



# Les électrofuels dans la transition

Cédric Philibert *former International Energy Agency senior analyst*

Energies marines renouvelables et Power-to-X

02 Juillet 2020

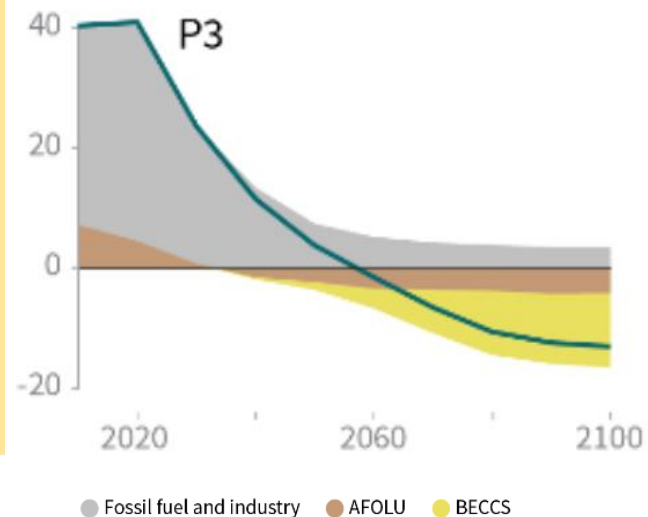
# COP21 (Paris, 2015) a précisé les objectifs...



## Greenhouse gas emissions pathways

- To limit warming to 1.5°C, CO<sub>2</sub> emissions fall by about 45% by 2030 (from 2010 levels)
  - ↳ Compared to 25% for 2°C
- To limit warming to 1.5°C, CO<sub>2</sub> emissions would need to reach 'net zero' around 2050
  - ↳ Compared to around 2070 for 2°C
- Reducing non-CO<sub>2</sub> emissions would have direct and immediate health benefits

Billion tonnes CO<sub>2</sub> per year (GtCO<sub>2</sub>/yr)



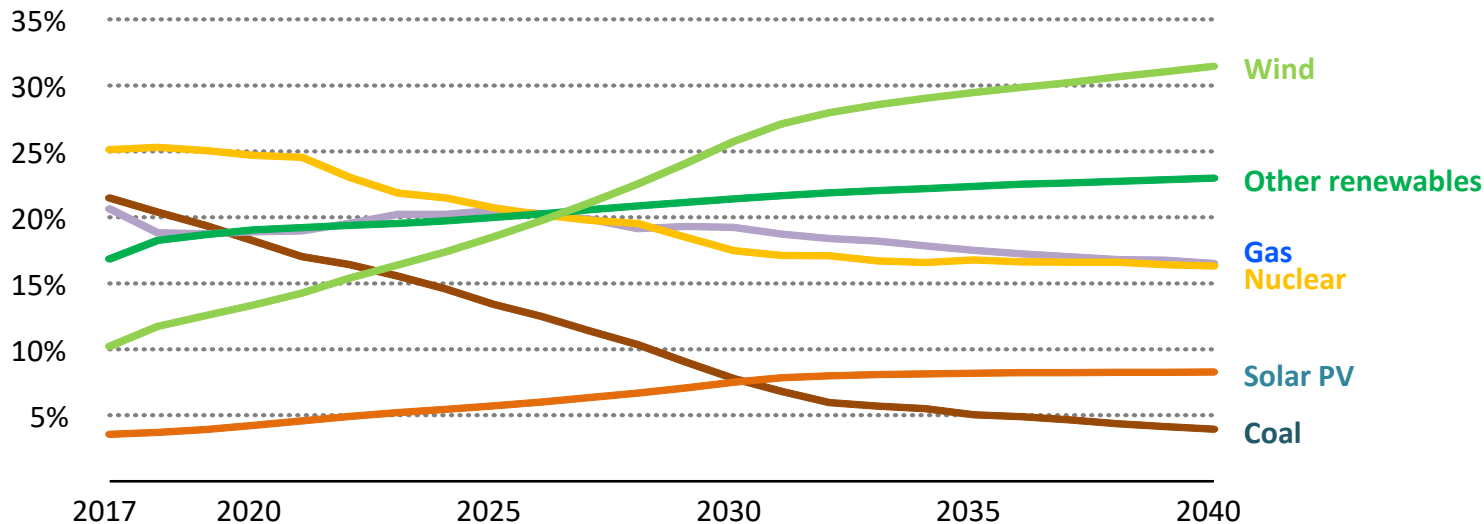
Robert van Waarden / Aurora Photos

mais zéro émissions nettes CO<sub>2</sub> déjà dans la CCNUCC (Rio, 1992): « stabiliser les concentrations »



