



**SESSION D'AUTOMNE 2021
EDITION
DE L'ANNEXE VOLUMINEUSE
DE LA RESOLUTION
2021-II-36**

Strasbourg, le 9 décembre 2021

Feuille de route de la CCNR pour la réduction des émissions de la navigation intérieure

TABLE DES MATIÈRES

Résumé exécutif.....	2
1. Situation initiale	4
1.1 Le contexte général de l'atténuation du changement climatique	4
1.2 Le contexte de la transition énergétique en navigation intérieure.....	5
2. Rôle de la CCNR et finalité de la feuille de route.....	7
3. Définitions préliminaires, objectifs et estimation des émissions	8
3.1 Principales définitions.....	8
3.2 L'approche dite « tank-to-wake (TTW) »	9
3.3 Estimation des émissions générées en 2015 en tant que base de référence	9
3.4 Objectifs pour la réduction des polluants atmosphériques et des GES	10
3.4.1 Compatibilité des objectifs de réduction des émissions pour la navigation intérieure de la CCNR et de l'UE.....	10
3.4.2 Information sur les objectifs de réductions des émissions des autres modes de transports.....	11
4. Voies de transition pour la navigation intérieure d'ici 2035 et 2050.....	11
4.1 Finalité des voies de transition	11
4.2 Technologies envisagées.....	12
4.3 Définition du scénario de maintien du statu quo (business-as-usual (BAU)) (2015 / 2035 / 2050).....	15
4.4 Voies de transition à l'horizon 2050	19
4.4.1 Voie de transition faisant principalement appel à des technologies matures (voie « conservatrice ») à l'horizon 2050	20
4.4.2 Voie de transition faisant principalement appel à des technologies plus innovantes (voie « innovante ») à l'horizon 2050.....	23
4.4.3 Réflexions plus approfondies sur les voies de transition	26
4.5 Le défi financier et les investissements connexes	27
4.5.1 Les coûts considérables associés à la transition énergétique	27
4.5.2 Peut-on identifier des « investissements sans regret » dans la transition énergétique de la navigation intérieure ?	28
4.5.3 Comment soutenir financièrement la transition énergétique ?.....	28
5. Plan de mise en œuvre	29
6. Prochaines étapes.....	35
Annexe 1 : Liste des abréviations et types de bateau.....	36

Résumé exécutif

Conformément au mandat donné par la déclaration ministérielle du 17 octobre 2018 à Mannheim, la CCNR a élaboré une feuille de route visant à mettre un terme, autant que possible, aux émissions de gaz à effet de serre et d'autres polluants atmosphériques du secteur imputables à la navigation intérieure d'ici 2050, une vision à long terme qui est également partagée par l'Union européenne (UE). Cette transition énergétique doit être considérée comme un défi crucial pour la navigation intérieure rhénane et européenne. Sur la base des connaissances actuelles, les innovations visant à réduire les émissions des bateaux déjà en activité et les nouveaux bateaux ont certes augmenté au cours des dernières années, mais elles restent plutôt limitées à des projets pilotes. Ces derniers sont par ailleurs toujours essentiels pour acquérir des connaissances sur les nouvelles technologies et pour surmonter les obstacles économiques, financiers, techniques et réglementaires au déploiement des technologies pertinentes (voir chapitre 1 « *Situation initiale* »).

Malgré les incertitudes concernant en particulier le développement, le coût, le niveau de maturité et la disponibilité des technologies contribuant à la transition vers un secteur de la navigation intérieure à zéro émission, il est nécessaire de commencer immédiatement à concevoir une approche vers cet objectif ambitieux qui puisse être soutenue à moyen et long terme. Dans ce contexte, l'identification et la prise en compte des mesures permettant d'accélérer la transition vers le zéro émission (telles que les mesures réglementaires, le suivi des émissions, le soutien financier à la transition énergétique...) sont, avec le développement des voies de transition technologique pour la flotte, des éléments essentiels à intégrer pour concevoir une feuille de route réaliste et rationnelle. Cette feuille de route doit, à cet égard, être comprise comme le principal instrument de la CCNR visant à atténuer le changement climatique, à favoriser la transition énergétique et à contribuer à la politique européenne de navigation intérieure. Elle s'appuie notamment sur les résultats finaux de l'étude de la CCNR sur la transition énergétique pour une navigation intérieure zéro émission et a été menée en concertation étroite avec les parties prenantes pertinentes (voir le chapitre 2 « *Rôle de la CCNR et finalité de la feuille de route* »).

Afin d'assurer une compréhension commune entre tous les acteurs concernés par la transition énergétique de la navigation intérieure, il était essentiel de se mettre d'accord sur le champ d'application de cette feuille de route et sur les définitions clés (voir le chapitre 3 « *Définitions préliminaires, objectifs et estimation des émissions* »). Il a notamment été décidé de :

- se concentrer sur la navigation intérieure, c'est-à-dire le transport de marchandises et le transport de passagers par des bateaux de navigation intérieure. Les bateaux de plaisance, les bateaux de service et les engins flottants n'ont pas été inclus à ce stade.
- définir les émissions comme des polluants atmosphériques et des gaz à effet de serre (GES) résultant de l'exploitation des systèmes de propulsion et auxiliaires des bateaux de navigation intérieure.
- adopter une approche dite « tank-to-wake » (du réservoir à l'hélice), comme solution provisoire, jusqu'à ce qu'une approche dite « well-to-wake » (du puits à l'hélice) soit disponible pour les vecteurs énergétiques concernés. L'adoption de cette approche TTW implique d'émettre des hypothèses sur les chaînes en amont (émissions produites et disponibilité du carburant) qui sont idéalisées.

En particulier, la feuille de route vise à esquisser deux voies de transition pour la flotte (nouvelles constructions et bateaux déjà en service). Une voie de transition conservatrice, faisant principalement appel à des technologies matures et rentables à court terme, avec toutefois des incertitudes concernant la disponibilité de certains carburants, et une voie plus innovante, faisant principalement appel à des technologies encore en cours de développement, mais offrant un potentiel de réduction des émissions plus prometteur à long terme. Les voies de transition abordent également le rôle que les différentes solutions technologiques joueront dans le défi de la transition énergétique, évaluent l'adéquation des technologies en fonction des différentes familles de bâtiments en Europe et des profils de navigation des bateaux. Les deux voies de transition sont suffisamment ambitieuses pour atteindre les objectifs de la déclaration de Mannheim. L'une des principales conclusions est l'absence de solution technologique « universelle » (no « one size fits all ») adaptée à tous les types de bateaux et tous les profils de navigation. Une approche technologiquement neutre semble donc pertinente pour réaliser la transition énergétique. Des éléments d'appréciation concernant le défi financier et les possibles investissements « sans regret » sont également pris en compte. En effet, le déficit financier à combler pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de la déclaration de Mannheim varie sensiblement, mais devrait s'élever à plusieurs milliards d'euros pour les deux voies de transition (voir le chapitre 4 « *Voies de transition pour la navigation intérieure d'ici 2035 et 2050* »).

Pour relever le défi de la transition énergétique vers le zéro émission, il est nécessaire de tenir compte des aspects économiques, techniques, sociaux et réglementaires. La question de savoir comment y répondre par des mesures politiques concrètes a guidé l'élaboration du plan de mise en œuvre proposé dans la feuille de route, qui vise à suggérer, planifier et mettre en œuvre des mesures à adopter directement ou non par la CCNR, ainsi qu'à assurer le suivi des objectifs intermédiaires et finaux fixés par la déclaration de Mannheim (voir chapitre 5 « Plan de mise en œuvre »). La CCNR s'engage à faire rapport d'ici 2025 sur l'avancement de la mise en œuvre de la feuille de route et sur la nécessité de l'actualiser ainsi que, si nécessaire, à réviser d'ici 2030 la feuille de route et le plan d'actions correspondant (voir le chapitre 6 « Prochaines étapes »).

À terme, la CCNR aspire à ce que cette feuille de route contribue à développer une vision commune et européenne de la transition énergétique et des défis qui lui sont associés au sein du secteur de la navigation intérieure. Il est souhaitable d'approfondir la coopération avec les autres acteurs de la transition énergétique, en particulier avec l'UE, dans le but de mettre en œuvre conjointement le plan d'actions proposé et de garantir des mesures adaptées au secteur de la navigation intérieure.

1. Situation initiale

1.1 Le contexte général de l'atténuation du changement climatique

L'atténuation du **changement climatique** est actuellement l'une des **priorités** des politiques nationales et internationales. L'accord de Paris, qui vise à ralentir le changement climatique (augmentation maximale de 2 °C) en réduisant les émissions de gaz à effet de serre (GES), en est un élément central.

Dans la Déclaration signée à Mannheim le 17 octobre 2018, les ministres compétents en matière de navigation intérieure des États membres de la Commission centrale pour la navigation du Rhin (CCNR - Allemagne, Belgique, France, Pays-Bas, Suisse) ont réaffirmé l'objectif d'**éliminer dans une large mesure les GES et autres polluants d'ici 2050**.

En outre, afin d'améliorer encore la durabilité environnementale de la navigation sur le Rhin et les voies navigables intérieures, la CCNR s'est vu confier, dans la même Déclaration de Mannheim, le soin d'élaborer une **feuille de route** pour :

- réduire les émissions de GES de 35 % d'ici 2035 par rapport à 2015,
- réduire les émissions polluantes d'au moins 35 % d'ici 2035 par rapport à 2015,
- autant que possible, mettre un terme aux émissions de GES et d'autres polluants d'ici 2050.

De plus, la déclaration ministérielle « Inland Navigation in a Global Setting », adoptée en 2018 à Wrocław sous les auspices de la CEE-ONU, souligne aussi l'importance de la réduction des émissions pour l'avenir de la navigation intérieure¹.

Le 28 novembre 2018, la Commission européenne a présenté sa « vision stratégique à long terme pour une économie prospère, moderne, compétitive et neutre pour le climat d'ici 2050 – une planète propre pour tous² », en appelant de ses vœux une politique européenne aux fins de la réduction des émissions de GES en vue d'atteindre la neutralité climatique d'ici 2050 pour tous les modes de transport, y compris le secteur de la navigation intérieure. En outre, la communication faite par la Commission européenne en mai 2018, intitulée « Une Europe qui protège : de l'air pur pour tous », fournit le cadre politique pour la réduction des émissions de polluants atmosphériques tels que les oxydes d'azote (NOx) et les particules polluantes, incluant, entre autres, le secteur des transports³.

Avec son « pacte vert pour l'Europe⁴ » de décembre 2019 et sa « stratégie pour une mobilité durable et intelligente » de décembre 2020, la Commission européenne a défini les domaines politiques prioritaires, dont la mobilité durable, et les actions à réaliser pour parvenir à la neutralité climatique d'ici 2050. En particulier, elle promeut l'introduction sans délai de politiques plus ambitieuses visant à réduire la dépendance du transport vis-à-vis des carburants fossiles, en synergie avec les efforts déployés pour atteindre l'objectif « zéro pollution ». Elle fixe notamment :

- un objectif de réduction des GES d'au moins 50 % et proche de 55 % d'ici 2030 par rapport à 1990 (pour tous les secteurs) ;
- un objectif de réduction des GES de 90 % dans le secteur du transport d'ici 2050 (pour atteindre la neutralité climatique).

Le 14 juillet 2021, la Commission européenne a publié son paquet législatif « Fit for 55 »⁵, qui consiste en un ensemble de propositions visant à rendre les politiques de l'UE en matière de climat, d'énergie, d'aménagement du territoire, de transport et de fiscalité aptes à réduire les émissions nettes de gaz à effet de serre d'au moins 55% d'ici 2030, par rapport aux niveaux de 1990.

¹ https://www.unece.org/fileadmin/DAM/Poland_Ministerial_declaration_e_002_.pdf

² <https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050>

³ http://ec.europa.eu/environment/air/index_fr.htm

⁴ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr#policy-areas

⁵ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en

En outre, le plan d'action NAIADES III⁶ de la Commission européenne a été publié en juin 2021, avec pour objectif principal de transférer davantage de marchandises sur les fleuves et les canaux d'Europe et de faciliter la transition vers des bateaux à zéro émission d'ici 2050. Certaines mesures phares relatives, par exemple, à l'accélération du processus de certification des bateaux innovants et à faibles émissions, au développement d'infrastructures multimodales d'approvisionnement pour les carburants de substitution et à la nécessité de soutenir le secteur et les États membres dans la transition vers le zéro émission, notamment en matière de subvention et de financement, sont essentielles pour relever les défis de la transition énergétique.

Dans ce contexte, il ne fait aucun doute que tous les modes de transport doivent opérer leur transition vers un régime zéro émission. C'est pourquoi le secteur de la navigation intérieure doit élaborer des mesures concrètes aux fins de cette transition, à la fois en ce qui concerne les émissions de polluants atmosphériques, mais aussi les GES.

1.2 Le contexte de la transition énergétique en navigation intérieure

Aujourd'hui, la transition énergétique doit être considérée comme un défi crucial pour la navigation intérieure. Sur le long terme, le soutien politique en faveur du développement du secteur de la navigation intérieure ne sera maintenu que si celui-ci est capable de passer à une propulsion neutre du point de vue climatique. La transition énergétique sera un processus très complexe et long. L'intérêt marqué des gouvernements nationaux, de la CCNR et de l'UE pour la transition énergétique perdurera, mais d'autres questions importantes se poseront au fil des ans, et le soutien à la contribution de la CCNR à la transition énergétique pourrait à la longue être jugé moins important. Malgré la situation socio-économique et sanitaire particulièrement difficile créée par la pandémie de Covid-19, il faut s'assurer que la transition énergétique reste un sujet prioritaire. Une telle crise montre à quel point nos économies sont interconnectées et à quel point les répercussions mondiales peuvent être graves lorsqu'une catastrophe survient dans une région particulière. Il est plus que jamais nécessaire, malgré les incertitudes actuelles, de commencer énergiquement et immédiatement à concevoir une approche zéro émission dans la navigation intérieure, qui puisse être soutenue à moyen et long terme.

En outre, sur la base des connaissances actuelles, les innovations visant à réduire les émissions des bateaux déjà en activité et les nouveaux bateaux ont certes augmenté au cours des dernières années, mais elles sont plutôt limitées à des projets pilotes, par ailleurs toujours essentiels pour acquérir des connaissances sur les nouvelles technologies. Ce qui peut s'expliquer par diverses raisons économiques, financières, techniques et réglementaires. Plus généralement, ces innovations atteignent aussi différents niveaux de maturité.

Parallèlement aux aspects purement techniques, les incertitudes juridiques et les longues procédures administratives posent également des problèmes considérables.

