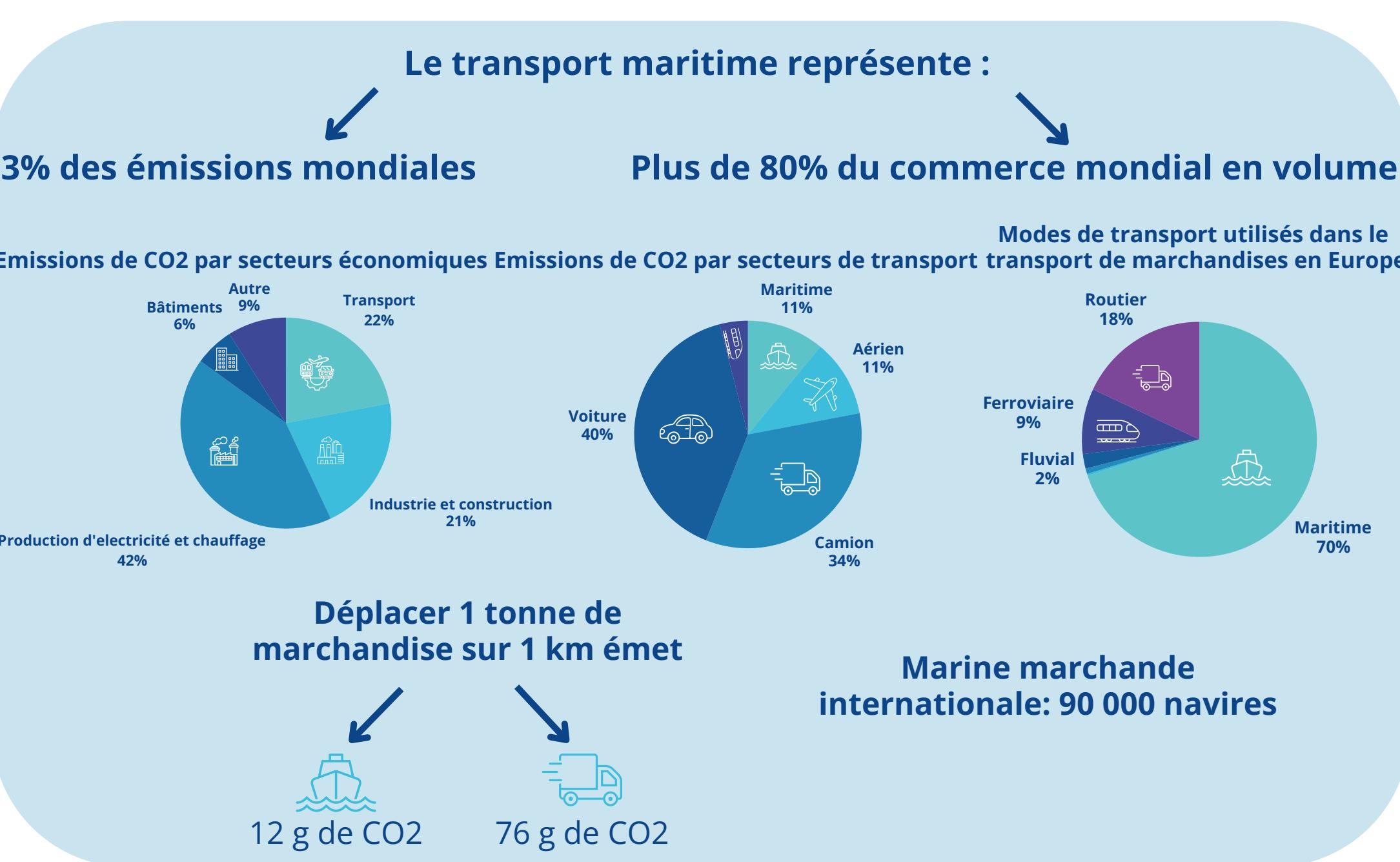


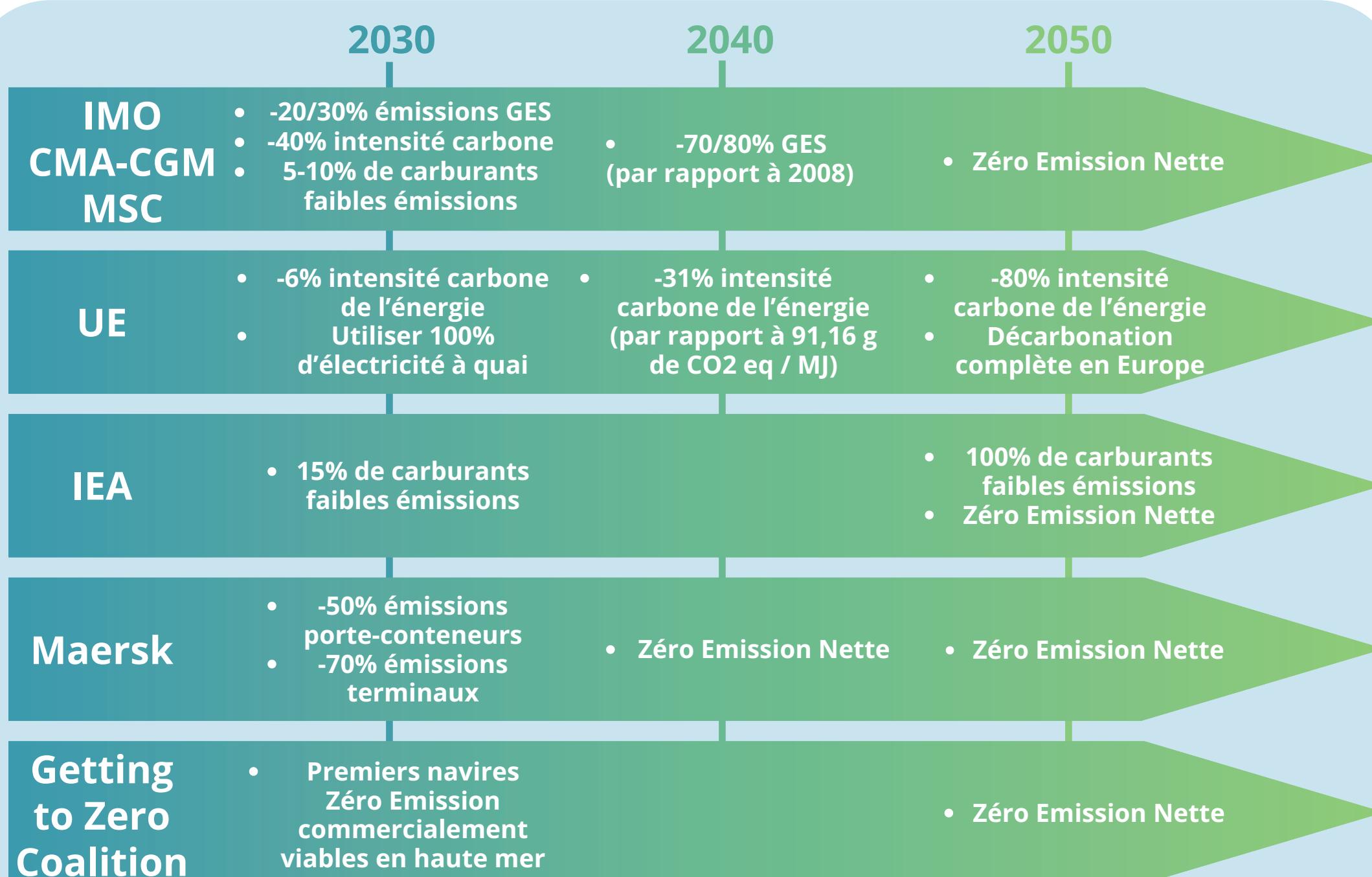
Décarbonation du transport maritime

Youen Champs, Elliott Daures--Bouvet, Eléonore Douet, Edouard Gardy, Mona Sidhoum

