



---

**PLAN D'ACTION POUR LA MÉDITERRANÉE (PAM)  
CENTRE RÉGIONAL MÉDITERRANÉEN POUR L'INTERVENTION D'URGENCE  
CONTRE LA POLLUTION MARINE ACCIDENTELLE (REMPEC)**

---

Quatorzième réunion des correspondants du Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle (REMPEC)

REMPEC/WG.51/7  
Date : 14 mai 2021

Réunion en ligne, 31 mai – 2 juin 2021

Original : anglais

Point 7 de l'ordre du jour

**DESIGNATION EVENTUELLE DE LA MER MEDITERRANEE DANS SON ENSEMBLE EN TANT QUE ZONE DE CONTROLE DES EMISSIONS D'OXYDES DE SOUFRE (ECA SO<sub>x</sub> MED) EN VERTU DE L'ANNEXE VI DE MARPOL**

**Note du Secrétariat**

**RÉSUMÉ**

**Résumé :**

Ce document fournit des informations sur la désignation éventuelle de la mer Méditerranée dans son ensemble en tant que zone de contrôle des émissions d'oxydes de soufre (ECA SO<sub>x</sub> Med) en vertu de l'Annexe VI de MARPOL, conformément à la Décision IG.24/8 adoptée par la vingt et unième réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention de Barcelone et à ses Protocoles (Naples, Italie, 2-5 décembre 2019).

**Actions à prendre :**

Paragraphe 24

**Documents de référence :**

UNEP(DEPI)/MED IG.22/28, UNEP(DEPI)/MED IG.23/23, UNEP/MED IG.24/22, MEPC 76/INF.63, REMPEC/WG.45/INF.9, REMPEC/WG.45/INF.10, REMPEC/WG.50/INF.11, REMPEC/WG.51/4, REMPEC/WG.51/INF.9

**Contexte**

1 La CdP 19<sup>1</sup> a adopté la Stratégie régionale pour la prévention et la lutte contre la pollution marine provenant des navires (2016-2021)<sup>2</sup>, ci-après dénommée la « Stratégie régionale (2016-2021) », qui aborde, entre autres, la problématique de la prévention de la pollution de l'atmosphère par les navires.

2 Conformément à la Stratégie régionale (2016-2021), le Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle (REMPEC) administré par l'Organisation maritime internationale (OMI) en coopération avec le Plan d'action pour la Méditerranée du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE / PAM), a établi un Comité technique d'experts, qui a travaillé par correspondance, nommé par les Parties contractantes à la Convention de Barcelone<sup>3</sup>, pour réaliser une étude de faisabilité technique et économique afin d'examiner s'il était opportun, au stade

---

<sup>1</sup> Dix-neuvième réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée (la « Convention de Barcelone ») et à ses Protocoles (Athènes, Grèce, 9-12 février 2016).

<sup>2</sup> UNEP(DEPI)/MED IG.22/28, Décision IG.22/4.

<sup>3</sup> Les vingt-deux (22) Parties contractantes à la Convention de Barcelone sont : l'Albanie, l'Algérie, la Bosnie-Herzégovine, la Croatie, Chypre, l'Égypte, la France, la Grèce, Israël, l'Italie, le Liban, la Libye, Malte, Monaco, le Monténégro, le Maroc, la Slovénie, l'Espagne, la République arabe syrienne, la Tunisie, la Turquie et l'Union européenne.

actuel, de mettre en place une feuille de route pour la préparation d'une soumission à l'OMI visant à désigner comme zone de contrôle des émissions (ECA) d'oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>) certaines zones de la mer Méditerranée nécessitant une protection environnementale spécifique, et d'explorer d'autres étapes éventuelles.

3 La CdP 20<sup>4</sup> s'est accordée d'inclure, dans le Programme de travail et de budget 2018-2019 du PNUE / PAM<sup>5</sup>, une activité visant à examiner la possibilité de faire reconnaître la mer Méditerranée, en tout ou partie, comme ECA(s) de SO<sub>x</sub> en vertu de l'Annexe VI de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL) et d'appliquer efficacement les mesures d'économie d'énergie existantes.

4 Dans ce contexte, et sur la base des résultats des travaux du Comité technique d'experts ECA(s) SO<sub>x</sub>, y compris l'étude de faisabilité technique et économique<sup>6</sup> et le projet initial de soumission à l'OMI<sup>7</sup> préparé par le REMPEC, tels qu'ils figurent, respectivement, aux documents REMPEC/WG.45/INF.9 et REMPEC/WG.45/INF.10, la CdP 21<sup>8</sup> a adopté la Feuille de route pour une proposition de désignation éventuelle de la mer Méditerranée dans son ensemble en tant que zone de contrôle des émissions d'oxydes de soufre en vertu de l'Annexe VI de MARPOL, dans le cadre de la Convention de Barcelone<sup>9</sup>, ci-après dénommée la feuille de route.

5 La feuille de route décrit le processus visant une proposition pour la désignation éventuelle de la mer Méditerranée dans son ensemble, telle que définie à l'article 1 de la Convention de Barcelone, en tant qu'ECA de SO<sub>x</sub> en vertu de l'Annexe VI de MARPOL, dans le cadre de la Convention de Barcelone (« l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée »), en définissant les objectifs, les étapes, le calendrier, y compris les échéances et les actions, requis à cette fin.

### **Soumission par le REMPEC à la 76<sup>e</sup> session du Comité de la protection du milieu marin de l'OMI (MEPC 76)**

6 La CdP 21 a demandé au Secrétariat d'élaborer un document d'information relatif à l'adoption de la Décision IG.24/8 et de le soumettre à l'examen du Comité de la protection du milieu marin (MEPC) de l'OMI lors de sa prochaine session.

7 Comme présenté dans le document REMPEC/WG.51/4, le REMPEC a soumis un document d'information<sup>10</sup> à la soixante-seizième (76<sup>e</sup>) session du MEPC de l'OMI (MEPC 76) qui se tiendra à distance du 10 au 17 juin 2021, qui a fourni des informations sur l'adoption et la mise en œuvre de la feuille de route.

8 Les participants à la réunion régionale des experts sur la désignation éventuelle de la mer Méditerranée dans son ensemble en tant que zone de contrôle des émissions d'oxydes de soufre (ECA SO<sub>x</sub> Med) en vertu de l'Annexe VI de MARPOL (en ligne, 27-28 avril 2021), ci-après dénommée la réunion régionale des experts sur la désignation éventuelle de l'ECA SO<sub>x</sub> Med, **se sont félicités** de la soumission susmentionnée, conformément à la feuille de route.

### **Soutien continue en vue de la ratification et de la mise en œuvre effective de l'Annexe VI de MARPOL**

9 La CdP 21 a souligné l'importance d'apporter un soutien continu aux Parties contractantes à la Convention de Barcelone, qui en font la demande, en vue de la ratification et de la mise en œuvre effective de l'Annexe VI de MARPOL.

10 Les participants à la réunion régionale des experts sur la désignation éventuelle de l'ECA SO<sub>x</sub> Med :

---

<sup>4</sup> Vingtième réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention de Barcelone et à ses Protocoles (Tirana, Albanie, 17-20 décembre 2017).

<sup>5</sup> UNEP(DEPI)/MED IG.23/23, Décision IG.23/14.

<sup>6</sup> intitulée « *Étude de faisabilité technique et économique visant à examiner la possibilité de faire reconnaître la mer Méditerranée, en tout ou partie, comme une ECA de SO<sub>x</sub> en vertu de l'Annexe VI de MARPOL* ».

<sup>7</sup> intitulée « *Proposition de désignation de la zone de la mer Méditerranée, [en tout ou partie,] comme une zone de contrôle des émissions d'oxydes de soufre [et de particules]* ».

<sup>8</sup> Vingt et unième réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention de Barcelone et à ses Protocoles (Naples, Italie, 2-5 décembre 2019).

<sup>9</sup> UNEP/MED IG.24/22, Décision IG.24/8.

<sup>10</sup> MEPC 76/INF.63.

- .1 **ont encouragé** les Parties contractantes à la Convention de Barcelone à ratifier et à mettre en œuvre efficacement l'Annexe VI de MARPOL, si elles ne l'ont pas encore fait, dès que possible ;
- .2 **se sont également félicités** du soutien qui a été apportée par le Secrétariat aux Parties contractantes à la Convention de Barcelone, qui en ont fait la demande, en vue de la ratification et la mise en œuvre effective de l'Annexe VI de MARPOL, à travers des activités financées par le MTF et le PICT de l'OMI, au cours de l'exercice biennal 2020-2021, conformément à la feuille de route ; et
- .3 **ont réitéré** l'importance pour le Secrétariat de continuer à apporter aux Parties contractantes à la Convention de Barcelone, qui en font la demande, un soutien en vue de la ratification et la mise en œuvre effective de l'Annexe VI de MARPOL.

11 Des informations détaillées sur le soutien continu en vue de la ratification et de la mise en œuvre effective de l'Annexe VI de MARPOL, telle qu'apportée par le REMPEC aux Parties contractantes à la Convention de Barcelone, qui en ont fait la demande, sont disponibles dans le document REMPEC/WG.51/4.

#### **Travaux ultérieurs du Comité technique d'experts ECA(s) SO<sub>x</sub>**

12 Afin de faciliter la mise en œuvre de la feuille de route, les travaux ultérieurs du Comité technique d'experts ECA(s) SO<sub>x</sub> ont été structurés en quatre (4) phases, comme suit :

- .1 les trois (3) premières phases se sont déroulées de mars 2020 à février 2021, par correspondance coordonnée par le REMPEC; et
- .2 la dernière phase s'est déroulée à travers la convocation de la réunion régionale des experts sur la désignation éventuelle de l'ECA SO<sub>x</sub> Med.

13 Comme indiqué dans le document REMPEC/WG.51/INF.9, les participants à la réunion régionale des experts sur la désignation éventuelle de l'ECA SO<sub>x</sub> Med :

- .1 **se sont félicités** de la représentation universelle des vingt-deux (22) Parties contractantes à la Convention de Barcelone et leur large participation aux travaux ultérieurs du Comité technique d'experts ECA(s) SO<sub>x</sub> ; et
- .2 **ont estimé** que les travaux ultérieurs du Comité technique d'experts ECA(s) SO<sub>x</sub> ont été menés à bien dans le délai approuvé de la feuille de route.

- **Achèvement de l'acquisition des connaissances et préparation des études complémentaires**

14 La CdP 21 a convenu de prolonger le mandat du Comité technique d'experts ECA(s) SO<sub>x</sub> jusqu'au 30 avril 2021 afin de superviser l'achèvement de l'acquisition des connaissances et la préparation des études complémentaires, notamment des impacts socio-économiques sur les Parties contractantes à la Convention de Barcelone individuelles, comme indiqué entre autres dans la feuille de route, y compris le développement de leurs termes de référence respectifs, par le biais d'une correspondance coordonnée par le REMPEC dans le cadre de l'examen de la désignation éventuelle de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée.

15 Comme présenté dans le document REMPEC/WG.51/INF.9, les participants à la réunion régionale des experts sur la désignation éventuelle de l'ECA SO<sub>x</sub> Med :

- .1 **ont admis** que le Comité technique d'experts ECA(s) SO<sub>x</sub> a supervisé l'achèvement de l'acquisition des connaissances et la préparation des études complémentaires, notamment des impacts socio-économiques sur les Parties contractantes à la Convention de Barcelone individuelles ;

- .2 **se sont déclarés satisfaits** que les connaissances nécessaires ont été rassemblées conformément à la feuille de route et conformément aux termes de référence élaborés par le Secrétariat et approuvés par le Comité technique d'experts ECA(s) SO<sub>x</sub>, en abordant notamment :
- .1 la synthèse de l'évaluation ;
  - .2 la quantification des impacts associés aux dépôts de PM<sub>2.5</sub> et de polluants atmosphériques toxiques ;
  - .3 les détails supplémentaires relatifs aux contrôles des émissions de SO<sub>x</sub> et des particules en suspension (= de PM) provenant de sources situées à terre au sein des États côtiers méditerranéens ; et
  - .4 les éléments additionnels concernant les impacts économiques sur les transports maritimes engagés dans le commerce international.
- .3 **se sont également déclarés satisfaits** que les études nécessaires aient été préparées conformément à la feuille de route et conformément aux termes de référence élaborés par le Secrétariat et approuvés par le Comité technique d'experts ECA(s) SO<sub>x</sub>, en abordant notamment :
- .1 l'évaluation additionnelle de l'impact économique, plus précisément :
    - .1 les analyses des impacts sur les transports maritimes engagés dans le commerce international ainsi que sur le report modal commercial en dehors de la Méditerranée ; et
    - .2 les analyses des impacts sur le transport maritime à courte distance ainsi que sur l'impact social et économique sur les Parties contractantes à la Convention de Barcelone, ainsi que sur le développement des îles, des régions insulaires et isolées ; et
  - .2 les analyses supplémentaires de l'approvisionnement en combustible et de la technologie du carburant (production régionale de carburant, disponibilité du carburant et technologies de mise en conformité de substitution).
- .4 **ont été de l'avis** que la réalisation des études complémentaires a permis de afin de satisfaire pleinement aux critères et procédures pour la désignation de zones de contrôle des émissions énoncés à l'appendice III de l'Annexe VI de MARPOL.
- **Mise à jour du projet initial de soumission à l'OMI pour une proposition de désignation éventuelle de l'ECA SO<sub>x</sub> Med**

16 La CdP 21 a également demandé au Secrétariat de mettre à jour le projet initial de soumission à l'OMI en vue d'une proposition de désignation éventuelle de de l'ECA SO<sub>x</sub> Med, sous la direction du Comité technique d'experts ECA(s) SO<sub>x</sub>, conformément à la feuille de route approuvée.

17 Comme présenté dans le document REMPEC/WG.51/INF.9, les participants à la réunion régionale des experts sur la désignation éventuelle de l'ECA SO<sub>x</sub> Med :

- .1 **ont en outre admis** que le Comité technique d'experts ECA(s) SO<sub>x</sub> a fourni au Secrétariat les orientations nécessaires sur la mise à jour du projet initial de soumission à l'OMI pour une proposition de désignation éventuelle de l'ECA SO<sub>x</sub> Med ;
- .2 **ont également reconnu** que le projet de soumission finalisé à l'OMI a été basée sur l'acquisition des connaissances achevée et les études complémentaires réalisées ; et
- .3 **se sont en outre déclarés satisfaits** que le projet initial de soumission à l'OMI pour une proposition de désignation éventuelle de l'ECA SO<sub>x</sub> Med a été mis à jour conformément à la feuille de route et conformément aux termes de référence élaborés par le Secrétariat et approuvés par le Comité technique d'experts ECA(s) SO<sub>x</sub>.

**Projet de proposition conjointe et coordonnée à l'OMI visant à désigner l'ECA SO<sub>x</sub> Med**

18 La CdP 21 a convenu de finaliser, sur la base des résultats des études complémentaires et des travaux préparatoires, l'élaboration d'une proposition conjointe et coordonnée mutuellement convenue en vue de la désignation éventuelle par l'OMI de l'ECA SO<sub>x</sub> Med en vertu de l'Annexe VI de MARPOL.

19 Comme présenté dans le document REMPEC/WG.51/INF.9, les participants à la réunion régionale des experts sur la désignation éventuelle de l'ECA SO<sub>x</sub> Med :

- .1 **ont convenu**, sur la base des résultats des travaux ultérieurs du Comité technique d'experts ECA(s) SO<sub>x</sub>, de prendre le projet de soumission finalisé à l'OMI, tel qu'il figure en appendice du document REMPEC/WG.50/INF.11, comme base pour la soumission éventuelle d'une proposition conjointe et coordonnée à l'OMI visant à désigner l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée ;
- .2 **ont demandé** au Secrétariat de procéder à l'édition finale et à toute correction rédactionnelle qui pourrait être identifiée, le cas échéant ;
- .3 **ont noté** qu'une première discussion avait eu lieu sur les questions suivantes en vue de faciliter la suite du processus :
  - .1 la soumission, ou non, d'une proposition à l'OMI visant à désigner l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée ;
  - .2 le moment le plus approprié pour une telle soumission, le cas échéant ; et
  - .3 la date effective d'entrée en vigueur de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée, le cas échéant.
- .4 **ont reconnu** que la feuille de route avait été adoptée en vue de soumettre officiellement la proposition à la soixante-dix-huitième (78<sup>e</sup>) session du Comité de la protection du milieu marin de l'OMI (MEPC 78) prévue pour 2022 ;
- .5 **ont en outre reconnu** que, selon la feuille de route, l'objectif du processus est, entre autres, de faire en sorte que l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée entre effectivement en vigueur dans un délai raisonnable et pratique, tel que défini par les Parties contractantes à la Convention de Barcelone, et **ont noté** que cette date pourrait être le 1<sup>er</sup> mars 2024 au plus tôt ou une date ultérieure telle que le 1<sup>er</sup> janvier 2025 ; et
- .6 **ont souligné** que de nouvelles discussions étaient nécessaires en vue de formuler une proposition conjointe et coordonnée à l'OMI visant à désigner l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée.

20 À la lumière de ce qui précède, le Secrétariat :

- .1 a pris le projet de soumission finalisé à l'OMI, tel qu'il figure en appendice du document REMPEC/WG.50/INF.11, comme base pour la soumission éventuelle d'une proposition conjointe et coordonnée à l'OMI visant à désigner l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée ;
- .2 a inséré une référence à la soixante-dix-huitième (78<sup>e</sup>) session du Comité de la protection du milieu marin de l'OMI (MEPC 78), entre crochets, dans l'en-tête de la page de couverture ainsi qu'au deuxième paragraphe de l'annexe 1 dudit projet, conformément à la feuille de route ;
- .3 a inséré une référence à la soixante-dix-neuvième (79<sup>e</sup>) session du Comité de la protection du milieu marin de l'OMI (MEPC 79), entre crochets, dans le résumé, au paragraphe 24 de la page de couverture ainsi qu'au deuxième paragraphe de l'annexe 1 dudit projet, conformément à la feuille de route ;
- .4 a inséré les deux options suivantes pour la date effective d'entrée en vigueur, entre crochets, dans le résumé ainsi qu'au paragraphe 24 de la page de dudit projet : 1<sup>er</sup> mars 2024 ou 1<sup>er</sup> janvier 2025; et

- .5 a effectué quelques révisions et corrections rédactionnelles, le cas échéant.

### **Prochaines étapes et calendrier**

21 Selon la feuille de route, la présente réunion :

- .1 examinera la note du Secrétariat (REMPEC), y compris le projet de soumission à l'OMI ;
- .2 discutera sur:
  - .1 la soumission, ou non, d'une proposition à l'OMI visant à désigner l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée ;
  - .2 le moment le plus approprié pour une telle soumission, le cas échéant ; et
  - .3 la date effective d'entrée en vigueur de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée, le cas échéant.
- .3 examinera et approuvera une proposition conjointe et coordonnée à l'OMI visant à désigner l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée, le cas échéant.

22 Dans ce contexte, et sur la base des résultats des travaux ultérieurs du Comité technique d'experts ECA(s) SO<sub>x</sub> ainsi que des conclusions and recommandations de la réunion régionale des experts sur la désignation éventuelle de l'ECA SO<sub>x</sub> Med, comme énoncées dans le document REMPEC/WG.51/INF.9, le Secrétariat propose que les Parties contractantes à la Convention de Barcelone :

- .1 souscrivent aux ajustements apportés par le Secrétariat, comme indiqué au paragraphe 20 ci-dessus, et s'accordent à prendre le projet de proposition conjointe et coordonnée à l'OMI visant à désigner l'ECA SO<sub>x</sub> Med, tel qu'il figure en **Appendice** du présent document, comme base pour la soumission éventuelle d'une proposition conjointe et coordonnée à l'OMI visant à désigner l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée, conformément à la feuille de route ;
- .2 demandent au Secrétariat de procéder à l'édition finale et à toutes corrections rédactionnelles qui pourraient être identifiées, le cas échéant, dans le projet de proposition conjointe et coordonnée à l'OMI visant à désigner l'ECA SO<sub>x</sub> Med, tel qu'il figure en **Appendice** du présent document ; et
- .3 demandent également au Secrétariat de traiter les questions surlignées en jaune dans le projet de proposition conjointe et coordonnée à l'OMI visant à désigner l'ECA SO<sub>x</sub> Med, tel qu'il figure en **Appendice** du présent document, en vue de faciliter la suite du processus, en :
  - .1 assurant la liaison avec le Secrétariat de l'OMI pour compléter les informations nécessaires afin de compléter la page de couverture (numéro et titre du point de l'ordre du jour ; orientation stratégique, le cas échéant ; et résultats) dudit projet et y insérer lesdites informations ;
  - .2 examinant quels documents connexes pourraient être soumis simultanément au MEPC 78 (par exemple, une bibliographie complète de toutes les informations prises en compte dans la préparation de cette proposition) et insérer les références appropriées, entre crochets, dans le résumé dudit projet ;

- .3 insérant la liste des co-auteurs, entre crochets, sur la première page, le nombre de pays riverains de la mer Méditerranée – en énumérant tous les États côtiers méditerranéens, entre crochets, au paragraphe 1 de la page de couverture ainsi qu'aux premier et deuxième paragraphes de l'annexe 1 dudit projet, à la suite des consultations bilatérales nécessaires à mener avec chaque État côtier méditerranéen, par l'intermédiaire du Secrétariat de la Convention de Barcelone – Unité de coordination pour le PNUE / PAM, en coopération avec le REMPEC ;
- .4 en remplaçant l'espace réservé au troisième paragraphe de l'annexe 1 par des informations entre crochets sur les mesures ultérieures en vue de la ratification prises par les Parties contractantes à la Convention de Barcelone qui ne sont pas encore Parties à l'Annexe VI de MARPOL, y compris les étapes de la procédure et le calendrier prévu pour leur réalisation, à la suite des consultations bilatérales nécessaires à mener avec les États côtiers méditerranéens concernés, par l'intermédiaire du Secrétariat de la Convention de Barcelone – Unité de coordination pour le PNUE / PAM, en coopération avec le REMPEC ; et
- .5 assurant la liaison avec le Secrétariat de l'OMI pour préparer l'annexe 4 dudit projet énonçant les projets d'amendements à la règle 14.3 de l'Annexe VI de MARPOL désignant l'ECA SO<sub>x</sub> Med en tant que nouvelle zone de contrôle des émissions, et y insérer ladite annexe.

23 Le Secrétariat rappelle que des discussions ultérieures sur la désignation éventuelle de l'ECA SO<sub>x</sub> Med auront lieu conformément à la feuille de route, lors des réunions suivantes :

- .1 réunion des points focaux du PAM (Athènes, Grèce, 14-17 septembre 2021) ; et
- .2 vingt-deuxième réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention de Barcelone et à ses Protocoles (Antalya, Turquie, 7-10 décembre 2021).

#### **Actions requises des participants à la réunion**

24 **Les participants à la réunion sont invités à :**

- .1 **prendre note** des informations fournies dans le présent document ;
- .2 **souscrire** aux conclusions and recommandations de la réunion régionale des experts sur la désignation éventuelle de l'ECA SO<sub>x</sub> Med, comme énoncées dans le document REMPEC/WG.51/INF.9 ;
- .3 **examiner** les propositions avancées par le Secrétariat, telles qu'énoncées au paragraphe 22 du présent document ;
- .4 **examiner et approuver** le projet de proposition conjointe et coordonnée à l'OMI visant à désigner l'ECA SO<sub>x</sub> Med, tel qu'il figure en **Appendice** du présent document, en tenant compte des propositions avancées par le Secrétariat, telles qu'énoncées au paragraphe 22 du présent document ; et
- .5 **demander** au Secrétariat de le soumettre pour examen et approbation par la prochaine réunion des points focaux du PAM.





**APPENDICE**

**Projet de proposition conjointe et coordonnée à l'OMI visant à désigner l'ECA SO<sub>x</sub> Med**



COMITÉ DE LA PROTECTION  
DU MILIEU MARIN  
[78<sup>e</sup>] session  
Point **N** de l'ordre du jour

MEPC 78/N/I  
Date du document  
Original : ANGLAIS

Publication avant la session :

### TITRE DU POINT DE L'ORDRE DU JOUR

**Proposition visant à désigner la mer Méditerranée, dans son ensemble, en tant que zone de contrôle des émissions d'oxydes de soufre (ECA SOx Med)**

Soumis par [liste des co-auteurs]

#### RÉSUMÉ

**Résumé :**

Le présent document détaille une proposition visant à désigner la mer Méditerranée, dans son ensemble, en tant que zone de contrôle des émissions d'oxydes de soufre (ci-après « ECA SOx Med »), conformément à la règle 14 et à l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL, à compter du [1 mars 2024] / 1 janvier 2025].

Ladite proposition indique que la désignation proposée d'ECA SOx Med, se fonde sur la nécessité avérée de prévenir, réduire et contrôler les émissions d'oxydes de soufre et de particules fines provenant des navires. En outre, si la proposition d'ECA SOx Med était adoptée, cela entraînerait une réduction substantielle des niveaux de pollution de l'air sur l'ensemble de la mer Méditerranée et au sein des États riverains, ce qui présenterait des bénéfices significatifs pour la santé humaine et l'environnement.

Les co-auteurs invitent le Comité à examiner cette proposition, au cours de la présente session, en vue de son adoption par les Parties à l'annexe VI de MARPOL, au MEPC 79, par le biais d'amendements à la règle 14.3 de l'Annexe VI de MARPOL, en désignant une nouvelle Zone de contrôle des émissions.

**Orientation  
stratégique, le cas  
échéant :**

[à déterminer]

**Résultat :**

[à déterminer]

**Actions à prendre :**

Paragraphe 24

**Documents  
référence :**

de MEPC 78-INF.NN [les autres documents sont à déterminer]

## Introduction

1 Par le biais du présent document, les [XXX/nombre] pays riverains de la mer Méditerranée – [liste des États riverains de la Méditerranée correspondants] émettent une proposition de désignation de la mer Méditerranée, dans son ensemble, en tant que zone de contrôle des émissions (ECA / Emission control area) afin de prévenir, réduire et contrôler les émissions d'oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>) et de particules fines (PM) provenant des navires, conformément à la règle 14 et à l'Appendice III de l'Annexe VI de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL), (ci-après l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée).

2 La désignation de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée est nécessaire pour protéger la santé publique et l'environnement en mer Méditerranée, les eaux territoriales et les côtes, ainsi qu'au sein des communautés des États riverains de la mer Méditerranée, en réduisant l'exposition aux niveaux nocifs de pollution de l'air résultant de ces émissions. La désignation de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée, apporte des bénéfices supplémentaires nécessaires, au-delà de ceux qui sont obtenus par la seule mise en œuvre des normes mondiales de qualité du fuel-oil, en vertu de l'Annexe VI de MARPOL (ci-après les normes MARPOL VI). Le fardeau pesant sur le transport maritime international est largement contrebalancé par les bénéfices liés à l'amélioration de la qualité de l'air, à la réduction de la mortalité prématurée et des incidences sur la santé découlant de la pollution de l'air, ainsi que par les autres avantages pour l'environnement résultant de la désignation de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée.

3 L'Annexe 1 de la présente proposition fournit une analyse complète de la façon dont cette dernière répond à chacun des huit critères de désignation d'une ECA établis en vertu de l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL. L'Annexe 2 de la présente proposition contient une description détaillée de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée. L'Annexe 3 de la présente proposition expose un graphique de la zone d'application suggérée pour la désignation de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée. Les co-auteurs ont également préparé des projets d'amendements, présentés en Annexe 4 de la présente proposition, pour inclure l'ECA SO<sub>x</sub> Med dans la règle 14.3 de l'Annexe VI de MARPOL. Enfin, une bibliographie complète de toutes les informations collectées lors de l'élaboration de la présente proposition, a été soumise au Comité par le biais d'un document à part : MEPC 78-INF.NN.