Dans ce contexte, l'identification et la prise en compte des mesures permettant d'accélérer la transition vers le zéro émission (soutenir la recherche et l'innovation dans les technologies à zéro émission, soutien financier à la transition énergétique, objectifs environnementaux plus stricts...) sont, avec le développement des voies de transition vers le zéro émission, des éléments essentiels à intégrer pour concevoir une feuille de route réaliste et évolutive.

⁶ https://ec.europa.eu/transport/modes/inland/news/2021-06-24-naiades-iii-action-plan_en

Dans les circonstances actuelles, si les émissions de polluants atmosphériques peuvent, dans une large mesure, être réduites avec les moteurs à combustion interne (ICE) équipés de dispositifs de post-traitement modernes, la réduction des émissions de GES constituent la partie la plus difficile. Au-delà de l'utilisation de nouveaux vecteurs énergétiques et convertisseurs d'énergie comme un moyen de réduire les émissions, la réduction de la consommation d'énergie par tous les moyens possibles est un levier important pour atteindre les objectifs de réduction des émissions, notamment⁷ en ce qui concerne les émissions de GES. Cela inclut par exemple une meilleure utilisation des bateaux, l'amélioration de l'efficacité grâce à des systèmes de propulsion modernes, l'optimisation des caractéristiques hydrodynamiques des bateaux, la navigation intelligente afin de réduire les délais d'attente aux écluses et une meilleure intégration de la navigation intérieure dans la logistique dans les ports maritimes.

À chaque fois que c'est possible, il convient d'accorder une attention particulière à l'évolution des autres modes de transport, tels que la route, le rail et le transport maritime de proximité. En effet, il y a beaucoup à apprendre de l'expérience acquise par les autres modes en ce qui concerne la transition énergétique. En outre, il est important de tenir compte du contexte multimodal. Si la navigation intérieure devait prendre du retard dans son processus de transition, la demande de transport pourrait être reportée vers d'autres modes, tels que le rail, la route ou le transport maritime de proximité.

Dernier point, mais non des moindres, la taille relativement réduite du marché européen des bateaux de navigation intérieure implique que les solutions technologiques conçues spécifiquement pour le seul secteur de la navigation intérieure ne sont pas commercialement viables. Il est donc peu probable qu'une solution technologique soit développée pour le seul secteur de la navigation intérieure. Dans cette perspective, il convient de trouver des synergies avec les technologies développées pour les navires de mer et pour les applications non marines, que ce soit en Europe ou dans d'autres parties du monde.

Compte tenu de ce qui précède, l'élimination, dans une large mesure, des GES et des émissions de polluants atmosphériques de la navigation intérieure d'ici 2050 n'est clairement plus une option, mais une nécessité si la navigation intérieure veut préserver et renforcer sa position en tant que mode de transport compétitif durable et respectueux de l'environnement. En d'autres termes, la modernisation de la flotte et la transition énergétique sont motivées par la lutte contre le changement climatique grâce à la réduction des émissions de GES, la réduction des risques sanitaires grâce à l'amélioration de la qualité de l'air, mais aussi la réduction des coûts opérationnels (OPEX) du secteur grâce à l'augmentation de l'efficacité de la navigation intérieure.

⁷ Voir à cet égard la proposition de directive (révisée) de l'UE sur l'efficacité énergétique dans le cadre du paquet « Fit for 55 » visant à stimuler davantage les efforts de l'UE pour promouvoir l'efficacité énergétique et réaliser des économies d'énergie dans le cadre de la lutte contre le changement climatique : https://ec.europa.eu/info/news/commission-proposes-new-energy-efficiency-directive-2021-jul-14_fr.

2. Rôle de la CCNR et finalité de la feuille de route

Au-delà de ses compétences réglementaires essentielles pour la navigation du Rhin, la CCNR intervient dans les domaines technique, juridique, économique et environnemental. Dans l'ensemble de ses domaines d'action, l'efficacité du transport fluvial, la sécurité et des considérations sociales et environnementales dirigent ses travaux.

De nombreuses activités de la CCNR dépassent aujourd'hui le Rhin et concernent les voies navigables européennes au sens large, même si la CCNR ne dispose pas d'une compétence globale, ni en termes géographiques ni en termes de compétence juridique. Dans ce contexte, la CCNR travaille étroitement avec les représentants de l'industrie, les autres commissions fluviales et l'UE. Comme le souligne la déclaration de Mannheim, la CCNR joue un rôle de premier plan et de pionnier en tant que centre d'excellence pour la navigation rhénane et intérieure en Europe.

Cette feuille de route vise principalement à remplir le mandat confié par la déclaration de Mannheim en 2018 et à contribuer à relever le défi crucial que représente la transition énergétique pour la navigation rhénane et intérieure européenne.

S'appuyant sur l'étude de la CCNR sur la transition énergétique pour une navigation intérieure zéro émission (l'« étude de la CCNR »), cette feuille de route devrait être perçue comme le principal instrument de la CCNR aux fins de l'atténuation du changement climatique et de la mise en place de la transition énergétique. L'objectif est de réduire les émissions de la navigation rhénane et intérieure en :

- établissant des voies de transition pour la flotte (nouvelles constructions et bateaux déjà en service),
- suggérant, planifiant et mettant en œuvre des mesures adoptées directement ou non par la CCNR,
- assurant le suivi des objectifs intermédiaires et finaux fixés par la Déclaration de Mannheim.

Il va sans dire que de nombreux acteurs seront impliqués dans cette transition énergétique, tels que les propriétaires, exploitants, chargeurs et constructeurs de bateaux ainsi que les représentants du secteur, les sociétés de classification, les fabricants d'équipements, les opérateurs d'infrastructures, les fournisseurs de services et d'énergie, les universités ou instituts de recherche, les institutions européennes, les organisations internationales y compris les commissions fluviales, la CCNR, les États membres de l'UE et autres États européens disposant de voies de navigation intérieure. Il sera en outre nécessaire de coordonner et de participer au plan d'action NAIADES III⁸ de la Commission européenne, ainsi qu'aux projets européens en cours relatifs à la transition énergétique, tels que le projet STEERER⁹, coordonné par la plate-forme technologique sur l'eau, ou le projet PLATINA3¹⁰. Aujourd'hui déjà, comme au cours des dernières années, des efforts importants ont été, sont et seront encore déployés par ces acteurs, dans le cadre d'actions coordonnées, pour acquérir des connaissances, tester et soutenir l'adoption de solutions innovantes en vue de parvenir à un niveau zéro émission.

La CCNR espère que cette feuille de route contribuera à développer une vision commune de la transition énergétique et des défis qui lui sont associés au sein du secteur de la navigation intérieure, mais aussi à susciter le soutien et l'acceptation des mesures politiques connexes. Cette feuille de route pourrait servir à coordonner les décisions au niveau politique, à savoir celles des États membres mais peut-être encore plus celles de l'UE. Pour cette raison, il est de la plus haute importance de concevoir une telle feuille de route en pleine collaboration avec le plus grand nombre possible d'acteurs concernés, en tenant compte et en créant, lorsque cela sera possible, des synergies avec les initiatives existantes.

⁸ https://ec.europa.eu/transport/modes/inland/news/2021-06-24-naiades-iii-action-plan_en

⁹ Le projet STEERER (Structuring Towards Zero-Emission Waterborne Transport), financé par la Commission européenne dans le cadre du programme Horizon 2020, et coordonné par la Waterborne Technology Platform, vise à fixer des objectifs d'émissions vers 2050, à développer un agenda stratégique de recherche et d'innovation, un plan de mise en œuvre et un plan de communication pour atteindre les objectifs convenus. Un groupe d'experts (Green Shipping Expert Group), dont le Secrétariat de la CCNR fera partie, est actuellement mis en place pour suivre et évaluer la mise en œuvre de la stratégie convenue.

¹⁰ Le projet PLATINA3 vise à soutenir la mise en œuvre d'un futur programme NAIADES, qui succèdera aux précédents projets PLATINA et PLATINA2. La transition énergétique occupera une place prépondérante dans ce projet.

3. Définitions préliminaires, objectifs et estimation des émissions

3.1 Principales définitions

La Déclaration de Mannheim stipule ce qui suit :

NOUS confions à la CCNR, afin d'améliorer encore la durabilité environnementale de la navigation intérieure, le soin de développer une feuille de route pour

- *réduire les émissions de GES de 35 % d'ici 2035 par rapport à 2015,*
- *réduire les émissions polluantes d'au moins 35 % d'ici 2035 par rapport à 2015,*
- *autant que possible, mettre un terme aux émissions de GES et d'autres polluants d'ici 2050.*

Afin d'assurer une compréhension commune, la CCNR a jugé nécessaire de clarifier le champ d'application de la feuille de route, en fournissant les définitions suivantes. Ces définitions sont considérées comme une première étape et seront révisées par la CCNR à intervalles réguliers, à la lumière des développements scientifiques, techniques et politiques.

1. « navigation intérieure » : le transport de marchandises et le transport de passagers par des bateaux de navigation intérieure. Les bateaux de plaisance¹¹, les bateaux de service (y compris pour les forces de police, l'exploitation des ports et la collecte des déchets) et les engins flottants¹² ne sont pas inclus à ce stade.

Par extension, pour les révisions futures de cette feuille de route, cela pourrait s'appliquer à tous les types de bâtiments (engins flottants, bateaux de service et bateaux de plaisance).

2. « émissions » : les émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre (GES) résultant de l'exploitation des systèmes de propulsion (principal et auxiliaire) de bateaux de navigation intérieure¹³.

3. « polluants atmosphériques » : les polluants gazeux, tels que le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures totaux (HC) et les oxydes d'azote (NOx), et les particules solides, telles que les particules polluantes, comme visés dans le Règlement (UE) 2016/1628¹⁴.

4. « gaz à effet de serre » (GES) : le dioxyde de carbone (CO₂) et le méthane (CH₄)¹⁵.

5. mettre un terme « autant que possible » : une réduction d'au moins 90 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de polluants atmosphériques d'ici 2050 par rapport à 2015. Cette interprétation n'excluant pas pour autant une réduction allant au-delà de 90 %. De la même façon que pour l'approche retenue pour estimer les émissions, cette ambition de réduction pourra être ajustée pour être plus ambitieuse dans une édition future de la feuille de route.

¹¹ Selon la définition énoncée à l'article 3, paragraphe 2, de la [directive 2013/53/UE](#), on entend par « bateau de plaisance » tout bateau de tout type, à l'exclusion des véhicules nautiques à moteur, destiné à être utilisé à des fins sportives et de loisir, dont la coque a une longueur comprise entre 2,5 et 24 mètres, indépendamment du moyen de propulsion.

¹² Tel que défini dans l'ES-TRIN, article 1.01, chiffre 1.22, on entend par « engin flottant » « une construction flottante portant des installations destinées à travailler, telles que grues, dragues, sonnettes, élévateurs ».

¹³ Les émissions suivantes ne sont pas incluses : les émissions sonores à l'intérieur et à l'extérieur du bateau, et sous l'eau ; les fuites de polluants de l'eau, tels que les lubrifiants, les eaux usées des peintures antisalissure ; les déchets liés à la cargaison.

¹⁴ Règlement (UE) 2016/1628 du Parlement européen et du Conseil du 14 septembre 2016 relatif aux exigences concernant les limites d'émissions pour les gaz et particules polluantes et la réception par type pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers, modifiant les règlements (UE) n° 1024/2012 et (UE) n° 167/2013 et modifiant et abrogeant la directive 97/68/CE.

¹⁵ Le [Protocole de Kyoto](#) nomme six différents gaz à effet de serre, dont seuls les quatre susmentionnés sont pertinents pour la navigation intérieure

3.2 L'approche dite « tank-to-wake (TTW) »

Dans cette feuille de route, et notamment pour les voies de transition de la flotte, une approche dite « du réservoir à l'hélice » (TTW) a été utilisée. Conformément aux méthodologies scientifiques reconnues¹⁶ et à celles utilisées dans les cadres réglementaires¹⁷, cette approche TTW permet de considérer également le potentiel de neutralité carbone de certains carburants.

L'adoption de cette approche TTW implique d'émettre des hypothèses sur les **chaînes en amont. L'estimation des émissions produites sont par conséquent simplifiées, et la disponibilité du carburant idéalisée à ce stade** (pour toutes les technologies). Elle exige également que l'origine des biocarburants soit traçable conformément aux méthodes¹⁶ reconnues à l'échelle internationale.

Il existe plusieurs raisons justifiant le choix d'une approche simplifiée. La même approche a été suivie dans le rapport d'étude publié par la CCNR concernant l'évaluation économique et technique des technologies (Question de recherche C, édition 2¹⁸). Le choix de cette approche simplifiée correspond à la volonté de la CCNR de se concentrer sur son domaine d'action, à savoir la navigation intérieure. En effet, l'approche dite « du puits à l'hélice » (WTW) nécessiterait de prendre en compte la durabilité et la disponibilité de la production d'énergie. Compte tenu des incertitudes actuelles concernant la production d'énergie durable, une approche WTW trop hâtive pourrait conduire à ne pas prendre en compte les avantages des futures technologies durables et à en ralentir le développement. Elle pourrait également entraver le développement de la navigation utilisant ces technologies.

La CCNR reconnaît que cette approche TTW peut être considérée comme une simplification et qu'elle implique d'éventuelles limitations et imprécisions. Cela étant, la CCNR estime qu'il s'agit d'une première étape et s'engage à réexaminer cette approche à un stade ultérieur. Pour pouvoir adopter une approche « du puits à l'hélice » (WTW), il serait important de recueillir des données plus fiables sur les émissions de la chaîne en amont et de prendre en compte le cycle de vie de toutes les technologies prévues. De même, à un stade ultérieur, une attention particulière devra être accordée aux émissions associées à d'autres aspects du cycle de vie d'un bateau, tels que la construction, l'entretien et le déchirage.

3.3 Estimation des émissions générées en 2015 en tant que base de référence

La CCNR a recueilli, vérifié la plausibilité et évalué les données relatives aux émissions générées par la navigation intérieure au niveau national en 2015.

Les données fournies par les États membres correspondent aux émissions générées par les bateaux de navigation intérieure sur toutes les voies navigables du territoire national de chaque État membre de la CCNR. Ces données ne permettent pas d'isoler strictement la navigation rhénane. Ces données devraient être examinées plus avant, par exemple pour éviter le double comptage des voies navigables dans les zones frontalières. Conformément aux définitions, les données des autres voies navigables européennes ne sont pas prises en compte.

La collecte des données suit les mêmes lignes directrices que celles établies pour les rapports d'inventaire officiels dans le cadre de la Convention sur le climat et de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, mais les méthodes de calcul diffèrent d'un État membre à l'autre. À première vue, le modèle national développé par les agences compétentes ne peut pas être harmonisé.

¹⁶ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, volume 2, chapitre 3, https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf. Les jalons posés par le GIEC figurent également dans la directive (UE) 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables.

