

2. L'ENERGIE FOSSILE

Les énergies fossiles, dont nous n'étudierons que les formes non conventionnelles d'exploitation, proviennent du cycle du carbone. Le cycle naturel peut être résumé comme suit :

CO₂ atmosphérique → photosynthèse de végétaux →
décomposition → fossilisation → carbone solide
(tourbe → charbon → pétrole → gaz).

Une partie retourne à l'atmosphère par la respiration des végétaux et des animaux qui se nourrissent de végétaux. L'homme accélère le transfert solide -> atmosphère par la combustion des énergies-stock.

2.1 LE CHARBON

Les réserves de charbon sont très importantes. Mais pour les exploiter, il faut essayer ses défauts : difficulté d'extraction, malpropreté (le charbon pollue beaucoup), difficulté de manutention (c'est, un solide assez lourd).

2.1.1 LA GAZEIFICATION DU CHARBON

– La gazéification de surface et la production d'électricité en cycle gaz-vapeur.

L'installation complète comporte un gazogène, une turbine mue par le gaz produit, une turbine à vapeur mue par un cycle eau-vapeur obtenu par récupération de la chaleur à la sortie du gazogène, à la sortie du compresseur et à l'échappement de la turbine à gaz. Les turbines produisent de l'électricité.

Une technique à l'étude pour la gazéification du charbon extrait est celle du lit fluidisé sous pression, à température modérée, au moyen d'air et de vapeur. Elle produit un gaz pauvre, contenant notamment du dioxyde de carbone et du méthane, utilisable dans une turbine moyennant dépoussiérage.

– La gazéification souterraine.

La gazéification in situ consiste à récupérer d'une veine de charbon un gaz énergétique en y injectant un agent gazéifiant, afin de récupérer le pouvoir énergétique de la houille sans devoir l'extraire.

L'agent gazéifiant est de l'air, un mélange air/vapeur, un mélange oxygène/vapeur ou encore de l'hydrogène. Le gaz obtenu dépend de l'agent gazéifiant.

La gazéification en faible profondeur et à faible pression est opérationnelle depuis longtemps en U.R.S.S. Elle pose des problèmes d'étanchéité des veines, notamment en présence de nappes phréatiques, et d'occupation du sol.

La gazéification à grande profondeur et à haute pression est à l'étude, notamment dans notre pays. La réaction à l'oxygène vapeur permet de tirer sans apport énergétique autre que l'injection à haute pression, du dioxyde de carbone et du méthane. Techniquement, l'eau est introduite par un forage et le gaz récupéré par d'autres, situés sur la même veine la réaction de gazéification se fait sur un front dans la veine, entre les deux forages.

2.1.2. LA LIQUEFACTION DU CHARBON

L'idée consiste à changer l'état physique du charbon, pour en faciliter le transport et la manutention. A notre connaissance peu de résultats pratiques sont déjà acquis.

2.1.3. L'EXPLOITATION DES TERRILS ET LA COMBUSTION EN LIT FLUIDISE

Dans les terrils, il est possible de récupérer par lavage du charbon à 30 % de cendres. Cette faculté est mise à profit par les centrales électriques.

Au-delà, on peut encore, par criblage, récupérer un produit à haute teneur en cendres; celui-ci ne peut cependant être valorisé que dans les chaudières à lit fluidisé.

Cette technique consiste à brûler un produit formé de fines particules (ici un mélange de cendres et de calcaire essentiellement) dans un lit traversé par un courant ascensionnel de gaz ou de liquide (ici de l'air) dont la poussée équilibre le poids des particules.

2.2. AUTRES COMBUSTIBLES FOSSILES

2.2.1. LES SCHISTES BITUMINEUX

De vastes formations sableuses et schisteuses renferment d'importantes quantités d'hydrocarbures résineux appelés kerogen, susceptibles de donner par raffinage des produits pétroliers.

Les réserves dans le monde semblent considérables. Le coût commence à redevenir concurrentiel.

2.2.2. LE GAZ PROFOND

Divers indices nous donnent à penser que l'écorce terrestre contient de très grandes quantités de gaz naturel, à des profondeurs pas encore sondées.

3. SYNTHÈSE DE COMBUSTIBLE

3.1. L'HYDROGENE

Pourquoi l'hydrogène ?

