

Différents scénarios étudiés

L'outil CAP 2050 (modèle « global ») a été utilisé pour produire les sept scénarios présentés dans la feuille de route de décarbonation du maritime national, élaborée dans le cadre de l'article 301 de la loi « Climat et résilience » et portée par la DGAMPA et le CMF avec l'ensemble des acteurs de la filière

Feuille de route de décarbonation de la filière maritime

Proportion de plan d'action pour décarboner le maritime national, assurer la souveraineté d'approvisionnement de la France

JANVIER 2023

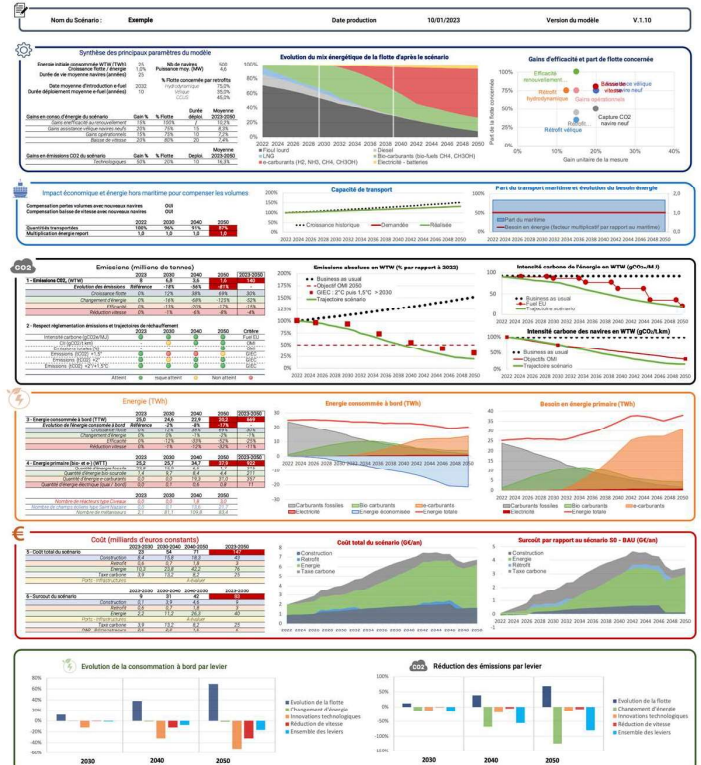
Direction générale des affaires maritimes, de la pêche et de l'aquaculture

Cluster Maritime France

EVOLEN

GICAN

INSTITUT FRANÇAIS DE LA MER

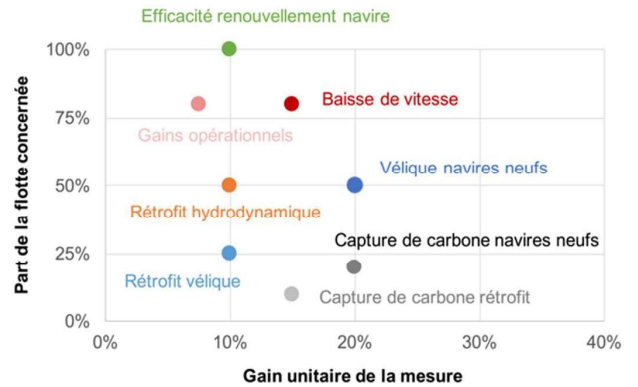
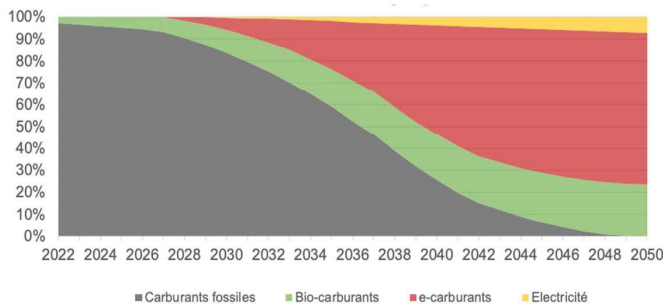


Un exemple d'utilisation : le scénario de référence pour le maritime national

Les grandes hypothèses du scénario de référence

Des hypothèses « réalistes » pour un scénario « ambitieux »

