



Note complémentaire à la demande de la Commission particulière du débat public sur l'utilisation du chlore (hypochlorite) dans les circuits d'eau industrielle

D'une manière générale, le chlore est l'un des désinfectants les plus utilisés pour la désinfection de l'eau. Il peut être appliqué pour la désactivation de la plupart des organismes et micro-organismes vivants. Dans les processus industriels qui utilisent de l'eau de mer, le chlore (sous la forme d'hypochlorite) est injecté dans les circuits, afin de limiter la prolifération de ces organismes et micro-organismes.

En effet, l'eau de mer non traitée peut poser des problèmes opérationnels qui limitent l'efficacité des installations et qui sont dus essentiellement :

- >> À l'entartrage et au colmatage des canalisations et autres équipements (en particulier dans les échangeurs thermiques) ;
- >> Au développement de bactéries et autres organismes vivants marins (algues, coquillages,...) qui entraîne la formation de dépôts organiques ;
- >> À la corrosion et/ou érosion des équipements dans les installations de traitement et d'injection sous l'effet de l'oxygène dissous, de la salinité, des dépôts et de la vitesse de circulation de l'eau dans les circuits.

Plusieurs types de procédés sont utilisés pour produire et injecter du chlore dans les systèmes et/ou canalisations soit d'eau industrielle, soit d'eau potable.

Le procédé de chloration retenu dans le cadre du projet FOS FASTER est l'électro chloration.

>> Le processus technique

La transformation du gaz naturel liquéfié (GNL) en gaz naturel (GN) nécessite beaucoup d'énergie pour passer d'une température de -162°C à une température supérieure à 0°C .

L'utilisation de l'eau de mer pour fournir la chaleur nécessaire au réchauffage du GNL est tout à fait adaptée au cadre des opérations du terminal Fos Faster. Cette méthode se révèle être la plus efficace tant sur un plan environnemental que technique.

Elle permet d'éviter l'utilisation de toute autre source énergétique et n'émet pas de gaz à effet de serre. Pour réaliser cette opération, un débit maximum d'environ $60\,000\text{ m}^3/\text{h}$ d'eau est nécessaire dans la configuration de capacité maximale du terminal (16 milliards de mètres cubes de gaz naturel). En phase initiale (8 milliards de mètres cubes de gaz naturel), le débit maximum d'eau serait d'environ $30\,000\text{ m}^3/\text{h}$.

Pour assurer le processus de vapo-

risation, l'utilisation d'échangeurs de chaleur, conformes aux standards de la profession, est envisagée. Au niveau de ces échangeurs de chaleur, l'eau de mer ruisselle sur des tubes en aluminium disposés sous forme de panneaux dans lesquels le GNL circule et devient gazeux au fur et à mesure que la température augmente.

Il n'y a aucun contact direct entre l'eau de mer et le gaz naturel. À la sortie des échangeurs de chaleur, le gaz naturel a atteint une température positive et la température de l'eau rejetée a diminué d'environ 5 à 7°C .

>> Le principe de l'électro chloration

Le principe de l'électro chloration fait appel aux lois classiques de l'électrolyse de solutions salines diluées. En effet, lorsqu'on fait passer un courant continu aux deux bornes des électrodes plongées dans une solution salée (eau de mer), on observe une réaction chimique au niveau de chaque électrode (cf. figure 2 et réactions chimiques ci-après).

Ce procédé se déroule dans un électrolyseur industriel (cf. figure 1 ci-contre) en solution aqueuse ou possédant des sels dissous qui donnent aux ions la possibilité d'un échange entre les deux électrodes.

Figure 1 - Exemple d'électrolyseur industriel



>> Les concentrations

Au point de rejet des eaux dans le milieu naturel pour le projet Fos Faster, la concentration en composé chloré (hypochlorite) est comprise entre $0,1$ et $0,4\text{ mg/l}$. Ces valeurs sont généralement retenues pour les rejets d'eaux issus des installations industrielles situées en bord de mer.

En outre, lors du rejet dans le milieu naturel, le chlore « libre » apporté par l'hypochlorite bénéficie d'une dilution rapide dans la zone considérée et se

combine rapidement pour former à nouveau des sels.

L'emprise du rejet chloré et l'impact environnemental associé est ainsi limité à la zone proche du point de rejet. Des mesures réalisées sur des terminaux existants montrent qu'au delà d'une certaine distance (de 50 à 100 m), les concentrations en composé chloré ne sont plus détectables ($< 0,01\text{ mg/l}$).

