

# Énergie B

## François Maréchal

Benjamin Bovey

February 26, 2019

### 1 19 février 2019

Nous avons vu le trilemme entre durabilité économique, sécuritaire (approvisionnement) et environnementale.

### 2 26 février 2019

Le charbon est relativement peu rare, on en a encore pour 135 ans avec les sources connues. La quantité n'est donc pas le problème, mais plutôt le fait que cela soit solide (plus difficile à stocker), et surtout qu'il pollue énormément (pollution dangereuse en Chine). Le charbon a également un impact énorme sur l'occupation des terres: la mine de charbon de Elsdorf fait 44km<sup>2</sup>, 500m de profondeur. On y a creusé 40 millions de tonnes de matière par an depuis 20 ans. On a prévu d'en faire un lac artificiel qui se remplirait par la pluie, ce qui prendrait une centaine d'années selon les estimations.

Le pétrole vient de restes organiques de petits animaux marins, qui furent enfermés sous une couche de roche imperméable. L'huile se trouve surtout entre 2000 et 3000 m de profondeur, le gaz plus profond. Le pétrole a une densité plus faible que celle de l'eau (il remonte à la surface). Le pétrole est une molécule complexe, que l'on doit traiter et séparer dans les raffineries de pétroles selon les différentes utilisations. Pour les différents types de pétroles raffinés, on a environ un rapport de 3 entre la quantité de carbone émise (plus haute) et la quantité de pétrole brûlées. Entre 15 et 30% de CO<sub>2</sub> sont émis avant la combustion. Il y a 20 à 30 millions de puits abandonnés autour du monde, qui fuient, 1kg CH<sub>4</sub> = 25 kg CO<sub>2</sub>, si brûlé = 2.75 kg CO<sub>2</sub>. On ne sait pas où ils sont, et dans quel état.

Les gas de schiste sont extraits en faisant des puits souterrains horizontaux à travers les poches rocheuses, qui sont brisées par "fracking" (kaercher mon gars), ce qui consomme énormément d'eau qui finit chargée de minéraux (parfois radioactifs), qu'on va laisser évaporer à l'air libre. Un puit fonctionne pendant

environ 7 ans, si tout va bien ==> il faut ensuite bouger tout l'équipement (en laissant le lac derrière). Si les puits sont mal faits, et que lors de la rencontre d'une nappe phréatique le tuyau n'est pas bien isolé, on peut contaminer les nappes avec du gaz (==> eau du robinet inflammable dans les environs).

CO<sub>2</sub> émit avant la combustion:

|                |             |
|----------------|-------------|
| Charbon        | moins de 3% |
| Diesel         | 15%         |
| Gaz naturel    | 19%         |
| Gaz de schiste | 40%         |

L'électricité est principalement produit par charbon (40%). On chauffe de l'eau à très haute pression (120 bar), qui va activer des turbines qui transforment l'énergie mécanique en électricité (cycle de Rankine). L'eau est chauffée soit par combustion de carburant, soit par fission nucléaire. Une usine de 1000 MW consomme 45 tonnes d'uranium par ans, la même consomme 2'630'000 tonnes de charbon par an. L'uranium miné doit être préparé pour le réacteur par séparation chimique U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> -> UF<sub>6</sub> (hexafluoride d'uranium). On a un rendement d'environ 33% sur la quantité de chaleur libérée par la fission. Une centrale nucléaire coûte environ 10c le kWh (100 euro / MWh), alors qu'en europe, le pris actuel est de 5c environ. Le démantèlement coûte environ aussi cher que la construction. Certains déchets ont une durée de vie d'environ 1 million d'années.

Brûler du charbon est polluant, une bonne partie du système de combustion est dédiée à la gestion des poussières et soufre. Les turbines à gaz fonctionnent à peu près ainsi: on chauffe le gaz, qui se dilate, et fournit de l'énergie mécanique transformée en énergie électrique (rendement environ 40%), on peut ensuite récupérer la chaleur résiduelle pour produire un peu plus d'électricité (rendement final environ 60%). On peut imaginer des "virtual power plants", où chaque foyer peut produire sa propre énergie avec meilleur rendement que les grosses centrales (à rechercher).

Maintenant que nous connaissons le système énergétique actuel, on peu s'interroger sur le futur.

## 2.1 Comment la Suisse peut devenir énergiquement autonome?

On a environ 47% de consommation énergétique pour les habitations, 36% pour les transports, et le reste pour ?. La ville représente environ 75% de la population (truc avec déchets?). On estime que la population mondiale va plafonner à 11 milliards. Il faut comprendre où on perd de l'énergie (rénovation de l'habitat, minergie vs maison années 70). Cependant en raison du nombre de personnes + le nombre de metres carrés demandé par chaque individu, on va avoir beaucoup de couts de rénovation. Peut-on améliorer les chaudières?

Selon Carnot, théoriquement, on devrait utiliser 1 énergie artificielle et 9 de l'environnement pour chauffer une maison à 25 degrés si l'extérieur est à 0 degrés (vérifier chiffres). L'énergie du soleil sur 1 année suffirait pour tous nos besoins en énergie pendant 6500 ans (si exploitée parfaitement). Elle varie cependant de l'heure, du lieu sur la planète, des conditions climatiques et météorologiques, de la saison... On peut designer les maisons de telle sorte à ce qu'elle fasse face au soleil en hiver, coté vitres ==> effet de serre, et moins en été. On peut concentrer l'énergie du soleil avec paraboles et autres ==> fermes solaires, cependant cela prend BEAUCOUP de surface (==> désert). Les panneaux solaires photovoltaïques sont de plus en plus efficaces (44% rendement aujourd'hui en conditions idéales). Le photovoltaïque est aujourd'hui de loin le moyen le moins cher de produire de l'électricité dans le monde, avec des désavantages cités plus haut. L'émission de CO2 par panneau solaire: 40 à 50g CO2/kWhe, à comparer avec 1000g pour charbon. On ne peut pas stocker l'énergie en excès temporaire dans une batterie (il faudrait une batterie de la même taille que la maison). On peut utiliser un système à petits tuyaux où on échange du CO2 avec de la vapeur d'eau, refroidissement dans lacs naturels / eaux usées. Permet de chauffer / refroidir / récupérer de la chaleur résiduelle. L'électricité pour pompes à chaleur peut être produite par photovoltaïque.

L'énergie éolienne a les mêmes inconvénients pratiques que le photovoltaïque (très variable). Il faut donc aussi penser à des systèmes d'échange/stockage.

La biomasse est en fait de l'énergie solaire stockée par les plantes. On peut la convertir en produisant du gaz (rendement jusqu'à 70%). Le sous-produit de production de gaz est du CO2, mais en utilisant la réaction inverse à électrolyse on peut en faire du méthane (? VERIFIER).

La ville, avec les panneaux solaires sur les toits, peut devenir 100% autonome en énergie.

RESUME: on peut faire la même chose avec l'industrie et le transport, à condition qu'on ait une vision intégrée pour l'industrie utilise la biomasse, intègre la gestion des déchets, va être utilisée pour produire du gaz utilisé dans véhicules. Au total, la suisse peut devenir indépendante et neutre. On pourrait même produire plus de méthane que ce dont on a besoin (pourquoi besoin de méthane???). On peut même séquestrer le CO2 et transformer en CO3 qui est un solide inerte.

REMERCIEMENTS: Soleil (énergie) Mère Nature (stockage) Carnot (efficacité) industrie(technologies) ingénierus(assemblage techno et utiliser) recherche(formation, information) (Autorités) système éducatif et développement infrastructure (Finance) donner les moyens de réaliser la transition