¹⁷ Directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables (refonte) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001>

¹⁸ Question de recherche C, Édition 2, disponible à l'adresse : https://www.ccr-zkr.org/files/documents/EtudesTransEner/Deliverable_RQ_C_Edition2.pdf. De plus amples informations concernant l'étude de la CCNR sur la transition énergétique vers un secteur de la navigation intérieure à zéro émission sont disponibles à l'adresse : <https://www.ccr-zkr.org/12080000-fr.html>.

Cela étant, la plausibilité des données d'émission (c'est-à-dire la fiabilité et la cohérence des données par rapport aux autres données disponibles) est vérifiée de plusieurs manières, notamment en comparant les données d'émission notifiées par les États membres et d'autres données relatives à la navigation intérieure (par exemple, les volumes transportés par pays et le nombre de passagers transportés).

Le tableau ci-dessous résume les émissions générées par la navigation intérieure en 2015 sur l'ensemble des voies navigables des États membres de la CCNR.

Tableau 1 : Tableau de synthèse des polluants atmosphériques et GES émis par la navigation intérieure en 2015

<i>Emissions</i>	Total (kt)
Dioxyde de carbone (CO₂)	4149,2
Monoxyde de carbone (CO)	38,2
Méthane (CH₄)	0,2
Oxydes d'azote (NOx)	60,9
PM10 (Particules polluantes)	2,0

Source : CCNR

Même si les méthodes de collecte des données diffèrent d'un État membre à l'autre, les chiffres sont comparables aux résultats obtenus dans le cadre d'une étude récente utilisant une méthodologie différente basée sur la consommation de carburant¹⁹.

La CCNR a également souhaité vérifier si l'année 2015 est représentative pour les émissions générées par la navigation intérieure. En particulier, il convient d'examiner si le volume et les prestations de transport n'ont pas été affectés par des difficultés économiques ou encore par des épisodes de basses eaux. L'observation du marché de la CCNR (2019) confirme que l'année 2015 peut être considérée comme représentative car on n'observe pas de variation importante du volume (Mt) ou de la performance de transport (t.km) sur cette période. En particulier, l'intensité des émissions (kt par tkm) a été mesurée pendant cette période afin d'identifier une éventuelle augmentation de la consommation de carburant (et des émissions correspondantes) due à la période de basses eaux.

3.4 Objectifs pour la réduction des polluants atmosphériques et des GES

3.4.1 Compatibilité des objectifs de réduction des émissions pour la navigation intérieure de la CCNR et de l'UE

Comme développé en partie 1.1, la CCNR et l'UE se sont fixées toutes deux des objectifs de réduction des émissions ambitieux.

La CCNR et l'UE partagent la même vision à long terme avec « une navigation intérieure sans émission de GES à l'horizon 2050 ». Les objectifs de réduction des émissions diffèrent cependant en ce qui concerne le champ d'application matériel (ensemble du secteur du transport / navigation intérieure seulement) et les valeurs de référence. De plus des écarts importants subsistent en ce qui concerne les objectifs à moyen terme (pour lesquels les objectifs de réduction, tous secteurs confondus, de l'UE sont environ deux fois plus élevés que ceux de la CCNR pour le secteur de la navigation intérieure).

Ce constat est important, puisqu'il permet de conclure que la plupart des mesures prévues dans la présente feuille de route demeurent pertinentes au-delà de l'échelle rhénane. Cela s'applique aussi à la palette des technologies envisagées dans les voies de transition. Cependant, plus l'objectif intermédiaire est ambitieux, plus l'intensité des mesures (y compris le soutien financier) et la vitesse de l'évolution technologique et en matière de carburant devraient augmenter.

¹⁹ Etude de la CCNR, Question de recherche C, édition 1, commandée par la Suisse : https://www.ccr-zkr.org/files/documents/EtudesTransEner/Deliverable_RQ_C_Edition1.pdf

À noter qu'à l'exception du secteur du transport routier, aucun objectif de l'UE n'est prévu pour le moment en ce qui concerne la réduction des polluants atmosphériques contrairement aux ambitions affichées dans la Déclaration de Mannheim.

3.4.2 Information sur les objectifs de réductions des émissions des autres modes de transports

En ce qui concerne la stratégie de mobilité durable et intelligente de l'UE²⁰, le transport routier représente à lui seul 20 % du total des émissions de GES de l'UE dues au transport. Les objectifs de l'UE pour le transport routier sont fixés à une réduction de 15 % à partir de 2025 et de 30 % à partir de 2030 par rapport à la moyenne de l'UE au cours de la période de référence.²¹ Le transport routier et le transport fluvial présentent des différences considérables en ce qui concerne les possibilités de modernisation ou de renouvellement à grande échelle des flottes. Alors que les véhicules routiers peuvent être adaptés plus rapidement et relèvent d'une catégorie de coût inférieure, la durée du cycle de vie des bateaux de navigation intérieure est très nettement supérieure, comme le souligne l'âge moyen de la flotte rhénane²². En outre, le transport routier bénéficie d'une production en série beaucoup plus importante, ce qui permet d'investir davantage dans la recherche et le développement et de réduire les coûts des technologies avancées (économies d'échelle).

En ce qui concerne le domaine maritime, l'Organisation maritime Internationale (OMI) a adopté en avril 2018 une stratégie²³ concernant la réduction des émissions de GES. Son objectif est d'éliminer progressivement les émissions de GES provenant des transports maritimes internationaux aussi tôt que possible au cours du siècle. Cette stratégie fixe deux objectifs intermédiaires. Le premier est de réduire les émissions de GES par activité de transport d'au moins 40 % d'ici 2030, en poursuivant les efforts en vue d'atteindre une réduction de 70 % d'ici 2050, par rapport à 2008. Le second est de réduire le volume total des émissions de GES annuelles d'au moins 50 % en 2050 par rapport à 2008. L'adoption d'une stratégie révisée est prévue en 2023.

4. Voies de transition pour la navigation intérieure d'ici 2035 et 2050

4.1 Finalité des voies de transition

Aujourd'hui, plusieurs scénarios sont à l'étude, car il ne semble pas encore y avoir de solution « universelle » pour réaliser la transition énergétique. En effet, le choix d'une technologie de réduction des émissions appropriée dépend, par exemple, non seulement du profil de navigation des bateaux et du segment de marché dans lequel ils opèrent, mais aussi des contraintes techniques qui y sont liées. Il est prévu que différentes options (modulaires) pour des systèmes de propulsion à zéro émission, utilisant des mélanges de sources d'énergie/carburants, jouent un rôle dans la réalisation de cet objectif ambitieux. Compte tenu des incertitudes quant au développement de certaines technologies et des connaissances relatives à de nouvelles possibilités technologiques qui pourraient être acquises dans le cadre des projets de recherche en cours, aucune technologie ou solution ne devrait être exclue à ce stade. La réalisation de la transition énergétique de la navigation intérieure devrait être aussi technologiquement neutre que possible, et une évaluation régulière des voies de transition est donc essentielle. En outre, les aspects de sécurité liés à d'éventuels nouveaux développements technologiques, notamment ceux posant des difficultés opérationnelles et générant des risques de pollution en cas d'accidents, sont tout aussi importants et devraient également être soumis à une évaluation régulière.

La finalité des voies de transition est de décrire l'évolution attendue dans le temps de l'ensemble de la flotte, ainsi que la répartition des technologies utilisées (vecteurs énergétiques et convertisseurs d'énergie) pour atteindre les objectifs intermédiaires et finaux. Elle concerne la construction de **nouveaux bateaux ainsi que la modernisation de bateaux existants**. Le remplacement de moteurs plus anciens et plus polluants contribue aussi à faire baisser les émissions.

²⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0789>

²¹ Période de référence : 1^{er} juillet 2019 – 30 juin 2020 https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/heavy_en

²² La moitié de la flotte a plus de 50 ans.

²³ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/250_IMO%20submission_Talanoa%20Dialogue_April%202018.pdf

Ces facteurs ont une incidence sur la composition de la flotte de navigation intérieure et sur les émissions correspondantes. À cette fin, l'« étude de la CCNR » alimente la présente feuille de route.

Compte tenu des derniers résultats de l'« étude de la CCNR » et d'autres travaux de recherche, les voies de transition reflètent la gestion prévisionnelle de la flotte pour les années à venir, élaborée en particulier des éléments suivants : variables économiques, maturité du marché et disponibilité des technologies, taux de nouvelles constructions et de déchirage, âge des bateaux et modernisation des bateaux existants. Ces voies de transition pourraient faciliter le dimensionnement des mesures politiques, notamment en ce qui concerne

- les mesures de financement (dans quelle technologie, pour quel type de flotte et quand investir) en accordant de l'importance aux investissements « sans regret »
- les mesures réglementaires (telles que la certification de nouvelles technologies ou l'interdiction des technologies les plus polluantes incompatibles avec les ambitions de réduction des émissions à long terme de 2050)
- les mesures logistiques et infrastructurelles (chaîne d'approvisionnement et installations d'avitaillement) et
- les mesures incitatives (reposant sur la mise en place éventuelle d'un label pour la protection de l'environnement et du climat).

La CCNR suivra régulièrement l'évolution et les émissions de la flotte et pourra adapter les voies de transition à la lumière des développements scientifiques, techniques et politiques.

On ne soulignera jamais assez les **incertitudes environnementales majeures entourant le développement de ces voies de transition** et le processus de transformation que le secteur de la navigation intérieure devra subir pour atteindre l'objectif de zéro émission d'ici 2050. Cette incertitude concerne notamment les prix, la disponibilité des carburants et le développement technologique.

4.2 Technologies envisagées

Aux fins de cette feuille de route, les technologies choisies reflètent l'état actuel des connaissances. Il a été décidé de se concentrer sur un ensemble de technologies dont le niveau de maturité technologique (TRL) se situe à 5 et au-delà. Certaines n'ont pas été jugées suffisamment matures pour être utilisées, notamment à la lumière des prévisions actuelles en matière de coûts. Cependant, **aucune technologie ne devrait être exclue à ce stade**. Par exemple, d'autres options technologiques telles que les batteries lithium-air, le LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier), l'acide formique (hydrozine) ou l'ammoniac vert en combinaison avec les piles à combustibles (PAC), ou les ICE, pourraient jouer des rôles dans les étapes ultérieures de la transition énergétique. En ce qui concerne l'ammoniac, par exemple, il s'agit d'un candidat sérieux en tant que vecteur énergétique pour les navires de mer, mais il présente encore d'importants problèmes de sécurité à examiner en ce qui concerne la navigation intérieure. À terme, d'autres technologies, qui ne sont pas connues aujourd'hui, pourraient être déployées dans les prochaines décennies.

Comme expliqué au chapitre 1 de la présente feuille de route, la taille réduite du secteur de la navigation intérieure exige que l'on tienne compte des technologies possibles issues des applications marines et d'autres secteurs industriels. Cet aspect a également été pris en compte dans les voies de transition considérées ici.

À la lumière de ce qui précède, les technologies suivantes ont été envisagées dans les voies de transition :

Tableau 2 : technologies, niveaux TRL et potentiel de réduction des émissions

Technologies envisagées dans les voies de transition	Description	Utilisation à bord des bateaux selon l'échelle TRL (1-9)	TRL (1-9) combustible / production d'énergie et approvisionnement	Potentiel de réduction des émissions (dans une chaîne en amont idéale)		
				GES / CO _{2e}	NO _x	Particules polluantes
CCNR 2 ou inférieur, diesel	Diesel fossile dans un moteur à combustion interne conforme aux limites d'émission d'un moteur CCNR 2 ou plus ancien.	9	9	0 %	0 %	0 %
CCNR 2 + SCR, diesel	Diesel fossile dans un moteur à combustion interne conforme aux limites d'émission CCNR 2 et équipé d'un système supplémentaire de réduction catalytique sélective.	9	9	0 %	82 %	54 %
Phase V, diesel	Diesel fossile dans un moteur à combustion interne conforme aux limites d'émission de la phase V de l'UE.	9	9	0 %	82 %	92 %
GNL	Gaz naturel liquéfié dans un moteur à combustion interne conforme aux limites d'émission de la phase V de l'UE.	9	9	10 %	81 %	97 %
Phase V, HVO	HVO dans un moteur à combustion interne conforme aux limites d'émission de la phase V de l'UE. HVO: l'abréviation HVO sert à désigner l'huile végétale hydrotraitée proprement dite (non mélangée à des combustibles fossiles) et tous les bio-carburants « drop-in » comparables (y compris les carburants de substitution) ainsi que le diesel synthétique fabriqué avec du CO ₂ capturé et de l'énergie électrique durable.	9	9	100 %	82 %	92 %
BML	Bio méthane liquéfié (ou bioGNL) dans un moteur à combustion interne conforme aux limites d'émission de la phase V de l'UE.	9	8	100 %	81 %	97 %
Batterie	Systèmes de propulsion électrique à batterie, avec des systèmes de batteries fixes ou interchangeables.	8	7	100 %	100 %	100 %
H ₂ , PAC	Hydrogène stocké sous forme liquide ou gazeuse et utilisé dans les piles à combustible.	7	7	100 %	100 %	100 %
H ₂ , ICE	Hydrogène stocké sous forme liquide ou gazeuse et utilisé dans les moteurs à combustion interne.	5	7	100 %	82 %	92 %
MeOH, PAC	Méthanol utilisé dans les piles à combustible.	7	6	100 %	100 %	100 %
MeOH, ICE	Méthanol utilisé dans les moteurs à combustion interne.	5	6	100 %	82 %	92 %

