



Accompagner le développement des navettes maritimes

Enjeux relatifs aux orientations des politiques nationales pour le climat et la préservation de la biodiversité

Novembre 2025



Le Cerema est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la cohésion des territoires, présent partout en métropole et dans les Outre-mer grâce à ses 26 implantations et ses 2400 agents.

Détenteur d'une expertise nationale mutualisée, le Cerema accompagne l'État et les collectivités territoriales pour la transition écologique, l'adaptation au changement climatique et la cohésion des territoires par l'élaboration coopérative, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques d'aménagement et de transport.

Doté d'un fort potentiel d'innovation et de recherche incarné notamment par son institut Carnot Clim'adapt, le Cerema agit dans 6 domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

Site web : www.cerema.fr

NOTE D'ENJEUX RELATIVE AUX ORIENTATIONS DES POLITIQUES NATIONALES POUR LE CLIMAT ET LA PRÉSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ

ACTION PTM-MED-05 – Accompagner le développement des navettes maritimes, connectées avec le réseau de transport en commun, pour favoriser l'accès aux plages et pôles urbains, et répondre au flux touristique en saison

Commanditaire : Direction Interrégionale de la Mer Méditerranée

Autrice principale du rapport

Anaëlle PITOISSET –Groupe Evaluation des Systèmes de Transport – Département Mobilités
Tél. : +33(0)7 62 23 10 27
Courrier : anaelle.pitoiset@cerema.fr
Direction territoriale Méditerranée Pôle d'activités Les Milles – 30 avenue Albert Einstein, 13290 Aix-en-Provence

Contributeurices

Nom	Service
Hélène MAYOT	Dtermed / DTVB / TERR
Céline TRMAL	Dtermed / DRN / RIL
Marion LABAINVILLE	Dtermed / DRN / RT

Relecteurs

Nom	Service
Olivier TROULLIOUD	Dtermed / DMOB / EST
Valérie BUTTIGNOL	Dtermed / DMOB / EST
Sandrine ROUSIC	Dtermed / DTVB / AU
Julie IDOUX	DIRM Méditerranée / Mission Coordination
Charlotte MUCIG	DIRM Méditerranée / Mission Coordination
Stéphane VASSEUR	DIRM Méditerranée / DSM / CSN

Validation

Nom	Fonction	Date	Visa
Valérie BUTTIGNOL	Dtermed / DMOB / Cheffe du groupe EST	05/09/2025	VB

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
V1	23/08/2024	Version consolidée (enjeux climat sous l'angle des émissions GES) pour relecture et complément (enjeux adaptation des transports littoraux au changement climatique et préservation de la biodiversité).
V2	07/11/2024	Version complétée avec les enjeux de biodiversité et d'adaptation au changement climatique et prenant en compte les remarques de la DIRM (retour de sa relecture par mail du 24/10/2024)
V3	20/12/2024	Version mise à jour pour intégrer la révision de différents documents de politiques publiques et relecture interne Cerema.
V4	07/05/2025	Ajout d'une synthèse de la note d'enjeux.
V5	01/09/2025	Mise en forme définitive et prise en compte des remarques de l'ADEME reçues le 09/07/2025.
V6	13/11/2025	Intégration des remarques de la DIRM Méditerranée reçues le 16/10/2025 suite à sa relecture et à l'échange téléphonique du 12/11/2025

STATUT DE COMMUNICATION DE L'ÉTUDE

- ☒ Accès libre : document accessible au public sur internet
- ☐ Accès restreint : document accessible uniquement aux agents du Cerema
- ☐ Accès confidentiel : document non accessible

Cette étude est capitalisée sur la plateforme documentaire CeremaDoc, via le dépôt de document :

<https://doc.cerema.fr/depot-rapport.aspx>

CONTEXTE ET OBJET DE L'ÉTUDE

La présente note d'enjeux s'inscrit dans le cadre de la convention entre la Direction Interrégionale de la Mer (DIRM) Méditerranée et le Cerema relative à la mise en œuvre de l'action PTM-MED-05 « Accompagner le développement des navettes maritimes, connectées¹ avec le réseau de transport en commun, pour favoriser l'accès aux plages et pôles urbains, et répondre au flux touristique en saison » telle qu'inscrite au Plan d'action du Document Stratégique de Façade Méditerranée adopté le 28 avril 2022.

La mission confiée au Cerema étudie l'opportunité de développement des navettes maritime en Méditerranée (Provence-Alpes-Côte d'Azur, Occitanie, Corse). Elle prend en compte les besoins de mobilité de tous les publics (actifs, résidents, scolaires, touristes, etc.). L'étude détaille la pertinence des navettes maritimes à la fois estivales pour désengorger le réseau routier et aussi permanentes à l'année pour répondre à la mobilité du quotidien.

La mission du Cerema est structurée en trois volets :

- Volet 1 : Benchmark sur les innovations en matière de navettes maritimes ;
- Volet 2 : Etat des lieux des services de navettes maritimes permanentes et estivales sur la façade méditerranéenne ;
- Volet 3 : Identification et étude de liaisons de navettes maritimes (permanentes ou estivales) pertinentes sur la façade Méditerranéenne.

Le volet 3 comprend trois phases :

- **Phase 1 : Note d'enjeux relative aux orientations des politiques nationales pour le climat et la préservation de la biodiversité ;**
- Phase 2 : Identification des liaisons de navettes maritimes opportunes ;
- Phase 3 : Etude des liaisons de navettes maritimes opportunes.

La note d'enjeux relative aux orientations des politiques nationales pour le climat et la préservation de la biodiversité fait l'objet du présent rapport. Elle constitue un document autoporteur, intégré à l'étude globale.

Ce rapport aborde les enjeux relatifs aux thématiques suivantes :

- **Les émissions de gaz à effet de serre et la décarbonation des transports ;**
- **L'adaptation des infrastructures de transport littorales aux effets du changement climatique dont la hausse du niveau de la mer ;**
- **La préservation de la biodiversité.**

Les objectifs de ce rapport sont d'exposer les enjeux environnementaux et climatiques qui doivent être mis en perspective avec la pertinence de développer des liaisons de navettes maritimes. Il nourrira utilement la stratégie de façade dédiée aux navettes maritimes dont la Mission de coordination de la DIRM assurera l'élaboration en parallèle.

La note d'enjeux s'appuie sur un travail de recherches bibliographiques. Elle en constitue une synthèse pour présenter les principaux enjeux stratégiques et documents de référence (en vigueur à date) sur lesquels s'appuient les grandes politiques publiques pour le climat et la préservation de la biodiversité. Elle se concentre sur les politiques publiques en matière d'atténuation et d'adaptation au changement climatique dans le secteur des transports et sur leur déclinaison au transport maritime et/ou sur le littoral méditerranéen.

A partir de cette base bibliographique, elle analyse la pertinence de développer des liaisons maritimes sur la façade Méditerranée en identifiant différents contextes d'opportunités spécifiques au développement d'un service de transport quotidien par navettes maritimes et les leviers de décarbonation applicables.

¹ Comprendre « intégrées » au réseau de transports en commun.

SYNTHÈSE

La note d'enjeux relative aux orientations des politiques nationales pour le climat et la préservation de la biodiversité (phase 1 du volet 3 de la mission Cerema) s'appuie sur un travail de recherches bibliographiques et de synthèse pour présenter les principaux enjeux stratégiques et documents de référence à date sur lesquels s'appuient les grandes politiques publiques pour le climat. Elle se concentre sur les politiques publiques en matière d'atténuation et d'adaptation au changement climatique dans le secteur des transports et de préservation de la biodiversité et sur leur déclinaison au transport maritime et/ou sur le littoral méditerranéen. A partir de cette base bibliographique, elle analyse la pertinence de développer des liaisons maritimes sur la façade Méditerranée en identifiant différents contextes d'opportunités spécifiques au développement d'un service de transport quotidien par navettes maritimes et les leviers de décarbonation applicables.

LE CONTEXTE CLIMATIQUE

Historique des émissions de GES en France et zoom sur le secteur des transports

Depuis 1990, les émissions de GES de la France sont en baisse à l'exception de celles du secteur des transports (dont sont exclus les transports internationaux aériens, maritimes et fluviaux), 1er secteur émetteur de GES (131 MtCO₂e en 2022, soit environ un tiers des émissions de la France), dont contribue principalement le transport routier (94 % en 2022).

Selon l'Organisation Maritime Internationale (OMI), les émissions mondiales du transport maritime, en hausse, s'élèveraient à 1 076 Mt (2,9 % des émissions mondiales) en 2019, dont contribuent principalement les grands navires. En France, le transport maritime compte pour 8,3 Mt de CO₂e en 2019 (2,7 Mt de CO₂e pour la part domestique et 5,6 Mt de CO₂e pour la part internationale).

Rétrospective des engagements de l'Etat pour le climat depuis 2015 et zoom sur le transport maritime

Depuis les Accords de Paris sur le Climat de 2015, la mise en œuvre de l'action en faveur du climat s'est accélérée (renforcement des actions et révision régulière des stratégies de long terme, de plus en plus ambitieuses). Les mesures et objectifs portant sur la mobilité de personnes sont essentiellement axés sur le transport routier, entre les alternatives à l'usage de la voiture et l'évolution du parc roulant (loi LOM, loi Climat et Résilience, SNBC, Planification Ecologique, ...).

Des réglementations de plus en plus ambitieuses et exigeantes ont été fixées pour le transport maritime aux niveaux international (Stratégie sur la réduction des émissions de GES par les navires de l'OMI), européen (Pacte vert pour l'Europe) et national (SNML), dans le prolongement de l'Accord de Paris sur le Climat. Les objectifs réglementaires ciblent toutefois principalement les grands navires du transport international.

LES ENJEUX STRATÉGIQUES POUR LE CLIMAT ET LA BIODIVERSITÉ

Politiques publiques nationales	Déclinaison au transport maritime/ littoral méditerranéen
Atténuation au changement climatique	
<p>Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) : feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objectif de neutralité carbone (Zéro émission nette) à horizon 2050, avec des objectifs de réduction des émissions de GES à court-moyen termes (budgets-carbone) • Orientations dans tous les secteurs d'activité • En cours de révision • Secteur des transports • 2 familles de leviers d'action à combiner : la sobriété (maîtrise de la demande de transport, report modal et optimisation du taux de remplissage des véhicules) et le progrès technologique (efficacité énergétique des véhicules et intensité carbone de l'énergie) <p>La Planification Ecologique : traduction des enjeux stratégiques en actions opérationnelles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un plan d'action multithématique et territorialisé pour poursuivre les engagements de l'Etat pour le Climat • Le volet mobilité de personnes axé sur la voiture électrique, le report modal et le covoiturage <p>Zéro Artificialisation Nette (ZAN) : limiter autant que possible et compenser la consommation de nouveaux espaces</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2030 : objectif de diviser par deux le rythme d'artificialisation • 2050 : objectif d'artificialisation nette nulle 	<p>Transport maritime et fluvial entièrement décarboné pour les émissions domestiques à horizon 2050 et décarboné à 50 % pour les soutes internationales dans la SNBC 2</p> <p>Des documents stratégiques spécifiques au secteur maritime déclinant les grandes orientations internationales et nationales, mais qui ciblent peu le segment des navettes maritimes (transport de passagers courte distance) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stratégie de l'OMI sur la réduction des émissions de GES provenant des navires • Stratégie Nationale Mer et Littoral • Stratégie Nationale Portuaire • Feuille de route de décarbonation de la filière maritime • Document Stratégique de Façade • Etc. <p>Principaux leviers d'actions identifiés : gains d'efficacité énergétique, fourniture d'offres d'avitaillement en carburants alternatifs dans les ports</p> <p>Une décarbonation complexe du secteur maritime :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'hétérogénéité de la flotte • Une diversité de leviers à combiner selon le segment de flotte et le profil d'usage du navire • Niveaux de maturité des leviers encore bas, ou à des capacités trop faibles pour les besoins du maritime • Besoins en énergies décarbonées significatifs, avec des compétitions d'usage avec d'autres secteurs industriels ou de mobilité

Adaptation au changement climatique

Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) sur la base du scénario à +3°C de réchauffement au niveau mondial en 2100, soit **+4°C en France** :

- **Référence pour les politiques et les actions d'adaptation au changement climatique**, à intégrer pour toutes les études de vulnérabilité face au changement climatique sur le territoire français
- Alimente la 3ème version du PNACC

Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) 3 axé sur :

- **Protéger la population**
- **Assurer la résilience des territoires**, des infrastructures et des services essentiels
- **Adapter les activités humaines** : assurer la résilience économique et la souveraineté alimentaire, économique et énergétique de notre pays à + 4°C
- **Protéger notre patrimoine** naturel et culturel

2 principaux types d'aléas littoraux sur la façade méditerranéenne : la **submersion marine et le recul du trait de côte**

Hausse du niveau moyen de la Mer Méditerranée en accélération

Conséquences sur les infrastructures de transport littorales :

- La hausse du niveau de la mer augmente l'occurrence des submersions marines à exploitation de certaines infrastructures littorales routières ou portuaires difficiles voire **coupures / inondations / inutilisables temporairement**
- Recul du trait de côte, érosion marine et choc de mécaniques des vagues à **fortes dégradations** possibles en front de mer
- **Structures fragilisées** par l'eau salée et **coût d'entretien élevé**

Préservation de la biodiversité

Principaux enjeux identifiés notamment dans la **Stratégie Nationale pour la Mer et le Littoral (SNML)** :

- **Limiter l'artificialisation**
- **Maîtriser la sur-fréquentation des sites naturels**
- **Limiter le dérangement des espèces**
- **Limiter la pollution liée à l'exploitation des navettes**

Objectifs de préservation de la biodiversité identifiés à différents niveaux :

- À l'échelle des façades maritimes : **Document Stratégique de Façade**
- Localement : **Charte des Aires Marines Protégées**

LA PLACE DES NAVETTES MARITIMES DANS LA LUTTE POUR LE CLIMAT ET LA PRÉSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ

Caractéristiques et cadre d'un service de navettes maritimes

Les navettes maritimes constituent un service de transport collectif de passagers par voie d'eau qui assure la liaison entre deux points plus ou moins rapprochés, avec ou sans arrêt intermédiaire, selon un horaire publié et une régularité ou fréquence identifiable. Elles se caractérisent par un service fiable et régulier (hors périodes d'aléas climatiques), un attrait touristique et de loisirs et une grande diversité de navires.

Leur usage dépend notamment des zones de chalands des arrêts desservis et de leurs activités, du niveau de service et de la place du service de navettes dans le réseau de transport, et du temps de traversée, conditionné par les temps d'accostage et d'arrêt en station.

Elles sont encadrées réglementairement par le Code des Transports et l'arrêté du 23/11/1987. Les exigences réglementaires sont graduées selon différents facteurs : longueur du navire, matériau de construction, vitesse d'exploitation, transport combiné de roulants et passagers, navigation nationale ou internationale, etc.

Des opportunités spécifiques pour le développement de navettes maritimes en lien avec les politiques publiques pour le climat et la préservation de la biodiversité

- **Offrir une alternative à la voiture, complémentaire aux TC terrestres :** Réduire le trafic routier et ses impacts en termes de GES, offrir un niveau de service performant par rapport au service routier, développer les transports en commun en complémentarité ou renforcement de l'offre TC existante
- **Adapter les infrastructures de transport littorales au changement climatique :** Proposer une solution de mobilité efficiente face à la vulnérabilité des infrastructures de transport sur le littoral, aux phénomènes marins
- **Préserver la biodiversité :** Limiter l'artificialisation des sols (infrastructures portuaires), et réguler la fréquentation des sites / encadrer l'accès à des sites naturels ou des territoires insulaires

Les leviers de décarbonation mobilisés par les navettes maritimes

- **La sobriété** avec le report modal vers un mode de transports collectifs
- **Le progrès technologique**, à travers la recherche de gains d'efficacités énergétiques et la réduction du contenu du CO2 de l'énergie consommée par les navettes maritimes sur l'ensemble du cycle de vie, en assurant une production et un acheminement propres d'énergie bas carbone et en développant des infrastructures portuaires d'approvisionnement en carburants raisonnés

SOMMAIRE

CONTEXTE ET OBJET DE L'ÉTUDE	4	4. LA DÉCLINAISON DES ENJEUX STRATÉGIQUES POUR LA BIODIVERSITÉ DANS LE TRANSPORT MARITIME	38
SYNTHÈSE.....	5	4.1. La Stratégie Nationale pour la Mer et le Littoral.....	38
Le contexte climatique.....	5	4.2. Le Document Stratégique de Façade.....	39
Les enjeux stratégiques pour le climat et la biodiversité.....	6	4.3. Charte des Aires Marines Protégées.....	40
La place des navettes maritimes dans la lutte pour le climat et la préservation de la biodiversité.....	8	4.4. Synthèse des impacts générés par le transport maritime sur la biodiversité....	41
INTRODUCTION	10	5. LA DÉCLINAISON DES ENJEUX STRATÉGIQUES D'ADAPTATION DES TRANSPORTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE LITTORAL MÉDITERRANÉEN	43
1. CONTEXTE CLIMATIQUE DE LA FRANCE.....	11	5.1. Les aléas littoraux.....	43
1.1. Des émissions de GES en baisse depuis 1990 à l'exception du secteur des transports	11	5.2. La hausse du niveau moyen de la mer Méditerranée.....	45
1.2. Rétrospective des engagements climatiques depuis 2015.....	12	5.3. Les conséquences sur les infrastructures de transport littorales.....	46
2. LES ENJEUX STRATÉGIQUES POUR LE CLIMAT.....	16	6. FOCUS SUR L'ACTION PTM-MED-05 ET LE DÉVELOPPEMENT DES NAVETTES MARITIMES SUR LA FACADE MÉDITERRANÉE.....	47
2.1. La Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) : un pilier des politiques d'atténuation et de planification écologique.....	16	6.1. Les navettes maritimes : un service de transport en commun de passagers par voie d'eau.....	47
2.2. Limiter l'artificialisation : un levier pour la protection de la biodiversité.....	22	6.2. Le cadre réglementaire des navettes maritimes.....	50
2.3. Le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) : enjeu d'adaptation des transports face à la hausse du niveau marin.....	23	6.3. Des opportunités spécifiques en lien avec les politiques publiques pour le climat et la préservation de la biodiversité.....	51
3. LA DÉCLINAISON DES ENJEUX STRATÉGIQUES D'ATTÉNUATION DANS LE TRANSPORT MARITIME	25	6.4. Les leviers de décarbonation mobilisés par les navettes maritimes.....	53
3.1. La Stratégie Nationale Bas Carbone.....	25	7. ANNEXES	54
3.2. La Stratégie révisée de l'OMI sur la réduction des émissions de GES provenant des navires.....	25	7.1. Synthèse des principaux jalons français récents pour le climat.....	54
3.3. La Stratégie Nationale pour la Mer et le Littoral	26	7.2. Synthèse des principales dispositions climatiques fixées pour le transport maritime.....	58
3.4. La Stratégie Nationale Portuaire.....	27	7.3. Les carburants marins alternatifs.....	61
3.5. La feuille de route de décarbonation de la filière maritime	28	8. BIBLIOGRAPHIE	63
3.6. Le Document Stratégique de Façade Méditerranée.....	37		

INTRODUCTION

Depuis le XIX^{ème} siècle, les sociétés humaines ont considérablement accru la quantité de gaz à effet de serre (GES) présents dans l'atmosphère. En conséquence, le climat se réajuste par un réchauffement de la surface terrestre. Dans son 6^{ème} rapport d'évaluation (mars 2023), le GIEC rappelle que les émissions de GES dues aux activités humaines ont réchauffé le climat à un rythme sans précédent : la température de la surface du globe s'est élevée d'1,1 °C sur la période 2011–2020, par rapport à la période de référence 1850–1900. Les scénarios socio-économiques montrent que le niveau de réchauffement global de +1,5°C par rapport à l'ère préindustrielle sera atteint dès le début des années 2030, et ce quels que soient les efforts de réduction immédiate des émissions mondiales de CO₂.

Les impacts du changement climatique, déjà visibles, sont multiples et s'accroissent au fur et à mesure du réchauffement mondial : vagues de chaleur plus fréquentes et intenses, sécheresse accrue, événements climatiques extrêmes plus fréquents (ouragans, vagues de froid intense, etc.), fonte des glaciers, montée des océans, etc.

Par ailleurs, comme pour le changement climatique, la responsabilité humaine dans le déclin de la biodiversité est bien établie. Les évaluations récentes des écosystèmes ont identifié cinq grands types de pressions humaines comme causes principales de la dégradation de la biodiversité, qui sont par ordre d'importance : la destruction et l'artificialisation des milieux naturels ; la surexploitation des ressources naturelles et le trafic illégal d'espèces ; le changement climatique global ; les pollutions des océans, eaux douces, sol et air ; l'introduction d'espèces exotiques envahissantes.

¹https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf

²Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat ou GIEC (en anglais Intergovernmental panel on climate change ou IPCC) est un organisme intergouvernemental chargé d'évaluer l'ampleur, les causes et les conséquences du changement climatique en cours

³Source : Communiqué de presse « Le dangereux déclin de la nature : Un taux d'extinction des espèces « sans précédent » et qui s'accroît », Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), 05/05/2019.

Dans ce contexte, la France s'est engagée dans la préservation de la biodiversité et dans la lutte contre le changement climatique, à travers plusieurs leviers :

- Des politiques publiques d'atténuation, c'est-à-dire des actions qui visent à réduire les causes du changement climatique, et donc les émissions de GES ;
- Des politiques publiques complémentaires d'adaptation, qui agissent sur les conséquences du changement climatique, de manière à anticiper les impacts à attendre du changement climatique, à limiter leurs dégâts éventuels en intervenant sur les facteurs qui contrôlent leur ampleur et à profiter des opportunités potentielles.

Gaz à effet de serre

Gaz d'origine naturelle (vapeur d'eau) ou anthropique (liée aux activités humaines) absorbant et réémettant une partie des rayons solaires (rayonnement infrarouge), phénomènes à l'origine de l'effet de serre. Les gaz à effet de serre jouent un rôle important dans la régulation du climat.

Les principaux gaz à effet de serre (GES) liés aux activités humaines sont, par ordre d'importance (source rapport SECTEN, 2023) :

- Le **dioxyde de carbone** (CO₂), contribuant à 76 % en 2021 aux émissions de GES de la France ;
- Le **méthane** (CH₄), contribuant à 15 % en 2021 aux émissions de GES de la France ;
- Le **protoxyde d'azote** (N₂O), contribuant à 6 % en 2021 aux émissions de GES de la France ;
- Les **gaz fluorés**, dont principalement le hydrofluorocarbure (HFC), ne représentant que moins de 3% des émissions de GES.

Les émissions de ces gaz sont exprimées en **CO₂e** de manière à tenir compte de leur pouvoir de réchauffement global (PRG) propre à 100 ans respectif. Le PRG traduit l'impact sur le climat d'un gaz à effet de serre en comparaison au CO₂, de PRG égal à 1.

1. CONTEXTE CLIMATIQUE DE LA FRANCE

1.1. DES ÉMISSIONS DE GES EN BAISSÉ DEPUIS 1990 À L'EXCEPTION DU SECTEUR DES TRANSPORTS

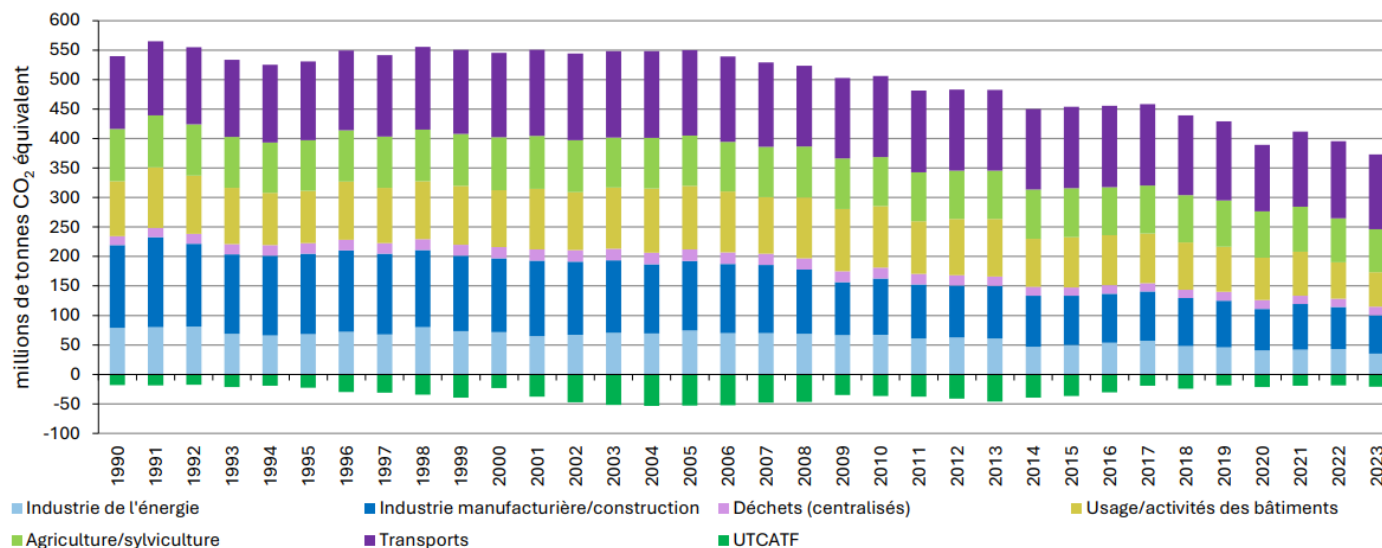
1.1.1. HISTORIQUE DES ÉMISSIONS DE GES EN FRANCE¹

Entre 1990 et 2022, tous secteurs confondus hors secteur UTCATF², les émissions totales de GES en France ont diminué de 27 %, en passant de 539 MtCO₂e en 1990 à 396 MtCO₂e en 2022.

Relativement stables jusqu'en 2005, les émissions totales de GES ont connu une diminution irrégulière jusqu'en 2014, puis une période de lente ré-augmentation entre 2014 et 2017 (moins de 1 % par an)³.

