



La Pyrogazéification

Quelle place dans le paysage énergétique français ?

Philippe Hugeron
Directeur associé VALONEO
Président Club Pyrogazéification

1ères Assises Nationales de la Pyrogazéification - Rennes

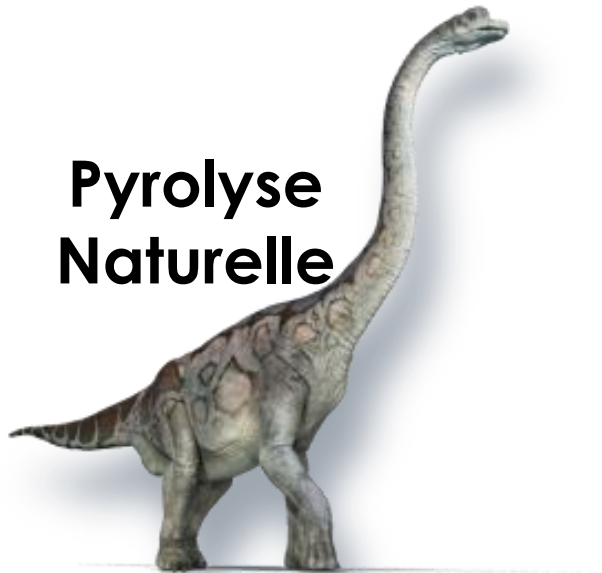


1

La Pyro-quoi ?

La Pyrogazéification ? Le process à l'origine des énergies fossiles ... en beaucoup plus vite