- L'énergie consommée par la flotte nationale est estimée à **27,7 TWh** ;
- La croissance annuelle de cette quantité d'énergie, imputable à la **croissance du transport maritime** est de **1,5 % jusqu'en 2040 puis 0% après 2040** ;
- La croissance annuelle de cette quantité d'énergie imputable à un éventuel **rapatriement de soutage en France** est de **0 %** ;
- La **durée de vie** moyenne des navires est de **25 ans** ;
- Le **nombre de navires** constituant la flotte moyenne est de **600** ;
- La date d'introduction des **e-carburants** est **2028** ;
- La durée **déploiement des e-carburants** est de **15 ans**.

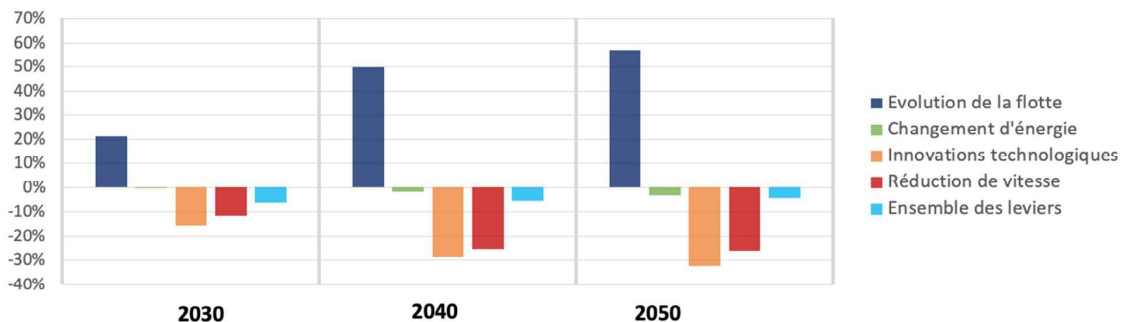
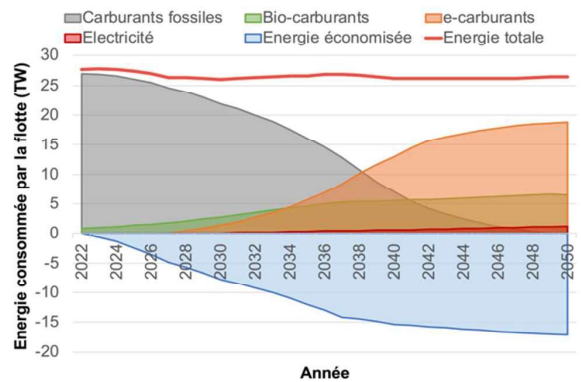


- **20% des navires neufs** seront équipés de système de **captation de CO₂** permettant une réduction des émissions de 20% ;
- **Deux plans de rétrofit de la flotte seront réalisés**, au terme desquels **50% de la flotte gagnera 7,5% de consommation** grâce à des améliorations de l'hydrodynamique (carènes, bulbes), **25% de la flotte gagnera 10% supplémentaire** grâce au vélique et **10% de la flotte réduira ses émissions de 15%** grâce à la captation de CO₂ à bord.