## Résumé de la proposition

4 La désignation de l'ECA SO<sub>x</sub> Med réduira considérablement les émissions provenant des navires et présentera des avantages significatifs pour une grande partie de la population, ainsi que pour les écosystèmes marins et terrestres. La pollution de l'air par les navires ne se produit pas seulement dans les ports et les côtes de la Méditerranée, elle se propage également à des centaines de kilomètres à l'intérieur des terres. Lorsqu'une personne respire cet air, sa santé est compromise, ce qui entraîne une perte de productivité due à l'augmentation des maladies, des hospitalisations et même des décès prématurés. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), dans la région méditerranéenne, 507 millions de personnes vivent dans des zones où la pollution de l'air dépasse les normes nationales de qualité et/ou atteint des niveaux nocifs. En outre, les scientifiques n'ont pas identifié de seuil ambiant pour les particules en dessous duquel aucun dommage pour la santé n'est observé. Ainsi, la pollution de l'air en dessous des niveaux préconisés par l'OMS demeure nocive et la santé de millions de personnes, dans tous les domaines, peut être améliorée en renforçant la qualité de l'air. De même, les gains réalisés au cours des quatre dernières décennies, par l'édiction de vastes réglementations nationales, pour contrôler les émissions de sources telluriques pourraient être érodés voire annulés par la croissance prévue de l'activité humaine et économique, y compris du transport maritime. Afin de préserver et de renforcer la qualité de l'air, la santé publique et l'environnement, des mesures décisives doivent être prises pour obtenir les avantages afférents à une réduction supplémentaire des émissions.

5 Les gouvernements co-auteurs ont élaboré la présente proposition, à la lumière d'intérêts communs, d'une géographie partagée et du caractère interdépendant de leurs économies. Les parties prenantes - y compris des représentants de l'industrie maritime, des ports, des capitaines au long cours, d'associations de défense de l'environnement ainsi que de gouvernements étatiques et provinciaux - ont été consultées. Cette proposition tient compte des questions soulevées au cours de ces consultations et s'efforce de minimiser son impact sur le secteur du transport maritime, tout en garantissant la protection environnementale nécessaire. Il est estimé qu'en agissant au niveau international pour réduire les impacts du transport maritime sur la qualité de l'air, la santé humaine et les écosystèmes, la désignation de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée, allégera la pression sur les juridictions régionales, nationales et sous-nationales pour qu'elles envisagent des mesures réglementaires afin de réduire les émissions provenant des navires.

## Populations et zones à risque

6 Des millions de personnes et de nombreux écosystèmes importants de la région méditerranéenne sont exposés aux dommages causés par les émissions provenant des navires et qui risquent à l'avenir, de s'aggraver. La région méditerranéenne compte en tout, une population de plus de 500 millions d'habitants, dont plus de la moitié vivent dans des communautés côtières. En outre, étant donné que la pollution des navires parcourt de grandes distances, une partie substantielle de la population à l'intérieur des terres est également affectée par les émissions des navires et bénéficiera de l'air plus propre rendu possible par les contrôles en matière de carburant et de moteurs liés à l'instauration d'une ECA. Ces populations sont susceptibles de voir s'aggraver le préjudice qu'elles subissent à cause du transport maritime si une ECA n'est pas désignée.

7 **L'Annexe 1** de la présente proposition décrit la manière dont la pollution de l'air provenant des navires participe à la détérioration de divers écosystèmes, notamment par un dépôt de sulfate acidifiant et une détérioration de la visibilité. Les émissions de SO<sub>x</sub> provenant des navires se déplacent sur terre et leurs dérivés (y compris les PM et les composés contenant du soufre) sont déposés sur les eaux de surface, les sols et la végétation. Il est important de noter que la pollution de l'air peut contribuer à une partie substantielle de la charge de soufre qu'un écosystème reçoit. Certaines zones sont plus sensibles que d'autres, et beaucoup sont affectées par de multiples facteurs de stress. Les écosystèmes méditerranéens sont particulièrement sensibles à l'acidification due aux acides sulfuriques formés à partir des SO<sub>x</sub>, qui contribue à l'eutrophisation des milieux aquatiques, altère les cycles biogéochimiques et nuit à la vie animale et végétale. Les zones où les émissions des navires sont déposées risquent de subir d'autres dommages à l'avenir. La désignation d'une ECA SO<sub>x</sub> Med contribuera à réduire les stress sur de nombreux écosystèmes sensibles, y compris les forêts, les prairies, les zones humides, les rivières, lacs, estuaires et eaux côtières.

8 Tel que le prévoit l'Annexe VI de MARPOL, la désignation d'une ECA vise à prévenir et à réduire les effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement dans des domaines susceptibles de démontrer un besoin impérieux de prévenir, de réduire et de contrôler les émissions de SO<sub>x</sub> et de PM. Les Parties à l'annexe VI de MARPOL ont choisi cet objectif en raison des effets notoires sur la santé publique et l'environnement des émissions de SO<sub>x</sub> et de PM. La désignation de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée renforce directement cet objectif en réduisant les émissions de SO<sub>x</sub> et de PM provenant des navires opérant dans la zone d'application suggérée pour ladite désignation. L'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée vise à contrôler les émissions de SO<sub>x</sub> et de PM.

## Contributions des navires aux impacts négatifs

9 Dans le cadre de l'élaboration de la présente proposition, les co-auteurs ont effectué une analyse exhaustive afin de quantifier le degré de risque pour la santé humaine et de dégradation de l'environnement que présentent les émissions atmosphériques provenant des navires opérant en mer Méditerranée. Pour évaluer le risque encouru par les populations humaines, des outils d'évaluation de pointe ont été utilisés afin d'appliquer des méthodes largement acceptées, en association avec des techniques de modélisation informatique avancées - ces méthodes ont produit des résultats extrêmement fiables et reproductibles. L'analyse des impacts du transport maritime sur la santé humaine et l'environnement a impliqué l'analyse de données détaillées sur le trafic maritime, une estimation de la consommation de carburant ainsi que des émissions de substances polluantes, l'examen de données météorologiques détaillées, de la dispersion physique et des réactions photochimiques, du dépôt de substances polluantes dans des écosystèmes sensibles et une modélisation épidémiologique des effets sur la santé attribuables aux niveaux d'exposition aux substances polluantes. Conformément à l'analyse effectuée dans le cadre de la présente proposition, l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée, parvient de façon rentable, à des résultats similaires en termes de réduction de la pollution et de bénéfices pour la santé, à ceux obtenus pour les Zones de contrôle des émissions de soufre précédemment désignées (SECA/ Sulphur emission control area). On estime qu'ainsi, chaque année, plus de 1.000 décès prématurés et plus de 2.000 cas d'asthme infantile seraient évités. De nombreux écosystèmes sensibles bénéficieraient également d'une telle désignation.

10 Les émissions des navires contribuent à l'augmentation substantielle des concentrations ambiantes de polluants atmosphériques dans les zones terrestres et maritimes de la Méditerranée. L'[OMS signale](#) à ce titre que « *les niveaux de pollution de l'air ambiant les plus élevés se situent dans la région de la Méditerranée orientale..., les niveaux moyens annuels dépassant souvent plus de 5 fois les limites fixées par l'OMS.* » En outre, la [base de données de l'OMS sur la qualité de l'air ambiant](#), indique que 72.7 % des villes des États riverains de la mer Méditerranée dépassent les concentrations ambiantes annuelles de PM de l'OMS avec un diamètre médian massique inférieur à 2.5 microns ( $\mu\text{m}$ ) ( $\text{PM}_{2.5}$ ), par rapport à une valeur recommandée de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans le cadre des lignes directrices relatives à la qualité de l'air. La **Section 3 de l'Annexe 1** de la présente proposition expose une carte qui montre l'impact sur la qualité de l'air des émissions provenant des navires par le biais de concentrations ambiantes de particules. Les modèles de dispersion physique utilisés pour créer ces cartes tiennent compte des variations du vent au cours d'une année représentative et simulent les voies que les émissions de SOx ou de PM parcourent une fois émises par l'entonnoir d'un navire opérant en mer Méditerranée. Les modèles chimiques et physiques de devenir et de transport permettent de prédire dans quelle mesure les molécules de SOx réagissent pour former de très petites particules, connues sous le nom de  $\text{PM}_{2.5}$ . Ces cartes montrent également que les concentrations ambiantes accrues de  $\text{PM}_{2.5}$  dues aux émissions provenant des navires sont les plus importantes le long des principales voies de navigation et des côtes méditerranéennes voisines, où se trouvent de nombreuses villes parmi les plus peuplées. L'augmentation des particules (aérosols) dégrade également la visibilité mesurée par la réduction de la profondeur optique des aérosols. Cette pollution est susceptible d'affecter la clarté de la vue et du panorama, qui est importante pour les personnes vivant à proximité ou pour les touristes visitant les attractions historiques et naturelles de la mer Méditerranée. Les émissions sont également transportées sur de grandes distances et ont des impacts importants à l'intérieur des pays européens et nord-africains.

11 Les émissions provenant des navires contribuent aux effets néfastes sur la santé humaine au sein des États riverains, notamment dans les zones côtières densément peuplées. Les navires produisent des émissions qui entraînent des concentrations ambiantes élevées de  $\text{PM}_{2.5}$  et cela provoque des maladies évitables ainsi que des décès prématurés. Le **Tableau 1** présente pour l'année 2020, la réduction annuelle des effets néfastes sur la santé des navires qui résulterait de l'application des normes SECA. Les chiffres de ce tableau illustrent clairement les bénéfices en termes de santé qui découleraient de la désignation de l'ECA SOx Med proposée. L'analyse effectuée dans le cadre de cette proposition démontre qu'ainsi, chaque année, plus de 1.000 décès prématurés et plus de 2.000 cas d'asthme infantile seraient évités. En outre, ces estimations prennent en compte la mortalité au titre de cancers cardiovasculaires et pulmonaires ainsi que la morbidité due à l'asthme. Des études indépendantes considérant toutes les causes de maladie et de décès indiquent que les données rapportées ici sous-estiment l'ensemble des bénéfices liés à une ECA SOx Med.

12 Les co-auteurs ont également déterminé que les dommages causés aux écosystèmes sensibles attribuables aux émissions provenant des navires seront réduits par la désignation de l'ECA SOx Med proposée. Différents écosystèmes peuvent être sensibles à divers polluants et en être affectés, y compris dans le cadre de phénomènes d'acidification ou d'eutrophisation. La sensibilité d'un écosystème à l'acidification dépend de la capacité des sols et des eaux à neutraliser (ou à exercer un pouvoir tampon sur) les substances polluantes acides déposées et issues des SOx (voir le **Tableau 2**). La modélisation à l'appui de la désignation de l'ECA SOx Med proposée, prévoit que l'amélioration des émissions provenant des navires par rapport aux performances actuelles, en appliquant les normes SECA, réduira sensiblement la quantité de dépôts de soufre dans les écosystèmes sensibles. La désignation de l'ECA SOx Med proposée, aidera les Parties contractantes à la Convention sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée (la Convention de Barcelone) à atteindre leurs objectifs dans le cadre du Plan d'action pour la Méditerranée (PAM) relevant du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE).

### Description de la zone d'application proposée

13 La zone d'application proposée pour la désignation de l'ECA SOx Med est exposée en **Section 22** de l'**Annexe 1** de la présente proposition. Une description détaillée de la zone d'application proposée, y compris des coordonnées sélectionnées, figure en **Annexe 2** de la présente proposition et un graphique est présenté en **Annexe 3** de celle-ci. La zone d'application proposée suit la définition de la mer Méditerranée<sup>1</sup> réalisée par l'Organisation hydrographique internationale (OHI) : elle est délimitée au sud-est par l'entrée du canal de Suez, au nord-est par l'entrée des Dardanelles, circonscrite par une ligne reliant les phares de Mehmetcik et de Kumkale, et à l'ouest par le méridien passant par le phare de Cap Spartel, définissant également la limite ouest du détroit de Gibraltar. La zone d'application proposée est identique à la zone géographique visée par l'article 1.1 de la convention de Barcelone (ci-après désignée comme la zone de la mer Méditerranée). Les eaux de l'ECA SOx Med impliquent les vingt-deux (22) Parties contractantes à la Convention de Barcelone, à savoir l'Albanie, l'Algérie, la Bosnie-Herzégovine, la Croatie, Chypre, l'Égypte, la France, la Grèce, Israël, l'Italie, le Liban, la Libye, Malte, Monaco, le Monténégro, le Maroc, la Slovénie, l'Espagne, la République arabe syrienne, la Tunisie, la Turquie et l'Union européenne.

Tableau 1. Résumé des bénéfices évalués en termes de santé en cas de désignation de l'ECA SOx Med proposée (année-modèle 2020)

| Résultats du scénario (Modèle C-R linéaire)                       | Mortalité réduite (Décès prématurés annuels des adultes) |                                       | Cas d'asthme infantile évités (Incidents évités chaque année) |  |
|---|--|---------------------------------------|---|--|
| <b>Bénéfices en termes de santé liés à l'ECA SOx Med proposée</b> | <b>Réduction de la mortalité</b>                         |                                       | <b>Réduction de la morbidité due à l'asthme</b>               |  |
|   | Mortalité due à des maladies cardiovasculaires évitée    | 969<br>(IC 95 % 551 ; 1,412)          | <b>Cas d'asthme infantile évités</b>                          | <b>2 314</b><br>(IC 95 % 1,211 ;<br><b>3 406</b> ) |
|   | Mortalité due à un cancer des poumons évitée             | 149<br>(IC 95 % 32 ; 270)             |   |  |
|   | <b>Mortalité totale évitée</b>                           | <b>1 118</b><br>(IC 95 % 583 ; 1,682) |   |  |

Tableau 2. Résumé des proxys (indicateurs) pour les autres bénéfices liés à la désignation de l'ECA SOx Med proposée

| Proxy des bénéfices environnementaux          | Plage de changement connexe (%) | Domaines susceptibles de tirer le plus grand bénéfice :   |
|---|---------------------------------|---|
| Dépôts humides de sulfate                     | Réduction de 1 à 15 %           | Diminution en pourcentage des dépôts humides de sulfate annuels entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med                |
| Dépôts secs de sulfate                        | Réduction de 1 à 50 %           | Diminution en pourcentage des dépôts secs de sulfate annuels entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med                   |
| Dépôts humides de PM <sub>Totales</sub>       | Réduction de 0.5 à 5 %          | Diminution en pourcentage des dépôts humides de PM <sub>Totales</sub> annuels entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med  |
| Dépôts secs de PM <sub>Totales</sub>          | Réduction de 0 à 10 %           | Variation en pourcentage des dépôts secs de la PM <sub>Totales</sub> annuels entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med   |
| Profondeur optique de l'aérosol (liée aux PM) | Augmentation de 1 à 6 %         | Variation en pourcentage de la profondeur optique des aérosols (espèces de PM) entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med |

<sup>1</sup> [https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-23/S-23\\_Ed3\\_1953\\_EN.pdf](https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-23/S-23_Ed3_1953_EN.pdf).

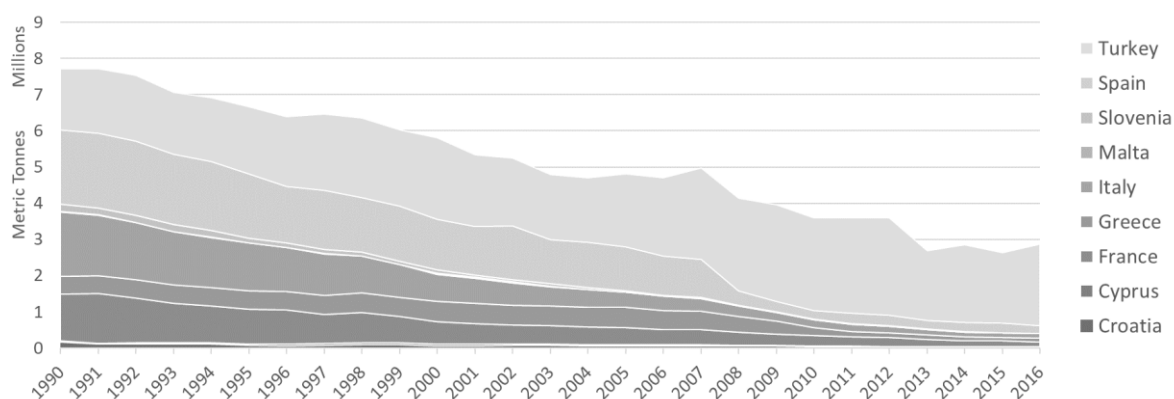
## Trafic maritime et conditions météorologiques

14 Le trafic maritime dans la région de la mer Méditerranée est considérable : plus de trente mille navires naviguent par an dans la zone, la plupart d'entre eux faisant escale dans des ports méditerranéens, dans le cadre d'activités de commerce régional entre les États riverains. En outre, de nombreux navires transitent dans la région de la mer Méditerranée à proximité de zones fortement peuplées, par des centaines de millions d'habitants.

15 Les conditions météorologiques dans la région de la mer Méditerranée transportent vers la terre une part substantielle des émissions des navires en mer et des substances polluantes, en découlant, qui se sont formées dans l'atmosphère. Les émissions de SO<sub>x</sub> provenant des navires, ainsi que leurs dérivés (notamment les PM) peuvent rester en suspension dans l'air pendant environ cinq à dix jours avant d'être éliminées de l'atmosphère (par dépôt ou transformation chimique, par exemple). Au cours de la période s'écoulant entre leur émission et leur disparition de l'atmosphère, les substances polluantes peuvent être transportées sur des centaines de milles marins et des centaines de kilomètres à l'intérieur des terres par les vents souvent observés dans la région de la mer Méditerranée. L'analyse réalisée dans le cadre de cette proposition indique que les vents soufflent fréquemment sur terre dans toutes les zones de la mer Méditerranée. Certains régimes de vent sont plus courants que d'autres, de sorte que l'impact de la pollution de l'air par les navires en mer est plus important dans certaines régions que d'autres. En outre, le transport aérien de SO<sub>x</sub> et de PM à partir de navires présente un caractère transfrontalier, ce qui affecte un grand nombre d'États riverains de la mer Méditerranée.

## Contrôles des émissions terrestres

16 Presque tous les États riverains de la mer Méditerranée ont déjà imposé des restrictions strictes sur les émissions de SO<sub>x</sub>, de PM et d'autres polluants atmosphériques provenant d'un large éventail d'activités industrielles, commerciales ou de transport. Parmi les sources industrielles et commerciales soumises à des restrictions d'émissions, figurent les usines grandes et petites, les installations de fusion et de raffinage, les entreprises chimiques et pharmaceutiques et les foyers de combustion au sein des centrales électriques. Les automobiles, les camions, les autobus, les locomotives ainsi que les bateaux commerciaux et de plaisance représentent des exemples de sources de transport soumises à des restrictions d'émissions et aux normes de qualité du carburant. Le **Graphique 1** illustre l'évolution des émissions de SO<sub>x</sub> sur terre pour les États riverains de la mer Méditerranée membres de l'Union européenne ainsi que pour la Turquie.



Graphique 1. Évolution des émissions de SO<sub>x</sub> sur terre pour les États riverains de la mer Méditerranée membres de l'Union européenne ainsi que pour la Turquie



17 Les programmes nationaux européens et nord-africains de lutte contre la pollution de l'air visant des sources autres que des navires ont connu un grand succès. Les pays européens ont réduit leurs émissions de SO<sub>x</sub> de près des deux tiers depuis 1990, de plus de la moitié depuis 2000, et de 20% supplémentaires depuis 2010, sans aucun impact économique direct sur la croissance nette ou la reprise économique cyclique suivant les périodes de récession. Conformément aux budgets nationaux de base (NBB/ National Baseline Budgets) des Nations Unies relatifs à la pollution, des pays comme Israël « *réduiront de 90 % [entre 2017 et 2022] les émissions atmosphériques indirectes de NO<sub>x</sub> et de SO<sub>x</sub> dans l'environnement marin en raison de l'installation prévue d'épurateurs dans 6 unités alimentées au charbon des principales centrales côtières, ainsi que de la fermeture de 4 centrales au charbon.* » Les rapports sur l'état de l'environnement en Égypte pour 2012 et 2016 indiquent que les émissions de SO<sub>x</sub> ont diminué de plus de 75 % depuis 1999. L'OMS précise toutefois que la région du delta égyptien dépasse les valeurs préconisées de PM<sub>2.5</sub> exposées dans ses lignes directrices et en annexe de son rapport, que les émissions des navires contribuent aux PM<sub>2.5</sub> dans la région. Les États riverains de la mer Méditerranée continuent d'imposer des réductions rentables qui peuvent être réalisées grâce à des contrôles supplémentaires sur les sources restantes. Surtout, à mesure que les secteurs terrestres contrôlent les émissions, la contribution des émissions des navires aux problèmes nationaux de qualité de l'air renforce la nécessité de normes de contrôle SECA. La désignation de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée permettra de réduire considérablement les émissions du secteur de plus en plus important du transport maritime.

### **Estimation des coûts, des bénéfices et rapport coût-bénéfice**

18 Dans la mesure où les coûts différentiels afférents aux mesures devant être prise à l'étape suivante, augmentent généralement pour les sources d'émissions terrestres, un contrôle rentable des émissions provenant des navires semble d'un point de vue technique tout à fait faisable. Les coûts en matière de mise en œuvre de l'ECA SO<sub>x</sub> Med et de conformité y relatifs, devraient être modiques intrinsèquement et inférieurs aux frais de réalisation de réductions d'émissions similaires entraînant des contrôles supplémentaires sur les sources terrestres. Les co-auteurs estiment que le coût total de l'amélioration des émissions des navires conformément aux normes SECA sera d'environ 1.7 milliards de dollars US en 2020. Conjointement aux normes internationales de MARPOL VI, cela permet d'obtenir une réduction nette de 95 % des SO<sub>x</sub> et de 62 % du PM<sub>2.5</sub> provenant des navires opérant dans l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée. Si des réductions équivalentes ou plus importantes peuvent être réalisées à l'aide de technologies de diminution des émissions et/ou de combustibles de pointe - et si ces technologies permettent de faire des économies pour certains navires – alors les coûts totaux de mise en conformité pourraient s'avérer inférieurs. À la lumière de l'expérience engrangée dans d'autres régions SECA et en suivant les perspectives et les conclusions du Rapport final sur l'évaluation de la disponibilité de fuel-oils (MEPC 70/INF.6), (Secrétariat de l'OMI, 2016), (ci-après dénommé Étude sur disponibilité de fuel-oil de l'OMI), des combustibles et des technologies adéquats seront disponibles en quantités suffisantes pour respecter les délais de mise en œuvre des limites d'émissions convenues pour la SECA.

19 La valeur monétaire de petits changements apportés aux risques de mortalité à l'aide de carburants conformes aux normes SECA peut être considérée en termes économiques, sous l'appellation « Valeur d'une vie statistique » (VVS). Officiellement, la VVS représente la valeur monétaire de petits changements apportés aux risques de mortalité, qui est mise à l'échelle pour refléter la valeur associée à un décès attendu au sein d'une population importante. La valeur des impacts évités peut être prise en compte afin d'inclure la somme monétisée de l'équation suivante :

*Valeur des impacts évités*

- = *Mortalité évitée (valeur en \$ de la mortalité)*
- + *Morbidité évitée (valeur en \$ des maladies et des soins)*
- + *Dommages liés aux dépôts évités (valeur en \$ de l'acidification)*
- + *Visibilité améliorée (valeur en \$ du manque de visibilité) + etc.*

20 Bien que la valeur de tous ces bénéfices ait été estimée dans le cadre d'autres études utilisant des valeurs monétaires européennes (tel que présenté dans le modèle dénommé Alpha RiskPol), la présente proposition réalise une estimation plus conservatrice, se limitant seulement aux bénéfices monétisés liés à la mortalité évitée en raison de maladies cardiovasculaires et de cancers du poumon. En outre, la présente proposition aligne la VSV sur les économies des États riverains de la mer Méditerranéen. Par conséquent, ces bénéfices sous-estimés sont présentés sous le prisme de leur caractère suffisant aux fins de désignation de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée, en reconnaissant que les

avantages supplémentaires sus-décrits demeurent non monétisés. Le **Tableau 3** présente les résultats de cette analyse et indique que les bénéfices monétisés liés à la mortalité évitée dépassent isolément le coût total de la mise en œuvre de l'ECA SOx Med proposée.

Tableau 3. VSV pondérée en fonction de la mortalité pour les États riverains de la mer Méditerranée

| Régime de la politique | VSV pondérée en fonction de la mortalité pour les États riverains de la mer Méditerranée (en millions de dollars) |
|------------------------|---|
| Aucune mesure          | 2.157   |
| MARPOL VI              | 1.094   |
| ECA SOx Med            | 1.818   |

21 Le rapport coût-bénéfice renforce en outre le projet de désignation de l'ECA SOx Med proposée, comme l'indique le **Tableau 4**. Les coûts pour chaque tonne de SO<sub>x</sub> et de PM évitée sont estimés respectivement à 13.400 et 155.000 dollars US. Ces coûts par tonne, permettent d'évaluer la rentabilité et sont comparables – ou inférieurs – à ceux afférents à de nombreuses sources terrestres. Par rapport aux propositions antérieures de SECA, comme l'ECA nord-américaine, la rentabilité nette pour atteindre les limites de carburant fixées à 0.10 % de soufre m/m conformément aux normes de l'OMI antérieures à 2020, est très similaire. L'amélioration des niveaux d'émissions actuels provenant des navires conformément aux normes SECA représente, pour les États riverains, l'une des mesures les plus rentables de l'ECA SOx Med afin d'améliorer la qualité de l'air.

Tableau 4. Comparaison du rapport coût-bénéfice avec l'ECA nord-américaine<sup>2</sup>

| Type d'avantage                              | Estimations américaines pour l'ECA nord-américaine | Résultats de l'ECA nord-américaine avec prix du carburant ajusté <sup>3</sup> | ECA SOx Med combinant les résultats de MARPOL VI et de la SECA |
|--|--|---|--|
| <b>Cible de contrôle</b>                     |  |   |  |
| Réduction des émissions de SO <sub>x</sub>   | 4,500 \$ /MT SO <sub>x</sub>                       | 14,000 \$ /MT SO <sub>x</sub>   | 8,900 \$ /MT SO <sub>x</sub>                                   |
| Réduction des émissions de PM <sub>2.5</sub> | 43,000 \$ /MT PM <sub>2.5</sub>                    | 128,000 \$ /MT PM <sub>2.5</sub>  | 94,000 \$ /MT PM <sub>2.5</sub>                                |
| <b>Résultats en termes de santé</b>          |  |   |  |
| Mortalité évitée <sup>4</sup>                | 0.410 M\$/Δ - mortalité                            | 1.229 M\$/Δ - mortalité   | 0.353 M\$/Δ - mortalité  |
| Cas d'asthme évités <sup>5</sup>             | 16 \$ k/Δ - morbidité                              | 49 \$ k/Δ - morbidité   | 21 \$ k/Δ - morbidité  |

<sup>2</sup> Coûts combinés de MARPOL VI et de l'ECA SOx Med conformément à l'analyse effectuée aux fins de la présente proposition par rapport aux données des États-Unis (EU) relatives aux NO<sub>x</sub> et PM, afin de réduire les émissions découlant du fuel-oil des navires et effectuer une transition des performances pré-MARPOL VI vers une limite en teneur de soufre à 0.10 % m/m en vertu des normes de l'ECA SOx Med.