Pyrolyse Naturelle



Pyrolyse Rapide



50 - 500 Million d'années

Quelques secondes / minutes



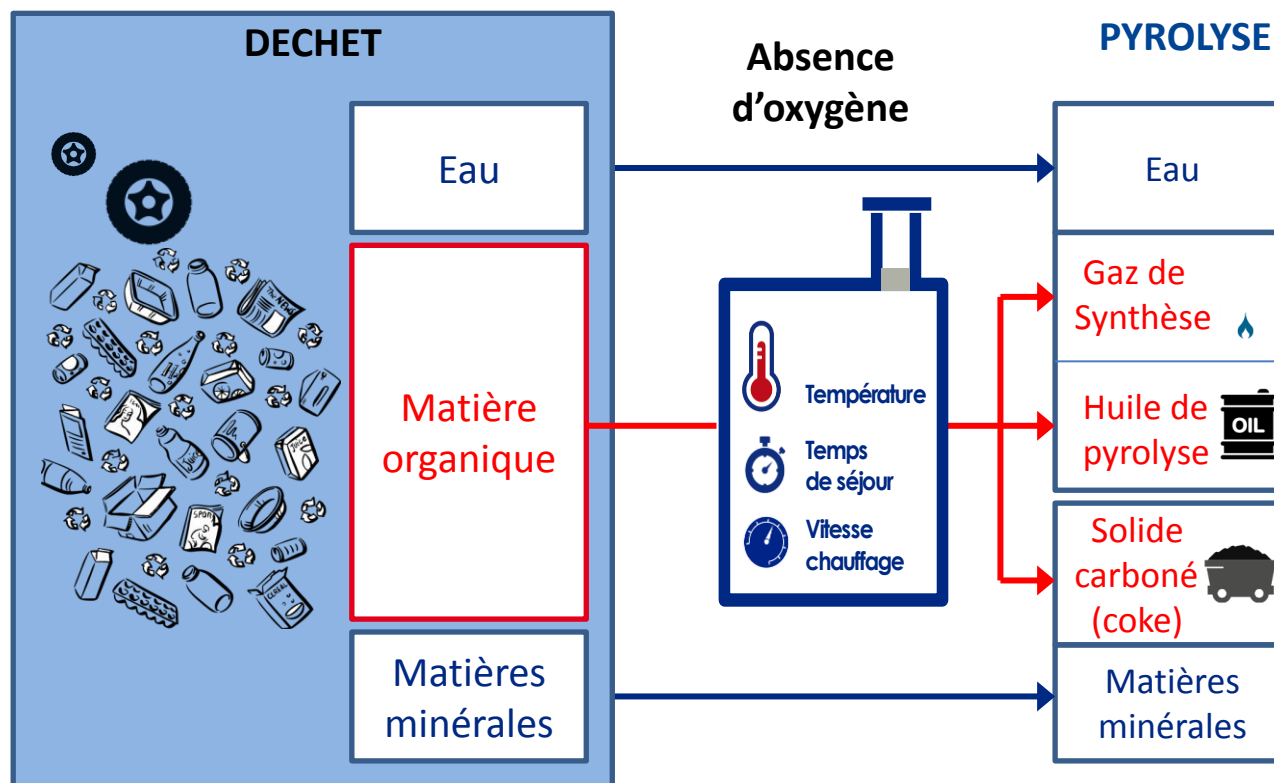
0.001%

100 %

Source : VALONEO

La Pyrolyse

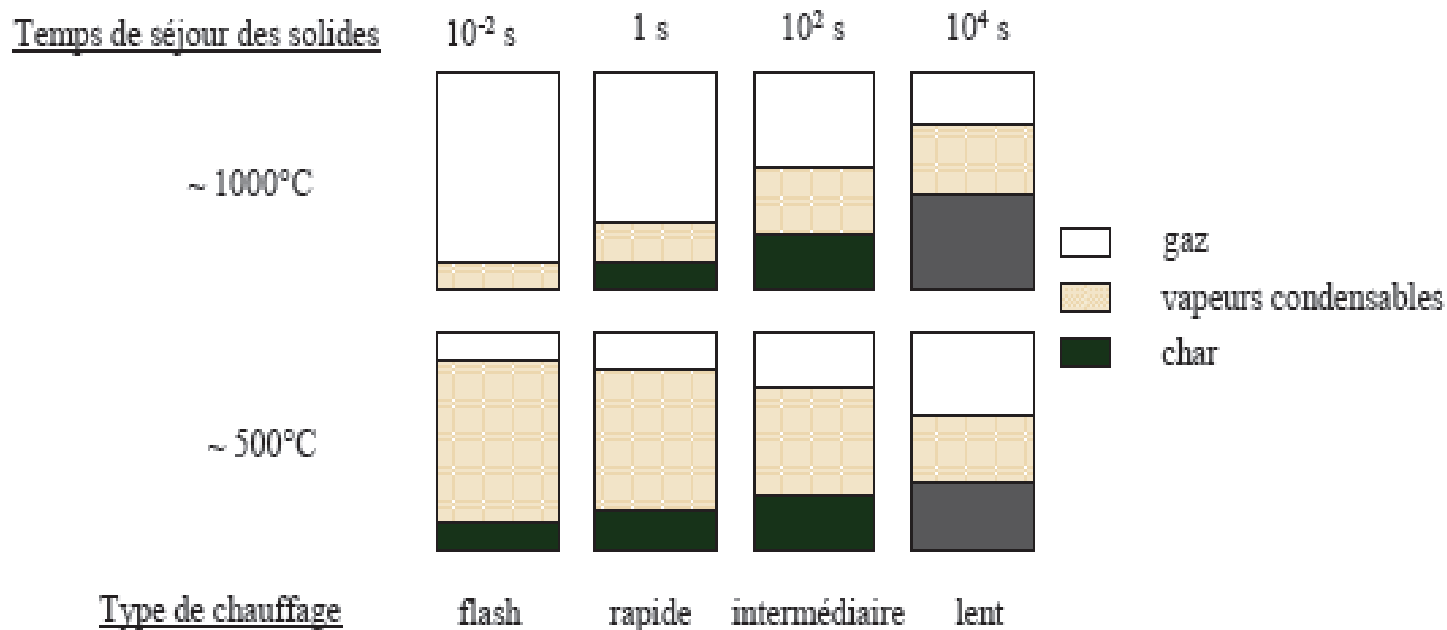
La **PYROLYSE** est un traitement thermique de la matière organique sèche, en l'absence d'oxygène, produisant une phase gazeuse (« gaz de synthèse » ou « syngaz »), liquide (huile) et solide (char).



