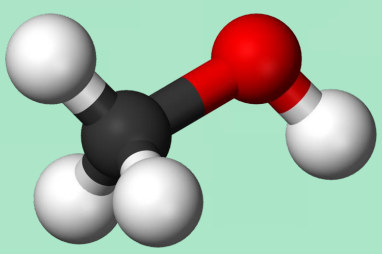
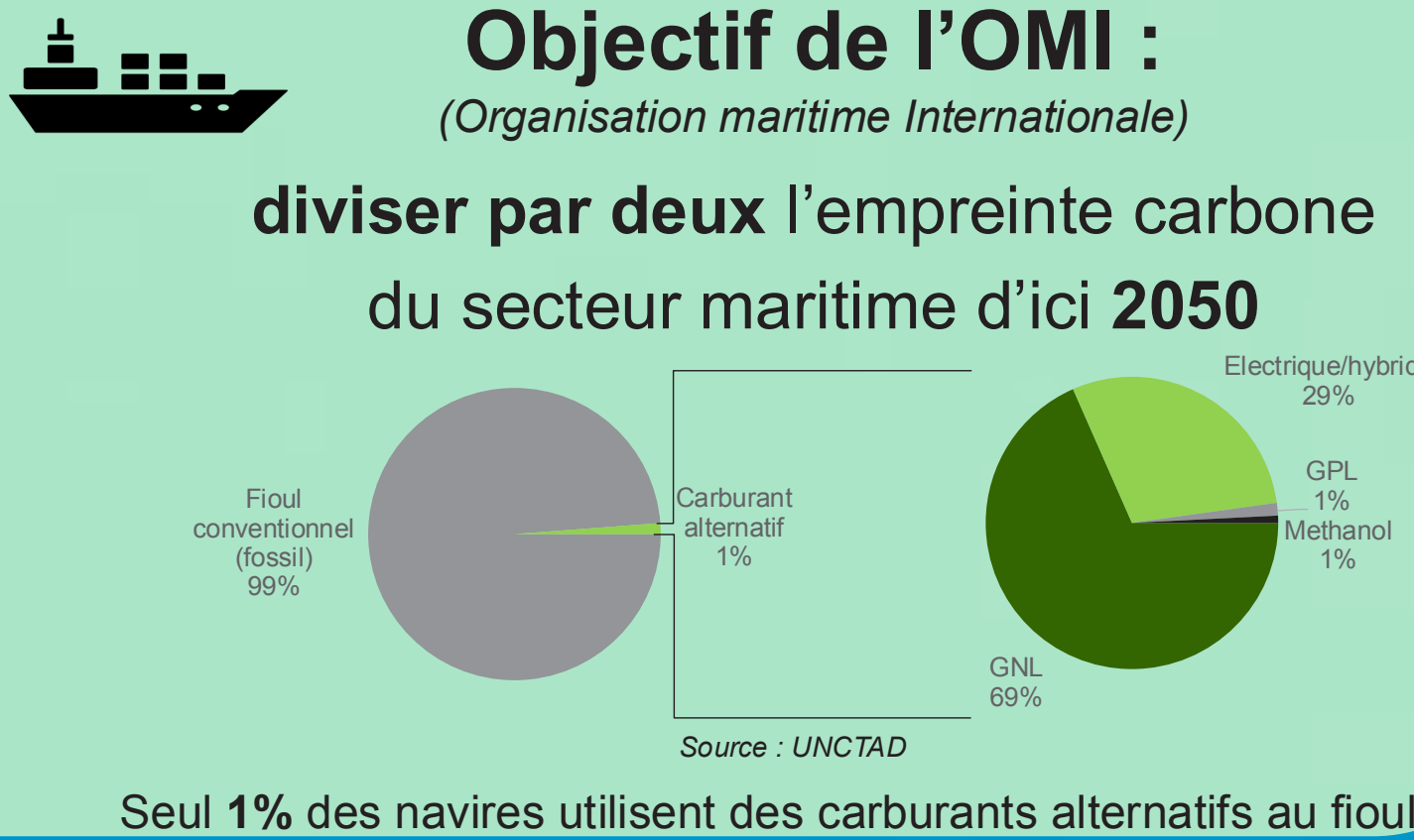
