

24. Énergies non renouvelables

24.1 – Introduction et définitions

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

Département de génie mécanique

Victor Aveline, ing., M.ing.

François Relotius, M.ing.

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Définitions pour les produits pétroliers
- Définitions et propriétés des minerais
- Notions de stock
- Quelques entités importantes
- Conclusion

Plan de la présentation

- ***Introduction et objectifs de la capsule***
- Définitions pour les produits pétroliers
- Définitions et propriétés des minerais
- Notions de stock
- Quelques entités importantes
- Conclusion

Introduction et objectifs

- La Terre contient une quantité finie de matériau. En effet, le processus de création de gisement prend des millions d'années.
- On en recense beaucoup et chacune de ces ressources existent et sont utilisées en quantités différentes.
- Les minéraux imprègnent presque tous les aspects de notre vie quotidienne. Ils sont utilisés, à l'état transformé ou naturel, pour fabriquer une multitude produits (céramique, verre, plastiques, électronique, médicaments, etc.).

Introduction et objectifs

- Objectifs de cette présentation
 - Avoir en tête quelques définitions pour la suite de ce module;
 - Découvrir les propriétés des minéraux;
 - Savoir définir et différencier les notions de réserves et de ressources;
 - Connaitre quelques entités importantes.

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- ***Définitions pour les produits pétroliers***
- Définitions et propriétés des minerais
- Notions de stock
- Quelques entités importantes
- Conclusion

Question



ENR2020

- Qu'est-ce que le pouvoir calorifique ?
 - A. La quantité de calories contenue dans un matériau
 - B. L'énergie dégagée sous forme de chaleur par une réaction de combustion
 - C. La quantité de chaleur contenue dans un matériau
 - D. L'enthalpie de réaction de combustion d'un système
 - E. La capacité thermique d'un système

Définitions pour les produits pétroliers

- **Pouvoir calorifique**

- Le pouvoir calorifique ou chaleur de combustion d'une matière combustible est **la quantité de chaleur qui peut être dégagée** par la **réaction de combustion** par le dioxygène. Il peut se mesurer en **J/L** (PCI volumique) ou en **J/kg** (PCI massique).
- Le plus souvent, on considère un hydrocarbure réagissant avec le dioxygène de l'air pour donner du dioxyde de carbone, de l'eau et de la chaleur.

Définitions pour les produits pétroliers



ENR2020

- **Pouvoir calorifique de quelques matériaux**

| | <i>PCS</i> (MJ/kg) | <i>PCI</i> (MJ/kg) | <i>PCS-PCI</i> |
|-------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| Dihydrogène | 141,9 | 120,1 | 21,8 |
| Méthane | 55,5 | 50,1 | 5,4 |
| Propane | 48,9 | 45,8 | 3,1 |
| Essence | 46,7 | 42,5 | 4,2 |
| Diesel | 45,9 | 43,0 | 2,9 |
| Gaz naturel | 42,5 | 38,1 | 4,4 |
| Charbon | 34,1 | 33,3 | 0,8 |
| Éthanol | 29,7 | 28,9 | 0,8 |
| Bois | 15,0 | | |