Les recettes du Pyrolyseur

La proportion entre les différentes phases dépend avant tout:

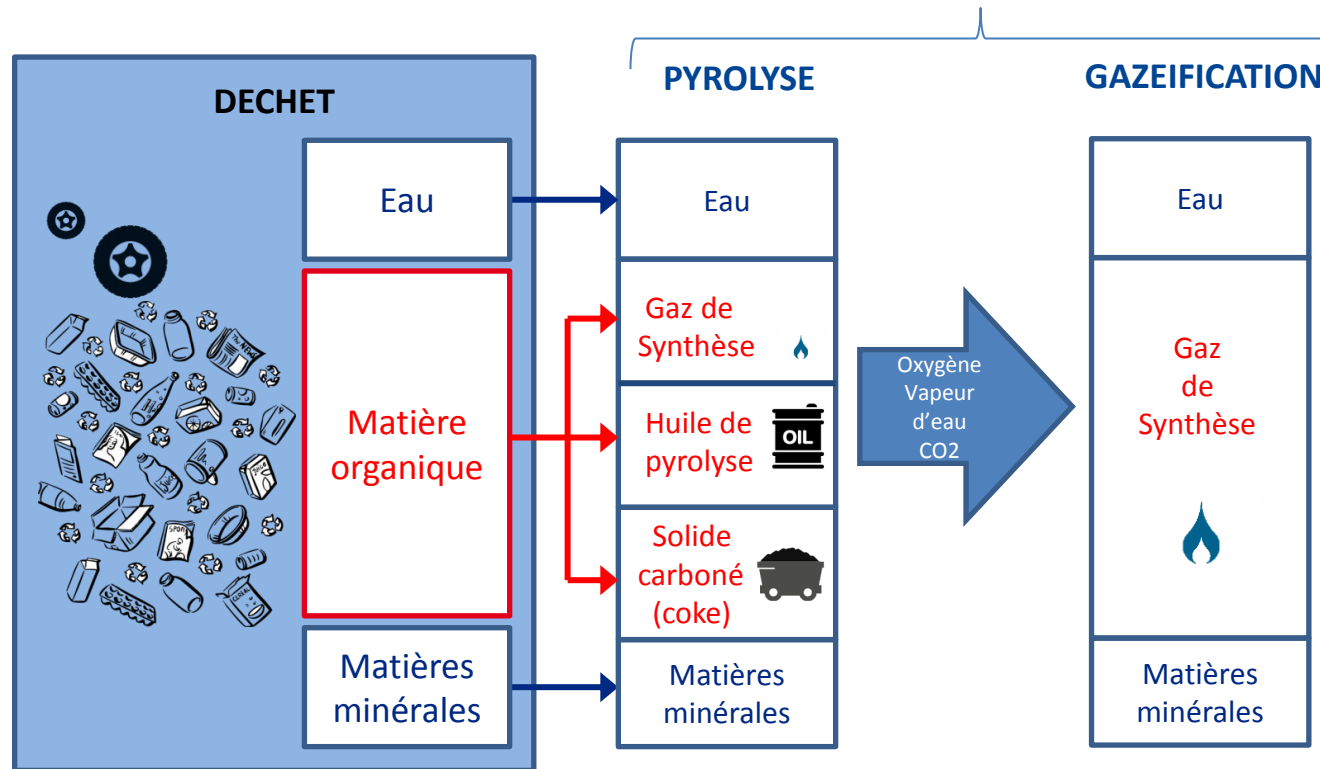
- de la température
- de la vitesse de chauffage
- du temps de séjour