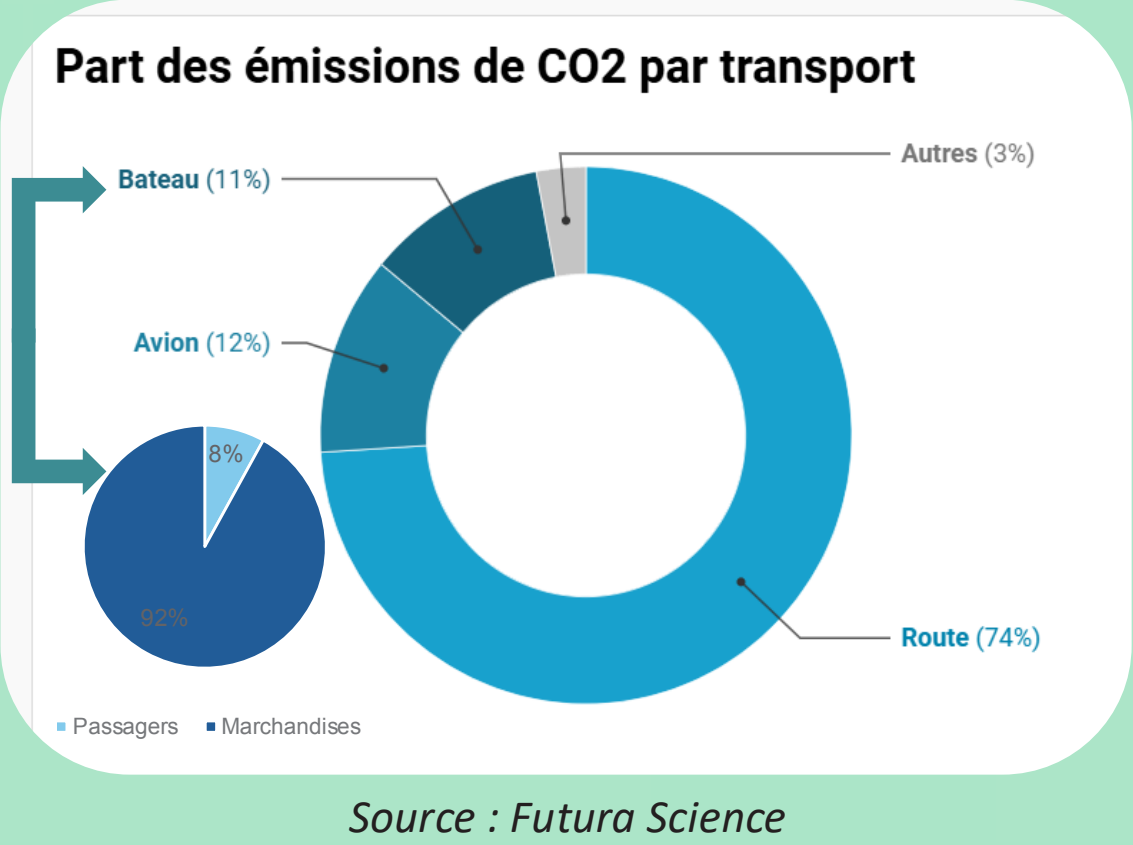
