

Piles à combustible La technologie d'avenir pour les carburants maritimes décarbonés

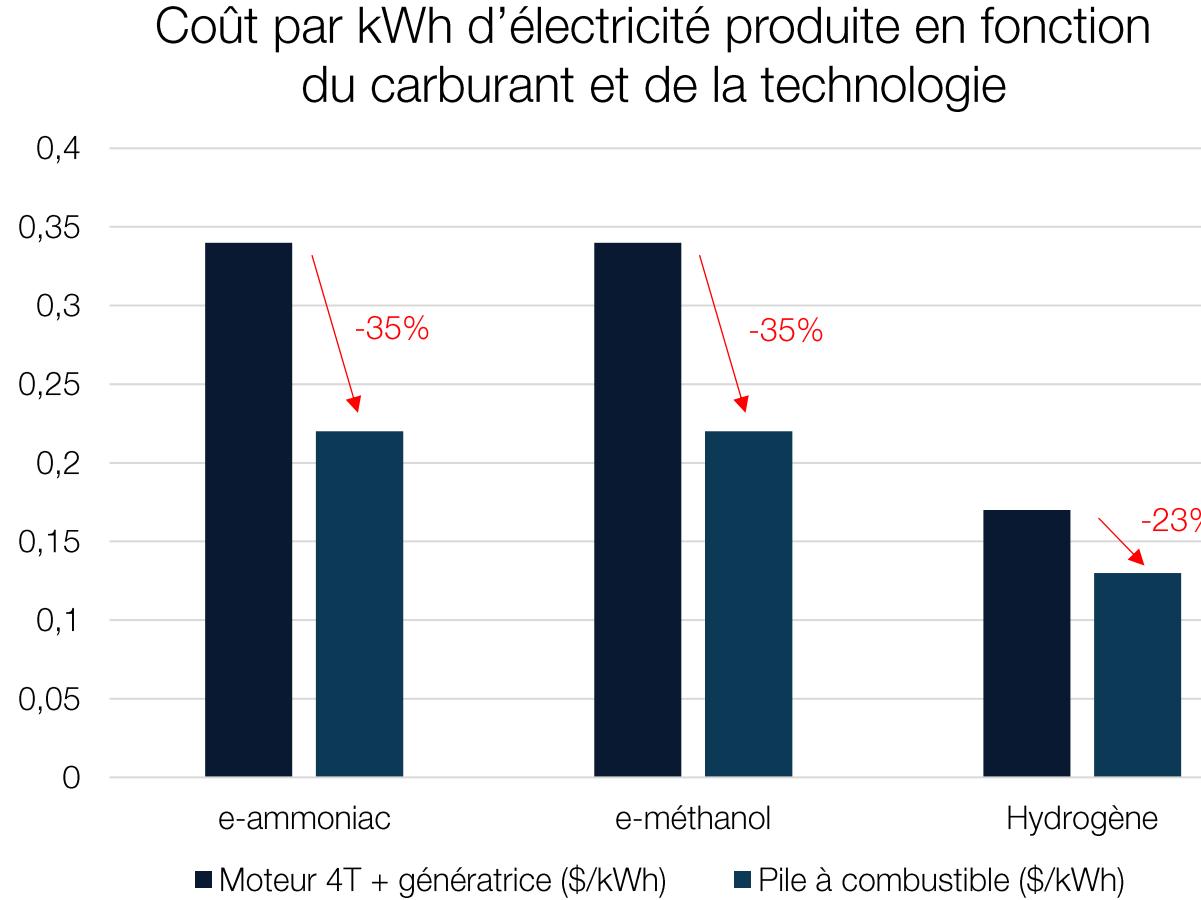
Comparaison technico-économique entre moteur thermique et pile à combustible pour l'e-méthanol, l'ammoniac et l'hydrogène en 2050

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



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, NH₃, H₂) 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

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)

PCI Carburant

Pouvoir Calorifique Inférieur (kWh/kg)
e-méthanol
e-ammoniac
Hydrogène

Coût CAPEX (Hypothèses sur le coût des technologies en 2050):