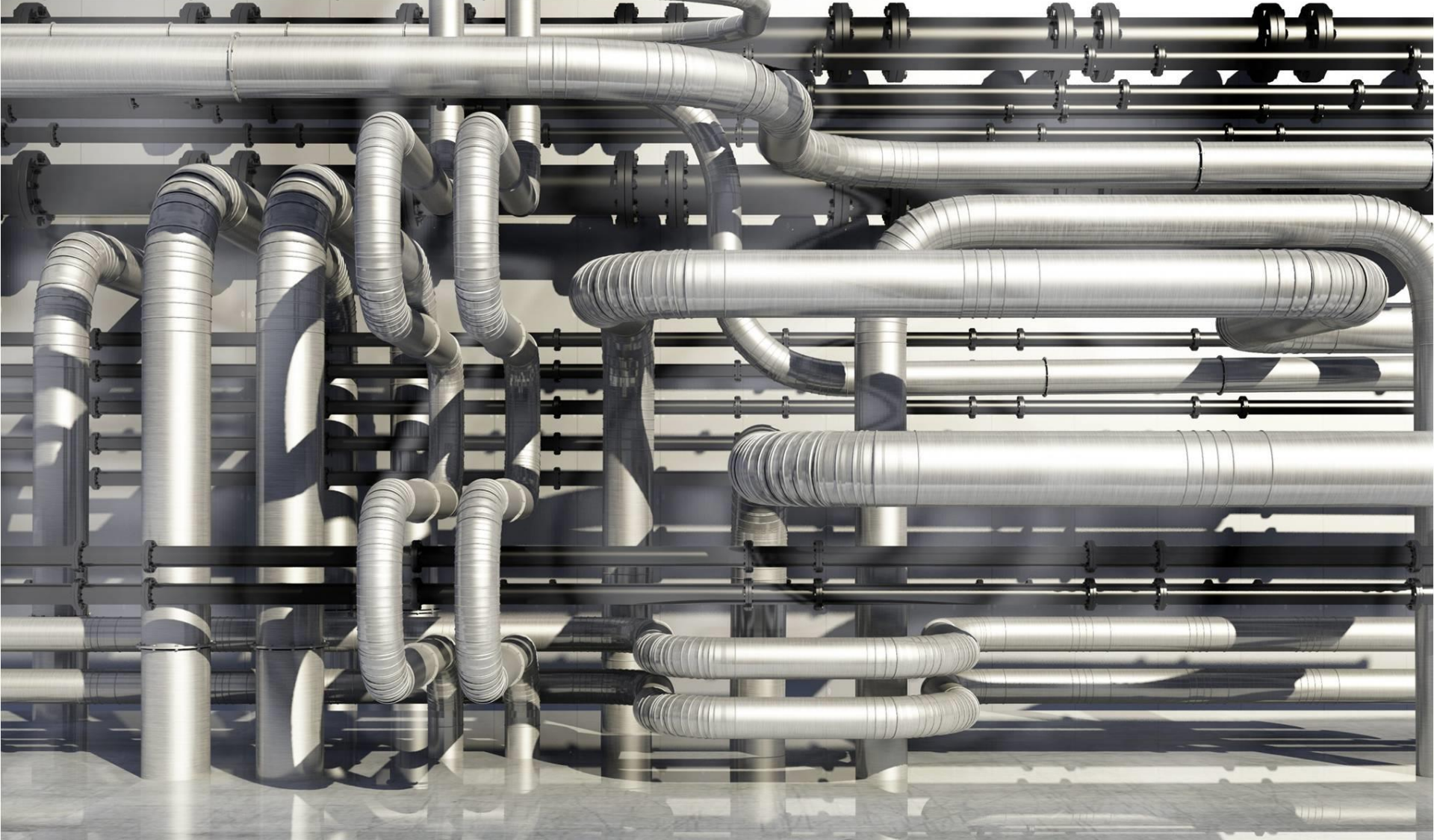


La Gazéification

La **GAZÉIFICATION** est une pyrolyse suivie d'un processus de transformation des phases non gazeuses en gaz de synthèse par ajout d'une petite quantité d'oxygène, de CO₂ ou de vapeur d'eau.