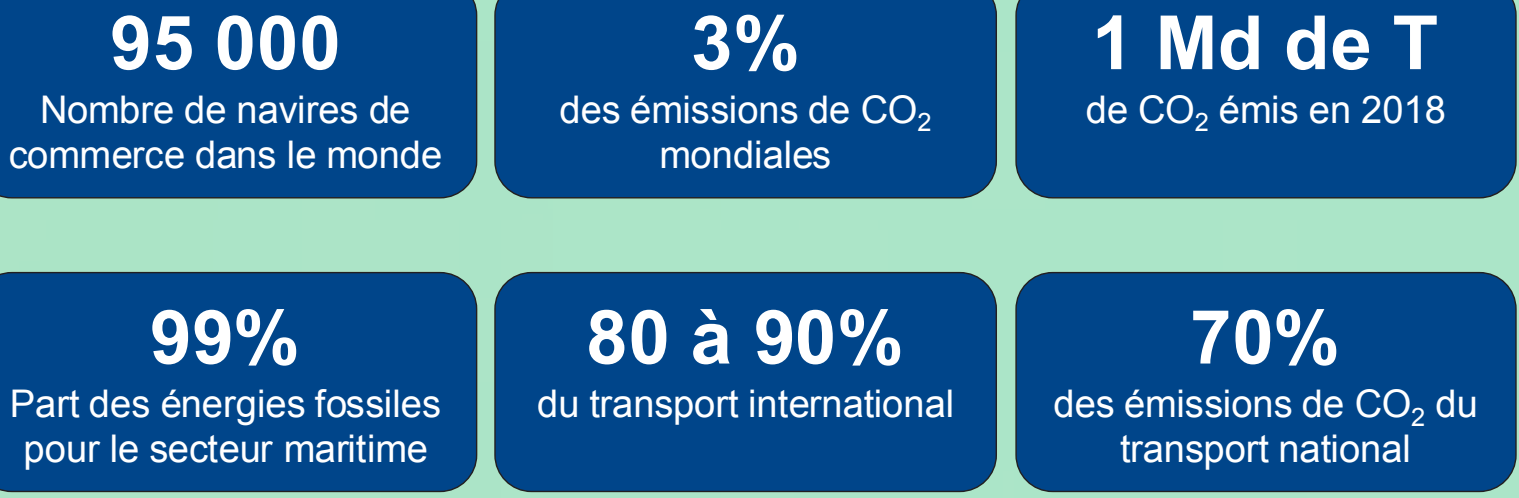
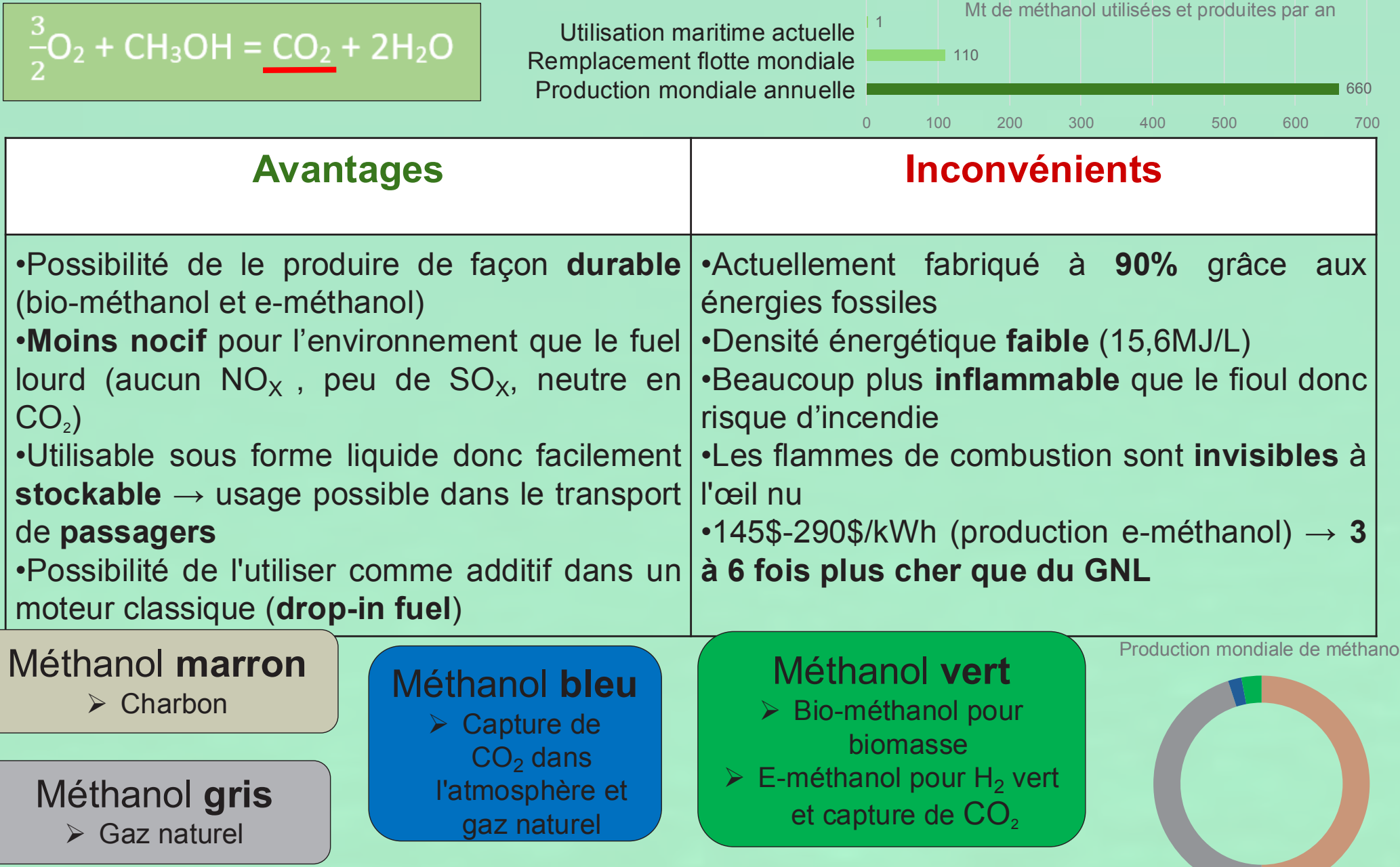