Depuis 2018, les émissions sont de nouveau en baisse⁴, jusqu'à atteindre le niveau le plus bas enregistré en 2020, en raison de l'impact de la crise sanitaire du Covid-19 et des mesures de confinements associées.

En 2021 et en 2022, malgré le rebond post-crise lié à la reprise d'activités (principalement les transports, mais aussi l'industrie, le tertiaire, etc.), les émissions restent inférieures à 2019⁵.



Evolution des émissions dans l'air de CO₂e depuis 1990 en France (Métropole et Outre-Mer UE)
Source : CITEPA, Rapport d'inventaire Secten, 2024

L'évolution observée s'explique à la fois par des **facteurs conjoncturels** (notamment les crises économiques et sanitaires, les fluctuations des conditions climatiques dont la rigueur ou la douceur de l'hiver influençant la production d'électricité et la consommation de chauffage, etc.) et des **facteurs structurels** (évolution du mix énergétique, du parc automobile, des bâtiments, transformation du système productif, des pratiques agricoles, des comportements, etc.), en lien avec les politiques publiques déployées.

¹Source : CITEPA, Rapport d'inventaire Secten, 2024

²Le secteur UTCATF (Utilisation des Terres, Changements d'Affectation des Terres et Forêt) est un puits net de carbone. Cela signifie qu'il génère plus d'absorptions de CO₂ que d'émissions. Il s'agit pour l'instant du seul moyen pour la France de générer des absorptions importantes de CO₂. Fortement à la hausse durant la période 1990-2000, ce puits a fortement baissé, ayant été divisé par deux depuis les années 2010, passant d'environ -40Mt CO₂e en 2015 à environ -20Mt CO₂e. La dynamique de puits de carbone de la forêt française, historiquement responsable de cette croissance du puits, s'amenuise, marquée notamment par des sécheresses et maladies qui entraînent une surmortalité des arbres et une diminution de leur croissance, et par une hausse des récoltes de bois.

³En lien principalement avec la hausse des besoins de chauffage des bâtiments et de la production d'électricité associée, par rapport à l'année 2014, marquée par un hiver particulièrement doux.

⁴Cette baisse s'explique, entre 2017 et 2018, par la baisse des consommations d'énergie du fait d'un hiver doux, d'une hausse de la production d'électricité d'origine hydraulique et d'une plus grande disponibilité du parc nucléaire et entre 2018 et 2019, par la baisse des volumes de fioul consommés dans le résidentiel et des activités de métallurgie des métaux ferreux dans l'industrie, ainsi qu'un moindre recours au charbon dans la production d'électricité, en raison d'une baisse du cours du gaz et d'une hausse du cours des quotas européens de CO₂.

⁵L'effet de la rigueur météorologique a aussi joué, accentuant le rebond des émissions en 2021 et l'atténuant en 2022 en particulier pour les émissions de chauffage des bâtiments résidentiels. La crise énergétique liée à l'invasion russe de l'Ukraine a aussi entraîné une consommation moindre de gaz naturel au cours de l'hiver 2022-2023.

1.12 ZOOM SUR LE SECTEUR DES TRANSPORTS¹

Le secteur des transports², en représentant près d'un tiers des émissions de GES (31 % en 2022), constitue le premier secteur contribuant aux émissions de GES de la France.

Alors que les émissions nationales de GES ont diminué depuis 1990, celles des transports majoritairement générés par le transport routier (94 % en 2022), ont augmenté d'environ 6 % entre 1990 et 2022, en passant de 124 MtCO₂e en 1990 à 131 MtCO₂e en 2022. Le transport est le seul secteur dont les émissions de GES ont cru sur cette période.

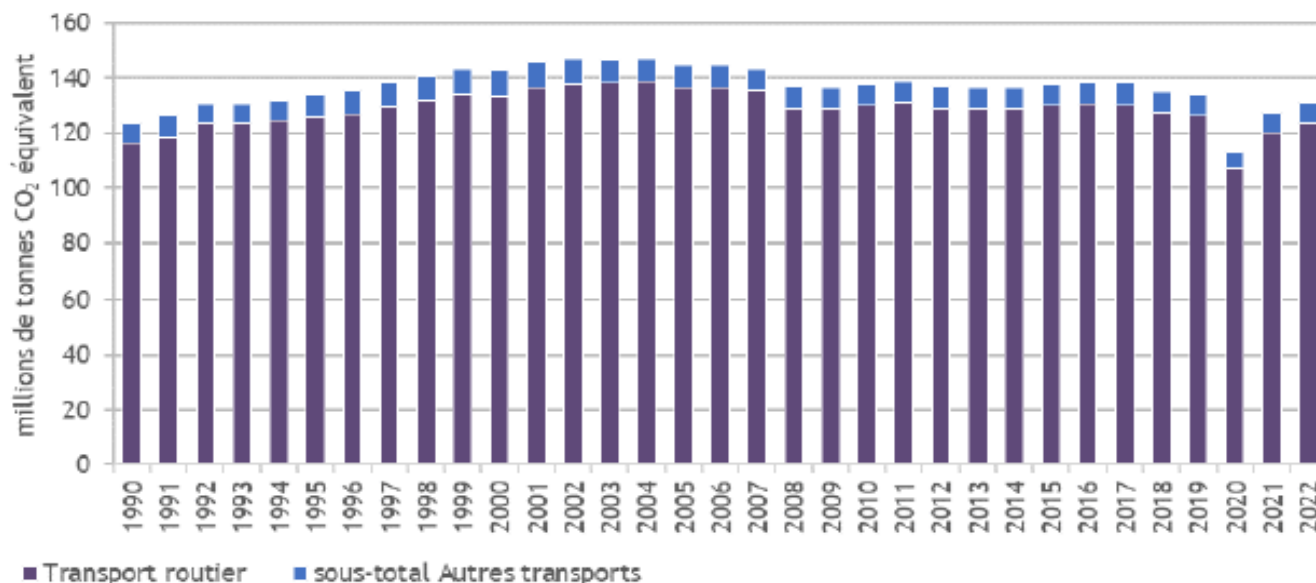
Depuis la fin des années 2000, les émissions de GES du secteur des transports demeurent relativement stables. Cette tendance résulte de la combinaison de facteurs opposés : l'augmentation du parc de véhicules d'un côté, et de l'autre, les effets bénéfiques des biocarburants, des progrès technologiques, du renforcement des normes environnementales européennes, de la modernisation du parc automobile et des politiques de limitation de la vitesse.

Les émissions de GES du transport ont été affectées par des événements exceptionnels, en particulier la crise économique de 2008-2009 et la pandémie de Covid-19 en 2020, cette dernière ayant entraîné une forte diminution liée aux confinements et aux restrictions de déplacements.

¹Sources : CITEPA, Rapport d'inventaire Secten, 2024 et Coalition T2EM : Transition Ecologique et énergétique du maritime à 2050, ADEME, septembre 2023.

²Par convention, les transports internationaux (définis par liaisons entre deux points, l'un en France et l'autre à l'étranger) aériens, maritimes et fluviaux sont exclus du total. Pour le transport routier, les émissions proviennent des véhicules français mais également des véhicules étrangers réalisant du transit international comptabilisés en Métropole.

Les émissions du secteur du transport ne tiennent pas non plus compte de celles liées à la fabrication des véhicules ou à celles des carburants (comptabilisées dans le secteur Industrie manufacturière/ Construction), de même que celles liées à la production d'électricité (comptabilisées dans le secteur Industrie de l'énergie).



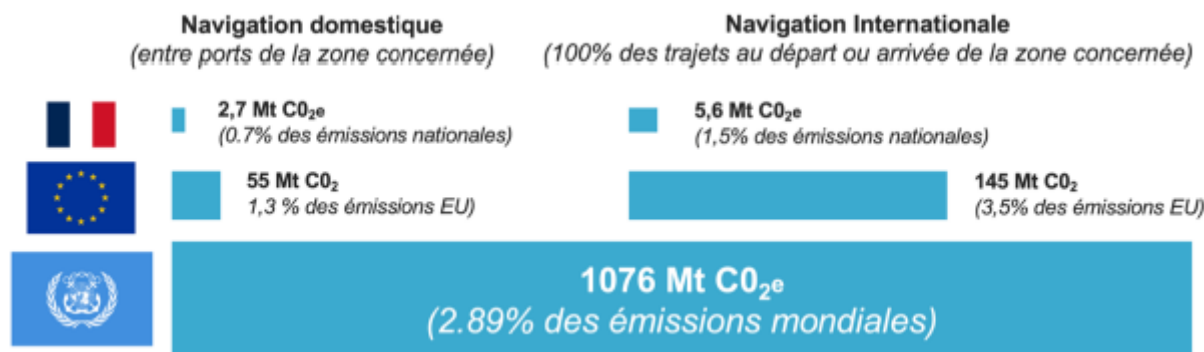
Evolution des émissions dans l'air de CO₂e du secteur des transports depuis 1990 en France (Métropole et Outre-Mer UE)

Source : CITEPA, Rapport d'inventaire Secten, 2024

L'Organisation Maritime Internationale (OMI) évalue les émissions mondiales du transport maritime en CO₂e à 1076 Mt (2,9 % des émissions mondiales) en 2019. Pour comparaison, en 2012, elles s'élevaient à 977 Mt CO₂e, soit une augmentation de près de 10%.

Bien que le maritime représente le moyen de transport le plus efficient en termes énergétiques¹, ses émissions annuelles sont très importantes (équivalent de la 6^{ème} place parmi les pays les plus émetteurs de GES) du fait des volumes gigantesques transportés.

En France, le transport maritime compte pour 8,3 Mt de CO₂e en 2019 : 2,7 Mt de CO₂e pour la part domestique incluse dans le total national hors UTCATF du rapport Secten et 5,6 Mt de CO₂e pour la part internationale (exclue du total national hors UTCATF).



Emissions du transport maritime, comptabilisées par la France, l'Union Européenne et l'Organisation Maritime Internationale en 2018/2019²

Source : Coalition T2EM : Transition Ecologique et énergétique du maritime à 2050, ADEME, septembre 2023

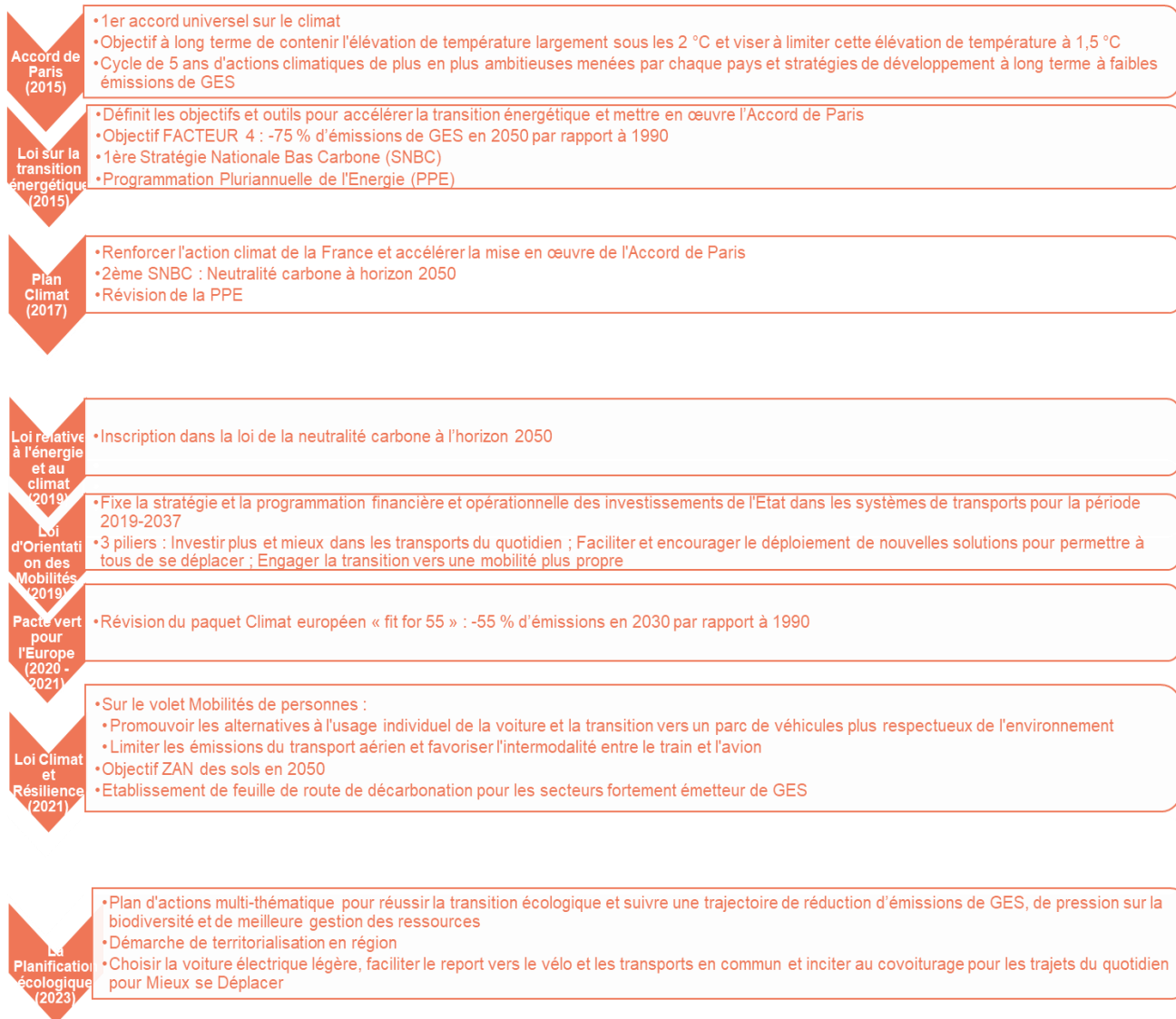
Dans le transport maritime, les contributeurs majoritaires aux émissions mondiales sont les navires de plus de 5 000 tjb (tonneaux de jauge brute, unité de mesure de la capacité de transport). Les porte-conteneurs, vraquiers et navires-citernes, qui représentent plus de 90 % du transport international (en part de la jauge brute totale), comptent pour près de 80 % des émissions mondiales de CO₂.

¹D'après Coalition T2EM : Transition Ecologique et énergétique du maritime à 2050 (ADEME, septembre 2023, p.25-26), le maritime est 15 à 20 fois moins émetteur de CO₂ que le fret routier à la tonne transportée par kilomètre et 50 à 100 fois moins émetteur que l'aérien.

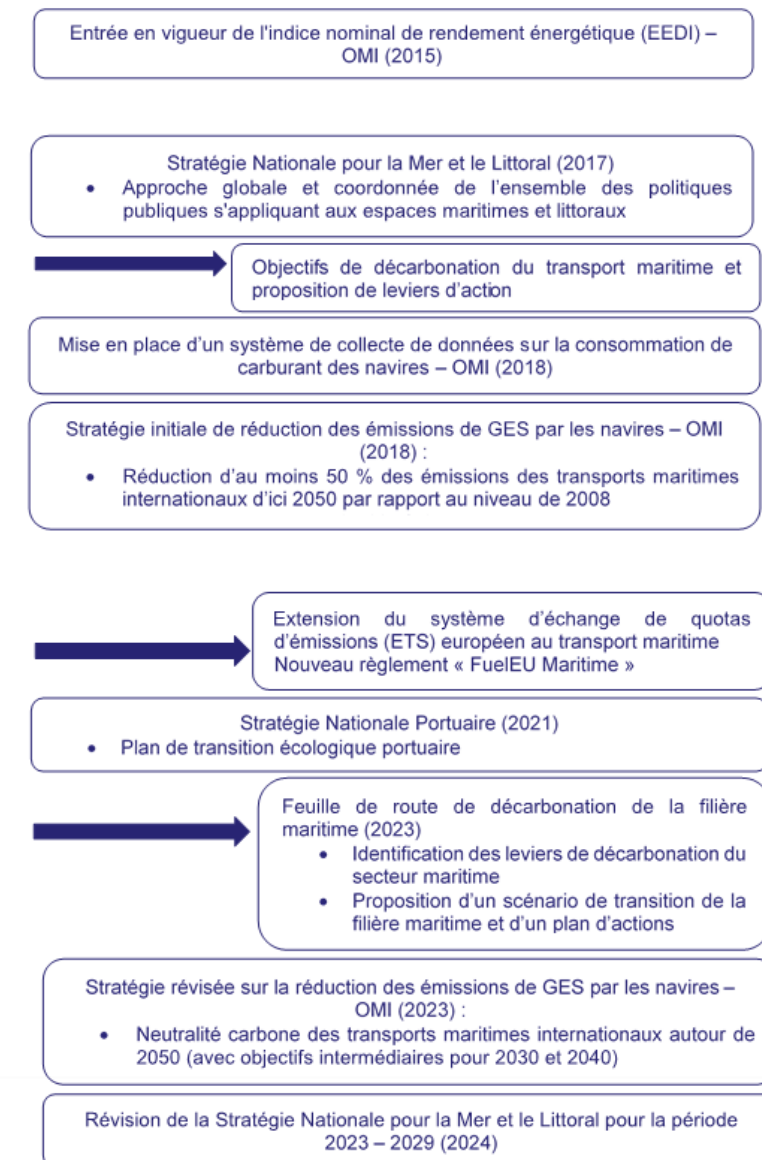
²A noter les limites suivantes : Les données pour la France et l'Union européenne correspondent à 2019, les données à l'internationale à 2018 ; les émissions françaises et internationales sont exprimées en CO₂e et les émissions européennes en CO₂.

1.2 RÉTROSPECTIVE DES ENGAGEMENTS CLIMATIQUES DEPUIS 2015

Rétrospective des engagements de l'Etat pour le climat depuis 2015



Principaux objectifs et mesures climatiques fixés pour le transport maritime (internationaux, européens et nationaux)



Synthèse des engagements climatiques et zoom sur le secteur maritime
Source : Cerema

La figure précédente souligne l'**accélération de la mise en œuvre de l'action en faveur du Climat** depuis les Accords de Paris sur le Climat de 2015, qui se traduit par un renforcement des actions et une révision régulière des stratégies de long terme, de plus en plus ambitieuses.

Il est à noter que les mesures et objectifs portant sur la mobilité de personnes sont essentiellement axés sur le **transport routier**, entre les alternatives à l'usage de la voiture et l'évolution du parc roulant (loi LOM, Loi Climat et Résilience, SNBC, Planification Ecologique, etc.).

En ce qui concerne le transport maritime, du fait de sa nature internationale et globalisée, la Convention-cadre des Nations unies sur le changement climatique a confié à l'OMI la charge de comptabiliser et de réguler les émissions de GES du secteur.

Des **réglementations de plus en plus ambitieuses et exigeantes** ont été fixées aux niveaux international, européen et national, dans le prolongement de l'Accord de Paris sur le Climat.

Toutefois, ces objectifs réglementaires ciblent principalement les **grands navires du transport international**. Les segments de flotte non concernés par des objectifs de réduction contraignants peuvent néanmoins être associés aux démarches visant à atteindre les objectifs climatiques.

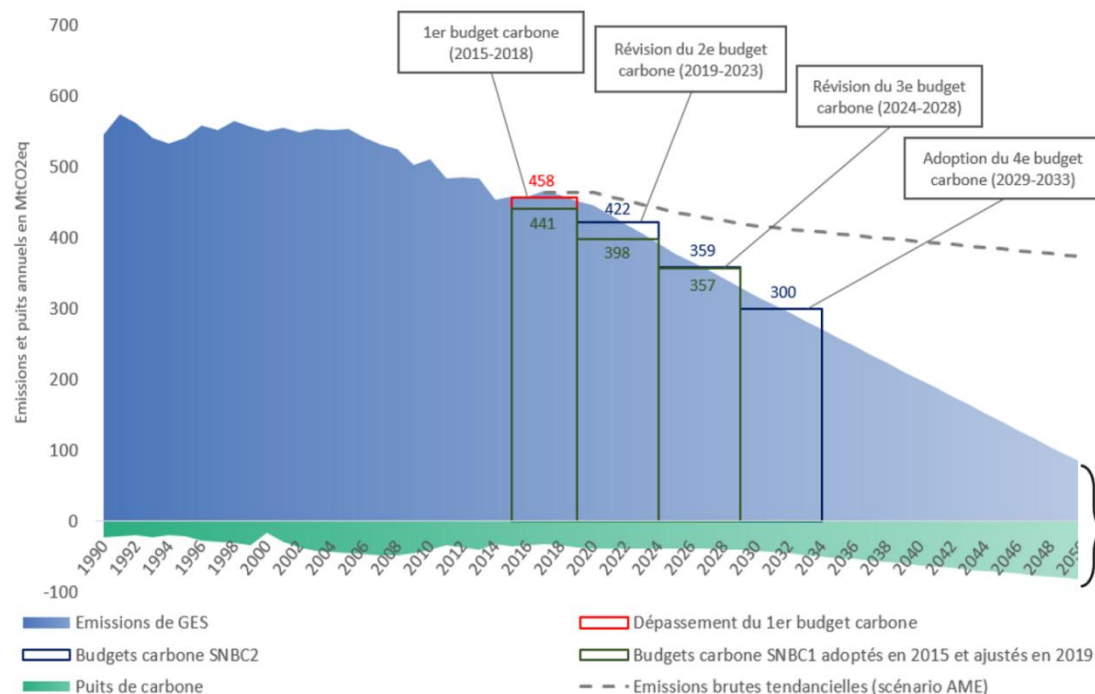
Les chapitres suivants présentent en particulier les différents documents stratégiques internationaux, européens et nationaux mentionnés sur cette figure et le lecteur trouvera en annexe une description des principaux jalons et dispositions pour le climat indiqués sur la figure précédente.

2. LES ENJEUX STRATÉGIQUES POUR LE CLIMAT

2.1. LA STRATÉGIE NATIONALE BAS-CARBONE (SNBC) : UN PILIER DES POLITIQUES D'ATTÉNUATION ET DE PLANIFICATION ÉCOLOGIQUE¹

21.1. LA SNBC, LE DOCUMENT DE RÉFÉRENCE EN MATIÈRE DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES

La trajectoire de réduction des émissions de GES jusqu'à 2050



Source (données 1990 à 2017) : inventaire CITEPA secten – format Plan Climat Kyoto – avril 2018

Historique et trajectoire des émissions nettes de gaz à effet de serre en France entre 1990 et 2050

Source : Stratégie Nationale Bas Carbone – MTES – Mars 2020

Loi sur la
transition
énergétique
(2015)

- Définit les objectifs et outils pour accélérer la transition énergétique et mettre en œuvre l'Accord de Paris
- Objectif FACTEUR 4 : -75 % d'émissions de GES en 2050 par rapport à 1990
- 1ère Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC)
- Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE)

Plan Climat
(2017)

- Renforcer l'action climat de la France et accélérer la mise en œuvre de l'Accord de Paris
- 2ème SNBC : Neutralité carbone à horizon 2050
- Révision de la PPE

Zoom sur la SNBC dans la rétrospective des engagements de l'Etat pour le climat depuis 2015

La Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) constitue la feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique.

Introduite par la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (Cf. 8.1.2) et révisée en 2018-2019 (SNBC2), la SNBC donne des orientations couvrant la gouvernance aux échelles nationale et territoriale pour mettre en œuvre, dans tous les secteurs d'activité, la transition vers une économie bas-carbone, circulaire et durable.

Elle définit des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre à court-moyen termes, les budgets-carbone² couvrant actuellement la période 2019-2033. Elle a deux ambitions :

- Atteindre la neutralité carbone, c'est-à-dire zéro émission nette³, à l'horizon 2050⁴ ;
- Réduire l'empreinte carbone de la consommation des Français.

¹Sources : Stratégie Nationale Bas Carbone – MTES – Mars 2020 ; Stratégie nationale bas-carbone (SNBC), Ministères Territoires Ecologie Logement, 19/12/2018, <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/strategie-nationale-bas-carbone-snbc> ; Mieux agir : La Planification écologique, synthèse du plan, France Nation Verte, Secrétariat général à la planification écologique, juillet 2023 ; et Planification écologique : un plan d'action pour accélérer la transition écologique, Ministères Territoires Ecologie Logement, 19/07/2023, <https://www.ecologie.gouv.fr/actualites/planification-ecologique-plan-daction-accelerer-transition-ecologique>.

²Plafonds d'émissions à ne pas dépasser, exprimés en moyenne annuelle par période de 5 ans en millions de tonnes de CO₂ équivalent. Ils sont déclinés par secteurs d'activité et par gaz à effet de serre.