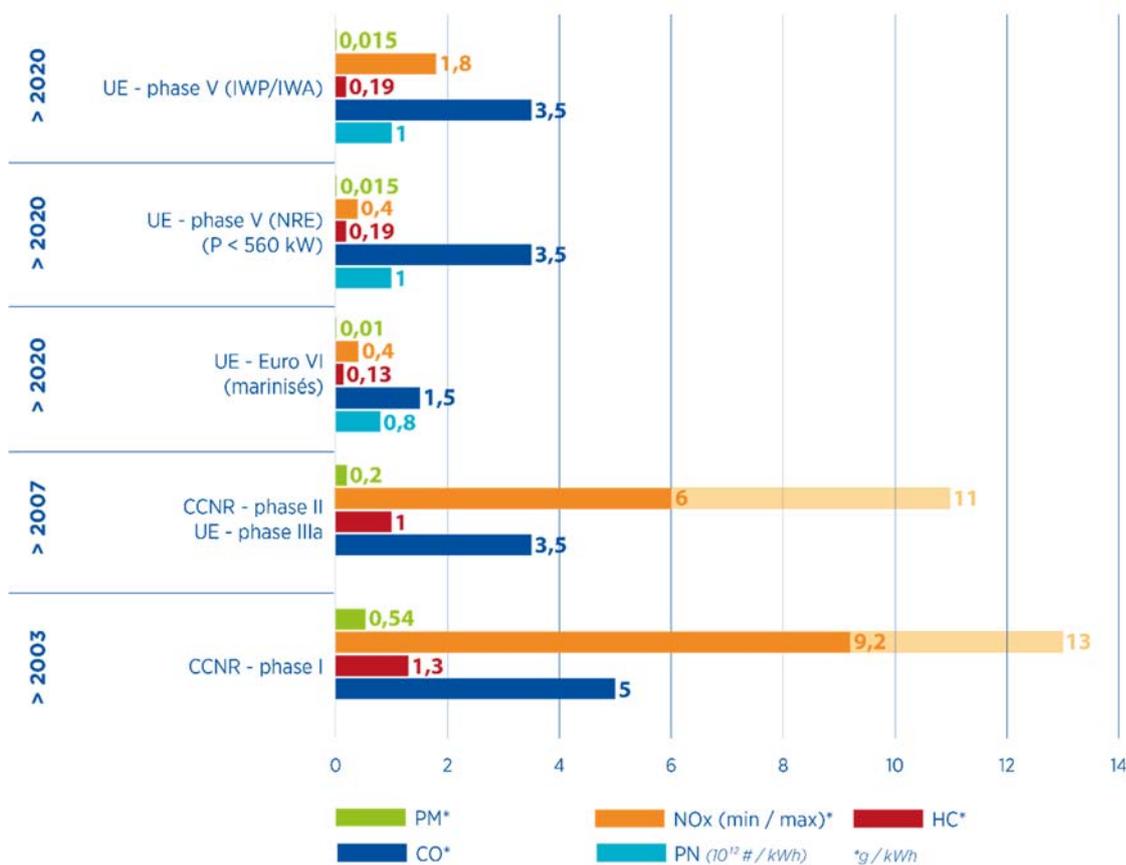
Source : CCNR

Conformément à l'approche adoptée dans la partie 3.2, toutes les technologies utilisées dans ces voies de transition supposent une chaîne en amont idéale

Observation 1 : En ce qui concerne le convertisseur d'énergie, le moteur monocarburant est pris en considération pour chaque carburant dans les voies de transition. Dans la pratique, les moteurs bicarburant pourraient également être utilisés, comme par exemple les moteurs fonctionnant au GNL et au gasoil, mais avec des émissions de GES nettement plus élevées. Cela pourrait également s'appliquer aux moteurs fonctionnant au MeOH et à l'hydrogène lorsqu'ils arriveront sur le marché.

Observation 2 : L'étape CCNR 2 se réfère aux limites d'émission adoptées par la Résolution CCNR 2005-II-20. La phase V de l'UE fait référence aux limites d'émission adoptées par le règlement (UE) 2016/1628 pour les engins mobiles non routiers (catégories IWP, IWA, NRE ou moteurs de camions marinisés EURO VI). Pour rappel, les limites obligatoires des émissions de polluants atmosphériques sont résumées dans le graphique 1 comme suit :

Graphique 1
LIMITES D'ÉMISSION DES MOTEURS DES BATEAUX DE NAVIGATION INTÉRIÈRE
 (Puissance > 300 kW)



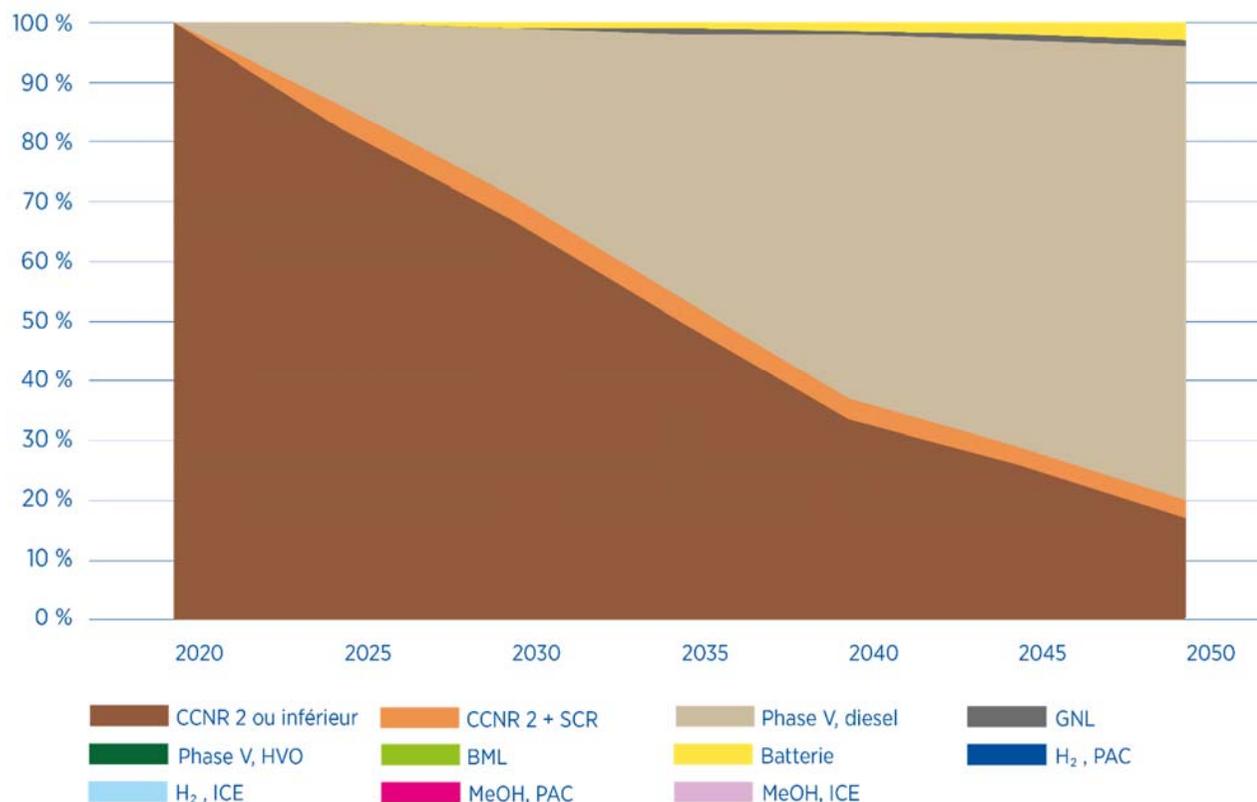
Toutes les abréviations utilisées sont définies avec exactitude à l'annexe 1.

4.3 Définition du scénario de maintien du statu quo (business-as-usual (BAU)) (2015 / 2035 / 2050)

Le graphique 2 ci-dessous donne un aperçu du développement des technologies entre 2020 et 2050, portant sur l'ensemble de flotte, dans le cas d'un scénario BAU. Il estime qu'à l'horizon 2050, plus de 95 % des bateaux continueraient à fonctionner avec des carburants fossiles. Ce scénario suppose également une légère augmentation globale de l'utilisation de biocarburant par l'ensemble de la flotte grâce aux mélanges de diesel composés de biocarburant et de diesel

fossile livrés par les fournisseurs de carburant. Partant de 0 % en 2015, on suppose que ce pourcentage augmentera de manière linéaire pour atteindre au maximum 7 % de la consommation totale de diesel en 2050. Des hypothèses plus optimistes laissent cependant entrevoir des pourcentages plus importants. Alors que ceux-ci sont limités aujourd'hui à 7 % (EMAG dans le diesel non routier), les meilleures estimations indiqueraient que les parts de mélange de biocarburants et de carburants renouvelables atteindraient 10 % d'ici 2035 et 20 % d'ici 2050²⁴.

Graphique 2
SCÉNARIO BAU - DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES D'ICI 2050



Source : CCNR

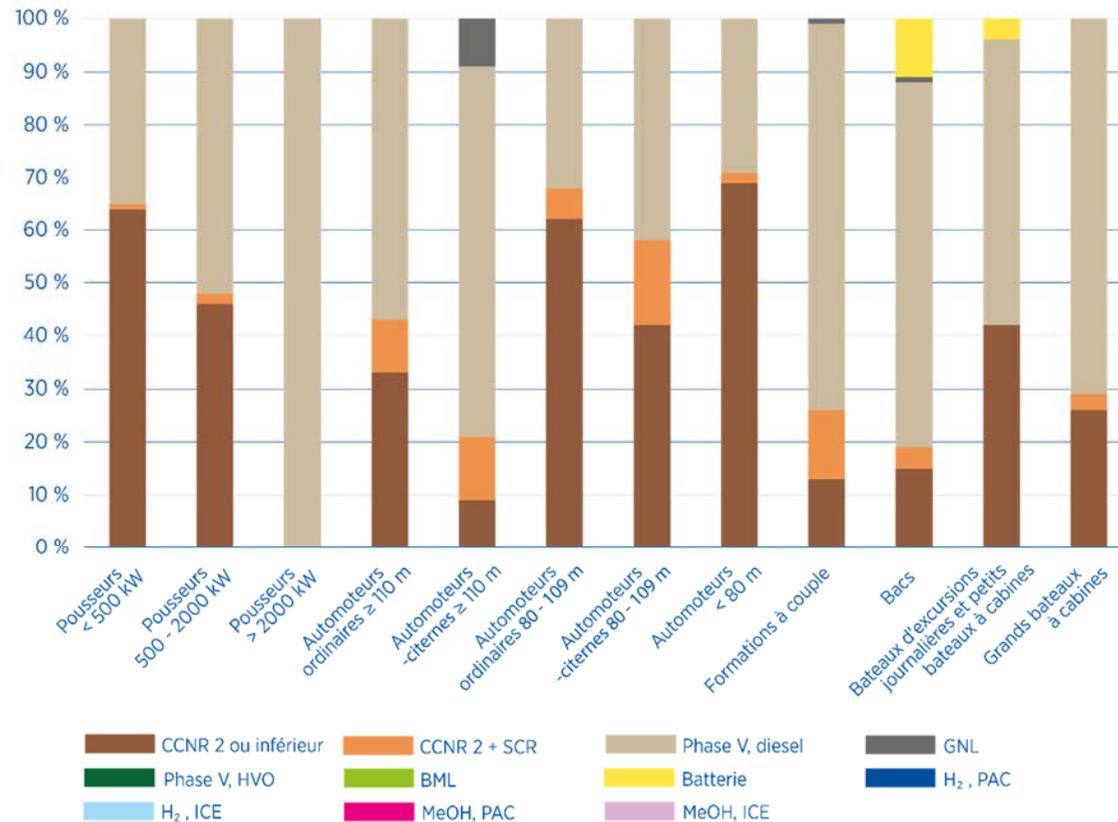
²⁴ Selon l'Association européenne des constructeurs de moteurs à combustion interne.

Afin mettre en place des voies de transition à l'horizon 2035 et 2050, il est nécessaire de déterminer l'ampleur de la réduction des émissions qui est déjà envisageable dans un scénario BAU. Dans le contexte de cette feuille de route, le scénario BAU s'inscrit dans le cadre juridique actuel et s'appuie sur une législation et des mesures d'intervention confirmées. Il exclut donc toutes mesures d'intervention en suspens, incertaines ou qui n'ont pas encore été validées. Le scénario BAU est établi sur la base de facteurs servant à déterminer les niveaux d'émission. Sont concernés des facteurs tels que la demande de transport, le développement de la flotte de navigation intérieure, le développement de la consommation d'énergie d'un bateau, le développement du transport / de l'efficacité logistique, ainsi que le développement du profil d'émission d'un bateau. Pour chaque facteur ont été formulées des hypothèses qui ont permis d'identifier un scénario de statu quo en ce qui concerne les étapes clés identifiées dans la déclaration de Mannheim, à savoir 2015, 2035 et 2050²⁵. Dans ce scénario BAU relatif à l'année 2015, pour toutes les familles de bateaux, une large majorité des bâtiments est équipée de moteurs « CCNR 2 ou inférieur ». Il est présumé, sauf indication contraire dans le graphique, que les moteurs des bateaux utilisent du diesel classique (EN 590) comme carburant.

Tous les types de bateaux sont définis avec exactitude à l'annexe 1.

²⁵ Les paramètres de ce scénario BAU sont définis en détail dans le cadre de l'études réalisée par la CCNR sur la transition énergétique (en particulier sur la question de recherche « C ») : <https://www.ccr-zkr.org/12080000-fr.html>

Graphique 3
SCÉNARIO BAU PAR FAMILLE DE BATEAUX EN 2035



Source : CCNR

En 2035, le scénario BAU aura permis d'atteindre, comme indiqué ci-dessous, le potentiel de réduction des émissions par rapport à l'année 2015 :

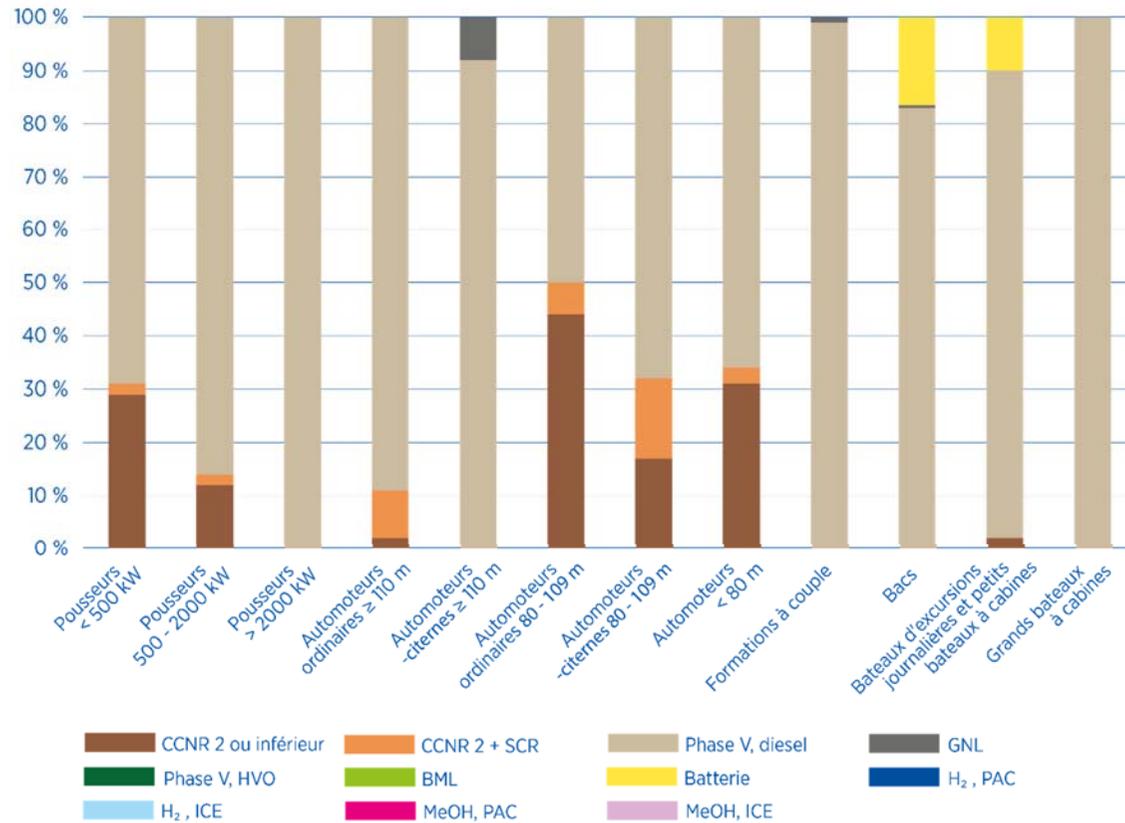
GES : - 14 %

NOx : - 57 %

Particules polluantes : - 63 %

Dans ce scénario BAU relatif à l'année 2035, il est présumé, sauf indication contraire dans le graphique 3, que les moteurs des bateaux utilisent un mélange de carburant composé de diesel classique et de 4 % de biocarburant. Il ressort de ce scénario BAU que les objectifs visant à réduire les polluants atmosphériques (NOx et Particules polluantes), à atteindre d'ici 2035, pourront être réalisés. En revanche, pour atteindre l'objectif concernant la réduction de GES, des mesures concrètes doivent être prises pour en réduire le taux de 35 % par rapport à 2015.

