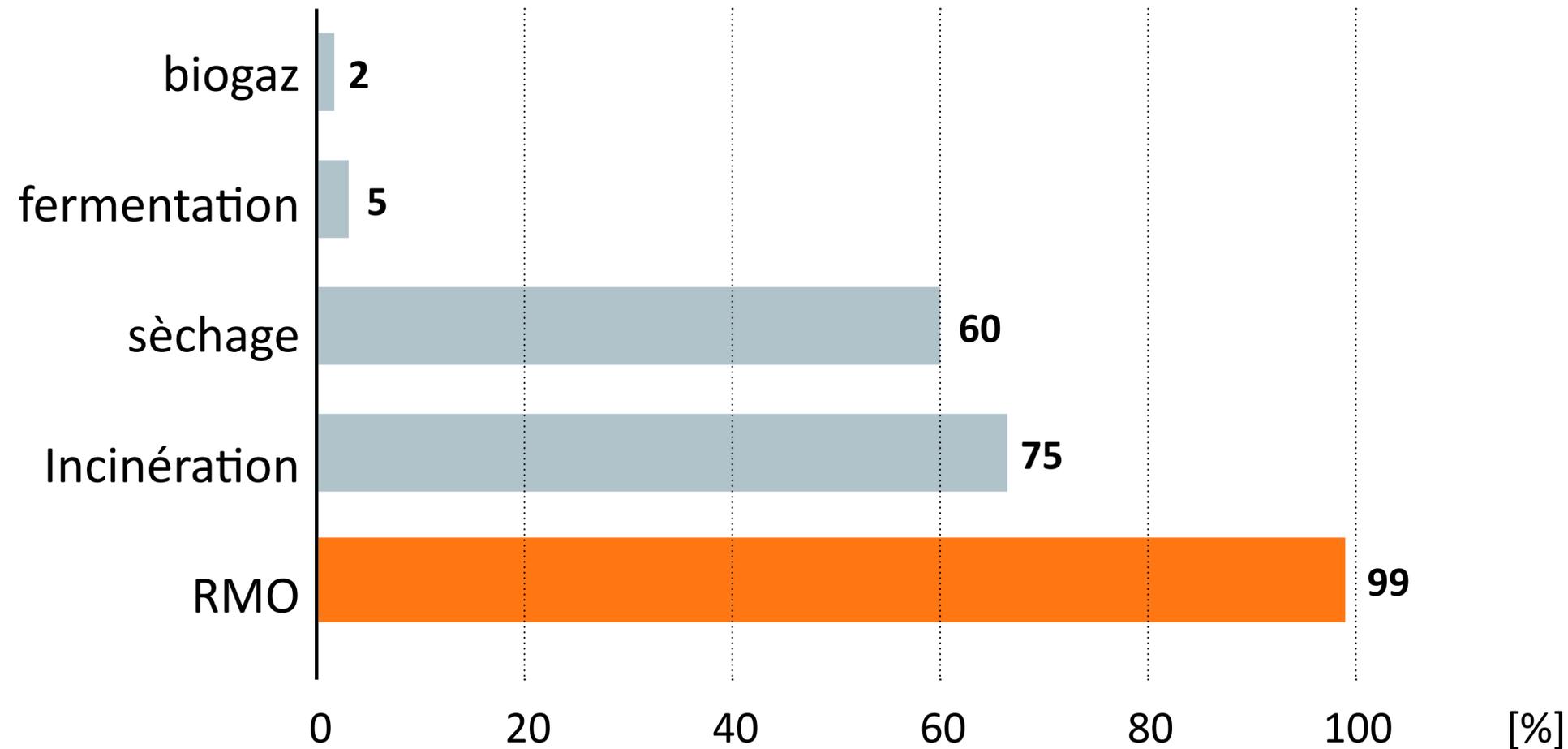


Génération  
du gaz de process



# Traitement des déchets

# Réduction de la masse de déchets

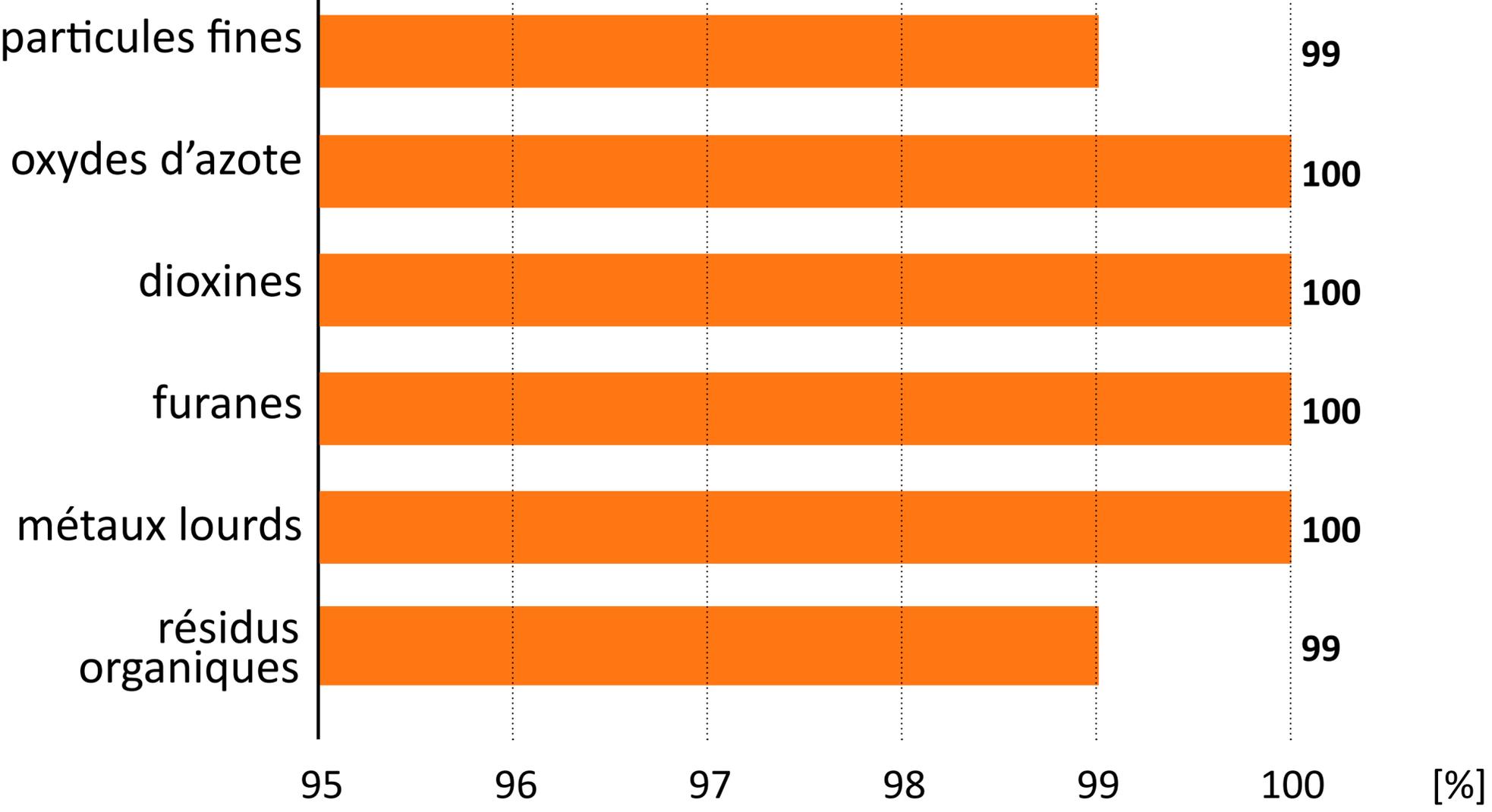


Source: Marek Pilawski (PhD)



**La technologie RMO permet de réduire la quasi totalité de la masse des déchets soumis au processus de recyclage moléculaire.**

# Réduction des émissions nocives avec le RMO



**La technologie RMO permet de réduire la quasi totalité des émissions nocives issues du processus d'élimination des déchets.**