# L'éolien deviendra la principale source d'électricité en Europe

Parts de la production d'électricité dans l'UE, WEO NPS, 2017-40



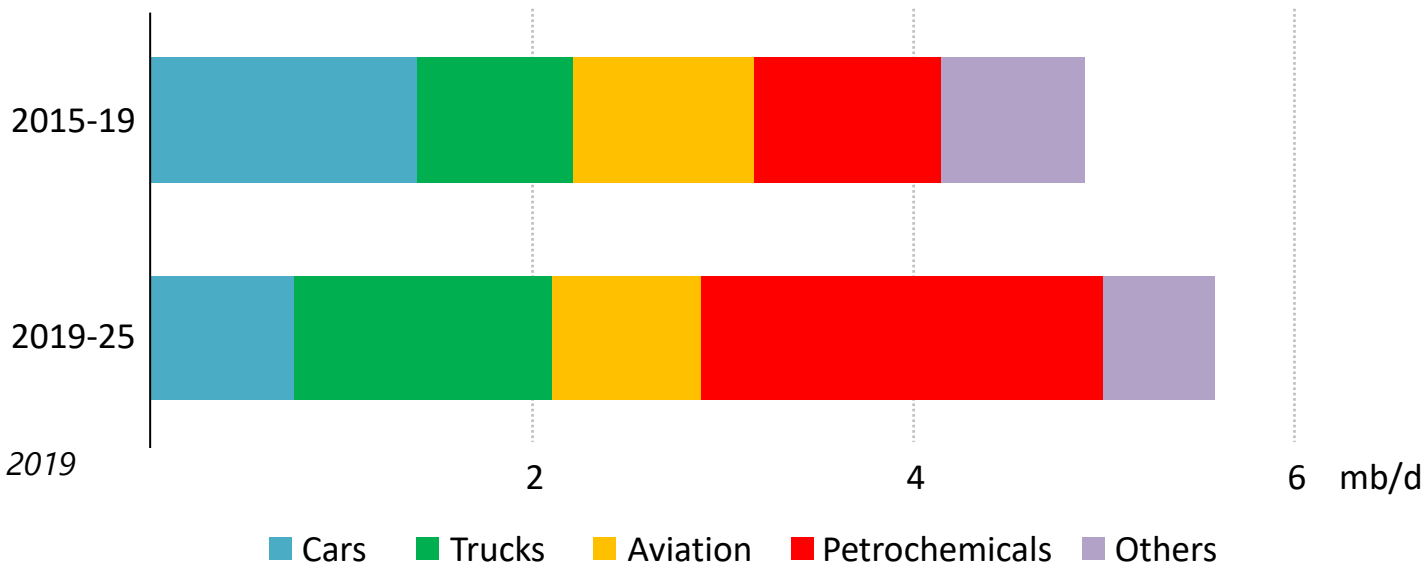
Source: IEA 2018

**L'Europe s'appuiera surtout sur l'éolien, davantage en phase avec la demande que le solaire**

# Pas de pic imminent dans la demande mondiale de pétrole



Growth in oil demand by sector