³Soit un équilibre entre les émissions de gaz à effet de serre et l'absorption de carbone par les écosystèmes gérés par l'homme (forêts, sols agricoles...) et les procédés industriels (capture et stockage ou réutilisation de carbone) à l'échelle du territoire national, sans recours à la compensation par des crédits internationaux

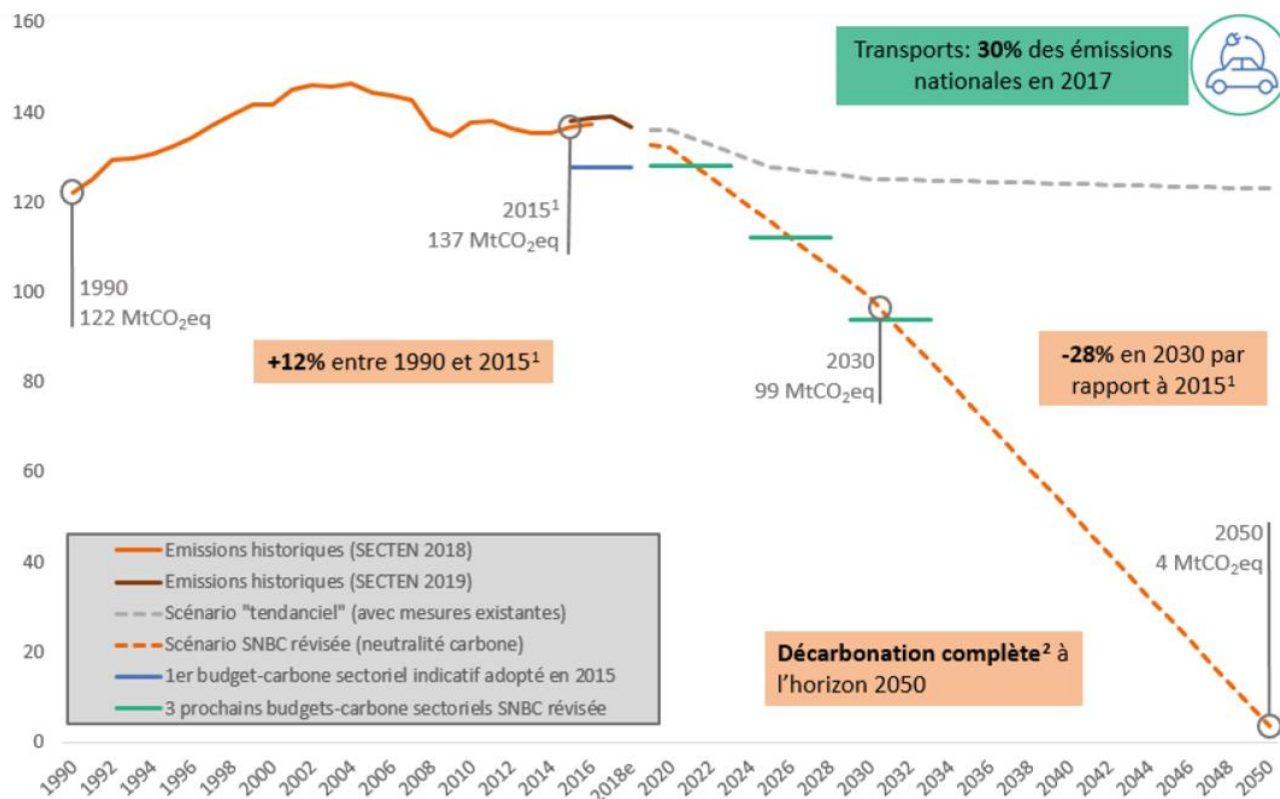
⁴En France, atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 implique une division par 6 des émissions de gaz à effet de serre sur son territoire par rapport à 1990.

La SNBC s'appuie sur un scénario d'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050, issu d'un exercice de modélisation prospective, appelé « scénario de référence ». Celui-ci, élaboré sur la base des connaissances actuelles sans faire de paris technologiques, permet de définir un chemin crédible de la transition vers cet objectif, d'identifier les verrous technologiques et d'anticiper les besoins en innovation.

Les décideurs publics, à l'échelle nationale comme territoriale, doivent la prendre en compte, par la déclinaison des orientations de la SNBC en mesures opérationnelles de politique publique.

La SNBC, révisée tous les 5 ans, fait actuellement l'objet d'un troisième cycle de révision (SNBC3)¹, en lien avec le relèvement de l'ambition climatique européenne, qui engage à intensifier fortement les efforts pour décarboner en profondeur l'économie et la société à grande échelle. Elle comprend la révision de la stratégie (-50 % d'émissions d'ici 2030 et budgets-carbone adaptés), et de ses orientations, permettant notamment l'adaptation du scénario de référence aux évolutions, ainsi que la définition d'un nouveau budget carbone².

En ce qui concerne le secteur des transports, la SNBC2 vise une décarbonation quasi complète de ce secteur à horizon 2050².



¹Les émissions de référence pour l'année 2015 sont issues de l'inventaire CITEPA SECTEN 2018

²Ne tient pas compte des fuites résiduelles « incompressibles » de gaz (gaz fluorés, gaz renouvelables) et des émissions résiduelles issues du transport aérien domestique.

Historique et projection des émissions du secteur des transports entre 1990 et 2050 (en MtCO₂eq)

Source : Stratégie Nationale Bas Carbone – MTES – Mars 2020

Il est fait l'hypothèse d'une demande de mobilité croissante mais décrochée de la croissance économique par rapport à la tendance actuelle, d'un report modal vers les mobilités actives, les transports collectifs et les transports massifiés, de l'optimisation de l'usage des véhicules ainsi que de fortes hypothèses en termes d'efficacité et de type de motorisation.

¹La consultation publique de la SNBC3 s'est achevée en décembre 2024, et la publication finale est attendue en 2025.

²<https://concertation-strategie-energie-climat.gouv.fr/les-grands-enjeux-de-la-snbc-3>

³A l'exception du transport aérien domestique.

Les leviers d'actions dans le secteur des transports

Les cinq leviers de la SNBC, à actionner conjointement, relèvent de deux familles suivantes, toutefois liées :

- La sobriété ;
- Le progrès technologique.

$$\text{CO}_2 =$$



Les 5 leviers de la SNBC

Source : Présentation d'Aurélien Bigo – 7 octobre 2020 – MTES

La sobriété

La sobriété consiste à **réduire les consommations d'énergie et pressions environnementales par des changements de modes de vie et des transformations sociétales.**

La sobriété s'applique ainsi aux trois leviers suivants de la SNBC :

- La **modération de la demande de transport**, qui correspond au nombre de kilomètres effectués par les voyageurs ou les marchandises, exprimée en voyageurs.kilomètres ou en tonnes.kilomètres (dans la SNBC, + 26 % entre 2015 et 2050 tous modes de transports confondus pour le trafic de voyageurs et + 40 % entre 2015 et 2050 pour le trafic de marchandises, évolutions plus limitées que dans un scénario tendanciel, notamment grâce au développement du télétravail, à la limitation de l'étalement urbain et au développement de l'économie circulaire et des circuits courts) ;
- Le **report modal** vers des modes moins carbonés et moins intenses en énergie tels que les transports en commun et les modes actifs (multiplication par 4 de la part modale du vélo dès 2030 et progression de la part modale des transports collectifs de 7 points) ;
- L'**augmentation du taux de remplissage des véhicules**, qui se mesure en nombre de voyageurs ou de tonnes par véhicule, à travers le covoiturage et l'optimisation des chargements (augmentation du taux de chargement actuel des poids lourds de 9,8 à 12 tonnes par véhicule en 2050) ;

Au total, cela permet de contenir le trafic de voitures particulières qui baisse d'environ 2 % entre 2015 et 2050 et la croissance du trafic poids lourds à 12 % d'ici à 2050.

Le progrès technologique

Le progrès technologique dans le domaine du transport peut être défini par **l'ensemble des innovations et les nouvelles solutions qui contribuent au transport des biens et des personnes, en recherchant principalement d'améliorer l'efficacité, la sécurité et la commodité.**

Les deux leviers suivants de la SNBC ressortent du progrès technologique :

- L'**amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules**¹, qui correspond à la consommation d'énergie d'un véhicule qui parcourt un kilomètre ;
- La **décarbonation de l'énergie consommée par les véhicules**, qui correspond à la réduction de la quantité d'émissions de CO2 par unité d'énergie consommée d'un mode et qui comprend à la fois le passage d'une énergie à une autre et l'évolution de l'intensité carbone de chaque énergie prise individuellement.

Dans le scénario de la SNBC, les gains d'efficacité énergétiques et la décarbonation concernent l'ensemble des modes de transport. Concernant le transport routier, des efforts importants sont réalisés concernant l'efficacité des véhicules². L'électrification se développe de manière ambitieuse pour les véhicules particuliers³ alors qu'un mix plus équilibré (gaz renouvelable, électricité, biocarburants) est recherché pour le transport de marchandises du fait de contraintes plus importantes sur les motorisations associées à ce type de transport.

¹Ce levier peut également s'apparenter à un levier de sobriété dans une certaine mesure, à travers par exemple l'adaptation des comportements des automobilistes (réduction de la vitesse de circulation, anticipation, choix de véhicules de masse plus réduite, ...).

²4L/100km en consommation réelle pour les véhicules particuliers thermiques neufs vendus en 2030 et 12,5 kWh/100 km pour les véhicules électriques neufs à l'horizon 2050 (environ 40 % de consommation en moins qu'aujourd'hui). Pour les poids lourds, des gains d'efficacité entre 35 et 40 % en fonction du type de motorisation sont obtenus à l'horizon 2050..

³5 % de voitures particulières électriques et 10 % de voitures particulières hybrides rechargeables dans les ventes de véhicules neufs en 2030.

212 LES ACTIONS RELEVANT DU TRANSPORT CIBLÉES DANS LA PLANIFICATION ECOLOGIQUE

La
Planification
écologique
(2023)

- Plan d'actions multi-thématique pour réussir la transition écologique et suivre une trajectoire de réduction d'émissions de GES, de pression sur la biodiversité et de meilleure gestion des ressources
- Démarche de territorialisation en région
- Choisir la voiture électrique légère, faciliter le report vers le vélo et les transports en commun et inciter au covoiturage pour les trajets du quotidien pour Mieux se Déplacer

Zoom sur la Planification Ecologique dans la rétrospective des engagements de l'Etat pour le climat depuis 2015

La Planification Ecologique, un plan d'action multithématique et territorialisé pour accélérer la transition écologique

Dans le contexte d'urgences climatiques, météorologiques et environnementales, la France s'est dotée en juillet 2023 d'une planification collective visant à accélérer la transition écologique en relevant les cinq défis environnementaux suivants :

- L'atténuation du réchauffement climatique ;
- L'adaptation aux conséquences inévitables du réchauffement ;
- La préservation et la restauration de la biodiversité ;
- La préservation des ressources ;
- La réduction des pollutions qui impactent la santé.

Pour atteindre ces objectifs et suivre une trajectoire de réduction d'émissions de gaz à effet de serre, de réduction des pressions sur la biodiversité et de meilleure gestion des ressources, la Plan décline six thématiques (mieux se déplacer ; mieux se loger ; mieux préserver et valoriser nos écosystèmes ; mieux produire ; mieux se nourrir ; et mieux consommer). Les thématiques sont divisées en 22 chantiers opérationnels, de manière à prendre en compte toutes les dimensions de nos vies.

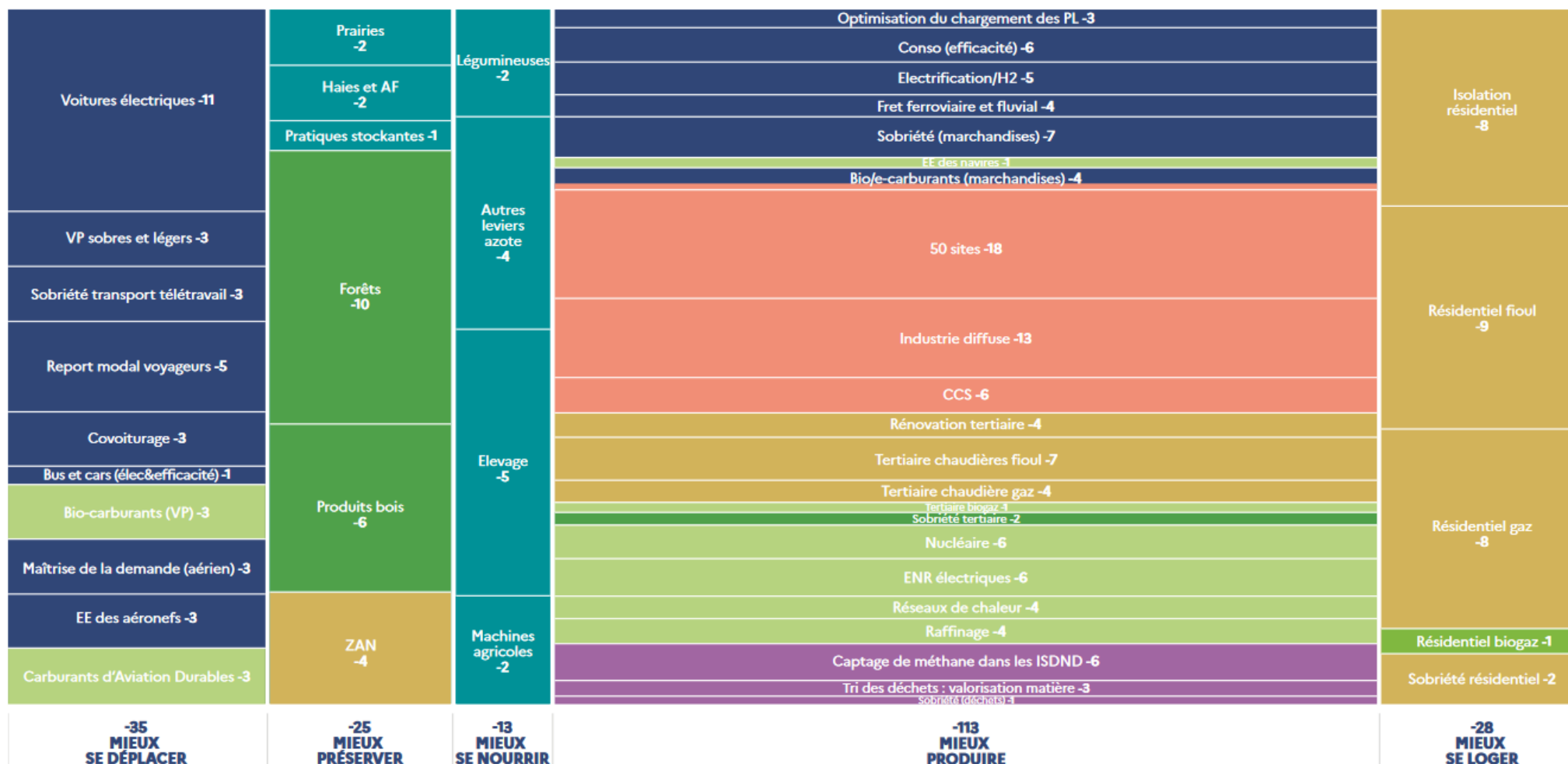
Une première étape de territorialisation s'est déployée en région, avec la constitution de conférences des parties (COP), qui mobilisent l'ensemble des acteurs des territoires (préfecture, conseil régional, conseils départementaux, EPCI), les acteurs du monde économique (représentants des entreprises du secteur industriel et agricole, l'ensemble des organismes consulaires), et les acteurs de la société civile (associations environnementales, association de consommateur, jeunes, etc.). Elles visent à définir régionalement les leviers d'actions alignés avec les objectifs nationaux de réduction des GES, de préservation de la biodiversité et des ressources essentielles. L'ambition est également d'intégrer de manière cohérente tous les volets de la planification écologique, dont des volets déjà engagés dans les territoires.

¹Sources : Stratégie Nationale Bas Carbone – MTES – Mars 2020 ; Stratégie nationale bas-carbone (SNBC), Ministères Territoires Ecologie Logement, 19/12/2018, <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/strategie-nationale-bas-carbone-snbc> ; Mieux agir : La Planification écologique, synthèse du plan, France Nation Verte, Secrétariat général à la planification écologique, juillet 2023 ; et Planification écologique : un plan d'action pour accélérer la transition écologique, Ministères Territoires Ecologie Logement, 19/07/2023, <https://www.ecologie.gouv.fr/actualites/planification-ecologique-plan-daction-accelerer-transition-ecologique>.

²Plafonds d'émissions à ne pas dépasser, exprimés en moyenne annuelle par période de 5 ans en millions de tonnes de CO₂ équivalent. Ils sont déclinés par secteurs d'activité et par gaz à effet de serre.

³Soit un équilibre entre les émissions de gaz à effet de serre et l'absorption de carbone par les écosystèmes gérés par l'homme (forêts, sols agricoles...) et les procédés industriels (capture et stockage ou réutilisation de carbone) à l'échelle du territoire national, sans recours à la compensation par des crédits internationaux

⁴En France, atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 implique une division par 6 des émissions de gaz à effet de serre sur son territoire par rapport à 1990.



Panorama des leviers de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030, en millions de tonnes équivalent CO2 économisés
Source : Mieux agir : La Planification écologique, synthèse du plan, France Nation Verte, Secrétariat général à la planification écologique, juillet 2023

Le tableau ci-dessus donne une vision globale des différents leviers d'action mobilisés par thématique et de leurs poids respectifs pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre à horizon 2030 à l'échelle nationale.

La voiture électrique, le report modal et le covoiturage, les principaux leviers d'action pour mieux se déplacer

Dans le domaine des transports, les trois principaux leviers d'actions déployés dans ce plan pour la mobilité de personnes (Mieux se déplacer) sont :

- **Accélérer le choix de la voiture électrique**¹ avec l'objectif de 15 % de véhicules 100 % électriques roulant en 2030 ;
- **Faciliter le report vers le vélo**² (objectif de tripler l'usage du vélo) et **les transports en commun**³ ;
- **Inciter au covoiturage**⁴ pour les trajets du quotidien dans l'objectif de 3 millions de trajets quotidiens à l'horizon 2027 contre 900 000 aujourd'hui.

Les autres leviers d'actions identifiés dans le plan pour « Mieux se déplacer » concernent :

- La sobriété, de manière à faire évoluer notre organisation collective et les comportements pour réduire nos déplacements (ambition du plan : télétravail 3 jours par semaine de 7 millions de salariés, tourisme local⁵ de 5 millions de français) ;
- Le remplacement des véhicules particuliers thermiques les plus polluants par des véhicules plus sobres et légers ;
- L'électrification ou le passage au biogaz des bus et cars ;
- Les bio-carburants des véhicules particuliers et les carburants d'aviation durables (développement de la filière et sortie de la dépendance aux importations et mesures pour réussir le tournant du 2G⁶) ;
- L'efficacité énergétique des avions (renouvellement des flottes actuelles par des avions plus performants, hybrides, électriques ou à hydrogène) ;
- La sobriété dans l'aérien en renforçant les clauses environnementales dans les accords de droit de trafic avec les pays tiers (exemple : incorporation de carburants durables) et l'affichage environnemental et en donnant à voir aux consommateurs les impacts des vols.

Concernant le **transport de marchandises** (« Mieux produire »), le plan vise à répondre à plusieurs problématiques simultanément d'anticiper et rendre soutenable la demande globale future, de réduire les émissions du transport routier de marchandises et d'accélérer le report modal, au travers de :

- L'adoption de comportements sobres : baisser la vitesse et la consommation du carburant pour le maritime, maîtriser la demande en matière de logistique, privilégier les circuits courts de proximité... ;
- Le renforcement de l'efficacité énergétique des véhicules ;
- L'électrification des poids lourds et des véhicules utilitaires ;
- L'augmentation de la part du ferroviaire de 10 à 18 % et du fluvial de 2 à 3 % ;
- L'optimisation du chargement des poids lourds ;
- L'utilisation des carburants durables et le renforcement du progrès technologique.

¹ Au travers du renforcement de l'aide à la conversion, du déploiement des bornes de recharges sur tout le territoire, de la révision des avantages fiscaux liés aux flottes d'entreprises et véhicules de fonction et du durcissement des malus pour encourager à l'achat et la production de véhicules plus petits, plus légers et plus sobres ;

² En agissant à la fois sur les infrastructures et sur les usages (développement accru de pistes cyclables sécurisées, apprentissage de la conduite du vélo dès le plus jeune âge, accompagnement d'une filière industrielle, aide à l'acquisition).

³En investissant dans les infrastructures de transport en commun, en accompagnant les collectivités en charge de l'organisation de la mobilité au plus près de chacun et en généralisant des meilleures pratiques (cars express, voies réservées, densification, partage de la voirie, intermodalité, parkings relais et stationnement).

⁴Au travers du déploiement du Plan Covoiturage qui soutient les nouveaux covoitureurs et les démarches des collectivités locales et de solutions concrètes et simples (mesures de fiscalité, péages aux tarifs différenciés, voies réservées, lignes de covoiturage, ...) visant à dynamiser le Plan Covoiturage existant.

⁵- de 1000 kilomètres par an.

⁶Le choix de biocarburants non issus des cultures alimentaires

2.2. LIMITER L'ARTIFICIALISATION : UN LEVIER POUR LA PROTECTION DE LA BIODIVERSITÉ¹

Introduit par le Plan Biodiversité de 2018, l'objectif national de **Zéro Artificialisation Nette** (ZAN), qui consiste à limiter autant que possible la consommation de nouveaux espaces et, lorsque c'est impossible, à « rendre à la nature » l'équivalent des superficies consommées, vise à lutter contre l'étalement urbain et à protéger les espaces naturels, agricoles et forestiers.

Cet objectif a été réaffirmé par la loi Climat et Résilience de 2021, en lui donnant une échéance : 2050, ainsi qu'un objectif intermédiaire de réduction de moitié de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers dans les dix prochaines années (2021-2031) par rapport à la décennie précédente (2011-2021)⁴.

Cette réforme concernant la lutte contre l'artificialisation des sols porte sur l'observation, la planification et l'encadrement de l'artificialisation des sols ainsi que l'accompagnement des territoires vers des modèles d'aménagement sobres en foncier. Elle s'applique aux documents de planification et d'urbanisme, depuis les schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires, avec la possibilité de territorialisation des objectifs jusqu'aux Plans locaux d'urbanisme.

La Stratégie nationale pour la mer et le littoral 2024-2030 a rappelé que le littoral et la mer sont engagés, comme le reste du territoire, sur la voie du ZAN à horizon 2050. Elle prévoit le développement d'une feuille de route dédiée d'ici 2030.

La consommation d'espaces et l'artificialisation sont préjudiciables pour :

- Le **climat** : un sol artificialisé n'absorbe plus le CO₂ et participe donc à la hausse du réchauffement climatique ;
- La **biodiversité** : accélération de la perte de la biodiversité, (or, celle-ci contribue à limiter les effets du changement climatique) ;
- Mais aussi à amplifier des risques d'inondations, à accroître la perte de productivité agricole des territoires, ainsi que les dépenses liées aux réseaux de tous types (transport inclus), à amplifier la fracture territoriale, etc.

Définition de la consommation d'espaces et l'artificialisation dans la loi Climat et Résilience (2021)

- **Consommation d'espaces** : « la création ou l'extension effective d'espaces urbanisés sur le territoire concerné » (article 194). Il s'agit donc de la conversion d'espaces naturels, agricoles ou forestiers en espaces urbanisés.
- **Artificialisation** : « l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage » (article 192).

¹Sources : Artificialisation des sols, Ministères Territoires Ecologie Logement, 24/09/2023, <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/artificialisation-sols>

2.3. LE PLAN NATIONAL D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE (PNACC) : ENJEU D'ADAPTATION DES TRANSPORTS FACE À LA HAUSSE DU NIVEAU MARIN¹

Le changement climatique a des impacts sur les systèmes de transport.

Sur la zone littorale, les infrastructures de transport peuvent déjà être exposées à des submersions marines ou à l'érosion côtière. La hausse progressive du niveau moyen de la mer va accroître cette exposition notamment dans un contexte où les phénomènes marins deviennent plus fréquents et plus intenses.

Ces aléas, en plus de causer des dégâts structurels, peuvent perturber de manière ponctuelle ou durable le fonctionnement des infrastructures terrestres mais aussi maritimes. Ils peuvent entraîner la submersion ou l'enneigement des quais, des terminaux et des voies d'accès (routes), ainsi que des retards ou des annulations de trafic lors des tempêtes.

Il est également crucial de prendre en compte les impacts sur les espaces naturels et les écosystèmes, qui subissent des dégradations.

Face à ses constats, la France a déployé depuis quelques années un **Plan National d'Adaptation au Changement Climatique PNACC**, qui dans sa 2ème version (2018-2022) incitait déjà les transports à :

- Poursuivre l'adaptation des normes et référentiels techniques pour l'exploitation, la maintenance et la construction des infrastructures et des matériels de transport ;
- Poursuivre les travaux d'analyse de risque, améliorer la méthode Approche Systémique d'Adaptation des Infrastructures de Transport (ASAIT)² grâce aux retours d'expérience et inciter les gestionnaires d'infrastructures et de réseaux à réaliser des études de vulnérabilité en autonomie ;
- Animer un réseau de correspondants et d'experts ;
- Réaliser une étude prospective sur la modification des grandes routes du commerce mondial ;
- Analyser les conséquences d'une limitation volontaire des transports et déplacements en période de crise.

Au niveau portuaire, certains territoires programment déjà leur adaptation, c'est le cas des ports de Bordeaux et La Rochelle.

En 2022, le rapport de l'Inspection Générale de l'Environnement et du Développement Durable (IGEDD) sur « l'adaptation au changement climatique des gestionnaires d'infrastructures de navigation maritime et fluviale en France »³ met en avant vingt-cinq recommandations à destination des administrations centrales, du réseau scientifique et technique et des gestionnaires pour progresser à ce sujet. Ces pistes d'amélioration visent à harmoniser les hypothèses des études de vulnérabilité tout en tenant compte des spécificités locales ; considérer les scénarios extrêmes liés à une fonte accélérée des calottes glaciaires, comme le souligne le GIEC ; intégrer les particularités des territoires d'Outre-mer ; inscrire les plans d'adaptation portuaires dans une planification nationale et régionale cohérente, notamment au niveau des façades maritimes ; commencer à estimer les coûts de l'adaptation et à travailler sur son financement.

