

https://fr.wikipedia.org/wiki/Hydrate_de_m%C3%A9thane

Un **hydrate de méthane** (ou **clathrate de méthane**) est un composé d'origine organique naturellement présent dans les fonds marins, sur certains talus continentaux, ainsi que dans le pergélisol des régions polaires.

La formation de ces hydrates constitue l'un des puits de carbone planétaires, mais ils sont très instables quand leur température dépasse un certain seuil.

Les hydrates de méthane sont une source potentielle d'énergie fossile pour remplacer le pétrole ; ils sont réputés présents en grande quantité, surtout en fonds marins, mais sont difficilement exploitables. Ils restent une source directe de méthane ou indirecte de dioxyde de carbone, deux puissants gaz à effet de serre.

Appelé familièrement « glace qui brûle » ou « glace de méthane », ce composé glacé est inflammable dès qu'il fond en présence d'oxygène ou d'un oxydant. À l'échelle moléculaire, un clathrate de méthane est en effet constitué d'une fine « cage » de glace dans laquelle est piégé du méthane *a priori* issu de la décomposition de matière organique relativement récente (par rapport à celle qui a engendré le pétrole et le gaz naturel) et effectuée par des micro-organismes anaérobies et méthanogènes.

Lors de la production de gaz naturel, d'autres hydrates peuvent se former (d'éthane et de propane). Plus la longueur de la molécule d'hydrocarbure augmente (butane, pentane, etc.), moins les hydrates formés sont stables.

<https://iancovici.com/changement-climatique/risques/faut-il-redouter-les-hydrates-de-methane/>

Jean-Marc Jancovici. Faut-il craindre les hydrates de méthane ? (extraits)

[...] Pourquoi est-ce un problème pour le climat, tout ça ?

Comme le méthane est un gaz à effet de serre, et que par ailleurs c'est le principal composant du gaz naturel (et donc qu'il brûle !), il y a deux évolutions liées à ces hydrates qui pourraient avoir une influence – négative – sur le climat :

- si ces hydrates sont commercialement exploitables, l'homme sera tenté d'y puiser une nouvelle source d'énergie carbonée pour faire face à la diminution des autres ressources, par exemple le pétrole, et le recours à ces hydrates comme source d'énergie permettra d'avoir des émissions croissantes de CO₂ pendant plus longtemps (en fait certains scénarios d'émission très intensifs en gaz supposent nécessairement que ces hydrates seront exploités),
- que ces hydrates soient commercialement exploitables ou pas, si la zone où ils se trouvent se réchauffe, ils vont cesser d'être stables, se dissocier, et le méthane s'échappera vers l'atmosphère, contribuant alors à accélérer le réchauffement climatique, puisque le méthane est un gaz à effet de serre.

Le premier cas de figure suppose – bis repetita ! – que les hydrates seront commercialement exploitables à large échelle « un jour ». Si leur concentration dans le sédiment ne dépasse pas quelques % en règle générale, rien n'est moins sûr, car il n'est en rien certain que l'on parviendra à trouver un moyen de « ratisser » un milieu solide (les sédiments océaniques) pour en extraire un composé présent à quelques % tout en dépensant moins d'énergie pour ce faire que celle contenue dans le méthane récolté.

Admettons cependant que les endroits où ces hydrates sont suffisamment concentrés soient en nombre tel qu'une bonne fraction de ce composé pourrait servir de source d'énergie. Pouvons-nous donner une limite haute aux émissions qui en découleraient ? Si la quantité globale d'hydrates des fonds océaniques est de l'ordre de quelques milliards de tonnes de carbone (c'est une première hypothèse), et si quelques dizaines de % sont extractibles (c'est une deuxième hypothèse), nous nous trouvons là en présence d'une ressource du même ordre de grandeur que le charbon. Or rien qu'avec le charbon nous avons déjà de quoi tellement changer le climat qu'il serait sage d'en laisser la plus grande part sous terre (du charbon), aux possibilités de séquestration près. Ajouter les hydrates au charbon, parce que ce dernier viendrait à manquer, c'est probablement l'assurance de largement dépasser 10°C de hausse de la température planétaire. Serait-ce seulement possible sans que la perturbation du climat ne se charge de nous « calmer » bien avant ?