<sup>3</sup> Étant donné que la proposition nord-américaine de désignation d'une ECA en date de 2009, présente une différence de prix du fuel-oil de 145 \$/TM, afin de passer des fiouls lourds à un carburant conforme à la norme SECA, et que l'analyse effectuée dans le cadre de la présente proposition, indique une différence de prix du fuel-oil d'environ 434 \$/TM, les estimations américaines de rentabilité (colonne 2 ci-dessus) ont été multipliées par le ratio de ces différences de prix pour correspondre aux changements de prix du fuel-oil utilisé pour l'analyse effectuée dans le cadre de cette proposition.

<sup>4</sup> Les méthodes nord-américaines relatives à la mortalité sont similaires à celles utilisées dans le cadre de la présente proposition, bien qu'elles puissent utiliser une équation de risque pour la santé semblable à l'équation logarithmique linéaire discutée et comparée dans *Nature Communications* 2018 (1) sous la direction de Sofiev et al.

<sup>5</sup> À des fins de comparaison avec les résultats de l'analyse effectuée dans le cadre de la présente proposition, l'ensemble des cas d'asthme infantile reportés par les États-Unis séparément, a été additionné.

22 Les impacts économiques découlant du respect du programme relatif aux activités de commerce international devraient être modestes. À l'instar des autres régions SECA, les armateurs devraient être en mesure de transférer aux acheteurs de services de transport maritime, les coûts supplémentaires liés au respect des mesures de contrôle des émissions de soufre. Les frais de transport seront en fin de compte répercutés sur les prix des marchandises expédiées. Les impacts potentiels sur les prix devraient être faibles car le transport ne représente qu'une petite part des coûts totaux de production des produits finis.

### **Conclusion**

23 Les émissions des navires contribuent de manière significative à la pollution de l'air, aux effets néfastes sur la santé humaine et aux dommages causés aux écosystèmes dans la région de la mer Méditerranée. La désignation de l'ECA SOx Med proposée permettra de réduire ces effets et d'améliorer la santé publique et l'environnement au sein des États riverains de la mer Méditerranée. Ces États ont déjà mis en place des contrôles d'émissions sur les sources terrestres de pollution atmosphérique. L'application des normes SECA aux navires engagés dans des activités de navigation internationale dans la zone de la mer Méditerranée permettra d'obtenir des bénéfices substantiels à des coûts comparables et raisonnables.

### **Action demandée au Comité**

24 Le Comité est invité à examiner les informations communiquées par le présent document et à approuver l'ECA SOx Med, en vue d'une adoption par les Parties à l'annexe VI de MARPOL, au MEPC 79, par le biais d'amendements à la règle 14.3 de l'Annexe VI de MARPOL, tel qu'indiqué en **Annexe 4**, afin de désigner officiellement la mer Méditerranée, dans son ensemble, en tant que zone de contrôle des émissions d'oxyde de soufre, à compter du [1 mars 2024] / 1 janvier 2025].

## ANNEXE 1

Informations répondant aux critères de l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL <sup>6</sup>

## Table des matières

|   |    |
|---|----|
| <b>Table des matières</b>   | 10 |
| <b>Table des graphiques</b>   | 16 |
| <b>Abréviations et définitions</b>  | 19 |
| 1 Introduction  | 21 |
| 1.1 Pays soumettant la présente proposition   | 21 |
| 1.2 Critères de désignation d'une zone de contrôle des émissions  | 22 |
| 1.3 Teneur en soufre du fuel-oil et terminologie  | 22 |
| 2 Description de la zone d'application proposée   | 24 |
| 2.1 Zone d'application proposée   | 24 |
| 2.2 Types d'émissions proposées à des fins de contrôle  | 25 |
| <b>2.2.1 Pollution liée aux SO<sub>x</sub> et PM</b>  | 25 |
| 2.3 Populations et zones à risque affectées par les émissions des navires   | 25 |
| 2.4 Résumé de la description de la zone d'application proposée  | 25 |
| 3 Contribution des navires à la pollution atmosphérique et à d'autres problèmes environnementaux  | 26 |
| 3.1 Résumé de l'évaluation  | 26 |
| 3.2 Résumé de l'inventaire des émissions dans la zone de la mer Méditerranée  | 26 |
| <b>3.2.1 Modélisation des inventaires d'émissions et intrants pour le Scénario 2020 et les années suivantes</b>   | 27 |
| 3.3 Contribution des navires à la qualité de l'air ambiant  | 28 |
| <b>3.3.1 Contribution des navires à la pollution atmosphérique par les concentrations ambiantes de PM<sub>2,5</sub> dans la zone de la mer Méditerranée</b> | 28 |
| 3.3.2 Amélioration de la qualité de l'air ambiant en cas de désignation de l'ECA SO <sub>x</sub> Med proposée (PM <sub>2,5</sub> )                          | 28 |
| 3.4 Résumé de la contribution des navires à la qualité de l'air ambiant   | 28 |
| 4 Impact des émissions provenant des navires sur la santé humaine   | 29 |
| 4.1 Effets sur la santé liés à l'exposition aux polluants atmosphériques  | 29 |
| 4.2 Nature des effets des PM sur la santé   | 29 |
| 4.3 Méthodologie d'estimation des effets sur la santé   | 29 |
| 4.4 Effets quantifiés sur la santé humaine de l'exposition aux émissions provenant des navires  | 31 |
| <b>4.4.1 Mortalité liée à des maladies cardiovasculaires ou à un cancer du poumon évitée</b>  | 31 |
| <b>4.4.2 Morbidité due à l'asthme infantile</b>   | 32 |
| <b>4.4.3 Résumé des bénéfices estimés en termes de santé</b>  | 32 |

<sup>6</sup> Les désignations utilisées et la présentation de documents dans le cadre de cette publication n'impliquent aucune opinion de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies, du Plan d'action pour la Méditerranée (PAM) du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), du Programme d'évaluation et de maîtrise de la pollution dans la région méditerranéenne (MED POL), du Centre régional d'activités du Plan Bleu (CAR/PB), du Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle (REMPEC) ou de l'Organisation maritime internationale (OMI), concernant le statut juridique de tout pays, territoire, ville ou zone ou de ses autorités, ou concernant la délimitation de ses frontières ou limites.

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 4.5    | Résumé de l'impact des émissions provenant des navires sur la santé humaine _____  | 33 |
| 5      | Impact des émissions des navires sur les écosystèmes _____   | 34 |
| 5.1    | Vue d'ensemble des dépôts découlant des émissions de SO <sub>x</sub> et de PM provenant des navires _____  | 34 |
| 5.2    | Impacts environnementaux et écosystémiques et zones à risque _____   | 34 |
| 5.2.1  | <b>Dépôts de Sulfate (SO<sub>4</sub>)</b> _____  | 34 |
| 5.2.2  | Dépôts de PM <sub>Totales</sub> _____  | 36 |
| 5.2.3  | <b>Modification de la visibilité</b> _____   | 37 |
| 5.3    | Impacts associés au dépôt de PM <sub>2.5</sub> et de substances toxiques dans l'air _____  | 38 |
| 5.4    | Résumé des bénéfices environnementaux _____  | 39 |
| 5.5    | Résumé de l'impact des émissions des navires sur l'environnement _____   | 40 |
| 6      | Influence des conditions météorologiques sur la pollution atmosphérique _____  | 41 |
| 7      | Trafic maritime dans la zone d'application proposée _____  | 42 |
| 7.1    | Modèles de trafic maritime. _____  | 42 |
| 7.2    | Résumé du trafic maritime dans la zone d'application proposée _____  | 43 |
| 8      | Contrôle des sources terrestres _____  | 44 |
| 8.1    | Identification des mesures terrestres en vigueur de lutte contre les émissions de SO <sub>x</sub> et de PM dans les États riverains de la mer Méditerranée _____ | 44 |
| 8.1.1  | Albanie _____  | 45 |
| 8.1.2  | Algérie _____  | 45 |
| 8.1.3  | Bosnie-Herzégovine _____   | 45 |
| 8.1.4  | Égypte _____   | 46 |
| 8.1.5  | Union européenne _____   | 46 |
| 8.1.6  | Israël _____   | 49 |
| 8.1.7  | Liban _____  | 49 |
| 8.1.8  | Libye _____  | 50 |
| 8.1.9  | Monaco _____   | 50 |
| 8.1.10 | Monténégro _____   | 50 |
| 8.1.11 | Maroc _____  | 50 |
| 8.1.12 | République arabe syrienne _____  | 51 |
| 8.1.13 | Tunisie _____  | 51 |
| 8.1.14 | Turquie _____  | 51 |
| 8.2    | Évaluation des réductions des émissions de SO <sub>x</sub> et de PM conformément à des mesures terrestres _____  | 52 |
| 8.3    | Une évaluation des réductions des émissions de SO <sub>x</sub> et de PM conformément à des mesures terrestres _____  | 53 |
| 8.3.1  | Observations régionales sur la qualité de l'air ambiant, _____   | 54 |
| 8.3.2  | Albanie _____  | 55 |
| 8.3.3  | Algérie _____  | 56 |
| 8.3.4  | Bosnie-Herzégovine _____   | 57 |
| 8.3.5  | Croatie _____  | 58 |
| 8.3.6  | Chypre _____   | 59 |
| 8.3.7  | Égypte _____   | 60 |
| 8.3.8  | France _____   | 61 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 8.3.9  | Grèce  | 62 |
| 8.3.10 | Israël   | 63 |
| 8.3.11 | Italie   | 64 |
| 8.3.12 | Liban  | 65 |
| 8.3.13 | Libye  | 66 |
| 8.3.14 | Malte  | 66 |
| 8.3.15 | Monaco   | 67 |
| 8.3.16 | Monténégro   | 68 |
| 8.3.17 | Maroc  | 69 |
| 8.3.18 | Slovénie   | 70 |
| 8.3.19 | Espagne  | 71 |
| 8.3.20 | République arabe syrienne  | 73 |
| 8.3.21 | Tunisie  | 73 |
| 8.3.22 | Turquie  | 73 |
| 8.4    | Résumé du contrôle des sources terrestres  | 74 |
| 9      | Coûts relatifs à la réduction des émissions provenant des navires  | 75 |
| 9.1    | Aperçu des coûts estimés en 2020   | 75 |
| 9.2    | Coûts du carburant   | 75 |
| 9.2.1  | Fioul lourd à faible teneur en soufre (0.50 % S m/m)   | 75 |
| 9.2.2  | Marine Gas Oil (0.10 % S m/m)  | 76 |
| 9.2.3  | Écarts de prix   | 76 |
| 9.2.4  | Prix du baril brut   | 77 |
| 9.2.5  | Résumé statistique des prix du carburant   | 78 |
| 9.2.6  | Disponibilité du carburant   | 79 |
| 9.3    | Frais des navires  | 81 |
| 9.3.1  | <b>Analyse de l'adoption des systèmes de nettoyage des gaz d'échappement</b>                                     | 81 |
| 9.3.2  | <b>Carburants alternatifs</b>  | 84 |
| 9.3.3  | <b>Comparaison des coûts inhérents à un navire</b>   | 86 |
| 9.4    | Coût pour le secteur du transport maritime en comparaison avec les mesures terrestres                            | 87 |
| 9.4.1  | Analyse coût / bénéfice  | 87 |
| 9.4.2  | Prix fictifs de la pollution   | 87 |
| 9.4.3  | Analyse du rapport coût-bénéfice des applications antérieures à l'ECA  | 88 |
| 9.4.4  | Rapport coût-bénéfice de l'ECA SOx Med   | 89 |
| 9.5    | Rapport coût/bénéfice des avantages quantifiés   | 89 |
| 9.5.1  | <b>Analyse du rapport coût / bénéfice en matière de mortalité (cancer du poumon et causes cardiovasculaires)</b> | 91 |
| 10     | Impacts économiques sur le transport maritime engagé dans le commerce international                              | 92 |
| 10.1   | Taux de fret et tarif passager   | 92 |
| 10.1.1 | Évaluation des taux de fret  | 92 |
| 10.1.2 | Évaluation du tarif passager   | 94 |
| 10.2   | Taux de fret et tarifs passagers terrestres  | 96 |
| 10.3   | Distances entre paires Origine – Destination   | 97 |
| 10.4   | Prix des produits de base  | 98 |
| 10.5   | Modélisation des effets socio-économiques  | 99 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 10.5.1 | Évaluation des frais de voyage _____  | 99  |
| 10.5.2 | Évaluation des taux de fret maritime _____  | 101 |
| 10.5.3 | Possibilité de changement modal _____   | 102 |
| 10.6   | Effets sur les prix des marchandises et des produits _____  | 104 |
| 10.6.1 | Impact du prix du carburant sur le service de fret vers les régions éloignées et communautés de l'île _____       | 104 |
| 10.6.2 | Impact du prix du carburant sur le service aux passagers dans les régions éloignées et communautés de l'île _____ | 105 |
| 10.7   | Élasticité de la demande par rapport au prix pour les biens et produits de base _____                             | 107 |
| 10.8   | Discussion sur les coûts totaux _____   | 109 |
| 10.9   | Résumé des coûts de réduction des émissions des navires _____   | 110 |
| 11     | Références _____  | 111 |

**Table des tableaux**

|   |     |
|---|-----|
| <i>Tableau 1.1-1. État d'avancement de la ratification de l'annexe VI de MARPOL par les États riverains de la mer Méditerranée (en date du [20 avril 2021])</i> .....   | 21  |
| Tableau 1.3-1: Définitions des fuel-oils marins conformément à la résolution MEPC.320(74) .....   | 23  |
| <i>Tableau 3.2-1. Niveau de référence, scénario 2020 et émissions polluantes des gaz à effet de serre (GES)</i> .....   | 27  |
| <i>Tableau 4.3-1. Taux de mortalité lié aux maladies cardiovasculaires et au cancer du poumon et taux de morbidité due à l'asthme infantile conformément aux données de l'OMS</i> .....   | 30  |
| <i>Tableau 4.4-1. Résumé des bénéfices estimés en termes de santé en cas de désignation de l'ECA SOx Med proposée (année modèle 2020)</i> .....   | 33  |
| <i>Tableau 5.4-1. Résumé des proxies (indicateurs) d'autres bénéfices découlant de l'ECA SOx Med proposée</i> .....   | 39  |
| Tableau 7.1-1. Année de référence (2016) pour la consommation de carburant et prévision de consommation de carburant pour 2020 selon les scénarios de MARPOL VI et de l'ECA SOx Med proposée .....  | 43  |
| <i>Tableau 7.1-2. Pourcentages de mélange de carburants pour la zone de la mer Méditerranée en 2016 et selon les scénarios de MARPOL VI et de l'ECA SOx Med proposée</i> .....  | 43  |
| Tableau 8.1-1: Mesures terrestres identifiées au niveau national de lutte contre les émissions de SOx et de PM <sub>2.5</sub> .....   | 45  |
| Tableau 8.1-2: Normes de qualité de l'air ambiant en Égypte .....   | 46  |
| Tableau 8.1-3: Normes de concentration de polluants des Directives européennes sur la qualité de l'air ambiant .....  | 47  |
| Tableau 8.1-4: Normes de concentration des PM <sub>10</sub> et SO <sub>2</sub> au Liban.....  | 49  |
| Tableau 9.2-1: Coefficients de corrélation de Pearson entre les prix des carburants de soute et le prix du pétrole brut .....   | 78  |
| Tableau 9.2-2. Résumé statistique des prix des carburants marins évalués (dates incluses) .....   | 79  |
| <i>Tableau 9.3-1. Nombre de navires considérés pour les systèmes de nettoyage des gaz d'échappement</i> .....   | 81  |
| <i>Tableau 9.3-2. Analyse des dépenses d'équipement liées aux EGCS et années d'investissement pour le pourcentage de la flotte utilisant de tels systèmes</i> .....   | 82  |
| <i>Tableau 9.3-3. Utilisation des EGCS par type de navire conformément au scénario d'ECA SOx Med proposée</i> .....   | 83  |
| <i>Tableau 9.3-4. Résumé de l'analyse de faisabilité économique des carburants alternatifs pour les principaux types de navires dans la zone de la mer Méditerranée</i> .....   | 85  |
| <i>Tableau 9.3-5. Nombre de navires pris en compte pour un éventuel changement de carburant et nombre de flottes susceptibles de réduire les coûts de mise en conformité aux normes</i> .....   | 85  |
| <i>Tableau 9.3-6. Analyse des coûts liés au prix du GNL et au différentiel de prix GNL-MGO pour le pourcentage de la flotte (tous les types de navires) adoptant un carburant alternatif</i> .....  | 86  |
| <i>Tableau 9.3-7. Résumé des coûts moyens annuels de mise en conformité par type de navire</i> .....  | 86  |
| Tableau 9.4-1. Coûts marginaux de réduction des SO <sub>2</sub> (\$/TM) adaptés à partir de Mekaroonreung et Johnson (2012) .....   | 88  |
| Tableau 9.4-2: Rapport coût/bénéfice de l'ECA SOx Med aux termes de l'étude technique et de faisabilité .....   | 89  |
| <i>Tableau 9.5-1. Rapport coût / bénéfice des avantages quantifiés</i> .....  | 90  |
| Tableau 10.1-1. Liste des pays (et groupe de pays de l'UE 15) pour lesquels les données CTM ont été examinées .....   | 92  |
| Tableau 10.1-2. Résumé des CTM par type de navire pour une gamme de produits sélectionnés ....  | 94  |
| <i>Tableau 10.1-3. Analyse de sensibilité des CTM par groupe de produits et type de navire</i> .....  | 94  |
| Tableau 10.1-4: Itinéraires de ferry, distances, prix, nombre de passagers.....   | 95  |
| Tableau 10.2-1. Coûts moyens par passager-km (rail), tonne-km de fret (rail, route – LDV/HDV).....  | 97  |
| Tableau 10.3-1: Distances en eau, sur route et sur rail entre les paires origine - destination (km) .....   | 98  |
| Tableau 10.4-1. Certains prix d'aliments, de boissons et de produits de base (2019) énumérés par la CNUCED .....  | 98  |
| Tableau 10.5-1. Estimation du coût quotidien du carburant de voyage et augmentation du coût en utilisant un ratio ECA carburant / prix de 1.29 .....  | 100 |
| Tableau 10.5-2. Rapport entre l'augmentation des frais de voyage (valeurs du tableau en pourcentage), le prix de base du carburant (colonne) et le ratio du prix du carburant ECA (ligne) en utilisant comme exemple le conteneur EVP du Tableau 10.5-1 ..... | 100 |
| Tableau 10.5-3. Augmentation en pourcentage des CTM en raison de la hausse des coûts du carburant par groupe de marchandise et type de navire .....   | 101 |



|   |     |
|---|-----|
| Tableau 10.5-4. Impact du coût du carburant sur les CTA par type de navire pour une gamme de produits sélectionnés .....  | 101 |
| Tableau 10.5-5: Taux de fret de base entre les paires origine – destination (USD/tonne de fret) .....   | 102 |
| Tableau 10.5-6: Coûts de transport plus élevés entre les paires O-D par rapport au mode terrestre (USD/tonne de fret) .....   | 103 |
| Tableau 10.5-7: Seuil de rentabilité des taux de fret entre les paires origine – destination (USD/tonne de fret) .....  | 104 |
| Tableau 10.6-1. Exemple pour le café de la manière dont le prix du carburant modifie les frais de voyage, les taux de fret, le coût de l'itinéraire et le prix du produit .....   | 105 |
| Tableau 10.6-2: Les itinéraires, les distances, les prix et le prix des billets de ferry changent avec le passage à un carburant respectant la valeur limite de 0.10 % S m/m. ....  | 106 |
| Tableau 10.7-1. Élasticité de la demande en fonction du prix de 8 groupes de produits alimentaires et de boissons dans les États riverains de la mer Méditerranée qui sont Parties contractantes à la Convention de Barcelone (source : USDA) ..... | 108 |
| Tableau 10.7-2. Élasticité de la demande en fonction du prix pour certains produits consommables et durables (Fally et Sayre, 2018) .....   | 108 |
| Tableau 10.7-3: Variation estimée de la demande de produits de base selon la variation estimée de l'élasticité de la demande en fonction du prix .....  | 109 |

## Table des graphiques

|  |    |
|--|----|
| Graphique 2.1-1. Parties contractantes à la Convention de Barcelone (en gris) et zone proposée pour l'ECA SOx Med (en bleu foncé) .....  | 24 |
| Graphique 2.3-1. Répartition de la population au sein des États riverains de la mer Méditerranée ....  | 25 |
| Graphique 3.3-1. Différences de concentration ambiante de PM 2.5 entre les scénarios de MARPOL VI et de l'ECA SOx Med proposée.....  | 28 |
| Graphique 4.4-1. Mortalité liée à des maladies cardiovasculaires ou à un cancer du poumon évitée en cas de désignation de l'ECA SOx Med proposée .....   | 32 |
| Graphique 4.4-2. Morbidité de l'asthme infantile évitée en cas de désignation de l'ECA SOx Med proposée .....  | 32 |
| Graphique 5.2-1. Diminution des dépôts humides annuels de sulfate entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée .....  | 35 |
| Graphique 5.2-2. Diminution en pourcentage des dépôts humides annuels de sulfate entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée.....  | 35 |
| Graphique 5.2-3. Diminution des dépôts secs annuels de sulfate entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée .....   | 35 |
| Graphique 5.2-4. Diminution en pourcentage des dépôts secs annuels de sulfate entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée .....  | 36 |
| Graphique 5.2-5. Diminution des dépôts humides annuels de PM <sub>Totales</sub> entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée .....  | 36 |
| Graphique 5.2-6. Diminution en pourcentage des dépôts humides annuels de PM <sub>Totales</sub> entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée.....  | 37 |
| Graphique 5.2-7. Changements des dépôts secs annuels de PM <sub>Totales</sub> entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée .....  | 37 |
| Graphique 5.2-8. Changements en pourcentage des dépôts secs annuels de PM <sub>Totales</sub> entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée.....  | 37 |
| Graphique 5.2-9. Variation en pourcentage de la profondeur optique des aérosols (espèces de PM) entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med Proposée .....  | 38 |
| Graphique 7.1-1. Niveau de référence pour l'année 2016 de l'utilisation de fioul HFO .....   | 42 |
| Graphique 8.1-1: Engagements relatifs aux seuils d'émissions nationaux des 28 États membres de l'UE sur la période 1990-2018 .....   | 48 |
| Graphique 8.3-1: Totalité des sources d'émissions de SOx parmi les États riverains de la mer Méditerranée qui sont Parties contractantes à la Convention de Barcelone .....  | 53 |
| Graphique 8.3-2: Émissions de SO <sub>2</sub> liées au transport au sein des États riverains de la mer Méditerranée qui sont Parties contractantes à la Convention de Barcelone (à l'exclusion de la navigation et de l'aviation)..... | 54 |
| Graphique 8.3-3: Qualité moyenne annuelle de l'air (PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup> ) observée aux stations d'observation côtières (à moins de 100 km du littoral) .....   | 54 |
| Graphique 8.3-4: Histogramme de la qualité de l'air annuelle moyenne de l'OMS (PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup> ) observée aux stations d'observation côtières (à moins de 100 km du littoral) .....                                | 55 |
| Graphique 8.3-5: Émissions de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Albanie .....  | 56 |
| Graphique 8.3-6: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>2.5</sub> en Albanie (2016) .....  | 56 |
| Graphique 8.3-7: Émissions de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Algérie.....   | 57 |
| Graphique 8.3-8: Émissions de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Bosnie-Herzégovine.....  | 57 |
| Graphique 8.3-9: Concentrations annuelles moyennes de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> en Croatie (les zones ombrées montrent une IC à 95 %) .....  | 59 |
| Graphique 8.3-10: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>2.5</sub> en Croatie (2016) .....   | 59 |
| Graphique 8.3-11: Émissions de SO <sub>x</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) à Chypre .....   | 59 |
| Graphique 8.3-12: Concentrations moyennes annuelles de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> à Chypre (les zones ombrées montrent un IC à 95 %) .....  | 60 |
| Graphique 8.3-13: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>2.5</sub> à Chypre (2016) .....   | 60 |
| Graphique 8.3-14: Émissions de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Égypte.....   | 61 |

|   |    |
|---|----|
| Graphique 8.3-15: Émissions de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en France .....                               | 61 |
| Graphique 8.3-16: Concentrations moyennes annuelles de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> en France (les zones ombrées montrent un IC à 95 %) .....                          | 61 |
| Graphique 8.3-17: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>2.5</sub> en France (2016) .....   | 62 |
| Graphique 8.3-18: Émissions de SO <sub>x</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Grèce .....                                | 62 |
| Graphique 8.3-19: Concentrations moyennes annuelles de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> en Grèce (les zones ombrées montrent un IC à 95 %) .....                           | 63 |
| Graphique 8.3-20: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>2.5</sub> en Grèce (2016) .....  | 63 |
| Graphique 8.3-21: Émissions de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Israël .....                               | 64 |
| Graphique 8.3-22: Émissions de SO <sub>x</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Italie .....                               | 64 |
| Graphique 8.3-23: Concentrations moyennes annuelles de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> en Italie (les zones ombrées montrent un IC à 95 %) .....                          | 65 |
| Graphique 8.3-24: Relevé annuel de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>2.5</sub> en Italie (2016) .....  | 65 |
| Graphique 8.3-25: Émissions de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) au Liban .....                                | 65 |
| Graphique 8.3-26: Émissions de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Libye .....                                | 66 |
| Graphique 8.3-27: Émissions de SO <sub>x</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) à Malte .....                                 | 66 |
| Graphique 8.3-28: Concentrations moyennes annuelles de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> à Malte (les zones ombrées montrent un IC à 95 %) .....                            | 67 |
| Graphique 8.3-29: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>2.5</sub> à Malte (2016) .....   | 67 |
| Graphique 8.3-30: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>2.5</sub> à Monaco (2016) .....  | 68 |
| Graphique 8.3-31: Émissions de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) au Monténégro .....                           | 68 |
| Graphique 8.3-32: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>2.5</sub> au Monténégro (2016) .....   | 69 |
| Graphique 8.3-33: Émissions de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) au Maroc .....                                | 69 |
| Graphique 8.3-34: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>2.5</sub> au Maroc (2016) .....  | 70 |
| Graphique 8.3-35: Émissions de SO <sub>x</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Slovénie .....                             | 70 |
| Graphique 8.3-36: Concentrations moyennes annuelles de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> en Slovénie (les zones ombrées montrent un IC à 95 %) .....                        | 71 |
| Graphique 8.3-37: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>2.5</sub> en Slovénie (2016) .....   | 71 |
| Graphique 8.3-38: Émissions de SO <sub>x</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Espagne .....                              | 72 |
| Graphique 8.3-39: Concentrations moyennes annuelles de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> en Espagne (les zones ombrées montrent une IC à 95 %) .....                        | 72 |
| Graphique 8.3-40: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>2.5</sub> en Espagne (2016) .....  | 72 |
| Graphique 8.3-41: Émissions de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans le secteur des transports (à gauche) et hors transports (à droite) en République arabe syrienne ..... | 73 |
| Graphique 8.3-42: Émissions de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Tunisie .....                              | 73 |
| Graphique 8.3-43: Émissions de SO <sub>2</sub> et de PM <sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Turquie .....                              | 74 |
| Graphique 8.3-44: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM <sub>2.5</sub> en Turquie (2016) .....  | 74 |
| Graphique 9.2-1: Indices des prix mondiaux et de la Zone EMEA .....   | 76 |
| Graphique 9.2-2: Indices des prix mondiaux et de la Zone EMEA .....   | 76 |

|   |           |
|---|-----------|
| Graphique 9.2-3: Différence de prix entre le MGO et le LSFO pour la zone EMEA et le reste du monde .....  | 77        |
| Graphique 9.2-4. Prix mondiaux du pétrole (Brent, WTI) et des carburants marins (IFO 380, LSFO, MGO) en \$/TM (axe gauche) et \$/bbl (axe droit) .....  | 78        |
| Graphique 9.2-5. La capacité nette de raffinage pour produire du gaz/diesel est supérieure à la demande, suffisante pour l'approvisionnement découlant de l'ECA SOx Med.....  | 80        |
| Graphique 9.2-6. La capacité nette de raffinage pour produire du fuel-oil est supérieure à la demande, y compris pour les carburants de soute .....   | 80        |
| Graphique 9.2-7. La capacité nette de raffinage pour produire du fuel-oil et du gaz/diesel est supérieure à la demande .....  | 81        |
| <i>Graphique 9.5-1. Rapport coût / bénéfice des réductions de SOx et de PM<sub>2,5</sub> sur la base des prix retenus dans le cadre du présent document.....</i>  | <i>90</i> |
| <i>Graphique 9.5-2. Rapport coût / bénéfice des résultats pour la santé en termes de décès prématurés évités et de cas d'asthme infantile évités.....</i>   | <i>91</i> |
| <i>Graphique 9.5-3. Comparaison du coût de l'ECA SOx Med par décès évité et de la VVS pondérée méditerranéenne .....</i>  | <i>91</i> |
| Graphique 10.1-1. Tracé des CTM pour les groupes de marchandises et les types de navires.....   | 93        |
| Graphique 10.1-2: Activité internationale et nationale des navires mixtes .....   | 96        |
| Graphique 10.1-3: Activité internationale et nationale des navires à passagers.....   | 96        |
| Graphique 10.6-1. Exemple pour le prix du café de carburant intégré dans les frais de voyage, les taux de fret, les coûts routiers et les prix des produits.....  | 105       |
| Graphique 10.7-1: Élasticité de demande en fonction du prix pour 8 groupes de produits disponibles dans les États riverains de la mer Méditerranée côtiers qui sont Parties contractantes à la Barcelone Convention ..... | 108       |