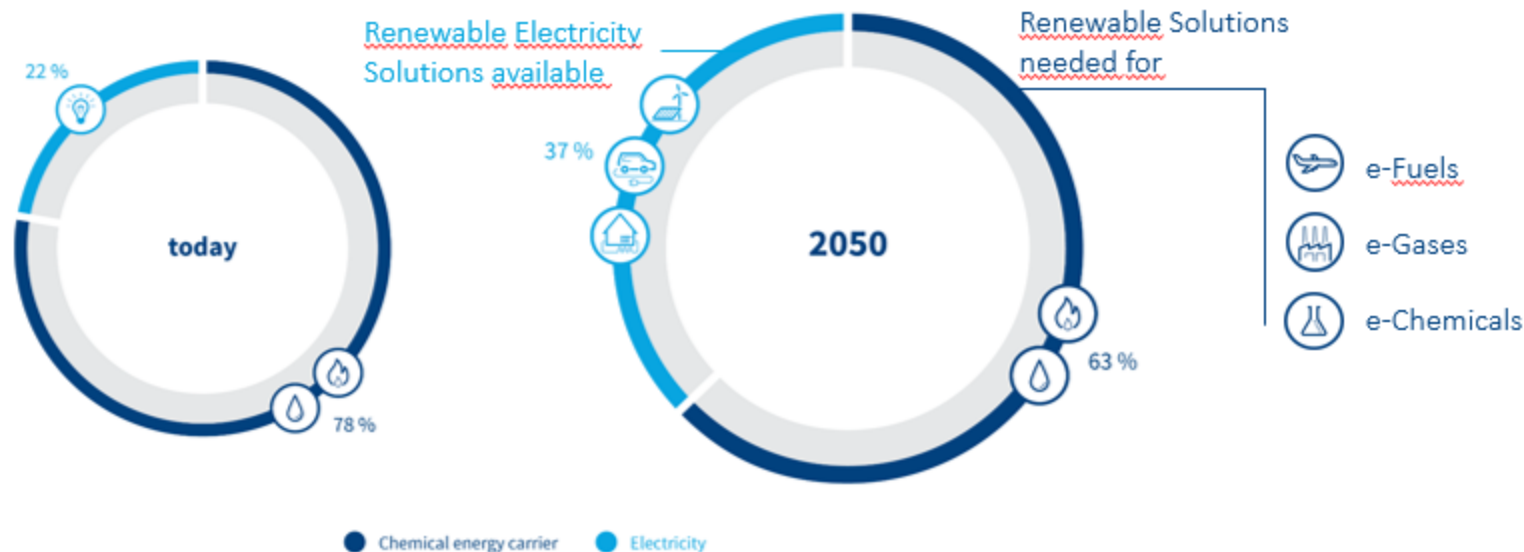


Source: IEA 2019

**La consommation de pétrole continuait de croître avec la pétrochimie, les SUV et les camions (avant la covid-19)**



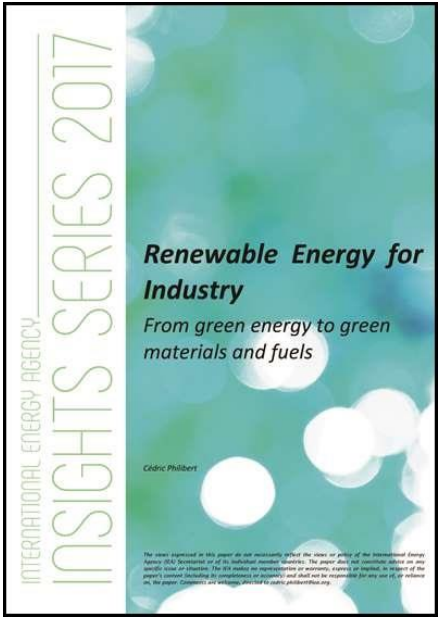
# Electrofuels: certains voient très (trop?) grand...



Source: Sunfire

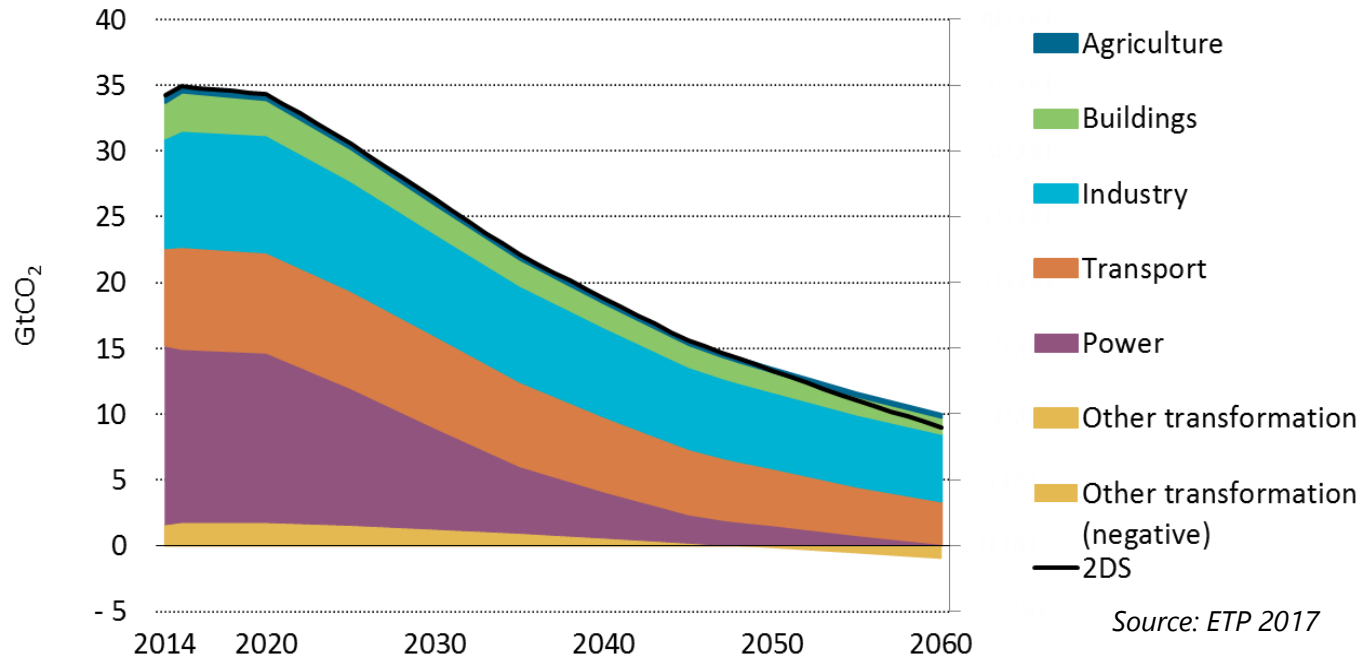
**L'électrification directe et presque toujours plus efficace,**