Etat des lieux



Temporalité de la décarbonation



Leviers de décarbonation

$$\text{Emissions de CO}_2 = \frac{\text{Emissions de CO}_2}{\text{Energie consommée}} \times \frac{\text{Energie consommée}}{\text{Unité de transport}} \times \text{Unité de transport}$$

Intensité carbone

Biocarburants

Carburants issus de la biomasse (HVO, biométhane, etc.)

Atouts

- Déjà disponibles dans certains ports
- Peuvent être incorporés directement en mélange aux carburants fossiles
- Densité énergétique similaire à celle des combustibles fossiles

Freins

- Stocks limités et compétitions d'usage avec d'autres secteurs
- Recherche nécessaire pour permettre le passage à plus grande échelle

E-carburants

Carburants synthétiques fabriqués à partir d'électricité (e-méthanol, e-GNL, etc.)

Atouts

- Potentiel de réduction de gaz à effet de serre très important
- Diversité permettant de répondre à différents usages et contraintes d'exploitation
- Amélioration de la qualité de l'air

Freins

- Moindre densité énergétique que les combustibles fossiles
- Design des navires à adapter
- Gros besoins en électricité renouvelable ou bas-carbone du fait des rendements faibles

Efficacité énergétique

Excellence opérationnelle

Optimiser la consommation du navire en exploitation et dans son interaction avec son environnement (routage météo, arrivée "juste à temps", écoconduite, etc.)

Atouts

- Solutions simples à mettre en œuvre
- Pas de modifications significatives du navire
- Outils numériques de plus en plus performants

Freins

- Dépend de données dont la propriété est discutée entre armateurs, équipementier et chantiers
- Bandé passante pour les communications satellites

Design optimal

Optimiser le navire (forme, chaîne propulsive, etc.)

Atouts

- Retour sur investissement rapide et mesurable (surtout en construction neuve et entre 1 et 3 ans en retrofit)
- Gains de 3 à 20% sur la consommation et les émissions

Freins

- Études encore vues comme un coût additionnel malgré le retour sur investissement
- Temps restreint alloué à la phase de conception du navire
- Nécessité d'un arrêt technique dans le cas d'un retrofit

Sobriété

Sobriété opérationnelle

Baisse des vitesses des navires

Atouts

- Simple à mettre en place
- Efficace si baisse raisonnable
- Rend la propulsion par le vent attractive

Freins

- Impact sur l'activité économique
- Peu de marge de manœuvre
- Possible compensation par l'introduction de navires supplémentaires

Ecoconception

Réduire l'empreinte carbone de la conception (ex: analyse du cycle de vie, choix des matériaux) à la fin de vie du navire (ex: recyclage)

Atouts

- Solutions techniques pour certaines déjà matures
- Obligations réglementaires sur la fin de vie des navires
- Installations de recyclage de navire déjà existantes

Freins

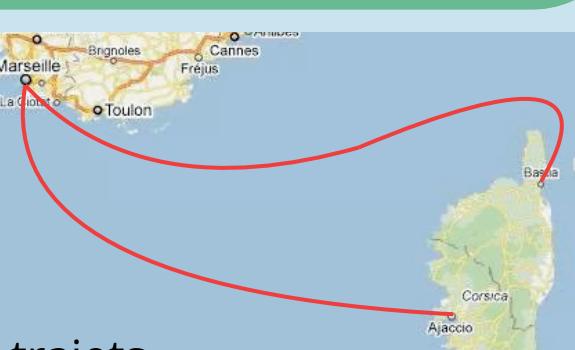
- Réglementation contraignante d'approbation des matériaux ne facilitant pas l'innovation
- Absence de méthodologie partagée et manque de données pour fixer un cadre de référence

Études de cas

Ferry au GNL Corsica Linea "A Galeotta"



Taille: 206 m, 8 ponts
Capacité: 930 passagers, 150 voitures et 170 remorques
Distance de voyage: 405 km
Début construction: 2019
Mise à l'eau: 2023



Le **Gaz Naturel Liquéfié** est un gaz naturel, composé à plus de 90% de méthane, transformé sous forme liquide à une température de -160°C afin de **réduire son volume**. Le GNL est essentiellement constitué de méthane (à plus de 90%). C'est un liquide inodore, sans couleur, non corrosif et **non toxique**.