NIST Chemistry WebBook

Définitions pour les produits pétroliers

- **Pouvoir calorifique**

- PCS: Pouvoir calorifique supérieur

- Combustion totale, **avec condensation et récupération de chaleur**

- PCI: Pouvoir calorifique inférieur

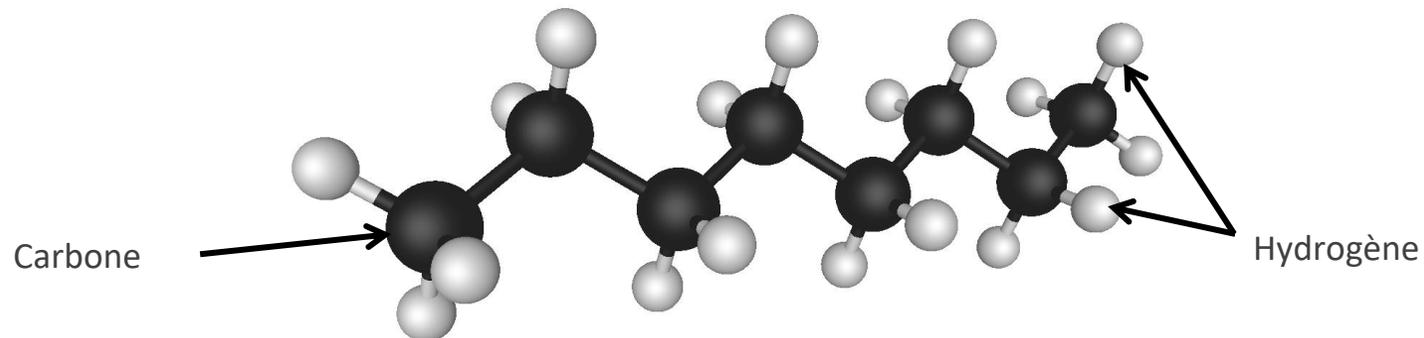
- Combustion totale, **sans condensation, ni de récupération de chaleur**

- PCS-PCI = Chaleur latente

Définitions pour les produits pétroliers

- **Pétrole**

- Liquide huileux, inflammable, dont la couleur varie du jaune clair au noir, qui se compose d'hydrocarbures très divers et que l'on trouve dans les couches sédimentaires de l'écorce terrestre
- Hydrocarbure : Carbone + hydrogène



Source: Grand dictionnaire terminologique

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Définitions pour les produits pétroliers
- ***Définitions et propriétés des minerais***
- Notions de stock
- Quelques entités importantes
- Conclusion

Définitions et propriétés des minerais

- Qu'est-ce qu'un minéral?
 - Un minéral est une **substance naturelle inorganique**;
 - Contrairement à une roche, un minéral est une **substance pure** composée d'éléments identiques;
 - Il existe plus de 4000 sortes de minéraux différents.



Lithium

Définitions et propriétés des minerais

- Qu'est-ce qu'un minerai?
 - Un minerai désigne une roche, un minéral ou une association de minéraux en quantité suffisamment grande pour en justifier l'exploitation;
 - La plupart des minerais métallifères sont des oxydes (bauxite), des sulfures (galène, sphalérite), des carbonates (malachite, sidérite) ou des silicates (garniélite).

Définitions et propriétés des minerais

- Les minéraux ont des propriétés qui permettent de les différencier les uns des autres, elles sont :
 - Les propriétés optiques;
 - Les propriétés chimiques;
 - Les propriétés physiques.

Définitions et propriétés des minerais

- Les propriétés optiques
 - **L'éclat** : manière dont la lumière réfléchi sur le minéral;
 - **Métallique** si la surface est très réfléchissante, **sub-métallique** si elle est plus ou moins réfléchissante ou **non-métallique** si elle ne l'est pas
 - **La couleur** : couleur prédominante du minéral sans tenir compte des impuretés;
 - **La transparence** : propriété qu'a le minéral de transmettre la lumière incidente.

Définitions et propriétés des minerais

- Les propriétés optiques
 - **L'indice de réfraction** : façon dont la lumière est déviée en pénétrant et en sortant du minéral;
 - **La couleur du trait** : couleur de la trace laissée par un minéral frotté sur une plaque de porcelaine non émaillée.



Trait de couleur de la pyrite et des Rhodochrosites

Définitions et propriétés des minerais

- Les propriétés chimiques
 - **L'effervescence** : capacité du minéral à réagir en présence d'un acide en produisant des bulles de gaz:
 - Ce phénomène est observé chez les minéraux composés de carbonates
 - Autres propriétés chimiques pouvant être testées :
 - La photoluminescence;
 - La coloration sous la flamme;
 - La solubilité dans l'eau .

Définitions et propriétés des minerais

- Les propriétés physiques
 - **La dureté** : résistance du minéral à se faire rayer;
 - Pour classer les minéraux, on utilise l'**échelle de Mohs**
 - **Le clivage** : propriété d'un minéral qui se brise en formant des surfaces planes et lisses;
 - **La cassure** : propriété d'un minéral qui se brise de façon irrégulière.

