

14. Énergie biologique

14.1 – Introduction à l'énergie biologique

Daniel R. Rousse, ing., Ph.D.

Département de génie mécanique

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Présentation globale
- Conclusion

Plan de la présentation

- ***Introduction et objectifs de la capsule***
- Présentation globale
- Conclusion

Introduction et objectifs

- Introduction

- L'usage de la biomasse pour chauffer ou cuire des aliments est parmi **les plus anciennes manifestations** de la maîtrise de l'énergie des êtres humains;
- Encore aujourd'hui, **des milliards de personnes** dépendent de la biomasse traditionnelle pour cuire leurs repas et se chauffer;
- Sa **disponibilité** en font une source de choix pour plusieurs régions du monde.

Introduction et objectifs

- Introduction

- Je vous présente ici le parcours d'une étudiante du groupe t3e (Charlotte) qui fut inspirée par une technologie présentée par un autre étudiant (Nicolas, qui intervient dans ce cours) qui lui aussi a réalisé un projet avec le groupe de recherche.
- Il y a donc des liens et des vocations qui se développent à l'intérieur du groupe t3e.

https://www.vice.com/fr_ca/article/y3m9k7/cette-montrealaise-transforme-vos-dechets-en-energie-renouvelable

Introduction et objectifs

- Objectifs
 - Présenter les sections du module énergie biologique;
 - Faire comprendre les différentes formes d'énergie qui peuvent être qualifiées de biologiques.

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- ***Présentation globale***
- Conclusion

Présentation globale

- Références

- Cours

- ENR 815 – Combustion et biocarburants - Patrice Seers
 - Réseau BioFuelCanada
 - <https://biofuelnet.ca/advanced-biofuels-course/>

Présentation globale

- Digestion anaérobie
- Pyrolyse
- Gazéification
- Combustion
- Biomasse traditionnelle
- Biomasse moderne

Présentation globale

- Digestion anaérobie
 - Série de dégradations biochimiques de la matière organique sous l'action des bactéries (archaea) dans un environnement pauvre en O_2 (anaérobie = en absence d' O_2);
 - Ce procédé biologique libère un gaz que l'on nomme **biogaz**;
 - La digestion anaérobie est aussi appelée biométhanisation ou plus simplement méthanisation (bio-meth);
 - Cette digestion peut être naturelle
 - Marais, sédiments, décharges,
 - Digestion animale

Présentation globale

- Digestion anaérobie
 - Cette digestion peut être provoquée et contrôlée
 - Digesteur parfaitement contrôlé
 - Pourquoi provoquer cette réaction?
 - L'un des produits est le **biogaz**, simplement du CH_4 appelé bio-méthane;
 - L'autre est un digestat, un produit mi-solide mi-liquide comparable à un compost qu'il est possible d'employer tel quel ou pour des applications énergétiques;
 - Un liquide est aussi produit. Il peut servir de fertilisant.

Présentation globale

- Pyrolyse
 - Décomposition chimique d'un composé organique à haute température pour obtenir d'autres produits
 - Gaz
 - Huiles pyrolytiques
 - Solides carbonés
 - L'opération est réalisée **en l'absence d'oxygène** ou en atmosphère très pauvre en oxygène pour **éviter** l'oxydation et la combustion (l'opération ne produit donc pas de flamme).

Présentation globale

- Pyrolyse
 - Il s'agit du premier stade de transformation thermique après la déshydratation ou le séchage
 - Avant de commencer à produire, donc à dissocier les molécules, il faut d'abord retirer le contenu en eau des solides à traiter.
 - Appelée aussi thermolyse qui ne doit pas être confondue avec la thermolyse physiologique qui concerne la thermorégulation des êtres vivants.
 - La plage complète de température de réaction est:
 - $200^{\circ}\text{C} < T < 1000^{\circ}\text{C}$