¹Sources : Plan national d'adaptation au changement climatique : ouverture de la consultation publique, Ministères Territoires Ecologie Logement, 25/10/2024, <https://www.ecologie.gouv.fr/rendez-vous/plan-national-dadaptation-changement-climatique-ouverture-consultation-publique> ; PNACC 3 : Document de présentation, Ministère de la Transition écologique, de l'Énergie, du Climat et de la Prévention des risques, 25/10/2024, https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20241025_DP_PNACC3.pdf ; et la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC), France Nation Verte, Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires, mai 2023, <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/document-reference-TRACC.pdf>

² Il s'agit d'une approche en 10 étapes (1. Définir les objectifs, le périmètre et la gouvernance ; 2. Identifier, sélectionner et catégoriser les infrastructures et leurs fonctionnalités ; 3. Identifier, sélectionner et collecter les données ; 4. Analyser l'exposition ; 5. Evaluer la sensibilité ; 6. Evaluer le risque ; 7. Analyser les enjeux ; 8. Identifier les mesures d'adaptation ; 9. Prioriser les mesures d'adaptation ; 10. Mettre en œuvre et évaluer les actions) proposée aux gestionnaires de réseaux routiers, et qui permet de mieux anticiper les différents impacts des évolutions climatiques sur les routes et d'optimiser les investissements. La fiche technique n°2 Résilience des infrastructures – Dix étapes pour améliorer la résilience de vos infrastructures de transport (Cerema, 2024) explicite les étapes de la méthode ASAIT : <https://doc.cerema.fr/doc/SYRACUSE/597667/fiche-n-2-dix-etapes-pour-ameliorer-la-resilience-de-vos-infrastructures-de-transport-methode-approc>

³ L'adaptation au changement climatique des gestionnaires d'infrastructures de navigation maritime et fluviale en France : Contribution du groupe de travail ad hoc du collège IGEDD/IGAM Mer, fluvial et littoral avec le Cerema, le Shom, l'UUPF, l'AFPI, VNR, CNR et EDF, animé par Geoffroy Caude, rapport n°014713-01, IGEDD, octobre 2022, <https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/l-adaptation-au-changement-climatique-des-a3601.html>

En 2024, la France s'est dotée d'une trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) sur la base du scénario à +3°C de réchauffement au niveau mondial en 2100, soit +4°C en France. Elle doit servir de référence aux politiques et aux actions d'adaptation au changement climatique, et en particulier doit être intégrée pour la réalisation de toutes études de vulnérabilité face au changement climatique sur le territoire français. Les hypothèses de hausse du niveau de la mer compatibles avec cette TRACC sont en cours de construction.

La TRACC a permis d'alimenter la 3ème version du PNACC, dont le projet final a été adopté en mars 2025, après consultation.

Le nouveau PNACC 3 met l'accent sur 4 axes principaux :

1. Protéger la population face au changement climatique avec des mesures comme la réévaluation des niveaux d'aléas selon les recommandations de la TRACC.
2. Assurer la résilience des territoires, des infrastructures et des services essentiels : désormais les plans de planification publiques doivent intégrer la TRACC, les normes techniques de conception et les référentiels seront mis à jour avec les effets du changement climatique. La résilience des transports devra particulièrement être évaluée et étudiée par l'élaboration d'études de vulnérabilité et de plans d'adaptation.
3. Adapter les activités humaines : assurer la souveraineté alimentaire, économique et énergétique de notre pays à +4 °C. Une mesure vise particulièrement le tourisme littoral et nautique avec la définition de plan d'adaptation.
4. Protéger notre patrimoine naturel et culturel.



3. LA DÉCLINAISON DES ENJEUX STRATÉGIQUES D'ATTÉNUATION DANS LE TRANSPORT MARITIME

3.1. LA STRATÉGIE NATIONALE BAS CARBONE¹

Bien qu'elle ne cible pas spécifiquement le maritime, la SNBC2 prévoit un **transport maritime et fluvial entièrement décarboné pour les émissions domestiques à horizon 2050 et décarboné à 50 % pour les soutes internationales.**



En termes de leviers d'actions, il est mentionné, que, pour les transports maritimes domestiques, en complément des gains d'efficacité énergétique, l'atteinte de l'objectif de neutralité carbone doit être recherchée en permettant le ravitaillement en carburants bas carbone dans tous les ports français et en facilitant la conversion aux autres technologies bas carbone (batteries, biocarburants, hydrogène, voile, etc.).

3.2. LA STRATÉGIE RÉVISÉE DE L'OMI SUR LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES PROVENANT DES NAVIRES

La Stratégie révisée sur la réduction des émissions de GES des navires de l'OMI, adoptée en 2023, comprend :

- Une **ambition commune renforcée de parvenir à réduire à zéro les émissions nettes de GES provenant des transports maritimes internationaux « autour de » 2050** (contre une réduction d'au moins 50 % d'ici 2050 par rapport au niveau de 2008, objectif fixé dans la stratégie initiale de 2018, Cf. 8.2) ;
- Un engagement à garantir l'adoption de combustibles de substitution à émissions de GES nulles ou quasi nulles d'ici à 2030 ;

- Des objectifs intermédiaires indicatifs pour 2030 et 2040 : réduire les émissions annuelles totales de GES provenant des transports maritimes internationaux d'au moins 20 % d'ici à 2030 (par rapport à 2008), en s'efforçant de faire passer ce pourcentage à 30 % ; et d'au moins 70 % d'ici à 2040, par rapport à 2008, en s'efforçant de faire passer ce pourcentage à 80 %.

Stratégie initiale de réduction des émissions de GES par les navires – OMI (2018) :

- Réduction d'au moins 50 % des émissions des transports maritimes internationaux d'ici 2050 par rapport au niveau de 2008
- Mesures de court terme (EEXI, CII) en 2023

Stratégie révisée sur la réduction des émissions de GES par les navires – OMI (2023) :

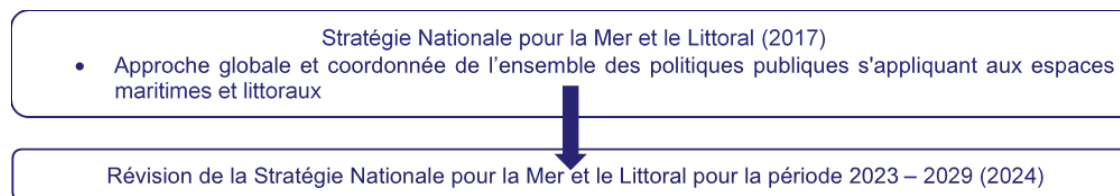
- Neutralité carbone des transports maritimes internationaux autour de 2050 (avec objectifs intermédiaires pour 2030 et 2040)

Zoom sur la Stratégie de réduction des émissions de GES par les navires de l'Organisation Maritime Internationale

¹Stratégie Nationale Bas Carbone – MTES – Mars 2020

²Source : Adoption d'une stratégie révisée concernant la réduction des émissions de GES pour les transports maritimes mondiaux, OMI, 07/07/2023, <https://www.imo.org/fr/MediaCentre/PressBriefings/pages/Revised-GHG-reduction-strategy-for-global-shipping-adopted.aspx#:~:text=La%20Strat%C3%A9gie%20r%C3%A9vis%C3%A9e%20de%20l'adoption%20de%20combustibles%20de>

3.3. LA STRATÉGIE NATIONALE POUR LA MER ET LE LITTORAL¹



Zoom sur la Stratégie Nationale pour la Mer et le Littoral

En février 2017, la France s'est dotée d'une Stratégie nationale pour la Mer et le Littoral (SNML) pour fixer son ambition maritime sur le long terme. Elle est construite par l'État en concertation avec le Conseil national de la mer et des littoraux.

Cette stratégie multithématique (économie, biodiversité, neutralité carbone, équité) à horizon 2030 donne un cadre de référence à tous les acteurs de l'économie maritime et des littoraux et en premier lieu des politiques publiques concernant la mer et le littoral, en s'articulant avec toutes les stratégies sectorielles existantes.

Cette stratégie a fait l'objet d'une révision en 2023. Elle comprend 18 objectifs auxquels sont rattachées des mesures.

Les deux objectifs suivants de la SNML² ciblent le transport maritime :

Objectif 12 : « Accélérer la contribution des ports à la décarbonation de l'économie et des transports, promouvoir leur performance environnementale et garantir leurs activités au service des territoires »

Avec en particulier les mesures suivantes :

- **Faire des ports des accélérateurs de la décarbonation de l'économie française et des transports, au service des territoires** : Développer la fourniture d'électricité à quai pour les navires en escale et mettre à disposition des carburants alternatifs ; Améliorer la connexion des ports à leurs hinterlands notamment en développant des stratégies d'axes et en favorisant le report modal de la route vers le fleuve, le fer et le cabotage maritime.

Objectif 14 : « Accompagner les filières maritimes dans la transition vers la neutralité carbone à horizon 2050 et sécuriser l'approvisionnement en ressources minérales non énergétiques dans un cadre de gestion durable »

Avec en particulier les mesures suivantes :

- **Favoriser la transition écologique des navires et des industries de la mer** : Préciser la proposition de feuille de route de l'article 301 de la loi Climat et résilience en déclinant des travaux spécifiques par segment de flotte et en détaillant pour chacun les leviers d'action et évaluant les besoins de financement et les outils réglementaires et fiscaux pour déployer la trajectoire ; Appliquer l'objectif de réduction des émissions de CO₂ et l'orientation vers d'autres moyens de propulsion qui concerne tous les types de navires ; Développer une séquence ERC et de gestion de l'artificialisation adaptées aux besoins des ports et préserver les espaces naturels du domaine portuaire ; Développer une stratégie sur la sobriété dans le maritime, incluant une réflexion sur la vitesse, la conception, l'usage des navires).
- **Diversifier les solutions de décarbonation pour les navires neufs et via le retrofit pour l'existant** : Aller vers les solutions hybrides pour décarboner à court terme ; Développer la propulsion vélique ; Electrifier massivement les secteurs qui dépendent largement des énergies fossiles et aménager les réseaux en fonction ; Déployer les carburants durables tels que les biométhane, e-carburants, biocarburants en prenant en compte les contraintes sur la disponibilité des ressources en biomasse et en électricité.

¹Sources : Stratégie Nationale Mer Littoral 2024 – 2030, Secrétariat d'Etat chargé de la mer et de la biodiversité, janvier 2024, <https://www.mer.gouv.fr/strategie-nationale-pour-la-mer-et-le-littoral> ; et Stratégie nationale pour la mer et le littoral, Ministère chargé de la Mer et de la Pêche, 17/06/2024, <https://www.mer.gouv.fr/strategie-nationale-pour-la-mer-et-le-littoral>

3.4. LA STRATÉGIE NATIONALE PORTUAIRE¹

Stratégie Nationale Portuaire (2021)

- Plan de transition écologique portuaire

Zoom sur la Stratégie Nationale Portuaire

La Stratégie Nationale Portuaire, adoptée en janvier 2021, poursuit un objectif clair de reconquête de parts de marché et de développement économique des ports², à horizon 2025-2050. Elle affiche également une ambition de **contribuer à l'atteinte des objectifs de neutralité carbone des transports à horizon 2050 par les autorités portuaires dans le cadre d'un plan de transition écologique³**, au travers des cinq objectifs stratégiques suivants :

- Assurer une production et fourniture multi-énergies propres pour offrir un approvisionnement en carburants alternatifs pour les navires dans le cadre d'un schéma national ;
- Valoriser les chaînes logistiques vertueuses transitant par les ports français ;
- Attirer les entreprises innovantes dans le domaine de la transition écologique sur la zone industrialo-portuaire pour développer l'économie circulaire et l'approche d'écologie industrielle au sein des places portuaires ;
- Assurer une meilleure protection de la biodiversité ;
- Renforcer les mesures d'atténuation et d'adaptation au changement climatique des ports.

¹Sources : Stratégie Nationale Portuaire : pour un réseau de ports au cœur des chaînes logistiques, du développement économique et des transitions écologique et numérique, janvier 2021, MTE, <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-portuaire-snp> ; et Stratégie nationale portuaire (SNP), Ministères Territoires Ecologie Logement, <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/strategie-nationale-portuaire-snp>, 03/06/2021.

²Avec en particulier comme ambitions de :

- Passer de 60 % à 80 % la part du fret conteneurisé à destination/en provenance de la France qui est manutentionnée dans les ports français à l'horizon 2050 et reconquérir également les flux européens pour lesquels les ports français représentent un point de passage pertinent ;
- Doubler le nombre d'emplois directs et induits liés à l'activité portuaire (et plus globalement industrielle, en lien avec la réindustrialisation que vise cette stratégie) à horizon 2050 ;

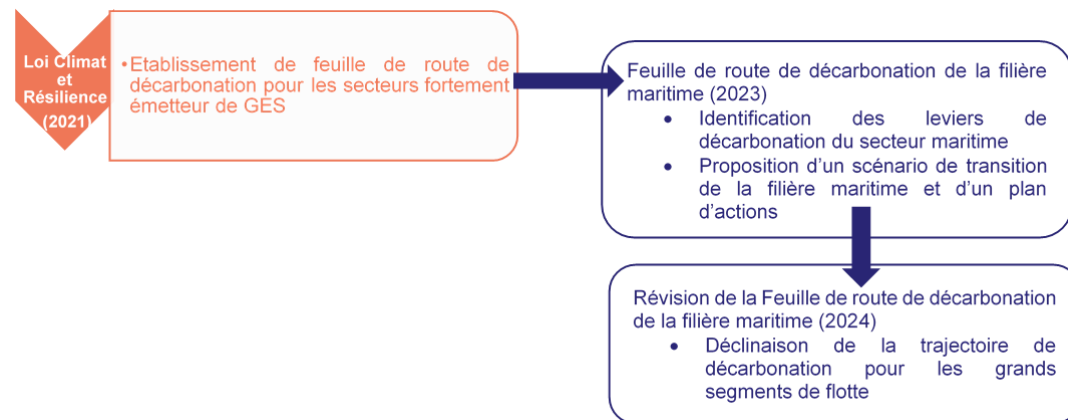
³Un plan de transition écologique portuaire sera élaboré au niveau de chaque port pour permettre une réflexion systématique sur l'adaptation aux changements climatiques et définir une trajectoire de neutralité carbone, adaptée aux potentialités et spécificités locales.

3.5. LA FEUILLE DE ROUTE DE DÉCARBONATION DE LA FILIÈRE MARITIME¹

La feuille de route de décarbonation de la filière maritime est la résultante de l'application de l'article 301 de la Loi Climat et Résilience. Publiée en janvier 2023, elle fait suite à un travail collaboratif de l'ensemble de la filière maritime, mené sous le pilotage de la Direction Générale des Affaires Maritimes, de la Pêche et de l'Aquaculture (DGAMPA) et du Cluster Maritime Français (CMF).

La feuille de route constitue la **vision des acteurs français de cette filière pour atteindre les objectifs de décarbonation fixés au niveau international, européen et national.**

Elle a été révisée en novembre 2024, pour se concentrer principalement sur la déclinaison de l'analyse initiale par segment de flotte.



Zoom la feuille de route de décarbonation de la filière maritime

Bien que les objectifs de décarbonation de la feuille de route ciblent principalement les grands segments du transport maritime (flotte des ferries, gaziers, porte-conteneurs et grands navires de service), les travaux prennent progressivement en compte, autant que possible, les spécificités d'exploitation des différents types de navires, en intégrant notamment les petits navires à passagers.

Cette politique permet ainsi, à travers une vision globale, de fournir un cadre à la décarbonation des navettes maritimes, en alertant sur le fait que tous les éléments décrits dans la suite de cette section, issus de la feuille de route, ne sont pas toujours déclinables pour ce petit segment.

L'analyse ci-après met en évidence les éléments de cette feuille de route qui intéressent particulièrement la présente étude.

¹Sources : Feuille de route de la décarbonation de la filière maritime, DGAMPA-CMF, janvier 2023 et Feuille de route de la décarbonation de la filière maritime, révision 1, DGAMPA-CMF, novembre 2024.

35.1. Les spécificités du transport maritime

Un grand nombre d'acteurs sur la chaîne de valeur

Armateurs, affréteurs, chantiers, équipementiers, bureaux d'architecture et d'ingénierie navale, port, fluvial, énergéticiens, services financiers et d'assurance, réglementation, etc. : ils sont représentés par une vingtaine de fédérations professionnelles.

L'absence de séries industrielles dans la construction des navires

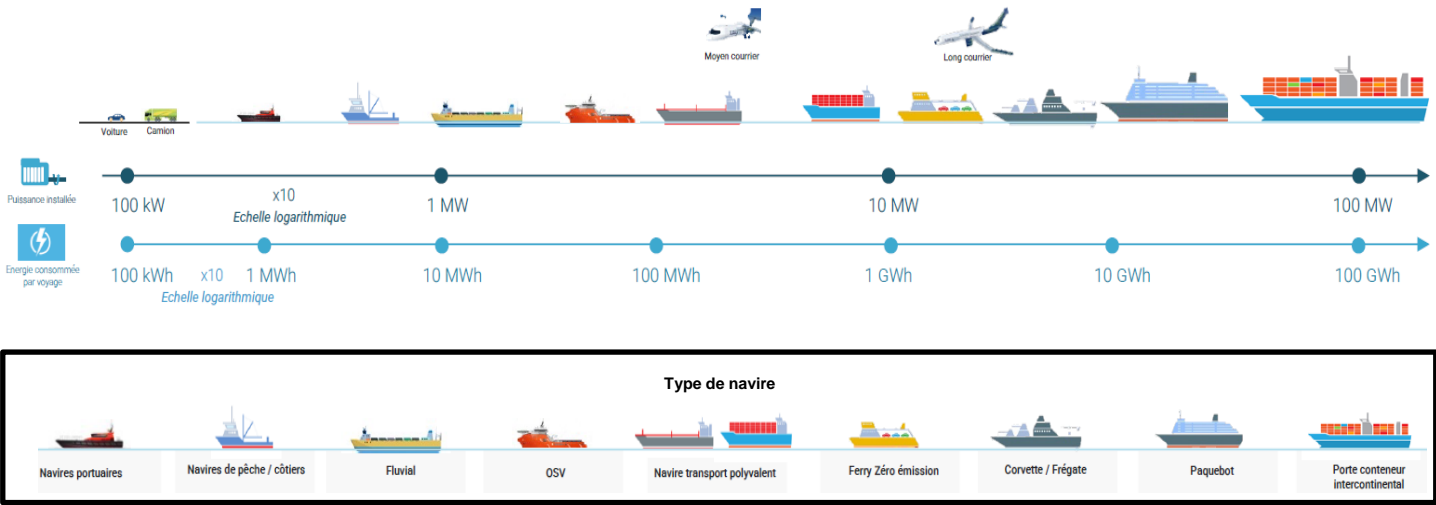
Chaque navire doit être à la fois un prototype, un démonstrateur d'une nouvelle technologie et un outil de travail à la disponibilité sans faille pour les armateurs. Cela rend relativement complexe l'intégration de technologies de rupture.

Une diversité de segments de flottes

Hétérogénéité de la flotte composée de navires de toutes tailles en navigation nationale et internationale, avec des activités et contraintes d'exploitation diverses.

Cette diversité de segments de flottes se caractérise notamment par une **large gamme de puissances et d'énergie à embarquer**, comparativement aux autres modes de transport.

La figure ci-contre donne à titre illustratif les ordres de grandeur des puissances (moteur principal et auxiliaires) et de l'énergie consommée pour un déplacement, en échelle logarithmique, selon le type de navire et en comparaison à d'autres modes de transport.



Puissance des véhicules et énergie consommée par déplacement selon leur type
Source : INSTITUT MEET2050

352. Les leviers de décarbonation du transport maritime

Il existe une multitude de solutions, à des niveaux de maturité très variés, notamment en fonction du segment de flotte considéré (petits à très gros navires, navires neufs ou existants), pour réduire la consommation et les émissions de GES des navires.

Chaque solution présente ses avantages propres, mais aussi des inconvénients de différentes natures ayant jusqu'à présent limité leurs déploiements :

**Technologique**

- Complexité des solutions restant à développer ou à fiabiliser

**Réglementaire**

- Raisons de sécurité (batteries, ammoniac, nouveaux matériaux etc.)

**Financier**

- Les solutions décarbonées seront généralement plus chères en investissement et parfois en fonctionnement

**Énergétique**

- Les ressources sont limitées au regard des besoins importants pour la production de carburants alternatifs

Les leviers de décarbonation du transport maritime sont répartis en trois catégories, mises en évidence par la figure ci-dessous¹ :

- **La réduction du contenu du CO2 de l'énergie consommée**, par l'utilisation de bio-carburants ou d'e-fuels, l'électrification avec une électricité décarbonée, la captation de CO2 sur le navire ou encore le recours à des énergies renouvelables directement sur le navire par la propulsion par le vent ou l'usage de panneaux solaires ;
- **L'efficacité énergétique**, par le développement de solutions technologiques, opérationnelles et d'écoconception, qui relèvent des chantiers/équipementiers et des armateurs ;
- **La sobriété**, qui peut inclure une baisse de vitesse des navires, du report modal et une réduction des quantités transportées.

Emissions de CO₂

=

Emissions de CO₂

Energie consommée

X

Energie consommée

Unité de transport

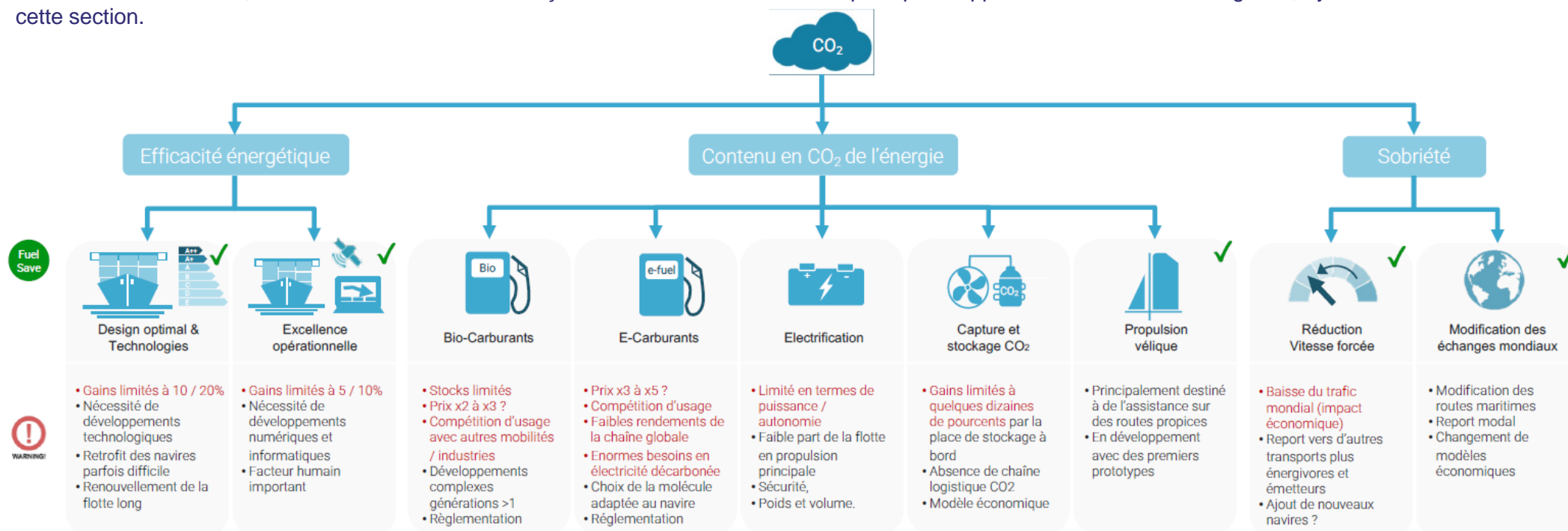
X

Unité de transport

Egalité de Kaya adapté au transport maritime
Source : Coalition T2EM : Transition Ecologique et énergétique du maritime à 2050, JACQUIN Erwan, SIGRIST Jean-François, PETON Emmanuel-Marie, 2022

¹Pour catégoriser les leviers d'actions, la Coalition T2EM a utilisé une méthode fondée sur la décomposition variationnelle, qui introduit des variables intermédiaires en s'inspirant du travail réalisé par Kaya (économiste japonais) et en l'adaptant au maritime.

Dans sa version initiale, la feuille de route décrit de façon détaillée les douze leviers principaux appartenant à ces trois catégories, synthétisés dans la suite de cette section.



Synthèse des leviers de décarbonation du transport maritime, avec leurs principaux avantages et freins
Source : Institut MEET2050

Sobriété énergétique

La principale mesure de la sobriété énergétique est la baisse de vitesse des navires.

Baisse de vitesse des navires

Simple à mettre en place d'un point de vue technique, ce levier pourrait toutefois être freiné par son impact sur l'activité économique des exploitants, sa compensation potentielle par l'introduction de navires supplémentaires et le risque de report modal vers des modes de transport plus émetteurs mais plus rapides.

Le champ de pertinence pour appliquer une telle mesure de baisse de la vitesse semble questionné pour les petits segments de flotte dont font partie les navettes maritimes, notamment lorsqu'il s'agit de transport de passagers du quotidien de courte distance, longeant la côte, déjà soumis à des restrictions de vitesses dans les ports et à proximité de la côte.

Efficacité énergétique du navire

Efficacité énergétique des navires au stade de la conception

Les navires n'étant pas construits en série, à l'exception des unités de plaisance, des études spécifiques doivent être menées sur chaque navire pour en améliorer le design et l'efficacité énergétique globale. Ces améliorations permettent de gagner en moyenne de 5 à 15 % d'efficacité, notamment en adaptant le design au profil opérationnel du navire.

- Réduction de la traînée : optimiser la forme du navire pour minimiser la résistance de vague et de frottement du navire ;
- Amélioration du rendement propulsif : optimiser l'ensemble de la chaîne propulsive du navire (de la commande moteur à l'hélice) ;
- Amélioration de l'efficacité énergétique des équipements des navires : optimiser l'ensemble de l'énergie consommée à bord sur un profil de navire et d'exploitation donnée afin d'éviter des consommations superflues ou redondantes.

Excellence opérationnelle

Regroupe l'ensemble des actions permettant d'optimiser la consommation du navire existant en exploitation et dans son interaction avec son environnement : outils d'aide à la décision et à l'écoconduite, routage intégrant les conditions météorologiques (vent, houle, courant), optimisation des interactions avec la terre pour réduire les vitesses de transit (arrivée « juste à temps », réduction des temps d'escale, etc.), monitoring de performance pour identifier les surconsommations, formation des équipages.

Ces mesures, qui contribuent à l'efficacité énergétique du navire dans sa phase opérationnelles restent insuffisamment déployées.

Écoconception, processus de fabrication et fin de vie pour réduire l'empreinte carbone de la construction et du démantèlement

Ce levier nécessite préalablement de partager une méthodologie d'analyses en cycle de vie (ACV) et à consolider les principales données d'inventaire (énergies, matériaux, etc.) spécifiques aux domaines navals, fluviaux et nautiques (profils d'émissions moteurs, matériaux composites, process de soudure, etc.) pour fixer un cadre de référence.