## Abréviations et définitions

| Durée                   | Explication  |
|-------------------------|--|
| AIE                     | Agence internationale de l'énergie   |
| CCNUCC                  | Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques   |
| cm                      | Centimètres  |
| CO <sub>2</sub>         | Dioxyde de carbone   |
| CO <sub>2</sub> e       | Équivalent dioxyde de carbone  |
| DM                      | Distillate marine fuels / Carburants marins distillés  |
| ECA                     | Emission Control Area / Zone de contrôle des émissions   |
| ECA SO <sub>x</sub> Med | Zone de contrôle des émissions d'oxyde de soufre en méditerranée   |
| EERA                    | Energy and Environmental Research Associates, LLC  |
| EGCS                    | Exhaust gas cleaning system / Système de nettoyage des gaz d'échappement                                   |
| EMEA                    | Europe, Moyen-Orient et Afrique  |
| EU                      | États-Unis d'Amérique  |
| FMI                     | Institut météorologique finlandais   |
| g                       | Grammes  |
| GES                     | Gaz à effet de serre   |
| GHO                     | Global Health Observatory / Observatoire mondial de la santé   |
| GNL                     | Gaz naturel liquéfié   |
| HFO                     | Heavy fuel-oil / Fuel-oil lourd  |
| HSFO                    | High Sulphur heavy fuel oil / Fuel-oil à haute teneur en soufre  |
| IER                     | Integrated Exposure Response / Fonction intégrée exposition réponse  |
| IFO                     | Intermediate fuel oil / Fuel-oil intermédiaire   |
| IIASA                   | International Institute for Applied Systems / Institut international pour l'analyse appliquée des systèmes |
| k                       | Milliers (en milliers de dollars)  |
| km                      | Kilomètres   |
| KW                      | Kilowatt   |
| KWh                     | Kilowattheure  |
| LSFO                    | Low Sulphur fuel oil / Fuel-oil à faible teneur en soufre  |
| M                       | Millions (en millions de dollars)  |
| m/m                     | Masse par masse  |
| mm                      | Millimètres  |
| MARPOL                  | Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires                               |
| MARPOL VI               | Annexe VI de la Convention MARPOL  |
| MDO                     | Marine Diesel Oil (fioul marin)  |
| MEPC                    | Comité de la protection du milieu marin  |
| MGO                     | Marine Gas Oil (fioul marin)   |
| MTM                     | Millions de tonnes métriques   |
| MTC                     | Maritime Transport Costs / Frais de transport maritime   |
| NECA                    | Zone de contrôle des émissions d'oxydes d'azote  |
| NO <sub>x</sub>         | Oxydes d'azote   |
| OHI                     | Organisation hydrographique internationale   |
| OMI                     | Organisation maritime internationale   |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| OMS                   | Organisation Mondiale de la Santé  |
| Passagers-km ou p-km  | Passagers-kilomètres   |
| pH                    | Mesure de l'acidité d'une solution   |
| PM                    | Particules   |
| PM 10                 | PM avec un diamètre médian de masse inférieur à 10 µm  |
| PM 2,5                | PM avec un diamètre médian de masse inférieur à 2.5 µm   |
| PM <sub>Totales</sub> | Totalité des PM  |
| ppm                   | Partie par million   |
| REMPEC                | Centre Régional Méditerranée pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle                             |
| RM                    | Residual marine fuels / Fiouls marins résiduels  |
| RoPax                 | Navire mixte   |
| S                     | Soufre   |
| SECA                  | Sulphur Emission Control Area / Zone de contrôle des émissions d'oxyde de soufre   |
| SILAM                 | System for Integrated modelLling of Atmospheric composition / Système de modélisation intégrée de la composition atmosphérique |
| SO <sub>2</sub>       | Dioxyde de soufre  |
| SO <sub>x</sub>       | Oxydes de soufre   |
| STEAM                 | Ship Traffic Emission Assessment Model / Modèle d'évaluation des émissions du trafic maritime                                  |
| Tkm ou t-k            | Tonne-kilomètre  |
| TM                    | Tonne métrique (1.000 kg)  |
| UE                    | Union européenne   |
| ULSFO                 | Ultra-low Sulphur fuel oil / Fuel-oil à ultra faible teneur en soufre  |
| µm                    | Micromètre ou micron   |
| VLSFO                 | Very low Sulphur fuel oil / Fuel-oil à très faible teneur en soufre  |
| VVS                   | Valeur d'une vie statistique (ou valeur monétaire pour réduire le risque d'un décès prématuré statistique)                     |

## 1 Introduction

Les informations contenues dans la présente annexe visent à soutenir la proposition de [liste des co-auteurs] de désignation de la mer Méditerranée, dans son ensemble, en tant que Zone de contrôle des émissions (ECA) pour prévenir, réduire et contrôler les émissions d'oxydes de soufre (SOx) et de particules fines (PM) provenant des navires, conformément à la règle 14 et à l'Appendice III de l'Annexe VI de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL), (ci-après dénommée ECA SOx Med).

### 1.1 Pays soumettant la présente proposition

Les [XXX/nombre] pays riverains de la mer Méditerranée – [liste des États riverains de la mer Méditerranée correspondants], ont le souci commun de protéger la mer Méditerranée en luttant contre les émissions des navires le long de leurs côtes. Ces pays demandent au Comité d'examiner la présente proposition, lors du MEPC 78 et de la renvoyer aux fins d'adoption par les Parties à l'Annexe VI de MARPOL, réunie sous les auspices du MEPC 79.

En date du [20 avril 2021], les États riverains de la mer Méditerranée suivants ont ratifié l'Annexe VI de MARPOL : l'Albanie, la Croatie, Chypre, la France, la Grèce, l'Italie, Malte, Monaco, le Monténégro, le Maroc, la Slovénie, l'Espagne, la République arabe syrienne, la Tunisie et la Turquie. Les États suivants ne l'ont toujours pas ratifiée : l'Algérie, la Bosnie-Herzégovine, l'Égypte, Israël, le Liban et la Libye. (Tableau 1.1-1).

[ESPACE RÉSERVÉ AUX FINS DE DESCRIPTION D'AUTRES ACTIONS EN VUE DE LA RATIFICATION]

Tableau 1.1-1. État d'avancement de la ratification de l'annexe VI de MARPOL par les États riverains de la mer Méditerranée (en date du [20 avril 2021])

| Pays                      | Partie à l'Annexe VI de MARPOL |
|---------------------------|--------------------------------|
| Albanie                   | X                              |
| Algérie                   |                                |
| Bosnie-Herzégovine        |                                |
| Croatie                   | X                              |
| Chypre                    | X                              |
| Égypte                    |                                |
| France                    | X                              |
| Grèce                     | X                              |
| Israël                    |                                |
| Italie                    | X                              |
| Liban                     |                                |
| Libye                     |                                |
| Malte                     | X                              |
| Monaco                    | X                              |
| Monténégro                | X                              |
| Maroc                     | X                              |
| Slovénie                  | X                              |
| Espagne                   | X                              |
| République arabe syrienne | X                              |
| Tunisie                   | X                              |
| Turquie                   | X                              |

## 1.2 Critères de désignation d'une zone de contrôle des émissions

En vertu de l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL : « l'organisation devrait envisager l'adoption d'une zone de contrôle des émissions de SOx, si la preuve lui est fournie qu'il est nécessaire d'y prévenir, réduire et contrôler la pollution de l'atmosphère due aux émissions de SOx provenant des navires ». Aux termes de la Section 3 de l'Appendice III, de l'Annexe VI de MARPOL, une proposition d'ECA SOx, doit comprendre :

|       |   |
|-------|---|
| 3.1.1 | Une délimitation précise de la zone dans laquelle il est proposé de contrôler les émissions de SOx, provenant des navires, assortie d'une carte de référence sur laquelle la zone est indiquée.   |
| 3.1.2 | Le type ou les types d'émission(s) qui sont proposées afin de faire l'objet d'un contrôle (c. à d. NOx ou SOx et les particules ou les trois types d'émissions).  |
| 3.1.3 | Une description des zones terrestres et maritimes susceptibles d'être affectées par les émissions de SOx provenant des navires.   |
| 3.1.4 | Une évaluation qui montre que les émissions de SOx provenant des navires exploités dans la zone où il est proposé de contrôler ces émissions contribuent à la pollution de l'atmosphère par les SOx, y compris aux retombées de SOx, et qui indique les effets préjudiciables qu'elles ont sur les zones terrestres et maritimes considérées. Cette évaluation doit comprendre une description des effets que les émissions de SOx ont sur les écosystèmes terrestres et aquatiques, les zones de productivité naturelle, les habitats critiques, la qualité de l'eau, la santé de l'homme et les zones importantes sur le plan culturel et scientifique, s'il y a lieu. Les sources des données pertinentes, y compris les méthodes utilisées, doivent être mentionnées. |
| 3.1.5 | Tout renseignement utile au sujet des conditions météorologiques dans la zone où il est proposé de contrôler les émissions de SOx, ainsi que dans les zones terrestres et maritimes menacées, concernant en particulier les caractéristiques des vents dominants, ou au sujet des conditions topographiques, géologiques, océanographiques, morphologiques ou autres qui risquent d'entraîner une augmentation du degré local de pollution de l'atmosphère ou des niveaux d'acidification.  |
| 3.1.6 | La nature du trafic maritime dans la zone où il est proposé de contrôler les émissions de SOx, y compris les courants de circulation et la densité du trafic.   |
| 3.1.7 | Une description des mesures de contrôle que le ou les États contractants qui présentent la proposition ont prises pour remédier aux émissions de SOx d'origine tellurique affectant la zone menacée et qui sont en place et déjà appliquées, ainsi que de celles qu'il est envisagé d'adopter en application de la règle 14 de l'Annexe VI de la présente Convention.   |
| 3.1.8 | Les coûts afférents à la réduction des émissions provenant des navires par rapport aux contrôles terrestres et les impacts économiques sur le transport maritime engagé dans le commerce international.   |

## 1.3 Teneur en soufre du fuel-oil et terminologie

Avant sa mise à disposition, la plupart des analyses présupposaient que le Marine Diesel Oil (MDO/ Fuel-oil marin) représenterait le principal type de combustible pour se conformer à la limite globale de soufre, fixée par l'OMI en 2020, de 0.50 % S m/m. Par la suite, le marché a répondu à la demande de fuel-oils de S m/m 0.50 % à l'aide de mélanges de carburants contenant plusieurs flux de résidus et de produits légers, appelés Fuel-oil à faible teneur en soufre (LSFO/ Low Sulphur fuel oil). Le Fuel-oil à très faible teneur en soufre (VLSFO / Very low Sulphur fuel oil) a une teneur maximale en soufre de 0.50 % S m/m et le Fuel-oil à ultra faible teneur en soufre (ULSFO/ Ultra-low Sulphur fuel oil) a une teneur maximale en soufre de 0.10 % S m/m. Les carburants marins distillés (DM/Distillate Marine Fuels) comprennent le MDO et le Marine Gasoil (MGO/Fuel-oil marin). Alors que les travaux antérieurs désignaient le MDO comme le principal type de combustible pour se conformer à la limite globale de soufre, fixée par l'OMI en 2020, de 0.50 % S m/m, le marché s'est orienté vers le LSFO en tant que principal vecteur de conformité, ce dernier atteignant les mêmes valeurs (0.50 % S m/m) que le MDO.



En général, les références au Fuel-oil lourd (HFO/Heavy Fuel Oil) ou au Fuel-oil intermédiaire (IFO/Intermediate fuel oil) dans les travaux antérieurs renvoient à des carburants dont la teneur en soufre est  $\geq 0.50$  % S m/m. Le MDO renvoie généralement à des carburants  $\leq 0.50$  % S m/m mais  $\geq 0.10$  % S m/m, et le MGO renvoie à des carburants  $\leq 0.10$  % S m/m.

La terminologie varie entre les réglementations de l'OMI, les normes ISO et les prix des carburants décrits sur le marché, ce qui complique encore davantage la comparaison des carburants et des prix dans le temps. Conformément à la résolution MEPC.320(74) relative aux « directives de 2019 pour l'application uniforme de la teneur limite en soufre de 0,50% conformément à l'Annexe VI de MARPOL » (IMO, 2020)<sup>7</sup>, les fuel-oils marins sont décrits tel qu'indiqué dans le **Tableau 1.3-1**.

Comme le souligne la résolution MEPC.320(74), les armateurs/exploitants doivent être conscients que la viscosité des Fiouls résiduels mélangés (LSFO) est telle qu'ils nécessitent d'être chauffés à des fins de nettoyage ou de combustion - et ne peuvent donc pas être utilisés dans les systèmes de fioul uniquement à distillation – avec des systèmes totalement séparés pour fiouls distillés et recommandés pour LSFO. L'OMI recommande que les navires disposent d'une procédure de mélange, avec de nouveaux bunkers versés dans des réservoirs vides dans la mesure du possible, et que le mélange à bord ne se produise que lorsque la compatibilité entre les bunkers a été vérifiée.

Tableau 1.3-1: Définitions des fuel-oils marins conformément à la résolution MEPC.320(74)

| Catégorie de fioul marin                  | Norme ISO      | Limite de soufre du fioul          | Autre terminologie  |
|---|----------------|------------------------------------|---|
| DM  | ISO 8217 :2017 | 1.0 % S m/m maximum                | MGO si $\leq 0.10$ % S m/m<br>MDO si $\leq 0.50$ % S m/M. |
| Carburants marins résiduels (RM)          | ISO 8217:2017  | Conformément aux exigences légales | IFO<br>HFO  |
| Fuel-oil à haute teneur en soufre (HSHFO) |                | $> 0.50$ % S m/m.                  | HFO   |
| VLSFO                                     | ISO 8217:2017  | $\leq 0.50$ % S m/m.               | MDO<br>Mélange conforme                                   |
| ULSFO                                     | ISO 8217:2017  | $\leq 0.10$ % S m/m.               | MGO<br>MDO<br>Mélange conforme                            |

<sup>7</sup> <https://www.imo.org/en/MediaCenter/PressBriefings/Pages/10-MEPC-74-sulfur-2020.aspx>.

## 2 Description de la zone d'application proposée

La présente Section expose les données venant étayer la réunion des critères 3.1.1, 3.1.2 et 3.1.3 de l'Appendice III de l'annexe VI de MARPOL, dont le libellé est le suivant :

|               |  |
|---------------|--|
| Critère 3.1.1 | Une délimitation précise de la zone dans laquelle il est proposé de contrôler les émissions de SO <sub>x</sub> , provenant des navires, assortie d'une carte de référence sur laquelle la zone est indiquée. |
| Critère 3.1.2 | Le type ou les types d'émission(s) qui sont proposées afin de faire l'objet d'un contrôle (c. à d. NO <sub>x</sub> ou SO <sub>x</sub> et les particules ou les trois types d'émissions).                     |
| Critère 3.1.3 | Une description des zones terrestres et maritimes susceptibles d'être affectées par les émissions de SO <sub>x</sub> provenant des navires.  |

### 2.1 Zone d'application proposée

La Méditerranée est une région importante pour le transport maritime international et la navigation commerciale. Elle représente environ 0.7 % des mers et des océans navigables, et le trafic maritime méditerranéen quant à lui, 7 % de l'activité maritime mondiale, en termes de consommation d'énergie et d'émissions. Sur la base des observations du Système d'identification automatique (SIA), plus de 30.000 navires naviguent chaque année sur la mer Méditerranée. Conformément à l'analyse effectuée dans le cadre de cette proposition, le transport maritime émet environ 10 % des inventaires de CO<sub>2</sub> des États riverains de la mer Méditerranée, tel qu'indiqué dans la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

La zone d'application proposée pour la désignation de la proposition d'ECA SO<sub>x</sub> Med, telle que modélisée dans le présent document, est présentée dans le **Graphique 2.1-1**. Elle suit la définition de la mer Méditerranée<sup>8</sup> par l'Organisation hydrographique internationale (OHI) : elle est délimitée au sud-est par l'entrée du canal de Suez, au nord-est par l'entrée des Dardanelles, circonscrite par une ligne reliant les phares de Mehmetcik et de Kumkale, et à l'ouest par le méridien passant par le phare de Cap Spartel, définissant également la limite ouest du détroit de Gibraltar. La zone d'application proposée est identique à la zone géographique visée par l'article 1.1 de la convention de Barcelone (ci-après désignée en tant que Zone de la mer Méditerranée). Les eaux de l'ECA SO<sub>x</sub> Med impliquent les vingt-deux (22) Parties contractantes à la Convention de Barcelone, à savoir l'Albanie, l'Algérie, la Bosnie-Herzégovine, la Croatie, Chypre, l'Égypte, la France, la Grèce, Israël, l'Italie, le Liban, la Libye, Malte, Monaco, le Monténégro, le Maroc, la Slovénie, l'Espagne, la République arabe syrienne, la Tunisie, la Turquie et l'Union européenne. Des détails supplémentaires sur la zone d'application proposée figurent en Annexe 2 de la présente proposition.



Graphique 2.1-1. Parties contractantes à la Convention de Barcelone (en gris) et zone proposée pour l'ECA SO<sub>x</sub> Med (en bleu foncé)

<sup>8</sup> [https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-23/S-23\\_Ed3\\_1953\\_EN.pdf](https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-23/S-23_Ed3_1953_EN.pdf).

## 2.2 Types d'émissions proposées à des fins de contrôle

La présente proposition soutient la désignation d'une ECA pour contrôler les émissions de SOx et de PM provenant des navires. Les SOx sont des précurseurs intervenant dans la formation de PM. La **Section 4** présente des données sur les effets des particules fines sur la santé, alors que la **Section 5** en communique sur les effets des dépôts de particules fines et de composés contenant des sulfates humides et secs sur les écosystèmes.

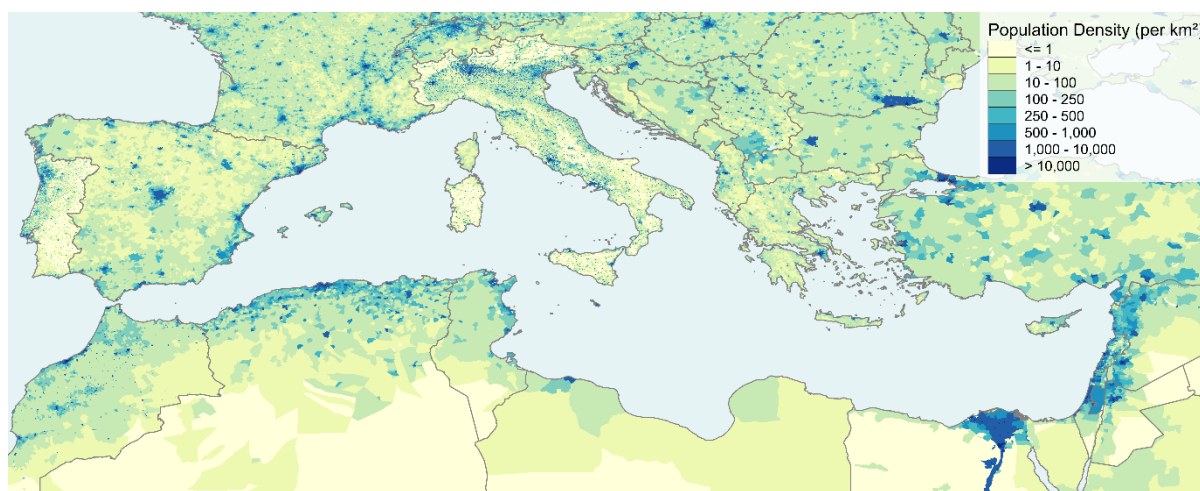
### 2.2.1 Pollution liée aux SOx et PM

La pollution par les SOx survient au cours de la combustion des moteurs marins, à partir du soufre présent dans le carburant marin. Les émissions de SOx des gaz d'échappement des navires contribuent à la formation d'aérosols sulfatés (SO<sub>4</sub>), qui sont de petites particules. Ces dernières ainsi que d'autres espèces de particules, sont capables de pénétrer profondément dans les poumons des organismes vivants, y compris des humains, contribuant ainsi à l'augmentation des cas de cancer du poumon, de la mortalité en raison de maladies cardiovasculaires ainsi qu'à la morbidité due à l'asthme. En outre, le dépôt de particules de SO<sub>4</sub> contribue à l'acidification accrue des eaux de surface et des systèmes terrestres, ce qui nuit à l'environnement.

## 2.3 Populations et zones à risque affectées par les émissions des navires

La zone de la mer Méditerranée est entourée de tous les côtés par des masses terrestres avec des populations côtières importantes. Les États riverains de la mer Méditerranée comptent 507.5 millions d'habitants, dont beaucoup vivent dans des villes côtières (**Graphique 2.3-1**). La mer Méditerranée représente une route maritime essentielle pour les marchandises qui transitent de l'Asie de l'Est vers les marchés européen, ouest-asiatique et nord-africain, ce qui signifie que de nombreuses personnes vivent à proximité de l'une des principales voies de transit maritime mondial.

La région de la mer Méditerranée compte de nombreux sites importants d'un point de vue culturel, y compris des écosystèmes sensibles et des ruines antiques. Dans la mesure où la pollution des navires peut parcourir de grandes distances, transportée par des processus atmosphériques, les populations et écosystèmes des terres bénéficieront de l'ECA SOx Med proposée, tout comme les populations, les sites et les écosystèmes des zones côtières.



Graphique 2.3-1. Répartition de la population au sein des États riverains de la mer Méditerranée

## 2.4 Résumé de la description de la zone d'application proposée

Sur la base des informations présentées aux Sections 2.1, 2.2 et 2.3 précédentes, la présente proposition répond aux critères 3.1.1, 3.1.2, et 3.1.3 de l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL.

### 3 Contribution des navires à la pollution atmosphérique et à d'autres problèmes environnementaux

La présente Section expose les données venant étayer le respect du critère 3.1.4 de l'Appendice III de l'annexe VI de MARPOL, dont le libellé est le suivant :

|               |   |
|---------------|---|
| Critère 3.1.4 | Une évaluation qui montre que les émissions de SOx provenant des navires exploités dans la zone où il est proposé de contrôler ces émissions contribuent à la pollution de l'atmosphère par les SOx, y compris aux retombées de SOx, et qui indique les effets préjudiciables qu'elles ont sur les zones terrestres et maritimes considérées. Cette évaluation doit comprendre une description des effets que les émissions de SOx ont sur les écosystèmes terrestres et aquatiques, les zones de productivité naturelle, les habitats critiques, la qualité de l'eau, la santé de l'homme et les zones importantes sur le plan culturel et scientifique, s'il y a lieu. Les sources des données pertinentes, y compris les méthodes utilisées, doivent être mentionnées. |
|---------------|---|

#### 3.1 Résumé de l'évaluation

Les émissions de SOx et de PM provenant des navires ont un impact significatif sur la qualité de l'air dans la zone de la mer Méditerranée. En outre, la modélisation montre que l'ECA SOx Med proposée impliquerait des bénéfices s'étendant sur toute la zone de la mer Méditerranée et dans les terres éloignées en raison de la longue portée des émissions provenant des navires. Les émissions de SOx et de PM<sub>2.5</sub> provenant des navires seraient réduites de 78.7 % et de 23.7 %, respectivement, en vertu de l'ECA SOx Med proposée, ce qui entraînerait des bénéfices pour la santé et l'environnement grâce à une exposition réduite aux polluants dans l'atmosphère. L'ECA SOx Med devrait conduire également à une amélioration de la qualité de l'air – qui est actuellement la cause de milliers de décès prématurés et de cas d'asthme infantile - dans toute la région de la mer Méditerranée et au-delà. L'ECA SOx Med proposée améliorera la visibilité dans la région et réduira les dépôts de sulfates et de particules, qui génèrent tous deux des dommages aux sites importants en termes de patrimoine culturel et nuisent aux écosystèmes et aux zones de pêches sensibles.

#### 3.2 Résumé de l'inventaire des émissions dans la zone de la mer Méditerranée

Les carburants à faible teneur en soufre qui seraient requis en vertu de l'ECA SOx Med, présentent des émissions non seulement plus faibles que celles actuelles, mais également en dessous des valeurs seuil de MARPOL VI 2020. Les réductions des émissions de SOx seront directement proportionnelles à la transition de fuel-oils de 0.50 % S m/m vers des fuel-oils de 0.10 % S m/m. Les diminutions de particules dépendent principalement de la fraction de particules émises par le navire qui résulte de la teneur en soufre du carburant.

Les normes MARPOL VI réduiront les émissions de SOx d'environ 75 % pour les opérations typiques utilisant des combustibles résiduels. La mise en œuvre des normes SECA permettrait de réduire d'environ 95 % les émissions de SOx provenant des navires par rapport aux opérations actuelles. Une réduction des émissions des particules fines d'environ 51 % découle de MARPOL VI, et les normes SECA augmenteraient cette réduction à environ 62 %.

Les émissions de référence de SOx et PM<sub>2.5</sub> ont été estimées à 681,000 et 97,500 TM en 2016. Selon le scénario MARPOL VI, les émissions de ces espèces doivent diminuer respectivement de 75.3 % et de 50.7 %. L'inventaire des émissions en vertu du scénario de l'ECA SOx Med 2020, prévoit pour les SOx et PM<sub>2.5</sub>, une réduction de 78.7 % et 23.7 % par rapport à MARPOL VI 2020 (**Tableau 3.2-1**).

