

LE BILAN CARBONE DE L'AMMONIAC IMPORTÉ : Mise à jour de l'analyse

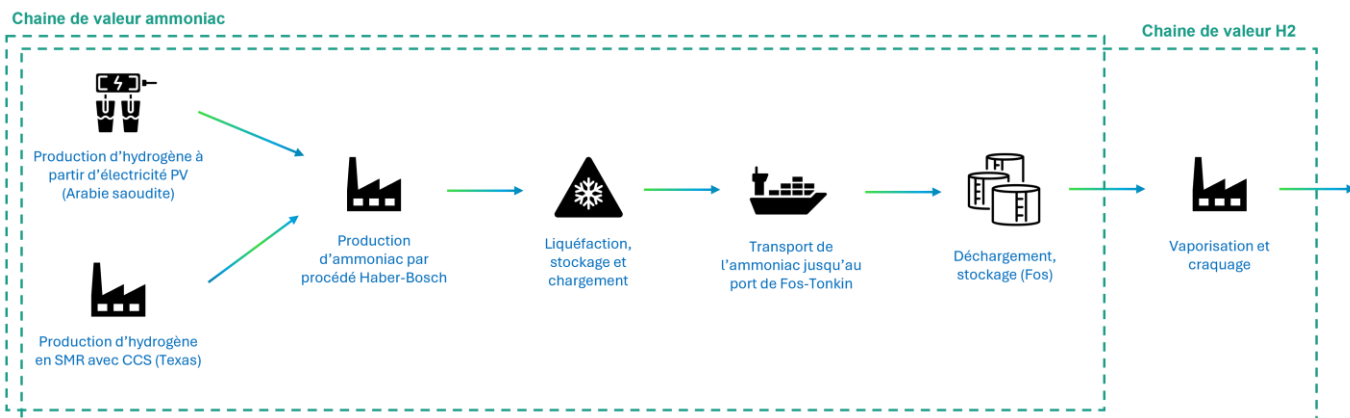


Le projet Medhyterra consiste à importer de l'ammoniac (NH_3) bas carbone **pour décarboner trois usages** :

- > **remplacer l'ammoniac « gris »** utilisé aujourd'hui dans l'industrie,
- > **produire de l'hydrogène vert RFNBO** via un procédé de craquage,
- > **contribuer à la décarbonation du transport maritime** (carburant maritime alternatif).

L'ammoniac sera distribué par une courte canalisation vers un craqueur situé à proximité immédiate, par train, par camion et par barges.

Cette seconde fiche thématique présente les résultats de **l'analyse quantifiée des émissions de gaz à effet de serre (GES) associées aux différentes étapes de la chaîne de valeur ammoniac et de la chaîne de valeur hydrogène** présentées ci-dessous :



DÉFINITIONS

Ammoniac gris (ou fossile)

Ammoniac produit à partir d'hydrogène d'origine fossile (principalement gaz naturel via SMR – Steam Methane Reforming).

Ammoniac bleu

Ammoniac produit à partir d'hydrogène fossile avec captage et stockage du CO_2 (CCS).

Ammoniac vert

Ammoniac produit à partir d'hydrogène renouvelable issu de l'électrolyse de l'eau alimentée par de l'électricité renouvelable.

Ammoniac bas-carbone

Ammoniac dont les émissions de gaz à effet de serre sont significativement réduites par rapport à l'ammoniac gris, selon un seuil défini (varie selon les réglementations). Cela inclut l'ammoniac bleu, l'ammoniac vert et l'ammoniac produit avec de l'électricité bas-carbone (nucléaire).

Ammoniac RFNBO - Définition UE RED III (label réglementaire)

Ammoniac renouvelable produit à partir d'hydrogène renouvelable, respectant des critères stricts :

- H_2 produit par électrolyse avec électricité renouvelable
- Respect de 3 critères clés : additionalité (nouvelle capacité renouvelable), corrélation temporelle (production H_2 alignée avec la production d'électricité renouvelable), corrélation géographique
- Seuil d'émissions GES (réduction ≥ 70 % vs. fossile)

L'analyse a été menée en considérant
2 scénarios :

Scénario 1 - Ammoniac « vert » produit en Arabie Saoudite

L'hydrogène nécessaire à la synthèse de l'ammoniac est produit en Arabie Saoudite par électrolyse de l'eau avec de l'électricité renouvelable générée grâce à des panneaux solaires. Les émissions associées à la construction de ces panneaux ont été prises en compte dans l'analyse de cycle de vie qui suit. La production d'azote, le procédé de Haber-Bosch de synthèse d'ammoniac et la liquéfaction de l'ammoniac reposent également sur cette électricité renouvelable.

