

## **Et si nous parlions de la combustion d'origine anthropique... !**

**Depuis la découverte et la maîtrise du feu**, l'homme n'a cessé de l'utiliser pour promouvoir son développement pour le pire et le meilleur... !

Au tout début, le combustible utilisé était la matière végétale issue de l'environnement des premiers hommes, de l'Homo erectus, les herbes, le bois ont été les premiers combustibles.

**Forcer de constater qu'aujourd'hui, cela commence à poser sérieusement des problèmes**, il y a beaucoup trop de combustion (oxydoréduction) généré par l'homme sur la planète terre, les GES (gaz à effet de serre) sévissent de plus en plus.

**Faisons un brin d'histoire...** La découverte du feu par l'homme remonte à environ 450 000 ans, bien qu'une étude faite par une équipe de chercheurs Israéliens au bord du Jourdain, considère qu'il faudrait pratiquement doubler cette datation, plutôt autour de 790 000 ans... ?

**Quoi qu'il en soit, l'homme ne cesse d'utiliser le feu pour ses différentes activités**, qui au début, lui servait à faire cuire sa nourriture, se chauffer, et se protéger des bêtes. Ainsi que de produire des feux de brousse et de forêt.

**Vient ensuite l'utilisation du feu pour transformer le métal**, l'âge du bronze, du fer, va être une grande épopée pour progressivement fabriquer des outils, des instruments pour améliorer son confort de vie.

**L'artisanat se développe pour rendre accessibles les produits de cette transformation** au plus grand nombre. Se développent les maîtres de forges, l'époque du moyen âge est riche dans ce sens.

**Les premières manufactures virent le jour autour du XVII siècle**, le feu est largement utilisé par les maîtres de forges dans les secteurs de la transformation des métaux.

**Puis, plus près de notre époque contemporaine, le début de l'anthropocène scelle l'âge de la première révolution industrielle lourde** : pour la construction de chemin de fer, d'automobiles, de bateau, de construction de ponts, d'édifices divers etc, ils utilisent de plus en plus le feu pour transformer la matière, l'acier en particulier, produire toujours plus. Et depuis, l'industrie poursuit son développement.

**L'homme se déplace également avec des moyens de transport** qui utilisent la combustion (d'oxydoréduction) pour les moteurs thermiques, trains, voitures, avions, bateau.

**Pour produire de l'énergie et chauffer les bâtiments** l'homme utilise de grandes quantités de combustible d'origine fossile (charbon, pétrole), sans oublier le bois. Le nucléaire ne représente qu'environ 12 % au niveau mondial pour la production d'électricité.

**Enfin bref, toute l'activité humaine s'est développée grâce à la découverte et la maîtrise du feu.**

**Mais aujourd'hui, ça chauffe sur la terre, les GES** (Gaz à effet de serre) sévissent de plus en plus, avec comme colère l'augmentation de la température moyenne sur la terre. La glace des pôles, des glaciers de montagne fondent et la montée du niveau des mers devient préoccupante ; il y a urgence à changer nos comportements. Sans parler des conséquences sanitaires liées à la pollution.

## Mais le feu c'est quoi au juste ?

Pour produire du feu, il faut créer une réaction chimique de combustion (oxydoréduction) c'est la combinaison de trois éléments, le fameux triangle du feu :

- Le carburant : bois, charbon, pétrole, gaz etc.
- Le comburant : l'air, plus mais précisément le dioxyde d'oxygène  $O_2$ , un composé de l'air.
- L'énergie d'activation : l'élément déclencheur du processus de la combustion ex l'allumette que l'on craque sur une feuille de papier, etc.