Consommation d'énergie

Des besoins en énergie importants...
et une économie substantielle d'énergie

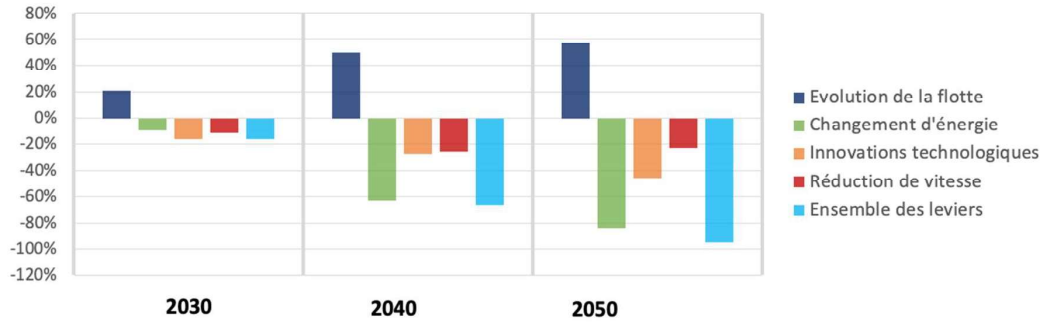
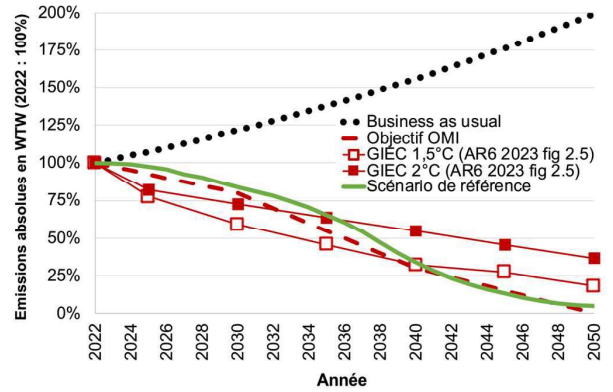
- La quantité d'énergie consommée par la flotte décroît de **27,7 TWh en 2022 à 26,5 TWh en 2050**
- La **consommation totale** de la flotte sur la période 2023-250 s'élève par ailleurs à **769 TWh**



Evolution des émissions

Une trajectoire compatible avec les objectifs de l'OMI

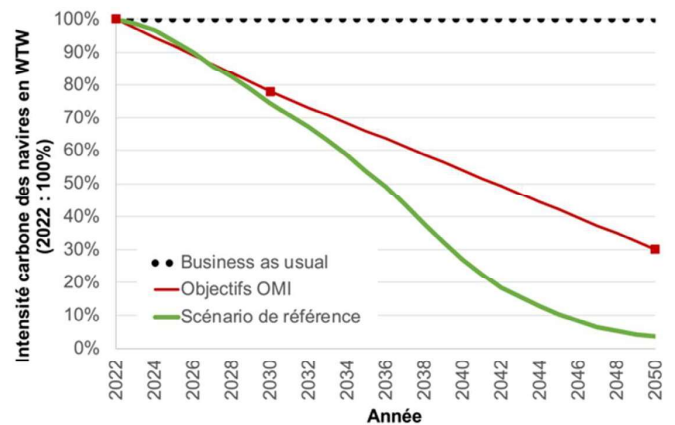
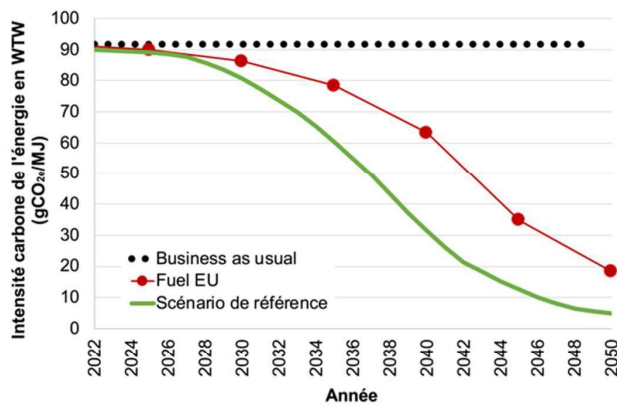
- Le scénario de référence prévoit une **diminution des émissions de CO_{2e}** de 9,0 Mt en 2023 à 0,4 Mt en 2050, soit une **baisse de 95%**.
- Les **émissions cumulées** entre 2023 et 2050 sont de **142 Mt**



Evolution de l'intensité carbone de la flotte et de l'énergie

Une trajectoire qui va au-delà des exigences réglementaires de l'OMI et de l'UE

Les hypothèses prises dans le scénario national de référence et leur déclinaison dans le modèle «global» CAP 2050 montrent en particulier qu'**atteindre le net zéro à 2050 est un objectif ambitieux** qui **demande de dépasser les objectifs de l'UE** sur l'intensité carbone du mix énergétique **et de l'OMI** sur l'intensité carbone de la flotte (CII global).