# Les secteurs difficiles à décarboner: industrie et transports.



<https://bit.ly/2QaNIcv>

## Emissions CO<sub>2</sub> dans le Scénario 2 Degrés



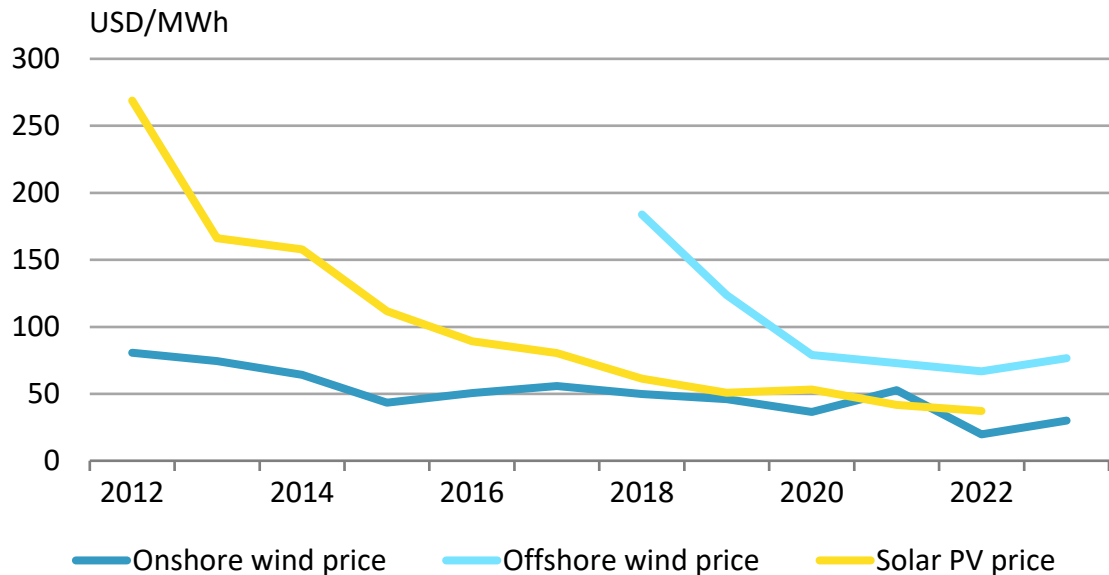
Source: ETP 2017

**Ciment, sidérurgie et chimie, transports aériens, maritimes et terrestres à longue distance sont les principales sources d'émissions résiduelles en 2050**

# La baisse des coûts des renouvelables peut tout changer



Average auction prices by commission dates



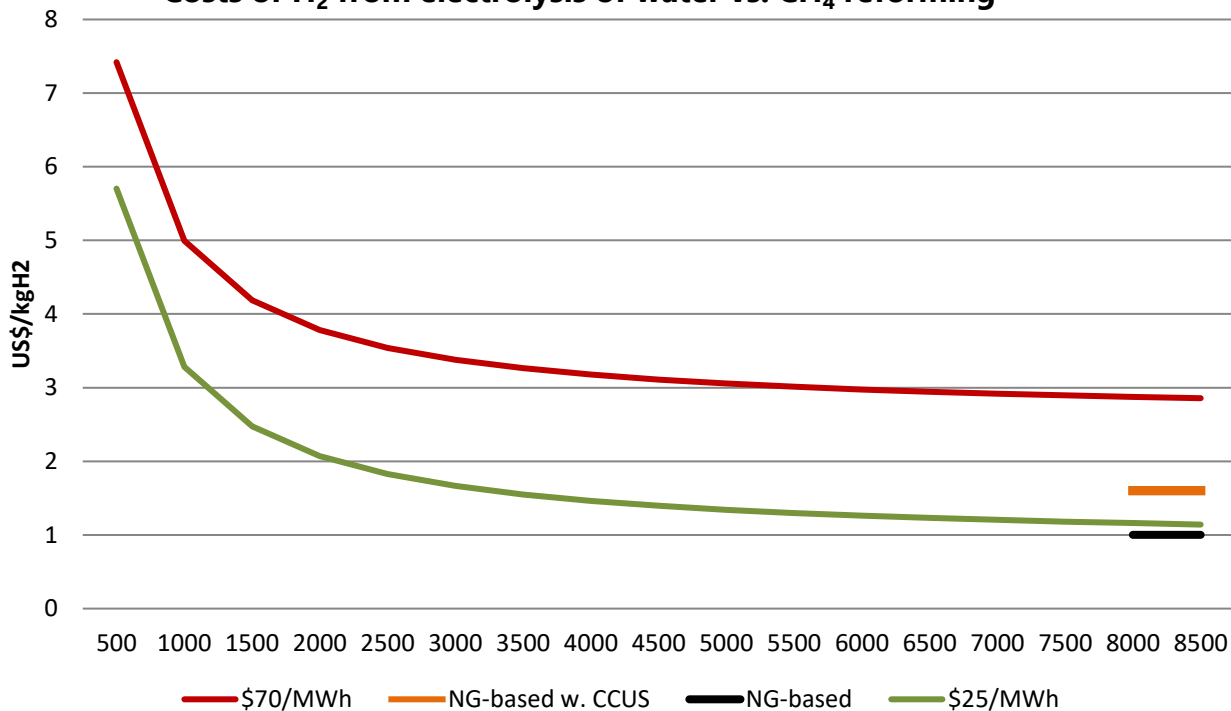
Source: IEA, *Renewables 2017*

**Ouvrant de nouvelles possibilités pour décarboner par l'électrification directe ou indirecte**

# Hydrogène vert proche d'être compétitif



Costs of H<sub>2</sub> from electrolysis of water vs. CH<sub>4</sub> reforming



Source: Adapted from IEA 2017, *Renewable Energy for Industry*

**Le coût de l'hydrogène vert est dominé par celui de l'électricité si le facteur de capacité des électrolyseurs est suffisant**