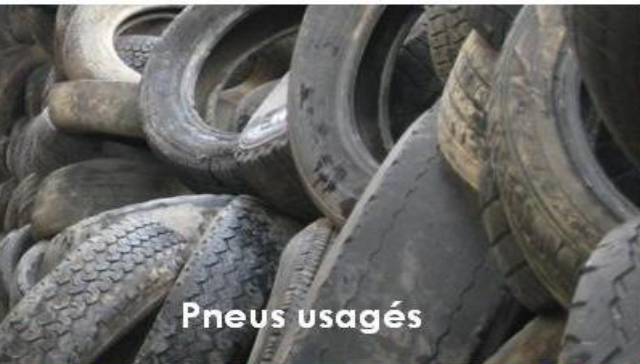
PYROGAZEIFICATION





Une multitude de possibilités

Une multitude d'entrants possibles



Pneus usagés



Traverses de chemin de fer



Films plastiques agricoles



Briques Tetrapack



Boues de station d'épuration



Paille de colza



Bois pollués



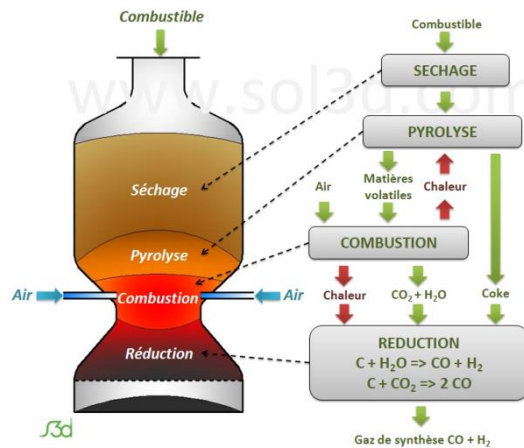
Capsules de café



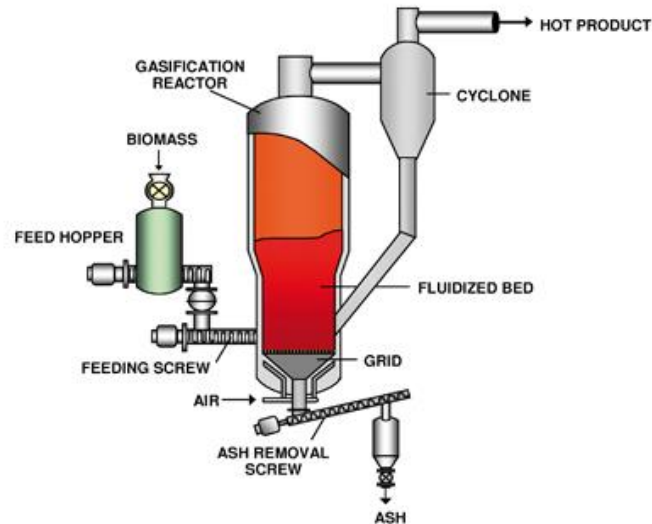
Déchets de pulpeur

Une multitude de procédés

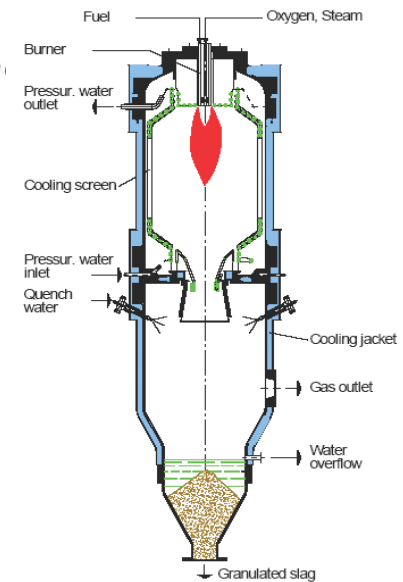
Taille des particules (de 500 microns à la plaquette forestière)