L'hydrogène est un combustible ou un carburant de valeur énergétique massique plus élevée que le pétrole et de valeur énergétique volumique à pression et température normales plus faible que celle du pétrole-La pile à combustible produit de l'électricité en synthétisant de l'eau au départ d'hydrogène et d'oxygène. L'hydrogène peut être stocké gazeux - ce qui prend de la place -, liquide - à basse température et haute pression -ou sous forme d'hydrures, composant métallique contenant et susceptible de restituer l'hydrogène ; cette dernière possibilité augmente le poids.

Plus qu'aux problèmes de stockage, l'absence de pénétration de l'hydrogène comme combustible est due surtout à l'inexistence de procédés de synthèse avantageux. C'est en ce domaine que de grands espoirs sont permis.

Synthèse d'hydrogène

Les principales filières de synthèse sont présentées ci-dessous

matière première	processus	énergie injectée
hydrocarbures-	reforming catalytique	chaleur
charbon	gazéification	chaleur
eau	thermolyse (cracking)	chaleur (2500°)
eau	électrolyse basse température	électricité
eau + catalyseur(s)	décomposition thermochimique	chaleur

Seules les dernières possibilités sont intéressantes dans le cadre de la problématique de l'énergie.

3.2 SYNTHÈSE DE COMBUSTIBLES "FOSSILES"

Les guillemets sont bien sûr de rigueur ; il s'agit en fait de produits carbonés.

Le carbone est présent sous forme solide dans les carbonates 5 marbre, craie, etc.

Par thermochimie, ces carbonates peuvent être transformés en gaz carbonique d'une part, en méthane et hydrocarbures d'autre part. De quoi rêver... A l'heure actuelle cependant, la consommation de ces transformations est élevée.

4. DIVERS

4.1 LA FUSION NUCLEAIRE

La masse d'un noyau atomique est légèrement inférieure à la somme des masses des constituants, le défaut correspondant à l'énergie de liaison entre nucléons, selon la relation d'Einstein " $E = mc^2$ " où c est la vitesse de la lumière dans le vide. On voit qu'à un très petit défaut de masse correspond une énergie très élevée.

L'énergie de liaison dans les noyaux de masse moyenne est supérieure à celle des noyaux légers et à celle des noyaux lourds ; lorsqu'on fait fusionner des noyaux légers (tout comme lorsqu'on scinde des noyaux lourds comme l'uranium), il en résulte un dégagement d'énergie. C'est la fusion nucléaire, telle qu'elle se passa dans le soleil avec de l'hydrogène, les noyaux se voient une forte répulsion, qu'il faut vaincre par une très grande température et/ou une pression très élevée et ce pendant un temps suffisant.

C'est à cette tâche que l'on s'attaque à l'heure actuelle, au moyen de lasers ou de systèmes magnétiques tels que les stellarators.

On obtient un quatrième état de la matière, où celle-ci est complètement ionisée : le plasma.

4.2 LA GEOTHERMIE

En règle générale, la croûte terrestre a un gradient géothermique de 1°C par 1000 m. Par endroits cependant, l'accroissement de température avec la profondeur est beaucoup plus élevée.

Il peut en résulter à faible profondeur ou même à fleur de sol de l'eau chaude (énergie géothermique à basse enthalpie) ou de la vapeur (haute enthalpie). On peut également imaginer de faire circuler de l'eau injectée dans des roches sèches et chaudes.

La grande fréquence des "gisements" à basse enthalpie laisse prévoir un grand développement à la géothermie produisant de l'eau tiède (quelques dizaines de degrés).

De nombreuses réalisations industrielles existent dans les endroits favorisés. On envisage de développer cette technique en des lieux moins favorisés, en allant plus profond.

Une idée d'application est la production thermodynamique d'électricité à l'aide d'eau tiède d'origine géothermique, vaporisée par abaissement de la pression.

Les perspectives d'avenir semblent prometteuses pour la Belgique notamment

4.3 LA POMPE A CHALEUR

La pompe à chaleur pompe l'énergie dans un milieu froid pour la restituer dans un milieu plus chaud.