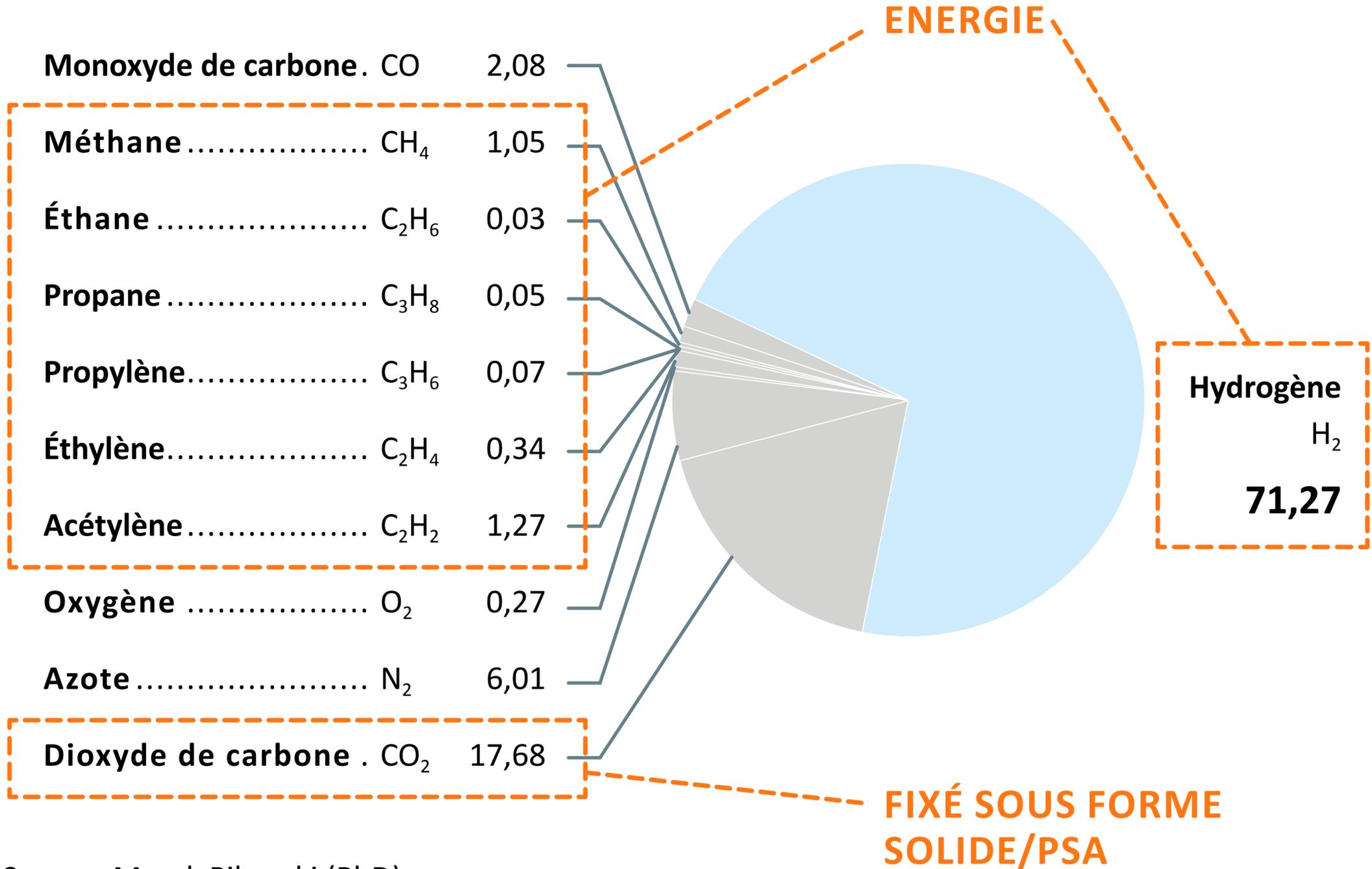
Source : Marek Pilawski (PhD), Émissions de déchets secondaires par rapport à l'incinération et autres procédés de traitement.