- Hydrogen can help overcome many difficult challenges
  - **Integrate more renewables**, including by enhancing storage options and “exporting sunshine & wind” from places with abundant resources
  - **Decarbonize “hard to abate” sectors** – steel, chemicals, trucks, ships & planes
  - **Boost energy security** by diversifying the fuel mix & providing flexibility to balance grids

### The Future of Hydrogen

Seizing today's opportunities



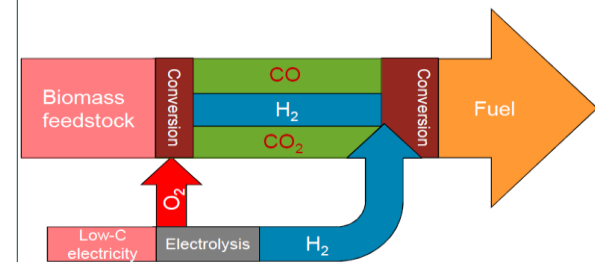
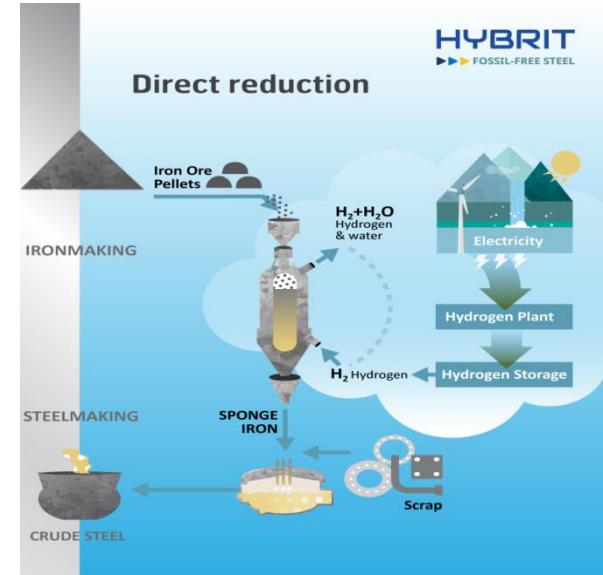
Report prepared by the IEA  
for the G20, Japan





# Les usages les plus pertinents de l'hydrogène vert

- Verdir l'ammoniac et le méthanol dans leurs usages industriels actuels
- Raffineries (carburants plus propres)
- Réduction directe du fer en aciérie
  - L'électrowinning à terme plus efficace et flexible
- Stockage/transfert d'ER pour les systèmes électriques
- H<sub>2</sub>/NH<sub>3</sub> combustible (bateaux, centrales thermiques d'équilibre, fours industriels)
- CH<sub>3</sub>OH pour la chimie, HCs synthétiques pour l'aviation
  - Mieux vaut que le carbone soit extrait de l'atmosphère
- Augmenter la production de biocarburants/biogaz



# Un consensus émerge sur l'ammoniac pour les navires hauturiers



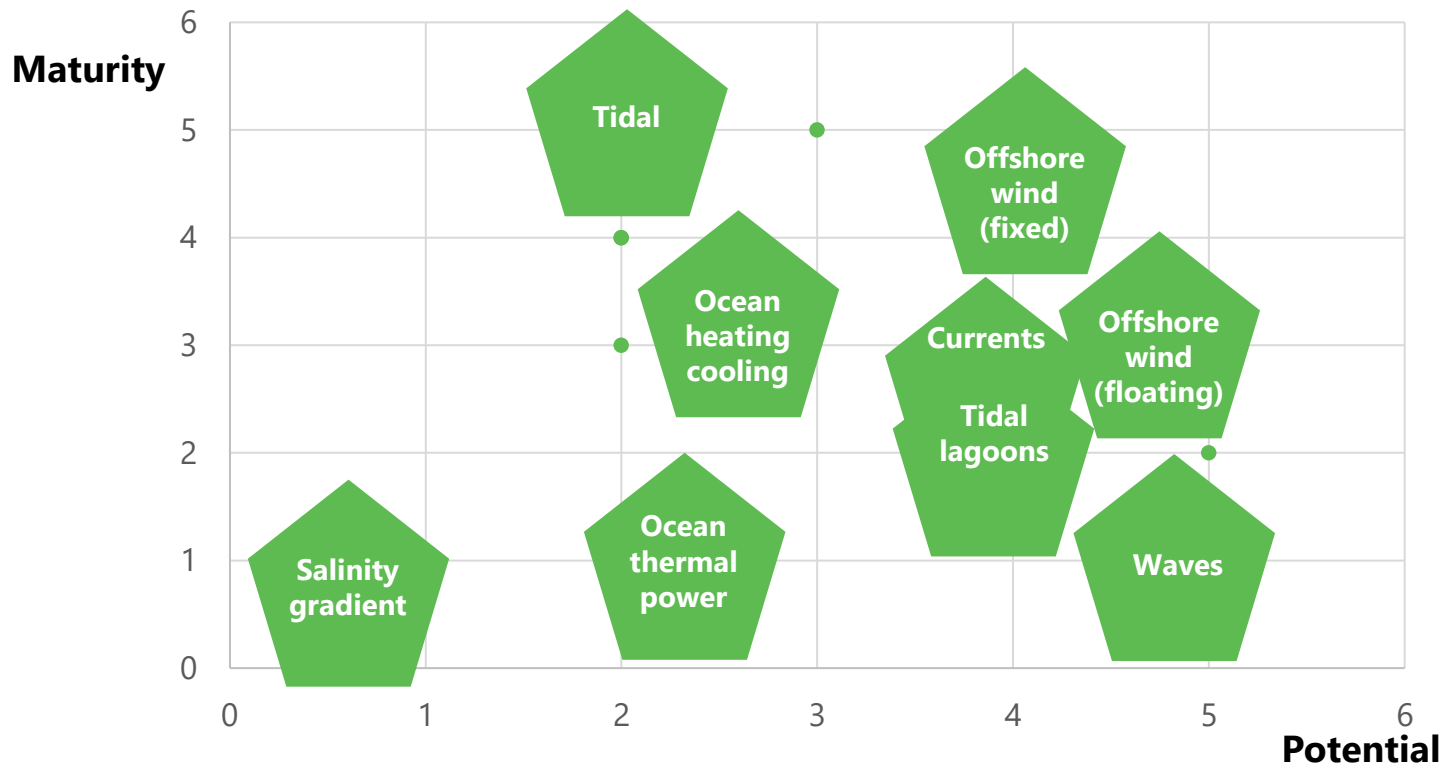
**Engineering the future two-stroke green-ammonia engine**  
 MAN Energy Solutions  
 Future in the making