### 3.2.1 Modélisation des inventaires d'émissions et intrants pour le Scénario 2020 et les années suivantes

Les systèmes d'alimentation des navires internationaux consomment actuellement principalement des combustibles à base de pétrole et des sous-produits, avec une utilisation limitée du gaz naturel liquéfié. La plus grande partie de la flotte consomme du fioul résiduel (RFO/ Residual Fuel Oil), et notamment du HFO, qui comprend plusieurs catégories de sous-produits de raffinage de pétrole mélangé (2). Les limites actuelles prescrites en vertu de MARPOL VI exigent que les navires adoptent des fuel-oils conformes à la limite globale de 0.50 % S m/m en 2020. La présente proposition modélise une conformité par défaut à MARPOL VI en raison de la transition d'un fuel-oil non conforme (avec pour moyenne 2.40 % S m/m) vers un fuel-oil conforme à MARPOL VI (0.50 % S m/m). Tous les scénarios des années suivantes considèrent la faisabilité technique et économique de l'ECA SOx Med proposée, qui doit être comparée avec les conditions définies à l'aide d'un fuel-oil conforme à MARPOL VI.

Tableau 3.2-1. Niveau de référence, scénario 2020 et émissions polluantes des gaz à effet de serre (GES)

| TM                    | Niveau de référence<br>Med 2016 | MARPOL VI 2020 | ECA SOx Med<br>proposée 2020 |
|-----------------------|---------------------------------|----------------|------------------------------|
| Total SO <sub>x</sub> | 681.000                         | 168.000        | 35.800                       |
| PM <sub>2.5</sub>     | 97.500                          | 48.100         | 36.700                       |
| Total NO <sub>x</sub> | 1.330.000                       | 1.160.000      | 1.170.000                    |
| Total CO <sub>2</sub> | 58.070.000                      | 51.700.000     | 51.880.000                   |

Dans le cadre de l'évaluation de l'ECA SOx Med, les alternatives de conformité modélisées exposées dans le présent document se fondent sur l'hypothèse d'une transition d'un fuel-oil conforme à MARPOL VI vers un fuel-oil conforme aux normes SECA. En d'autres termes, l'ECA SOx Med proposée, impliquerait une nouvelle limite globale pour les fuel-oils de 0.10 % S m/m, par rapport à l'ancienne limite de 0.50 % S m/m. Dans la mesure où une conformité aux normes SECA, est susceptible d'être obtenue par le biais de mécanismes de conformité alternatifs, le présent document les considère principalement en tant que composante de la faisabilité économique (**Section 9.3.1** et **Section 9.3.2**). Les opérateurs de flottes devraient adopter des solutions de rechange à une mise en conformité par le biais d'un changement de fuel-oil lorsque les coûts à long terme de mise en conformité aux normes SECA auront été réduits. L'adoption de technologies permettant de réduire les gaz d'échappement ou d'alternatives avancées en matière de carburant représentent des solutions de rechange. Le présent document modélise les systèmes embarqués de nettoyage des gaz d'échappement soufrés (EGCS/ Exhaust Gas Cleaning Systems), également appelés épurateurs, comme principale technologie de réduction des gaz d'échappement pour répondre aux limites accrues de teneur en soufre de l'ECA SOx Med proposée. Il modélise également le gaz naturel liquéfié (GNL) en tant que carburant de remplacement pour répondre aux limites accrues de teneur en soufre de l'ECA SOx Med proposée. Reconnaissant que d'autres technologies et carburants peuvent être spécifiés, le présent document utilise un cadre analytique qui peut être appliqué pour étudier plus précisément d'autres stratégies de mise en conformité (p. ex., divers modèles d'EGCS, le méthanol, l'hydrogène ou d'autres combinaisons de carburants marins).

Le présent document utilise le Modèle d'évaluation des émissions du trafic maritime (STEAM /Ship Traffic Emission Assessment Model) pour modéliser la consommation de carburant et les émissions de plus de 30.000 navires exploités annuellement dans la région de la mer Méditerranée. Collectant les données du Système d'identification automatique des navires (SIA) pour l'année 2016, le modèle STEAM intègre l'activité des navires, la technologie et les caractéristiques de conception, ainsi que des intrants de type de combustible pour estimer les besoins énergétiques, la consommation de combustible et les émissions propres aux navires. Ces estimations sont regroupées par type de navire et dans la zone de la mer Méditerranée pour produire des calculs annuels de combustibles et d'émissions par rapport à 2016, année de référence. Le modèle STEAM produit également un ensemble d'estimations futures pour 2020, 2030, 2040 et 2050, en se fondant sur des hypothèses relatives à la demande à venir de la flotte, aux économies d'échelle des navires, à l'amélioration du marché du carburant et aux taux de remplacement de la flotte.

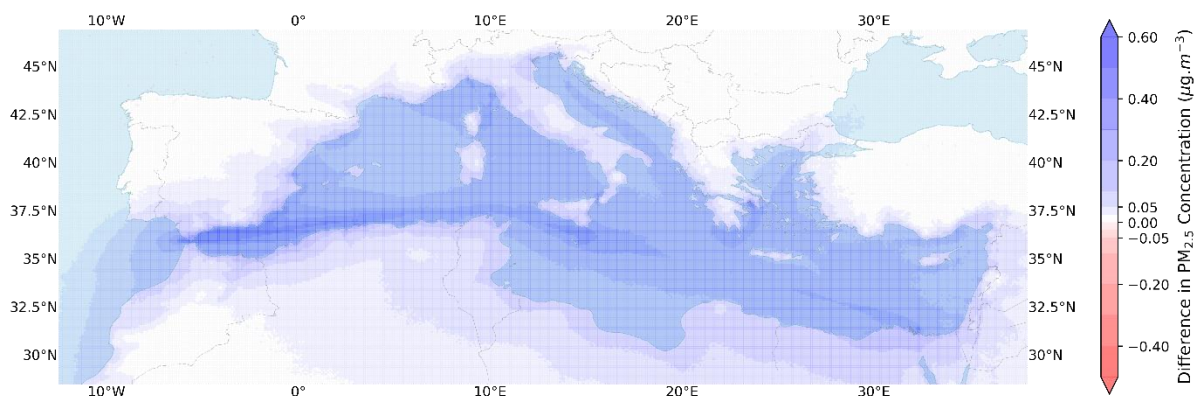
### 3.3 Contribution des navires à la qualité de l'air ambiant

#### 3.3.1 Contribution des navires à la pollution atmosphérique par les concentrations ambiantes de PM<sub>2.5</sub> dans la zone de la mer Méditerranée

La modélisation de la qualité de l'air montre que les émissions de SO<sub>x</sub> et de PM provenant des navires ont un impact significatif sur la qualité de l'air dans la zone de la mer Méditerranée. Elle indique en outre, que la désignation de l'ECA SO<sub>x</sub> Med entraînerait des bénéfices étendus sur toute la zone de la mer Méditerranée ainsi que dans les terres éloignées en raison de la longue portée de la pollution provenant des navires.

#### 3.3.2 Amélioration de la qualité de l'air ambiant en cas de désignation de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée (PM<sub>2.5</sub>)

Le **Graphique 3.3-1**, montre la différence moyenne annuelle modélisée sur le plan géospatial de la concentration ambiante en PM<sub>2.5</sub> due à la mise en œuvre de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée par rapport au niveau de référence de MARPOL VI 2020. Les zones en bleu désignent les endroits où l'ECA SO<sub>x</sub> Med conduit à une réduction des PM<sub>2.5</sub> par rapport à MARPOL VI. Comme indiqué, toutes les zones d'eau de la mer Méditerranée font l'objet de réductions des concentrations ambiantes de PM<sub>2.5</sub> oscillant entre 0.05 et 0.6 µg/m<sup>3</sup>. Les bénéfices des terres côtières sont principalement réalisés le long de la côte nord-africaine, en Espagne, France, Italie, Malte, et en Grèce. Les zones où les concentrations de PM<sub>2.5</sub> sont les plus importantes, en raison de l'activité des navires, se trouvent à l'ouest de la Méditerranée, le long des côtes de l'Espagne et du Maroc, dans le centre de la Méditerranée, au sud de la Sicile, au-dessus de Malte, au sud et à l'est de la Grèce, et le long de la côte nord de l'Égypte, en approchant de l'entrée du canal de Suez.



Graphique 3.3-1. Différences de concentration ambiante de PM 2.5 entre les scénarios de MARPOL VI et de l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée

### 3.4 Résumé de la contribution des navires à la qualité de l'air ambiant

Comme le met en lumière le **Graphique 3.3-1**, l'établissement d'une SECA en vertu de la règle 14 de MARPOL, présenterait des avantages pour toutes les communautés côtières entourant l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée, et bénéficierait également aux communautés situées à l'intérieur des terres. Les avantages en termes de qualité de l'air de l'ECA SO<sub>x</sub> Med ont clairement été démontrés et la contribution sus-décrite des navires à la qualité de l'air répond aux critères 3.1.4 de l'Appendice III, de l'Annexe VI de MARPOL.

#### 4 Impact des émissions provenant des navires sur la santé humaine

La présente Section communique des informations complémentaires par rapport à la **Section 3**, en traitant du critère 3.1.4 de l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL, dont le libellé est le suivant :

|               |   |
|---------------|---|
| Critère 3.1.4 | Une évaluation qui montre que les émissions de SOx provenant des navires exploités dans la zone où il est proposé de contrôler ces émissions contribuent à la pollution de l'atmosphère par les SOx, y compris aux retombées de SOx, et qui indique les effets préjudiciables qu'elles ont sur les zones terrestres et maritimes considérées. Cette évaluation doit comprendre une description des effets que les émissions de SOx ont sur les écosystèmes terrestres et aquatiques, les zones de productivité naturelle, les habitats critiques, la qualité de l'eau, la santé de l'homme et les zones importantes sur le plan culturel et scientifique, s'il y a lieu. Les sources des données pertinentes, y compris les méthodes utilisées, doivent être mentionnées. |
|---------------|---|

##### 4.1 Effets sur la santé liés à l'exposition aux polluants atmosphériques

Les cas évités de mortalité due au cancer des poumons et aux maladies cardiovasculaires ainsi que de morbidité due à l'asthme infantile, en raison de la désignation de l'ECA SOx Med proposée, ont été estimés à l'aide du modèle de santé de pointe, publié récemment dans *Nature Communications* (1), référencé dans le document MEPC 70/INF.34. Ce modèle produit des estimations à haute résolution (10 km x 10 km) de la mortalité et de la morbidité, correspondant à la résolution des grilles de concentration sous-jacentes fournies par le Système de modélisation intégrée de la composition atmosphérique (SILAM/System for Integrated modelLing of Atmospheric composition). L'approche de modélisation à haute résolution réduit la sous-estimation et la surestimation de la mortalité et de la morbidité inhérentes à des modèles moins précis (50 km x 50 km) d'émissions et de population. Les résultats du modèle comprennent des estimations quadrillées à haute résolution de la mortalité et de la morbidité ainsi que des charges de morbidité inhérentes à chaque pays figurant dans le **Graphique 2.1-1**. Les estimations de la croissance démographique par pays, les taux d'incidence des maladies et les structures d'âge, ainsi que les données démographiques et socioéconomiques quadrillées à l'échelle mondiale provenant du Centre de données et d'applications socio-économiques (SEDAC) (3) et de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) ont été utilisées.

##### 4.2 Nature des effets des PM sur la santé

Les particules fines dont le diamètre médian de masse est inférieur à 10 microns ( $\mu\text{m}$ ) ( $\text{PM}_{10}$ ) peuvent être aspirées profondément dans les poumons et contribuer au développement de maladies. Plus précisément, les particules fines dont le diamètre médian de masse est inférieur à 2.5  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ) peuvent traverser la barrière pulmonaire et pénétrer dans le flux sanguin, ce qui augmente le risque de maladies cardiovasculaires et respiratoires, y compris de cancer des poumons. L'exposition chronique à des concentrations ambiantes élevées de particules fines est associée à un risque plus grand de maladies cardiovasculaires et pulmonaires que l'exposition à de faibles concentrations. Cependant, aucun seuil inférieur n'a été identifié : un risque accru de développement de maladies existe à tous les niveaux d'exposition aux PM.

##### 4.3 Méthodologie d'estimation des effets sur la santé

La méthodologie de modélisation des impacts sur la santé suit l'approche abordée dans les travaux précédents (4, 5). Ces travaux antérieurs ont appliqué les fonctions de risque de mortalité identifiées dans Ostro (2004) (6), qui, à son tour, s'appuie sur les travaux élaborés à partir de l'étude américaine Harvard Six Cities, conduite plus tôt par Pope, et al (7-9).

Les concentrations d'exposition aux  $\text{PM}_{2.5}$  dans la région de la mer Méditerranée sont semblables à celles de l'étude Harvard six Cities : les fonctions de risque de mortalité prématurée découlant de cette étude peuvent donc être appliquées à cette zone.

Cette évaluation des impacts sur la santé fait suite à des travaux publiés dans *Nature Communications* en 2018 qui utilisent une fonction de concentration-réponse (C-R) provenant de Lepeule et al (2012),

qui actualise l'épidémiologie de l'étude Harvard six Cities (10). Les effets sur la santé sont estimés à l'aide d'une fonction C-R linéaire, qui reflète une compréhension actualisée de la relation entre la santé et l'exposition à la pollution atmosphérique et fournit des estimations améliorées des résultats pour la santé lorsque les concentrations ambiantes de PM<sub>2.5</sub> dépassent les recommandations de l'OMS (> 20 µg/m<sup>3</sup>). Les estimations des résultats pour la santé sont axées sur les réponses en matière de mortalité par cancer cardiovasculaire et pulmonaire chez les populations âgées de plus de 30 ans, en ligne avec Lepeule et al. (2012). Comme dans les travaux antérieurs (Sofiev et al., 2018), une évaluation de la morbidité due à l'asthme infantile (11), a été incluse.

Les données relatives à la population quadrillée pour 2020 proviennent de la version 4 de la collection « Gridded Population of the World » (Population quadrillée du monde) du Centre d'applications et de données socio-économiques (SEDAC/Socioeconomic data and applications center) (3). Ces données fournissent des chiffres de populations quadrillées, qui ont été rééchantillonnés à une résolution de 0.1° x 0.1° (~10 km x 10 km) pour refléter les différences régionales dans les chiffres de population. Ces données démographiques se fondent sur les statistiques de l'ONU et appliquent des taux sous-nationaux de changement de population (croissance/déclin) pour estimer les chiffres de population à l'avenir. Des fractions de cohortes d'âge au niveau national sont appliquées pour compter la population de chaque État membre de l'Organisation des Nations Unies (12). Une structure uniforme de la population selon l'âge a été prise comme postulat dans chaque pays, en multipliant la grille de population par la fraction de population spécifique au pays de moins de 14 ans et âgée entre 30 et 99 ans. Cette approche ne tient probablement pas compte des différences régionales dans les cohortes d'âge, mais représente la meilleure pratique disponible étant donné la carence en matière de données relatives aux cohortes d'âge inhérentes à chaque pays.

Les taux d'incidence des maladies cardiovasculaires et du cancer du poumon propres à chaque pays découlent des données de l'Observatoire mondial de la santé (GHO) de l'Organisation mondiale de la santé (Tableau 4.3-1) (13, 14). Pour déterminer les résultats sanitaires globaux associés aux émissions des navires et à l'ECA SOx Med, nous calculons la mortalité évitée en fonction de la variation de la concentration ambiante en PM<sub>2.5</sub> entre le scénario MARPOL VI (0.50 % S m/m) de 2020 et le scénario de l'ECA SOx Med (0.10 % S m/m).

Tableau 4.3-1. Taux de mortalité lié aux maladies cardiovasculaires et au cancer du poumon et taux de morbidité due à l'asthme infantile conformément aux données de l'OMS

| Pays                      | Cardiovasculaire<br>(Maladie pour<br>100.000) | Cancer du<br>poumon<br>(Maladie pour<br>100.000) | Asthme<br>(Pourcentage de<br>maladie, âge < 14<br>ans) |
|---------------------------|---|--|--|
| Albanie                   | 330,0   | 26,0   | 3,6  |
| Algérie                   | 220,3   | 8,7  | 7,1  |
| Bosnie-Herzégovine        | 277,8   | 29,1   | 9,9  |
| Croatie                   | 208,0   | 22,9   | 5,2  |
| Chypre                    | 142,3   | 20,7   | 9,9  |
| Égypte                    | 412,3   | 7,6  | 5,2  |
| France                    | 70,6  | 27,8   | 12,6   |
| Grèce                     | 135,1   | 31,8   | 9,8  |
| Israël                    | 77,1  | 20,3   | 10,3   |
| Italie                    | 103,2   | 22,9   | 11,4   |
| Liban                     | 295,0   | 17,0   | 11,6   |
| Libye                     | 324,0   | 19,0   | 9,9  |
| Malte                     | 138,5   | 20,9   | 14,1   |
| Monaco                    | 70,6  | 27,8   | 9,9  |
| Monténégro                | 329,2   | 36,6   | 9,9  |
| Maroc                     | 260,3   | 12,8   | 13,3   |
| Slovénie                  | 138,5   | 28,7   | 9,9  |
| Espagne                   | 82,1  | 23,8   | 13,9   |
| République arabe syrienne | 377,5   | 17,0   | 5,1  |
| Tunisie                   | 278,5   | 15,7   | 9,3  |
| Turquie                   | 202,6   | 29,8   | 9,9  |



Les taux d'incidence de l'asthme infantile par pays sont communiqués dans le Rapport mondial sur l'asthme de 2014 (15). Dans le cas de la maladie asthmatique, les données « Asthma ever » (« a déjà eu l'asthme ») relatives au groupe d'âge de 13-14 ans consignées dans le rapport susmentionné () ont été utilisées, et ce pourcentage a été appliqué à la fraction de la population âgée de moins de 14 ans. Zheng et al. (11) fournit des facteurs de risque relatif (RR) pour l'asthme infantile résultant de l'exposition à la pollution par les PM<sub>2.5</sub> (Tableau 2 de Zheng), qui ont été convertis en coefficients  $\beta$ .

La mortalité et la morbidité évitées dues aux modifications des concentrations ambiantes de particules fines totales (PM<sub>Totales</sub>) ont été calculées à l'aide des approches susmentionnées, en accord avec d'autres travaux récents dans ce domaine (5, 16). L'effet total (E) des modifications pour chaque cellule de grille découle de l'équation suivante :

$$E = FA \cdot B \cdot P$$

Où  $B$  représente le taux d'incidence de l'effet sur la santé correspondant (Tableau 4.3-1) ;  $P$  représente la population pertinente, pondérée par la cohorte d'âge ; et  $FA$  représente la fraction attribuable des maladies dues à la pollution par les particules découlant du transport maritime, et s'obtient comme suit :

$$FA = \frac{RR-1}{RR}$$

Pour un modèle C-R « linéaire », la réponse RR est donnée par la fonction (17):

$$RR = e^{\beta \cdot (C_1 - C_0)}$$

Et par conséquent,

$$FA = 1 - e^{\beta \cdot (C_0 - C_1)}$$

ce qui conduit à cette nouvelle équation :

$$E = [1 - e^{\beta \cdot (C_0 - C_1)}] \cdot B \cdot P$$

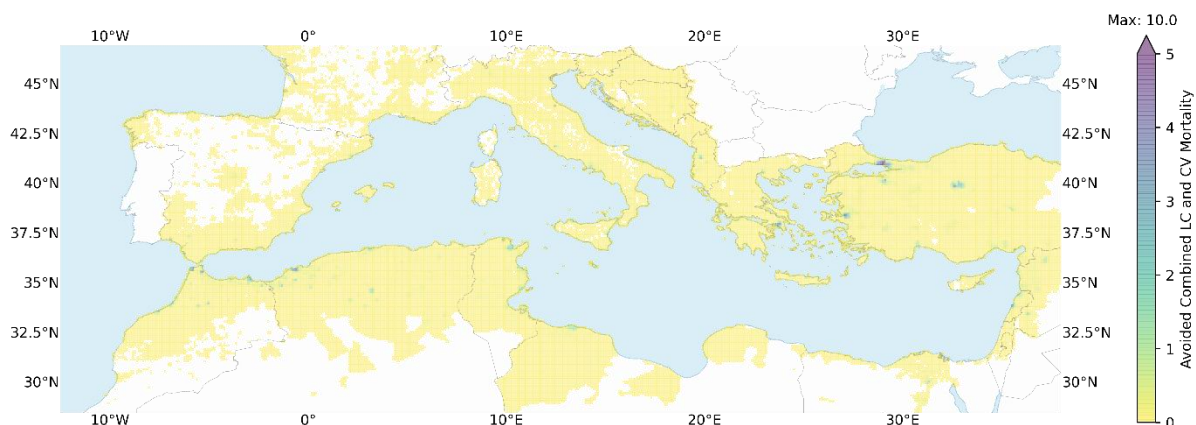
Où  $\beta = 0.023111$  (IC à 95 % = 0.013103, 0.033647) pour la mortalité cardiovasculaire;  $\beta = 0.031481$  (IC à 95 % = 0.006766, 0.055962) pour la mortalité liée au cancer du poumon (8, 10, 18); et où  $\beta = 0.002469$  (IC à 95 % = 0.001291, 0.003633) pour la morbidité due à l'asthme infantile (11).

Cette approche suit les lignes directrices de l'OMS exposées dans la charge mondiale de morbidité de 2016 (19), combinant les données dérivées de l'OMS relatives aux incidences sur la santé avec des données sur la population quadrillée et la qualité de l'air ambiant. Les fonctions intégrées exposition-réponse (IER/Integrated exposure response), sont quelque peu modifiées mais demeurent similaires d'un point de vue fonctionnel aux IER recommandées par l'OMS.

#### 4.4 Effets quantifiés sur la santé humaine de l'exposition aux émissions provenant des navires

##### 4.4.1 Mortalité liée à des maladies cardiovasculaires ou à un cancer du poumon évitée

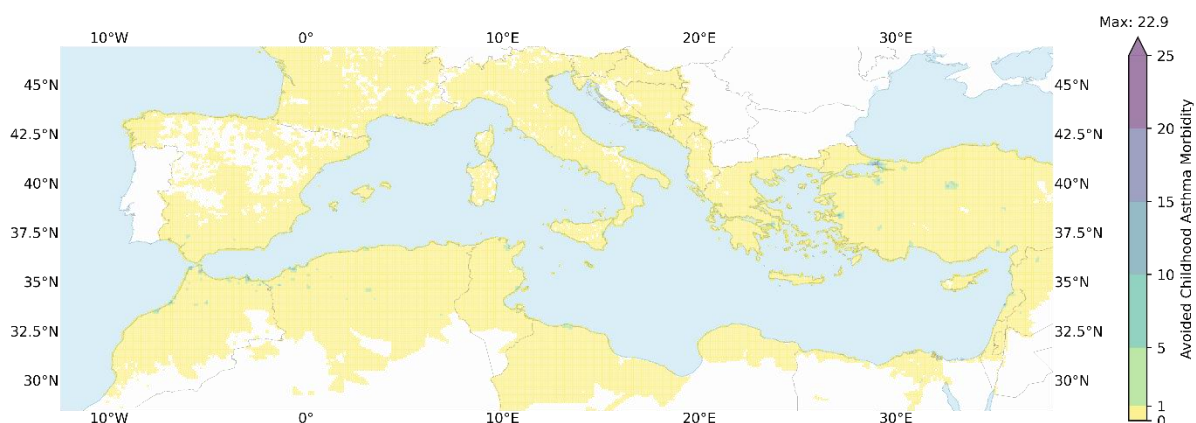
Les résultats sanitaires sont améliorés dans les zones côtières de l'ensemble des États riverains de la mer Méditerranée. Le Graphique 4.4-1, présente la mortalité liée à des maladies cardiovasculaires ou à un cancer du poumon évitée, en cas de désignation de l'ECA SOx Med proposée. Dans de nombreux cas, les résultats en termes de santé sont améliorés à des centaines de kilomètres à l'intérieur des terres. Les conclusions de la modélisation indiquent une réduction de la mortalité liée à des maladies cardiovasculaires de l'ordre de 970 décès par an et une réduction de la mortalité liée à un cancer du poumon de l'ordre de 150 décès par an. En raison de l'interaction entre les améliorations de la qualité de l'air, les centres de population et les taux d'incidence inhérents à chaque pays, on observe des points chauds où la mortalité évitée due à la réduction des émissions provenant des navires est plus importante. On relève des grappes de ces points chauds en Afrique du Nord ainsi que dans les régions de la Méditerranée orientale.



Graphique 4.4-1. Mortalité liée à des maladies cardiovasculaires ou à un cancer du poumon évitée en cas de désignation de l'ECA SOx Med proposée

#### 4.4.2 Morbidité due à l'asthme infantile

Les résultats sanitaires de l'asthme infantile sont améliorés dans tous les États riverains de la mer Méditerranée. Le **Graphique 4.4-2** présente la morbidité due à l'asthme infantile évitée en cas de désignation de l'ECA SOx Med proposée. La morbidité évitée renvoie en l'espèce au nombre d'enfants qui, chaque année, subissent un ou plusieurs épisodes d'asthme causés par la pollution provenant des navires. On relève dans de nombreux cas, des résultats sanitaires améliorés à des centaines de kilomètres à l'intérieur des terres, et de nombreux États riverains de la mer Méditerranée, bénéficient des avantages de l'ECA SOx Med proposée sur l'ensemble de leur territoire. Les conclusions de la modélisation indiquent, une réduction de la morbidité due à l'asthme infantile, chaque année, de l'ordre de 2.300 cas d'enfants qui autrement subiraient un ou plusieurs épisodes d'asthme causés par la pollution provenant des navires. En ce qui concerne la morbidité, les résultats sanitaires sont améliorés dans de vastes zones des États riverains de la mer Méditerranée, avec un point chaud de morbidité d'asthme évitée relevé en Afrique du Nord et dans l'est de la Méditerranée.



Graphique 4.4-2. Morbidité de l'asthme infantile évitée en cas de désignation de l'ECA SOx Med proposée

#### 4.4.3 Résumé des bénéfices estimés en termes de santé

Le **Tableau 4.4-1**, présente les bénéfices estimés en termes de santé avec un intervalle de confiance de 95%. On estime que l'amélioration découlant d'une transition, de MARPOL VI aux normes SECA, permettrait d'éviter 969 cas de mortalité cardiovasculaire et 149 cas de mortalité en raison d'un cancer du poumon. En outre, la morbidité due à l'asthme infantile serait réduite chaque année à hauteur de 2,314 enfants de moins de 14 ans.