Lit fixe



Lit fluidisé



Réacteur à flux entraîné

Taille et CAPEX croissant

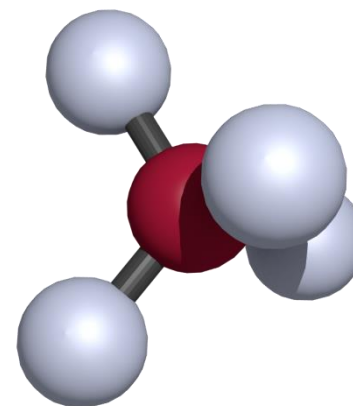
Une multitude de produits possibles



Combustibles pour
procédés thermiques



Electricité/Cogénération

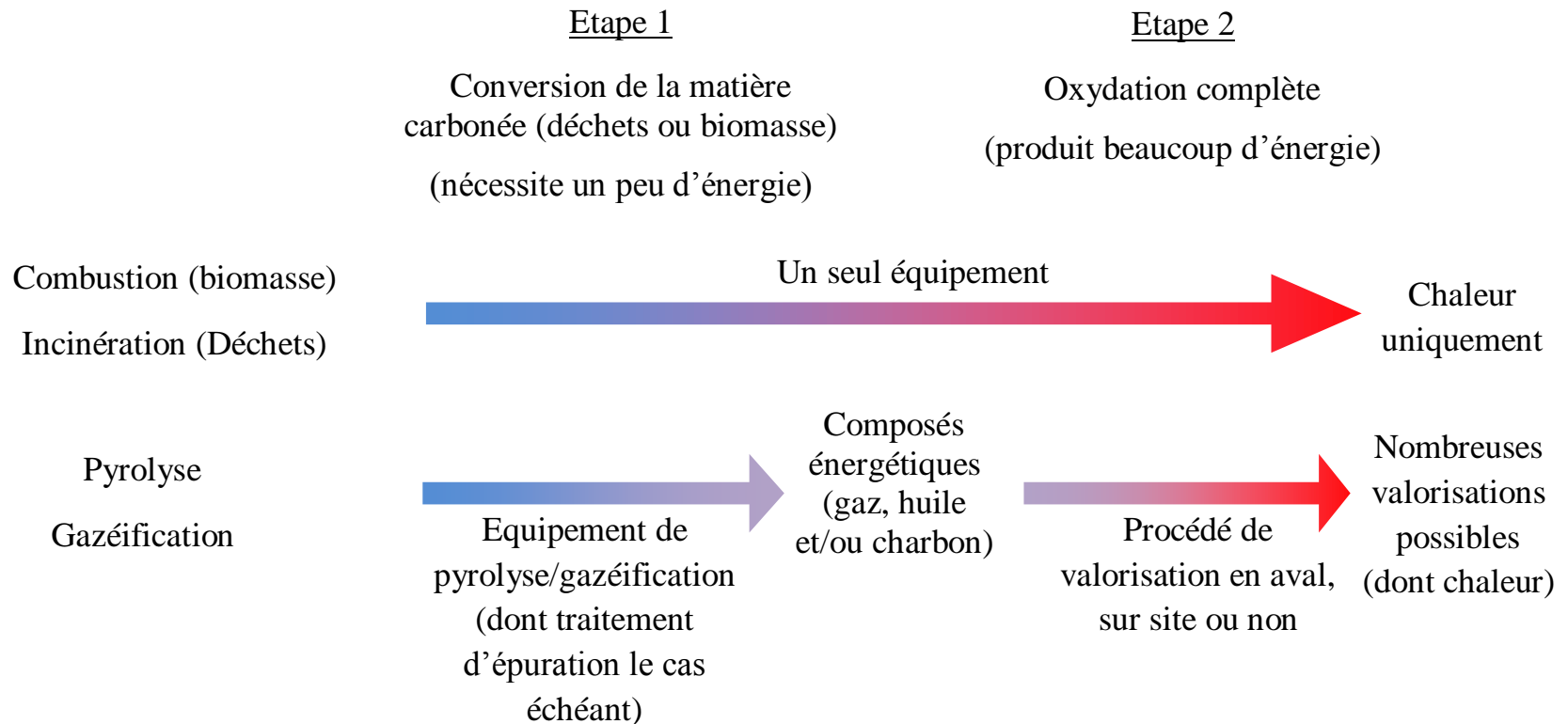


Injection réseau :
méthane après methanation
hydrogène

Et autres co-produits : biochar, noir de carbone, bois torréfié, récupération métaux,...



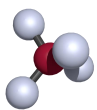
2 AVANTAGES & ENJEUX

Une valorisation en deux étapes... comme la méthanisation



Un prétraitement de la matière organique

Les avantages d'un fonctionnement en deux étapes

- Possible de purifier avant valorisation → **valorisation d'un gaz propre, réduction émissions polluantes (poussières, dioxines, furanes, NOx...)**
-  – Valorisation thermique : un gaz est plus facile à brûler qu'un solide, installation plus compacte, **possible d'aller au coeur de procédés industriels à haute T° (briquettier, verrier,...)**
-  – Valorisation électrique : rendement énergétique avec moteur à combustion interne **supérieur de 30%** à une turbine à vapeur (en aval d'une combustion)
-  – Composés énergétiques plus facilement stockables, injection dans le réseau gaz possible pour une **utilisation ultérieure (stockage intersaisonnier) et beaucoup plus loin**
- **Compatibilité avec des installations existantes** : le réseau gaz, des chaudières industrielles

Une nouvelle approche...

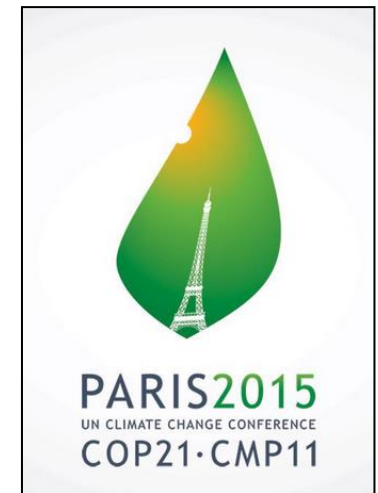
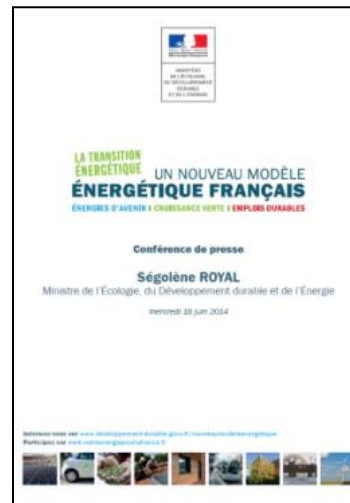
- Des entrants triés
- Des tailles plus réduites à la taille des gisements disponibles
- Valorisation et non traitement de déchets
- Optimisation de l'efficacité énergétique