**Oxydation signifie combinaison avec l'oxygène.**

**Dans une oxydoréduction :**

**Le combustible** est le corps qui est oxydé durant la combustion ; c'est un **réducteur**, il perd des électrons.

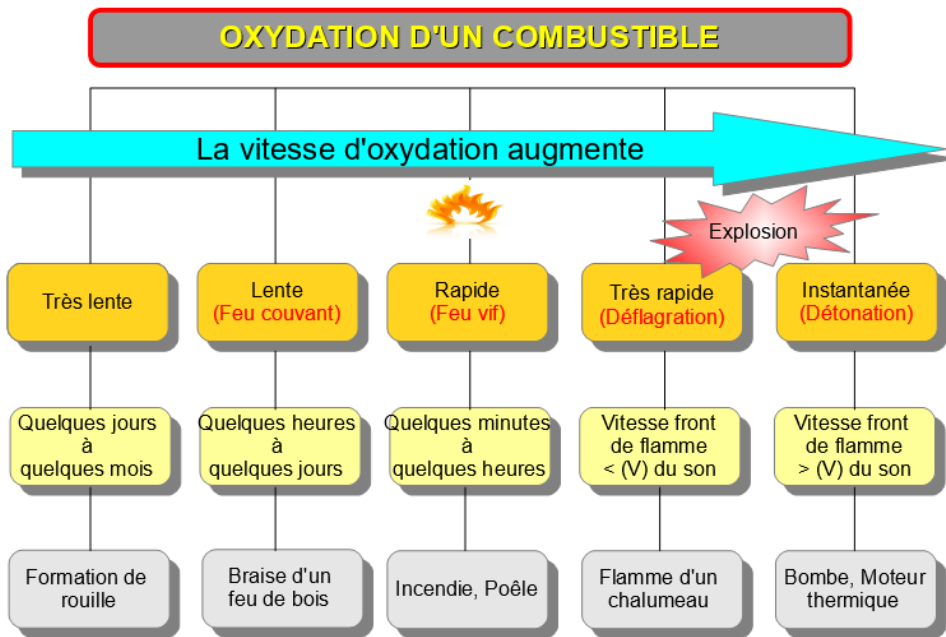
**Le comburant** est le corps qui est réduit ; c'est un **oxydant**, il gagne des électrons.

**Le réducteur s'oxyde** (réaction d'oxydation), **l'oxydant se réduit** (réaction de réduction).  
L'oxydoréduction se compose donc de deux réactions : une oxydation est une réduction.

**L'oxydoréduction produit de l'énergie sous forme de chaleur (exothermie)**

Si l'énergie produite par la combustion (oxydoréduction) est supérieure ou égale à l'énergie d'activation, **la combustion s'auto-entretient**.

**La combustion (oxydoréduction) peut-être très lente, c'est le cas de la rouille, ou extrêmement rapide dans le cas d'un moteur thermique à explosion, type automobile.**



**Classification de la combustion basée sur les vitesses d'oxydation**

**Exemple de la combustion du bois bûche utilisé pour le chauffage** : le bois ne brûle pas spontanément, la combustion complète du bois est décrite dans le tableau ci-dessous. Il montre les gradients de température qui conduisent à créer le processus de réaction chimique de combustion.

# Les Phases de la combustion du bois (oxydation)

700°C	<b>Oxydation Complète des gaz combustibles</b>	- Transformation des gaz combustibles en dioxyde de carbone ( <b>CO<sub>2</sub></b> ) vapeur d'eau ( <b>H<sub>2</sub>O</b> ) et oxydes d'azote ( <b>NO<sub>x</sub></b> ), en présence d'oxygène. Au final il reste les cendres.
500°C	<b>Gazéification du carbone</b>	- Transformation du charbon de bois en gaz combustibles riches en hydrogène ( <b>H</b> ) et monoxyde de carbone ( <b>CO</b> )
300°C	<b>Apparition des flammes</b>	- Point d'auto-inflammation de certains gaz combustibles (début de l'oxydation) en présence d'oxygène.
250°C	<b>Gazéification du bois</b>	- Décomposition du bois sous l'effet de la chaleur : début de Pyrolyse. - Libération des composés gazeux (vapeur d'eau, gaz combustibles); - Formation de charbon de bois (composé principalement de carbone ( <b>C</b> )).
100°C	<b>Séchage</b>	- Évaporation et élimination de l'eau contenue dans le bois. <b>(&lt; à 20 % Hr pour un bois réputé sec)</b>

**Ce qui est important est d'avoir une combustion complète du bois** pour réduire les rejets de fumées chargées de gaz polluants et particules fines. Dans certaines régions, en fond de vallée, elle est à l'origine des pollutions d'hiver, lorsque la combustion est incomplète, foyer mal adapté, non conforme aux règles de qualité (exemple label flamme verte, où le taux d'humidité du bois est trop élevé, lié à de mauvaises conditions de stockage, voir bois vert moins de 1 an de séchage).