Graphique 4
SCÉNARIO BAU PAR FAMILLE DE BATEAUX EN 2050



Source : CCNR

En 2050, le scénario BAU aura permis d'atteindre, comme indiqué ci-dessous, le potentiel de réduction des émissions par rapport à l'année 2015 :

GES : - 22 %

NOx : - 76 %

Particules polluantes : - 83 %

Dans ce scénario BAU relatif à l'année 2050, il est supposé, sauf indication contraire dans le graphique 4, que les moteurs des bateaux utilisent un mélange de carburant composé de diesel classique et de 7 % de biocarburant. Il ressort de ce scénario BAU que les objectifs d'émission de polluants atmosphériques et de GES, à atteindre en 2050, comme prévu dans la déclaration de Mannheim, ne pourront pas être réalisés. Des mesures concrètes doivent être prises pour atteindre ces objectifs.

4.4 Voies de transition à l'horizon 2050

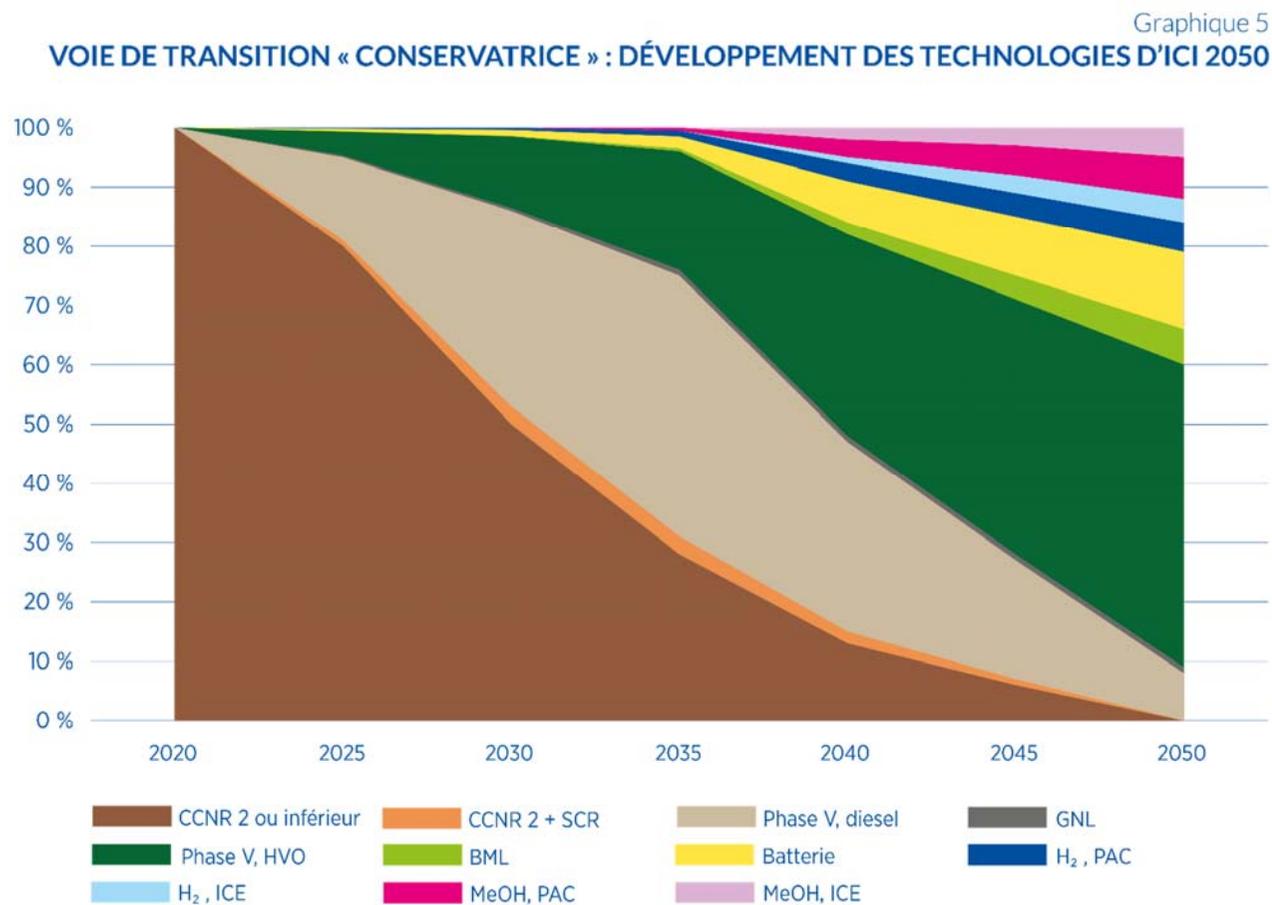
Pour atteindre, d'ici 2035 et 2050, les objectifs en matière de polluants atmosphériques et d'émissions de GES prévus dans la déclaration de Mannheim, deux voies de transition ont été développées pour chacune de ces étapes : une voie de transition faisant principalement appel à des technologies matures (« voie conservatrice ») et une voie de transition faisant principalement appel à des technologies plus innovantes (voie de transition « innovante »).

Le choix de présenter deux voies de transition découle principalement des nombreuses incertitudes entourant le développement de ces dernières. Ces incertitudes portent sur plusieurs aspects tels que les développements technologiques, le prix de ces technologies, leur niveau de maturité et leur disponibilité d'ici 2050. De même, la source d'énergie en elle – même (hydrogène, électricité, biocarburants) fait également l'objet d'incertitudes en particulier quant à leur disponibilité en quantité suffisante et à un prix admissible par la navigation intérieure.

Aussi, la voie de transition « conservatrice » reflète un développement technologique plutôt pessimiste où les technologies plus innovantes ne se seront que peu développées en navigation intérieure (principalement parce qu'elles n'ont jamais pu être envisageables d'un point de vue commercial pour être adoptées par le secteur). La voie de transition « innovante » quant-à-elle, témoigne d'un développement davantage optimiste, où les technologies innovantes ont trouvé leur place sur le marché (principalement parce que la faible disponibilité et la forte augmentation du prix des biocarburants rendent ces technologies innovantes davantage compétitives). Cette approche avec deux voies de transition complémentaires permet justement de limiter les incertitudes dans une tentative de projeter l'évolution de la flotte d'ici 2050. En pratique, l'évolution réelle de la flotte se situera probablement entre ces deux voies de transition, chacune présentant des avantages et des inconvénients.

4.4.1 Voie de transition faisant principalement appel à des technologies matures (voie « conservatrice ») à l'horizon 2050

La voie de transition « conservatrice » (ou voie faisant principalement appel à des technologies matures) repose sur une approche permettant assez aisément de mettre en œuvre et de rentabiliser à court terme les carburants et techniques de substitution considérés. Ces alternatives s'appuient, par exemple, sur le biodiesel de dernière génération, qui peut être utilisé avec les moteurs diesel existants, ou sur le BML, qui peut être utilisé avec les moteurs fonctionnant au gaz. Il s'agit de carburants et de techniques qui présentent un TRL relativement élevé et qui sont déjà disponibles sur le marché.

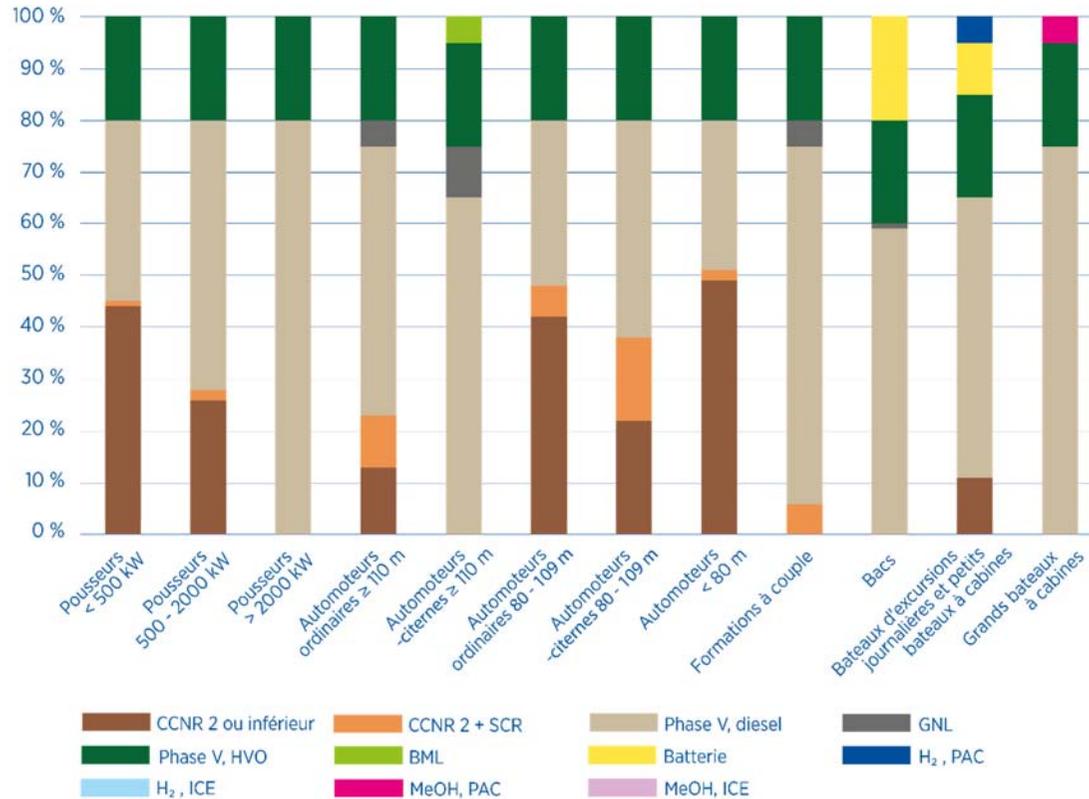


Source : CCNR

Le graphique 5 ci-dessous donne un aperçu du développement possible des technologies entre 2020 et 2050, portant sur l'ensemble de flotte, et des parts que ces dernières pourraient représenter dans le cas d'une voie de transition « conservatrice ».

Graphique 6

VOIE DE TRANSITION « CONSERVATRICE » : LES PARTS DES TECHNOLOGIES EMPLOYÉES POUR CHAQUE FAMILLE DE BATEAUX EN 2035



Source : CCNR

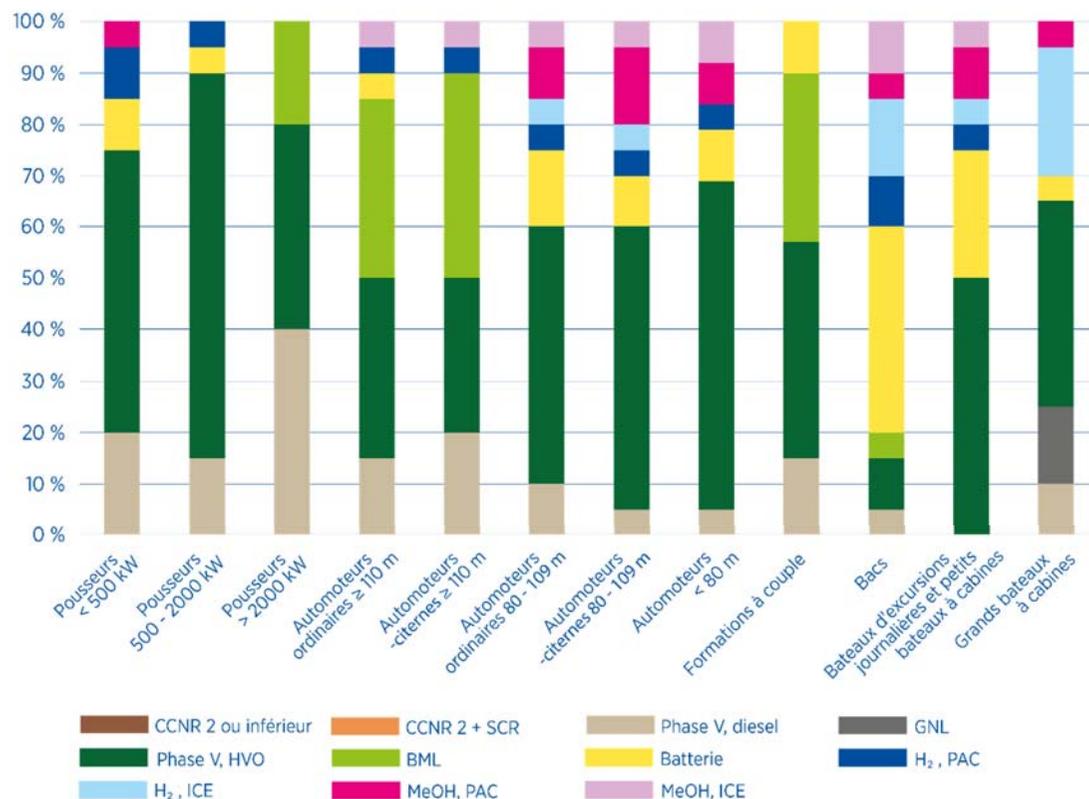
Parts des technologies employées pour chaque famille de flotte en 2035

En empruntant la voie de transition « conservatrice » pour atteindre un taux de réduction de 35 % d'ici 2035, une grande partie de la flotte utilisera encore ICE, comme indiqué dans le graphique 6.