Viking Energy will run on FC with Ammonia



# Les énergies marines varient en maturité et potentiel

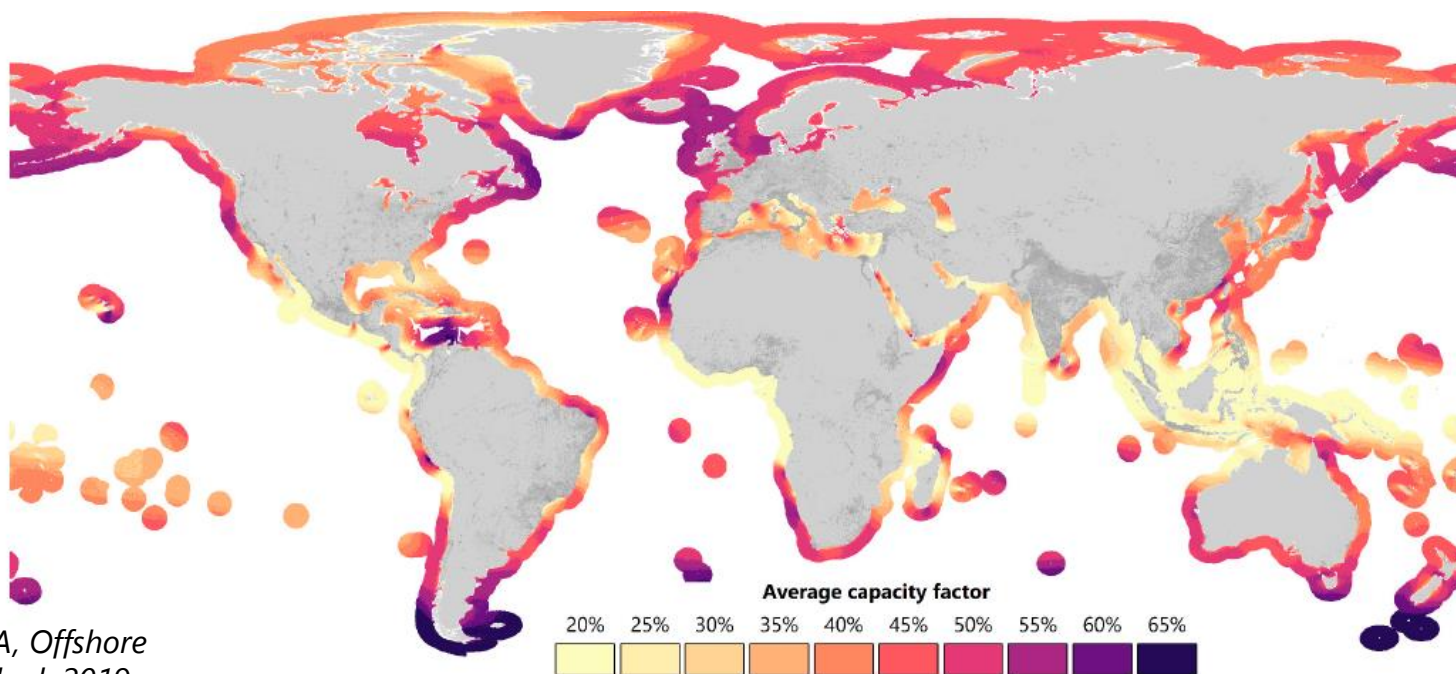


**L'éolien maritime, les maréliennes et l'usage direct de la