

## Piles à combustible

# La technologie d'avenir pour les carburants maritimes décarbonés

Comparaison technico-économique entre moteur thermique et pile à combustible pour l'e-méthanol, l'ammoniac et l'hydrogène en 2050

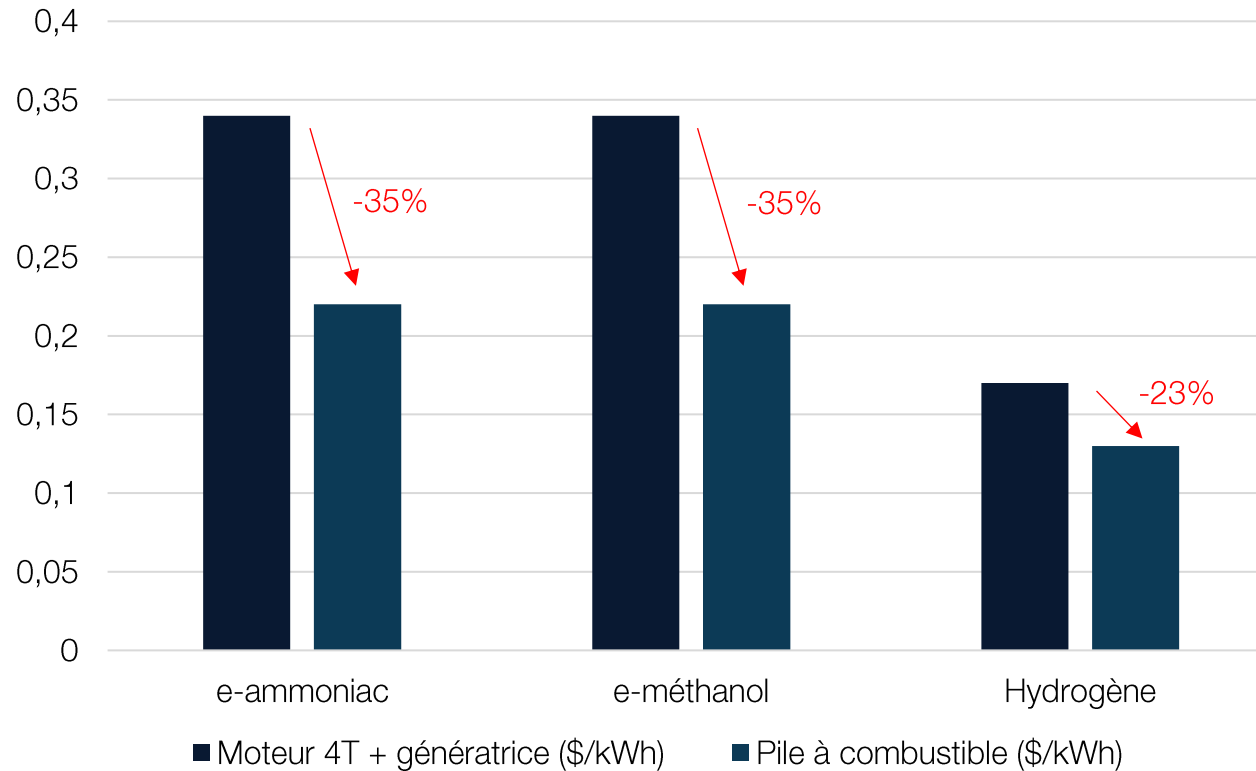
18/02/2025



# Les piles à combustibles seront économiquement viables pour remplacer les moteurs auxiliaires maritimes à l'horizon 2050

## COÛTS PROSPECTIFS PAR KWH D'ELECTRICITE EN 2050

Coût par kWh d'électricité produite en fonction du carburant et de la technologie



Dans le secteur maritime, la décarbonation passera par l'utilisation de carburants alternatifs « verts » (e-méthanol, ammoniac, hydrogène).

Plusieurs options sont possibles pour produire de l'électricité à bord à partir de ces carburants : d'une part, un moteur 4-temps couplé à une génératrice, et d'autre part, une pile à combustible (PAC). La comparaison entre ces deux technologies dépend fortement du rendement et du prix des carburants verts, souvent élevé.

**Le rendement supérieur de la pile à combustible réduit sensiblement le coût lié à la consommation de carburant décarboné, dont le prix unitaire (e-méthanol, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>) est élevé.**

**Cela compense le CAPEX plus élevé de la technologie pile à combustible face au moteur 4T.**

# Les hypothèses de coût des grands organismes prospectifs (IEA, IRENA, DNV) nous ont permis de déterminer le coût par kWh électrique

## HYPOTHÈSES ET COÛTS SUR LES CARBURANTS ET LES TECHNOLOGIES

Coût Carburant (Hypothèses sur le coût des carburants en 2050):	Coût des carburants à l'horizon 2050
e-méthanol	0,6\$/kg
e-ammoniac	0,5\$/kg
Hydrogène	2\$/kg

PCI Carburant	Pouvoir Calorifique Inférieur (kWh/kg)
e-méthanol	5,53
e-ammoniac	5,17
Hydrogène	33,3

Rendement technologie (Rendements considérés pour les différentes technologies à l'horizon 2050) :	Moteur 4T + génératrice	Pile à combustible
e-méthanol	33%	55% (SOFC)
e-ammoniac	30%	50% (SOFC)
Hydrogène	38%	55% (PEM)

Coût CAPEX (Hypothèses sur le coût des technologies en 2050):	Coût des technologies à l'horizon 2050
Moteur 4T + génératrice	500\$/kW
Pile à combustible PEM <sup>(1)</sup>	700\$/kW
Pile à combustible SOFC <sup>(2)</sup>	1000\$/kW

$$\text{Coût par carburant et technologie en 2050 (\$/kWh)}: \frac{\text{Coût carburant} * \text{PCI}_{\text{carburant}}}{\text{Rendement}_{\text{technologie}}} + \frac{\text{Coût CAPEX}}{\text{Heures de fonctionnement (40000h)}}$$

Résultats	Moteur 4T + génératrice (\\$/kWh)	Pile à combustible (\\$/kWh)
e-méthanol	0,34	0,22
e-ammoniac	0,34	0,22
Hydrogène	0,17 <sup>(3)</sup>	0,13 <sup>(3)</sup>

(1): Proton Exchange Membrane; (2): Solid Oxide Fuel Cell; (3): Le coût supérieur de l'hydrogène est compensé par le meilleur rendement des technologies associées, mais surtout par son pouvoir calorifique, environ six fois plus élevé que celui de l'ammoniac et du méthanol.  
Sources: Alba & Co, IEA, IRENA, DNV

# L'écosystème maritime des piles à combustible se structure autour de deux technologies : PEM vs SOFC

## ECOSYSTEME PAC MARITIME PAR TECHNOLOGIE ET CARBURANT