Même si nous les laissons sous terre (ou sous l'océan), cependant, nous ne pouvons nous désintéresser de ces fichus hydrates. En effet, le réchauffement de la surface planétaire que nous avons mis en route, et qui va s'amplifier de toute façon à l'avenir (mais plus ou moins en fonction de nos émissions, quand même !) va également se propager vers le fond de l'océan, certes très doucement, mais très réellement. Lorsque l'élévation de température se sera propagée jusqu'à la zone de stabilité des hydrates (il faut quand même de l'ordre du siècle), une partie de ceux-ci pourrait se désagréger, et libérer leur méthane qui partira dans l'atmosphère.

La fonte du pergélisol, enfin, pourrait conduire les continents à devenir aussi des sources de méthane : en se propageant lentement vers le bas, l'onde de chaleur engendrera la désagrégation d'une partie des hydrates éventuellement retenus dans le sous-sol des régions arctiques. Le haut de la fourchette, pour l'élévation de température qui pourrait résulter de la libération de méthane des hydrates, dépasse probablement 5 °C, et cela s'ajoutera, bien sûr, à la hausse résultant des émissions directes de l'humanité, et cela s'ajoutera aussi, bien sûr, à la hausse qui pourrait résulter du déstockage rapide du carbone du sol des continents.

<http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s3/hydrates.methane.htm>

Une réserve énergétique énorme

À mesure que les réserves conventionnelles d'hydrocarbure s'épuisent, on devra se rabattre sur les réserves dites non-conventionnelles, comme les gisements des régions éloignées et d'exploitation onéreuse, les sables bitumineux et peut-être un jour, les hydrates de méthane. Comme mentionné plus haut, les hydrates de méthane des fonds océaniques constituent une réserve énergétique énorme, ... mais pour l'instant inaccessible. Cette glace méthanique se trouve, soit dans les interstices du sédiment entre les particules de sable ou d'argile cimentant ces derniers ou sous forme de vésicules dans les sédiments, soit en couches de plusieurs millimètres ou centimètres d'épaisseur parallèles aux strates ou en veines les recouvrant. Les hydrates de méthane sont donc dispersés dans les sédiments et ne peuvent être exploités par des forages conventionnels; il faudrait plutôt penser à une exploitation massive du sédiment à l'aide de dragues comme on le fait par exemple pour nettoyer les chenaux de navigation des sables et des boues, ou encore d'un système sophistiqué de pompage du sédiment. Mais voilà un énorme risque de déstabiliser rapidement les hydrates et de libérer des quantités considérables de méthane dans l'atmosphère, sans compter les accidents probables associés à ce genre d'exploitation. Il n'en demeure pas moins que l'industrie pétrolière salive à la pensée d'avoir peut-être un jour accès à de telles réserves.

Une bombe écologique en puissance

Une déstabilisation massive des hydrates de méthane causée par exemple par une augmentation de 1 ou 2°C de la température des océans, ce qui est tout à fait compatible avec les modèles climatiques actuels, risque de produire une augmentation catastrophique des gaz atmosphériques à effet de serre. Une telle déstabilisation pourrait aussi causer d'immenses glissements de terrain sous-marins sur le talus continental, entraînant des tsunamis très importants qui affecteraient les populations riveraines. Ce pourrait être là deux des effets catastrophiques du réchauffement climatique actuel causé par une augmentation des gaz atmosphériques à effet de serre. Le méthane est 21 fois plus efficace que le CO₂ comme gaz à effet de serre !

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Clathrate>

Un **clathrate**, du grec *klathron* qui signifie *fermeture*, est un composé d'inclusion formé d'une molécule ou d'un réseau de molécules dites « molécules hôtes », qui emprisonne une autre molécule, dite « molécule incluse ». L'hydrate de méthane, la « glace qui s'enflamme » est le clathrate le plus connu du public. La structure hôte est un réseau cristallin de molécules d'eau formant des nano-cages emprisonnant des molécules de méthane. Il est connu comme source de méthane, puissant gaz à effet de serre comme pour d'autres propriétés étonnantes.