Définitions et propriétés des minerais

- Les propriétés physiques
 - **La masse volumique** : rapport entre la quantité de matière (masse) du minéral et son volume;
 - **Le magnétisme** : propriété du minéral à attirer un aimant ou non;
 - Autres propriétés chimiques pouvant être testées :
 - La densité relative (comparaison de la masse volumique avec celle du quartz);
 - Le toucher.

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Définitions pour les produits pétroliers
- Définitions et propriétés des minerais
- ***Notions de stock***
- Quelques entités importantes
- Conclusion

Notions de stock

- **La ressource**

- De manière absolue cela englobe l'ensemble de la matière qui existe sur terre (même sous la forme la plus dégradée) ;
- De manière relative, la ressource d'un matériau est la concentration de ce matériau dans ou sur la croûte terrestre sous une forme et en quantité telles qu'elle a des **perspectives raisonnables** d'extraction économique. Il existe trois catégories :

- Ressources mesurées;
- Ressources indiquées;
- Ressources présumées.

Notions de stock

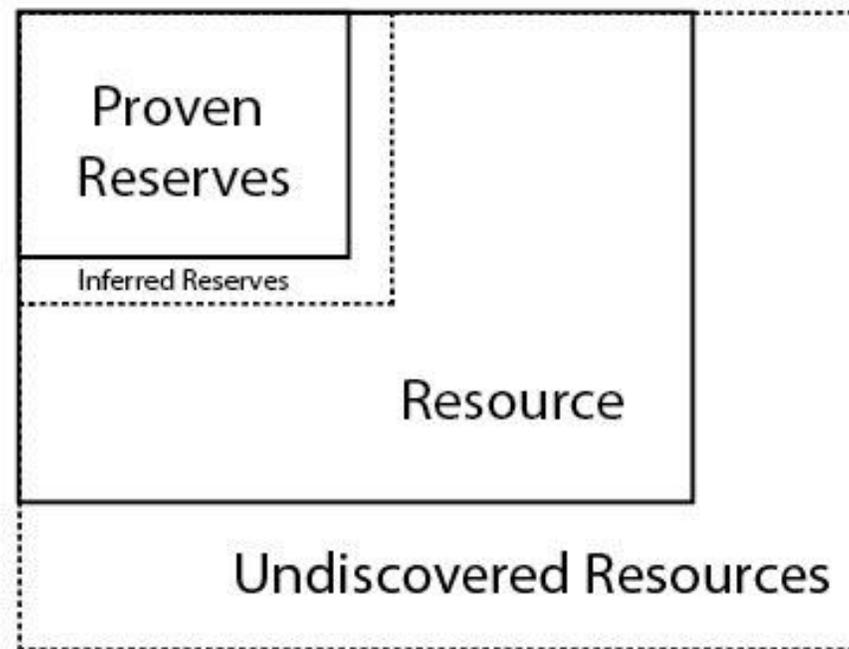
- **Ressources mesurées** : les sites d'inspection, d'échantillonnage et de mesure sont espacés de sorte à ce que la taille, la forme, la profondeur et la teneur en minéraux de la ressource sont bien établies;
- **Ressources indiquées** : la méthode est identique à celle utilisée pour les ressources mesurées mais les sites sont plus éloignés. La précision est moindre mais le degré d'assurance est assez élevé pour assurer la continuité de la ressource entre sites;
- **Ressources présumées** : estimations basées sur une continuité présumée au-delà des ressources mesurées et/ou indiquées, pour lesquelles il **existe des preuves géologiques**.

Ordre croissant de confiance géologique :

Présumées -> Indiquées -> Mesurées

Notions de stock

- **La réserve** : elle est la partie techniquement et économiquement exploitable d'une ressource minérale mesurée ou indiquée démontrée par au moins une étude de faisabilité préliminaire.



Notions de stock

- La **réserve ultime** est une extension de la réserve, c'est la fraction de la ressource que l'on *pense* exploitable à un horizon *prévisible* à partir des données techniques et économiques connues.