Le transport maritime en quelques chiffres

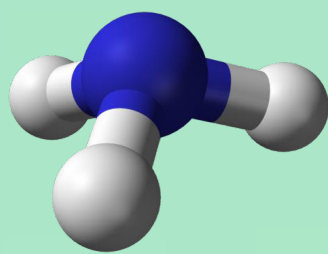


Le méthanol

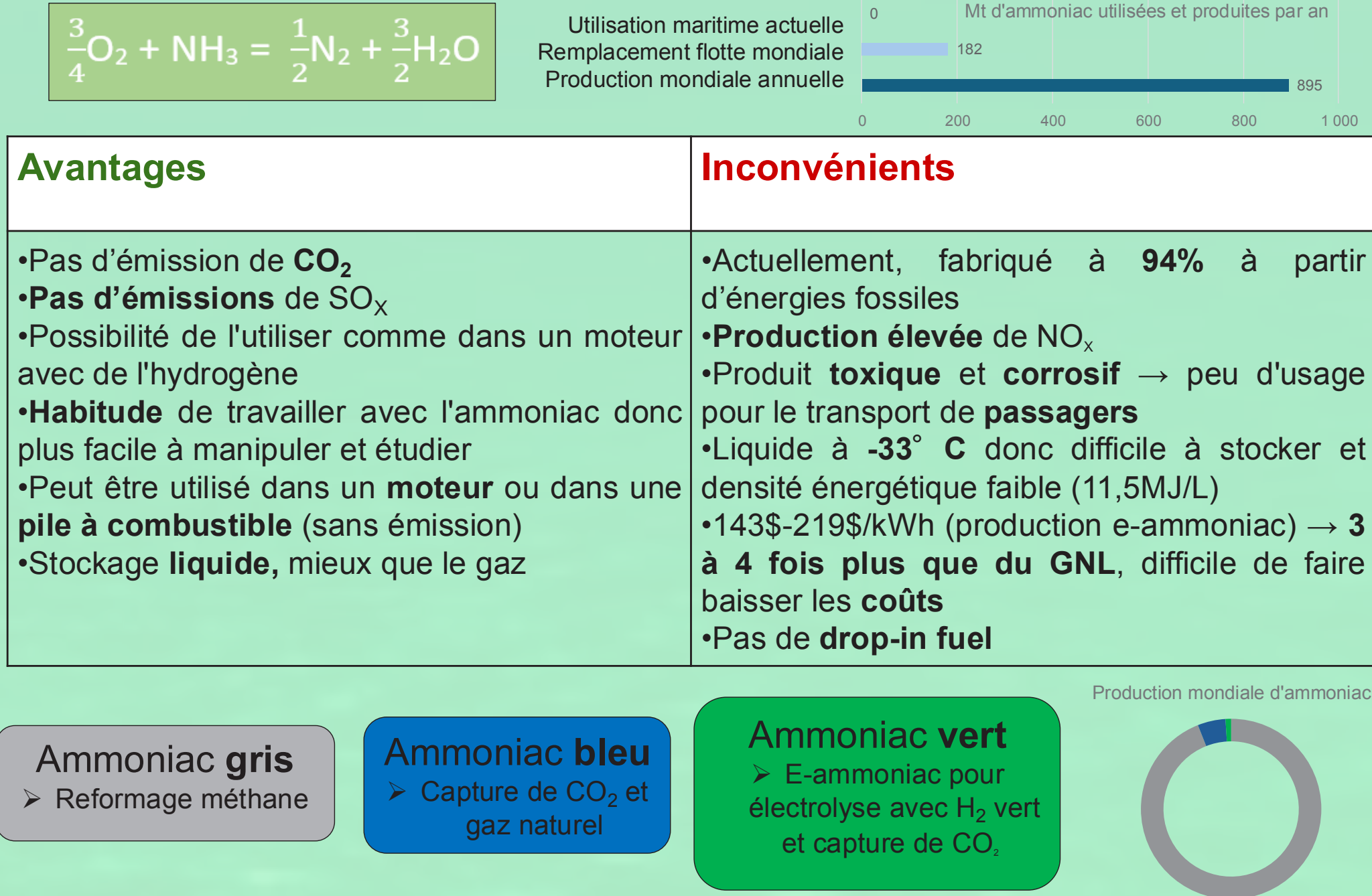


Infrastructures à adapter

- Aménagements de moteurs (**total** ou **hybride fioul**, dont la **conversion** coûte environ **11% du prix total** d'un transporteur et +15% si hybride)
- Stockages spécifiques sur bateau : prévoir **2,5 fois plus d'espace** par rapport à un stockage de fioul classique