A low-angle, monochromatic photograph of an industrial facility, likely a refinery or chemical plant. The image is dominated by large, curved pipes and a complex network of metal scaffolding and walkways. The lighting is dramatic, with strong highlights and deep shadows, creating a sense of scale and complexity. The overall color palette is a range of blues and greys.

**Gaz de process**

# Composition du gaz de process [%]

(Exemple 1)



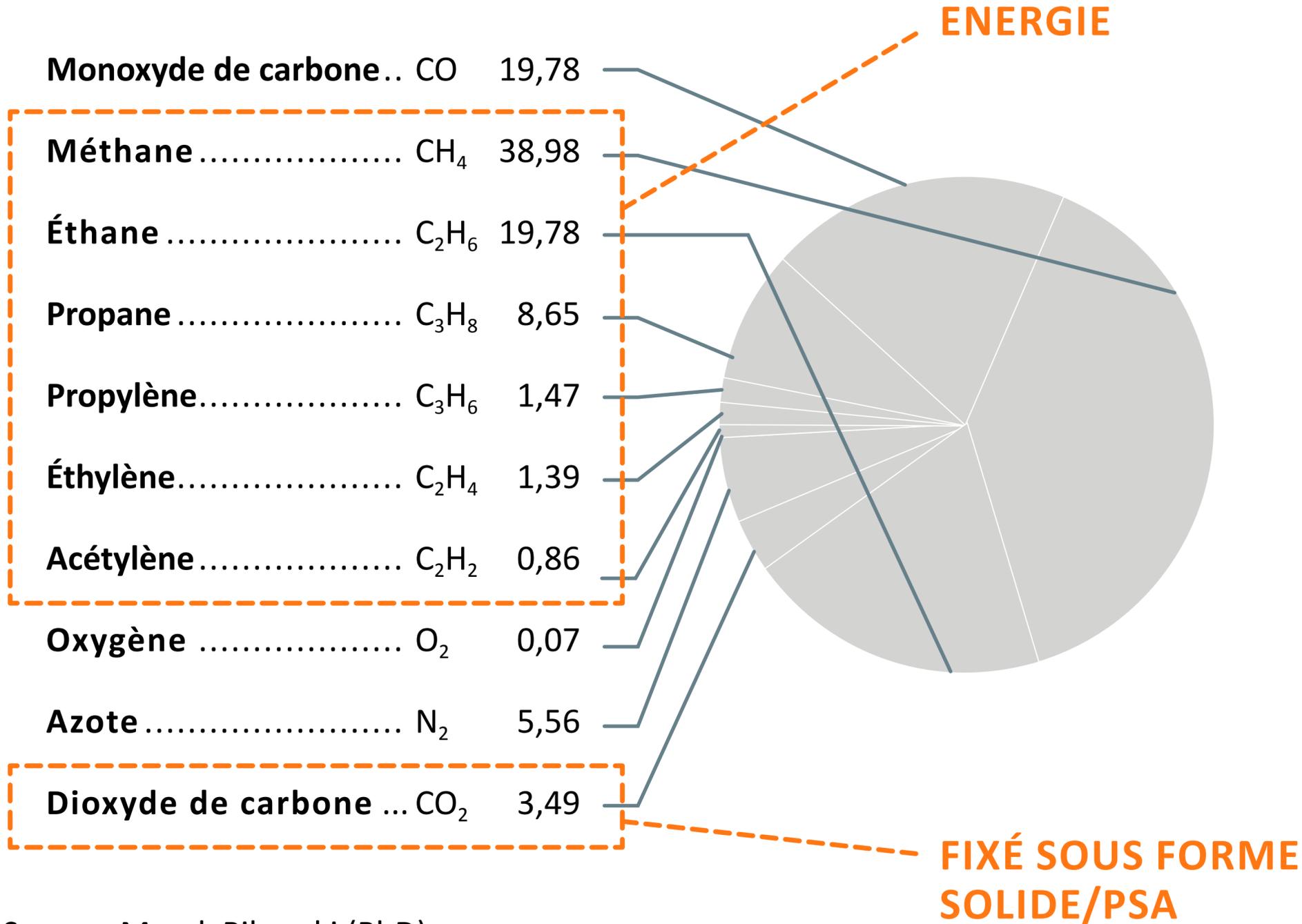
Le RMO permet de moduler la composition **du gaz de process** en fonction de la charge, de son hydratation et des paramètres d'automatisation de contrôle du processus.