Tableau 4.4-1. Résumé des bénéfices estimés en termes de santé en cas de désignation de l'ECA SOx Med proposée (année modèle 2020)

| Résultats du scénario (Modèle C-R linéaire)   | Réduction de la mortalité (Décès prématurés annuels chez les adultes) |                                       | Asthme infantile évité (Cas évités chaque année) |                                       |
|---|---|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| <b>Bénéfices en termes de santé en cas de désignation de l'ECA SOx Med proposée</b> | Réduction de la mortalité   |                                       | Réduction de la morbidité due à l'asthme         |                                       |
|   | Mortalité due à des maladies cardiovasculaires évitée                 | 969<br>(IC 95 % 551 ; 1412)           | <b>Cas d'asthme infantile évités</b>             | <b>2314<br/>(IC 95 % 1211 ; 3406)</b> |
|   | Mortalité due à un cancer du poumon évitée                            | 149<br>(IC 95 % 32 ; 270)             |  |                                       |
|   | <b>Mortalité combinée évitée</b>                                      | <b>1 118<br/>(IC 95 % 583 ; 1682)</b> |  |                                       |

#### 4.5 Résumé de l'impact des émissions provenant des navires sur la santé humaine

Tel que décrit ci-dessus, les émissions provenant des navires contribuent à de nombreux effets néfastes sur la santé humaine. La désignation de l'ECA SOx Med proposée réduirait le risque de mortalité prématurée et permettrait de prévenir de nombreux effets sur la santé liés à la morbidité. Ainsi, la présente proposition répond au critère 3.1.4 « santé humaine » de l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL

## 5 Impact des émissions des navires sur les écosystèmes

La présente Section communique des informations complémentaires par rapport à la **Section 3** et la **Section 4** en traitant du critère 3.1.4 de l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL, dont le libellé est le suivant :

|               |   |
|---------------|---|
| Critère 3.1.4 | Une évaluation qui montre que les émissions de SOx provenant des navires exploités dans la zone où il est proposé de contrôler ces émissions contribuent à la pollution de l'atmosphère par les SOx, y compris aux retombées de SOx, et qui indique les effets préjudiciables qu'elles ont sur les zones terrestres et maritimes considérées. Cette évaluation doit comprendre une description des effets que les émissions de SOx ont sur les écosystèmes terrestres et aquatiques, les zones de productivité naturelle, les habitats critiques, la qualité de l'eau, la santé de l'homme et les zones importantes sur le plan culturel et scientifique, s'il y a lieu. Les sources des données pertinentes, y compris les méthodes utilisées, doivent être mentionnées. |
|---------------|---|

### 5.1 Vue d'ensemble des dépôts découlant des émissions de SOx et de PM provenant des navires

La modélisation de la qualité de l'air indique, en cas de désignation de l'ECA SOx Med proposée, une réduction généralisée des dépôts humides et secs de SOx et de PM<sub>2.5</sub> découlant de la diminution de la teneur en soufre des fuel-oils. Cela implique que les écosystèmes et les sites du patrimoine culturel sensibles autour de la zone de la mer Méditerranée bénéficieraient des améliorations de la santé environnementale résultant de l'ECA SOx proposée.

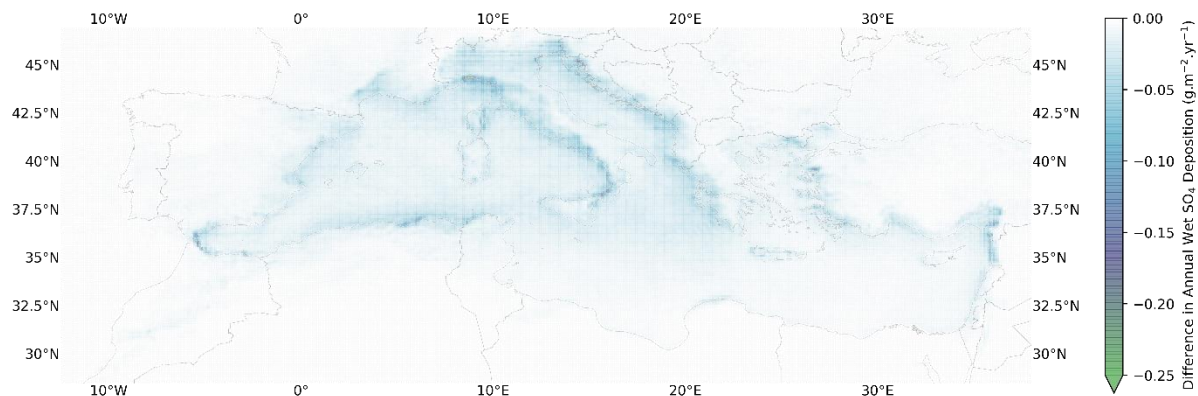
### 5.2 Impacts environnementaux et écosystémiques et zones à risque

La pollution par le biais des SOx se produit au cours de la combustion des moteurs marins, à partir du soufre présent dans le carburant marin. Les émissions des gaz d'échappement des navires contribuent à la formation d'aérosols de sulfate (SO<sub>4</sub>), qui sont de petites particules. Les aérosols de sulfate sont acides. Ils sont susceptibles d'être transportés en suspension dans l'air, sur terre ou dans l'eau, où ils peuvent être déposés par des processus humides (par ex. la pluie) ou secs (par ex. la stabilisation gravitationnelle). L'augmentation des dépôts acides associés aux émissions de SOx entraîne des effets délétères sur les écosystèmes aquatiques et terrestres. Les dépôts de sulfate dans l'eau impliquent une baisse du pH dans les milieux aquatiques. Des niveaux de pH plus bas altèrent les écosystèmes sensibles, car les espèces de faune et de flore intolérantes à l'acide sont négativement affectées, ce qui peut provoquer des changements trophiques plus importants et une modification de l'écosystème. Les dépôts de sulfate dans les environnements terrestres nuisent aux plantes, car l'augmentation de l'acidité détruit des minéraux et des nutriments nécessaires à leur croissance et endommage leur feuillage – ce qui réduit la capacité photosynthétique. En outre, le sulfate atmosphérique provoque un effet de diffusion de la lumière, une brume accrue et une visibilité réduite en découlent. Outre les impacts environnementaux, les dépôts acides peuvent détériorer le matériel des structures bâties et des statues.

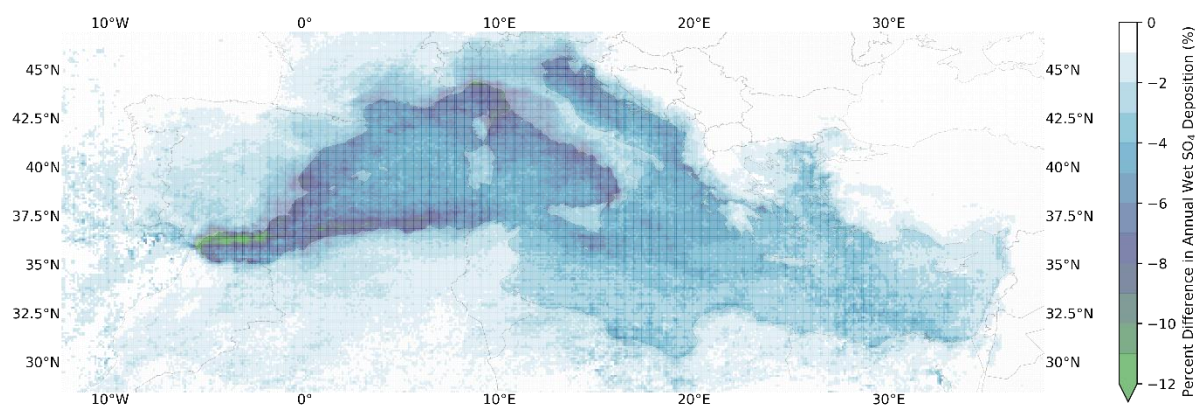
#### 5.2.1 Dépôts de Sulfate (SO<sub>4</sub>)

Les diminutions de dépôts humides (**Graphique 5.2-1** et **Graphique 5.2-2**) et secs (**Graphique 5.2-3** et **Graphique 5.2-4**) au titre de la désignation de l'ECA SOx Med, sont du même ordre en termes d'importance mais suivent des modèles différents. La diminution des dépôts humides de sulfate est la plus importante dans l'ouest et le nord de la Méditerranée et l'on relève également une réduction des dépôts de SO<sub>4</sub> à l'intérieur des terres. Les réductions des dépôts sec de sulfate sont plus étroitement liées aux voies de navigation au trafic élevé. Sur l'ensemble de la mer Méditerranée, la réduction moyenne des dépôts humides de sulfates est de 43.3 hag<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup> et la réduction maximale observée est de 3.127.8 hag<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup>. La diminution maximale en pourcentage des dépôts humides de sulfate observée est de 14.23 % (elle s'est produite au-dessus du détroit de Gibraltar). La diminution moyenne en pourcentage des dépôts humides de sulfate dans la zone de la mer Méditerranée est estimée à 1.16 %.

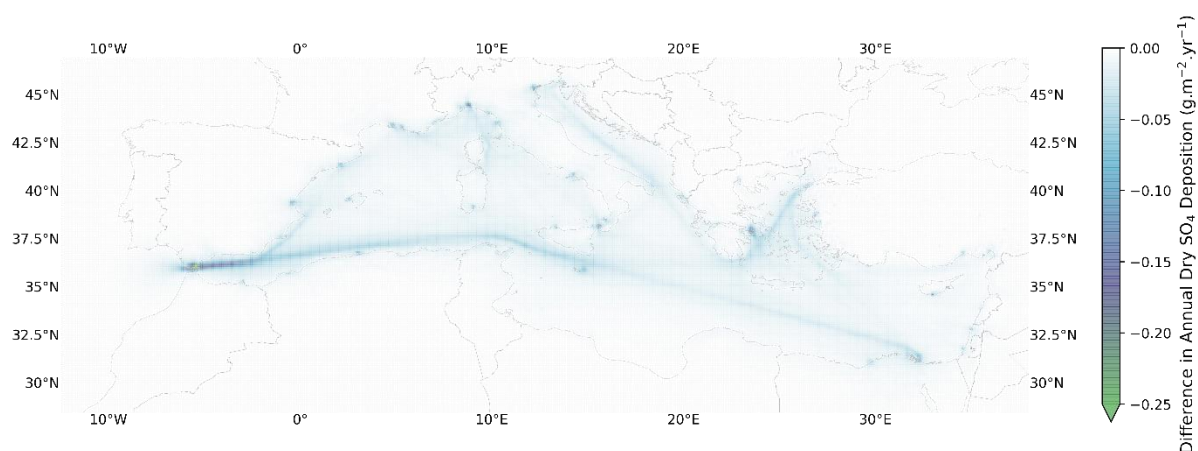
La diminution maximale en pourcentage des dépôts sec de sulfate observée est de 48.13 % (**Graphique 5.2-4**), (elle s'est produite au-dessus du détroit de Gibraltar et s'étend vers l'est en direction d'Alger). La diminution moyenne en pourcentage des dépôts sec de sulfate dans la zone de la mer Méditerranée est estimée à 1.95 %.



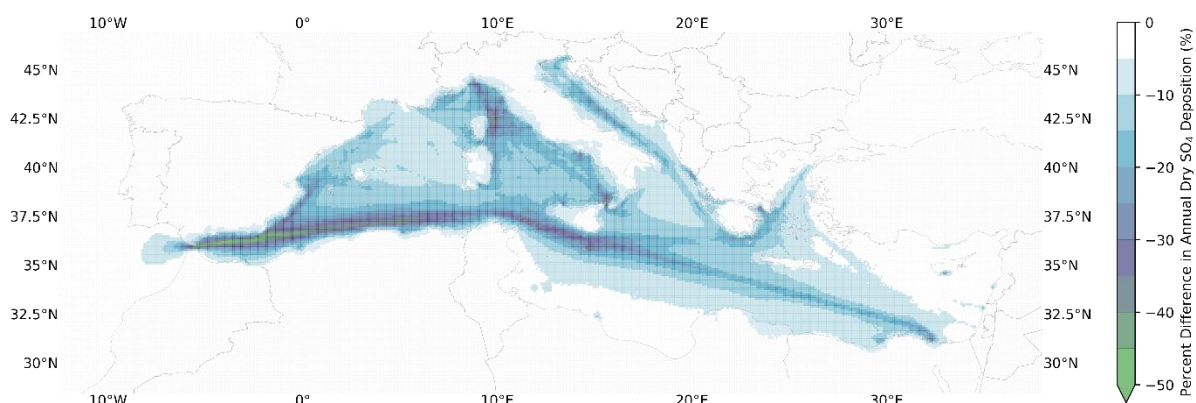
Graphique 5.2-1. Diminution des dépôts humides annuels de sulfate entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée



Graphique 5.2-2. Diminution en pourcentage des dépôts humides annuels de sulfate entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée



Graphique 5.2-3. Diminution des dépôts secs annuels de sulfate entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée



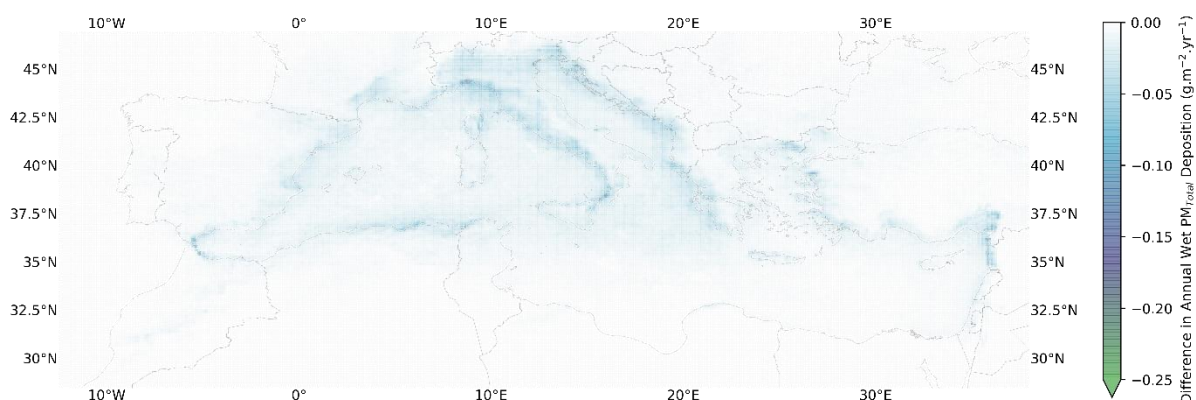
Graphique 5.2-4. Diminution en pourcentage des dépôts secs annuels de sulfate entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée

### 5.2.2 Dépôts de PM<sub>Totales</sub>

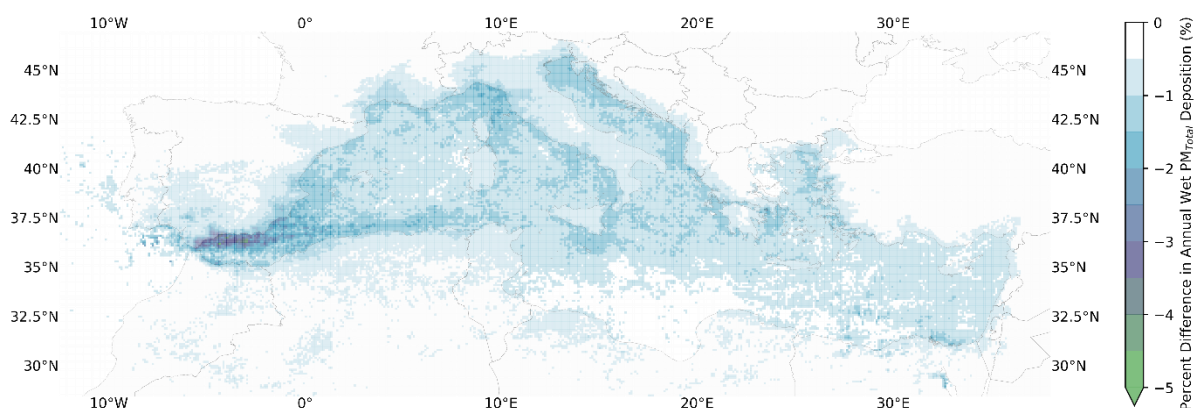
Les changements relatifs aux dépôts humides de PM<sub>Totales</sub> (**Graphique 5.2-5** et **Graphique 5.2-6**) consécutifs à la désignation de l'ECA SOx proposée sont deux ordres de grandeur plus importants que les diminutions des dépôts secs et sont répartis géographiquement de façon différente. Les diminutions des dépôts humides des PM<sub>Totales</sub> sont les plus importantes à l'ouest et au nord de la Méditerranée et à l'intérieur des terres. Les réductions des dépôts secs de PM<sub>Totales</sub> (**Graphique 5.2-7** et **Graphique 5.2-8**) sont plus géographiquement limitées à l'ouest de l'Espagne, au nord de l'Algérie, aux Alpes et aux zones isolées en Grèce. Les dépôts secs de PM<sub>Totales</sub> augmentent quant à eux, au-dessus de l'eau, le long de la voie maritime principale à travers le détroit de Gibraltar, au-delà de Malte et vers Suez.

La diminution maximale, observée en pourcentage de dépôts humides de PM<sub>Totales</sub>, est de 4.58 % (**Graphique 5.2-8**), (elle s'est produite au-dessus du détroit de Gibraltar). La diminution moyenne en pourcentage des dépôts humides de PM<sub>Totales</sub> est estimée à 0.25 % pour la zone de la mer Méditerranée.

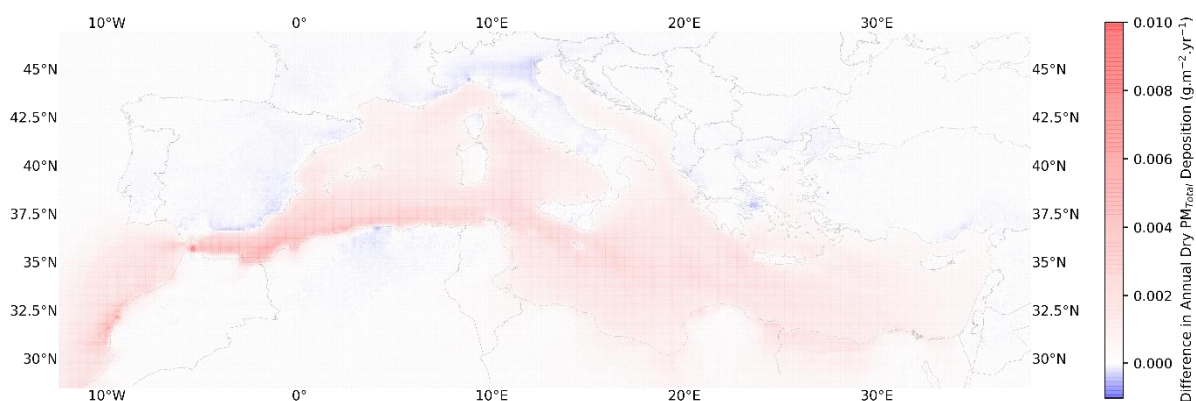
L'augmentation maximale, observée en pourcentage de dépôts secs de PM<sub>Totales</sub> est de 8.45 % (**Graphique 5.2-8**), (elle s'est produite au-dessus du détroit de Gibraltar et s'étend vers l'est en direction d'Alger). La variation moyenne en pourcentage des dépôts secs de sulfate estimée pour la région de la mer Méditerranée est de 0.66 %, ce qui indique que les dépôts secs de PM<sub>Totales</sub> augmentent globalement lors du passage de MARPOL VI à l'ECA SOx Med, mais avec une variation géographique significative.



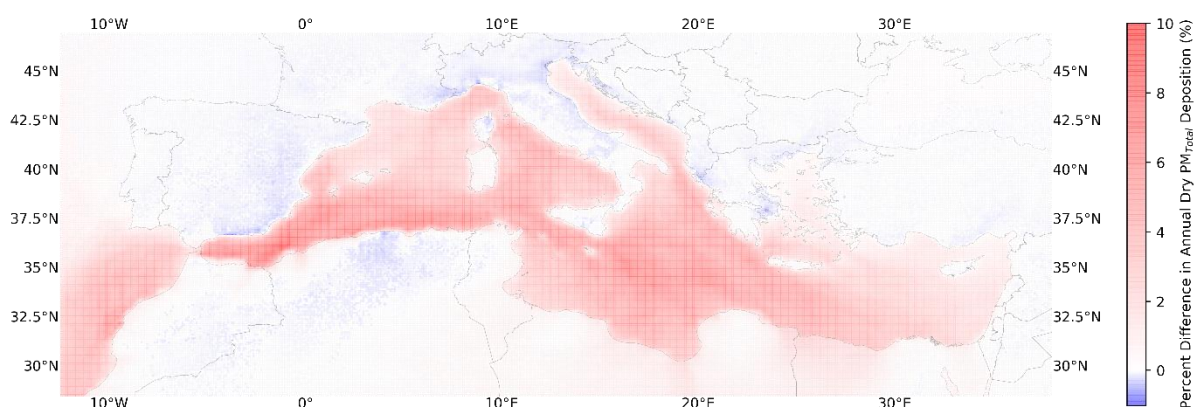
Graphique 5.2-5. Diminution des dépôts humides annuels de PM<sub>Totales</sub> entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée



Graphique 5.2-6. Diminution en pourcentage des dépôts humides annuels de  $PM_{Totales}$  entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée



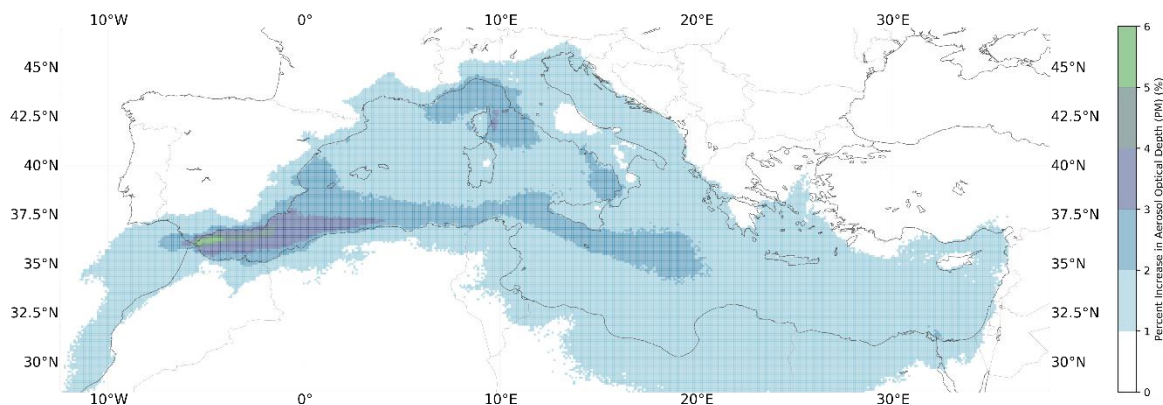
Graphique 5.2-7. Changements des dépôts secs annuels de  $PM_{Totales}$  entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée



Graphique 5.2-8. Changements en pourcentage des dépôts secs annuels de  $PM_{Totales}$  entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med proposée

### 5.2.3 Modification de la visibilité

Le **Graphique 5.2-9** indique le pourcentage estimé d'augmentation de la profondeur optique des aérosols. L'augmentation de la profondeur optique des aérosols découle d'une brume réduite et d'une visibilité accrue. Ce graphique montre une augmentation généralisée de la profondeur optique des aérosols sur les zones d'eau de la mer Méditerranée qui s'étend à l'intérieur des terres au-dessus de l'Afrique du Nord. Les plus importantes augmentations de la profondeur optique des aérosols se produisent au-dessus du détroit de Gibraltar et au nord du Maroc et de l'Algérie, ainsi que le long de la voie maritime principale reliant le détroit de Gibraltar, Malte, et vers Suez.



Graphique 5.2-9. Variation en pourcentage de la profondeur optique des aérosols (espèces de PM) entre MARPOL VI et l'ECA SOx Med Proposée

### 5.3 Impacts associés au dépôt de PM<sub>2.5</sub> et de substances toxiques dans l'air

Le dépôt de PM<sub>2.5</sub> et de composés atmosphériques toxiques peut contribuer à créer des dépôts acidifiants et une eutrophisation, conduire à des niveaux de pH plus bas dans les eaux de surface, les ports et entraîner une augmentation des métaux lourds et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Les dépôts peuvent s'effectuer sous forme humide ou sèche. Ceux humides se produisent lorsque les particules, les composés acidifiants et les substances toxiques sont déchargés par précipitation, servant de noyaux de condensation dans les nuages. Les dépôts secs surviennent lorsque les particules transmises par les processus atmosphériques s'installent dans des environnements terrestres ou marins. Les zones côtières reçoivent les plus importants dépôts de soufre oxydé provenant des navires, potentiellement jusqu'à 70 %. Sur le plan national, les zones côtières des pays où ces dépôts provenant de navires sont susceptibles de se produire, peuvent représenter 5 à 70 % du dépôt total de soufre en fonction de la taille du pays et la proximité du trafic maritime [Jonson et al 2020].

La Méditerranée est qualifiée d'écosystème sensible [Turley1999] et désignée comme une région à forte biodiversité marine, avec plus de 17.000 espèces marines recensées dans la zone [Coll 2010]. La Méditerranée fait face à une série de défis anthropogéniques menaçant sa biodiversité, y compris la perte et la dégradation des habitats, les impacts de la pêche, le changement climatique, les espèces envahissantes et la pollution [Coll 2010]. Le pH de la mer Méditerranée diminue rapidement [Flecha et al. 2015], les dépôts acides des navires contribuant à l'acidification de la région [Jonson 2020, Teuchies 2020].

Les dépôts de PM<sub>2.5</sub> et d'autres substances provenant des émissions des navires contribuent à l'acidification des eaux marines et douces [Hasselov et al., 2013, Jonson et al., 2020] et des écosystèmes terrestres [Cerro 2020]. L'acidification altère les cycles biogéochimiques de l'acidification et affecte les espèces animales et végétales aquatiques et terrestres [Jakovljevic et al. 2019]. En outre, l'acidification des milieux marins réduit le pouvoir tampon des eaux, qui, associée à une physiologie et un cycle des nutriments altérés par l'acidification, peut entraîner une modification des chaînes alimentaires et des stocks de poissons [Hilmi et al., 2014, Dupont et Portner, 2013]. La pêche en Méditerranée et en mer Noire génère des revenus annuels de 2.8 milliards de Dollars US, crée 250.000 emplois à bord de navires et nourrit des centaines de milliers de personnes dans la région [FAO, 2018]. Près de la moitié (47%) des stocks de poissons de la Méditerranée se caractérisent par leur faible biomasse, 31% par leur biomasse intermédiaire, et la plupart des stocks de la région sont surexploités [FAO, 2018].

Les carburants plus propres peuvent également contenir moins de métaux lourds et de composés chimiques toxiques. Les substances toxiques dans l'air incluent des composés chimiques tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des métaux lourds, qui sont présents dans les carburants marins et qui sont rejetés dans l'atmosphère au cours de la combustion. Les métaux lourds relâchés dans l'atmosphère au cours de la combustion des fiouls marins sont le nickel, le vanadium, le cadmium, le fer, le plomb, le cuivre, le zinc et l'aluminium [Agrawal 2008]. Il est notoire que les HAP et



les métaux lourds causent plusieurs effets nuisibles sur les organismes terrestres et aquatiques, y compris des troubles physiologiques, une croissance et une dynamique de population altérées négativement, tout en représentant une cause de mortalité. On sait que les HAP et les métaux lourds s'accumulent, ce qui affecte de multiples niveaux de réseaux trophiques [Hasselov 2020, Logan, 2007], les mammifères marins prédateurs apex accumulant des niveaux élevés d'HAP et de métaux dans leurs tissus [Monteiro 2020].

Les États riverains de la mer Méditerranée comptent de nombreux sites du patrimoine culturel, certains datant de quelques milliers d'années. Les dépôts humides et secs de substances acides sont réputés pour réagir avec les roches carbonatées, y compris le marbre et les calcaires [Livingstone 2016], qui se trouvent partout en Méditerranée et ont largement été utilisées afin de bâtir des sites historiques [Calvo et Regueiro, 2010]. La karstification - la roche carbonatée se dissolvant naturellement dans l'eau de pluie puisque la calcite est soluble dans l'eau - peut être accélérée par le dépôt d'une pollution atmosphérique anthropique. La réduction des émissions de soufre et de particules des navires atténue cet effet.