Présentation globale

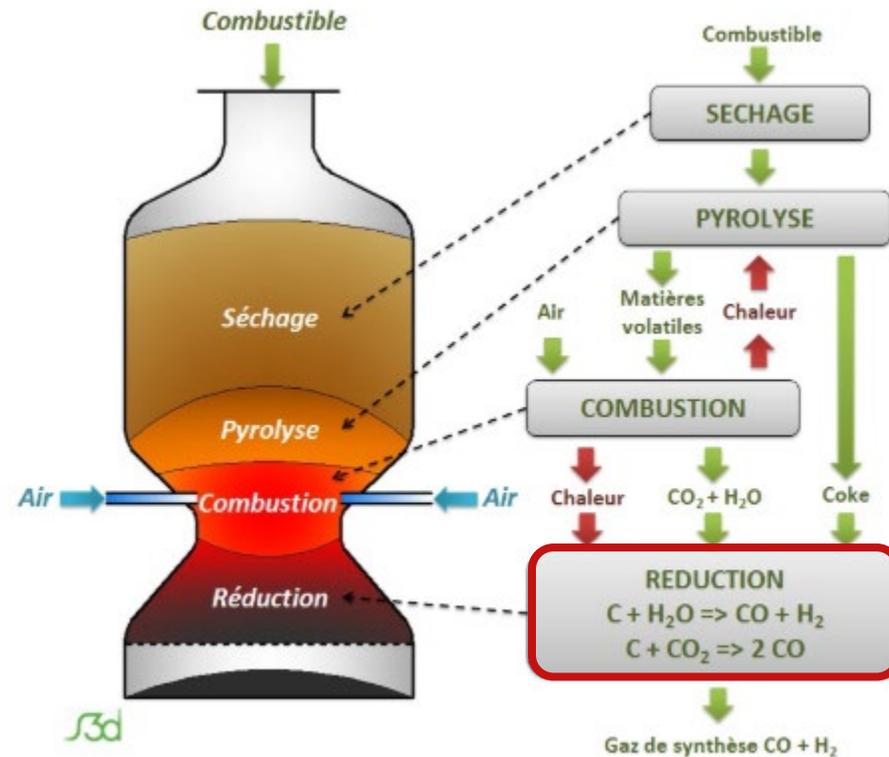
- Gazéification

- Processus à la frontière entre la pyrolyse et la combustion:

- Pyrolyse (peu ou pas d'O₂)
- Gazéification (O₂ contrôlée)
- Combustion (beaucoup de O₂)

- Ne produit pas de méthane!

- Ne pas confondre avec la bio-méthanisation.



<http://www.gazeification.info/>

Présentation globale

- Gazéification
 - Convertit des matières carbonées ou organiques en un gaz de synthèse combustible (souvent appelé « syngas » ou « syngaz »)
 - monoxyde de carbone (CO)
 - dihydrogène (H₂)

Présentation globale

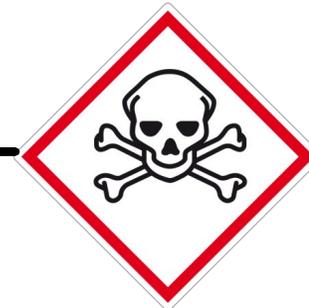
- Combustion
 - Réaction exothermique d'oxydoréduction
 - Carburant (solide, liquide, gazeux)
 - Comburant (air, O₂)
 - Chaleur d'activation
 - Radicaux libres (réactions chimiques).
 - Flamme
 - Explosion
 - Détonation
 - Déflagration

Présentation globale

- Combustion

- Convertit des matières carbonées ou organiques en:

- Eau (H_2O);
 - Dioxyde de carbone (CO_2);
 - Monoxyde de carbone (CO);
 - Particules de carbone (suie, goudron, cendres);
 - Oxydes d'azote (NO_x) (**pas toujours**)
 - Hydrocarbures (du benzène, par exemple)
 - Dioxines
 - Furanes