**En théorie une combustion parfaite se traduit par très peu de cendres (environ 1% de la masse combustible), qui correspond à la matière incombustible, que sont les sels minéraux.**

**On peut brûler du bois en respectant les règles fondamentales liées à la combustion.**

**Mais...Tout ça pour dire qu' il y en a beaucoup trop de combustion sur la planète, et que nous allons devoir revoir notre façon d'utiliser le feu (la combustion, en général, des matières organiques fossiles ou terrestres sous forme végétale notamment) pour :**

- Produire de l'énergie.
- Pour nous déplacer, transport terrestre en particulier.
- Le chauffage des bâtiments, etc.

**L'homme sera conduit à améliorer sensiblement la performance énergétique des bâtiments et moyens de transports. Rechercher la meilleure adéquation dans le choix**

**des matériaux, et matières, par rapport aux usages, en relation avec le niveau d'énergie utilisé pour produire les biens de consommations. La 3ème révolution industrielle s'inscrit dans cette logique qui doit faire appel à cette rationalité.**

**Il faut considérer qu'il n'y pas de combustion propre, toute combustion génère des gaz polluants et particules fines.**

**Ce qui est paradoxal est que le gaz carbonique, le CO<sub>2</sub> produit, est un élément nécessaire à la vie pour le développement du monde végétal.** Trop en produire devient dangereux, à cause des (GES) gaz à effet de serre qui entraînent le réchauffement, ainsi que l'acidification des océans, avec des conséquences pour le milieu aquatique.

**Que de chemin parcouru par l'homme depuis la découverte et la maîtrise du feu...Les lois physico-chimiques qui régissent la combustion sont immuables et doivent être connues de tous les " Utilisateurs du feu" que nous sommes.**

**Le feu a permis à l'homme de se développer il ne doit pas devenir la cause de sa destruction demain...**

Comme dit, le Chimiste Antoine de Lavoisier dans sa maxime, « rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme » ; le feu fait partie de cette transformation de la matière, encore faut-il en faire un bon usage... !

Pour ma part, je pense que l'homme pourra surmonter ce dilemme qui le confronte à toujours utiliser le feu (la combustion) pour ses activités, mais devra tout faire pour trouver des solutions alternatives pour en réduire l'impact.

**La finalité est de changer complètement de paradigme énergétique.**

**Pour rappel et préciser ce qu'est l'énergie :** tout corps ou rayonnement, ou système de corps qui de par sa transformation se change dans un autre état, ou produit un travail. Les énergies sont étroitement liées entre elles.

**La meilleure des énergies est celle que l'on n'a pas à produire.** De fait, la première source d'énergie est le soleil, qui régit toute les formes d'énergies sur terre, à l'exception de la géothermie et du nucléaire, bien que cette dernière ne puisse être utilisée spontanément sans avoir subi un enrichissement, qui fait appel à des énergies plus conventionnelles (Par les filières d'enrichissement de l'uranium)

Globalement la Terre reçoit en permanence une puissance de 170 millions de gigawatt (soit 170 millions de milliards ou  $1,7 \times 10^{17}$  joules par seconde), dont 122 millions sont absorbés, alors que le reste est réfléchi. L'énergie totale absorbée sur une année est donc de 3 850 Zettajoules ( $10^{21}$  joules, ZJ) ; par comparaison, la photosynthèse capte 3 ZJ<sup>5</sup>, le vent contient 2,2 ZJ<sup>6</sup>, et l'ensemble des usages humains de l'énergie, 0,5 ZJ<sup>7</sup> dont 0,06 ZJ sous forme d'électricité

On peut raisonnablement rester optimiste à condition de relever ses manches pour travailler d'arrache pieds sur une meilleure conversion de cette énergie solaire... ! et de l'énergie en général.

C'est mon point de vue tout à fait personnel, mais j'aimerais le partager avec le plus grand nombre

*Jacques Julliard*

*Président de l'association LA PASSION DU BOIS*

*Membre de l'association COVABIS (Comité de valorisation de la biomasse par l'information et la science)*

[jacques.julliard@gmail.com](mailto:jacques.julliard@gmail.com)