La zone de la mer Méditerranée compte une biodiversité abondante dans des écosystèmes terrestres et aquatiques, des activités de pêche qui génèrent des milliards de dollars US par an pour l'économie régionale et qui emploient et nourrissent des centaines de milliers de personnes, ainsi qu'un riche patrimoine culturel. Les bénéfices liés à la désignation de l'ECA SOx Med, résumés en **Section 5.4** et dans le **Tableau 5.4-1**, impliquent une réduction généralisée des dépôts humides et secs de sulfate et de particules, ainsi qu'une meilleure visibilité. Les conséquences de la réduction des dépôts de sulfate et de PM sont claires. L'ECA SOx Med proposée permettra d'améliorer la santé de l'écosystème et les activités de pêche, de réduire les impacts sur la biodiversité sensible de la région et prolonger la longévité des sites importants du patrimoine culturel de la région.

#### 5.4 Résumé des bénéfices environnementaux

La réduction des dépôts de sulfate est un proxy (indicateur) de changements potentiels de l'acidification du pH dans les écosystèmes aquatiques et terrestres. La réduction des dépôts de PM<sub>totales</sub> est un proxy (indicateur) de changements potentiels relatifs à d'autres effets sur les particules et les éléments nutritifs. Il convient de noter que les dépôts secs de PM<sub>totales</sub> ont mis en lumière certaines zones présentant des petites augmentations de dépôts, en raison de la formation non linéaire de PM en réaction à la réduction de sulfate, ce qui est conforme aux conclusions de la doctrine scientifique. La profondeur optique des aérosols est un proxy (indicateur) de l'augmentation des particules en suspension impliquant la brume régionale et la perte de visibilité. Une augmentation de la profondeur optique des aérosols indique une amélioration de la visibilité.

Il convient de relever en outre que, bien que cette analyse se concentre sur les bénéfices apportés aux États riverains de la mer Méditerranée, les avantages en termes de santé humaine et environnementaux sont susceptibles de s'étendre à des pays se trouvant en dehors de la zone de la mer Méditerranée.

*Tableau 5.4-1. Résumé des proxies (indicateurs) d'autres bénéfices découlant de l'ECA SOx Med proposée*

| Proxy des bénéfices environnementaux                   | Plage de changement relatif (%) |
|--|---------------------------------|
| Dépôts humides de sulfate                              | Réduction de 1 à 15 %           |
| Dépôts secs de sulfate                                 | Réduction de 1 à 50 %           |
| Dépôts secs de PM <sub>totales</sub>                   | Réduction de 0.5 à 5 %          |
| Dépôts secs de PM <sub>totales</sub>                   | Réduction de 0 à 10 %           |
| Profondeur optique de l'aérosol (se rapportant aux PM) | Augmentation de 1 % à 6 %       |

## **5.5 Résumé de l'impact des émissions des navires sur l'environnement**

Tel que décrit ci-dessus, les émissions des navires contribuent à une augmentation des dépôts d'espèces acidifiantes et de PM. La désignation de l'ECA SOx Med proposée réduirait le dépôt d'espèces acidifiantes et particulaires dans la zone de la mer Méditerranée et permettrait d'améliorer la visibilité. Ainsi, la présente proposition répond à la partie du critère 3.1.4 de l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL relative à la protection de l'environnement.

## 6 Influence des conditions météorologiques sur la pollution atmosphérique

|               |   |
|---------------|---|
| Critère 3.1.5 | Tout renseignement utile au sujet des conditions météorologiques dans la zone où il est proposé de contrôler les émissions de SO <sub>x</sub> , ainsi que dans les zones terrestres et maritimes menacées, concernant en particulier les caractéristiques des vents dominants, ou au sujet des conditions topographiques, géologiques, océanographiques, morphologiques ou autres qui risquent d'entraîner une augmentation du degré local de pollution de l'atmosphère ou des niveaux d'acidification. |
|---------------|---|

25 Les conditions météorologiques dans la région de la mer Méditerranée transportent vers la terre une part importante des émissions provenant des navires en mer et des polluants en décollant qui se sont formés dans l'atmosphère. Les émissions de SO<sub>x</sub> et de ses dérivés (y compris les particules) provenant des navires peuvent rester en suspension dans l'air pendant environ cinq à dix jours avant d'être éliminées de l'atmosphère (par dépôt ou transformation chimique, par exemple). Au cours de la période s'écoulant entre leur émission et leur disparition de l'air, les substances polluantes peuvent être transportées sur des centaines de milles marins et des centaines de kilomètres à l'intérieur des terres par les vents souvent observés dans la région de la mer Méditerranée. L'analyse réalisée dans le cadre de cette proposition indique que les vents soufflent fréquemment sur terre dans toutes les zones de la mer Méditerranée. Certains régimes de vent sont plus courants que d'autres, de sorte que l'impact de la pollution de l'air par les navires en mer est plus important dans certaines régions que d'autres. En outre, le transport aérien de SO<sub>x</sub> et de PM à partir de navires présente un caractère transfrontalier, ce qui affecte un grand nombre d'États riverains de la mer Méditerranée.

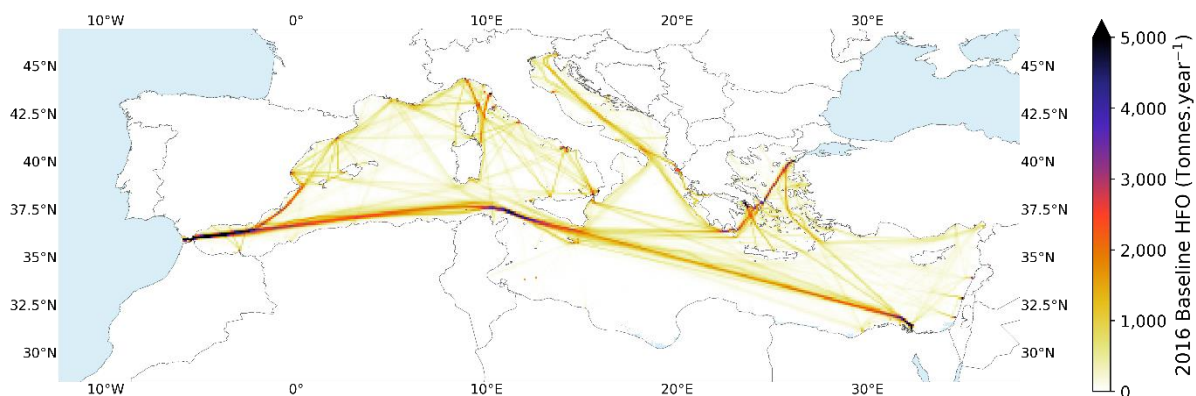
## 7 Trafic maritime dans la zone d'application proposée

La présente Section communique des données qui répondent au critère 3.1.6 de l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL, dont le libellé est le suivant :

|               |  |
|---------------|--|
| Critère 3.1.6 | La nature du trafic maritime dans la zone où il est proposé de contrôler les émissions de SO <sub>x</sub> , y compris les courants de circulation et la densité du trafic. |
|---------------|--|

### 7.1 Modèles de trafic maritime.

Sur le plan géographique, la consommation de carburant dépend des modèles régionaux de navigation. La consommation de carburant la plus élevée est observée à l'extrémité ouest de la mer Méditerranée à l'entrée du détroit de Gibraltar, dans le centre de la mer Méditerranée au large de la côte nord de la Tunisie, et à l'extrémité EST de la mer Méditerranée à l'entrée du canal de Suez (**Graphique 7.1-1**). Les modèles de consommation relative de carburant demeurent inchangés au cours des différentes années de scénario.



Graphique 7.1-1. Niveau de référence pour l'année 2016 de l'utilisation de fioul HFO

Les inventaires de référence (2016) de la consommation de carburant indiquent une consommation totale de 19.16 millions de tonnes dans la région de la mer Méditerranée (**Tableau 7.1-1**). Les données du SIA indiquent 33,163 navires uniques opérant en Méditerranée au cours de l'année de référence 2016.

Le combustible dominant utilisé en 2016 était le HFO (78.8 %). Le MDO était le second combustible le plus couramment utilisé (17.2 %), le MGO et le GNL représentant une fraction modeste de la consommation mondiale de combustible (2.8 % et 1.3 %, respectivement). Le modèle STEAM prévoit que dans le cadre de MARPOL VI, le mélange global de combustible dans la zone de la mer Méditerranée passera à 95.5 % de MDO et 3.1 % de MGO, et à 0.8 % de GNL. La consommation de HFO chute à 0.6 % dans le cadre des conditions MARPOL VI ; il continue à être utilisé par un petit nombre de navires actuellement équipés d'EGCS. Les résultats de la modélisation STEAM indiquent que les améliorations en matière de consommation de carburant ainsi que les économies d'échelle des navires entraînent une baisse de 10.8 % de la consommation globale de carburant en 2020 par rapport à 2016, accompagnée d'un changement de carburant.

Selon le scénario proposé de l'ECA SO<sub>x</sub> Med, le modèle STEAM estime la consommation totale de carburant équivalente au scénario MARPOL VI, mais avec 97.7 % de MGO et 1 % de mélange de MDO. La consommation de HFO et de GNL demeure inchangée dans le cadre des scénarios proposés par l'ECA SO<sub>x</sub> Med par rapport à la consommation de carburant prévue par MARPOL VI (**Tableau 7.1-2**).

Tableau 7.1-1. Année de référence (2016) pour la consommation de carburant et prévision de consommation de carburant pour 2020 selon les scénarios de MARPOL VI et de l'ECA SOx Med proposée

| TM                     | Année de référence 2016 | MARPOL VI 2020 | ECA SOx Med 2020 |
|------------------------|-------------------------|----------------|------------------|
| <b>Carburant total</b> | 19.160.000              | 17.100.000     | 17.100.000       |
| <b>MGO</b>             | 542.000                 | 522.000        | 16.700.000       |
| <b>MDO</b>             | 3.290.000               | 16.340.000     | 164.000          |
| <b>HFO</b>             | 15.090.000              | 99.900         | 94.700           |
| <b>GNL</b>             | 243.000                 | 141.000        | 138.000          |

Tableau 7.1-2. Pourcentages de mélange de carburants pour la zone de la mer Méditerranée en 2016 et selon les scénarios de MARPOL VI et de l'ECA SOX Med proposée

| Répartition du carburant | Mélange de carburant de référence pré-MARPOL VI | Mélange de carburant MARPOL VI | Mélange de carburant ECA SOx Med proposée |
|--------------------------|---|--------------------------------|---|
| <b>MGO</b>               | 2,8%  | 3,1%                           | 97,7%                                     |
| <b>MDO</b>               | 17,2%   | 95,5%                          | 1,0%                                      |
| <b>HFO</b>               | 78,8%   | 0,6%                           | 0,6%                                      |
| <b>GNL</b>               | 1,3%  | 0,8%                           | 0,8%                                      |

## 7.2 Résumé du trafic maritime dans la zone d'application proposée

La nature, les modèles et la densité du trafic maritime au sein de l'ECA SOx Med ont été décrits. Ces modes de navigation constituent la base de la modélisation de la consommation de carburant et de l'inventaire des émissions, qui représente un intrant de la modélisation de la qualité de l'air. Ainsi, la présente proposition répond au critère 3.1.6 de l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL.

## 8 Contrôle des sources terrestres

La présente Section communique des données qui répondent au critère 3.1.7 de l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL, dont le libellé est le suivant :

|               |   |
|---------------|---|
| Critère 3.1.7 | Une description des mesures de contrôle que le ou les États contractants qui présentent la proposition ont prises pour remédier aux émissions de NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> et de particules fines d'origine tellurique affectant les populations humaines et la zone menacée et qui sont en place et déjà appliquées, ainsi que de celles qu'il est envisagé d'adopter en application de la règle 14 de l'Annexe VI de la présente Convention |
|---------------|---|

### 8.1 Identification des mesures terrestres en vigueur de lutte contre les émissions de SO<sub>x</sub> et de PM dans les États riverains de la mer Méditerranée

La présente Section procède à un examen systématique des politiques de qualité de l'air et de réduction de la pollution entreprises par chaque État riverain de la mer Méditerranée qui est Partie contractante à la Convention de Barcelone.

Tous les États riverains de la mer Méditerranée ont adopté des mesures de contrôle des émissions provenant de sources telluriques. La portée et la mise en œuvre de ces mesures varient d'une région à l'autre, les normes de l'Union européenne (UE) étant les plus strictes en matière de qualité de l'air ambiant et de réduction des émissions. Au total, les réglementations telluriques ont conduit les émissions provenant des transports et de sources non liées aux transports dans les États riverains de la mer Méditerranée à diminuer environ pour moitié depuis 1975, avec des réductions encore plus importantes dans certains pays.

Les mesures terrestres réglementent les sources fixes et mobiles de pollution tellurique. L'analyse des mesures terrestres se décline en trois phases. Premièrement, un examen systématique des politiques, lois et règlements en vigueur identifie l'ensemble des politiques, au niveau national, visant à réduire la pollution par les SO<sub>x</sub> et les PM provenant de sources terrestres. Les sources de pollution tellurique comprennent les sources fixes, telles que les installations de production d'électricité et les usines industrielles, ainsi que les sources mobiles, telles que les camions, les voitures et les autobus. Les émissions telluriques incluent également les sources non ponctuelles, bien que celles-ci ne soient généralement pas pertinentes pour les émissions anthropiques de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et de PM<sub>2.5</sub>. Deuxièmement, une analyse des données d'inventaire identifie les réductions sectorielles des émissions de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub>. Troisièmement, une analyse des données régionales provenant des stations de surveillance de la qualité de l'air permet de déterminer une conformité éventuelle aux normes relatives aux PM<sub>2.5</sub>.

Le critère 3.1.7 de l'Appendice III de l'Annexe de MARPOL exige une description des mesures de contrôle prises par les parties présentant la proposition pour remédier aux émissions de SO<sub>x</sub> et de PM d'origine tellurique affectant les populations humaines. La présente Section expose une synthèse des politiques nationales et internationales, en décrivant les efforts terrestres de réduction des SO<sub>x</sub> et des PM au sein des États riverains de la mer Méditerranée qui sont Parties contractantes à la Convention de Barcelone, notamment ceux visant les transports et les sources fixes. Les mesures en vigueur sont rapportées sur le plan national, le cas échéant.

Les Parties contractantes à la Convention de Barcelone sont l'Albanie, l'Algérie, la Bosnie-Herzégovine, la Croatie, Chypre, l'Égypte, la France, la Grèce, Israël, l'Italie, le Liban, la Libye, Malte, Monaco, le Monténégro, le Maroc, la Slovénie, l'Espagne, la République arabe syrienne, la Tunisie, la Turquie et l'Union européenne. Huit pays sont à la fois Parties contractantes à la Convention de Barcelone et États membres de l'Union européenne : la Croatie, Chypre, la France, la Grèce, l'Italie, Malte, la Slovénie et l'Espagne.

Les descriptions au niveau national sont incluses dans les Sections suivantes et résumées dans le **Tableau 8.1-1**, présentant les lois et règlements relatifs au contrôle des sources fixes et mobiles de SO<sub>x</sub> et de PM<sub>2.5</sub> ayant été édictés.

Tableau 8.1-1: Mesures terrestres identifiées au niveau national de lutte contre les émissions de SOx et de PM<sub>2.5</sub>.

| Pays                             | État membre de l'Union européenne | Transport | Sources fixes |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----------|---------------|
| <b>Albanie</b>                   | Pays candidat                     | X         | X             |
| <b>Algérie</b>                   |                                   | X         |               |
| <b>Bosnie-Herzégovine</b>        |                                   | X         | X             |
| <b>Croatie</b>                   | X                                 | X         | X             |
| <b>Chypre</b>                    | X                                 | X         | X             |
| <b>Égypte</b>                    |                                   | X         | X             |
| <b>France</b>                    | X                                 | X         | X             |
| <b>Grèce</b>                     | X                                 | X         | X             |
| <b>Israël</b>                    |                                   | X         | X             |
| <b>Italie</b>                    | X                                 | X         | X             |
| <b>Liban</b>                     |                                   | X         | X             |
| <b>Libye</b>                     |                                   | X         |               |
| <b>Malte</b>                     | X                                 | X         | X             |
| <b>Monaco</b>                    |                                   | X         | X             |
| <b>Monténégro</b>                | Pays candidat                     | X         | X             |
| <b>Maroc</b>                     |                                   | X         | X             |
| <b>Slovénie</b>                  | X                                 | X         | X             |
| <b>Espagne</b>                   | X                                 | X         | X             |
| <b>République arabe syrienne</b> |                                   | X         |               |
| <b>Tunisie</b>                   |                                   | X         | X             |
| <b>Turquie</b>                   | Pays candidat                     | X         | X             |

#### 8.1.1 Albanie

L'Albanie a présenté sa candidature afin de devenir membre de l'Union européenne. Ce pays a priorisé l'adoption de mesures visant à aligner la législation nationale relative à la qualité de l'air sur les politiques de l'UE et a intégralement transposé la Directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe dans le droit national par l'adoption de la loi n° 162/2014 relative à la protection de la qualité de l'air ambiant et du Décret ministériel n° 352 du 29.04.2015 sur l'évaluation de la qualité de l'air et les exigences concernant certains polluants qui prescrit des méthodes de référence pour l'évaluation de la qualité de l'air. Le 21 mars 2007, la décision 147, relative à la teneur en soufre des carburants, a été adoptée. La décision susmentionnée a limité la teneur en soufre des carburants à 10 ppm, conformément aux normes de l'UE.

#### 8.1.2 Algérie

En Algérie, la teneur moyenne en soufre du carburant pour l'essence de transport est de 100 - 150 ppm et le diesel est limité à 2,500 ppm<sup>9</sup>. Cela équivaut aux normes européennes d'émission Euro 3/III pour l'essence et Euro 1/I pour le diesel. Seuls les véhicules neufs sortant d'usine sont admis à la vente sur le territoire algérien.

#### 8.1.3 Bosnie-Herzégovine

Les normes de qualité de l'air ambiant en Bosnie-Herzégovine sont alignées sur celles de l'UE, bien que le cadre juridique pour la qualité de l'air soit en cours de développement (UN 2017). La loi sur la protection de l'air (OG FBiH n° 33/03, 4/10) prévoit un contrôle des émissions provenant de sources fixes, l'élaboration de plans de surveillance et le développement de réseaux de surveillance. En outre, l'article 18 de la loi susmentionnée, prévoit une évaluation continue des émissions dans les grandes installations de combustion.

<sup>9</sup><https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25233/FuelQualityEmissionStandardDevelopments.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

#### 8.1.4 Égypte

En Égypte, la Loi 4/1994<sup>10</sup> régit à titre principal la pollution atmosphérique. L'article 35 de cette loi dispose que les émissions de polluants ne doivent pas dépasser celles autorisées par la réglementation. La loi 4 ne précise pas directement ces normes qui sont plutôt prescrites par des règlements exécutifs. Le Projet de règlement exécutif pour la loi 9/2009 définit les normes de qualité de l'air ambiant pour le pays, comme le montre le **Tableau 8.1-2**.

Tableau 8.1-2: Normes de qualité de l'air ambiant en Égypte

| Polluant          | Période          | Norme                 |
|-------------------|------------------|-----------------------|
| PM <sub>10</sub>  | 24h              | 150 µg/m <sup>3</sup> |
|                   | 1an              | 100 µg/m <sup>3</sup> |
| PM <sub>2.5</sub> | 24h              | 100 µg/m <sup>3</sup> |
|                   | 1an              | 70 µg/m <sup>3</sup>  |
| SO <sub>2</sub>   | 1h, industriel   | 300 µg/m <sup>3</sup> |
|                   | 1h, urbain       | 350 µg/m <sup>3</sup> |
|                   | 24h, industriel  | 125 µg/m <sup>3</sup> |
|                   | 24h, urbain      | 125 µg/m <sup>3</sup> |
|                   | 1 an, industriel | 50 µg/m <sup>3</sup>  |
|                   | 1 an, urbain     | 60 µg/m <sup>3</sup>  |

En 2004, le cadre stratégique national sur la qualité de l'air a été élaboré par l'Égypte en collaboration avec l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID) afin d'améliorer la qualité de l'air urbain [World Bank 2013]. L'Égypte a mis en œuvre une législation exigeant des convertisseurs catalytiques dans les véhicules importés et a approuvé l'utilisation du gaz naturel comprimé (GNC) comme carburant de transport en raison de son profil d'émissions polluantes moins élevé [Abbass, Kumar et El-Gendy, 2018]. L'Égypte a mis en œuvre une stratégie afin de prendre en charge le problème de la combustion des déchets à l'air libre et, à partir de 1994, les émissions de l'industrie du ciment ont été régulées par la Loi 4/1994 [Abbass, Kumar et El-Gendy, 2018].

#### 8.1.5 Union européenne

L'Union européenne a introduit sa première directive sur la qualité de l'air en 1970. Depuis, elle a mis en œuvre des politiques visant à améliorer la qualité de l'air, en contrôlant les émissions de polluants dans l'atmosphère, en améliorant la qualité des carburants de transport et en édictant des mesures intersectorielles de protection de l'environnement. Sa politique de qualité de l'air repose sur trois principes fondamentaux :

1. Normes de qualité de l'air ambiant.
2. Engagements nationaux de réduction des émissions.
3. Normes d'émission et d'efficacité énergétique pour les sources clés de pollution atmosphérique.

Les législations sur la qualité de l'air de la Croatie, de Chypre, de la France, de la Grèce, de l'Italie, de Malte, de la Slovénie et de l'Espagne sont intégralement alignées sur la législation de l'Union européenne, décrite dans la présente Section.

Le Programme « Air pur pour l'Europe »<sup>11</sup> vise à lutter à court terme contre la mauvaise qualité de l'air, par le biais d'une série de mesures portant notamment sur les émissions des véhicules légers à moteur diesel, le renforcement de la législation en vigueur, le renforcement des capacités techniques et l'élaboration de lignes directrices sur la qualité de l'air ambiant. À long terme, le programme « Air pour l'Europe » devrait permettre de réduire la mortalité prématurée de 37 % et les dommages causés aux écosystèmes par l'eutrophisation de 21 % à l'horizon 2025.

<sup>10</sup> <http://www.eeaa.gov.eg/en-us/laws/envlaw.aspx>.

<sup>11</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0918&from=EN>.



Huit pays sont à la fois Parties contractantes à la Convention de Barcelone et États membres de l'Union européenne. Ces pays sont la Croatie, Chypre, la France, la Grèce, l'Italie, Malte, la Slovénie et l'Espagne. Les législations nationales de ces pays transposent intégralement les dispositions légales de l'UE et sont totalement harmonisées avec ces dernières.

Récemment, l'UE a présenté le Pacte vert pour l'Europe (COM/2019/640 final), les ambitions de l'Europe en matière de climat pour 2030 (COM(2020) 562) ainsi que la Stratégie de mobilité durable et intelligente (COM(2020) 789 final, SWD(2020) 331 final). L'UE s'est en outre engagée à prendre des mesures sur un ensemble de thèmes environnementaux, notamment le changement climatique, la perte de biodiversité, l'économie circulaire, la santé des océans, y compris pour réduire la pollution provenant des navires. Dans le cadre du Pacte vert, la révision en cours des Directives sur la qualité de l'air ambiant (DQAA) permettra d'établir des normes de plus en plus strictes en matière de qualité de l'air et de transmettre des conseils pour en faciliter le respect. Un rapport récent de l'Agence européenne pour l'énergie dans le domaine de l'environnement souligne qu'une part importante de la charge de morbidité en Europe continue d'être attribuée à la pollution de l'environnement résultant de l'activité humaine<sup>12</sup>. Pour y remédier, l'UE adoptera en juin 2021 le Plan d'action « Zéro pollution ».

Les navires sont visés par les politiques de l'UE. Pour ceux de mer, la directive concernant une réduction de la teneur en soufre de certains combustibles liquides ((UE) 2016/802) exige que les navires transitant par des ports européens passent à 0.10 % S m/m à l'amarrage pour les escales de plus de 2 heures. Cette obligation d'utiliser des carburants moins polluants dans les ports européens est en vigueur depuis 2005 (Directive 1999/32). Outre les exigences liées à l'amarrage, avant l'entrée en vigueur de l'IMO 2020, les navires à passagers en service régulier devaient utiliser des carburants à 1.50 % S m/m. Concernant les ports, il convient de relever l'initiative maritime FuelEU<sup>13</sup> et la révision de la directive sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs qui prévoit des dispositions obligatoires pour l'énergie terrestre et les carburants de substitution afin de réduire considérablement les émissions provenant des navires dans les ports ainsi que dans les zones côtières.

#### 8.1.5.1 Normes européennes de qualité de l'air ambiant

La Directive concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe (2008/50/CE) fixe des limites pour les concentrations atmosphériques d'espèces polluantes au sein de l'UE, y compris les SO<sub>2</sub>, les PM<sub>10</sub> en suspension et les PM<sub>2.5</sub>. Ces normes sont implicitement liées aux normes d'émission des sources fixes et de transport (EEA 2020b).

La Directive sur la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe exige que les États membres de l'Union européenne évaluent la qualité de l'air sur leur territoire et mettent en œuvre des plans visant à maintenir une qualité d'air conforme ou à réduire les émissions et à améliorer la qualité de l'air dans les régions où les normes ne sont pas respectées.

Les concentrations atmosphériques de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et SO<sub>2</sub> sont régies par les Directives de l'UE sur la qualité de l'air ambiant (2004/107/CE - 2008/50/CE) et sont soumises aux normes temporelles énoncées dans le **Tableau 8.1-3**.

*Tableau 8.1-3: Normes de concentration de polluants des Directives européennes sur la qualité de l'air ambiant*

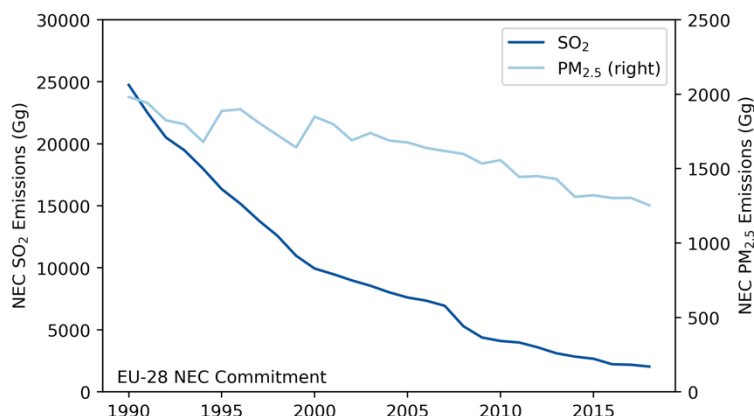
| Polluant          | Période      | Concentration                   | Note   |
|-------------------|--------------|---------------------------------|--|
| PM <sub>10</sub>  | 1 jour       | Limite de 50 µg/m <sup>3</sup>  | Pour pas plus de 35 jours par an                                     |
|                   | Année civile | Limite de 40 µg/m <sup>3</sup>  |  |
| PM <sub>2.5</sub> | Année civile | Limite de 25 µg/m <sup>3</sup>  | Obligation en matière d'exposition à la concentration                |
|                   |              | 20 µg/m <sup>3</sup>            |  |
| SO <sub>2</sub>   | 1 heure      | Limite de 350 µg/m <sup>3</sup> | Pour pas plus de 24 heures par an                                    |
|                   |              | 500 µg/m <sup>3</sup>           | Seuil d'alerte pendant 3 heures dans une zone de 100 km <sup>2</sup> |
|                   | 1 jour       | limite de 125 µg/m <sup>3</sup> | Pour pas plus de 3 jours par an                                      |

<sup>12</sup> <https://www.eea.europa.eu/publications/healthy-environment-healthy-lives>.