Scénario 2 - Ammoniac « bleu » produit au Texas

L'hydrogène nécessaire à la synthèse de l'ammoniac est produit au Texas par vaporeformage du gaz naturel (SMR) avec captage et stockage du CO2 issu du procédé. La production d'azote et le procédé de Haber-Bosch de synthèse d'ammoniac et la liquéfaction de l'ammoniac reposent sur de l'électricité issue du réseau. **Le scénario 2 d'ammoniac « bleu » produit au Texas retenu dans cette analyse constitue une hypothèse volontairement conservatrice.**

Les émissions de GES liées au transport maritime jusqu'au terminal de Fos-Tonkin sont spécifiques à chaque route maritime.

Le craquage de l'ammoniac vert RFNBO en hydrogène vert RFNBO est une nouvelle brique qui a été ajoutée à cette étude et repose sur l'utilisation d'électricité bas-carbone.

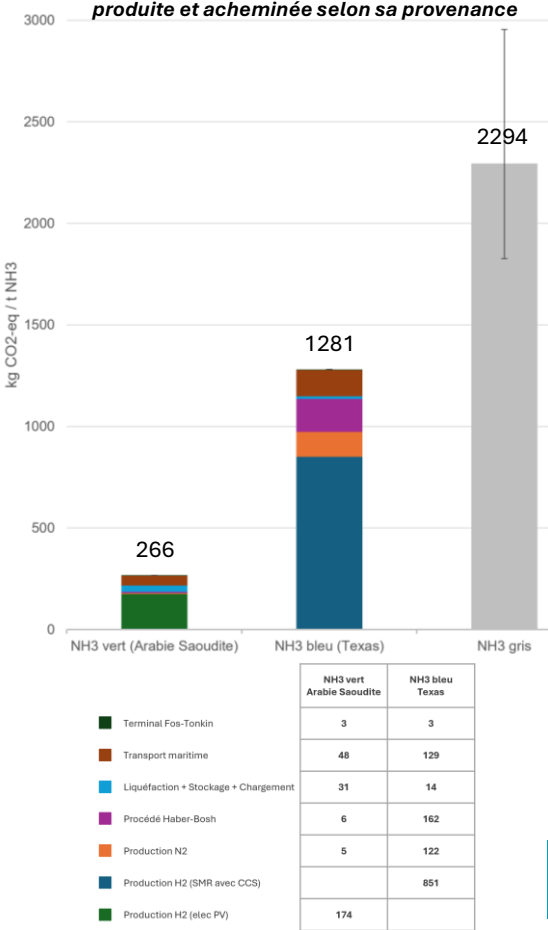
Les émissions liées à la construction et au démantèlement des infrastructures, au transport après le terminal et aux usages finaux n'ont pas été évaluées à ce stade (elles le seront dans le cadre de l'étude environnementale globale).

Empreinte carbone de la
desserte en ammoniac

Type d'ammoniac	Empreinte carbone
Ammoniac vert (scénario 1)	266 kg CO ₂ / tNH ₃
Ammoniac bleu (scénario 2)	1281 kg CO ₂ / tNH ₃
Ammoniac gris (référence)	~2290 kg CO ₂ / tNH ₃

L'ammoniac gris, référence actuelle du marché, présente une intensité carbone élevée d'environ 2 290 kg CO₂ par tonne de NH₃¹. L'ammoniac bleu permet une réduction notable de l'empreinte carbone, ramenée à 1 281 kg CO₂/tNH₃, soit une baisse d'environ 45%, illustrant son rôle de solution de transition. L'ammoniac vert présente une empreinte carbone de 266 kg CO₂/tNH₃, correspondant à une réduction de près de 90% par rapport au gris. Ces résultats confirment ainsi la hiérarchie des solutions : le bleu comme étape intermédiaire pour amorcer la décarbonation, et le vert comme solution cible pour atteindre les objectifs climatiques de long terme.