- La **capture de CO<sub>2</sub>** dans l'**atmosphère** pour la production de e-méthanol nécessite des **aménagements** supplémentaires, on peut également le capturer en sortie de combustion pour **éviter** la récupération en atmosphère
- 25 à 35% moins cher d'adapter un bateau pour méthanol que pour GNL
- Des porte-conteneurs au méthanol **existent** (Maersk), et la tendance est à la **hausse**



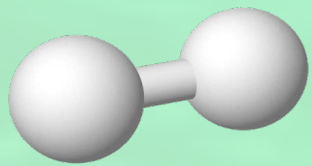
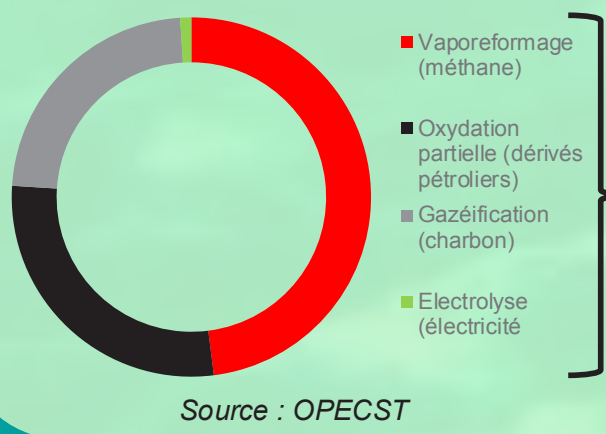
L'ammoniac