Versus une approche de traitement de déchets sur de grosses capacités avec une logique sanitaire sur les procédés de 1ère génération

Une approche décentralisée qui part des besoins du territoire en termes de ressources et de besoins énergétiques, dans une logique de **développement de l'économie circulaire**

Un intérêt croissant partout dans le monde

– Un nouveau paradigme : 3 facteurs clés



Valorisation des déchets
Economie circulaire

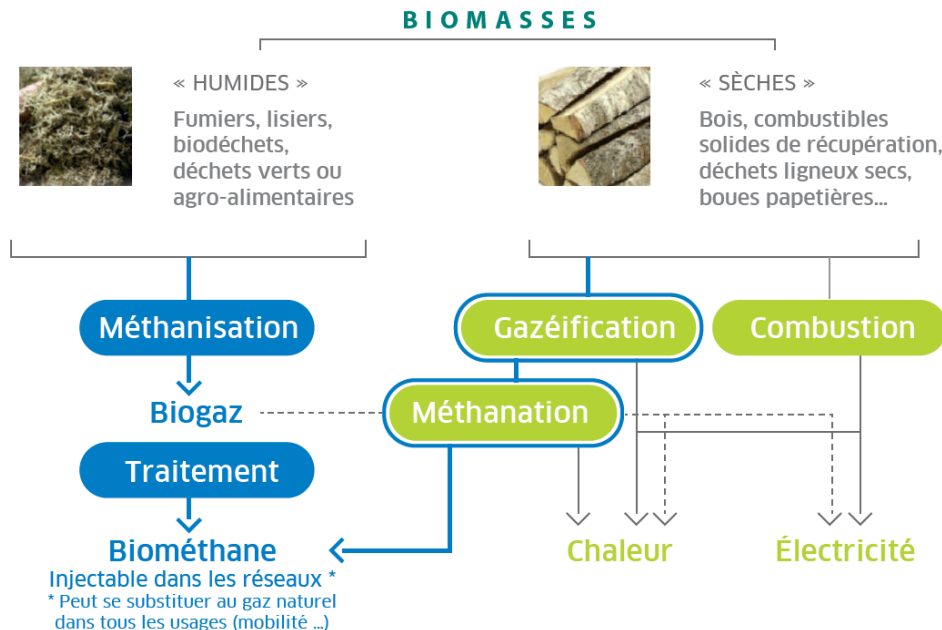
Nouvelles sources d'énergies
(Transition énergétique)

Réduction des gaz
à effet de serre

– Des développements en cours dans de nombreux pays

Complémentarité par rapport aux autres filières

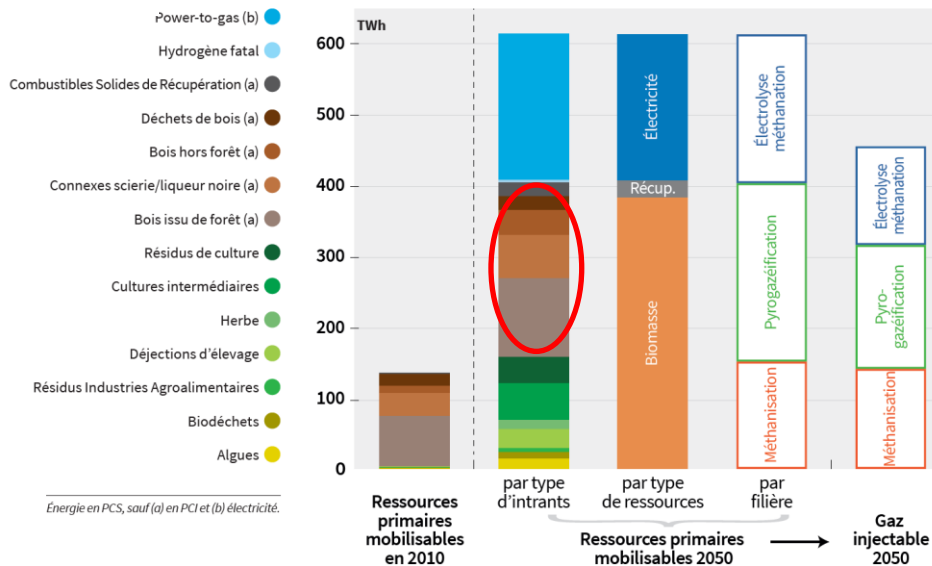
- **Complémentarité entre méthanisation et pyrogazéification sur les ressources**