Il implique ensuite de trouver les moyens incitatifs pour que les constructeurs et armateurs s'orientent vers des navires à empreinte carbone la plus réduite possible sur l'ensemble du cycle de vie des navires.

Certains secteurs, en particulier celui de la plaisance, cherchent déjà à intégrer les contraintes liées à la fin de vie des navires dès leur conception.

Energies et infrastructures

Le recours progressif à des énergies alternatives dont l'empreinte carbone est réduite, sur l'ensemble du cycle de vie, est une solution indispensable pour décarboner le secteur.

Toutefois, la **disponibilité de ces énergies** pour la décarbonation du secteur maritime représente un enjeu majeur. Au niveau national, l'énergie soutée dans les ports français est d'environ 30 TWh d'énergie fossile. La conversion de ces 30 TWh en d'autres formes d'énergie décarbonées, impliquerait de disposer aujourd'hui de l'énergie équivalente en biocarburants, ou l'équivalent de 60 à 120 TWh d'électricité pour produire des e-carburants compte tenu des rendements énergétiques inhérents à chaque phase de transformation, de l'ordre de 12 à 25 %.

Le terme de carburants alternatifs regroupe une **diversité de solutions** (Cf. tableau en annexe 8.3.2) : le gaz naturel liquéfié (GNL), les biocarburants, les e-carburants, les batteries.

Par ailleurs, les systèmes de capture et de stockage de CO₂ (CCS) et de propulsion vélique peuvent compléter les équipements des navires et réduire leur empreinte carbone.

L'usage d'énergie fossile moins carbonée et transitoire (GNL¹)

Technologie mature utilisée sur les navires méthaniers depuis les années 1960-1970, le GNL est adopté peu à peu sur les constructions neuves de navires de charge et navires à passagers, qui ne peuvent être décarbonés uniquement par les vecteurs électricité et hydrogène.

Toutefois, du fait de son origine fossile et des émissions fugitives de méthane² provoquées par son utilisation, il constitue une énergie de transition vers le bioGNL et vers le e-méthane, qui offre l'avantage sur les autres formes d'énergies d'une transition progressive et pilotable.

Pour les plus petits navires, tels que les navires de pêche, le gaz naturel comprimé peut s'avérer pertinent.

Par ailleurs, la pyrolyse du gaz naturel à bord des navires, procédé qui transforme directement le gaz en hydrogène et en carbone solide, est en cours de développement pour le maritime.

Les électro-carburants (e-carburants)

Fabriqués à partir d'électricité, plusieurs e-carburants (Cf. annexe 8.3.1) sont envisagés pour satisfaire les besoins du maritime.

La production d'e-carburants nécessite d'énormes quantités d'énergie, compte tenu des rendements faibles.

Le prix des e-carburants (estimés, à terme et hors mécanisme de taxe carbone, entre trois et quatre fois plus élevés que leur équivalents fossiles), dont la production est quasi nulle à ce jour hormis pour la mobilité lourde, dépendrait grandement du prix de l'électricité et auquel s'ajoutent le prix des investissements nécessaires en infrastructures et les surcoûts des navires dont le design est différent des navires conventionnels.

Par ailleurs, les e-carburants présentent des propriétés physiques différentes entre eux. En particulier, leur densité énergétique par unité de volume varie considérablement, avec des conséquences directes sur l'encombrement dans les soutes du navire et donc la charge utile de ce dernier.

¹Le Gaz Naturel Liquéfié est un mélange gazeux d'hydrocarbure d'origine fossile composé majoritairement de méthane.

²Le pouvoir réchauffant du méthane est 28 fois supérieur au CO₂ à 100 ans.

Les biocarburants¹

Les biocarburants, qu'ils soient liquides (EMAG, HVO) ou gazeux (biométhane), sont immédiatement mobilisables et compatibles avec les motorisations et infrastructures existantes.

Leur performance environnementale varie selon leur origine et leur taux d'incorporation, pouvant atteindre jusqu'à 80 % de réduction d'émissions de GES en analyse de cycle de vie pour les biocarburants les plus avancés.

Bien qu'ils soient déjà largement utilisés dans le secteur routier, leur déploiement dans le maritime reste encore très limité et s'accompagne de plusieurs défis à relever :

- Demande croissance et compétition d'usage : la ressource, en particulier pour les biocarburants de première génération, largement produits à partir de cultures dédiées comme le colza, est limitée en surface agricole mobilisable et fait face à une concurrence croissante entre les usages dans le secteur des transports (routier, aérien et maritime), l'industrie et le résidentiel.
- Le recours à l'importation, également mentionné dans les filières françaises, peut dégrader le bilan carbone global, en fonction des pratiques de production et des chaînes logistiques.
- En France, les ports ne proposent pas aujourd'hui de solution de soutage de combustibles marins contenant des biocarburants liquides, faute de demande.
- La réglementation européenne, à travers la directive RED, encadre strictement l'usage des biocarburants de première génération, limitant leur potentiel de mobilisation.

Le développement de biocarburants de 2^e génération, issus de résidus agricoles ou forestiers, qui n'entrent pas en concurrence avec les cultures alimentaires, ainsi que l'émergence de projets territoriaux dédiés au maritime (ex. projet Salamandre²) ouvrent des perspectives.

Leur développement dépendra notamment de l'orientation des politiques de fléchage de la biomasse, de l'industrialisation des biocarburants avancés, et d'une structuration des filières d'approvisionnement.

¹Les biocarburants liquides représentent une gamme très variée de carburants alternatifs produits à partir de biomasse issue de ressources à usage alimentaire (huiles végétales, plantes sucrières, céréales ...) pour les carburants dits de première génération, et de ressources lignocellulosiques (bois, feuilles, pailles, etc.) pour les carburants de seconde génération. Le biométhane, gaz 100% renouvelable produit à partir de déchets issus de l'industrie agroalimentaire, de la restauration collective, de déchets agricoles et ménagers, ou encore de boues de stations d'épuration constitue un autre type de biocarburant, avec les mêmes propriétés et les mêmes usages que le gaz naturel. Il peut ensuite être liquéfié pour faire du bioGNL et remplacer du GNL fossile.

²Initiative industrielle portée par ENGIE et CMA CGM visant à produire du biométhane maritime par pyrogazéification de déchets solides dans la région du Havre, avec une mise en service prévue en 2027

La capture à bord du CO₂ émis sur un navire et sa séquestration ultérieure

Elle permettrait de réduire la teneur en carbone des émissions des navires utilisant un carburant carboné. La technologie est déjà relativement mature à terre et déployée sur certains sites industriels. Elle nécessite encore des efforts de R&D et la mise en place de démonstrateurs en conditions marines. Son déploiement peut être envisagé sur les plus gros navires, mais reste coûteux.

La propulsion par le vent et les autres énergies renouvelables

L'exploitation directe du vent à bord des navires à l'aide de systèmes de propulsion dédiés permet de réduire significativement le recours à d'autres formes d'énergies. L'énergie éolienne peut ainsi être utilisée en assistance à une propulsion principale, sur des navires neufs ou en rétrofit de navires existants, ou sur certaines lignes particulières en propulsion principale. La propulsion par le vent fait l'objet de nombreuses propositions et brevets d'innovation dans la sphère nationale. L'industrialisation des équipements et de leur intégration pour son déploiement à grande échelle sur des navires commerciaux reste encore à accélérer.

D'autres énergies renouvelables peuvent dans certains cas être exploitées à bord des navires, en particulier le photovoltaïque et l'énergie hydrolienne.

Hybridation et électrification du navire et des quais¹

L'électrification des modes de propulsion se déploie progressivement sur les navires : propulsion électrique alimentée par des batteries pour les plus petits navires (aquacoles ou de plaisance), intérêt pour des petits navires à passagers ou de servitude, en fluvial ou eaux abritées, qui bénéficient de capacité de recharge à quai et n'ont pas des besoins d'autonomie élevés. Sur les plus grands navires, ces applications restent limitées à quelques usages spécifiques, comme l'électrification des auxiliaires qui peut représenter jusqu'à 20% de la consommation énergétique du navire, ou pour des ferrys assurant de courtes traversées et pouvant se recharger souvent à quai.

Une autre solution consiste en l'hybridation électrique de la propulsion, qui décorrèle la génération d'énergie à bord et le pilotage électrique de la propulsion en s'appuyant sur du stockage d'électricité à bord avec des avantages pour le dimensionnement des systèmes, leur efficacité et leur capacité d'évolution technologique. Elle adresse un marché plus large, allant des navires de maintenance en mer aux navires à passagers, à certains navires de pêche et plus généralement à tout navire par exemple lors de sa phase d'approche en zone portuaire.

L'électrification des quais est une condition nécessaire au développement de la propulsion électrique, tant pour la réduction des émissions à quai que pour le rechargement des batteries. Un certain nombre d'infrastructures existent déjà dans les ports européens et français pour que les navires se raccordent à quai pendant leurs escales mais le déploiement d'infrastructures de raccordement devrait s'accélérer.

¹Points de vigilance sur l'électrification des navires à quai en territoire insulaire – exemple de la Corse :

- Mix électrique carboné : La production électrique insulaire en Corse repose encore largement sur des centrales thermiques au fioul (notamment Lucciana et Vazzio), ce qui rend l'électricité fortement émettrice de CO₂. Le reste est assuré par des énergies renouvelables (hydraulique, éolien), mais les fossiles dominent encore le mix. Source : <https://corse.edf.fr/edf-en-corse/nos-installations-en-corse/nos-moyens-de-production-electrique-en-corse>
- Contraintes sur le réseau électrique insulaire : Le réseau corse est non interconnecté au réseau continental, ce qui le rend plus vulnérable aux déséquilibres offre/demande, notamment en période estivale où la consommation augmente fortement (l'application eCorsicaWatt d'EDF signale les périodes de tension, source : <https://corse.edf.fr/edf-en-corse/l-actualite-en-corse/toutes-les-actualites/en-2025-votre-appli-ecorsicawatt-evolue>).
- PPE & pilotage de la demande : La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) de la Corse recommande un pilotage intelligent de la recharge des véhicules électriques (VE) afin de lisser la demande. Ce pilotage est cependant peu mis en œuvre dans les usages domestiques, ce qui montre la difficulté d'assurer une gestion fine de la charge. Source : <https://www.data.gouv.fr/datasets/recharge-vehicule-electrique-signal-reseau-dedf-sa-en-corse>

35.3. Le scénario de décarbonation du secteur maritime national

Ce scénario¹ repose sur la mise en œuvre de mesures d'efficacité technologiques et opérationnelles ambitieuses, le recours modéré à la baisse de vitesse, l'utilisation de carburants moins carbonés et le déploiement de la propulsion par le vent.

Il met en évidence trois éléments majeurs (Cf. encadré à droite) :

35.4. La complexité de la décarbonation du secteur maritime

La complexité de la décarbonation du secteur maritime réside dans le fait que :

- Il est nécessaire de **combiner une diversité de leviers (énergétiques, technologiques, opérationnels), par segment de flotte ou par navire selon son profil d'usage et dont le déploiement requiert la synchronisation de l'ensemble de la chaîne de valeur** (décision d'un armateur, capacité de développement du navire et de ses sous-systèmes, des unités de production d'énergie et des infrastructures de distribution, adaptation de la réglementation, etc.) ;
- Une part importante des leviers disponibles sont à **des niveaux de maturité encore bas, ou à des capacités trop faibles pour les besoins du maritime**. Ils ne permettent pas à ce stade d'avoir des certitudes sur les solutions à mettre en œuvre ni sur leur réelle efficacité ;
- **Les besoins en énergies décarbonées sont très importants, avec des compétitions d'usage avec d'autres secteurs industriels ou de mobilité ;**
- **Le coût total de la transition est très élevé.**

35.5. Plan d'action de la feuille de route de décarbonation de la filière maritime

Il est proposé, dans la feuille de route de décarbonation de la filière maritime, la mise en place d'un plan d'actions ambitieux, équilibré et économiquement viable élaboré par la filière française du secteur maritime en vue de se décarboner. Il se décline en cinq axes principaux et 33 actions :

- **Le besoin significatif estimé de biocarburants** (autour de 5 TWh en 2035) **puis de e-carburants** (20 TWh en 2050), et cela malgré des efforts importants de réduction de la consommation énergétique. Avec l'électrification et l'hybridation électrique de certains navires, l'électrification des quais pour limiter les émissions lors des escales et la production de carburants décarbonés, les besoins en électricité amont sont estimés à 3.5 TWh en 2030 et 45 TWh en 2050, soit l'équivalent de 25 champs éoliens comme celui de Saint-Nazaire ;
- **La nécessité d'atteindre des gains d'efficacité énergétique significatifs** pour limiter le recours aux énergies décarbonées, coûteuses à produire et dont les stocks seront limités ;
- **Le coût très élevé de la transition pour les acteurs de la filière** (construction des navires, développement des briques technologiques, énergie décarbonée et infrastructures portuaires), estimé entre 75 et 110 milliards d'euros sur la période 2023 – 2050, valeurs cohérentes avec les conclusions d'études internationales sur ce sujet.

- L'amélioration de l'efficacité énergétique des navires
- L'énergie et les infrastructures
- La sobriété
- Le renforcement du cadre réglementaire
- La mise en œuvre opérationnelle de la feuille de route

¹Pour définir sa stratégie de décarbonation, la filière maritime s'est appuyée sur l'outil de modélisation développé par l'Institut MEET2050 qui a permis, dans la première version de la feuille de route, de comparer une dizaine de scénarios de décarbonation et d'en retenir un de référence. Dans la version révisée de la feuille de route, 3 scénarios de décarbonation ont été modélisés pour chacun des segments de flotte « Porte-conteneurs », « Transporteurs de gaz », et « Grands ferries », selon 3 scénarios (« Transition réaliste », « Technologique », « Sobriété »).

3.6. LE DOCUMENT STRATÉGIQUE DE FAÇADE MÉDITERRANÉE¹

Le Document Stratégique de Façade (DSF), élaboré par l'État à l'échelle de chaque façade maritime de métropole, est un document de planification qui décline les orientations de la SNML. Au niveau local, l'ensemble du processus d'élaboration du DSF est placé sous l'autorité des préfets coordonnateurs de façade. La Direction interrégionale de la mer (DIRM) en coordonne l'animation, la rédaction et le suivi.

Il comporte deux volets :

- La stratégie de façade maritime (situation de l'existant, objectifs stratégiques et planification des espaces maritimes), adoptée en octobre 2019 pour le DSF Méditerranée et en cours de mise à jour ;
- Le plan d'action opérationnel (adopté en avril 2022 pour le DSF Méditerranée) et le dispositif de suivi de l'atteinte des objectifs (adopté en octobre 2021 pour le DSF Méditerranée).

Parmi les objectifs stratégiques de la Stratégie de façade maritime (2019) du DSF Méditerranée, en lien avec le transport maritime de passagers, peuvent être cités :

L. « Contribuer à un système maritime durable et compétitif, reposant sur des ports complémentaires »

Avec en particulier le sous-objectif L5. « **Accompagner le développement de stratégies en faveur du cabotage côtier de passagers et de marchandises contribuant au désengorgement / à la fluidification du trafic routier** »

V. « Accompagner les acteurs de l'économie maritime et l'ensemble des usagers de la mer dans la transition écologique, énergétique et numérique »

Avec en particulier les sous-objectifs V2. « Soutenir la recherche, l'innovation et l'expérimentation en faveur de la transition écologique et énergétique (développement d'équipements portuaires - branchement à quai - et des navires plus propres) » et V3. « **Accompagner la mise en place de filières d'approvisionnement de carburants plus propres (GNL et hydrogène) et de moyens de propulsion alternatifs (hybride, électrique, solaire ou vent) et favoriser leur utilisation** ».

En réponse aux objectifs stratégiques, des actions ont été proposées dans le plan d'action du DSF Méditerranée. Il comprend au total 91 actions catégorisées en six thématiques (littoral ; ressources halieutiques et aquaculture ; espèces et espaces emblématiques ; ports et industries navales et nautiques ; éduquer, sensibiliser, former ; réduire les déchets), chacune de ces actions reposant sur une ou plusieurs sous-actions, précisant le pilotage, les partenaires à associer, les financements potentiels et les zones de vocation du DSF concernées. Il est prévu de mener ces 91 actions et 273 sous-actions durant les six années 2022-2027.

En particulier, en ce qui concerne le transport maritime de passagers :

- ACTION PTM-MED-05 : « **Accompagner le développement des navettes maritimes**, connectées avec le réseau de transports en commun, pour favoriser l'accès aux plages et/ou aux pôles urbains, et répondre au flux touristique en saison » ;
- ACTION D08-OE08-AN2 : « **Réduire les apports atmosphériques de contaminants liés au transport maritime** notamment par le soutien aux stratégies locales de décarbonation (GNL, GNV, hydrogène, voile) », en accompagnant la mise en place des stratégies régionales et portuaires de développement des carburants à moindre émission pour une réduction des émissions atmosphériques et gaz à effet de serre et en contribuant à la mise en place d'une zone SECA² en Méditerranée.

¹Source : Stratégie de façade maritime (document principal synthétique et annexe 4 relative aux objectifs stratégiques et indicateurs associés, Document Stratégique de Façade Méditerranée, DIRM, octobre 2019, <https://www.dirm.mediterranee.developpement-durable.gouv.fr/la-strategie-de-facade-maritime-est-adoptee-a2892.html>)

²Le 78ème Comité de protection du milieu marin de l'Organisation Maritime Internationale (OMI) a approuvé, le 10 juin 2022, la création d'une zone de contrôle des émissions d'oxydes de soufre et de particules (zone SECA) couvrant l'ensemble de la mer Méditerranée effective dès 2025. La création de cette zone entraîne l'obligation pour tous les navires qui entreront en Méditerranée d'utiliser un combustible dont la teneur en soufre ne dépasse pas les 0,1% en masse, soit un fuel 5 fois moins polluant que la norme internationale dans les zones hors SECA

4. LA DÉCLINAISON DES ENJEUX STRATÉGIQUES POUR LA BIODIVERSITÉ DANS LE TRANSPORT MARITIME

4.1. LA STRATÉGIE NATIONALE POUR LA MER ET LE LITTORAL

La Stratégie nationale pour la mer et le littoral (SNML), déjà évoquée dans le paragraphe 3.3, constitue le cadre national des politiques maritimes dans un contexte marqué par les enjeux de préservation de la biodiversité, de transition énergétique et de souveraineté alimentaire.

L'ambition affichée est de limiter au maximum l'impact du développement de nouvelles activités maritimes sur la biodiversité et de prendre en compte sa préservation à toutes les étapes de la vie d'un projet, de sa conception à son exploitation.

La préservation de la biodiversité est inscrite dans la SNML 2 à travers les objectifs suivants :

Objectif 2 « Atteindre le bon état écologique et restaurer la biodiversité marine et littorale avec des outils adaptés »

Décliné notamment avec les mesures suivantes :

- Développer une séquence ERC adaptée et efficace et proposer une feuille de route spécifique au zéro artificialisation nette (ZAN) en mer d'ici 2030 ;
- Favoriser les comportements et les pratiques respectueuses des milieux et des habitats, et leur restauration ;
- Réduire les impacts des activités sur les espèces et habitats naturels (impacts non intentionnels dont captures accidentelles de cétacés, des oiseaux marins, préservation des herbiers et du coralligène, etc.).
- Réduire les pollutions sonores et lumineuses.

Objectif 14 « Accompagner les filières maritimes dans la transition vers la neutralité carbone à horizon 2050 et sécuriser l'approvisionnement en ressources minérales non énergétiques dans un cadre de gestion durable »

Dont l'une des mesures en particulier est :

- Développer une séquence ERC et de gestion de l'artificialisation adaptées aux besoins des ports et préserver les espaces naturels du domaine portuaire.

4.2. LE DOCUMENT STRATÉGIQUE DE FAÇADE MÉDITERRANÉE

La Stratégie de façade maritime (2019) du DSF Méditerranée, évoquée au paragraphe 3.6, fixe des **objectifs stratégiques en lien avec la préservation de la biodiversité vis-à-vis des activités maritimes** et notamment le transport maritime. Peuvent être cités :

- Objectif D06-OE01 (A6) « Limiter les pertes physiques des habitats génériques et particuliers liées à l'artificialisation de l'espace littoral et des petits fonds côtiers »
- Objectif D06-OE02 : « Réduire les perturbations et les pertes physiques des habitats génériques et particuliers liées aux activités et usages maritimes. »
- Objectif D01-OM-OE03 : « Eviter les pertes d'habitats fonctionnels pour les oiseaux marins, en particulier dans les zones marines où la densité est maximale. »
- Objectif D01-OM-OE06 : « Limiter le dérangement physique, sonore et lumineux des oiseaux marins au niveau de leurs zones d'habitats fonctionnels. »
- Objectif D10-OE02 : « Réduire les apports et la présence de déchets en mer issus des activités, usages et aménagements maritimes. »
- Objectif D08-OE03 : « Réduire les rejets d'effluents liquides (eaux noires, eaux grises), de résidus d'hydrocarbures et de substances dangereuses issus des navires de commerce, de pêche ou de plaisance. »
- Objectif D08-OE05 : « Limiter les apports directs, les transferts et la remobilisation de contaminants en mer liés aux activités en mer, autres que le dragage et l'immersion (ex : creusement des fonds marins pour installation des câbles, EMR, transport maritime) et supprimer les rejets, émissions, relargage des substances dangereuses prioritaires mentionnées en annexe 10 de la DCE ».

Ces objectifs sont déclinés en actions qui permettent de favoriser l'atteinte des objectifs.

4.3. INITIATIVES LOCALES : L'EXEMPLE DES CHARTES D'AIRES MARINES PROTÉGÉES

Au niveau local, des chartes ont vu le jour comme par exemple dans le Parc national de Port-Cros pour engager les exploitants de navettes maritimes (en DSP ou privé) de façon volontaire à dérouler un programme permettant de préserver les espaces naturels remarquables du parc.

Depuis l'été 2021, la Métropole Toulon Provence Méditerranée (TPM), la ville d'Hyères, le Parc national de Port-Cros, le délégataire de service public de la desserte des îles d'Or et l'ensemble des bateliers privés, ont décidé de réguler, ensemble, l'accès à l'île de Porquerolles. Cette régulation s'effectue durant les périodes de forte pression touristique. Elle vise à maintenir une expérience touristique de qualité et contribue à la protection de l'environnement. Afin de contenir le flux de visiteurs lors des « pics touristiques », la mise en place d'un dispositif de régulation innovant est imposée.

La **Charte des Bateliers de Porquerolles**¹ est un dispositif par lequel la Métropole TPM limite par contrat le nombre de passagers utilisant le service de transport maritime public, tandis qu'en parallèle les bateliers privés s'autorégulent en été. L'effort le plus important est assuré par l'opérateur public. Actuellement, la charte limite à 6 000 passagers quotidiens le nombre de personnes pouvant débarquer. Les objectifs sont multiples :

- Contribuer à la préservation des espaces naturels, de la biodiversité et du paysage ;
- Protéger un espace sensible et continuer à l'exploiter de façon raisonnée ;
- Gérer la fréquentation pour réguler l'accès durant les périodes de forte affluence touristique ;
- Instaurer une jauge journalière de passagers ;
- L'engagement volontaire à mettre en œuvre des mesures qui participeront à un transport de passagers raisonné et durable.



¹https://metropoletpm.fr/sites/new.tpm-agglo.fr/files/charte_des_bateliers.pdf et <https://www.ports-tpm.fr/charte-des-bateliers-ete-2024-frequentation-de-porquerolles-hyeres/>

4.4. IMPACTS GÉNÉRÉS PAR LE TRANSPORT MARITIME SUR LA BIODIVERSITÉ

Le transport maritime peut impacter la biodiversité de différentes manières et à différents niveaux. Les sources principales de perturbations identifiées sont :

- L'artificialisation du littoral via le développement des infrastructures portuaires afin d'accueillir les navires et embarquer les passagers ;
- Le dérangement des espèces marines et/ou terrestres dans les phases travaux mais aussi lors des phases d'exploitation lié au trafic maritime notamment dans des aires marines protégées¹ (bruit, pollution lumineuse, pertes d'espaces, etc.) ;
- Le rejet des déchets et des effluents polluants en mer.



Les tableaux issus de l'étude de WWF Canada (2020) recensent les impacts qui ont pu être observés sur certaines espèces marines et permettent de comprendre de quelle façon ces atteintes se manifestent.

