

I – Étude de documents

Document 1 L'hydrate de méthane ou « glace qui brûle » : une nouvelle énergie propre ?

<http://www.vivez-nature.com/agriculture-biologique/hydrate-methane-glace-qui-brule.html>

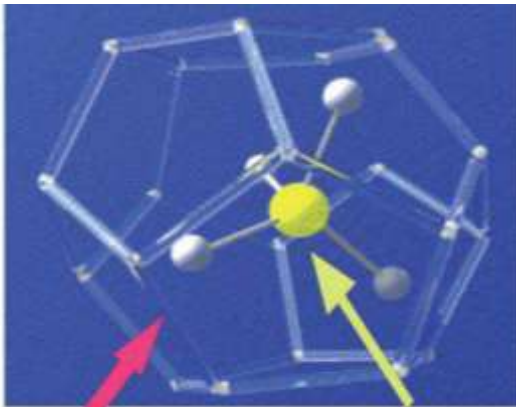
Le nombre de gisements pétroliers identifiés à ce jour représente environ la moitié du nombre de réserves de « glace qui brûle » ou d'hydrate de méthane disponibles sur Terre. L'hydrate de méthane pourrait donc couvrir nos besoins en énergie pour de nombreux siècles encore. Contrairement aux hydrocarbures traditionnels, l'hydrate de méthane est une énergie propre.

L'appellation de « glace qui brûle » provient du fait que l'hydrate de méthane soit une étrange glace inflammable à base d'eau glacée et de gaz naturel, le méthane. Les recherches sur cette nouvelle énergie fossile propre s'intensifient car, d'une part, elle est plus intéressante que le pétrole et, d'autre part, elle est abondante, surtout dans les régions polaires et les fonds océaniques.

Les grands consommateurs d'énergie, notamment les États-Unis, la Corée, le Canada et le Japon, envisagent d'exploiter l'hydrate de méthane comme source d'énergie. Étant donné que le méthane dégage du CO₂, même à volume moins important, des scientifiques américains sont actuellement en train de travailler sur la possibilité de transformation du CO₂ en énergie fossile plus écologique.

Utiliser l'hydrate de méthane comme source d'énergie est aussi très avantageux car tous les continents en seraient pourvus. Rien qu'en Europe, trois réserves sont déjà identifiées : dans le Golfe de Cadix, en Mer Noire et en mer de Norvège. Bien que l'extraction de l'hydrate de méthane soit encore difficile, les chiffres sont très encourageants : un mètre cube de « glace qui brûle » renfermerait jusqu'à 160 m³ de méthane.

Document 2 Les hydrates de méthane



Cage H₂O

CH₄



a – Aspect au sein des sédiments
b – De la glace qui brûle...

Document 3 Structure de l'hydrate de méthane

Plusieurs types de structure ont été identifiés, de I, II ou H. Dans la structure I, la plus courante, la molécule de méthane est emprisonnée dans une cage de 6 à 8 molécules d'eau.

La cohésion des solides est assurée par deux types de liaisons :