Empreinte carbone d'une tonne d'ammoniac
produite et acheminée selon sa provenance

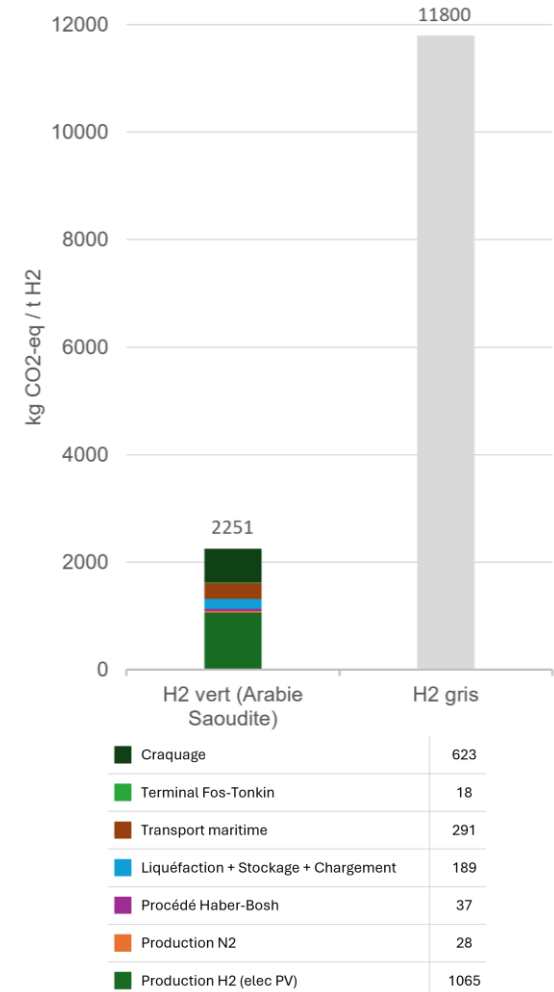


1. Source : Sphera, 2024. 1st Life Cycle GHG Emission Study on the Use of Ammonia as Marine Fuel.

Empreinte carbone de la
desserte hydrogène

Type d'hydrogène	Empreinte carbone
Hydrogène issu du craquage d'ammoniac vert (scénario 1)	2,25 t CO ₂ / t H ₂
Hydrogène gris (référence)	11,8 t CO ₂ / t H ₂

Ainsi, l'hydrogène vert issu du craquage de l'ammoniac vert importé sur le terminal de Fos Tonkin permet de diviser par 5 les émissions de GES par rapport à la production d'hydrogène gris (référence). Dans une logique de décarbonation, seul l'utilisation d'ammoniac vert se justifie pour la production d'hydrogène vert par craquage, compatible avec les objectifs de neutralité carbone et les mécanismes de soutien européens. Partir d'un ammoniac bleu conduirait à produire un hydrogène final insuffisamment décarboné, potentiellement non conforme aux exigences réglementaires (notamment RFNBO) et aux attentes des clients industriels.



Empreinte carbone d'une tonne d'hydrogène produite et acheminée au terminal de Fos-Tonkin

Abattement carbone

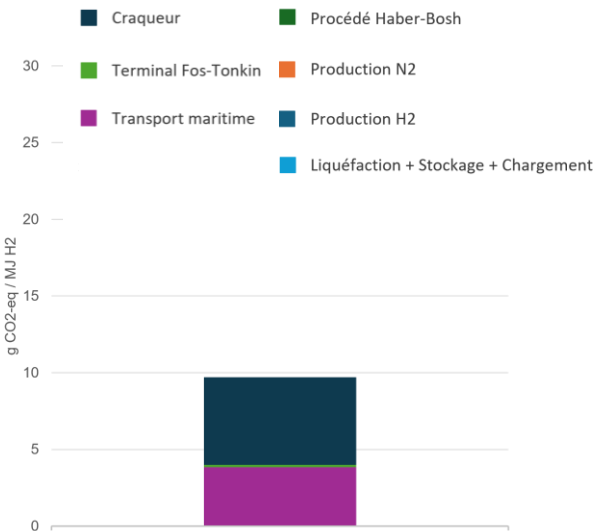
Les réductions d'émissions GES en considérant les différents scénarios d'importation d'ammoniac bas-carbone par an sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Abattements carbone obtenus pour les différents secteurs visés et selon deux hypothèses de quantités d'ammoniac importées

Secteur	Hypothèse	Quantités	Abattement	Empreinte
Production de fertilisants	NH ₃ bleu USA	100-200 kt/an	100-200 kt CO ₂ e/an	1,28 kg CO ₂ -eq/ kg NH ₃
Industrie de la chimie	NH ₃ vert Arabie Saoudite	100-200 kt/an	200-400 kt CO ₂ e/an	0,27 kg CO ₂ -eq/ kg NH ₃
Production d'H ₂ vert par craquage	NH ₃ vert Arabie Saoudite	100-250 kt/an	150-380 kt CO ₂ e/an	2,25 kg CO ₂ -eq/ kg H ₂

