



*Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC UVED « Énergies renouvelables ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.*

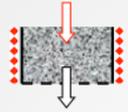
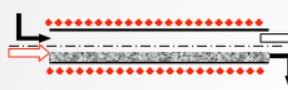
## Procédés de pyrolyse et gazéification

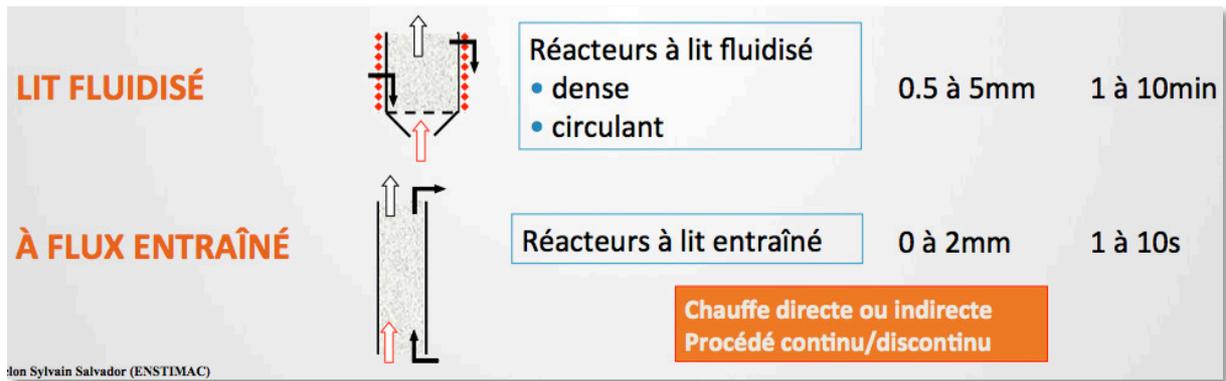
**Gilles VAITILINGOM**

*Directeur de recherche – CIRAD*

Nous allons détailler les voies de transformations thermochimiques de la biomasse.

- ⇒ Les voies thermochimiques, donc, ce sont des voies thermiques donc dites voies sèches par opposition aux voies biologiques, plutôt dites voies humides.
- Dans ces voies thermochimiques, donc nous allons regarder quels sont les procédés pour ce qui est de la torréfaction et de la pyrolyse et pour ce qui est de la gazéification.
- Nous allons utiliser des réacteurs de différents types. Donc ce sont des appareils en fait ces réacteurs qui sont soit :

<b>LIT FIXE</b>		Réacteurs à lit fixe Fours verticaux	<b>Particules</b> 5 à 50 mm	<b>Séjour</b> 1h à 24h
<b>LIT BRASSÉ</b>		Fours à grille Fours tournants	5 à 50 mm	0.5 à 5h