chaleur/du froid sont les plus prometteuses**

# L'éolien maritime, un vaste potentiel mondial



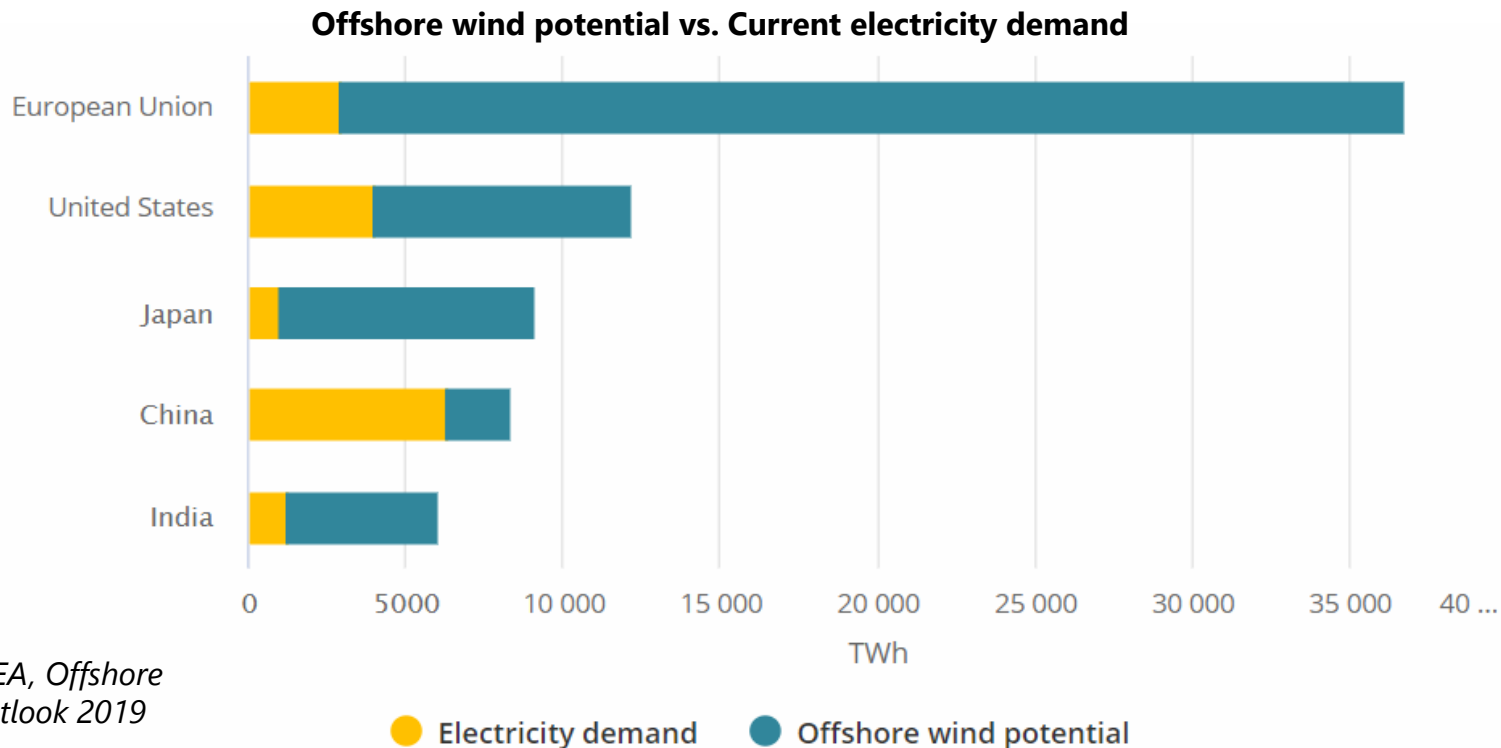
Average simulated capacity factors for offshore wind worldwide