Facteur de stress	Impacts directs	Impacts indirects
Mouillage	Écrasement, déplacement ou autres dommages physiques causés à des organismes benthiques ⁷⁰	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de la complexité des habitats⁷¹ • Déclin d'organismes étroitement associés à des coraux ou à des herbiers marins⁷² • Réduction de la nourriture disponible pour les organismes filtreurs⁷³ • Risque de prolifération d'espèces envahissantes dans une zone touchée⁷⁴
	Remise en suspension de sédiments ⁷⁵	<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'asphyxie des organismes benthiques, impact sur leur santé⁷⁶ • Diminution de la lumière vers les fonds marins pouvant avoir un impact sur la productivité primaire⁷⁷ • Augmentation de la charge en nutriments dans la colonne d'eau entraînant une prolifération du phytoplancton⁷⁸
Échouement	Dommages physiques aux organismes benthiques ⁷⁹	<ul style="list-style-type: none"> • Déplacement des organismes, modification de la composition des communautés, remise en suspension des sédiments et augmentation du risque de colonisation de la zone touchée par des espèces non indigènes⁸⁰
	Libération de bioslissures ⁸¹	<ul style="list-style-type: none"> • Répercussions négatives sur la santé des coraux et d'autres organismes benthiques⁸²
Naufrage	Dommages physiques aux organismes benthiques ⁸³	<ul style="list-style-type: none"> • Modification de la composition chimique de la colonne d'eau, entraînant un décalage et des répercussions sur des organismes comme les coraux⁸⁴
	Impact sur la vitesse du courant et la turbulence à proximité de l'épave ⁸⁵	<ul style="list-style-type: none"> • Modification de la composition chimique de la colonne d'eau, rendant les habitats moins propices pour certains organismes⁸⁶
	Produits chimiques ⁸⁷	<ul style="list-style-type: none"> • Modification de la composition de la communauté en raison du développement d'organismes plus résistants⁸⁸

Les impacts de la navigation sur les habitats benthiques marins, WWF Canada Octobre 2020

Facteur de stress	Impacts directs	Impacts physiologiques et comportementaux
Mazoutage chronique (suintements naturels de pétrole, fuites d'hydrocarbures d'épaves, nettoyage de cales) ⁸⁹	Imperméabilité ⁹⁰	<ul style="list-style-type: none"> • Hypothermie, perte de temps d'alimentation, augmentation du risque de prédation⁹¹ • Diminution du temps de reproduction⁹²
	Inhalation de vapeurs ⁹³	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes pulmonaires⁹⁴
	Contact avec la peau ⁹⁵	<ul style="list-style-type: none"> • Dommage au foie, réduction de la viabilité des oeufs⁹⁶
	Ingestion d'hydrocarbures ⁹⁶	<ul style="list-style-type: none"> • Perturbations de la reproduction, de la fonction hépatique et de l'osmorégulation; augmentation de la vitesse de métabolisme; anémie et stress oxydant au niveau des globules rouges⁹⁷
Trafic maritime	Distance de fuite ⁹⁸	<ul style="list-style-type: none"> • Perte d'habitat temporaire ou à long terme, dépense énergétique pour fuir les perturbations⁹⁹ • Incapacité potentielle à s'occuper des petits¹⁰⁰ • Changement dans la répartition et dans le comportement de plongée¹⁰¹
	Masquage des communications ¹⁰²	<ul style="list-style-type: none"> • Incapacité pour les oiseaux marins de retrouver leur compagnon ou de communiquer des informations d'alimentation¹⁰³
Perturbations acoustiques	Perturbation des populations de poissons ¹⁰⁴	<ul style="list-style-type: none"> • Changement éventuel dans la répartition des proies entraînant des répercussions sur les espèces qui en dépendent¹⁰⁵
	Pollution lumineuse	<ul style="list-style-type: none"> • Risque de collisions avec la source de lumière ou les structures environnantes¹⁰⁷
Pollution lumineuse	Désorientation des oiseaux ¹⁰⁶	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des risques de prédation¹⁰⁸
	Augmentation de la visibilité	

Les impacts de la navigation sur les oiseaux marins, WWF Canada Octobre 2020

¹<https://wwf.ca/fr/habitat/ocean/la-navigation-dans-les-aires-marines-protegees/>

Des effets positifs peuvent être soulignés dans certains cas. En effet, les navettes maritimes, lorsqu'elles s'accompagnent de mesures de régulations des accès terrestres et/ou de jauges pour le nombre de navires/passagers, peuvent être un outil efficace pour gérer l'accès à certains sites naturels isolés ou territoires insulaires dans le but de limiter la fréquentation touristique, d'améliorer le confort de visite, de réduire les nuisances pour les riverains et ainsi de contribuer à la préservation de la biodiversité.

Afin de prendre en compte ces différents enjeux pour la biodiversité dans l'élaboration d'un projet de développement de navettes maritimes, il est nécessaire de s'appuyer sur les stratégies élaborées au niveau national et déclinées en Méditerranée qui sont évoquées dans le paragraphe suivant.

Les enjeux principaux pour la biodiversité peuvent être résumés ainsi :

- **Limiter l'artificialisation** : concentrer les activités et optimiser l'utilisation de l'espace pour ne pas empiéter sur des espaces naturels ;
- **Maîtriser la sur-fréquentation des sites naturels** : navettes pour réguler l'accès à certains sites naturels ;
- **Limiter le dérangement des espèces** : mesures de régulation de la vitesse, de la fréquence des navettes ;
- **Limiter la pollution liée à l'exploitation des navettes** : gestion des déchets et effluents pollués.

5. LA DÉCLINAISON DES ENJEUX STRATÉGIQUES D'ADAPTATION DES TRANSPORTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE LITTORAL MÉDITERRANÉEN

Le Plan national d'adaptation au changement climatique, évoqué au paragraphe 2.3, identifie particulièrement l'enjeu de résilience des transports.

Le littoral de la façade méditerranéenne est bordé par une mer au faible marnage. Ce littoral est varié et présente une grande diversité géomorphologique :

- Le littoral d'Occitanie se caractérise par de vastes plages sableuses, souvent bordées par des lidos qui séparent les étangs de la mer, ces derniers s'appuyant sur des points rocheux.
- En Provence-Alpes-Côte d'Azur, à l'exception du vaste delta de la Camargue, la géomorphologie est principalement rocheuse. De petites plages se nichent à l'abri des pointes rocheuses, tandis que les fonds des grandes baies abritent des plages plus étendues.
- En Corse, le littoral combine ces deux types de paysages, offrant à la fois des côtes rocheuses et de longues plages sableuses.

L'occupation humaine des territoires littoraux s'est faite sur des zones mobiles en constante évolution morphologique (par ex. les dunes, les lidos) et pour certaines exposées aux aléas littoraux.

La façade méditerranéenne est soumise principalement à deux aléas littoraux que sont la submersion marine et le recul du trait de côte.

5.1. LES ALÉAS LITTORAUX

La submersion marine

La submersion marine peut causer des dommages considérables aux infrastructures côtières, aux écosystèmes, et parfois aux populations humaines, entraînant des inondations, des dégâts matériels et la destruction d'écosystèmes comme les zones humides.

Les surfaces et les structures situées dans les zones atteintes directement par les vagues (déferlement et franchissement) vont subir en plus des chocs mécaniques des vagues et des projectiles qu'elles transportent (galets, bois flottés, etc.).

Définition

La submersion marine correspond à un envahissement des zones d'altimétrie basses par de grandes quantités d'eau de mer lors de conditions météorologiques défavorables (basse pression et vent de mer poussant les masses d'eau vers la terre). L'inondation des terres est temporaire, peut durer de quelques heures à quelques jours suivant les possibilités d'évacuation de ces eaux.

Contrairement à la façade Manche Atlantique, la façade Méditerranéenne bénéficie peu du répit de la basse mer pendant ces épisodes tempétueux.

Trois modes de submersions marines temporaires peuvent être différenciés :

- Submersion par franchissements de paquets de mer liés aux vagues, lorsqu'après déferlement de la houle, les paquets de mer dépassent la cote de crête des ouvrages ou du terrain naturel ;
- Submersion par débordement, lorsque le niveau marin est supérieur à la cote de crête des ouvrages ou du terrain naturel ;
- Submersion par rupture du système de protection, lorsque les terrains situés en arrière sont en dessous du niveau marin : défaillance d'un ouvrage de protection ou formation de brèche dans un cordon naturel, suite à l'attaque de la houle (énergie libérée lors du déferlement), au mauvais entretien d'un ouvrage, à une érosion chronique intensive, au phénomène de surverse, à un déséquilibre sédimentaire du cordon naturel, etc.

Le recul du trait de côte

Le recul du trait de côte cause des pertes de terre, et, comme la submersion, des dégâts aux infrastructures côtières, aux écosystèmes et parfois aux populations humaines, entraînant la perte des biens, des matériels et des habitats côtiers.

La submersion marine n'est pas décorrélée de l'érosion côtière. En effet, les côtes en déficit sédimentaire seront plus facilement sujettes à la submersion marine, les vagues impactant le littoral seront plus fortes en cas de fond devant le bord de mer plus important. De plus, les submersions marines entraînent souvent des pertes de sédiments sur la plage, soit entraîné vers les zones d'arrière littoral ou vers les grands fonds.

Il existe un lien très fort entre le niveau marin et les vagues déferlant sur le littoral. Plus la hauteur de la colonne d'eau est importante, plus la zone de déferlement des vagues se rapprochent des côtes. Si les pentes sont abruptes le déferlement est brutal. Cette colonne d'eau peut augmenter par une hausse du niveau marin mais aussi par une baisse générale des fonds (érosion).

En outre, les périodes tempétueuses sont souvent associées à des périodes de fortes pluies. **Il existe une interaction entre le niveau marin et le débit fluvial**, celui-ci déterminant les niveaux d'eau résultants dans le cours d'eau. Le phénomène d'inondation fluviale est ainsi très souvent concomitant avec la submersion marine.

Définition

Le recul du trait de côte correspond à la perte de surface des zones littorales. Ce phénomène est principalement causé par des processus d'érosion côtière, souvent exacerbés par des facteurs naturels et humains :

- Facteurs naturels : les transports sédimentaires provoqués par les courants marins, les tempêtes ;
- Facteurs humains : les barrages sur les fleuves empêchant les sédiments d'atteindre la mer, les constructions sur les plages et les dunes diminuant les largeurs de plages, les déstabilisations de dunes, les aménagements des ports et autres ouvrages perturbant les transits littoraux, l'augmentation du niveau marin.

5.2. LA HAUSSE DU NIVEAU MOYEN DE LA MER MÉDITERRANÉE

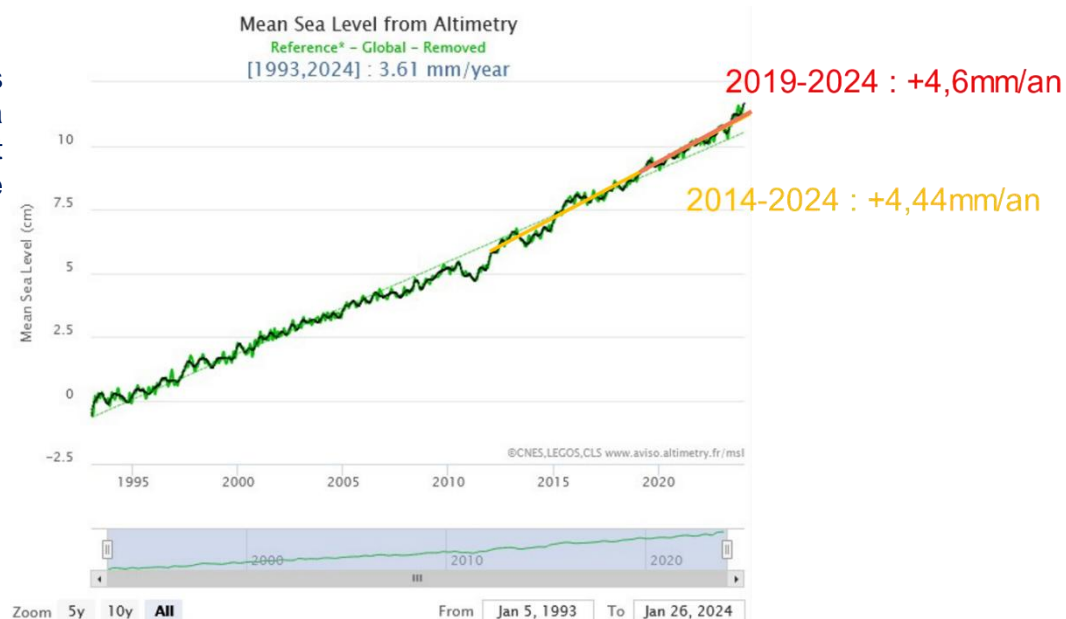
La hausse du niveau moyen de la mer est une des conséquences directes du réchauffement climatique par la dilatation des océans et la fonte de la cryosphère. Cette hausse du niveau moyen de la mer est factuelle et mesurée. Les dernières données satellites montrent une accélération de cette hausse.

Le dernier rapport du Giec sur la cryosphère¹ présente les résultats des modélisations qui montrent que cette accélération va se poursuivre plus ou moins fortement selon les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre. La hausse du niveau moyen de la mer touchera tous les littoraux et estuaires avec toutefois des composantes régionales à l'échelle du globe. Cette augmentation du niveau des mers est une composante essentielle à prendre en compte dans l'adaptation des territoires littoraux au changement climatique, d'autant plus qu'elle augmente également les risques d'érosion et de submersion marine.

La hausse du niveau moyen de la mer va engendrer des submersions marines des zones en dessous de ce niveau de la mer mais cette fois la submersion sera permanente ou très fréquence transformant ces zones en marécage.

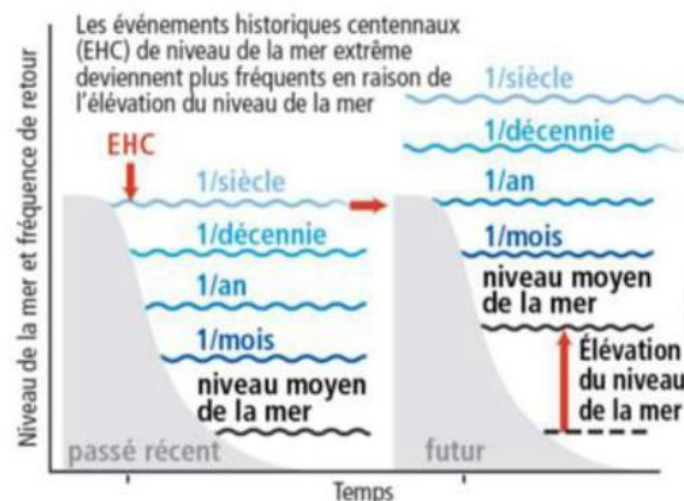
La hausse du niveau moyen de la mer va également augmenter la fréquence et l'intensité des submersions marines liées aux conditions météorologiques défavorables.

La hausse du niveau moyen de la mer peut provoquer un recul du prisme sédimentaire littoral entraînant un recul du trait de côte sur le disponible sédimentaire n'est pas suffisant pour alimenter la plage en recul ou si des obstacles (par exemple une infrastructure routière) empêchent le recul de ce prisme. Dans ce cas une conséquence pourra être la disparition de la plage.



Elévation du niveau moyen de la mer mesurée par satellites

Source : <https://www.aviso.altimetry.fr/fr/donnees/produits/produits-indicateurs-oceaniques/evolution-du-niveau-moyen-des-mers-vu-par-les-altimetres/images-et-produits-altimetriques.html#c12195>



Modification de la fréquence des événements extrêmes marins

Source : GIEC

¹https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/SROCC_FullReport_FINAL.pdf

5.3. LES CONSÉQUENCES SUR LES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT LITTORALES

Peu d'infrastructures de transport se trouvent directement sous le niveau de la mer. **L'élévation du niveau de la mer augmentant l'occurrence des submersions marines rendra difficile l'exploitation de certaines infrastructures.**

Des coupures sont possibles pour les infrastructures d'arrière littorale dans des zones de submersion marine. En front de mer où la dynamique est forte des dégradations sont possibles, liées au recul du trait de côte, l'érosion marine et le choc mécanique des vagues.

Suivant l'exposition il peut être compliquer d'avoir des protections durables, cela implique des coûts d'entretien élevés.

L'eau salée accélère la corrosion des matériaux (acier, béton), ce qui fragilise les structures. Les tunnels peuvent être partiellement ou totalement inondés, entraînant des interruptions de trafic.

Les installations portuaires, comme les quais, les terminaux, et les zones de stockage, peuvent être temporairement inutilisables en raison de la submersion marine.

La montée du niveau de la mer va transformer radicalement le littoral



Source : FNE, 2020¹

¹La gestion du trait de côte sur le littoral méditerranéen sableux, France Nature Environnement Languedoc-Rousillon, 2020, https://fne-ocmed.fr/wp-content/uploads/2020/02/Guide_trait_de_cote_FNE_LR_web.pdf

6. ANALYSE DE LA PERTINENCE DU DEVELOPPEMENT DES NAVETTES MARITIMES AU REGARD DES ENJEUX PRÉCITÉS

A partir des chapitres précédents servant de base bibliographique, est analysée ci-après la pertinence de développer des liaisons de navettes maritimes sur la façade Méditerranée. Cette pertinence doit en effet être évaluée au regard des grandes politiques publiques en identifiant différents contextes d'opportunités spécifiques au développement d'un service de transport quotidien par navettes maritimes. Les leviers de décarbonation applicables à ce mode de transport sont également abordés.

6.1. LES NAVETTES MARITIMES : UN SERVICE DE TRANSPORT EN COMMUN DE PASSAGERS PAR VOIE D'EAU¹

6.1.1. Rappel de la définition et des enjeux de service public associés

Définition

Les navettes maritimes constituent un service de transport collectif de passagers par voie d'eau qui assure la liaison entre deux points plus ou moins rapprochés, avec ou sans arrêt intermédiaire, selon un horaire publié et une régularité ou fréquence identifiable.

Ne sont pas concernés :

- La prestation touristique de balade en mer avec retour au point de départ ;
- Le service de transport à la demande ou « taxi boat ».

En milieu urbain, les navettes maritimes peuvent :

- **S'intégrer au réseau de transport en commun**, en reliant de grands générateurs de déplacements, comme les principales lignes de transport en commun terrestre ; souvent dans un réseau de transport en commun peu hiérarchisé, dans des villes de taille moyenne. Le service propose alors des fréquences élevées en heure de pointe, une capacité équivalente à celle de bus urbains et un temps de trajet intéressant par rapport aux autres modes de transport terrestres ;
- **Participer au maillage dans un réseau de transport en commun bien hiérarchisé**. Elles assurent alors un trajet court, qui peut servir de complément ou de mode de rabattement aux lignes structurantes.

¹Source : Transport collectif par voie d'eau en milieu urbain, CERTU, mars 2013. Le champ d'application de cette étude se limite au contexte du transport de passagers public urbain.

La variété des configurations géographiques conduit à développer différents types de services de navettes maritimes, qui peuvent être classés en trois usages :

- Les passeurs, qui sont des services reliant deux points proches (< 1 km) séparés par un plan d'eau ;
- Les services de traversée, qui assurent des trajets directs entre deux points sur des distances plus grandes (≥ 1 km). Leur pertinence dépend fortement de la configuration géographique du territoire ;
- Les lignes de cabotage, qui desservent au moins un point d'arrêt intermédiaire, entre leurs points de départ et d'arrivée.

Bien qu'il n'existe pas de limite théorique à la distance parcourue par un service de traversée et de cabotage, des distances de l'ordre de 10 km semblent constituer une limite supérieure pour un parcours urbain et périurbain.

6.1.2 Les spécificités du transport par voie d'eau¹

L'usage d'un service de navettes maritimes dépend principalement des zones de chalands des arrêts desservis et de leurs activités, du niveau de service et du temps de traversée.

Les navettes maritimes proposent un service fiable et régulier en termes de temps de parcours du fait qu'elles ne subissent pas les contraintes de la circulation routière en naviguant sur un « site propre »², car empruntant une voie plus ou moins réservée.

Les vitesses commerciales sont très variables selon le type de traversée et le nombre d'arrêts et sont à apprécier en fonction du contexte, du service rendu et du niveau de service proposé. Elles sont conditionnées par les temps d'accostage³ et d'arrêt en station⁴, de l'ordre de quelques minutes, qui peuvent être optimisés notamment par la mise en place d'adaptations spécifiques (système d'amarrage automatique à quai par exemple). Dans l'espace maritime, il n'y a pas de limitation de vitesse, à l'exception de la bande de 300 m de la côte, des chenaux dans ces 300 m, des ports et d'éventuelles réglementations locales particulières.

¹Source : Transport collectif par voie d'eau en milieu urbain, CERTU, mars 2013.

²Cette situation n'est pas entièrement comparable à un transport en commun en site propre (TCSP) terrestre dont les voies de circulation sont réservées à l'usage exclusif de ce mode de transport. Les navettes maritimes partagent en effet l'usage de la voie d'eau avec d'autres usagers (navires, bateaux de transport de marchandises, bateaux de croisières, plaisanciers, pêcheurs, etc.).

³Le temps d'accostage comporte le temps nécessaire pour ralentir et pour réaliser l'ensemble des manœuvres nécessaires pour positionner la navette à la station en vue de permettre la montée/descente des passagers. Il dépend de la configuration, des caractéristiques du cours d'eau (courant...) et des caractéristiques des navettes (système de propulsion, ...).

⁴Le temps d'arrêt en station pour la montée/descente des passagers doit intégrer l'obligation réglementaire de comptage systématique du nombre de passagers qui montent dans la navette (et pour les services de cabotage, celui des passagers qui descendent).

⁵Le nombre de passagers embarqués est encadré par une réglementation stricte imposant de ne jamais dépasser le nombre maximum de passagers autorisé.

⁶La capacité d'un service par voie d'eau cadencé à 10 minutes est comprise entre 72 (bateau de 12 places) et 900 (bateau de 150 places) passagers/h/sens. Sur la base d'une hypothèse de fonctionnement de 14h/j et avec une fréquence de 10 minutes, les navettes permettraient de transporter de 2 000 à plus de 25 000 voyageurs/j. A titre de comparaison, un bus cadencé à la même fréquence transporterait 13 000 voyageurs/j pour un bus standard et 25 000 voyageurs/j pour un bus biarticulé de 24,5 m.

⁷Par exemple, une navette de cabotage attirant une clientèle touristique peut être exploitée avec un seul bateau de forte capacité assurant des liaisons à intervalles longs tandis qu'un service de traversée utilisé essentiellement pour des liaisons domicile-travail peut être exploitée par plusieurs bateaux à capacité moyenne, assurant une fréquence forte en heure de pointe.

⁸En particulier, les services de passeur peuvent avec un seul navire – généralement amphidrome, maintenir une fréquence attractive (de l'ordre de 10 à 15 minutes) en faisant des allers-retours en continu. Inversement, les services de traversée et de cabotage, présentant des temps de parcours plus long, doivent disposer d'un nombre de navettes suffisant pour répondre aux objectifs de niveau de service fixés et une fréquence attractive et adaptée aux besoins.

Les aléas climatiques (crues, marée, tempêtes, etc.) et la maintenance chronophage des navires constituent les principales causes d'indisponibilité du service de navettes maritimes. En particulier, les variations du niveau d'eau peuvent empêcher la navigation et l'accès aux embarcadères. Le courant ou le vent trop fort peuvent aussi interrompre la navigation ou, sans l'interdire, la rendre inconfortable pour les usagers. Le déploiement de solution de transport de substitution en cas d'aléas climatiques, le choix d'un matériel adapté aux conditions de navigation et un parc comportant un ou plusieurs navires de remplacement en cas de panne, ou de maintenance du matériel, contribuent à garantir une disponibilité maximale et ainsi à maintenir l'attractivité de l'offre.

Outre les usages classiques d'un transport en commun pour répondre aux besoins de déplacements liés en particulier aux motifs de travail et d'études, le transport par voie d'eau a comme spécificité de présenter une forte attractivité touristique et de loisirs, en desservant souvent des zones de loisirs (plages notamment) et en permettant de voir la côte et la ville vue depuis la mer.

6.2. LE CADRE RÉGLEMENTAIRE DES NAVETTES MARITIMES¹

En tant que transbordement de passagers dans le cadre d'une desserte publique, les navettes maritimes sont encadrées réglementairement par le Code des Transports et l'arrêté du 23/11/1987, avec :

- Obligation d'être armé par un équipage professionnel formé et suffisant (Code des transports, art L5232-1). Permis d'armement ;
- Obligation de détenir des titres de sécurité et un permis de navigation (Code des transports, art L5241-3, Décret 84-810 art 3) ;
- Obligation d'étude par une commission régionale ou centrale de sécurité ;
- Obligation de suivi par un centre de sécurité des navires pour le renouvellement périodique des titres et du permis (Arrêté du 23/11/1987, division 130).

Les dispositions techniques réglementaires varient en fonction de différents facteurs comme la longueur du navire, le matériau de construction, la vitesse d'exploitation, le transport combiné de roulants et passagers, la navigation nationale ou internationale, et la jauge.

Le développement de technologies innovantes pour la propulsion ne fait pas encore l'objet de cadrage réglementaire prescriptif. Pour autant, les projets sont analysés avec une approche basée sur le prototypage et l'analyse des risques (incendie par exemple) de manière à assurer le développement des projets.

	Navires en composite	Navires de moins de 24m de longueur en aluminium ou en acier	Navires de plus de 24m de longueur en aluminium ou en acier	Engins à grande vitesse	Rouliers à passagers et ou navigation internationale
Référentiel	Réglementation nationale	Réglementation nationale	Directive européenne transposée	Directive européenne transposée	Directive européenne transposée, règlement européen, Conventions internationales
Graduation des exigences					

Composite : résine et fibres de verre
Engins à grande vitesse : vitesse supérieure à 20 nœuds pour un déplacement d'eau inférieur à 500m3
Rouliers à passagers : transport combinés de plus de 12 passagers et de remorques ou voitures
Navigation internationale : voyage d'un port d'un Etat membre vers un port hors de cet Etat (ex Nice Monaco)

Gradation des exigences réglementaires en matière de sécurité des navires
Source : Conférence Technique Territoriale Cerema – DIRM, 21/03/2024

D'autres obligations sont également à prendre en compte, telles que l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite, les normes relatives aux surfaces disponibles, aux sanitaires, à l'encadrement et à la diffusion d'information et la rétention des eaux usées lors des navigations côtières (citernes de rétention dimensionnées en conséquence).

¹Source : Synthèse réglementaire du transport maritime de passagers, DIRM Méditerranée, Conférence Technique Territoriale « Les navettes maritimes décarbonées, un potentiel pour la mobilité du quotidien dans nos territoires ? », 21/03/2024.

6.3. DES OPPORTUNITÉS SPÉCIFIQUES EN LIEN AVEC LES POLITIQUES PUBLIQUES POUR LE CLIMAT ET LA PRÉSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ

Outre le contexte classique d'opportunité économique pour répondre à un besoin de mobilité (domicile-travail, touristique, etc.), le développement de navettes maritimes peut s'avérer opportun dans les situations suivantes du fait des caractéristiques de ce type de transport :



*Les différents contextes d'opportunité propres au développement de navettes maritimes
Source : Cerema*

Trois de ces quatre contextes d'opportunités spécifiques au développement de navettes maritimes (réduire le trafic routier et ses impacts en termes de GES, offrir un niveau de service performant par rapport au service routier ; adapter les infrastructures de transport littorales au changement climatique ; préserver la biodiversité) s'inscrivent dans les politiques publiques en faveur du climat et de la préservation de la biodiversité. Ils sont détaillés ci-après.