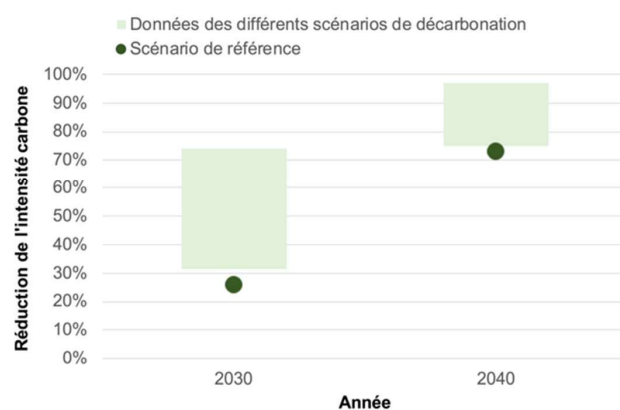
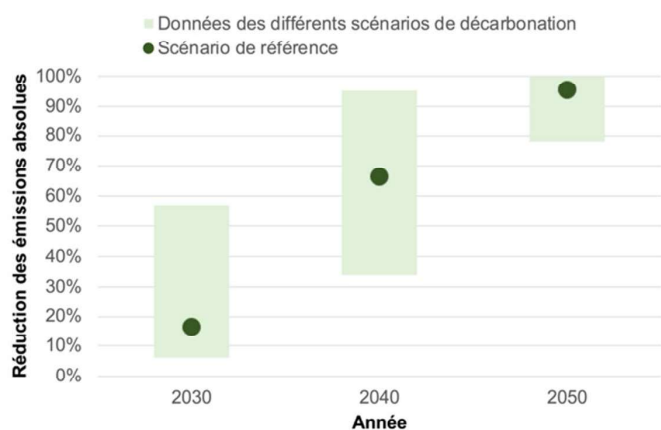


Comparaison avec d'autres scénarios de référence

Un scénario ambitieux... mais une trajectoire comparables à celles déterminés par d'autres études internationales

Les données issues du scénario de référence, sont comparées avec les résultats issus d'autres scénarios de décarbonation du maritime :

- **Sur les émissions**, le scénario de référence se situe dans les intervalles des autres scénarios – sur les valeurs inférieures pour 2030, moyenne pour 2040 et haute pour 2050
- **Sur l'intensité carbone**, le scénario de référence se situe un peu en dessous des bornes inférieures des intervalles des autres scénarios en 2030 et 2040



Dépasser les limites de l'outil actuel et consolider les hypothèses du scénario de référence

Les limites actuelles du modèle « global » de CAP 2050

- **Modélisation de la flotte** : limitée à une approche moyenne, ne tenant pas compte des spécificités de chaque segment de flotte
▷ **modéliser les transitions spécifiques à chaque segment de flotte**
- **Modélisation du retrofit** : limitée à deux campagnes sur la période étudiée et conduite selon une logique de priorité
▷ **modéliser un retrofit de façon plus générale (par type de navires, selon une logique plus réaliste)**
- **Modélisation des paramètres** : limitée à une évolution linéaire des paramètres dans le temps
▷ **modéliser une évolution des paramètres selon une loi quelconque (exponentielle, courbe en S, etc.)**
- **Modélisation des données** : limitée à une représentation déterministe
▷ **modéliser les incertitudes sur les données d'entrée et leur propagation jusqu'aux grandeurs étudiées**
- **Modélisation des consommations** : limitée à une grandeur moyenne, par type de propulsion, indépendante des profils opérationnels réels du type de navire concerné
▷ **modéliser les consommations en fonction de profils opérationnels plus réalistes, par type de navire**
- **Modélisation de la baisse de vitesse** : limitée à une application à l'ensemble des navires en opération
▷ **modéliser les consommations d'énergie selon la vitesse, par types de navires**
- **Modélisation des émissions** : limitée à une grandeur moyenne, par type d'énergie et de source, avec un facteur d'émission constant
▷ **modéliser l'évolution des émissions et prendre en compte les émissions en construction/démantèlement**
- **Modélisation des coûts** : limitée à une grandeur moyenne (construction, retrofit, énergie, dispositif innovant, etc.)
▷ **modéliser l'évolution des coûts et leur variation par technologie, énergie, etc.**
- **Modélisation des scénarios** : limitée à une approche en fore-casting, c'est-à-dire fondée sur la définition de paramètres du scénario les plus réalistes et sur le constat des effets sur les grandeurs suivies
▷ **modéliser en back-casting** (définir un objectif sur les données de sortie – en termes d'émissions, de consommation d'énergie, de réglementation, etc. –, définir des intervalles de variation des paramètres, et définir les variables d'entrée afin de déterminer les paramètres de façon optimale au regard des objectifs recherchés)