Source: IEA, *Offshore Wind Outlook 2019*

**Le facteur de capacité élevé des éoliennes en mer les rapproche de la production « en base », quoique variable**

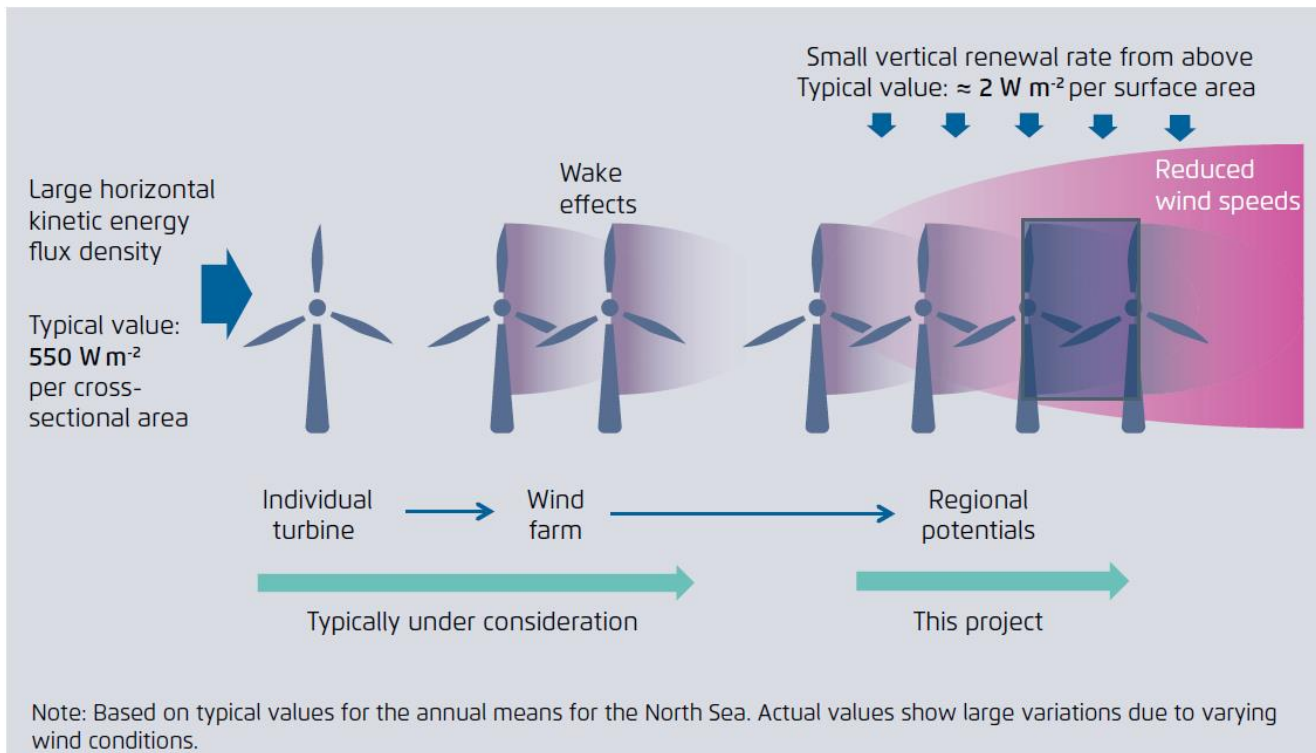
# L'éolien maritime, un vaste potentiel mondial



**Le potentiel de l'éolien maritime représente dix fois la consommation d'électricité**

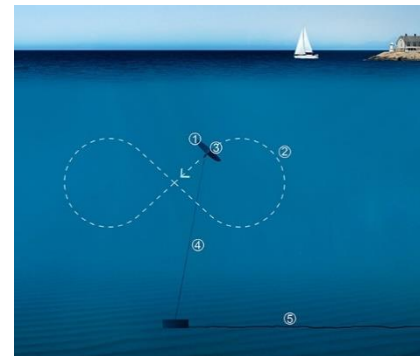
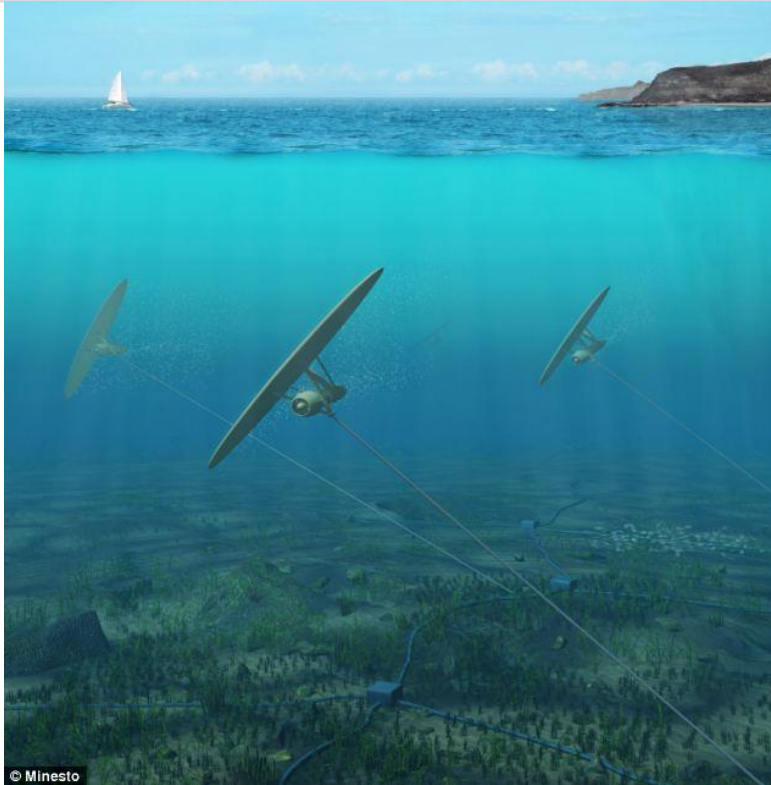


# Mais trop d'éoliennes proches épuise le vent...



Source: DTU Wind Energy, Max-Planck Institute for Biogeochemistry 2020, Making the Most of Offshore Wind

# Le future sera peut-être différent



Sources: Minesto,  
Makani

**Des concepts innovant comme les cerfs-volants (ou cerfs-nageants) augmenteront peut-être le potentiel et réduiront les coûts**



# De l'éolien maritime à l'ammoniac et aux navires



## Vision of the Wärtsilä-led Zero Emission Energy Distribution at Sea (ZEEDS) initiative



Du vent, de l'air et de l'eau, c'est tout ce qu'il faut pour faire de l'ammoniac  
L'éolien lointain pourrait trouver ici sa première application à grande échelle