Parallèlement à l'utilisation du diesel classique, il est supposé dans les calculs que la proportion de HVO est supérieure. Cette proportion de HVO sera suffisante, de sorte que, dans la voie de transition « conservatrice », les objectifs de la déclaration de Mannheim pourront être atteints avec une proportion relativement faible de technologies de pointe telles que les PAC et les batteries.

Graphique 7

VOIE DE TRANSITION « CONSERVATRICE » : LES PARTS DES TECHNOLOGIES EMPLOYÉES POUR CHAQUE FAMILLE DE BATEAUX EN 2050



Source : CCNR

Parts des technologies employées pour chaque famille de flotte en 2050

En 2050, la voie de transition « conservatrice » permettra d'atteindre, comme indiqué dans le graphique 7, le potentiel de réduction des émissions par rapport à l'année 2015 :

GES : - 91 %

NOx : - 90 %

Particules polluantes : - 96 %

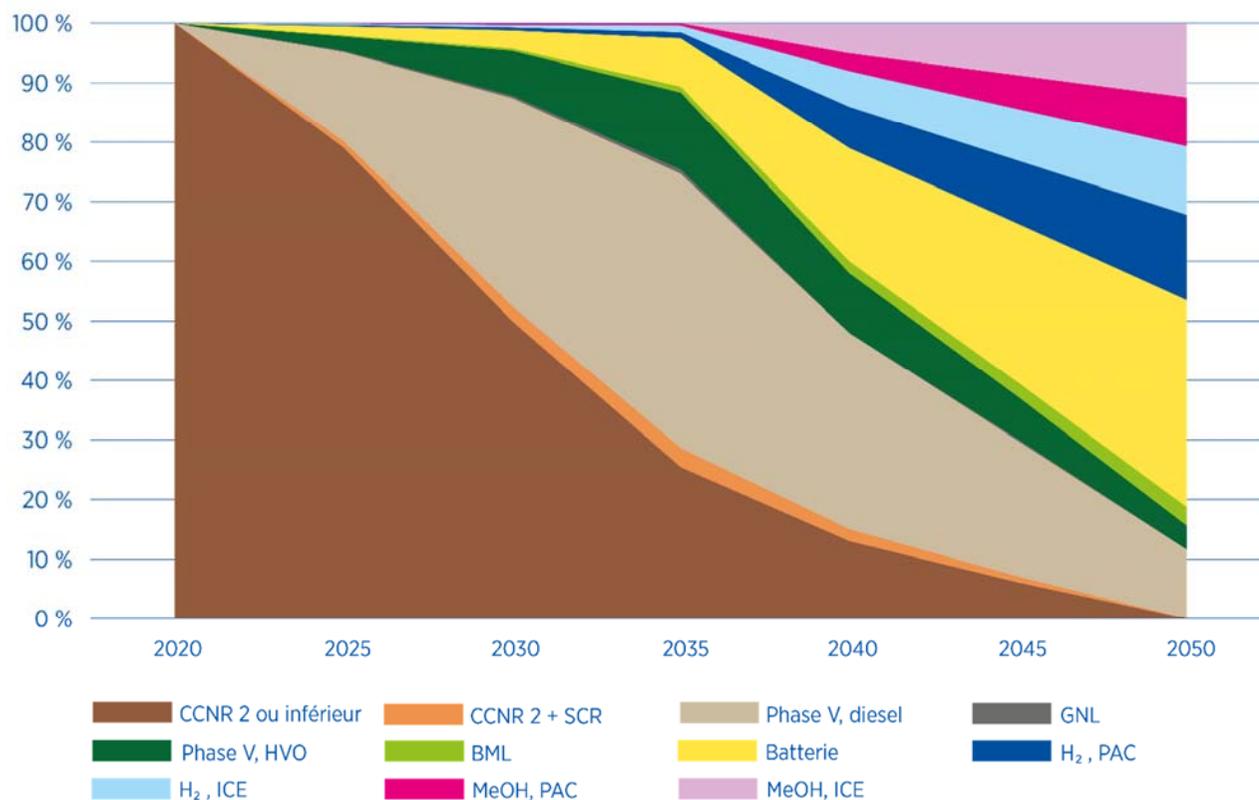
Les carburants « drop in » HVO et BML représentent une part relativement importante, surtout dans les familles de bateaux qui disposent d'une puissance installée relativement importante. Les bateaux appartenant à ces familles de bâtiments seront relativement moins adaptés à des solutions alternatives telles que les batteries.

4.4.2 Voie de transition faisant principalement appel à des technologies plus innovantes (voie « innovante ») à l'horizon 2050

La voie de transition « innovante » (ou voie de transition faisant principalement appel à des technologies plus innovantes) recouvre une approche plus novatrice, dans laquelle les carburants et techniques considérés en sont actuellement encore à leurs débuts (faible TRL) et sensiblement plus coûteux que le biodiesel de dernière génération et le BML. Cela concerne les solutions alternatives telles que les systèmes de propulsion électriques à batterie et à hydrogène, qui sont à zéro émission localement.

Graphique 8

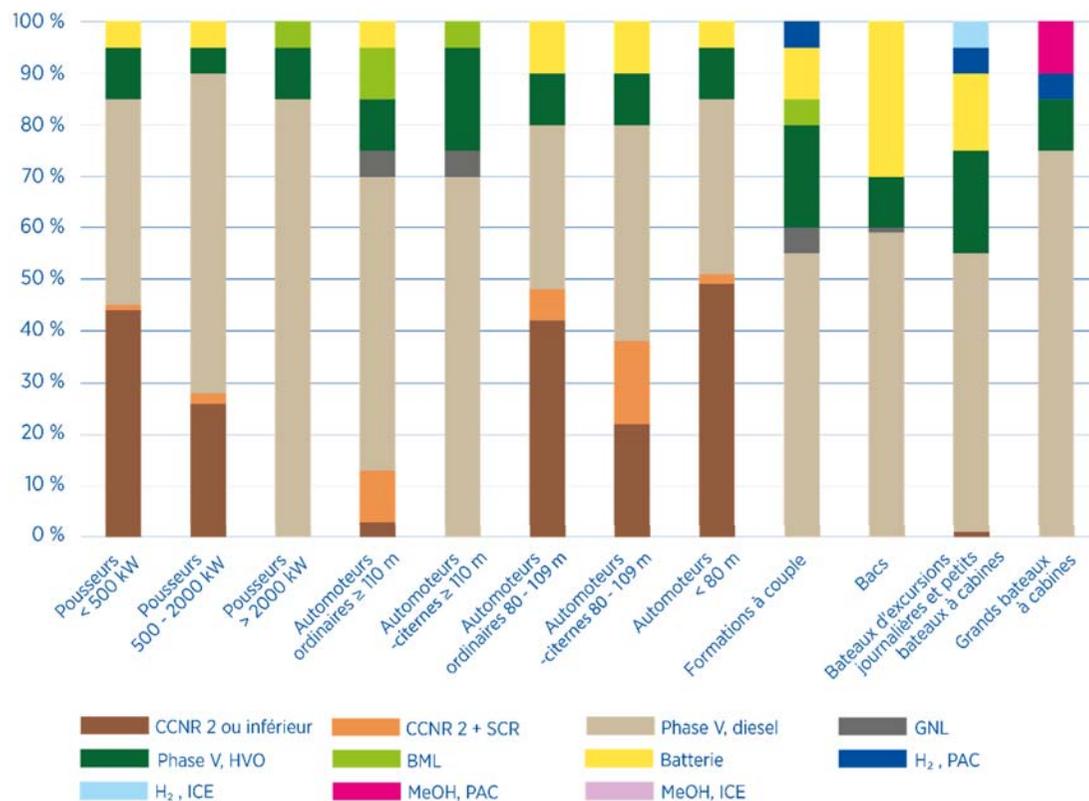
VOIE DE TRANSITION « INNOVANTE » : DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES D'ICI 2050



Source : CCNR

Le graphique 8 ci-dessous donne un aperçu du développement possible des technologies entre 2020 et 2050, portant sur l'ensemble de flotte, et des parts que ces dernières pourraient représenter dans le cas d'une voie de transition « innovante ».

Graphique 9
VOIE DE TRANSITION « INNOVANTE » : LES PARTS DES TECHNOLOGIES EMPLOYÉES POUR CHAQUE FAMILLE DE BATEAUX EN 2035

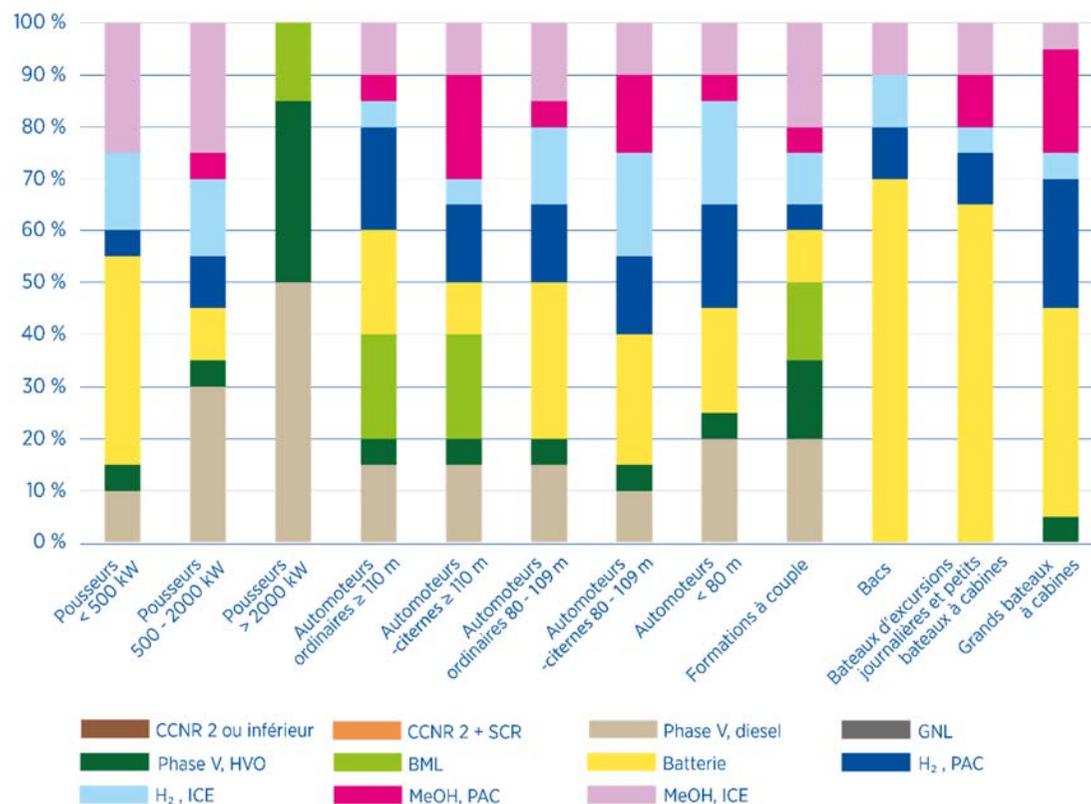


Source : CCNR

Parts des technologies employées pour chaque famille de flotte en 2035

En ce qui concerne la voie de transition « innovante », telle que présentée dans le graphique 9, plusieurs technologies différentes seront utilisées pour toutes les composantes de la flotte dès 2035, la propulsion électrique par batterie ou par PAC à hydrogène ou MeOH étant les plus adéquates. Par rapport à la voie de transition « conservatrice », la proportion de HVO est respectivement plus faible.

Graphique 10
VOIE DE TRANSITION « INNOVANTE » : LES PARTS DES TECHNOLOGIES EMPLOYÉES POUR CHAQUE FAMILLE DE BATEAUX EN 2050



Source : CCNR

Parts des technologies employées pour chaque famille de flotte en 2050

En 2050, la voie de transition « innovante » permettra d'atteindre, comme indiqué ci-dessous, le potentiel de réduction des émissions par rapport à l'année 2015 :

GES : - 91 %

NOx : - 94 %

Particules polluantes : - 98 %

Il ressort du graphique 10 que la part des technologies a évolué vers la propulsion électrique par batterie, ainsi que vers l'hydrogène et le MeOH. Toutes ces technologies présentent un niveau de TRL relativement inférieur à celui du HVO et du BML.

La famille de flotte des pousseurs les plus grands (> 2000 kW) constitue une exception. Ces bateaux se caractérisent par leur forte puissance installée, leur forte consommation de carburant (la plus élevée du secteur en moyenne), et leur éventuelle adéquation limitée aux technologies / carburants de substitution. Par exemple, en raison de leur volume et de leur poids, les batteries pourraient être peu adaptées compte tenu de l'impact considérable qu'elles pourraient avoir sur les bateaux.

4.4.3 Réflexions plus approfondies sur les voies de transition

Bien que les deux voies de transition permettent d'atteindre les objectifs fixés par la déclaration de Mannheim (suivant l'approche « du réservoir à l'hélice », comme expliqué à la section 3.2), les premières estimations montrent que le déficit financier à combler²⁶ en ce qui concerne la voie de transition « innovante » est, en fonction du scénario considéré pour le prix, un facteur de 1,6 à 2,9 fois plus élevé que dans la voie de transition « conservatrice » (voir section 4.3 pour plus de détail). Cette différence a de fortes conséquences sur le niveau associé de soutien financier public et privé nécessaire pour réaliser la transition énergétique ainsi que sur les coûts connexes à supporter par le secteur (tant en termes de coûts d'investissement (CAPEX) que de coûts opérationnels (OPEX)). Ces différences de coûts sont principalement dues à la part moins importante des technologies plus coûteuses telles que le H₂, les PAC et les batteries dans la voie de transition « conservatrice » par rapport à la voie de transition « innovante ». En effet, cela génère des CAPEX et des OPEX sensiblement inférieurs (compte tenu des prix estimés des différents types d'énergie et des coûts de maintenance plus faibles) pour la voie de transition « conservatrice ». Cependant, à long terme, les OPEX diminuent pour les deux voies de transition, en particulier pour la voie de transition « innovante ».

Cependant, des incertitudes majeures entourent les biocarburants :

- On peut s'interroger sur le taux d'incorporation (jusqu'à 100 %) de biocarburant dans un mélange (en effet, plus la part restante de diesel/gaz fossile est élevée, plus les émissions sont importantes).
- La disponibilité des biocarburants issus d'une production durable est également une préoccupation, notamment du fait des capacités de production limitées (par exemple, la disponibilité de la matière première pour la production de HVO constitue un facteur limitant). Il convient de noter que ces incertitudes qui pèsent sur la disponibilité valent aussi pour d'autres carburants de substitution générés avec de l'électricité renouvelable, comme l'hydrogène produit par électrolyse.
- Il est nécessaire de prendre en compte la concurrence avec les autres modes de transport et autres secteurs industriels pour la distribution et l'utilisation de ces biocarburants. Par exemple, la majorité des biocarburants pourrait finalement être dédiée au secteur aérien ou maritime si aucune autre technologie ne s'avère appropriée pour la transition énergétique de ces secteurs. Dans une telle situation, le coût des biocarburants pourrait nettement augmenter. Par conséquent, l'intérêt économique de la voie de transition « conservatrice » serait ainsi fortement diminué.