Modéliser l'empreinte carbone de la construction de navires



Prise en compte des émissions sur l'ensemble du cycle de vie du navire : actuellement dans le modèle, possibilité de modéliser la construction de navires additionnels afin de compenser les pertes de capacité de transport (baisse de vitesse, diminution des volumes utiles) – mais sans prendre en compte les émissions liées à cette construction

▷ **modéliser les émissions à la construction et au démantèlement**



Les limites actuelles des hypothèses du scénario de référence

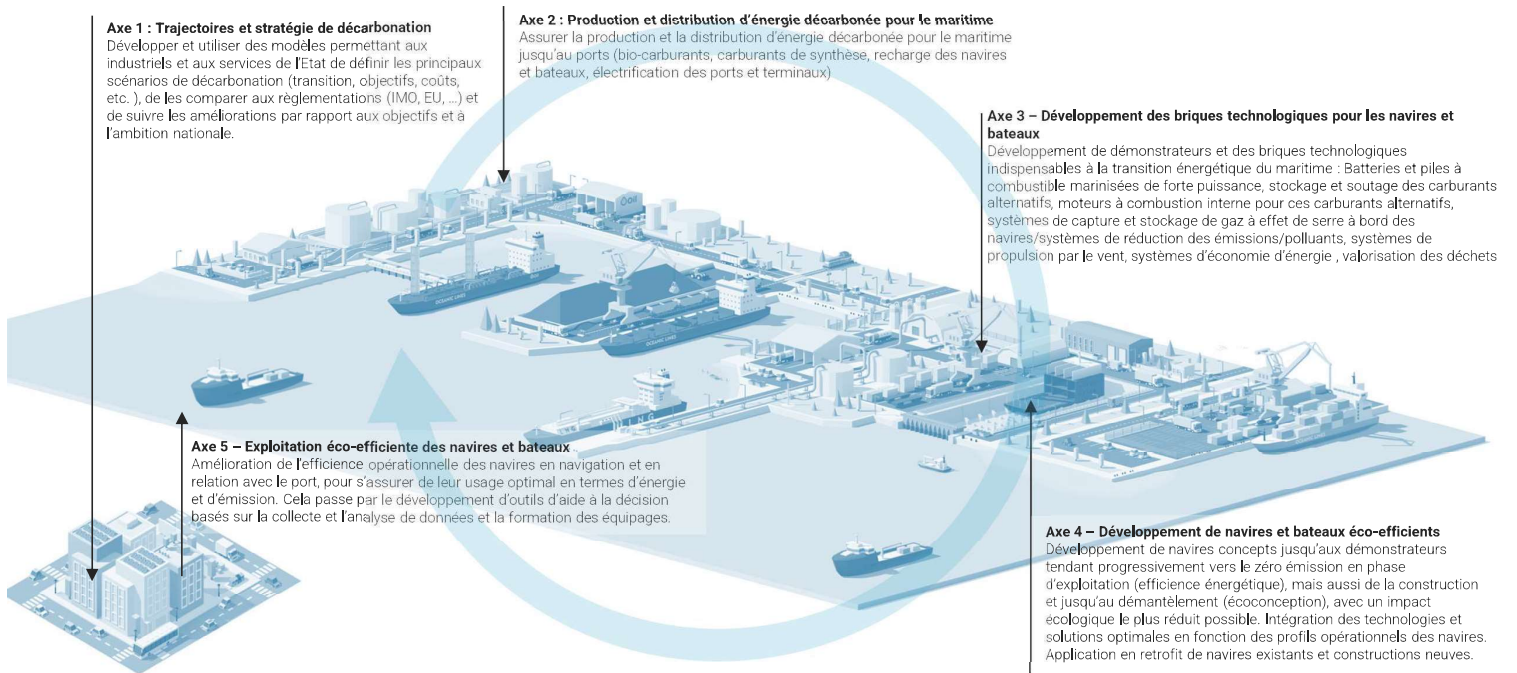
- **Quantité d'énergie à décarboner** : 27,7 TWh correspondent à l'énergie moyenne des soutes suivies par le CITEPA entre 2017 et 2019 – à laquelle est ajouté 3,5 TWh de GN actuellement non comptabilisé par le CITEPA. L'estimation de cette énergie est sans doute très conservatrice – d'autres estimations sont possibles
 - En prenant en compte la part du maritime Français dans le reporting MRV : **51,9 TWh** ;
 - En prenant en compte la part du PIB Français dans l'économie européenne : **76,0 TWh**.
- **Croissance de l'énergie à décarboner** : compte tenu du taux de dépendance de la France au soutage international (80%) et de possibles raréfactions d'énergie décarbonées – conduisant à des choix – il conviendrait sans doute de prendre en compte un rapatriement possibles de soutes en France , par exemple avec une valeur de l'ordre de **1,5%**.
- **Gains en consommation et en émissions** : les gains en consommation et en émissions retenus dans le scénario de référence sont ambitieux et optimistes. À ce jour, certaines performances annoncées autour de dispositif de réduction de la consommation et des émissions restent à consolider.
- **Besoin en énergie** : atteindre les objectifs de décarbonation du maritime selon le scénario de référence suppose un accès aux bio-carburants et e-carburants. Pour que leur usage contribue significativement à la réduction des émissions, il est nécessaire de les produire avec de l'électricité décarbonée : les besoins estimés au niveau national sont conséquents !