Avantages GNL:

- 0 émission de soufre et de particules fines
- 90% d'émission NOx
- 25% d'émissions CO₂

émissions dépendent de l'origine du GNL

Moteur dual fuel : GNL & Diesel, utilise Diesel pour manœuvres qui demandent plus de puissance

autres axes de décarbonations :

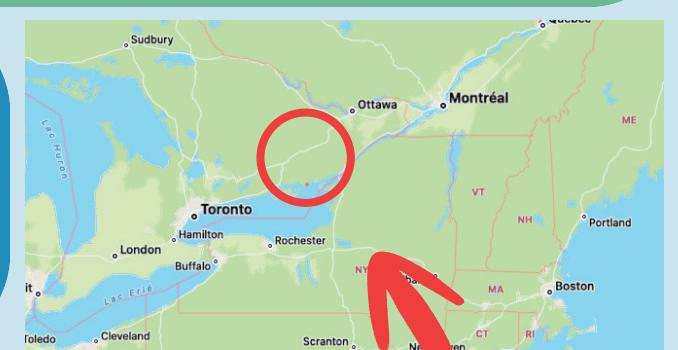
- réduction de vitesse (part plus tôt 18h au lieu 19h)
- CENACQ (branchement à quai), bien pour nuisances sonores et sanitaires
- optimisation du design, profilage

Analysé : Le **GNL** est une alternative clé : **abordable** et performant pour la **santé publique** (quasi-élimination des polluants atmosphériques) et **moins polluant** que les carburants marins classiques mais son bilan climat reste discuté à cause de son **origine fossile**. Ce bateau prépare le terrain pour des carburants plus verts encore comme le e-méthanol ou le bio-GNL. Il n'y a pas une unique solution miracle pour la décarbonation mais un **mix de solutions** comme le montrent les différentes initiatives de Corsica Linea.

Le ferry électrique : "Amherst Islander II"



Jauge brute: 1 230 tonnes
Capacité: 300 personnes
Distance de voyage: 4 km
Intensité carbone de l'électricité: 130 gCO₂/kWh



-7 000 tonnes de CO₂ par an, soit l'équivalent de 1 357 voitures hors des routes

0 émissions locales de CO₂, NOx, particules fines...

énergie moins chère que le diesel plus confortable : - de vibrations, de bruit...

MAIS

Fort besoin d'infrastructures de recharge pas encore disponibles, il consomme actuellement ~1 500 000 L de fuel/an

CAPEX très lourd à assumer pour passer à ce mode de fonctionnement. On part d'un modèle où l'OPEX est prédominant (achat de fuel) à un modèle où c'est les investissements en infrastructure qui sont lourds.

D'autres types de bateaux plus importants existent et fonctionnent actuellement. En Norvège, sur des bateaux comparables à ceux sur l'estuaire de la Gironde: 150 voitures, 600 pax.



Efficacité qui dépend de l'intensité carbone de l'électricité



Adapté aux trajets courts à moyens



De fortes contraintes réglementaires pour la sécurité des bateaux existent et forcent les exploitants à **surdimensionner** les navires électriques ou bien à rajouter un **dispositif hybride** pour assurer le fonctionnement des navires.

Trajets comparables en France: Blaye-Lamarque
Dans le monde : Liaisons dans les îles croates, Shelter Island à New York, Lac Constantine en Allemagne