Source: Marek Pilawski (PhD)

Source: Klinotech

# Composition du gaz de process [%]

(Exemple 2)



Source: Marek Pilawski (PhD)



Le RMO permet de moduler la composition **du gaz de process** en fonction de la charge, de son hydratation et des paramètres d'automatisation de contrôle du processus.

Source: Klinotech



En quoi le **RMO** se distingue-t-il des autres processus d'élimination des déchets

# Analyse comparative entre les différents procédés de traitement des déchets

Caractéristiques	Techniques de traitement des déchets actuellement utilisées				
	RMO	Pyrolyse	Gazéification	Incinération	Composte
Convient à tous les déchets organiques d'origine biologique	Oui	Non	Non	Non	Non
Convient à tous les déchets organiques d'origine industrielle	Oui	Non	Non	Non	Non
Boues de STEP	Oui	Non	Non	Non	Non
Boues industrielles	Oui	Non	Non	Non	Non
Possibilité de traiter les déchets dangereux (ex: déchets médicaux, vétérinaires...)	Oui	Non	Non	Non	Non
Possibilité de traiter les déchets dangereux (ex: les déchets des industries chimiques et pétrochimiques, y compris les produits phytopharmaceutiques périmés)	Oui	Non	Non	Non	Non
Possibilité de traiter les déchets dangereux (ex: les déchets de l'industrie pharmaceutique, y compris les médicaments périmés)	Oui	Non	Non	Non	Non
Processus fermé, aucun échange avec l'atmosphère, pas d'impact environnemental	Oui	Non	Non	Non	Non
Réduction des déchets supérieure à 90%	Oui	Non	Non	Non	Non
Bilan énergétique positif	Oui	Non	Non	Non	Non
Production d'hydrogène moléculaire	Oui	Non	Non	Non	Non
Production C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> pour cogénérateur gaz/fuel	Oui	Non	Non	Non	Non
Production d'électricité	Oui	Non	Non	Non	Non
Production de chaleur	Oui	Non	Non	Non	Non
Installations compactes et modulaires	Oui	Non	Non	Non	Non
Synthèse de carburants de deuxième génération	Oui	Non	Non	Non	Non