Infrastructures à adapter

- Nouveau type de moteur (**pas hybride fioul**) : traitement des émissions de NO<sub>x</sub>, système d'allumage plus puissant, changement du système d'injection (la conversion coûte environ **16% du prix total d'un transporteur** et +22% si hybride)
- Stockage complexe : **2 fois plus d'espace** par rapport au fioul maritime, et besoin de le **refroidir** à -33° C (plus chers que pour le méthanol) → mesures de **sécurité**
- Infrastructure **portuaire** d'approvisionnement à changer
- **Aucun porte-conteneur à l'ammoniac**, production à lancer

Répartition des modes de production d'hydrogène



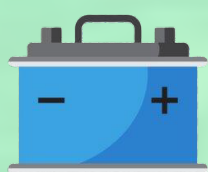
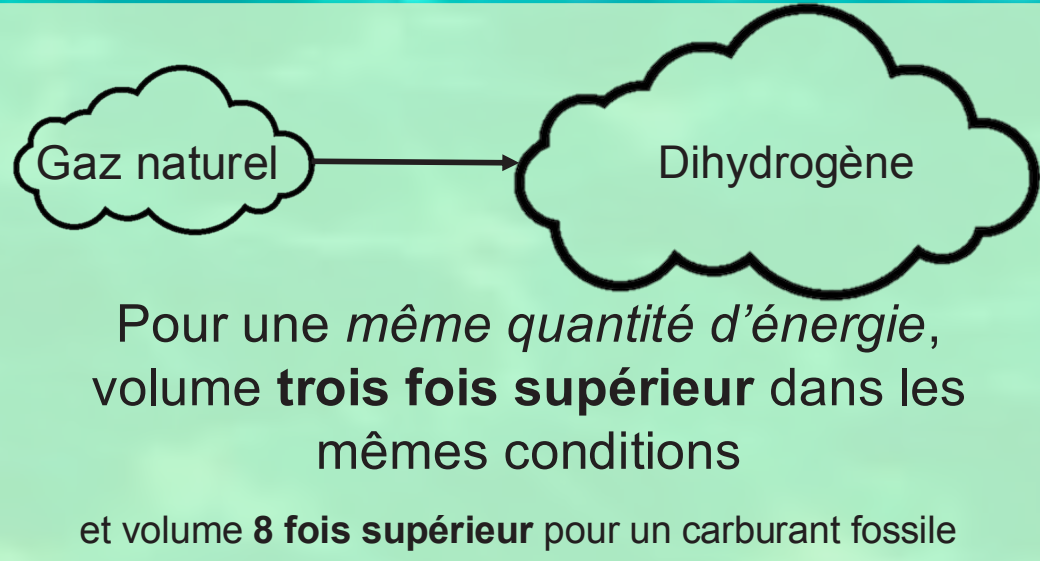
Le dihydrogène : un acteur de fond

Le **dihydrogène** reste une alternative à considérer pour **décarboner le secteur maritime**. Bien qu'il puisse être vert dans certaines conditions, trois problèmes principaux subsistent :

- principalement produit à partir d'**énergies fossiles**
- **faible énergie volumique**
- très inflammable donc dangereux

Difficile à stocker/transporter

Néanmoins, le **dihydrogène** est utilisé pour fabriquer de l'**ammoniac** et le **méthanol**, donc il reste nécessaire d'en fabriquer en amont pour effectuer une transition énergétique.