Si le projet se poursuit à l'issue du débat public, cet aspect fera l'objet d'études

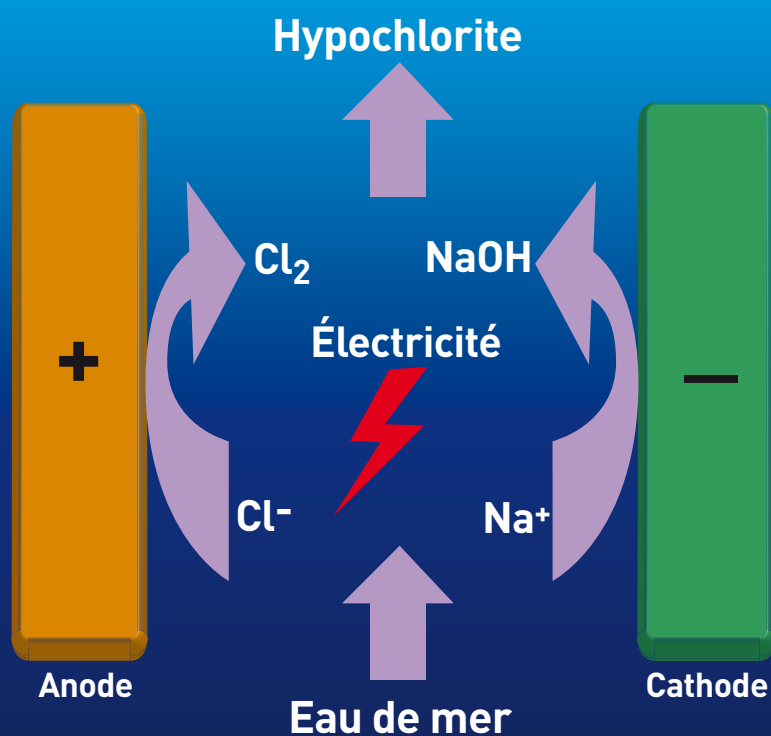
détaillées dans le cadre de l'étude d'impact, avec le concours des autorités administratives.

Lors de ces études, conformément à la réglementation, il sera pris en compte les effets cumulés des rejets en composé chloré des industries de la Z.I.P de Fos-sur-Mer, et notamment sera considérée la problématique de la monochloramine.

>> Schéma de principe de l'électrolyse de l'eau de mer

Comme évoqué précédemment, le chlore est produit au moyen d'un processus d'électrolyse ou d'oxydation et/ou réduction chimique. Les sels sont dissous dans l'eau en formant la saumure (cf. schéma de principe de l'électrolyse ci-contre). La chloration est ainsi réalisée grâce à des injections en continu d'**hypochlorite** de manière à obtenir une concentration moyenne en composé chloré total dans les circuits d'eau suffisante pour limiter l'encrassement (colonisation par organismes vivants) dans les canalisations.

Figure 2



H₂O = eau
 Cl₂ = chlore
 Cl⁻ = ions chlore
 Na⁺ = ion sodium
 NaOH = hydroxyde de sodium (soude)
 NaOCl = hypochlorite de sodium

Les réactions chimiques correspondant à cette électrolyse de l'eau de mer sont :
Sel + Eau + Électricité → Hydroxyde de sodium + Chlore

La réaction précédente se décompose de la manière suivante au sein de l'électrolyseur :

Une réduction cathodique : 2 H₂O (aqueux) + 2 e⁻ → H₂ (gazeux) + 2 OH⁻

Une oxydation anodique : 2 Cl⁻ (aqueux) → Cl₂ (gazeux) + 2 e⁻

L'hydrogène se dégage à la cathode et le chlore formé à l'anode réagit immédiatement sur l'eau suivant la réaction : **Cl₂ + H₂O → HClO + H⁺ + Cl⁻**

Suivant le pH* de l'eau, l'acide hypochloreux (HClO) formé est partiellement dissous en ions hypochlorite (OCl⁻) et ions hydrogène, suivant la réaction : **HClO ↔ H⁺ + OCl⁻**

La combinaison d'acide hypochloreux et d'ions hypochlorite est connue sous l'appellation de **chlore résiduel** et c'est ce dernier qui est mesuré en termes de concentration lors du rejet des eaux dans le milieu naturel.

* pH = potentiel hydrogène qui mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H⁺) en solution.
 Le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Ce qui se traduit par le fait qu'à une température de 25 °C, le pH :
 • inférieur à 7 est acide ;
 • supérieur à 7 est basique ;
 • égal à 7 est neutre.

>> La mise en œuvre éventuelle de synergies industrielles

Fos Faster LNG Terminal a rencontré les responsables de Combigolfe afin d'explorer les synergies possibles avec la centrale à cycle combiné gaz implantée à proximité immédiate du projet Fos Faster, à l'extrémité de la zone du Caban sud (cf. figure 3 ci-dessous).