On compte **210** [dioxines et furanes](#) différents

Présentation globale

- Biomasse traditionnelle
 - Pour préparer les repas
 - Pour chauffer les habitations
 - Concerne des milliards de personnes



Source La Guinée – Ouest Atlantis



Source Olvea

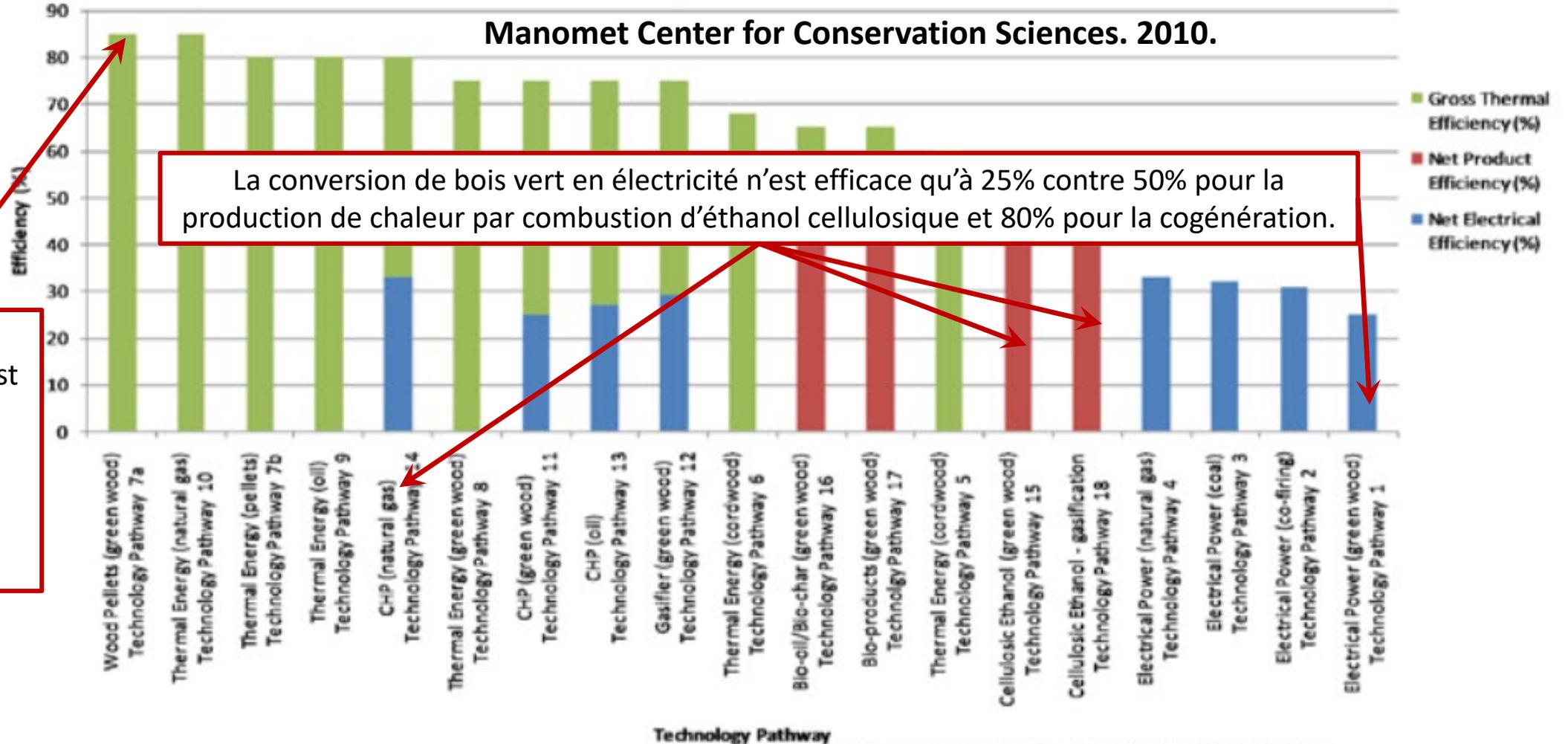


Source A petits pas

Présentation globale

Technology Pathways Efficiencies

Manomet Center for Conservation Sciences. 2010.