Par ailleurs, bien que les biocarburants soient considérés comme neutres en carbone si l'ensemble de la chaîne de production est pris en compte, la combustion des biocarburants pour la propulsion des bateaux émet des GES et des polluants atmosphériques au moins localement. Ainsi, si des réglementations applicables venaient à imposer des zones à zéro émission, comme cela est par exemple envisagé dans des métropoles européennes, les bateaux fonctionnant aux biocarburants pourraient ne plus être autorisés à y circuler. La voie de transition « conservatrice » perdrait donc là aussi de l'intérêt. L'origine des **biocarburants doit être traçable** (voir 3.2).

Les progrès attendus sur les technologies innovantes devraient apporter des bénéfices en termes d'efficacité énergétique des systèmes de propulsion (par rapport à des moteurs diesel conventionnels) et de réductions des coûts de maintenance, en particulier pour les propulsions électriques. Ceci permet d'espérer une diminution des OPEX après 2035 pour la voie de transition « innovante » et montre l'avantage à long-terme de tels investissements.

Enfin, si les objectifs de réduction des émissions devaient dépasser 90 % d'ici 2050, les principales technologies prises en compte dans la voie de transition « innovante » auraient plus de chances de permettre cette réduction supplémentaire.

²⁶ Il s'agit du total accumulé, à savoir le coût total de possession (TCO) cumulé (total de 30 ans entre 2020 et 2050). Dans un scénario de prix minimum, le déficit financier de la voie de transition « innovante » est 2 fois plus élevé que celui de la voie de transition « conservatrice », 3 fois plus élevé dans un scénario de prix moyen et 1,5 fois plus élevé dans un scénario de prix maximum.

4.5 Le défi financier et les investissements connexes²⁷

4.5.1 Les coûts considérables associés à la transition énergétique

Le défi financier que représente la réalisation de l'objectif zéro émissions d'ici 2050 est considérable. En fonction de la voie de transition suivie, le déficit financier à combler pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de la déclaration de Mannheim varie sensiblement, mais s'élève à plusieurs milliards, et ce quel que soit le scénario.

« L'étude de la CCNR » a conclu que les coûts liés à la transition énergétique dépasseront les ressources financières dont dispose la profession de la navigation et que le secteur ne pourra donc assurer qu'une partie des financements nécessaires à la réalisation de cette transition. À titre d'exemple, rares sont les propriétaires de bateaux actuellement en mesure de financer « ne serait-ce que » la première étape d'un investissement dans des moteurs électriques.

D'importantes subventions seront nécessaires pour combler ce déficit et pour rendre les voies de transition économiquement viables pour le secteur de la navigation intérieure, les fournisseurs d'énergie, et pour les opérateurs des infrastructures à quai. Cela exige la mise en place d'aides publiques substantielles. Les investissements dans le verdissement à la fois pour les flottes neuves et existantes (après adaptation) devraient être soutenus, en complément de projets pilotes.

Le déficit financier a été estimé en calculant la différence entre le coût total de possession (TCO) (CAPEX + OPEX) du scénario BAU et le TCO des deux voies de transition (décrites plus haut).

Le déficit financier total de la voie de transition « conservatrice », qui couvre la période 2020-2050, est d'environ :

- 2,43 milliards d'euros dans le scénario du prix minimum
- 2,65 milliards d'euros dans le scénario du prix moyen
- 6,38 milliards d'euros dans le scénario du prix maximum

Le déficit financier total de la voie de transition « innovante », qui couvre la période 2020-2050, est d'environ :

- 5,26 milliards d'euros dans le scénario du prix minimum
- 7,80 milliards d'euros dans le scénario du prix moyen
- 10,19 milliards d'euros dans le scénario du prix maximum

L'écart financier entre le scénario BAU et les deux voies de transition s'explique principalement par les CAPEX plus élevés dans les deux voies de transition, en raison des montants plus élevés requis pour les technologies les plus innovantes (PAC et batteries en particulier). Il est également important de noter que les OPEX devraient à long terme diminuer pour les deux voies de transition, pour atteindre le même niveau, voire un niveau inférieur à celui des OPEX identifiées dans le scénario BAU. Cela s'explique principalement par les hypothèses émises pour déterminer les coûts des deux voies de transition, à savoir une économie d'énergie de 30 % entre 2020-2050 dans les voies de transition, contre une économie d'énergie de 15 % dans le scénario BAU. Il est important de noter que les OPEX peuvent également être réduites avec une meilleure maturité technologique (impliquant des coûts de maintenance inférieurs – qui sont actuellement plus élevés pour les technologies les plus innovantes notamment pour les batteries, ou des avantages en termes d'efficacité énergétique du système de propulsion).

Cependant, aucune situation n'a été identifiée dans laquelle les économies d'OPEX peuvent couvrir les coûts d'investissement supplémentaires associés aux investissements dans les nouvelles technologies. En conséquence, on ne peut généralement s'attendre à aucun retour sur investissement pour les technologies à émissions (presque) nulles pour le propriétaire/l'exploitant du bateau par rapport au scénario BAU.

²⁷ Cette partie est largement inspirée de l'étude de la CCNR sur la transition énergétique disponible à l'adresse <https://www.ccr-zkr.org/12080000-fr.html>.

4.5.2 Peut-on identifier des « investissements sans regret » dans la transition énergétique de la navigation intérieure ?²⁸

S'il est difficile de prévoir avec certitude quels investissements pourraient être considérés comme « sans regret » pour l'ensemble de la flotte à la lumière des nombreuses interrogations qui entourent la transition énergétique de la navigation intérieure, il est déjà possible de tirer certaines indications fiables pour certaines familles de bateaux.

Quelle que soit la voie de transition choisie, on s'attend à ce que **les ferries et les bateaux d'excursions journalières** utilisent souvent **des batteries**. En général, les bateaux opérant localement (notamment dans les zones densément peuplées) avec une demande d'énergie limitée et un itinéraire fixe peuvent bénéficier de faibles coûts énergétiques pour l'électricité du réseau utilisée.

Les gros pousseurs peuvent être considérés comme l'autre extrême, avec leur forte demande d'énergie, leur fonctionnement 24h/24 et 7j/7 et la forte utilisation de leurs moteurs. Ils devraient continuer à fonctionner avec des ICE pendant plusieurs décennies. Dans ce cas, **l'investissement dans des ICE** propres et efficaces (selon les derniers standards) pourrait être considéré comme évolutif. Cela est particulièrement pertinent pour la navigation sur le Danube. En effet, sur le Danube inférieur et moyen, près de 60 % du trafic fluvial est assuré par des pousseurs de grande capacité (jusqu'à 15 000 tonnes). Pour ces bateaux, l'optimisation de l'efficacité énergétique sera également un élément clé de la transition énergétique. L'empreinte carbone peut être réduite en augmentant progressivement l'utilisation de carburants « drop-in » compatibles (par exemple, HVO ou BML), dès lors que ces carburants répondent aux exigences énoncées à la section 3.2.

Sous réserve d'un profil d'exploitation pertinent, les systèmes de propulsion électrique (générateur avec ICE et moteur électrique) peuvent aussi être considérés comme un « investissement sans regret », à la fois pour les bateaux neufs ou rétrofités. De tels investissements permettent une **approche modulaire en remplaçant à un moment donné la source d'énergie utilisée à bord**, étant donné que l'intégration de batteries ou de systèmes de PAC exige un bateau équipé d'un système de propulsion électrique.

4.5.3 Comment soutenir financièrement la transition énergétique ?

Afin de soutenir la transition énergétique du secteur de la navigation intérieure, la CCNR juge **opportun de mettre en œuvre l'idée d'un instrument européen d'accompagnement financier de la transition énergétique du secteur de la navigation intérieure, basé sur des sources mixtes (publiques et privées), incluant une contribution sectorielle.**

Afin de garantir des conditions de concurrence équitables, un tel instrument européen de subvention et de financement devrait être ouvert aux pays de l'UE ainsi qu'aux États riverains du Rhin et du Danube qui ne sont pas membres de l'UE (Suisse, Serbie, Moldavie et Ukraine notamment). La facilité d'accès à un tel instrument est primordiale, de même que la simplicité administrative.

Cependant, plusieurs questions de faisabilité économique, technique, juridique et pratique doivent encore être traitées par les organisations compétentes avant qu'un tel instrument puisse être mis en œuvre. Ces aspects sont également abordés dans la section suivante (Plan de mise en œuvre) et dans la résolution 2021-I-6 de la CCNR prescrivant la publication des résultats définitifs de l'étude²⁹, adoptée le 2 juin 2021.

²⁸ Source: CCNR study, research question C, Edition 2

²⁹ <https://www.ccr-zkr.org/files/documents/resolutions/ccr2021-lfr.pdf>

5. Plan de mise en œuvre

Pour réaliser la transition énergétique du secteur de la navigation intérieure vers des émissions zéro, il faut tenir compte des aspects économiques, techniques, sociaux et réglementaires. Lors de l'élaboration du plan de mise en œuvre, une attention a été accordée à ces obstacles identifiés et à la manière de les surmonter par des mesures politiques concrètes.

Obstacles économiques

Pour l'instant, il n'y a généralement pas d'analyse de rentabilité positive pour justifier les décisions d'investissement des propriétaires/exploitants de bateaux dans des technologies contribuant à l'absence d'émissions. La répercussion des coûts associés à la réduction des émissions sur les coûts du transport nécessite aussi une acceptation de la part des chargeurs et de l'ensemble de la chaîne de transport.

En outre, compte tenu de la longue durée de vie des bateaux et de leurs systèmes de propulsion, ainsi que de la taille réduite du marché, les fournisseurs de moteurs et de technologies ne sont guère intéressés par le développement et l'offre de nouvelles solutions de propulsion et énergétiques spécifiques aux bateaux de navigation intérieure, ce qui entraîne des coûts plus élevés pour ces solutions. Les TCO potentiellement plus élevés pour les technologies d'écologisation se traduisent également par des facteurs de risque pour les propriétaires.

Enfin, la capacité d'investissement des propriétaires de bateaux, selon le secteur concerné (cargaison liquide/sèche/conteneurs/passagers), peut être assez limitée en raison de la situation actuelle sur le marché du transport par voie de navigation intérieure.

Obstacles techniques

En attendant que des solutions de transition soient disponibles, la plupart des technologies à émission zéro sont encore au stade expérimental et ne sont donc pas encore développées à un niveau permettant une utilisation à grande échelle. Les défis à relever sont multiples, à savoir 1) davantage de R&D pour accélérer l'innovation dans les technologies vertes et les carburants de substitution, 2) des investissements plus importants pour faire arriver à maturité les technologies existantes et/ou pour les améliorer et 3) l'intégration à bord des bateaux des nouvelles technologies et des nouveaux carburants innovants ou arrivés à maturité.

Les applications pilotes à bord des bateaux de navigation intérieure restent les premières étapes essentielles pour identifier et traiter les obstacles techniques au déploiement des nouvelles technologies à zéro émission. En même temps, ces applications devraient permettre de clarifier les CAPEX et les OPEX ainsi que de démontrer une analyse de rentabilité viable.

Il faut également développer en parallèle les infrastructures appropriées d'avitaillement des carburants de substitution (investissements dans de nouvelles infrastructures et dans la réadaptation des infrastructures existantes).

Obstacles humains/sociaux

La transition vers un régime à zéro émission doit également être acceptée par la main-d'œuvre du secteur de la navigation intérieure. La formation (initiale et continue) peuvent générer une telle acceptation et aussi soutenir activement le déploiement de technologies à zéro émission à bord des bateaux de navigation intérieure. Plus généralement, le déploiement de nouvelles technologies doit garantir un haut niveau de sécurité et de fiabilité pour être acceptée par la société et maintenir la confiance associée.

Obstacles réglementaires

À ce stade, le cadre réglementaire actuel de la navigation intérieure ne fournit pas la sécurité juridique nécessaire pour garantir les investissements, stimuler les premiers pas et, plus généralement, générer des incitations suffisantes pour les technologies à zéro émission. Les améliorations du cadre réglementaire devraient permettre l'utilisation régulière de carburants et de batteries de substitution à bord des bateaux de navigation intérieure. Cela concerne principalement les bateaux, les équipages, les règles de la police ainsi que le transport de marchandises dangereuses.

Le plan de mise en œuvre présenté ci-dessous contient une liste de mesures susceptibles d'être mises en œuvre. Il fait la distinction entre des mesures réglementaires, volontaires et financières.

N°	Mesure	Type de mesure	Mesures requises	Acteurs	Méthode, outils, et contribution possible de la CCNR et calendrier (si disponible)
			(Quoi)	(Qui)	(Comment et quand)
R1a	Un cadre réglementaire approprié pour l'utilisation de carburants de substitution et de batteries (construction du bateau)	Obligation légale	Élaborer des standards et des exigences applicables à la construction des bateaux de navigation intérieure pour permettre l'utilisation de carburants de substitution et de batteries à leur bord.	CESNI, États membres de la CCNR, Commissions fluviales ³⁰ , CEE-ONU, UE, CEN, GERC	Standards et règlements élaborés sur la base de l'expérience acquise avec les projets pilotes et les standards/normes existant dans le secteur maritime et dans d'autres secteurs industriels Calendrier CESNI : le programme de travail 2022-2024 du CESNI comprend plusieurs tâches liées aux carburants de substitution.
R1b	Un cadre réglementaire approprié pour l'utilisation de carburants de substitution et de batteries (équipage)	Obligation légale	Élaborer des standards et des exigences applicables à l'équipage pour permettre l'utilisation de carburants de substitution et de batteries à bord des bateaux de navigation intérieure.	CESNI, États membres de la CCNR, Commissions fluviales, CEE-ONU, UE	Les prescriptions techniques relatives aux piles à combustible et au méthanol devraient être adoptées d'ici fin 2022. Celles relatives au stockage de l'hydrogène suivraient peu après.
R1c	Un cadre réglementaire approprié pour l'utilisation de carburants de substitution et de batteries (exploitation du bateau)	Obligation légale	Élaborer des standards et des exigences pour l'exploitation des bateaux (règles de police de la navigation) pour permettre l'utilisation de carburants de substitution et de batteries à bord des bateaux de navigation intérieure.	États membres de la CCNR, Commissions fluviales, CEE-ONU	L'élaboration de standards de compétence applicables à l'utilisation de carburants de substitution, de batteries et de systèmes de propulsion électrique commencera en 2022-2023.
R1d	Un cadre réglementaire approprié pour l'utilisation de carburants de substitution et de batteries (transport de marchandises dangereuses)	Obligation légale	Élaborer des normes et des exigences pour permettre le transport de carburants de substitution	CEE-ONU, CCNR	Le programme de travail 2022-2023 de la CCNR prévoit de commencer les travaux relatifs au cadre réglementaire de l'exploitation des bateaux.
R1e	Un cadre réglementaire approprié pour l'utilisation de carburants de substitution (définition, caractéristiques des carburants, mélange et approvisionnement)	Obligation légale	Élaborer des standards et des exigences pour faciliter l'utilisation de carburants de substitution (définition, caractéristiques des carburants, mélange et approvisionnement), notamment les biocarburants. Coordination de la mise en œuvre d'instruments tels que la directive européenne sur les énergies renouvelables.	États membres de la CCNR, UE	

³⁰ « Commissions fluviales » : la Commission centrale pour la navigation du Rhin, la Commission du Danube, la Commission internationale du bassin de la Save et la Commission de la Moselle.