Lors du fonctionnement simultané des deux sites industriels, cette initiative

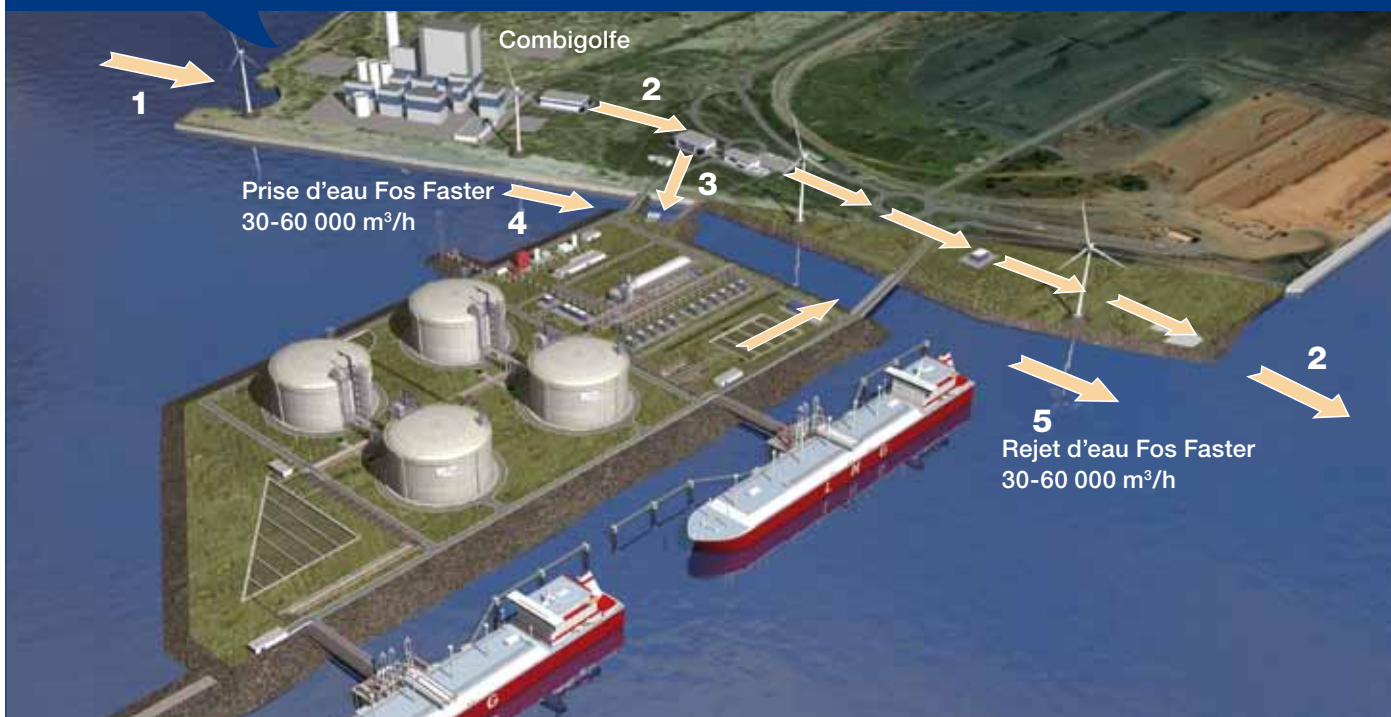
permettrait de diminuer l'impact des rejets d'eau du terminal méthanier, à la fois au niveau de l'écart de température avec la mer ainsi que de la teneur en composé chloré.

En effet, l'eau rejetée par la centrale de production électrique est chaude (+5 à 7°C par rapport à la mer) et chlorée. Cette eau pourrait être canalisée et réutilisée dans les échangeurs de chaleur du terminal Fos Faster.

De ce fait, cela permettrait de limiter significativement, voire de supprimer l'apport en composé chloré lors du fonctionnement simultané des deux installations.

De plus, ce principe permettrait à Fos Faster de réduire sensiblement l'écart de température de son rejet d'eau avec l'eau de mer de la darse 1.

Figure 3 - Schéma de principe du processus prise et/ou rejet d'eau



Légende :

- 1 - Prise d'eau Combigolfe
- 2 - Sortie Combigolfe des eaux de rejets
- 3 - Possibilité de récupérer les eaux de rejet de Combigolfe vers le terminal Fos Faster (échangeurs de chaleur)
- 4 - Prise d'eau de Fos Faster lorsque seul en service
- 5 - Circuit d'eau de réchauffement du gaz et rejet en darse 1