- **Réduire le trafic routier et ses impacts en termes de GES, offrir un niveau de service performant par rapport au service routier**

Dans le cadre d'une politique globale de déplacements, le transport par navettes maritimes permet de développer l'offre en transport en commun et/ou compléter le réseau de transports en commun terrestre existant tout en proposant une solution de mobilité innovante par voie d'eau. Le service de navettes maritimes peut en effet être conçu comme une ligne intégrée au réseau principal de transport collectifs ou comme une ligne complémentaire de maillage.

En tant que transport en commun, les navettes maritimes peuvent être identifiées comme un outil de politiques publiques visant à réduire la part de l'automobile dans les déplacements du territoire et offrant un niveau de service performant par rapport au transport routier, d'autant plus que la voie d'eau constitue une infrastructure disponible et capacitaire, qui n'est pas soumise aux contraintes de la circulation et de la congestion routière.

- **Préserver la biodiversité**

A la différence des projets de transports en commun terrestres en site propre (voies réservées), la mise en place de transport par voie d'eau présente l'avantage de ne pas occasionner de travaux lourds de mise en service en ne nécessitant généralement pas d'investissement technique particulier sur le linéaire du projet. Les embarcadères (toutes les infrastructures constituant le point d'embarquement, du quai au ponton flottant s'il y en a un) constituent les principaux aménagements nécessaires à la mise en service d'un transport par navettes maritimes. La mutualisation de ce type d'aménagements pour différents usages peut être envisageable. Ces caractéristiques font du transport par navettes maritimes un projet de transport consommant peu d'espace, généralement dans les ports déjà artificialisés, en cohérence avec l'objectif de limitation de l'artificialisation.

Par ailleurs, en instituant un service de transport par navettes maritimes bien encadré, ce type de projet peut contribuer à réglementer l'accès à des sites – notamment isolés comme les îles - et ainsi les protéger des conséquences d'une sur-fréquentation touristique. Ce contexte d'opportunité pourrait se présenter dans le cadre d'une démarche semblable à celle initiée par le Parc national de Port-Cros pour réguler la fréquentation de l'île de Porquerolles.

- **Adapter les infrastructures de transport littorales au changement climatique**

Avec les effets du changement climatique dont la hausse du niveau de la mer, les aléas climatiques vont être exacerbés et vont conduire à une hausse des dégâts temporaires et/ou permanents, notamment sur les infrastructures du bord de mer (routes, ouvrages d'art, ports, etc.). Dans ce contexte, les infrastructures littorales doivent être adaptées. Le transport par navettes maritimes peut ainsi être envisagé comme une solution de mobilité résiliente à certaines infrastructures de transport de bord de mer inutilisables face aux conséquences du changement climatique.

Enfin, le développement de navettes maritimes s'avère particulièrement opportun dans le dernier cas suivant :

- **Améliorer l'accessibilité d'un territoire**

La configuration géographique du territoire est souvent déterminante pour l'efficacité et la pertinence d'un service de transport par voie d'eau. Lorsque l'eau constitue un obstacle physique entre les différents pôles d'attraction du territoire, un transport maritime peut être mise en place afin de désenclaver certains territoires difficilement accessibles par la voie terrestre. Plusieurs types de territoire sont concernés par cette configuration dans le domaine maritime, en particulier :

- **Les baies ou les rades** : il s'agit de bassins naturels ou artificiels de grande dimension, protégés des vents et des courants dominants et ayant accès à la mer. Ces configurations privilégiées offrent de bonnes conditions de navigation et abritent généralement des ports. Elles peuvent même représenter une coupure au sein du territoire. La mise en place d'un moyen de franchissement permet de transformer l'obstacle en atout pour le réseau de transport, les navettes maritimes offrant alors une réduction importante des temps de trajet des usagers, comme c'est le cas à Lorient ou à Toulon.
- **Les ports** : lorsque les agglomérations abritent un port en centre-ville, la présence de bassins à flot, de ports de plaisance et de chenaux d'accès en centre-ville constitue parfois des ruptures entre quartiers. La mise en place d'un service de navettes maritimes peut alors être envisagée et y est généralement aisée car les ports disposent souvent des infrastructures nécessaires. Ce type de service s'adresse davantage aux piétons qu'aux usagers des TC, car il leur permet d'éviter de longs détours, comme c'est le cas à Marseille.

6.4. LES LEVIERS DE DÉCARBONATION MOBILISÉS PAR LES NAVETTES MARITIMES

Bien que les navettes maritimes ne soient pas clairement identifiées comme un levier de décarbonation dans la SNBC, **ce mode de transport, à la croisée d'un mode de transports collectifs urbain/interurbain et du transport maritime, peut y contribuer sous certaines conditions, en combinant les leviers d'action de décarbonation spécifiques à ses deux composantes :**

- **La sobriété par le report modal vers un mode de transports collectifs**, sous réserve que les navettes maritimes constituent des modes moins carbonés et moins intenses en énergie que les modes reportés (notamment routiers) ;
- **Le progrès technologique**, à travers la recherche de :
 - **Gains d'efficacités énergétiques, qu'ils soient** technologiques au stade de la conception, opérationnels et enfin lors du processus de fin de vie ;
 - **Une réduction du contenu du CO2 de l'énergie consommée par les navettes maritimes sur l'ensemble du cycle de vie, en assurant une production et un acheminement propres d'énergie bas carbone et en développant des infrastructures portuaires d'approvisionnement en carburants raisonnées.** Les innovations technologiques en matière de navettes maritimes sont étudiées dans le volet 1 de la mission du Cerema.

7. ANNEXES

7.1. SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX JALONS FRANÇAIS RÉCENTS POUR LE CLIMAT

7.1.1. Accords de Paris (2015)¹

L'Accord de Paris constitue un traité international juridiquement contraignant sur les changements climatiques. Il a été adopté par 196 Parties lors de la COP 21, la Conférence des Nations unies sur les changements climatiques à Paris le 12 décembre 2015 et est entré en vigueur le 4 novembre 2016. Il représente un jalon important dans le processus multilatéral de la lutte contre le changement climatique en rassemblant toutes les nations.

Il fixe l'objectif de maintenir « l'augmentation de la température moyenne mondiale bien en dessous de 2°C au-dessus des niveaux préindustriels » et de poursuivre les efforts « pour limiter l'augmentation de la température à 1,5°C au-dessus des niveaux préindustriels ».

L'Accord de Paris fonctionne sur un cycle d'actions climatiques, appelées contributions nationales déterminées (NDC), qui est mené par chaque pays, révisé tous les 5 ans et qui doit représenter une progression en termes d'ambition. Dans leurs NDC, les pays communiquent les mesures qu'ils vont prendre pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre afin d'atteindre les objectifs de l'Accord de Paris ainsi que celles qu'ils prendront pour renforcer leur résilience afin de s'adapter aux effets de la hausse des températures.

Pour mieux encadrer les efforts en vue de l'objectif à long terme, l'Accord de Paris invitait aussi les pays à formuler et à soumettre d'ici 2020 des stratégies de développement à long terme à faibles émissions de gaz à effet de serre (LT-LEDS).

7.1.2. Loi sur la transition énergétique pour la croissance verte (2015)²

La loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), a fixé les objectifs et principes, et défini le cadre politique et les outils juridiques, techniques, institutionnels et financiers nécessaires pour accélérer la transition énergétique³. La loi visait à inscrire les perspectives stratégiques et politiques dans un cadre à moyen et à long terme, en se basant sur deux grands piliers : les économies d'énergie et les énergies renouvelables (EnR).

¹Source : L'Accord de Paris, Nations Unies, <https://unfccc.int/fr/a-propos-des-ndcs/l-accord-de-paris>.

²Source : Loi de transition énergétique pour la croissance verte, Ministères Territoires Ecologie Logement, 13/12/2016, <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/loi-transition-energetique-croissance-verte>

³La transition énergétique vise à préparer l'après pétrole et à instaurer un modèle énergétique robuste et durable face aux enjeux d'approvisionnement en énergie, à l'évolution des prix, à l'épuisement des ressources et aux impératifs de la protection de l'environnement.

Ses principaux objectifs en matière de climat-énergie étaient :

- De réduire les émissions de GES de 40 % d'ici 2030 (base 1990) et de diviser par 4 les émissions de GES d'ici 2050 (base 1990) ;
- De réduire la consommation d'énergie finale de 50% en 2050 par rapport à l'année de référence 2012, en visant un objectif intermédiaire de 20% en 2030 ;
- De réduire la consommation d'énergie primaire des énergies fossiles de 30% en 2030 par rapport à l'année de référence 2012 ;
- De porter la part des EnR à 32% dans la consommation finale brute d'énergie d'ici 2030 et de 40% dans la production d'électricité ;
- De diversifier la production d'électricité et baisser à 50% la part du nucléaire à l'horizon 2025 ;
- De diminuer de 50% les déchets mis en décharge à l'horizon 2025.

La LTECV couvrait les différents domaines clés de la transition énergétique et contenait de nombreuses mesures : rénovation du parc de bâtiments existants, amélioration de la performance énergétique et environnementale des bâtiments neufs, développement des transports propres, lutte contre les gaspillages et de promotion l'économie circulaire, développement des énergies renouvelables, renforcement de la sûreté nucléaire, simplification des procédures et de clarification du cadre de régulation, lutte contre la précarité énergétique.

La LTECV prévoyait plusieurs instruments politiques de planification pour favoriser la transition énergétique, dont en particulier la Stratégie Nationale Bas Carbone (Cf. 2.2.1) et la Programmation Pluriannuelle de l'Energie.

7.1.3. Plan Climat (2017)¹

Le 6 juillet 2017, un nouveau Plan Climat² est présenté pour renforcer l'action climat de la France et accélérer la mise en œuvre de l'Accord de Paris.

Il s'articulait autour des six grands thèmes suivants, composés au total de 23 axes prévoyant des mesures à mettre en œuvre sur la période 2017-2022 :

- Rendre irréversible la mise en œuvre de l'Accord de Paris ;
- Améliorer le quotidien de tous les Français ;
- En finir avec les énergies fossiles et s'engager vers la neutralité carbone ;
- Faire de la France le pays n°1 de l'économie verte ;
- Mobiliser le potentiel des écosystèmes et de l'agriculture pour lutter contre le changement climatique ;
- Renforcer la mobilisation internationale sur la diplomatie climat.

Parmi les nombreuses mesures fixées dans ce Plan, figure la révision des documents stratégiques en matière de climat et d'énergie : une nouvelle stratégie nationale bas-carbone (SNBC) et une nouvelle programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). En particulier, la nouvelle SNBC visera la neutralité carbone à l'horizon 2050.

¹Source : Plan Climat : 1 planète, 1 plan, Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 06/07/2017, https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/2017_07_06%20-%20Plan%20Climat.pdf

²Il succède aux Plans Climat 2004 (traduisant les engagements de la France pris lors du protocole de Kyoto de manière à économiser de l'ordre de 10 % des émissions françaises à l'horizon 2010 afin de maintenir au minimum la tendance actuelle de stabilisation des émissions de CO2) et 2010.

7.1.4. Loi relative à l'énergie et au climat (2019)¹

Adoptée le 8 novembre 2019, la loi n°2019-1147 relative à l'énergie et au climat fixe le cadre, les ambitions et la cible de la politique énergétique et climatique de la France. Il porte sur quatre axes principaux :

- La sortie progressive des énergies fossiles et le développement des énergies renouvelables ;
- La lutte contre les passoires thermiques ;
- L'instauration de nouveaux outils de pilotage, de gouvernance et d'évaluation de la politique climatique ;
- La régulation du secteur de l'électricité et du gaz.

Ce texte a modifié les objectifs nationaux en matière d'énergie et de climat fixés par la LTECV² et inscrit dans la loi l'objectif de la neutralité carbone en 2050 pour répondre à l'urgence climatique, conformément à l'Accord de Paris.

7.1.5. Loi d'Orientation des Mobilités (2019)³

La Loi d'Orientation des Mobilités, dite LOM (loi n° 2019-1428 du 24 décembre 2019) vise à réformer en profondeur le cadre général des politiques publiques de mobilités en France pour améliorer concrètement la mobilité au quotidien, de tous les citoyens et dans tous les territoires, grâce à des solutions de transports plus efficaces, moins émetteurs et plus accessibles.

Elle porte des investissements sans précédent (13,4 Md€ d'investissement de l'Etat sur la période 2017-2022, dont les ¾ consacrés au mode ferroviaire), avec une priorité donnée aux transports du quotidien (hausse des moyens pour l'entretien des réseaux existants, investissement dans un plan RER pour les métropoles, désenclavement des territoires ruraux).

Elle encourage également le déploiement de nouvelles solutions de mobilité pour se déplacer plus facilement et donner des alternatives à la voiture individuelle.

Cette loi contribue aux objectifs de réduction des gaz à effets de serre que la France s'est fixée, avec notamment l'inscription dans la loi de la fin des ventes de voitures à énergies fossiles carbonées d'ici 2040, le déploiement de la recharge électrique, le développement des zones à faibles émissions ou l'encouragement des mobilités actives et partagées (forfait mobilité durable, plan vélo).

¹Source : Loi énergie-climat, Ministères Territoires Ecologie Logement, 16/01/2020, <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/loi-energie-climat>.

²En particulier, cette loi a :

- Remplacé l'objectif « Facteur 4 » par l'objectif d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 en divisant les émissions de GES par un facteur supérieur à six, par rapport à 1990
- Rehaussé l'objectif de réduction de la consommation énergétique primaire des énergies fossiles en 2030 de 30% à 40% (base 2012) ;
- Fixé un nouvel objectif pour la politique énergétique nationale : atteindre, à l'horizon 2030, une part d'hydrogène bas-carbone et renouvelable comprise entre 20 et 40% de la consommations totale d'hydrogène industriel ;

En outre, la loi établit que dès 2023, une loi de programmation quinquennale fixera les grands objectifs énergétiques (énergies renouvelables ; consommation d'énergie ; sortie des énergies fossiles et niveaux minimal et maximal d'obligation des certificats d'économies d'énergie).

³Source : Loi d'orientation des mobilités. Ministères Territoires Ecologie Logement, 20/01/2020, <https://www.ecologie.gouv.fr/loi-dorientation-des-mobilités>.

7.1.6. Pacte vert pour l'Europe (2020-2021)¹

Le pacte vert pour l'Europe (*European Green Deal*) est un ensemble d'initiatives politiques proposées par la Commission européenne dans le but primordial de rendre l'Europe climatiquement neutre en 2050. Il comprend en particulier :

- L'élaboration d'une loi européenne sur le climat, qui fait de l'ambition politique d'atteindre la neutralité climatique à l'horizon 2050 une obligation juridique pour l'UE ;
- Le relèvement des ambitions climatiques pour 2030 afin d'atteindre une réduction des émissions nettes de GES de 55 % en 2030 par rapport à 1990 (contre 40 % précédemment)
- la révision de toutes les directives pertinentes en matière de climat (échange de quotas d'émission, énergies renouvelables, etc.) pour aligner les politiques avec l'objectif 2030.

Le paquet « Fit For 55 » vise à transposer les ambitions climatiques du pacte vert dans le droit.

7.1.7. Loi Climat et Résilience (2021)²

Issue des travaux de la Convention Citoyenne pour le Climat et organisée selon 5 grandes thématiques, la loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets (dite loi Climat et Résilience) vise à accélérer la transition de notre modèle de développement vers une société neutre en carbone, plus résiliente, plus juste et plus solidaire :

- Se déplacer : la loi vise à rendre les différents moyens de transport plus propres en promouvant les alternatives à la voiture individuelle et la transition vers un parc de véhicules moins émetteurs, à travers notamment la fin de la vente des voitures émettant plus de 95 g CO₂/km en 2030 ; la fin de vente des poids lourds à moteur thermique d'ici 2040 ; la mise en place de zones à faibles émissions mobilité dans les agglomérations métropolitaines de plus de 150 000 habitants d'ici le 31 décembre 2024 ; l'élargissement de la prime à la conversion aux personnes souhaitant remplacer un vieux véhicule émetteur par un vélo à assistance électrique, pour encourager l'usage du vélo ; l'interdiction des vols domestiques en cas d'alternative en train de moins de 2h30 et la compensation carbone obligatoire de tous les vols domestiques d'ici 2024 ; la facilitation du déploiement des bornes de recharge dans les copropriétés et l'accélération du déploiement de celles ouvertes au public en rendant obligatoire l'équipement des parkings publics ; et l'amplification du déploiement des bornes de recharge rapide sur voies express et autoroutes avec la prise en charge des coûts de raccordement à 75% jusqu'à 2025 ;

- Consommer : la loi prévoit des mesures portant sur l'éducation à l'environnement, la publicité, l'affichage environnemental et l'économie circulaire afin d'orienter les Français dans leurs choix de consommation ;
- Produire et travailler : la loi prévoit notamment des mesures pour rendre les investissements publics plus verts, pour soutenir les énergies renouvelables et limiter l'artificialisation des sols.
- Se loger : vise à accélérer la rénovation énergétique à grande échelle des logements et à sortir des millions de ménages de la précarité énergétique ;
- Se nourrir : vise à enclencher un changement significatif dans la manière des Français de se nourrir pour consommer plus local, plus durable et plus sain, soutenir un système agricole plus respectueux de l'environnement par le développement de l'agroécologie et mieux encadrer le commerce équitable.

La loi vise également à garantir une meilleure protection judiciaire de l'environnement en renforçant les peines pour qu'elles soient plus dissuasives et en créant un délit d'écocide et introduit des dispositions relatives à l'évaluation climatique et environnementale.

En particulier, l'article 301 de la loi Climat et Résilience¹ dispose que, pour chaque secteur fortement émetteur de gaz à effet de serre, une feuille de route est établie conjointement par les représentants des filières économiques, le Gouvernement et les représentants des collectivités territoriales pour les secteurs dans lesquels ils exercent une compétence. Cette feuille de route coordonne les actions mises en œuvre par chacune des parties pour atteindre les objectifs de baisse des émissions de gaz à effet de serre fixés par la Stratégie Nationale Bas Carbone.

¹[https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000043956974#:~:text=%E2%80%B9%20Article%20pr%C3%A9sent-LOI%20n%C2%B0%202021%2D1104%20du%2022%20ao%C3%BBt%202021%20portant,face%20%C3%A0%20ses%20effets%20\(1\)](https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000043956974#:~:text=%E2%80%B9%20Article%20pr%C3%A9sent-LOI%20n%C2%B0%202021%2D1104%20du%2022%20ao%C3%BBt%202021%20portant,face%20%C3%A0%20ses%20effets%20(1))

7.2. SYNTHÈSE DES PRINCIPALES DISPOSITIONS CLIMATIQUES FIXÉES POUR LE TRANSPORT MARITIME

7.2.1. Au niveau international¹

L'OMI s'est engagée à agir sur les émissions de GES des navires dans les années 2010, avec l'entrée en vigueur effective en 2015 de l'indice nominal de rendement énergétique, Energy Efficiency Design Index (EEDI), qui impose aux navires neufs de jauge égale ou supérieure à 400 UMS de se conformer à une certaine valeur d'efficacité énergétique minimale en fonction de leur conception, rendue plus contraignante par phase de 5 ans² et la mise en place d'un système de collecte de données sur la consommation de carburant des navires de jauge égale ou supérieure à 5 000 UMS de la flotte mondiale à partir de 2018. Ces mesures sont toutefois d'une portée limitée et ce n'est qu'avec l'adoption de l'Accord de Paris que l'OMI a accéléré son action dans ce domaine.

En 2018, la Stratégie initiale de réduction des émissions de GES provenant du transport maritime a été adoptée. Elle présente une vision à moyen et à long terme pour le secteur, fixant plusieurs objectifs de réduction et comportant des propositions de mesures supplémentaires de réduction à court (2018-2023), à moyen (2023-2030) et à long terme (au-delà de 2030), assorties de calendriers de mise en œuvre.

Les objectifs fixés pour le transport maritime international sont :

- Pic : les émissions de CO₂ du secteur devraient atteindre leur niveau maximal dès que possible (pas d'échéance fixée) ;
- Objectifs en absolu : Réduction d'au moins 50% d'ici 2050 par rapport au niveau de 2008, en s'efforçant d'atteindre la décarbonation du secteur conformément à l'objectif à long terme fixé par l'article 4 de l'Accord de Paris (dans la 2e moitié du siècle) ;
- Objectifs en relatif (intensité carbone) : réduction d'au moins 40% d'ici 2030 (base 2008) des émissions de CO₂ par tonne-km (tonne de marchandises-km transporté), en s'efforçant d'atteindre une réduction de 70% d'ici 2050 (base 2008).

¹Sources : CITEPA, Rapport d'inventaire Secten, 2024 (p.51-53) ; et Feuille de route de la décarbonation de la filière maritime, DGAMPA-CMF, janvier 2023.

²Energy Efficiency Design Index (EEDI), qui impose aux navires neufs de jauge égale ou supérieure à 400 UMS de se conformer à une certaine valeur d'efficacité énergétique minimale en fonction de leur conception, rendue plus contraignante par phase de 5 ans.

Les mesures de court terme, adoptées en 2021 et qui s'appliquent à partir de 2023, comprennent :

- Le Energy Efficiency Existing ship Index (EEXI), volet technique, est un indice nominal d'efficacité énergétique construit sur le même modèle que l'EEDI mais applicable aux navires existants de jauge égale ou supérieure à 400 UMS (et non plus seulement aux navires neufs). Les facteurs de réduction imposés par rapport à la valeur de référence (qui reflète l'efficacité énergétique nominale moyenne de chaque catégorie de navires sur la période 2000-2009) sont compris entre différents paliers allant de 0 à 50 %, selon le type de navire et sa taille. En cas de non-conformité, l'armateur doit prendre des mesures de correction, comme la limitation de la puissance du moteur et de la propulsion, la modification du design, l'intégration de technologies pour optimiser la gestion d'énergies à bord, le renouvellement des navires ou encore le ralentissement des vitesses de navigation.
- Le Carbon Intensity Indicator (CII), volet opérationnel, est un indicateur d'intensité carbone¹ (émissions relatives à l'activité) applicable aux navires de jauge égale ou supérieure à 5 000 UMS, en imposant à chaque navire des cibles de réduction de son intensité carbone réelle par rapport à une référence calculée en fonction de l'intensité carbone de sa catégorie en 2019. Une notation de A (la plus haute) à E (la plus basse) est attribuée. Si un navire est noté D pendant 3 ans consécutifs ou E pendant un an, il doit adopter des mesures de corrections présentées dans le SEEMP² qui doivent être validées par l'administration. Sans mesure corrective, il perdra son certificat de navigation

7.2.2. Au niveau européen³

Le paquet législatif « fit for 55 », visant à atteindre l'objectif de neutralité carbone de l'Union Européenne en 2050 et un nouvel objectif intermédiaire plus ambitieux de réduction des émissions nettes de GES à – 55 % en 2030 par rapport à 1990 (contre – 40 % précédemment), comporte 2 propositions clés pour le secteur du transport maritime :

La Stratégie de l'OMI a été révisée en 2023, avec des objectifs plus ambitieux de réduction des émissions de GES (Cf. 3.2). Au titre de cette stratégie de 2023, l'OMI doit élaborer et mettre au point de façon définitive un ensemble de mesures envisageables permettant d'atteindre les objectifs de réduction qui comprendrait :

- Un élément technique : norme sur les combustibles à usage maritime en fonction d'objectifs qui réglemente la réduction progressive de l'intensité des émissions de GES des combustibles marine ;
- Un élément économique, fondé sur un mécanisme de tarification des émissions de GES dans le secteur maritime.

Cet ensemble de mesures doit être adopté en 2025 et leur entrée en vigueur est prévue en 2027. La stratégie de 2023 doit faire l'objet d'un réexamen en 2027 et aboutir à l'adoption d'une nouvelle stratégie de l'OMI sur la réduction des émissions de GES des navires.

- L'intégration du transport maritime dans le système communautaire d'échange de quotas d'émission de GES (ou ETS pour Emissions Trading System) de l'UE depuis le 1er janvier 2024⁴;
- Le nouveau règlement FuelEU Maritime⁵, adopté en juillet 2023, qui vise à accroître l'utilisation de carburants durables dans le secteur maritime en obligeant les navires de plus de 5 000 tonnes de jauge brute faisant escale dans les ports européens⁶ à réduire l'intensité carbone de l'énergie⁷ utilisée à bord des navires ; et se raccorder à l'alimentation électrique à quai pour leurs besoins en énergie électrique lorsqu'ils sont amarrés à quai, à moins qu'ils n'utilisent une autre technologie à émissions nulles.

¹Il est calculé en divisant les émissions de GES par la capacité de transport du navire et la distance parcourue sur l'année, prenant ainsi en compte les émissions réelles du navire et pas seulement son efficacité énergétique théorique (à la différence de l'EEDI et de l'EEXI).

²Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP), entré en vigueur pour les nouveaux navires et navires existants de plus de 400 UMS depuis 2013 pour imposer à l'armateur des mesures d'amélioration des performances énergétiques de ses navires, et étendu depuis 2021 à tous les navires de plus de 5 000 tjb au transport international qui doivent dans leur SEEMP présenter leur plan d'actions pour atteindre les objectifs du CII.

³Source : Feuille de route de la décarbonation de la filière maritime, DGAMPA-CMF, janvier 2023.

⁴A partir de 2024, 100 % des émissions dans les ports et des voyages intra-européens et 50 % des émissions de voyages entre un port de l'UE et un port d'Etat tiers doivent donner lieu à restitution des quotas correspondants. Dans un premier temps, seuls les navires de jauge supérieure à 5000 UMS (marchandises ou passagers) sont concernés. Les navires de pêche, de plaisance, de service public et militaires sont exclus.

⁵Source : <https://www.consilium.europa.eu/fr/infographics/fit-for-55-refueu-and-fueu/#:~:text=Le%20r%C3%A8glement%20FuelEU%20Maritime%20obligera,2030%3A%206%20%25>

⁶Sauf exceptions, comme les navires de pêche.