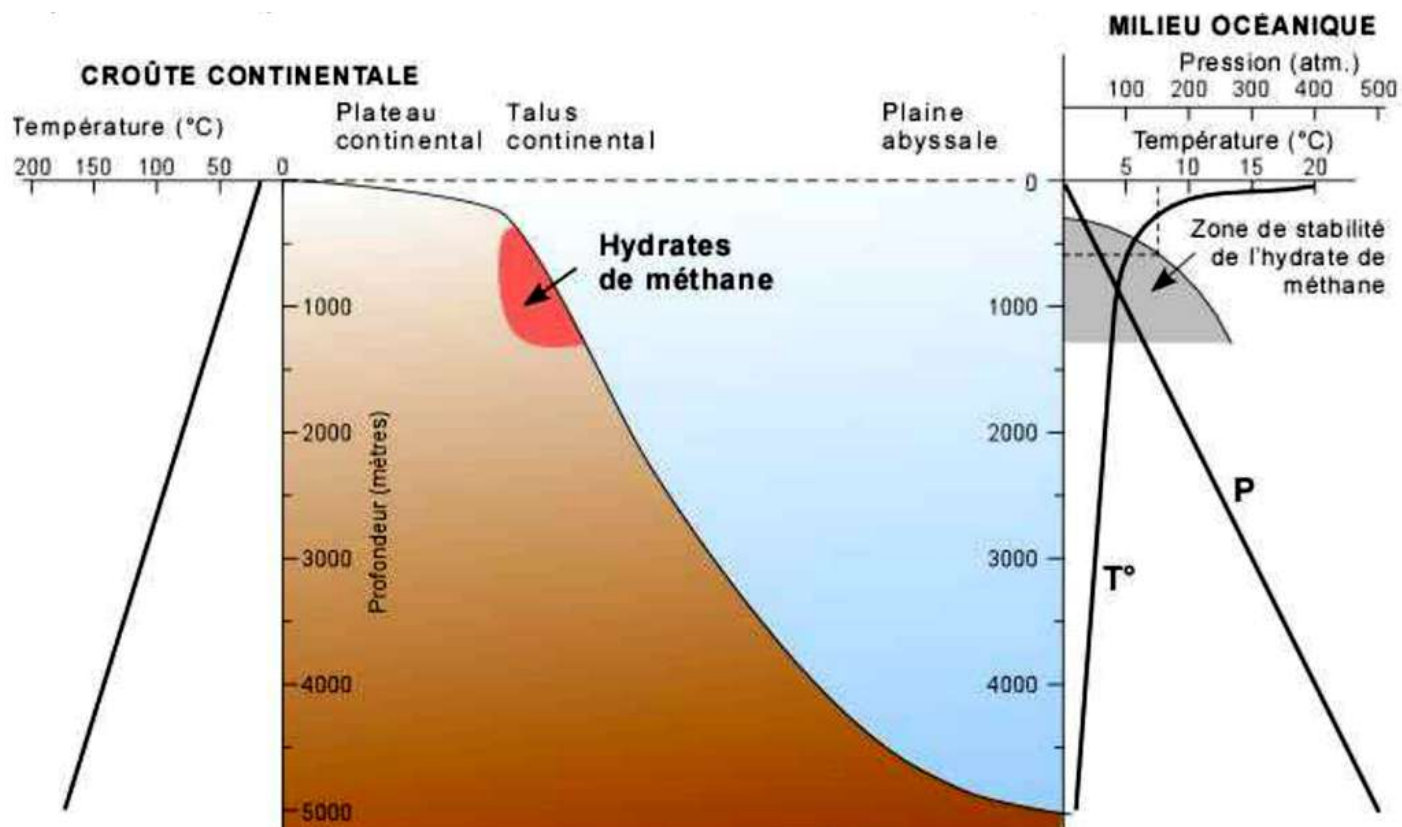
- **van der Waals**. Cette liaison de faible intensité s'établit entre les atomes ;
- **hydrogène**. Cette liaison s'établit entre un atome d'hydrogène lié à un atome très électronégatif (O, N et F) et un autre atome d'azote, d'oxygène ou de fluor appartenant à une molécule voisine.

Document 4 Origine et stabilité des hydrates de méthane

http://www2.gqf.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html

Une importante quantité de matière organique qui se dépose sur les fonds océaniques est incorporée dans les sédiments. Sous l'action des bactéries anaérobies, ces matières organiques se transforment en méthane dans les premières centaines de mètres de la pile sédimentaire. Un volume très important de méthane se forme ainsi et une partie de ce méthane se combine aux molécules d'eau pour former l'hydrate de méthane dans des conditions spécifiques de

température et de pression (partie droite du schéma ci-après). Dans la zone en gris, eau et méthane se combinent pour former un hydrate solide et stable, alors qu'à l'extérieur de cette zone, les deux composés sont séparés.



II – Analyse de documents et synthèse

- 1- Écrire les formules développées de l'eau et du méthane.
2. Justifier les types de liaisons existant entre les molécules d'eau et les schématiser entre quelques molécules d'eau.
3. Citer l'origine du méthane présent dans les couches sédimentaires.
4. Citer les deux grandeurs physiques qui déterminent la formation d'hydrates stables.
5. En étudiant le diagramme avec la partie grisée, donner un exemple de profondeur et de température pour lesquelles l'hydrate de méthane est stable. En est-il de même pour la même profondeur à la température de 20°C ?
6. Concluez sur les conséquences du réchauffement climatique sur les gisements d'hydrate de méthane.
7. Si la température augmente, déterminer l'évolution la pression pour que l'hydrate de méthane reste stable.
8. Expliquer la réaction qui se produit lors de fonte quand la glace brûle.
9. Synthèse : « Hydrate de méthane, une énorme réserve énergétique ou un danger en puissance pour le climat ? » Répondre en quelques lignes à cette question en argumentant.

Remarque : le pouvoir de gaz à effet de serre du méthane vaut 25 fois celui du dioxyde de carbone.

Pour aller plus loin...

1. À l'aide du document 1, déterminer la quantité de matière de méthane contenu dans 1,0 m³ d'hydrate de méthane.
2. Déterminer la quantité de matière d'eau contenue dans 1,0 m³ d'eau glacée.
3. En déduire le nombre de moles d'eau entourant une mole de méthane dans un hydrate de méthane.

Données :

- d(glace) = 1,0
 - n(gaz) = V(gaz) / Vm
- M(H₂O) = 18,0 g.mol⁻¹
avec Vm = 25,0 mol L.mol⁻¹ aux conditions de T et de P de l'expérience.