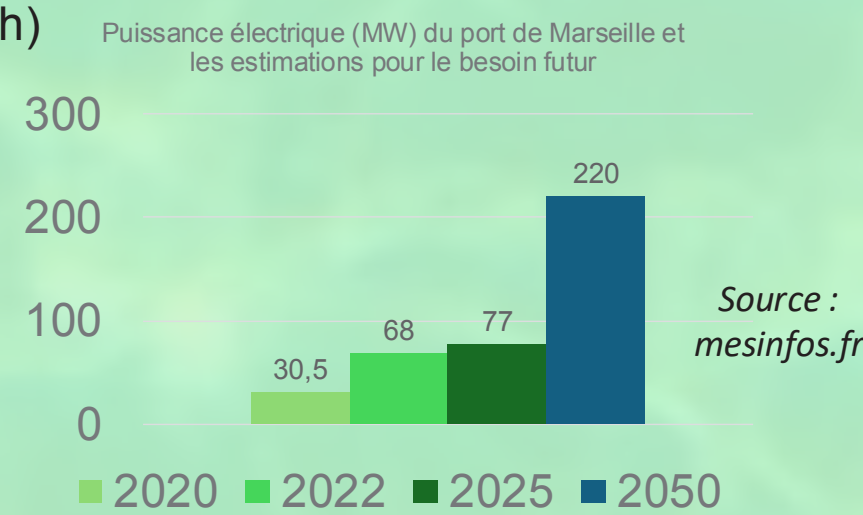
Les batteries

Une autre option viable pour faire des trajets plus courts ou par escales.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>• Pas d'émission directe par combustion (CO<sub>2</sub>)</li><li>• <b>Peu chère</b> en production d'électricité</li><li>• Possibilité de <b>changer</b> les batteries à quai</li><li>• Sujet des batteries et moteur électriques connus</li><li>• Très bon <b>rendement énergétique</b> comparé à la combustion</li><li>• Batteries <b>recyclables</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Besoin de <b>métaux rares</b>, accolé à la production de voiture électrique</li><li>• <b>Moins de place</b> pour les conteneurs</li><li>• Consommation d'électricité <b>élevée</b></li><li>• <b>Trajets courts</b> (autonomie de 1500 à 5000km) et <b>petits bateaux</b></li><li>• <b>Poids</b> élevé</li></ul>

➢ Pas de CO<sub>2</sub> direct, mais nécessite une production d'électricité la plus **verte** possible : retourne au cas du e-méthanol et e-ammoniac

➢ **Electrification** des infrastructures portuaires pour permettre des recharges >100MW (220MW pour recharger un porte-conteneur en 24h)



Les possibilités



Semble être une bonne solution de **transition** (court-terme) grâce au **drop-in fuel** et aux **faibles coûts/aménagements** de stockage. En termes d'émissions il reste toujours du **CO<sub>2</sub> qui est produit**.

Solution viable, qui permettra d'**éviter** toute production de **CO<sub>2</sub>** qui reste la priorité en termes d'émission, mais qui reste **chère** et **technique**.

Possibilité intéressante, notamment en **facilité** et en **émission 0**, mais qui nécessite des **métaux rares**.

Mais toutes ces possibilités convergent toutes vers le **même besoin** : la **nécessité de produire du H<sub>2</sub> vert**, lui-même issu d'**électricité verte**. Étant donné les **besoins de production colossaux** de chacune de ces énergies, le futur proche se résumerait à envisager une utilisation **complémentaire** de ces différentes possibilités. Une solution se basant sur une **diversité énergétique** du secteur semble être la plus plausible.

Sources :

Batteries : <https://www.nature.com/articles/s41560-022-01065-y>  
IRENA : <https://www.irena.org/Publications/2021/Oct/A-Pathway-to-Decarbonise-the-Shipping-Sector-by-2050>  
Décarbonation : <https://www.mdpi.com/2077-1312/9/4/415>