⁷Les cibles de réduction de l'intensité carbone imposées par le règlement FuelEU Maritime prennent en compte l'ensemble du cycle de vie des carburants. Par rapport à la moyenne de 2020 : - 2 % à partir de 2025, - 6 % à partir de 2030, - 14,5 % à partir de 2035, - 31 % à partir de 2040, - 62 % à partir de 2045, - 80 % à partir de 2050.

7.2.3. Au niveau national¹

La Loi pour l'Économie Bleue, promulguée le 20 juin 2016, bien qu'elle ne comporte que peu d'éléments spécifiques à la transition environnementale, fait figure de référence car elle est la première dédiée au maritime et marque ainsi le renforcement de la filière dans les politiques publiques et législations nationales. Elle vise à simplifier des dispositions législatives s'appliquant aux activités maritimes. Parmi ses mesures, figurent le déploiement du réseau GNL dans le cadre du Réseau Transeuropéen des Transports (RTE-T), le déploiement de bornes de connexions pour le courant à quai et la création d'une filière de traitement des sédiments de dragage.

La Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) 2019 – 2028 insiste sur l'électrification des transports et les mesures d'efficacité énergétique. Elle associe le maritime aux secteurs difficiles à décarboner et privilégie :

- Le recours aux carburants bas carbone comme les bio-carburants, voire décarbonés (comme l'hydrogène) et aux technologies alternatives comme la batterie ou la propulsion par le vent ;
- Le déploiement d'un réseau d'infrastructures pour le soutage de Gaz Naturel Liquéfié maritime, en lien avec la dynamique du RTE-T ;
- Le courant à quai généralisé dans tous les ports à l'horizon 2030.

La loi d'Orientation sur les Mobilités (2019), principalement axée sur les mobilités du quotidien, acte différents objectifs centrés sur le maritime et liés à la transition environnementale, parmi lesquels figurent :

- La création de l'EPIC HAROPA pour renforcer la compétitivité de cet ensemble portuaire et la création de l'établissement public local du Canal Seine-Nord Europe ;
- L'obligation pour les ports de plaisance de plus de cent places de réserver au moins 1 % des postes aux navires électriques ;
- La ratification de l'ordonnance qui transpose la directive européenne sur la teneur en soufre des carburants marins ;
- La sécurisation des investissements pour les infrastructures portuaires de connexion au courant à quai ;

Deux demandes accompagnent ces dispositions : la définition d'un programme pour atteindre la neutralité carbone dans le maritime à 2050 et la commande d'un rapport pour mesurer l'intérêt d'une filière maritime française de fret à la voile.

¹Source : Coalition T2EM : Transition Ecologique et énergétique du maritime à 2050, JACQUIN Erwan, SIGRIST Jean-François, PETON Emmanuel-Marie, 2022.

7.3. LES CARBURANTS MARINS ALTERNATIFS

7.3.1. Zoom sur les e-carburants¹

Les principaux e-carburants sont les suivants :

e-hydrogène (e-H₂)

Produit par électrolyse de l'eau et pouvant ensuite être utilisé dans une pile à combustible voire, dans certains cas, dans un moteur à combustion. Du fait de sa faible densité énergétique par unité de volume, l'hydrogène doit être comprimé à très haute pression (de 300 à 700 bars) voire même liquéfié à environ -252°C. Son utilisation restera limitée à certains types de navires en capacité de s'avitailer fréquemment. La durée de vie limitée des piles à combustible et leur coût sont également une contrainte.

e-méthane

Produit via le procédé Fischer-Tropsch, pouvant ensuite être liquéfié et donner du e-GNL. Ce dernier pourra remplacer directement le GNL fossile utilisé dans les navires construits pour cette énergie.

e-méthanol (e-CH₃OH)

La production est déjà industrialisée, notamment pour l'industrie chimique. Ce carburant est liquide à température ambiante ce qui facilite sa manipulation et son soutage, il pourrait notamment être utilisé en retrofit de navires existants. Des navires-citernes fonctionnant et transportant du méthanol sont déjà en opération, et des premiers navires – hors navires-citernes – utilisant le méthanol comme carburant seront en opération dès 2025-2026. Certains armateurs de porte-conteneurs misent notamment sur cette technologie.

e-ammoniac (e-NH₃)

Produit en grande quantité pour des besoins industriels (industrie des engrais, explosifs) selon le procédé de Haber-Bosch. Moins mature que le e-méthane et le e-méthanol pour un usage maritime, l'ammoniac présente l'intérêt majeur d'être dépourvu de chaîne carbonée et ainsi de ne pas émettre de CO₂ à sa combustion. De gros efforts de R&D sont néanmoins nécessaires pour permettre son exploitation de manière sûre, l'ammoniac étant hautement toxique.

¹Source : Feuille de route de la décarbonation de la filière maritime, DGAMPA-CMF, janvier 2023.

7.3.2. Les caractéristiques des carburants marins alternatifs

Tableau de bord stratégique des carburants marins alternatifs pour la zone Europe
Source : Pierre-Yves Larrieu, Pédagogie Conseil Expertise Maritime

	Carburants fossiles ou gris ^a								Fossile + Capture CO2 ^b			Biocarburants (à partir de déchets) ^c				Carburants de synthèse (à partir d'énergie décarbonée)						Autres	
	VLSFO ^d	GO ^e	CH3OH ^f gris	NH3 ^g gris	GPL ^h	GNL ⁱ	GNC ^j	H2 gris comp. ^k	H2 bleu liq. ^l	H2 bleu comp. ^k	NH3 ^g bleu	Bio- CH3OH ^f	Bio-Die- sel ^m	Bio -GPL ^h	Bio -LNG ⁿ	e-H2 liq.	e-H2 comp.	e-LNG	e-NH3	e- CH3OH ^f	e- Diesel ^o	H2 blanc liq. ^p	Élect. ^q Stockée
GES WTW gCO2eq/MJ [2023] ^{r,s}	96	87,8	101,2	122,1	83,7	84,5	≈ 79,4 ^t	133,4	18,1	≈ 15,1 ^t	19,9	11,3	25,8	≈ 24,1 ^t	24,3	1,8	≈ 1,5 ^t	11,7	1,2	0,9	6	0	69,7 ^u
GES TTW gCO2eq/MJ [2050] ^v	96	87,8	101,2	122,1	83,7	76,7	≈ 72,1 ^t	133,4	11,3	≈ 9,0 ^t	12,9	1,3	1,5	≈ 5,1 ^t	4,7	0,2	≈ 0,2 ^t	11,1	0,2	0,1	4,88	0	0
Date de péremption FuelEU Maritime ^w	2023	2030	2023	2023	2035	2035	2035	2023	> 2050	> 2050	> 2050	> 2050	> 2050	> 2050	> 2050	> 2050	> 2050	> 2050	> 2050	> 2050	> 2050	> 2050	> 2050
Prix (\$/Teq.GO) ^x	582	729	718	1027	490 ^y	517	≈ 458 ^z	1131	1188	≈1018 ^t	1166	2284	1501	2208	≈ 1016	1747	≈1497 ^t	≈ 2566	2428	≈ 3138	≈ 3548	/	1823 ^{aa}
Prix (\$/Teq.GO) [2050] ^{ab}	≈ 576	/	/	/	/	≈ 593	/	/	/	/	≈ 1230	≈ 990	≈ 905	/	≈ 683	≈ 717	≈ 568	≈ 1106	≈ 841	≈ 1217	≈ 1375	≈ 350	/
Prix (\$/Teq.GO) [2050 + ETS 100] ^{ac}	≈ 974	/	/	/	/	≈ 948	/	/	/	/	≈ 1289	≈ 991	≈ 914	/	≈ 709	≈ 726	≈ 576	≈ 1140	≈ 862	≈ 1230	≈ 1392	≈ 350	/
Vol. de stockage à bord/GO ^{ad}	x0,95	x1	x2,3	x5,03	x2,62	x2,2	x20,2	x21,9	x6,6 ^{ae}	x21,9	x5,03	x2,3	x1,02	x2,62	x2,2	x6,6 ^{ae}	x21,9	x2,2	x5,03	x2,3	x1	x6,6 ^{ae}	x12,1
Masse stockée à bord/GO ^{af}	x1,04	x1	x2,15	x2,3	x0,93	x0,87 ^{ag}	x12,5	x10,3	x0,36 ^{ag}	x10,3	x2,3	x2,15	x1,02	x0,93	x0,85 ^{ag}	x0,36 ^{ag}	x10,3	x0,85 ^{ag}	x2,3	x2,15	x1	x0,36 ^{ag}	x35,9
Risques/ sécurité ^{ah}																							

- a) Les carburants gris sont synthétisés à partir du GNL fossile, ou du charbon. En 2021, l'hydrogène gris représentait 98 % de la production mondiale d'hydrogène.
- b) Les carburants bleus sont synthétisés à partir du GNL fossile. Le CO₂ émis lors de la synthèse est capturé à plus de 80 %, puis stocké dans des couches géologiques.
- c) Les biocarburants marins sont produits quasi-exclusivement à partir de déchets et de coproduits organiques. Réglementairement (OMI & UE), les biocarburants qui ne peuvent justifier d'une réduction d'au moins 65 % de leur intensité d'émission de GES sont considérés comme des combustibles fossiles.
- d) VLSFO : Fioul lourd à très basse teneur en soufre (S < 0,5 %). PCI = 41 MJ/kg. Densité = 0,92.
- e) GO : Gazole. PCI = 42,7 MJ/kg. Densité = 0,84.
- f) CH₃OH : Méthanol. PCI = 19,9 MJ/kg. Densité = 0,79.
- g) NH₃ : Ammoniac, stocké sous forme liquide, sous pression. PCI = 18,6 MJ/kg. Densité = 0,682.
- h) GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié, stocké sous forme liquide, sous pression. Il s'agit d'un mélange de propane et de butane. Il est produit lors de la distillation du pétrole et coproduit lors du raffinage du gaz naturel. Le Bio-GPL est coproduit lors de la production du Bio-méthane et des autres biocarburants. PCI = 46 MJ/kg. Densité = 0,53.
- i) GNL : Gaz Naturel Liquéfié. PCI = 49,1 MJ/kg. Densité = 0,445.
- j) GNC : Gaz Naturel Comprimé. PCI = 49,1 MJ/kg. Cadre de neuf bouteilles de gaz comprimé à 190 bars, d'un volume de 1 m³, pour un poids de 520 kg, et une capacité totale de gaz détenu de 36,2 kg. Le ravitaillement s'effectue par échange standard de cadre.
- k) H2 comp. : Hydrogène gazeux, PCI = 120 MJ/kg. Stockage : 450 kg d'hydrogène comprimé à 500 bars, dans des bouteilles regroupées dans un conteneur de 20 pieds pesant 13000 kg (Europe Technologies, 2022). Le ravitaillement s'effectue par échange standard de conteneur.
- l) H2 liq. : Hydrogène liquide, stocké sous forme cryogénique. Densité = 0,071.
- m) Bio-Diesel : Il existe plusieurs voies de production qui donnent des caractéristiques de Bio-Diesel différentes. Les caractéristiques des différents procédés vont de 0,78 à 0,88 pour la densité et de 38 à 44 MJ/kg pour le PCI. On retiendra ici une densité moyenne de 0,82 et un PCI de 42 MJ/kg.
- n) Bio-LNG : Bio-Méthane. PCI = 50 MJ/kg. Densité = 0,423.
- o) Le Diesel de synthèse est obtenu par procédé Fischer-Tropsch. Ce procédé produit une large gamme de molécules, que l'on parvient assez bien à raffiner. Le carburant obtenu finalement est très proche du Gazole, dont on retiendra les caractéristiques.
- p) L'hydrogène blanc, renouvelable, est extrait du sous-sol. Quelques gisements en exploitation (au Mali notamment), et de nombreuses prospections en cours (y compris en France). Un début de production à grande échelle est espéré à partir de 2040, avec un coût de production inférieur à 1 \$/kg H₂. Si cet espoir se concrétise, il constituera une pression à la baisse pour les coûts des carburants de synthèse, fonction de l'importance des quantités produites.
- q) Électricité stockée : Batteries alimentant des moteurs électriques de propulsion. Technologie en progression rapide. Pour des batteries Li-ion : énergie spécifique utilisable : 200 Wh/kg ; énergie volumique de 600 Wh/litre. Des corrections aux données (prix & quantités) de cette colonne ont été appliquées, pour tenir compte d'une bien meilleure chaîne de rendement.

- r) GES WTW [2023] : Intensité d'émission de Gaz à Effet de Serre des carburants en 2023. Sources principales :
- Maersk Mc-Kinney Moller Center, *Position Paper NavigaTE*, 2024.
 - Règlement (UE) 2023/1805 *FuelEU Maritime* du 13 septembre 2023, Annexe II, Facteurs d'émissions par défaut (Gazole et combustibles gris).
- s) Carbone4 propose les valeurs suivantes pour les émissions de GES WTW des carburants de synthèse maritimes à l'horizon 2030 (sur la base du taux de carbonation moyen de l'électricité consommée, de l'utilisation de gazole pour l'injection dans les moteurs et tenant compte de la présence de *methane slip*) : e-H₂ liq. : 32 ; e-NH₃ : 58 ; e-CH₃OH : 47 ; e-GNL : 44. Ces valeurs ne sont pas compatibles avec la classification « Renouvelable et durable » de l'UE. Toujours à l'échéance 2030, il propose pour les biocarburants marins produits à partir de déchets : BioDiesel : 11 ; BioGNL : 20. Source : CHAAR, Zeina & al., *Hydrogène bas-carbone, quels usages pertinents à terme dans un monde décarboné ?*, Carbone4, 2022.
- t) Estimation par analogie avec carburant le plus proche. Pour les gaz comprimés, il a été tenu compte du coût énergétique de la liquéfaction de leurs homologues.
- u) Intensité d'émission de GES de la production électrique en Europe en 2022 : 251 gCO₂e/kWh. Source : European Environment Agency.
- v) GES WTW [2023] : Intensité estimée d'émission de GES des carburants en 2050. Cette actualisation tient compte de la diminution de l'empreinte carbone de l'électricité, de l'amélioration des procédés et d'une meilleure maîtrise du *methane slip*. Source principale : Maersk Mc-Kinney Moller Center, *Position Paper NavigaTE*, 2024.
- w) Date de préemption *FuelEU Maritime* : Il s'agit de la date à partir de laquelle la réglementation européenne restreint progressivement, jusqu'à interdire, l'emploi des carburants marins dont l'intensité d'émissions de GES dépasse un seuil progressivement diminué. Au delà de 2050, les carburants marins doivent avoir une intensité d'émission de GES inférieure à 18,23 gCO₂eq/MJ
- x) Prix des carburants, constaté en zone Europe (ARA ou NWE), entre mars et mai 2024, pour une quantité d'énergie correspondant à 1 kg de gazole (42,7 MJ). Les volumes de transaction de certains carburants sont très faibles et leurs prix sont alors susceptibles de forte évolution en cas de demande un peu plus forte. Sources principales :
- Alternative Fuel Insight, Det Norske Veritas ;
 - Platts, S&P Global Inc (NH₃ ; Bio-GPL 08/2023) ;
 - Bussiness Analytiq (H₂) ;
 - MMKMC, *Fuel Cost Calculator*, 2024 (BioLNG, e-LNG, e-CH₃OH et e-Diesel).
- y) European Propane CIF ARA (Argus) Futures, mai 2024, NYMEX.
- z) D'après prix US, janvier 2024. US Department of Energy.
- aa) Prix moyen de l'électricité en Europe, hors taxes, en 2023 : 0,252 €/kWh. Source : Eurostat. Donnée corrigée d'un facteur 0,61 pour tenir compte de la chaîne de rendements. Prix bien plus bas en Asie et aux USA, mais électricité avec moins de renouvelables.

- ab) Prix estimé (VLSFO, LNG) ou coût de production estimé (autres, donc hors effets de marché) des carburants, en zone Europe (ARA ou NWE), en 2050, pour une quantité d'énergie correspondant à 1 kg de gazole (42,7 MJ). Source : Maersk Mc-Kinney Moller Center, *Fuel Cost Calculator*, 2024.
- ac) Idem en appliquant une taxe carbone de 100 \$/Ton CO₂eq. Même source. Si la taxe carbone sanctionne bien les combustibles fossiles, elle s'avère peu discriminante pour les combustibles alternatifs.
- ad) Volume de carburant alternatif correspondant d'un point de vue énergétique à une unité de masse de Gazole. Un facteur de 1,33 est appliqué :
- aux volumes des gaz stockés dans un contenant cylindrique (facteur de forme et distances de sécurité) ;
 - ET aux volumes des gaz liquéfiés (limitation de remplissage des réservoirs)
- Le GPL et le NH₃ subissent ces deux pénalités. Un facteur global supérieur à 1 indique, à autonomie équivalente, un volume plus important de combustible à embarquer. Si ce volume est très important, cela qui peut gréver la capacité d'emport de marchandise du navire.
- ae) D'après le code IGF, le taux de remplissage maximal du réservoir en hydrogène liquide est de 69 %. De plus, il est nécessaire de conserver un talon de 5 %. Le volume utilisable n'est donc au mieux que de 64 % du volume total.
- af) Masse de carburant alternatif correspondant d'un point de vue énergétique à une unité de masse de Gazole. Un facteur supérieur à 1 indique, à autonomie équivalente, une masse plus importante de combustible à embarquer, ce qui peut gréver la capacité d'emport de marchandise du navire, et donc sa rentabilité.
- ag) Ne tient pas compte de la masse de l'installation de gestion des évaporations, et éventuellement de reliqufaction.
- ah) Cette ligne classe les carburants marins selon leurs risques et les contraintes engendrées en matière de sécurité :
- Vert : hydrocarbures liquides d'un point éclair supérieur à 65°C.
 - Jaune : hydrocarbures liquides d'un point éclair inférieur à 65°C présentant un risque d'explosion réel mais modéré (CH₃OH et GPL) et des risques liés aux batteries. Des mesures de conception et d'emploi spécifiques sont nécessaires.
 - Orange : Gaz Naturel sous toutes ses formes. Risque incendie et explosif important. Des mesures de conception et d'emploi spécifiques sont nécessaires. Les contraintes qui en résultent peuvent restreindre sa distribution et son emploi à bord des navires.
 - Rouge : Carburants très dangereux avec risques de fuite (H₂), d'incendie, de toxicité (NH₃), d'explosion (H₂) très élevés. Des mesures de conception et d'emploi spécifiques sont nécessaires. Les contraintes qui en résultent peuvent restreindre de manière importante leur distribution et leur emploi à bord des navires, en particulier des navires à passagers, et engendrer des surcoûts d'exploitation.
- ai) **NOTA BENE** : Les caractéristiques des énergies vélque et nucléaire n'ont pas permis de les intégrer dans ce tableau. L'énergie vélque présente des émissions nulles, une sécurité intrinsèque élevée et un prix du « carburant » nul. Elle fait partie des plus compétitives.

8. BIBLIOGRAPHIE

Adoption d'une stratégie révisée concernant la réduction des émissions de GES pour les transports maritimes mondiaux, Organisation Maritime Internationale (OMI), 07/07/2023, <https://www.imo.org/fr/MediaCentre/PressBriefings/pages/Revised-GHG-reduction-strategy-for-global-shipping-adopted-.aspx#:~:text=La%20Strat%C3%A9gie%20r%C3%A9vis%C3%A9e%20de%20l%27adoption%20de%20combustibles%20de>

Artificialisation des sols, Ministères Territoires Ecologie Logement, 24/09/2023, <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/artificialisation-sols>

Coalition T2EM : Transition Ecologique et énergétique du maritime à 2050 – Etat des lieux et apport d'un système numérique d'information et d'outil de modélisation des trajectoires de décarbonation, JACQUIN Erwan, SIGRIST Jean-François, PETON Emmanuel-Marie, 2022, <https://librairie.ademe.fr/mobilite-et-transport/6476-coalition-t2em-transition-ecologique-et-energetique-du-maritime-a-2050.html>

Communiqué de presse : Le dangereux déclin de la nature : Un taux d'extinction des espèces « sans précédent » et qui s'accélère, Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), 05/05/2019, <https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment-Fr>

Emissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en France 1990-2023, Rapport Secten éd.2024, Citepa, juin 2024, https://ressources.citepa.org/Comm_Divers/Secten/Citepa_Secten%202024.pdf

Feuille de route de la décarbonation de la filière maritime : proposition de plan d'action pour décarboner le maritime national, assurer la souveraineté d'approvisionnement de la France, DGAMPA-CMF, janvier 2023, <https://www.mer.gouv.fr/la-decarbonation-de-la-filiere-maritime>

Feuille de route de la décarbonation de la filière maritime : proposition de plan d'action pour décarboner le maritime national, assurer la souveraineté d'approvisionnement de la France, révision 1, DGAMPA-CMF, novembre 2024, <https://www.mer.gouv.fr/la-decarbonation-de-la-filiere-maritime>

IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 755 pp, <https://doi.org/10.1017/9781009157964>.

IPCC, 2023: Sections. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647, https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf

L'Accord de Paris, Nations Unies, <https://unfccc.int/fr/a-propos-des-ndcs/l-accord-de-paris>

L'adaptation au changement climatique des gestionnaires d'infrastructures de navigation maritime et fluviale en France : Contribution du groupe de travail ad hoc du collège IGEDD/IGAM Mer, fluvial et littoral avec le Cerema, le Shom, l'UUPF, l'AFPI, VNR, CNR et EDF, animé par Geoffroy Caude, rapport n°014713-01, IGEDD, octobre 2022, <https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/l-adaptation-au-changement-climatique-des-a3601.html>

La trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC), France Nation Verte, Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires, mai 2023, <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/document-reference-TRACC.pdf>

Les grands enjeux de la SNBC 3, Gouvernement, <https://concertation-strategie-energie-climat.gouv.fr/les-grands-enjeux-de-la-snbc-3>

Loi d'orientation des mobilités, Ministères Territoires Ecologie Logement, 20/01/2020, <https://www.ecologie.gouv.fr/loi-dorientation-des-mobilites>

Loi énergie-climat, Ministères Territoires Ecologie Logement, 16/01/2020, <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/loi-energie-climat>

Loi de transition énergétique pour la croissance verte, Ministères Territoires Ecologie Logement, 13/12/2016, <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/loi-transition-energetique-croissance-verte>

Loi du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets, Vie publique, 24/08/2021, <https://www.vie-publique.fr/loi/278460-loi-22-aout-2021-climat-et-resilience-convention-citoyenne-climat>

Mieux agir : La Planification écologique, synthèse du plan, France Nation Verte, Secrétariat général à la planification écologique, juillet 2023, <https://www.gouvernement.fr/france-nation-verte>

Mise en œuvre du pacte vert pour l'Europe, Commission Européenne, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_fr

Plan Climat : 1 planète, 1 plan, Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 06/07/2017,

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/2017.07.06%20-%20Plan%20Climat.pdf>

Planification écologique : un plan d'action pour accélérer la transition écologique, Ministères Territoires Ecologie Logement, 19/07/2023, <https://www.ecologie.gouv.fr/actualites/planification-ecologique-plan-daction-accelerer-transition-ecologique>

Plan national d'adaptation au changement climatique : ouverture de la consultation publique, Ministères Territoires Ecologie Logement, 25/10/2024, <https://www.ecologie.gouv.fr/rendez-vous/plan-national-dadaptation-changement-climatique-ouverture-consultation-publique>

PNACC 3 : Document de présentation, Ministère de la Transition écologique, de l'Énergie, du Climat et de la Prévention des risques, 25/10/2024, https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20241025_DP_PNACC3.pdf

Présentation « Accélérer la transition écologique avec l'ADEME », Conférence Technique Territoriale « Les navettes maritimes décarbonées, un potentiel pour la mobilité du quotidien dans nos territoires ? », ADEME, 21/03/2024.

Présentation « *Maritime Energy And Environmental Transition 2050* », Institut MEET 2050.

Présentation « Synthèse réglementaire du transport maritime de passagers », Conférence Technique Territoriale « Les navettes maritimes décarbonées, un potentiel pour la mobilité du quotidien dans nos territoires ? », DIRM Méditerranée, 21/03/2024

Résumé pour décideurs du Rapport de synthèse du 6^e rapport d'évaluation du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), GIEC, mars 2023, https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf

Stratégie de façade maritime (document principal synthétique et annexe 4 relative aux objectifs stratégiques et indicateurs associés, Document Stratégique de Façade Méditerranée, DIRM, octobre 2019, <https://www.dirm.mediterranee.developpement-durable.gouv.fr/la-strategie-de-facade-maritime-est-adoptee-a2892.html>

Stratégie française pour l'énergie et le climat : Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019 – 2023 / 2024 – 2028, Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, avril 2020, <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe>

Stratégie Nationale Bas-Carbone : la transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone, Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, mars 2020, https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/2020-03-25_MTES_SNBC2.pdf.

Stratégie nationale bas-carbone (SNBC), Ministères Territoires Ecologie Logement, 19/12/2018, <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>

Stratégie Nationale Mer Littoral 2024 – 2030, Secrétariat d'Etat chargé de la mer et de la biodiversité, janvier 2024, <https://www.mer.gouv.fr/strategie-nationale-pour-la-mer-et-le-littoral>

Stratégie nationale pour la mer et le littoral, Ministère chargé de la Mer et de la Pêche, 17/06/2024, <https://www.mer.gouv.fr/strategie-nationale-pour-la-mer-et-le-littoral>

Stratégie Nationale Portuaire : pour un réseau de ports au cœur des chaînes logistiques, du développement économique et des transitions écologique et numérique, MTE, janvier 2021, <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-portuaire-snp>

Stratégie nationale portuaire (SNP), Ministères Territoires Ecologie Logement, 03/06/2021, <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/strategie-nationale-portuaire-snp>

Synthèse du Plan d'action 2022 – 2027, Document Stratégique de Façade Méditerranée, DIRM, avril 2022, <https://www.dirm.mediterranee.developpement-durable.gouv.fr/adoption-du-plan-d-action-du-document-strategie-a3026.html>

Transport collectif par voie d'eau en milieu urbain, Collection références, CERTU, mars 2013.