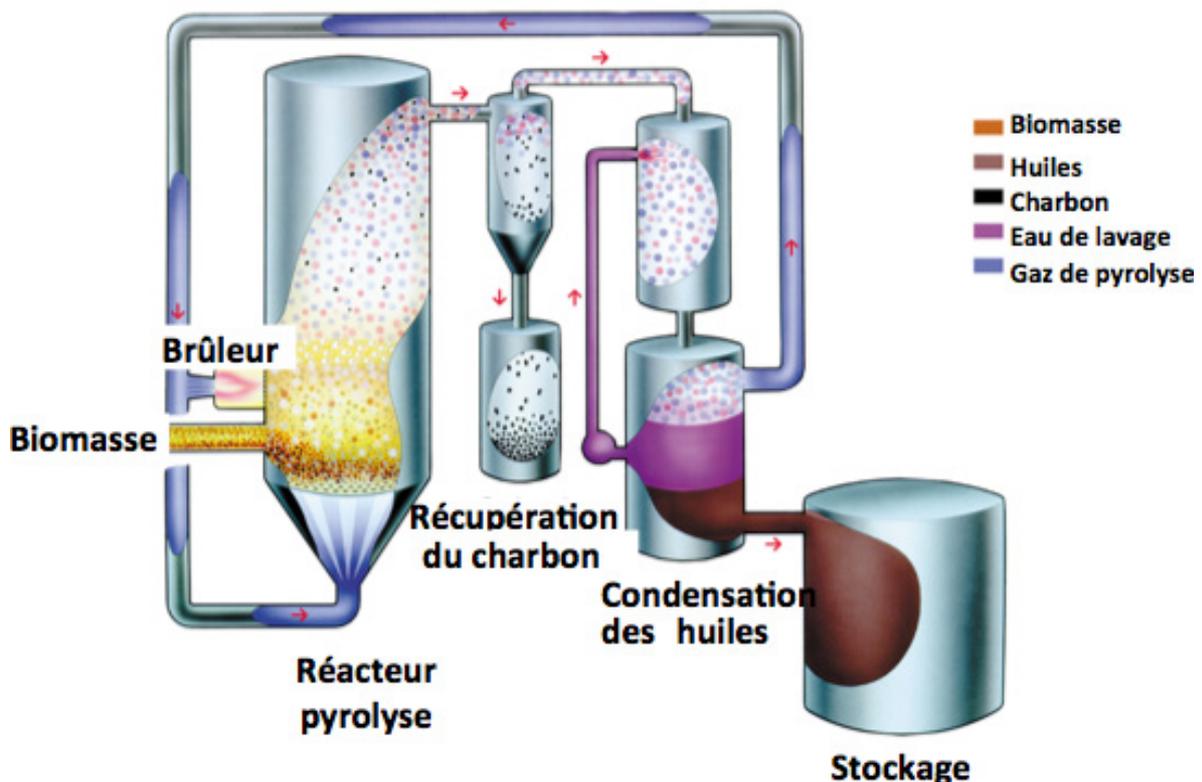


- A lit fixe, lit fixe ça veut dire qu'en fait la biomasse est disposée dans un récipient et elle n'est pas en mouvement, donc c'est soit l'air qui va contribuer à la pyrolyse et à la torréfaction, soit le fluide inerte dans ce cas-là d'ailleurs, qui va traverser ce lit.
- Dans d'autres dispositifs, vous avez ce que l'on appelle des lits brassés, c'est-à-dire que l'on va disposer la biomasse par exemple dans un cylindre tournant, dans un four tournant, et la biomasse va donc être mise en mouvement - plus ou moins lentement d'ailleurs -, pour être brassée à travers le fluide qui va la traverser.
- Mieux que ça encore, vous avez le lit fluidisé, là il s'agit de mettre en suspension vraiment par un courant de ce gaz qui va venir en contact avec la biomasse de façon à provoquer pyrolyse et torréfaction par exemple.
- Et puis, vous avez des réacteurs à flux entraîné, où là effectivement, on va à la fois entraîner la biomasse et également le gaz vecteur dont on se sert pour provoquer ces réactions thermochimiques.

Ceci a l'air bien compliqué, regardons déjà en termes de pyrolyse donc des procédés qui nous sont plus familiers.

- La pyrolyse lente, par opposition à la pyrolyse rapide, la pyrolyse lente c'est par exemple la carbonisation.
- ⇒ Ce sont exactement les meules de charbonnier quand ils faisaient du charbon de bois de façon artisanale, c'est une pyrolyse lente en fait.
- Donc on va effectivement essayer d'étouffer au maximum le bois de façon à ce qu'il cuise lentement si je puis dire, qu'il pyrolyse, et l'objet-là, c'est de récupérer le charbon.
- Une bonne part de gaz volatils va se dégager pendant cette carbonisation, mais elle ne sera guère utilisée pour ce procédé dans des meules traditionnelles.
- En revanche, bien sûr, il existe des procédés toujours de carbonisation plus industrialisés et à meilleur rendement énergétique.

- ⇒ Là, on va effectivement mieux contrôler l'apport d'oxygène et surtout pouvoir réutiliser une partie où toutes les vapeurs disons, les gaz volatils combustibles qui sont émis par cette carbonisation de façon à effectivement entretenir l'énergie, la chaleur nécessaire.
- ⇒ L'objectif c'est de faire le plus de charbon possible avec la même quantité de bois.
- Dans les procédés continus industriels, c'est exactement ce qui est obtenu, c'est-à-dire que l'intégralité des gaz de pyrolyse, donc de ces volatiles est utilisée pour le procédé.
- À côté de la pyrolyse lente existe aussi la pyrolyse rapide. On peut vraiment qualifier ça de rapide, dans la mesure où des carbonisations dites pyrolyses lentes peuvent durer des heures, voire des journées, alors que la pyrolyse rapide, en lit fluidisé va transformer la biomasse en quelques secondes, quelques minutes au maximum.
- De quoi s'agit-il ? Il s'agit, toujours sous atmosphère inerte pour éviter les combustions en fait, de soumettre une biomasse avec une granulométrie qui va être choisie selon le réacteur – si c'est un petit réacteur on aura une petite granulométrie, s'il est plus gros on pourra se permettre une granulométrie un petit peu plus élevée -, de la soumettre à une zone de haute température qui va provoquer très rapidement, de façon flash comme on dit, la séparation d'une part des gaz volatils et d'autre part du charbon.



- ⇒ Tout ceci est récupéré après dans le procès où on va séparer d'un côté le charbon solide et où on va envoyer les gaz volatiles dans une partie de condensation où effectivement la part de ces gaz va se condenser sous forme de ce que l'on pourrait appeler un pétrole végétal brut.

- Ces *bio oil*, la terminologie que nous utilisons, ce pétrole brut de biomasse qui lui après subira des opérations de raffinage de manière à en faire du carburant exactement de la même manière que l'on ferait avec du pétrole brut fossile.

L'autre procédé que nous examinons, c'est la gazéification. Donc la gazéification va débiter par une pyrolyse ni lente, ni rapide, je dirais un petit peu entre les deux, et l'objectif, c'est donc de produire un gaz combustible qui est essentiellement composé de monoxyde de carbone et d'hydrogène.

- ⇒ Avant de les utiliser, on va d'abord épurer ce gaz, on va le filtrer, le nettoyer, le refroidir si nécessaire pour le débarrasser de cendres volantes, de grosses particules de suie qui peuvent être indésirables après.
- Ces gaz, monoxyde de carbone et hydrogène, donc des gaz à très haute valeur énergétique peuvent être utilisés directement dans un moteur à gaz ou dans un brûleur à gaz.
- Une autre voie, est de les passer à travers un système catalytique qui va permettre de synthétiser des molécules formées à partir de monoxyde de carbone (CO) et d'hydrogène (H<sub>2</sub>).
- ⇒ À partir de cette synthèse, on peut générer de l'éthanol, on peut générer du méthanol, on peut générer des biodiesels d'origine finalement lignocellulosique et tous les dérivés de biocarburants de seconde génération qui sont développés en ce moment.