	Besoin en électricité décarbonée	Nombre de réacteurs nucléaires (type Civaux – production annuelle de référence : 11 TWh)	Nombre de champs éoliens (type Saint Nazaire – Production annuelle de référence : 1,5 TWh)
2030	3,1 TWh	0,3	2,2
2040	30,4 TWh	2,9	21,1
2050	43,5 TWh	4,2	30,5

CAP 2050, un projet structurant pour la filière

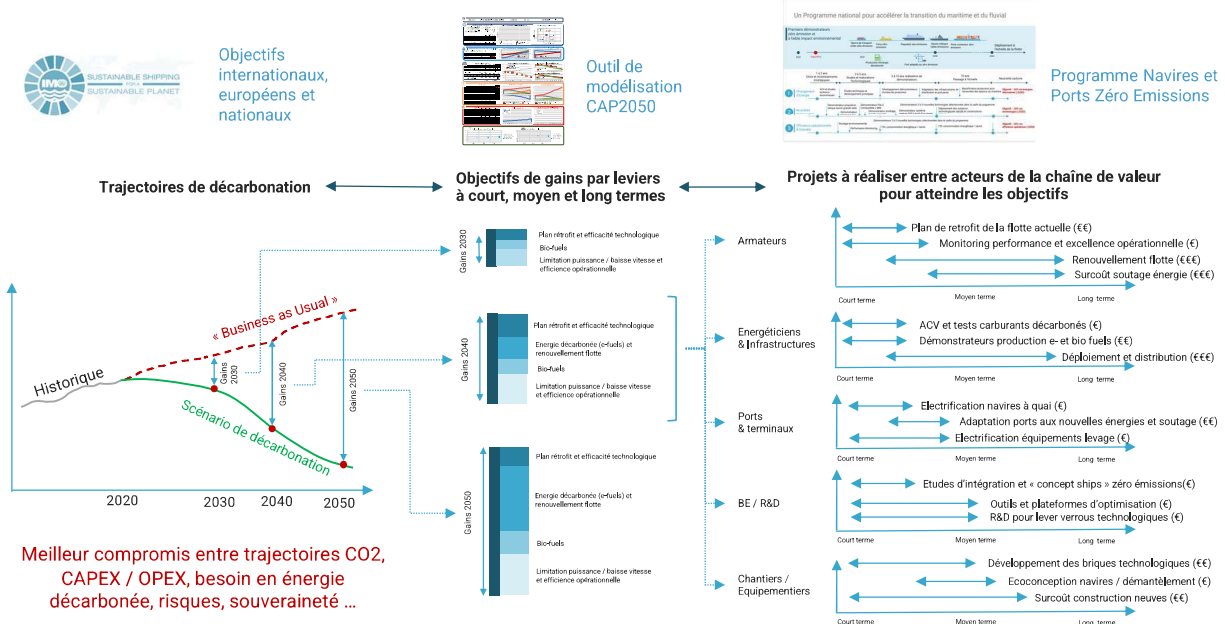
Programme « Navires et Ports Zéro Emissions »