Pour ce faire, un fluide en circuit fermé arrive liquide et sous faible pression dans un évaporateur, échangeur de chaleur dans le milieu froid, qui va néanmoins céder de la chaleur à notre fluide qui s'évaporerait ; par le biais d'un compresseur, il sera alors présenté à haute pression dans le milieu chaud, où il cédera sa chaleur en se liquéfiant ; il recommencera alors une boucle.

Si le compresseur est remplacé par un bouilleur, on a une pompe à absorption ; la description précédente est celle d'une pompe à compression.

L'énergie induite l'est au niveau du bouilleur ou du compresseur ; l'énergie récupérée est

nettement plus importante,

On distingue quatre types de pompes à chaleur, selon que la source froide et la source chaude sont de l'air ou de l'eau.

Le fluide du circuit est généralement un fréon, qui a la propriété de se vaporiser à faible température.

Le cycle de la pompe à chaleur peut fonctionner dans les deux sens, permettant notamment le chauffage d'un local en hiver et son rafraîchissement en été.

Les applications, très répandues depuis longtemps par le biais du réfrigérateur vont en se développant de jour en jour pour des installations de chauffage proprement dites.

4.4. CHAUFFAGE COLLECTIF. RECUPERATION DE CHALEUR. PRODUCTION COMBINEE

4.4.1 LE CHAUFFAGE COLLECTIF

Le chauffage collectif consiste à alimenter en eau chaude ou en vapeur un ensemble de bâtiments au départ d'une centrale de chauffe. Dans le premier cas, tout bâtiment doté d'une installation de chauffage central à eau s'y prête, moyennant remplacement de la chaleur par un échangeur. Les performances du système sont d'autant meilleures que la densité d'utilisateurs est grande (ville), car il faut tenir compte des déperditions au transport.

4.4.2 RECUPERATION DE CHALEUR

Nombre d'industries lourdes, en particulier la sidérurgie, sont source de rejets importants de chaleur dite à basse température : quelques dizaines de degrés.

Il en va de même pour les centrales électriques classiques : on produit un tiers d'électricité et on rejette deux tiers de chaleur.

Cette eau chaude pourrait lorsque les conditions s'y prêtent être récupérée pour un chauffage collectif ou même... pour la pisciculture de poissons tropicaux. Des essais sont en cours en Belgique.

4.4.3 LA PRODUCTION COMBINEE DE CHALEUR ET D'ELECTRICITE OU DE FORCE MOTRICE

Une centrale de production combinée de chaleur et d'électricité, conçue à cette fin, est susceptible de donner de meilleurs résultats que la récupération de chaleur mentionnée au § précédent.

Une autre formule de production combinée consiste en le moteur TotEM: moteur à explosion produisant non seulement de la force motrice mais également de la chaleur qui est valorisée systématiquement. Le rendement global est fort élevé,

4.5 LES VOLANTS D'INERTIE

Il s'agit en fait d'une forme de stockage d'énergie, intéressante pour les véhicules- A arrêt, le véhicule est connecté à une prise de courant, l'électricité lançant un volant de grande masse. En route, déconnecté, le moteur électrique du véhicule reçoit sa force du volant tournant en génératrice.

Des gyrobus, puisque tel est leur nom, ont circulé en Belgique.

4.6 VALORISATION DES DECHETS

4.6.1. EXPLOITATION DE DECHETS SOLIDES A DES FINS ENERGETIQUES

L'incinération des ordures offre une solution élégante au problème des immondices et de l'énergie.

Indirectement, on peut transformer les ordures par broyage, fermentation et récupération des métaux et du verre en humus d'une part et en combustible, appelé charbain, d'autre part. Des essais sont en cours en Belgique.

Rappelons que la fermentation anaérobie des déchets organiques produit du biogaz.

4.6.2. PYROLYSE DE MATIERES PLASTIQUES

Les matières plastiques et les caoutchoucs synthétiques omniprésents dans notre société - contiennent une grande quantité d'hydrocarbures dont une partie est récupérable. Une pyrolyse avec balayage d'azote donne au départ de caoutchouc une phase solide carbonée et une phase liquide d'hydrocarbures aromatiques.

Luc LEBRUN

Article paru dans «l'escargot», la revue de l'asbl en janvier 1987 (Escargot, 87/1)