La conversion de bois vert en électricité n'est efficace qu'à 25% contre 50% pour la production de chaleur par combustion d'éthanol cellulosique et 80% pour la cogénération.

L'utilisation la plus efficace est la combustion de granule de bois pour produire de la chaleur (85%).

*Pellet cost represented as 40% MC equivalent, based on 6% MC at \$261/ton

Présentation globale

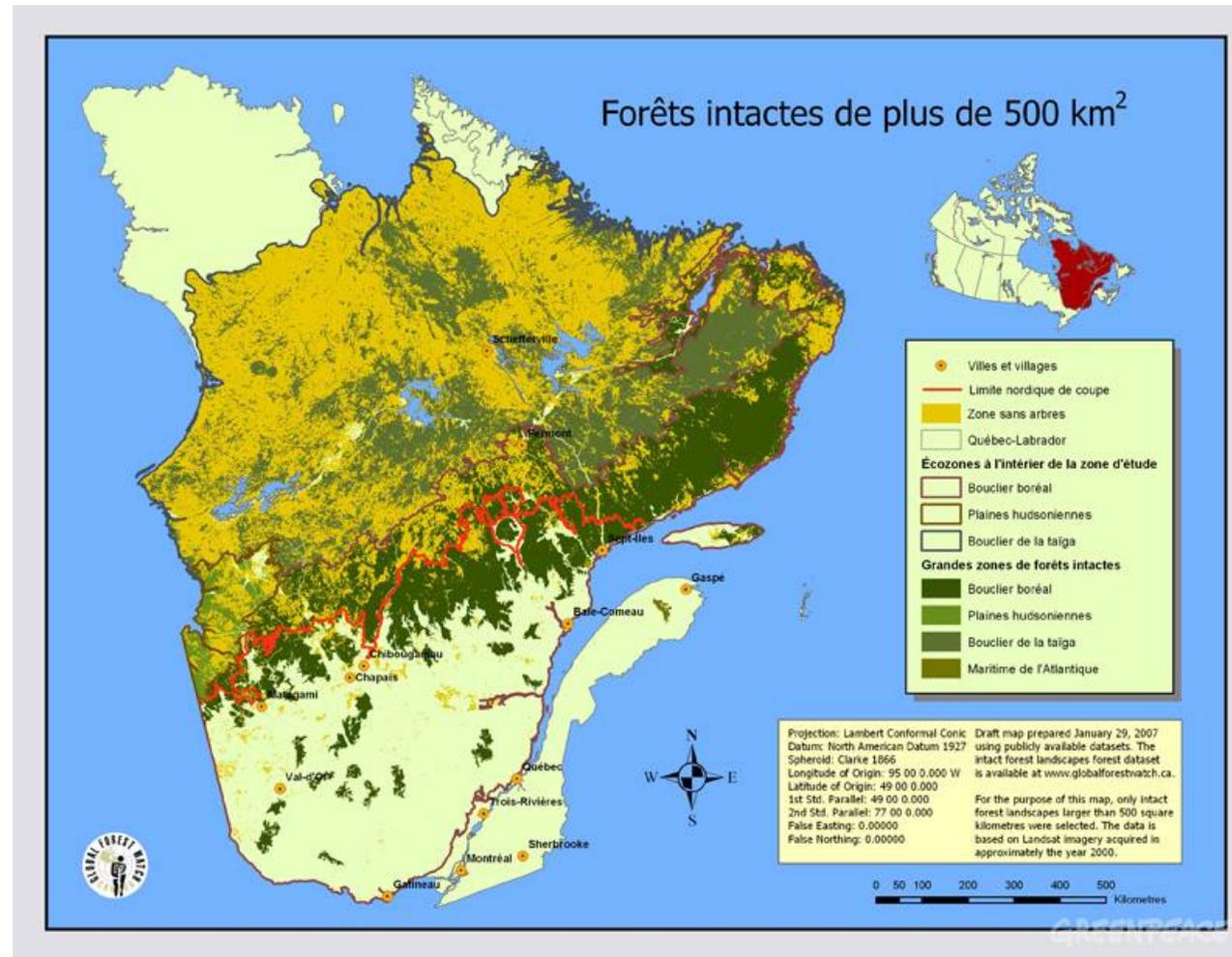
- Biomasse moderne
 - Tout ce qui n'est pas traditionnel
 - Résidus forestiers, agricoles, industriels, urbains, hospitaliers, etc
 - Algues, Panic érigé et autres