Première ébauche autour 5 axes principaux, réalisée par les acteurs dans le cadre de TE2M et de la mise en place de MEET2050



Une méthode pour mettre en place et coordonner le Programme

Des trajectoires à des objectifs et à un plan industriel mobilisant l'ensemble des acteurs de la filière pour les atteindre



CAP 2050, un des premiers projets portés par MEET 2050

Projet CAP2050 pour fiabiliser les données liées à la transition énergétique et développer un modèle de transition capable d'évaluer et de comparer plusieurs scénarios en termes d'émissions, d'énergie consommée et primaire, de coût. La première version de l'outil développée par l'Equipe projet MEET2050 est utilisée par la DGAMPA et le CGDD pour les arbitrages nationaux d'énergie décarbonée. Il servira à modéliser l'impact des différentes solutions de décarbonation par segment de flotte et à suivre les avancés réalisées.



CAP2050 – Axe 1 – Projet P1

Objectifs : Développer un modèle de la transition énergétique et de trajectoires. Mettre en commun les données existantes et produire les données manquantes pour alimenter le modèle. Analyser des scénarios de décarbonation (en termes de réduction d'émissions, de besoins en énergie décarbonée, coûts d'investissements et d'opérations, etc.).

Montage du projet

- Equipe projet MEET2050
- Une vingtaine d'acteur industriels contributeurs au financement du projet
- Académiques/centres d'expertise : Ecole Centrale de Nantes, CEA, IFPEN, IRT System-X

Livrables principaux :

- Modèles de transitions (version simplifiée, version élaborée) ;
- Documents d'analyse de scénarios (étude détaillée à destination des partenaires, synthèse à des fins de dissémination).

Budget : 750 k€

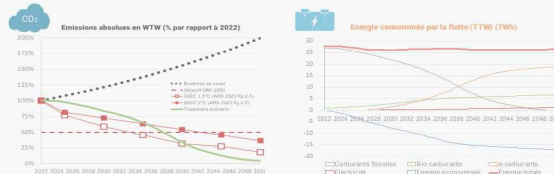
Financements privés et publics : 400 k€ et 350 k€

Durée : 18-24 mois

Apport de l'équipe projet MEET2050



- Développement du premier modèle¹
- Comparaison du modèle aux autres modèles développés par les filières industrielles (EDF) ou de mobilité : automobile (IRT System X et IFPEN), aéronautique (ONERA)
- Validation du modèle par rapport à d'autres modèles maritimes
- Réalisation de scénarios pour la DGAMPA et le CGDD pour les arbitrages énergétiques nationaux (notamment quotas de bio et e-carburants pour le maritime national)
- Rédaction du scope of work et autres éléments pour la mise en place du projet
- Organisation d'un Webinar avec les Pôles Mer et le soutien d'ADF, de la DGAMPA ...
- Engagement d'une vingtaine de partenaires pour financer et contribuer au développement d'un outil de référence de la filière maritime nationale



¹ Sur la base de modèles développés dans d'autres industries et du modèle de CMA CGM pour sa flotte

Merci de votre attention !
Questions ?



MARITIME ENERGY AND ENVIRONMENTAL TRANSITION 2050

Remerciements

Les auteurs remercient Michel Ardohain, Romain Cazzato, Caroline Neuman et Emmanuel Vuillerme (DGAMPA), Philippe Cauneau (ADEME), Antoine-Comte Bellot (CGDD) et Frédéric Moncany de Saint-Aignan (CMF) pour la confiance témoignée aux équipes MEET 2050 dans le travail de développement de l'outil CAP 2050 et ses applications aux travaux de la feuille de route de décarbonation du maritime, ainsi que pour leur relecture de l'article ATMA 2023.