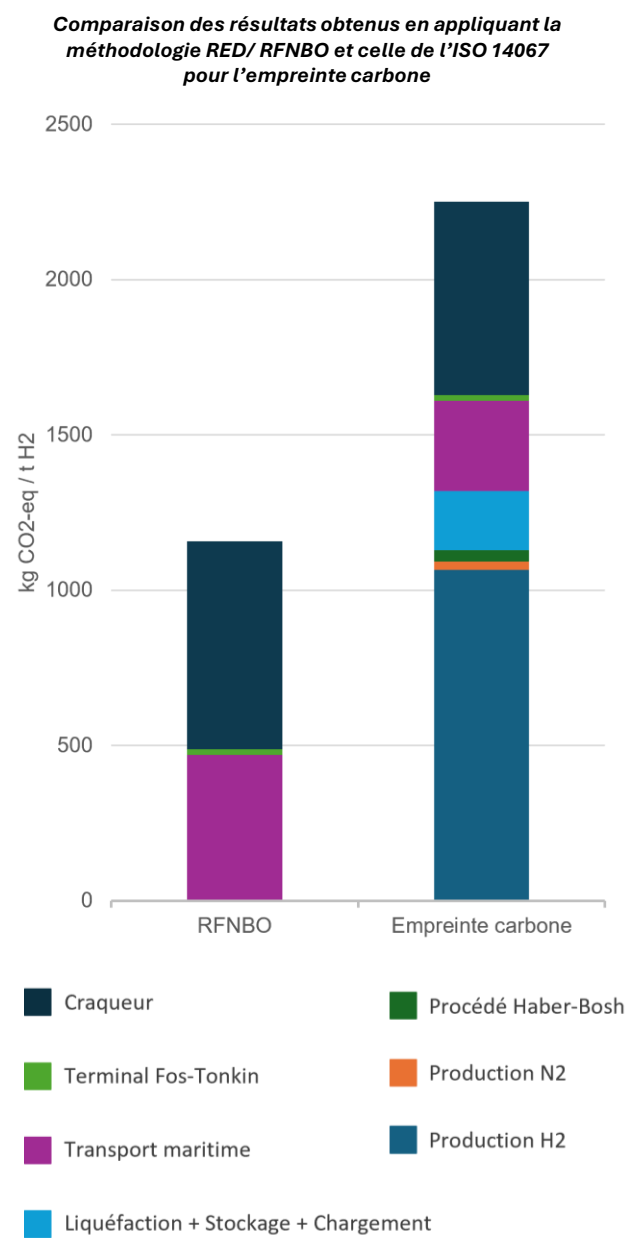
L'hydrogène vert considéré dans le scénario 1 est conforme RFNBO

Un calcul des émissions de GES selon les règles RFNBO est présenté ci-dessous. Les principales contributions proviennent des consommations d'électricité et de gaz naturel au niveau du craqueur (5,6 gCO2-eq/MJ) ainsi que du transport maritime (5,6 gCO2-eq/MJ), incluant un retour à vide. Le total obtenu, de 9,7 gCO2-eq/MJ se situe largement en dessous du seuil RFNBO fixé à 28,2 gCO2-eq/MJ, ce qui confirme la conformité au regard de ce critère.



Emissions GES de l'hydrogène vert produit à partir de l'ammoniac vert produit en Arabie Saoudite selon les règles de calcul RFNBO, comparé au seuil RFNBO

Les règles de calcul de la RED pour les RFNBO diffèrent de celles du calcul d'empreinte carbone selon l'ISO 14067. Les résultats des deux calculs sont mis dans la même unité et comparés dans la Figure ci-après. La principale différence réside dans le fait que les émissions de GES associées à la consommation d'électricité photovoltaïque utilisée pour la production d'hydrogène et d'azote, le procédé Haber-Bosch et la liquéfaction, sont prises en compte dans l'empreinte carbone mais ne le sont pas dans le calcul RFNBO.



EN CONCLUSION

Le projet Medhyterra permet de réduire significativement et durablement les émissions de gaz à effet de serre.

Les résultats montrent que l'importation de 100 kt/an d'ammoniac vert permettrait l'évitement de 200 kt CO₂-eq/an comparé à l'utilisation d'ammoniac gris, tandis que cet évitement serait de 100 kt CO₂-eq/an pour l'ammoniac bleu. L'importation de 100kt/an d'ammoniac vert destiné à la production d'hydrogène vert RFNBO permettrait l'évitement de 160 kt CO₂-eq/an par rapport à de l'hydrogène gris.

Ces résultats seront affinés dans le cadre de la constitution du dossier de demande d'autorisation environnementale.