[Source AgroÉnergie](#)

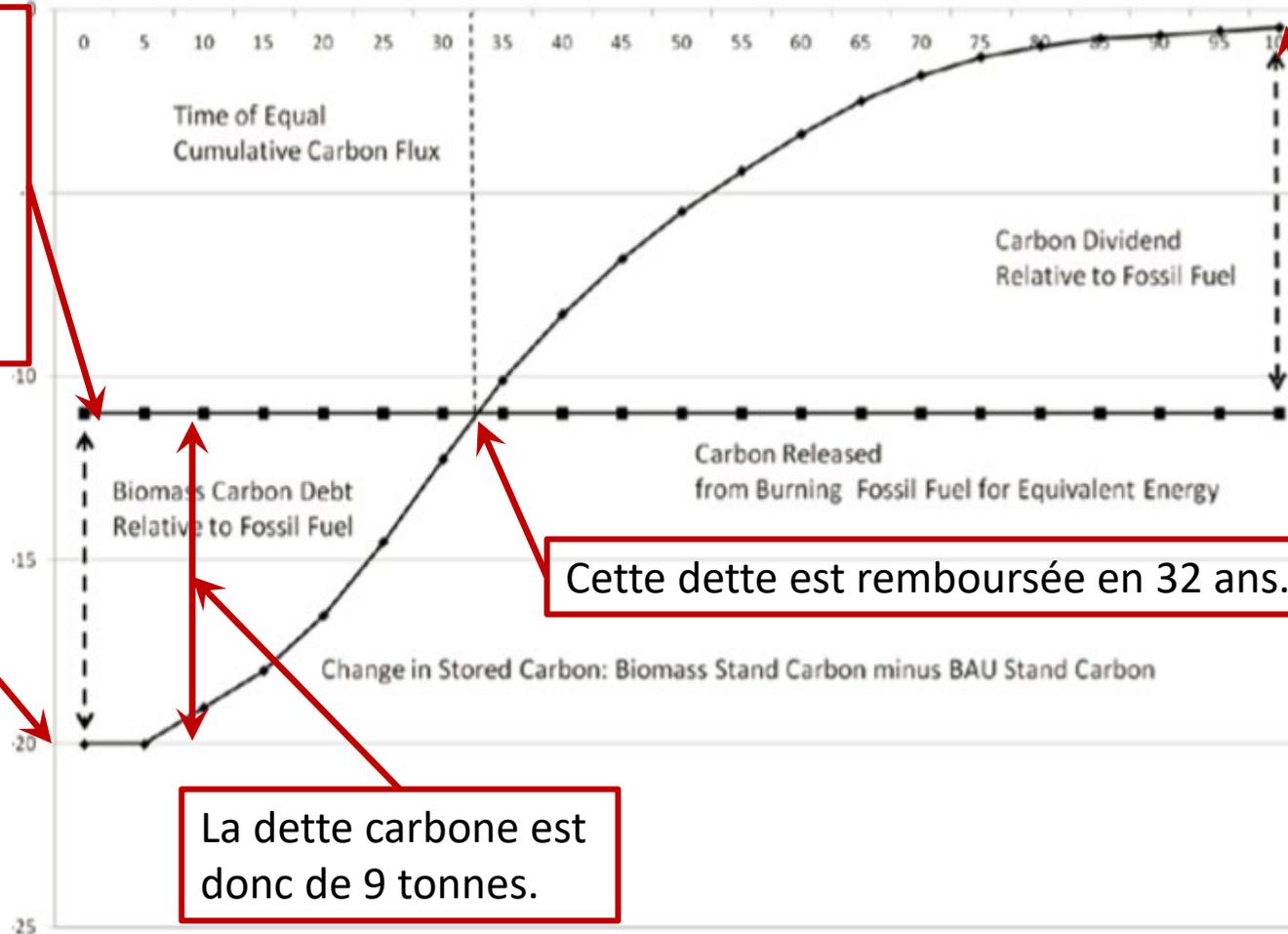
Présentation globale

- Ressources en biomasse au Québec



Présentation globale

Au moment de la combustion, la biomasse a émis 20 tonnes de CO₂ contre 11 tonnes pour les combustibles fossiles.



A noter qu'il faudra attendre un **siècle** pour se rapprocher de la neutralité carbone.

Courbe typique de stockage du carbone dans une zone de récolte

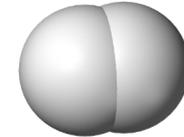
Présentation globale

- Hydrogène
 - Ce VECTEUR énergétique qui peut servir de stockage d'énergie, est présenté dans le Module 4 – Vecteurs d'énergie.
 - Ce gaz a été mis en évidence par Cavendish en 1766, qui l'a appelé « *air inflammable* » parce qu'il brûle ou explose en présence d'O₂, où il forme H₂O.
 - Lavoisier a désigné ce gaz par le nom hydrogène, composé du préfixe « hydro- », du grec ὕδωρ (*hudôr*) signifiant « eau », et du suffixe « -gène », du grec γεννάω (*gennaô*), « engendrer ».

Présentation globale

- Hydrogène

- Ce qui est appelé couramment « hydrogène » dans le secteur de l'énergie est en fait le dihydrogène



- Aujourd'hui - utilisation actuelles :

- synthèse de l'ammoniac (50 %) -> agriculture et industrie chimique
 - raffinage et désulfuration des hydrocarbures (37 %) -> pétrochimie
 - synthèse du méthanol (12 %) -> industrie chimique

https://fr.wikipedia.org/wiki/Dihydrog%C3%A8ne#Utilisations_industrielles

Présentation globale

- L'hydrogène
 - Sur Terre, on trouve essentiellement l'hydrogène sous forme combinée mais aussi directement sous forme gazeuse.
 - L'interaction eau/roche, la diagénèse, va libérer l'hydrogène de l'eau lors de phénomènes d'oxydation, phénomènes que l'on observe dans différents contextes géologiques.
 - D'autres sources d'hydrogène naturel sont connues : la radioactivité naturelle de la croûte terrestre (radiolyse) peut notamment séparer hydrogène et oxygène de l'eau et libérer ces gaz.