Oui

Non

# Efficacité de la technologie RMO sur les différents groupes de déchets individuels

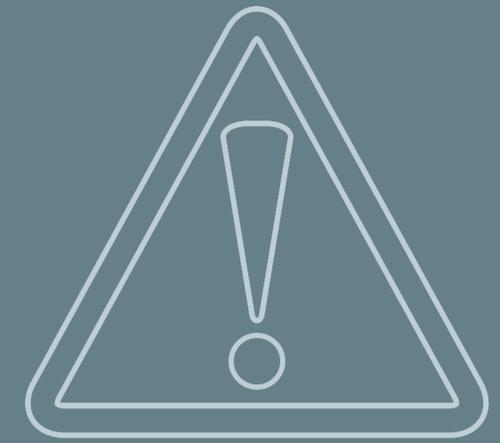
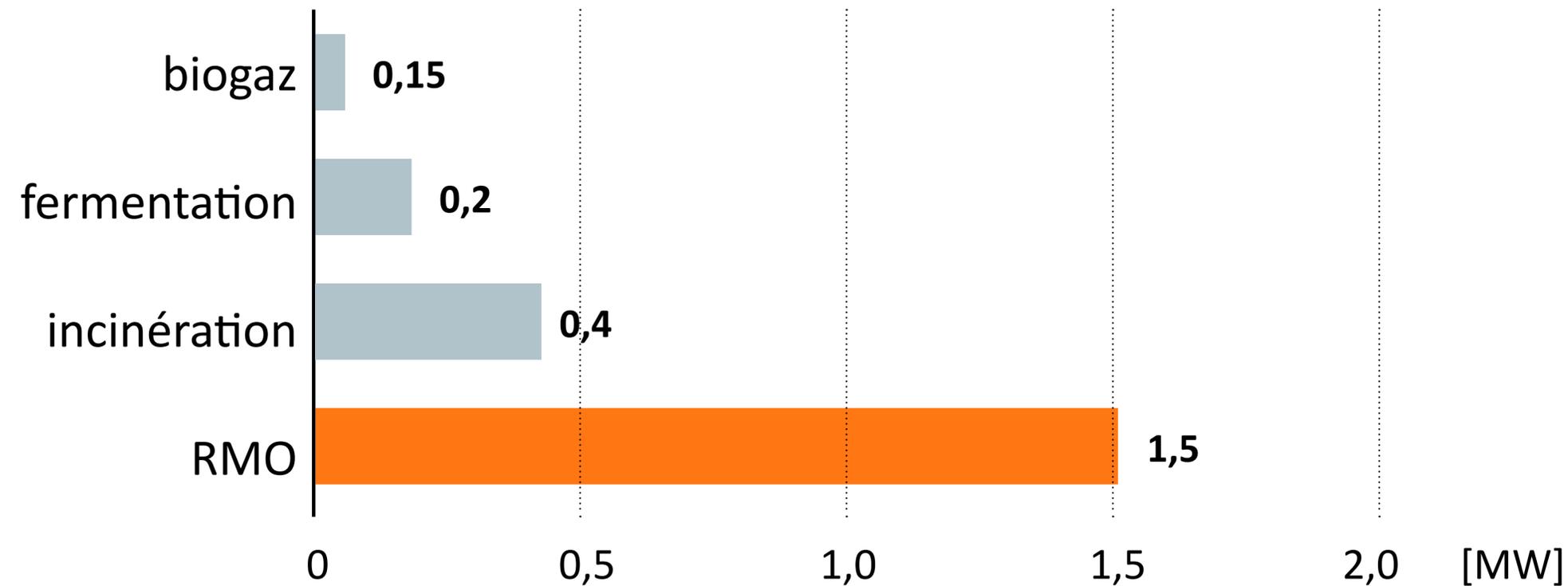


nomenclature des déchets*	RMO		
	réduction de la masse %	émissions	bilan énergétique
01 – Déchets provenant de l'exploration et de l'exploitation des mines et des carrières ainsi que du traitement physique et chimique des minéraux	10-30	Zéro	Négatif ou zéro
02 – Déchets provenant de l'agriculture, de l'horticulture, de l'aquaculture, de la sylviculture, de la chasse et de la pêche ainsi que de la préparation et de la transformation des aliments.	99	Zéro	Positif
03 – Déchets provenant de la transformation du bois et de la production de panneaux et de meubles, de pâte à papier, de papier et de carton.	99	Zéro	Positif
04 – Déchets provenant des industries du cuir, de la fourrure et du textile	60-99	Zéro	Négatif ou zéro
05 – Déchets provenant du raffinage du pétrole, de la purification du gaz naturel et du traitement pyrolytique du charbon	70-99	Zéro	Positif
06 – Déchets des procédés de la chimie minérale.	20-99	Zéro	Négatif ou zéro
07 – Déchets des procédés de la chimie organique	70-99	Zéro	Positif
08 – Déchets provenant de la fabrication, de la formulation, de la distribution et de l'utilisation (FFDU) de produits de revêtement (peintures, vernis et émaux vitrifiés), mastics et encres d'impression.	40-60	Zéro	Négatif ou zéro
09 – Déchets provenant de l'industrie photographique	40-60	Zéro	Négatif ou zéro
10 – Déchets provenant de procédés thermiques	10-30		
11 – Déchets provenant du traitement chimique de surface et du revêtement des métaux et autres matériaux, et de l'hydrométallurgie des métaux non ferreux	10-30	Zéro	Négatif ou zéro