Notions de stock

- Les données sur les réserves sont **dynamiques!**



Les réserves **diminuent** lorsque les minerais sont extraits;



Elles **augmentent** lorsque de nouveaux gisements sont découverts ou que les avancées technologiques rendent l'extraction de réserves connues économiquement viable.

Question

- L'exploitation des minéraux ne cesse d'augmenter ! Nombreux sont ceux qui se demandent «combien en reste-t-il encore?» ou «quand est-ce que tel ou tel minéral s'épuisera?».

Quel est le pourcentage de ressources minérales existantes dans la croûte terrestre ayant été déjà extraite?

Entre 0,01 - 0,001% seulement

Source : The Hague Centre for Strategic Studies, Scarcity of Minerals A strategic security issue

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Définitions pour les produits pétroliers
- Définitions et propriétés des minerais
- Notions de stock
- ***Quelques entités importantes***
- Conclusion

Quelques entités importantes



- **Le Club de Rome**
 - Groupe de réflexion réunissant des scientifiques, des économistes, des fonctionnaires nationaux et internationaux, ainsi que des industriels de 53 pays, préoccupés des problèmes complexes auxquels doivent faire face toutes les sociétés, tant industrialisées qu'en développement;
 - Les notions de développement durable et d'empreinte écologique ont fait du Club de Rome un précurseur dans les années 1960.

Quelques entités importantes

- The "Seven Sisters"

- Terme créé dans les années 1950' par Enrico Mattei, alors directeur de la compagnie italienne d'état du pétrole, pour décrire **les 7 compagnies pétrolières** qui ont formé le "Consortium pour l'Iran" et **dominé l'industrie mondiale du pétrole des années 1940' aux années 1970'**;
- Le terme regroupe : Anglo-Persian Oil Company (now BP); Gulf Oil, Standard Oil of California (SoCal), Texaco (now Chevron); Royal Dutch Shell; Standard Oil of New Jersey (Esso) and Standard Oil Company of New York (Socony);
- Avant **la crise du pétrole de 1973**, ses membres contrôlaient environ **85%** des réserves de pétrole mondiales.



Source : Wikipedia

Quelques entités importantes



- Qu'est-ce que l'OPEP? (*OPEC en anglais*)

“La mission de **l'Organisation de Pays Exportateurs de Pétrole** est de coordonner, d'unifier les politiques pétrolières de ses membres et d'assurer la stabilité du marché dans le but de sécuriser un approvisionnement régulier aux consommateurs, un revenu stable aux producteurs et un retour juste aux investisseurs”

Question



ENR2020

- Parmi ces pays, lesquels font partie de l'OPEP ?
 - A. L'Algérie
 - B. L'Arabie Saoudite
 - C. Le Venezuela
 - D. Le Maroc
 - E. Le Nigéria

Quelques entités importantes

- Qu'est-ce que l'OPEP?

- Pays membres (13 au total)

- Algeria
- Angola
- République du Congo
- ~~Ecuador~~
- Equatorial Guinea
- Gabon
- ~~Indonesia~~
- Iran
- Iraq
- Kuwait
- Libya
- Nigeria
- ~~Qatar~~
- Saudi Arabia
- United Arab Emirates
- Venezuela

GRAS: Les membres fondateurs en septembre 1960

ITAL : Les membres qui ont joint après 2000

BARRE : Les membres qui ont joint puis se sont retirés plus tard

Quelques entités importantes

- **Les sociétés pétrolières et gazières publiques**
 - Pays des économies de marché émergentes
 - Saudi Aramco,
 - Gazprom (Russie),
 - China National Petroleum Corporation,
 - National Iranian Oil Company,
 - PDVSA (Venezuela),
 - Petrobras (Brésil),
 - et Petronas (Malaisie).
 - Les nouvelles «seven sisters»

Et Pétro-Canada?

Elle est désormais une marque de commerce de [Suncor](#).



Merci de votre attention !

Lorsque cette capsule de formation est présentée en asynchrone (PDF récupérable sur le site du cours), 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