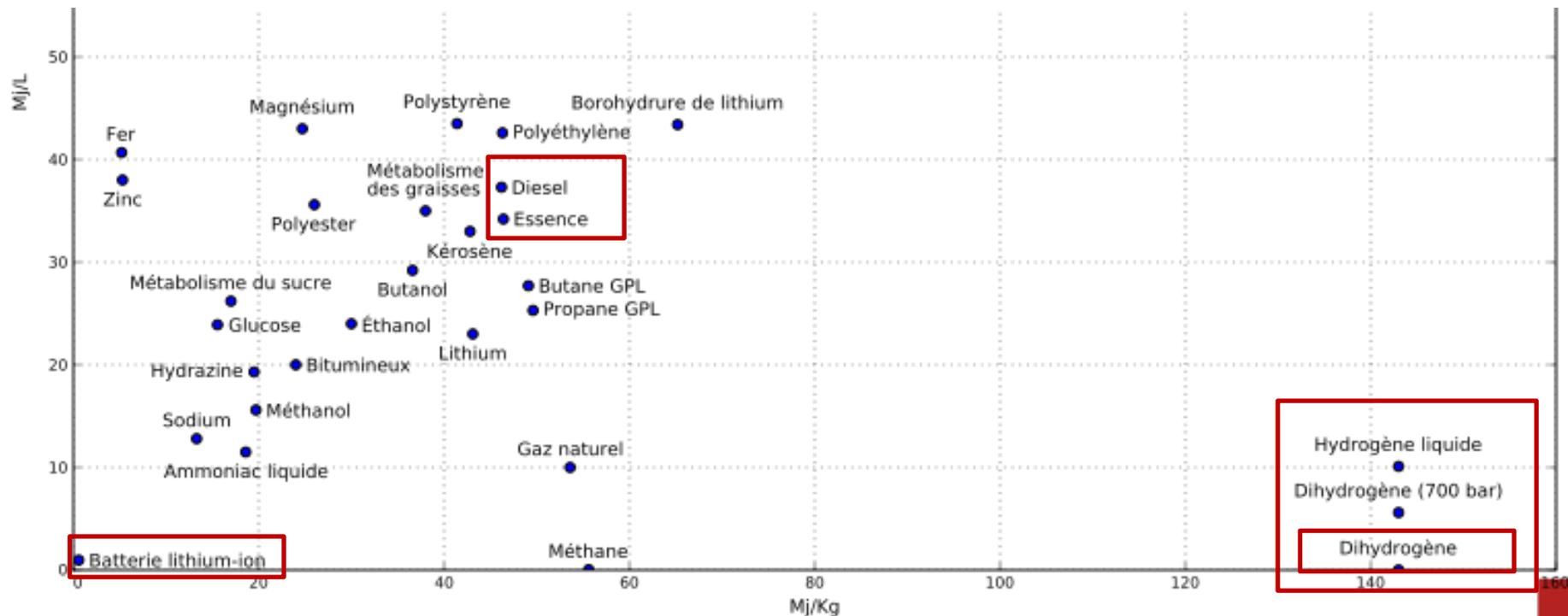
[Dr. Isabelle Moretti](#)

Présentation globale

- L'hydrogène naturel à concentration exploitable est rare.
- Aujourd'hui l'hydrogène est dans son immense majorité synthétisé :
 - Procédé de vaporeformage à partir d'hydrocarbure (96%)
 - ~300 gCO₂eq/kWh d'H₂
 - À comparer avec charbon (820 gCO₂eq/kWh) et éolien (11 gCO₂eq/kWh)
 - Procédé d'électrolyse de l'eau
 - Empreinte carbone et environnementale très fortement dépendante de la source d'électricité;
 - **Potentiellement durable !**

Présentation globale

- L'hydrogène: avantages et inconvénients :
 - Combustion ou oxydation de l'hydrogène sans émission de CO₂
 - Densité énergétique par poids élevée



Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Présentation globale
- ***Conclusion***

Conclusion

- La biomasse (traditionnelle) joue un rôle prépondérant dans l'approvisionnement énergétique de plus d'un **milliard** de personnes. Chauffage et cuisson;
- La biomasse (moderne), durablement exploitée, peut s'avérer une source à **long terme** pour produire de **l'électricité** et de la **chaleur**;
- L'hydrogène est appelé à jouer un rôle plus important dans le mix énergétique mondial.

Conclusion

- Outre cette introduction, ce module consacré à l'énergie bio-chimique concerne:
 - La digestion anaérobie
 - La gazéification (incluant la pyrolyse ou thermolyse)
 - La combustion
 - Les biomasses traditionnelle et moderne
 - L'hydrogène



Merci de votre attention !

Si vous avez des questions à formuler, veuillez les poser par écrit et spécifier le nom et le numéro de la présentation. Nous vous répondrons le plus rapidement possible.

Période de questions