N°	Mesure	Type de mesure	Mesures requises	Acteurs	Méthode, outils, et contribution possible de la CCNR et calendrier (si disponible)
			(Quoi)	(Qui)	(Comment et quand)
R1f	Examen et, le cas échéant, modification des exigences en matière de sécurité et des exigences réglementaires relatives à l'avitaillement de carburants de substitution pour le transport par voie de navigation intérieure.	Obligation légale	Il convient de s'assurer que ni les réglementations en matière de sécurité, ni les autres dispositions relatives aux infrastructures d'avitaillement n'empêchent l'avitaillement de carburants de substitution.	CCNR, UE	<p>Rapport</p> <p>Identifier la législation et les exigences pertinentes ainsi que les lacunes de la législation en collaboration avec les autorités nationales compétentes pour les infrastructures d'avitaillement.</p> <p>Le programme de travail 2022-2023 de la CCNR prévoit le traitement de cet aspect.</p>
R2	Élimination progressive éventuelle des technologies les plus dommageables, qui s'avéreront incompatibles avec l'ambition de la CCNR et de l'UE de réduire à long terme les émissions.	Obligation légale	Mise en place d'un cadre réglementaire pour pouvoir éventuellement supprimer les technologies les plus polluantes ne répondant pas à l'ambition de la CCNR et de l'UE de réduire à long terme les émissions, en ciblant les bateaux existants, en traitant à la fois la question des GES et celle des émissions polluantes.	CCNR, UE	<p>Dialogue sectoriel, étude, rapports, réglementation</p> <p>Le label (voir V1) pourrait être utilisé comme critère.</p> <p>Il convient d'éviter la surmotorisation lors de l'adaptation des bateaux existants, afin d'assurer une amélioration effective de l'efficacité énergétique (en tenant compte de la puissance optimale définie par le constructeur de bateaux).</p>
R3	Exigences relatives à l'infrastructure nécessaire aux carburants de substitution et à l'électricité pour la propulsion	Obligation légale	Veiller à ce que les besoins du secteur de la navigation intérieure en termes d'infrastructure pour les carburants de substitution soient pris en compte, notamment lors de la révision de la directive AFID, et assurer l'interopérabilité avec tous les types de bateaux de navigation intérieure	CCNR, UE	Directive, rapport, standards/normes d'interopérabilité

N°	Mesure	Type de mesure	Mesures requises	Acteurs	Méthode, outils, et contribution possible de la CCNR et calendrier (si disponible)
			(Quoi)	(Qui)	(Comment et quand)
R4	Examen de la possibilité d'une contribution sectorielle dans le cadre d'un instrument européen de subvention et de financement	Obligation légale	Examen des privilèges fiscaux de la navigation rhénane/intérieure sur le plan juridique, économique et politique avant d'entamer la discussion sur l'internalisation des coûts externes dans le secteur de la navigation intérieure	CCNR	En plus des travaux préparatoires effectués dans le contexte de l'étude de la CCNR (Questions de recherche G et H), examiner la compatibilité du principe du pollueur-payeur, en particulier avec l'Acte de Mannheim ; prise en compte de l'impact environnemental des autres modes de transport et de la répartition modale Calendrier CCNR : 2022-2023
V1	Label pour la protection de l'environnement et du climat	Volontaire	Développement d'un label pour la protection de l'environnement et du climat	CESNI, CCNR, UE	Étude, standards techniques, ligne directrice sur le calcul et la méthodologie suivie pour les mesures. Coopération avec l'UE dans le cadre de PLATINA3, notamment en ce qui concerne la méthodologie suivie pour les mesures. Calendrier PLATINA3 : proposition d'une méthodologie en 2022 Calendrier CCNR : évaluation de l'opportunité et développement du système de label d'ici 2023

N°	Mesure	Type de mesure	Mesures requises	Acteurs	Méthode, outils, et contribution possible de la CCNR et calendrier (si disponible)
			(Quoi)	(Qui)	(Comment et quand)
V2	Mesures de compensation carbone (compensation carbone)	Volontaire	Évaluer les possibilités et l'acceptation par le public des mesures de compensation carbone comme solution transitoire jusqu'en 2035 pour la réduction des GES ³¹ .	CCNR, UE, GIEC	Lignes directrices sur l'applicabilité, à la navigation intérieure, des mesures existantes de compensation des émissions carbone (et nouvelles propositions éventuelles)
V3	Essais avec des prototypes de bateaux (tous types de bateaux)	Volontaire	Suivre, autoriser et soutenir les essais sur les bateaux pilotes et publier les résultats importants	CCNR, CESNI, UE, GERC	Coopération entre la CCNR et l'UE visant à mettre en œuvre l'initiative phare 3 de NAIADES III portant sur l'accélération de la certification des bateaux pilotes. Calendrier CCNR : 4 réunions par an du Groupe de travail du règlement de visite afin d'examiner les demandes de dérogation pour les projets pilotes de bateaux.
V4	Bateaux innovants	Volontaire	Mise en place d'une base de données sur les bateaux innovants	CESNI, Instituts de recherche	Mises à jour régulières au moins une fois par an
V5	Prix d'innovation	Volontaire	Prix récompensant les innovations spéciales aux fins de la transformation du système énergétique de la navigation intérieure	Commission fluviales	Tous les deux ans Calendrier CCNR : Première édition en 2025
V6	Rapports de situation	Volontaire	Analyser régulièrement l'état d'avancement de la réduction des émissions et l'efficacité des mesures. Il comprend la collecte, la vérification de la plausibilité et l'évaluation des données	CCNR	Calendrier CCNR : rapport de situation tous les 5 ans (2025, 2030, 2035, 2040, 2045, 2050)

³¹ Une compensation carbone peut être décrite comme une manière de compenser les émissions générées quelque part en subventionnant ou en réalisant une économie équivalente en dioxyde de carbone ailleurs.

N°	Mesure	Type de mesure	Mesures requises	Acteurs	Méthode, outils, et contribution possible de la CCNR et calendrier (si disponible)
			(Quoi)	(Qui)	(Comment et quand)
F1	Examen d'un instrument européen de subvention et de financement pour soutenir la transition énergétique de la navigation intérieure	Soutien financier	Concevoir, évaluer et mettre en œuvre un instrument européen de subvention et de financement	UE, Banque européenne d'investissement (BEI), CCNR, banques nationales, UENF, OEB	Étude de la CCNR publiée en 2021, Coopération entre la CCNR et l'UE visant à mettre en œuvre l'initiative phare 8 de NAĀADES III à élaborer dans le cadre de PLATINA3 Calendrier PLATINA3 : rapport en 2022 Le programme de travail 2022-2023 de la CCNR prévoit l'évaluation et la mise en œuvre des propositions identifiées dans l'étude susmentionnée (tâche ECO-22-3)
F2	Taxonomie de l'UE - établissement d'un système de classification de l'UE pour les activités durables	Soutien financier	Mieux prendre en compte la navigation intérieure et ses spécificités dans le règlement sur la taxonomie et les actes délégués connexes	UE	Contribution et proposition dans le cadre du règlement sur la taxonomie
F3	Stimuler les projets de recherche et d'innovation	Soutien financier	Soutien apporté à des projets pilotes contribuant à améliorer les connaissances et l'expérience en matière de technologies à zéro émission dans le secteur de la navigation intérieure	UE, commissions fluviales, UENF, OEB, instituts de recherche	Contribution et participation aux principaux forums et initiatives de R&D concernant le secteur de la navigation intérieure

6. Prochaines étapes

La CCNR s'engage à

- faire rapport d'ici 2025 sur l'avancement de la mise en œuvre de la feuille de route et sur la nécessité de l'actualiser,
- au plus tard en 2025 évaluer l'opportunité de la révision de l'« étude de la CCNR », notamment en ce qui concerne l'évaluation économique et technique des technologies,
- revoir l'approche dite « du réservoir à l'hélice » dans une prochaine révision de sa feuille de route,
- évaluer d'ici 2025 l'opportunité d'étendre le périmètre de la feuille de route, par exemple aux autres gaz à effet de serre tels que le N₂O ou aux émissions associées à d'autres aspects du cycle de vie du bateau, à la fabrication et à l'élimination des systèmes de propulsion, à d'autres types de bâtiments, ou encore à la sécurité des technologies,
- si nécessaire, réviser d'ici 2030 la feuille de route et le plan d'actions correspondant.

Annexe 1 : Liste des abréviations et types de bateau

BAU	Maintien du statu quo (<i>Business-as-usual</i>)
CAPEX	Coûts d'investissement
PAC	Pile à combustible
EMAG	Ester méthylique d'acides gras
GES	Gaz à effet de serre
HVO	Huile végétale hydrotraitée (<i>Hydrotreated Vegetable Oil</i>)
H ₂	Hydrogène
ICE	Moteur à combustion interne (<i>Internal Combustion Engine</i>)
IWT	Navigation intérieure (<i>Inland Waterway Transport</i>)
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
BML	Biométhane liquéfié (CH ₄)
GNL	Gaz naturel liquéfié
MCV	Automoteur à cargaison sèche (<i>Motor vessel dry cargo</i>)
MeOH	Méthanol (ou CH ₃ OH)
MT	Automoteur-citerne (<i>Motor tanker cargo</i>)
MV	Automoteur ordinaire (<i>Motor cargo vessel</i>)
OPEX	Coûts opérationnels
PM/PN	Particules polluantes (<i>Particulate Matters</i>)
SCR	Réduction catalytique sélective (<i>Selective Catalytic Reduction</i>)
TCO	Coût total de possession (<i>Total Cost of Ownership</i>)
TRL	Le niveau de maturité technologique (<i>Technology Readiness Level</i>) est une échelle servant à mesurer ou indiquer la maturité d'une technologie donnée, allant de 1 (principes de base observés) à 9 (système réel éprouvé dans un environnement opérationnel (fabrication compétitive dans le cas de technologies clés génériques). En général, de nombreux produits passent par les différents degrés de l'échelle TRL au cours de leur cycle de vie.
TTW	Tank-to-wake
WTW	Well-to-wake

Définitions des types de bateau utilisés dans le cadre des voies de transition

- Automoteur à cargaison sèche (MCV) ≥ 110 m : bateau de longueur supérieure ou égale à 110 m, destiné au transport de marchandises sèches et de conteneurs et construit pour naviguer de manière autonome avec sa propre force motrice ;
- Automoteur-citerne (MT) ≥ 110 m : bateau de longueur supérieure ou égale à 110 m, destiné au transport de marchandises dans des citernes fixes et construit pour naviguer de manière autonome avec sa propre force motrice ;
- Automoteur à cargaison sèche 80-109 m : bateau d'une longueur comprise entre 80 et 109 m, destiné au transport de marchandises sèches et construit pour naviguer de manière autonome avec sa propre force motrice ;
- Automoteur-citerne 80-109 m : bateau d'une longueur comprise entre 80 et 109 m, destiné au transport de marchandises dans des citernes fixes et construit pour naviguer de manière autonome grâce à sa propre force motrice ;
- Automoteur ordinaire (MV) < 80 m : bateau de moins de 80 m, destiné au transport de tous types de marchandises et construit pour naviguer de manière autonome avec sa propre force motrice ;
- Poussoir, $P^{32} < 500$ kW : bateau spécialement construit pour propulser un convoi poussé et équipé d'une puissance de propulsion totale inférieure à 500 kW ;
- Poussoir, $500 < P < 2000$ kW : bateau spécialement construit pour assurer la propulsion d'un convoi poussé et équipé d'une puissance totale de propulsion supérieure à 500 kW mais inférieure à 2000 kW ;

³² P = Puissance totale installée

- Pousseur, $P > 2000$ kW : bateau spécialement construit pour assurer la propulsion d'un convoi poussé et équipé d'une puissance de propulsion totale de plus de 2000 kW ;
- Formation à couple : bateau à moteur (d'une longueur généralement supérieure à 95 m) prévu pour être exploité avec une ou plusieurs barges poussées ;
- Bac : bateau à passagers assurant un service de traversée de la voie navigable ;
- Grand bateau à cabines : bateau à passagers de plus de 86 m de long muni de cabines pour le séjour de nuit de passagers ;
- Bateau d'excursions journalières et petit bateau à cabines : un bateau à passagers pour les excursions journalières ainsi qu'un bateau à passagers à cabines pour le séjour de nuit de passagers, dont la longueur est inférieure à 86 m.

Observations :

Les familles de bâtiments ont été choisies sur la base des résultats du projet Horizon 2020 « PROMINENT » - D1.1 List of operational profiles and fleet families (2016) ; base de données IVR ; ES-TRIN 2021/1 ; étude de la CCNR, question de recherche C, édition 1 ; et complétée par les familles de bâtiments pour les bateaux à passagers.

Pour les automoteurs, la classification a été établie en fonction de la taille et de la cargaison (sèche ou liquide). Les tailles des familles de bâtiments sont inférieures à 80 m, comprises entre 80 et 110 m et supérieures à 110 m. Il existe également une autre famille de flotte, comprenant des bateaux pouvant naviguer en formation à couple, étant donné que la puissance installée, nettement supérieure, leur permet de pousser une ou plusieurs barges supplémentaires.

La famille de flotte « bateaux d'excursions journalières et petits bateaux à cabines » a été constituée en extrayant la famille de flotte « grands bateaux à cabines » de la famille de flotte PROMINENT « Bateaux à passagers (à cabines / de croisières) » qui regroupait toutes sortes de bateaux à passagers (à l'exception des bacs). Cette catégorisation a été proposée afin de tenir compte des différences significatives concernant, entre autres, l'âge, la puissance installée et la demande d'énergie entre les petits et grands bateaux à passagers. Ces différences ont un impact majeur sur l'adéquation des technologies qui sont à l'étude.