- **Complémentarité par rapport à la combustion** : beaucoup de ressources brûlent mal ; et une plus grande flexibilité en termes d'exutoires (quand inadéquation entre les gisements et les besoins énergétiques du territoire)
- **Complémentarité par rapport aux autres énergies renouvelables** : le gaz vert injecté dans le réseau est une solution majeure pour la problématique du stockage intersaisonnier

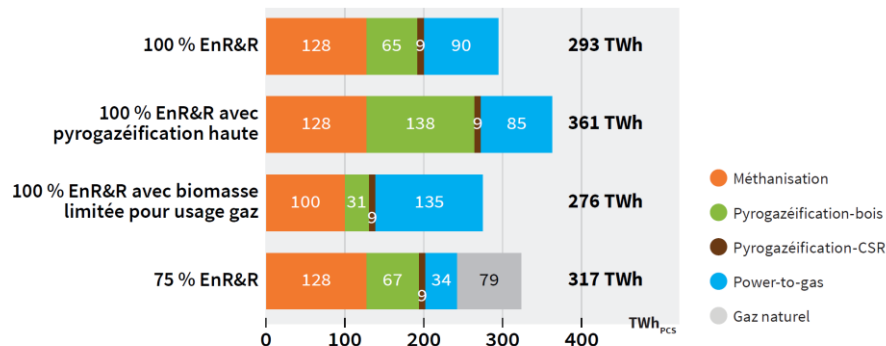
Quel potentiel de gisement ? De production énergétique ?

FIGURE 2 : DISPONIBILITÉ EN RESSOURCES ET PRODUCTION POTENTIELLE



- 60% des ressources mobilisables ne sont pas méthanisables mais pyrogazéifiables
- Un potentiel immense de production d'énergie : de 15% (40 TWh) à 40% (148 TWh) du potentiel global de la production de gaz
- Pas juste une question d'énergie ; Importance fondamentale pour l'agriculture, la sylviculture et la gestion des déchets (CSR)

FIGURE 3 : MIX DE GAZ RENOUVELABLE DANS LES 4 SCÉNARIOS



Maturité

- De nombreuses installations tournent dans le monde sur du bois, et de plus en plus sur du déchet
- Des niveaux de maturité industrielle ou proche en fonction des entrants (bois/déchets), et des exutoires (chaleur, électricité, injection, molécules d'intérêt)



Figure 1 : Les différentes technologies de production du biométhane dans le temps

Source : ENGIE, projet GAYA

Bilan environnemental

- Une réduction de 80% des GES (projet Gaya injection réseau : utilisation en GNV versus biodiesel)
- Des taux de dioxines/furanes, et poussières atmosphériques nettement plus faibles qu'en combustion directe

Modèles économiques

- Les paramètres :

Ressources

Coûts (+/-)
Niveau de préparation requis
Taille gisement

Procédés

Investissement
Exploitation
Exigences en termes de préparation et de taille
Effets d'échelle

Valorisation

Valeur ajoutée des produits obtenus
Conditions de marché relatives

Ecosystème :

Barrières réglementaires,
Aides financières, fiscalité,
Monétisation externalités positives
Acceptation sociétale

- Exemple : pour l'injection réseau, le contexte français permet d'envisager un **coût de production compris entre 90 et 120 €/MWh**, notamment en fonction des intrants utilisés. Ce prix, est **cohérent avec ce qu'on observe ailleurs en Europe pour ce type de filière innovante**.
- L'augmentation du **prix de l'énergie** et/ou du **traitement des déchets** et/ou de la **taxe carbone** sont fondamentaux pour les modèles économiques

Quelle place pour la pyrogazéification dans le paysage énergétique français ?

Une filière avec :

- Un potentiel très important
- Complémentaire en termes de ressources avec les autres filières
- Avec des synergies fortes pour le développement d'autres énergies renouvelables
- Et de nombreuses externalités positives :
 - Une amélioration de la balance commerciale
 - La gestion des déchets avec la réduction de l'enfouissement
 - Le développement de l'économie circulaire avec des emplois locaux
 - De nombreuses possibilités à l'export



1ères Assises Nationales de la Pyrogazéification - Rennes