# ►► Efficacité de la technologie RMO sur les différents groupes de déchets individuels

waste catalog*	RMO		
	réduction de la masse %	émissions	bilan énergétique
12 – Déchets provenant de la mise en forme et du traitement physique et mécanique de surface des métaux et matières plastiques	10-30	Zéro	Négatif ou zéro
13 – Huiles et combustibles liquides usagés (sauf huiles alimentaires et huiles figurant aux chapitres 05,12 et 19)	80-99	Zéro	Positif
14 – Déchets de solvants organiques, d'agents réfrigérants et propulseurs (sauf chapitres 07 et 08)	80-99	Zéro	Positif
15 – Emballages et déchets d'emballages, absorbants, chiffons d'essuyage, matériaux filtrants et vêtements de protection non spécifiés ailleurs.	80-99	Zéro	Positif
16 – Déchets non décrits ailleurs dans la liste.	10-99	Zéro	Positive /Negative
17 – Déchets de construction et de démolition (y compris déblais provenant de sites contaminés).	10-30	Zéro	Négatif ou zéro
18 – Déchets provenant des soins médicaux ou vétérinaires et/ ou de la recherche associée (sauf déchets de cuisine et de restauration ne provenant pas directement des soins médicaux).	80-99	Zéro	Positif
19 – Déchets provenant des installations de gestion des déchets, des stations d'épuration des eaux usées hors site et de la préparation d'eau destinée à la consommation humaine et d'eau à usage industriel	80-99	Zéro	Positif
20 – Déchets municipaux (déchets ménagers et déchets assimilés provenant des commerces, des industries et des administrations) y compris les fractions collectées séparément	70-99	Zéro	Positif

# Comparaison de la puissance générée en MW/T



**Remarque: Un déchet ayant un pouvoir calorifique de 15 GJ/T=4kWh/T a été sélectionné pour les calculs.**

A black and white photograph of a recycling facility. A large pile of garbage, including plastic bags and debris, is the central focus. To the right, a front loader is positioned, ready to handle the waste. The background shows the industrial structure of the plant with metal beams and pipes. The text 'Données analytiques' is overlaid in white on the garbage pile.

**Données analytiques**

# Hypothèse de départ

Durée d'utilisation  
**8000 h/ans**

Capacité horaire de traitement  
**500 kg/h**

Configuration (2 options):

**1. Production d'hydrogène moléculaire**

**2. Production d'hydrocarbure de type  $C_xH_y$  pour cogénération**

Période opérationnelle  
**10 ans**

## Configuration 1 hydrogène moléculaire

H<sub>2</sub> généré en 10 ans:  
**65 kg H<sub>2</sub>/h** x 80000h  
**= 5200 tonnes.**

Énergie thermique générée en 10 ans:  
**0,37 GJ/h** x 80000h  
**= 29 600 GJ**

Estimation basée sur un lot de déchets contenant **40%** de carbone

## Configuration 2 hydrocarbure de type $C_xH_y$

Electricité produite en 10 ans  
**0,2 MW** x 80000h  
**= 16 000 MWh**

Volume de déchets traités en 10 ans  
**500 kg** x 80000h  
**= 40 000 tonnes**

Energie thermique produite en 10 ans  
**0,732 GJ/h** x 80000 h  
**= 58 560 GJ**

# Stade d'avancement

05

01

élaboration du concept RMO basé sur les compétences et l'expérience de ses créateurs. Brevets et réalisations scientifiques.

02

création des hypothèses de travail du projet RMO

03

phase de vérification scientifique

élaboration des hypothèses financières

mise en place de l'équipe

05

analyse des besoins pour un client spécifique: Projet technique; performances et bilan énergétique pour un groupe défini de déchets .

04

phase d'exécution du projet technique

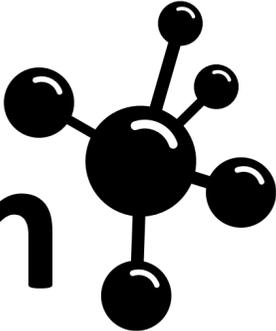
start-up (COD)

06

07

08

Vérification et élargissement des activités

**Klinotech  RMO<sup>®</sup>**