Coût des technologies à l'horizon 2050
Moteur 4T + génératrice
Pile à combustible PEM ⁽¹⁾
Pile à combustible SOFC ⁽²⁾

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

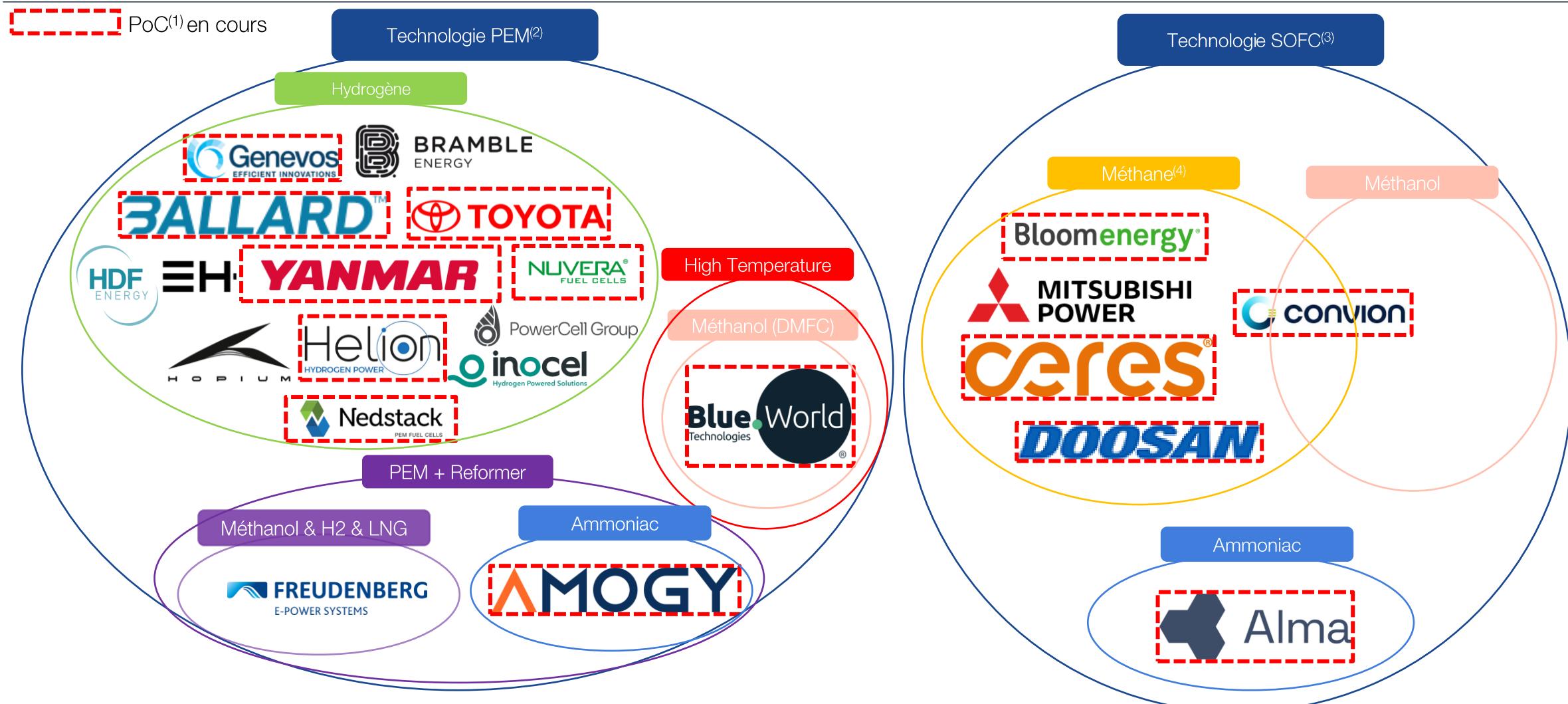
Résultats

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

(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



(1): Proof of Concept ; (2): Proton Exchange Membrane; (3): Solid Oxide Fuel Cell; (4): Y compris GNL
Sources: Sites des entreprises