<sup>13</sup> <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12312-FuelEU-Maritime->.

### 8.1.5.2 Engagements nationaux de l'UE en matière de réduction des émissions

Des engagements nationaux de réduction des émissions ont été établis dans le cadre de la directive 2001/81/CE (dite directive NEC) fixant des plafonds d'émission nationaux pour chaque État membre. La Directive NEC oblige les États membres de l'Union européenne à élaborer des mesures de contrôle de la pollution atmosphérique pour respecter leurs engagements<sup>14</sup>. En vertu de ladite directive, les 28 États membres de l'UE se sont engagés à réduire les émissions de SO<sub>2</sub>, en les faisant passer de 24,747 Gg<sup>15</sup> en 1990 à 2,031.4 Gg en 2018, et les émissions de PM<sub>2.5</sub> en les faisant passer de 1,981.7 Gg en 1990 à 1,253.5 Gg en 2018 (**Graphique 8.1-1**). Ces engagements représentent des réductions d'émissions de 91.8 % pour les SO<sub>2</sub> et de 36.7 % pour les PM<sub>2.5</sub> (UNECE 2019).



Graphique 8.1-1: Engagements relatifs aux seuils d'émissions nationales des 28 États membres de l'UE sur la période 1990-2018

Tous les États membres de l'Union européenne s'efforcent de respecter leurs engagements PEN pour les SO<sub>2</sub>. Chypre est le seul État membre de l'Union européenne et Partie contractante à la Convention de Barcelone qui ne semble pas en mesure de respecter ses engagements en matière de SO<sub>x</sub> – ou de PM<sub>2.5</sub>, rejoint sur ce point-là par la Slovaquie - pour 2020 (Commission européenne, 2020). L'Espagne devrait pouvoir respecter ses engagements PEN en matière de PM<sub>2.5</sub> pour 2020, dans le cadre de ses politiques et mesures en vigueur, ainsi que ses engagements pour 2030, en mettant en œuvre des mesures supplémentaires<sup>16</sup>. Le Deuxième perspective de l'air pur<sup>17</sup> a tracé des perspectives en matière de lutte contre la pollution atmosphérique au sein de l'UE jusqu'en 2030 et au-delà.

### 8.1.5.3 Normes d'émissions et d'efficacité énergétique

La Directive 98/70/CE de l'UE établit des normes initiales d'émission pour l'essence et les carburants diesel destinés à la propulsion des véhicules. En vertu des articles 3 et 4, la directive exige une teneur maximale en soufre de 10 mg/kg (10 ppm) pour l'essence et les carburants diesel dans les États membres de l'Union européenne.

Depuis le 1er janvier 2016, la Directive 2010/75/UE relative aux émissions industrielles (dite Directive IED) régit les grandes installations de combustion. Elle impose des exigences minimales pour les émissions d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), de SO<sub>2</sub> et de poussière. Conformément à l'IED, les installations de combustion doivent utiliser les meilleures techniques disponibles (BAT/Best Available Technology) ou des techniques équivalentes afin de contrôler les émissions. Dans la mesure où les limites d'émission sont liées aux BAT, qui sont actualisées au fil du temps, les documents de référence sur les meilleures techniques disponibles (BREF) représentent les seules dispositions normatives en la matière.

<sup>14</sup> <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/necd-directive-data-viewer-3>.

<sup>15</sup> 1 Gg = 1,000 tonnes métriques.

<sup>16</sup> [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:7199e9c2-b7bf-11ea-811c-01aa75ed71a1.0007.02/DOC\\_2&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:7199e9c2-b7bf-11ea-811c-01aa75ed71a1.0007.02/DOC_2&format=PDF).

<sup>17</sup> [https://ec.europa.eu/environment/air/clean\\_air/outlook.htm](https://ec.europa.eu/environment/air/clean_air/outlook.htm).

La Directive 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique, fixe un objectif de 20 % de réduction des consommations d'énergie à l'horizon 2020. Elle a été révisée à la hausse en 2018 (Directive 2018/2002), avec un nouvel objectif d'efficacité énergétique de 32.5 % pour 2030, assorti d'une réduction annuelle de 1.5 % des ventes énergétiques nationales. En 2017, 16 États membres étaient alignés sur leurs trajectoires de consommation énergétiques, qui, devaient leur permettre d'atteindre leurs objectifs énergétiques finaux de 2020. Dans l'ensemble, la consommation finale d'énergie au sein des 28 États membres de l'UE était en 2017, inférieure de 5.7 % par rapport à celle de 2005<sup>18</sup>.

Les politiques relatives aux grandes installations de combustion (GCI) ont contribué à la diminution de la consommation totale de combustible dans l'UE d'un cinquième, tandis que la capacité thermique a augmenté d'un dixième entre 2004 et 2015. Les infrastructures avec des GCI alimentées pour l'essentiel par des combustibles solides et liquides étaient généralement moins efficaces que les GCI avec une plus grande part de biomasse et de gaz naturel. Ces politiques ont entraîné une diminution de 77 % des émissions de SO<sub>2</sub> entre 2004 et 2015<sup>19</sup>.

#### 8.1.6 Israël

La Loi israélienne sur l'assainissement de l'air<sup>20</sup> est entrée en vigueur en janvier 2011 [ministère de la protection environnementale, 2019]. La loi fournit un cadre global pour la réduction et la prévention de la pollution atmosphérique en établissant des limites d'émission, en créant un système d'autorisation des émissions, en publiant des données et des prévisions sur la qualité de l'air et en surveillant les polluants atmosphériques. Ladite loi a limité la concentration moyenne de SO<sub>2</sub> dans l'air ambiant à 350 µg/m<sup>3</sup> sur une heure, 50 µg/m<sup>3</sup> sur une période de 24 heures et 20 µg/m<sup>3</sup> par an. Les limites moyennes des PM<sub>10</sub> ont été fixées à 50 µg/m<sup>3</sup> sur une année et à 130 µg/m<sup>3</sup> sur 24 heures [Negev, 2020].

Du côté du transport, les normes relatives aux émissions des véhicules sont comparables à celles de l'UE, avec une teneur en soufre du carburant diesel et de l'essence limitée à 10 ppm.

#### 8.1.7 Liban

Dans le secteur des transports, le décret libanais 8442/2002 définit les normes relatives à la teneur en soufre pour l'essence à 0.05 % (500 ppm) en poids, et pour le gazole à 0.035 % (350 ppm). Il a été modifié par le décret n° 3795 en date du 30/06/2016 qui exige un test supplémentaire du rapport/pourcentage de Biodiesel (FAME) qui ne saurait excéder la limite maximale de 7 % volumétrique lors des essais en laboratoire applicables pour le carburant diesel conformément à la méthode de test ASTM D7371 ou ASTM D7963. Le dispositif normatif a été complété par trois lois (loi 341, loi 380, et loi 453) visant à réduire la pollution atmosphérique dans le secteur des transports en décourageant l'importation de vieux véhicules ainsi que par le Décret 8941/2012 [MoE 2017], édictant des mesures d'incitation aux transports publics.

Dans les secteurs de l'énergie et de l'industrie, la décision MOE 8/1-2001 a fixé des limites pour les émissions des cheminées et des effluents des installations de combustion nouvelles et existantes et des établissements industriels.

Les normes de qualité de l'air ambiant pour le Liban sont présentées dans le **Tableau 8.1-4**.

*Tableau 8.1-4: Normes de concentration des PM<sub>10</sub> et SO<sub>2</sub> au Liban*

| Polluant         | Période | Standard              |
|------------------|---------|-----------------------|
| PM <sub>10</sub> | 24h     | 80 µg/m <sup>3</sup>  |
| SO <sub>2</sub>  | 1h      | 350 µg/m <sup>3</sup> |
|                  | 24h     | 120 µg/m <sup>3</sup> |
|                  | 1an     | 80 µg/m <sup>3</sup>  |

<sup>18</sup> <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/final-energy-consumption-by-sector-11/assessment>.

<sup>19</sup> <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/industrial-reporting-under-the-industrial-2>.

<sup>20</sup> <https://main.knesset.gov.il/Activity/Legislation/Laws/Pages/LawPrimary.aspx?t=lawlaws&st=lawlaws&lawitemid=2000055>.

### 8.1.8 Libye

Depuis quelques années la Libye connaît une période d'instabilité politique. Dans ce pays, la pollution atmosphérique a précédemment été réglementée par l'article 10-17 de la loi n°15 de 2003 (UNEP 2015a). La loi environnementale 15 prévoit pour les véhicules des tests de combustion interne et de qualité de carburant, alors que les gaz d'échappement ne sont pas testés. Le PNUE identifie une limite en teneur de soufre de 10,000 ppm en Libye, mais il note également que le combustible dominant sur le marché a une teneur de 1,500 ppm.

### 8.1.9 Monaco

À Monaco, la Loi n° 1.456 du 12/12/2017, reflète un souci de développement durable. Elle est intégrée dans le Code de l'environnement qui couvre tous les aspects de la pollution, de l'énergie et de la gestion de l'environnement [Principauté de Monaco, 2019]. Dans le cadre du Protocole de Kyoto, Monaco s'est fixée pour objectif de diminuer sa consommation énergétique de 20 % d'ici à 2020 et de prendre en charge 20 % de sa consommation finale d'énergie par des sources renouvelables. Monaco souhaite en outre atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050, avec un objectif intermédiaire de 50% d'ici à 2030, par rapport au niveau de 1990.

Le Chapitre V de la IIème partie du Code de la mer monégasque précise que tous les navires équipés de moteurs diesel doivent utiliser des carburants respectant la limite de teneur en soufre de 0.10 % m/m, ou être équipés d'EGCS en boucle fermée.<sup>21</sup>

### 8.1.10 Monténégro

Le Monténégro, pays candidat à une entrée dans l'UE est en train de transposer la législation de l'UE dans son ordre juridique. Une fois membre de l'UE, ses politiques relatives à la qualité de l'air seront harmonisées avec le système législatif de l'UE.

En 2010, le Monténégro a adopté la loi sur la protection de l'air (OG 25/10, 40/11) pour définir un cadre pour la protection de l'air. La loi prévoit une série de mesures visant à améliorer la qualité de l'air, y compris la fixation de limites d'émission pour les sources fixes et mobiles et de plafonds d'émission nationaux pour des polluants spécifiques [UNECE, 2015]. Lorsque les objectifs de qualité de l'air ne sont pas atteints, les autorités régionales doivent adopter des plans de qualité de l'air pour atténuer les émissions.

Le Monténégro a également promulgué en 2005 une loi sur la prévention et le contrôle intégrés de la pollution environnementale (OG 80/5, 54/09, 40/11), qui énonce les politiques permettant d'autoriser des sources potentielles de pollution environnementale.

### 8.1.11 Maroc

En 2018, la teneur maximale en soufre des carburants à essence au Maroc était de 50 ppm et de 15 ppm pour le diesel<sup>22</sup>. Le Maroc a également mis en œuvre un ensemble d'initiatives de transport urbain visant à réduire les émissions de GES jusqu'à 50 MTM de CO<sub>2</sub>e (équivalent dioxyde de carbone). Le pays a établi des stratégies qui comprennent notamment une extension des lignes de tramway, des changements modaux vers des systèmes de transport à faible émission de carbone et une augmentation des carburants alternatifs et des énergies renouvelables.

Bien qu'aucune donnée ne soit disponible sur les bénéfices découlant de ces programmes en matière de qualité de l'air, ils auront probablement des effets positifs et réduiront les émissions de GES.

<sup>21</sup><https://journaldemonaco.gouv.mc/en/Journaux/2018/Journal-8393/Ordonnance-Souveraine-n-7.004-du-20-juillet-2018-relative-a-la-prevention-de-la-pollution-de-l-atmosphere-par-les-navires-et-completant-certaines-dispositions-du-Code-de-la-mer>.

<sup>22</sup> Voir la note de bas de page 9.

#### 8.1.12 République arabe syrienne

Le secteur de l'énergie de la République arabe syrienne a été lourdement touché par les conflits, qui ont endommagé et détruit ses infrastructures énergétiques, ses usines de production, ses installations de traitement et ses pipelines. En outre, le secteur de l'énergie a été affecté par les sanctions économiques imposées au pays. Parallèlement à ces événements, le pays a vu les émissions de CO<sub>2</sub> provenant du secteur de l'énergie chuter d'environ 75 MTM CO<sub>2</sub>e en 2011 à environ 30.5 MMT CO<sub>2</sub>e en 2016. De même, la demande d'énergie a plongé de plus de 50 %, passant de 25 MTM en 2011 à 10 MTM en 2016.

La République arabe syrienne a adopté des normes nationales de qualité de l'air ambiant en 2011 et en 2012 en vertu de la loi sur l'environnement n°12. Bien que les limites de teneur en soufre dans le carburant soient élevées dans le pays (6,500 ppm) [UNEP 2015b], la République arabe syrienne a mis en place une stratégie de transport pour réduire les émissions, améliorer la qualité du carburant et encourager l'utilisation d'autobus au gaz naturel et de véhicules alimentés par un autre carburant [République arabe syrienne, 2018].

#### 8.1.13 Tunisie

L'article 8 de la loi tunisienne no 88-91 sur la pollution atmosphérique et les émissions sonores dispose que tout établissement industriel, agricole ou commercial ainsi que toute personne ou entité exerçant des activités susceptibles de polluer l'environnement est tenu de supprimer ou de réduire les rejets. La Tunisie est membre de l'ISO et a adopté les normes de la série ISO 14,000<sup>23</sup>.

En 2018, la teneur maximale en soufre des carburants à essence en Tunisie était inférieure à 10 ppm<sup>24</sup> et la teneur en soufre du diesel étant limitée à 50 ppm. La Tunisie restreint l'importation des véhicules de plus de 5 ans.

#### 8.1.14 Turquie

Dans le secteur des transports, la norme Euro 6 est applicable en Turquie depuis 2017 et la teneur en soufre du carburant – alignée sur les directives de l'UE – est limitée à 10 ppm [UNEP 2015c].

Selon les informations communiquées par la Turquie aux fins d'élaboration du présent rapport, le ministère de l'environnement et de l'urbanisation (MoEU) a commencé à préparer des cartes stratégiques de qualité de l'air pour faciliter le processus décisionnel. Les plans d'action pour la qualité de l'air des provinces font l'objet d'un suivi électronique au titre des mesures prises pour la qualité de l'air.

Afin de se conformer aux réglementations de l'UE, la Turquie intègre progressivement les politiques relatives à la qualité de l'air dans sa législation nationale. Le Projet « Assistance technique pour la transposition de la Directive sur les grandes installations de combustion pour une meilleure qualité de l'air » a permis de déterminer l'état de conformité du pays et son besoin en termes de grandes installations de combustion dans le cadre de la directive sur les émissions industrielles (IED). Ce projet a débouché sur l'élaboration d'un inventaire des grandes installations de combustion en Turquie, une base de données numérique à des fins de rapport et une Analyse d'impact réglementaire (AIR).

Le Projet « Soutien à la mise en œuvre de la Directive sur la prévention et la réduction intégrées de la pollution (IPPC) en Turquie » a été conduit par le Ministère turc de l'environnement et de l'urbanisation (MoEU) de 2011 à 2014. Afin de déterminer l'état de conformité des installations en Turquie avec l'IED, des projets sectoriels (grandes installations de combustion, automobile, ciment, fer et acier, verre, et papier) ont été menés. Selon les informations communiquées par la Turquie aux fins d'élaboration du présent rapport, un examen du secteur de la gestion des déchets est en cours.

<sup>23</sup> <http://www.infoprod.co.il/country/tunis2i.htm>.

<sup>24</sup> Voir note de bas de page 9.

Le « Projet de détermination de la stratégie d'émissions industrielles de la Turquie conformément à la Directive sur la prévention et la réduction intégrées de la pollution » (Projet DIES) », a été lancé en 2020. Ce projet vise à accroître les capacités techniques et institutionnelles des autorités compétentes pour la mise en œuvre effective de l'approche IPPC en Turquie, conformément à la directive européenne sur les émissions industrielles.

## 8.2 Évaluation des réductions des émissions de SO<sub>x</sub> et de PM conformément à des mesures terrestres

L'évaluation des abattements d'émissions, fondée sur des inventaires nationaux, utilise deux sources de données principales : la base de données sur les émissions pour la recherche atmosphérique mondiale (EDGAR)<sup>25</sup> [Crippa et al. 2020], et les données de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE)<sup>26</sup>. L'EEA a consolidé des émissions nationales totales et sectorielles de polluants atmosphériques selon la méthode d'inventaire des émissions de polluants atmosphériques de l'Union européenne aux fins de soumission à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CPATLD). Les polluants pertinents dans le cadre de cette analyse comprennent à la fois les SO<sub>x</sub> et les PM<sub>2.5</sub>. Les inventaires CPATLD de l'AEE représentent les estimations les plus récentes et précises disponibles pour les activités d'émissions des États membres de l'Union européenne. Les ensembles de données EDGAR et EEA délimitent les inventaires de sorte qu'il est possible d'évaluer les émissions des sources fixes et mobiles.

Les données EDGAR sont à plusieurs titres utiles pour comparer les émissions dans la région de la mer Méditerranée. Premièrement, la source de données est cohérente, ce qui signifie que des méthodologies similaires sont appliquées à toutes les régions, réduisant ainsi le risque de biais ou d'inexactitudes lors de la comparaison des estimations d'émissions générées à l'aide de méthodes différentes. Deuxièmement, les données EDGAR couvrent une large séquence temporelle – elles s'étalent de 1975 à 2015. Bien que cette série de données ne couvre pas les années les plus récentes, elle permet l'analyse et la discussion des tendances à long terme des émissions. Troisièmement, l'ensemble de données est contrôlé et certifié : développé par le Centre commun de recherche (CCR) de la Commission européenne, et examiné par des pairs [Crippa et al. 2020] sur de nombreuses années, ce qui conduit à un niveau élevé de confiance quant à leur qualité. Les estimations d'émissions d'EDGAR sont calculées à l'aide d'une approche basée sur les facteurs d'émission, où les émissions propres à chaque secteur au niveau des pays sont estimées par espèce en fonction d'inventaires quadrillés géo-spatialement de l'activité humaine. Les données EDGAR sont utilisées pour décrire les tendances temporelles des émissions lorsque des inventaires nationaux ne sont pas disponibles. Lorsque les données d'inventaire du CPATLD de l'AEE sont disponibles, ces estimations des émissions sont présentées à l'aide de graphiques à lignes continues. Pour les États riverains de la mer Méditerranée, lorsque les données CPATLD de l'AEE ne sont pas disponibles, les estimations d'émissions d'EDGAR sont présentées à l'aide de graphiques en pointillés.

Les politiques de réduction des émissions terrestres et leurs réductions d'émissions connexes sont ensuite mises dans le contexte des changements de la qualité de l'air, à l'aide de données géospatiales au niveau des stations disponibles dans la base de données de 2018 sur la qualité de l'air de l'Organisation mondiale de la santé (OMS)<sup>27</sup>. Les données au niveau des stations de 2016, la plus récente année complète de données disponibles, sont représentées sur le plan géospatial, pays par pays, afin d'illustrer les domaines de conformité aux lignes directrices de l'OMS sur les PM<sub>2.5</sub> ( $\leq 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et aux normes de l'UE ( $\leq 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Les données des séries chronologiques pour les pays de l'Union européenne sont également évaluées en fonction des normes de l'UE et des lignes directrices de l'OMS.

<sup>25</sup> [https://data.europa.eu/doi/10.2904/JRC\\_DATASET\\_EDGAR](https://data.europa.eu/doi/10.2904/JRC_DATASET_EDGAR).

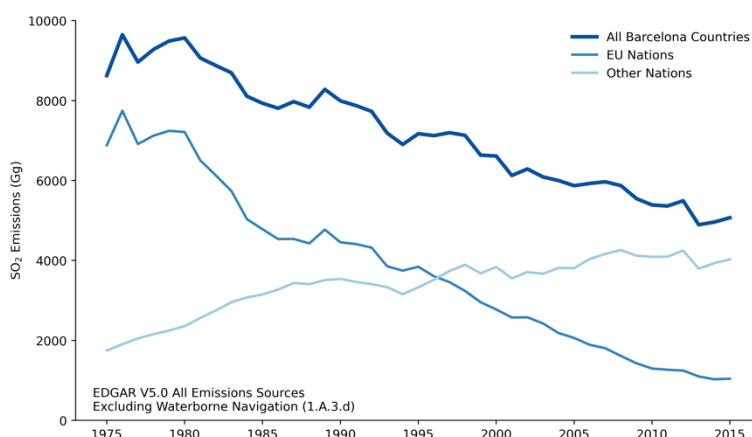
<sup>26</sup> <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/air-pollutant-emissions-data-viewer-3>.

<sup>27</sup> <https://www.who.int/airpollution/data/en/>.

### 8.3 Une évaluation des réductions des émissions de SOx et de PM conformément à des mesures terrestres

Le Critère 3.1.7 de l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL (MEPC.176(58)) exige une description des mesures de contrôle prises par les parties qui présentent la proposition pour remédier aux émissions de NOx, SOx et de particules fines d'origine tellurique affectant les populations humaines. La présente Section expose les résultats de l'analyse des tendances des émissions au niveau national, afin de décrire les efforts terrestres entrepris pour l'abattement des SOx et des PM. Les tendances discutées dans le cadre de la présente Section focalisent sur les émissions propres au transport terrestre<sup>28</sup> ainsi que sur les émissions de toutes les sources terrestres, à l'exclusion de la navigation maritime<sup>29</sup> ou de l'aviation<sup>30</sup>.

Les données EDGAR indiquent que, dans l'ensemble, les émissions de SOx provenant de toutes les sources, à l'exclusion des transports d'origine hydrique<sup>31</sup>, diminuent au sein des États riverains de la mer Méditerranée qui sont Parties contractantes à la Convention de Barcelone. Partant d'un pic de 9,567 Gg en 1980, les émissions de SOx ont chuté à 5,068 Gg en 2015, soit une réduction globale de 47 % par rapport à leur pic. Toutefois, les réductions d'émissions ne sont pas uniformes dans la région, la tendance à la baisse étant due à des réductions plus importantes dans les États membres de l'Union européenne. Les émissions globales de SOx provenant d'autres États riverains de la mer Méditerranée sont stables ou légèrement en augmentation depuis l'an 2000.



Graphique 8.3-1: Totalité des sources d'émissions de SOx parmi les États riverains de la mer Méditerranée qui sont Parties contractantes à la Convention de Barcelone

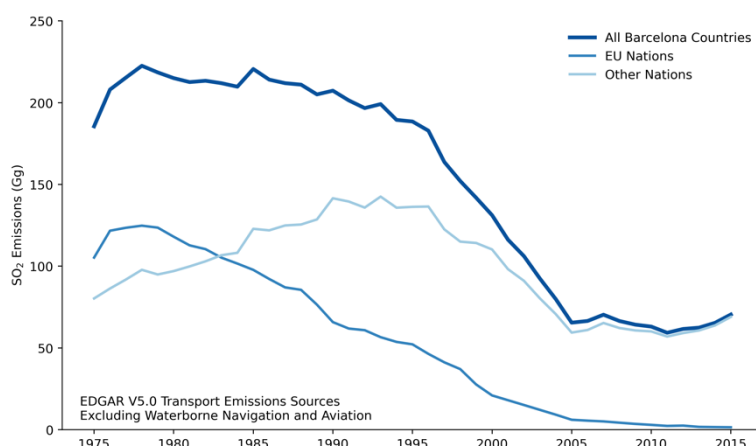
En examinant plus en détail le secteur des transports, à l'exclusion du transport maritime et de l'aviation, les données EDGAR montrent que les émissions globales de SO<sub>2</sub> liées au transport ont chuté ces dernières années dans les États riverains de la mer Méditerranée qui sont Parties contractantes à la Convention de Barcelone. Les émissions globales de SO<sub>2</sub> ont chuté de 222 Gg en 1978 à 70 Gg en 2015, soit une réduction globale de plus de 68 %.

<sup>28</sup> Secteurs 1.A.3.b, 1.A.3.c et 1.A.3.e. du GIEC

<sup>29</sup> Code du secteur des émissions du GIEC 1.A.3.d.

<sup>30</sup> Code du secteur des émissions du GIEC 1.A.3.a.

<sup>31</sup> Code du secteur des émissions du GIEC 1.A.3.d.

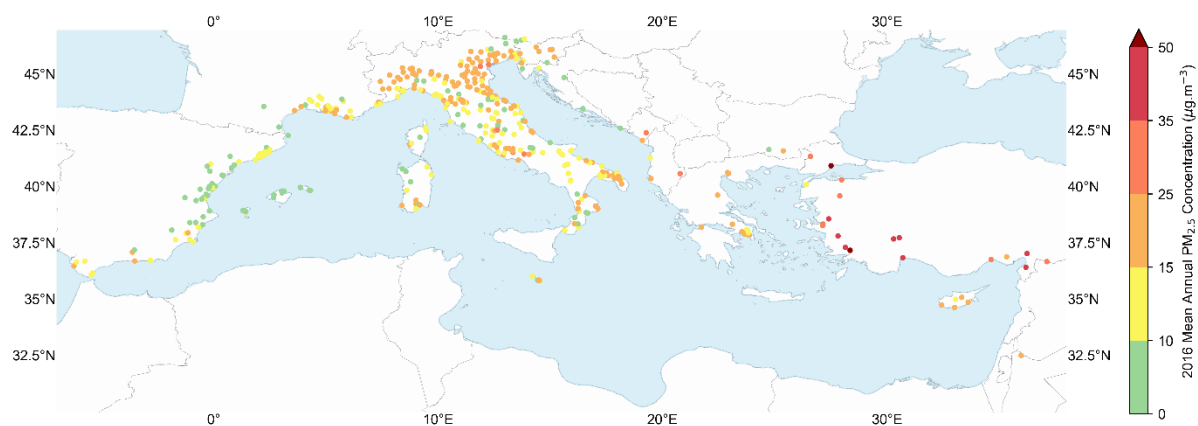


Graphique 8.3-2: Émissions de  $\text{SO}_2$  liées au transport au sein des États riverains de la mer Méditerranée qui sont Parties contractantes à la Convention de Barcelone (à l'exclusion de la navigation et de l'aviation)

Les **Graphiques** 8.3-1 et 8.3-2 montrent une importante réduction globale des émissions de  $\text{SO}_2$  parmi les États riverains de la mer Méditerranée qui sont Parties contractantes à la Convention de Barcelone, tant concernant les sources fixes que dans le secteur des transports. Ces résultats montrent que, au niveau régional, les États riverains de la mer Méditerranéens qui sont Parties contractantes à la Convention de Barcelone prennent des mesures terrestres pour contrôler les sources telluriques des émissions de  $\text{SO}_2$  et de  $\text{PM}_{2.5}$ . Les Sections suivantes donnent un bref aperçu des tendances en termes d'émissions propres à chaque pays.

Comme le montre le **Graphique** 8.3-2, les émissions provenant du secteur des transports ont chuté dans toute la région, à la fois chez les États membres de l'Union européenne que dans les autres États riverains de la mer Méditerranée. Les émissions des États membres de l'Union européenne ont donc chuté à des niveaux très bas ces dernières années, et les émissions des autres États riverains de la mer Méditerranée ont diminué jusqu'en 2005 et n'ont pas augmenté depuis.

### 8.3.1 Observations régionales sur la qualité de l'air ambiant,

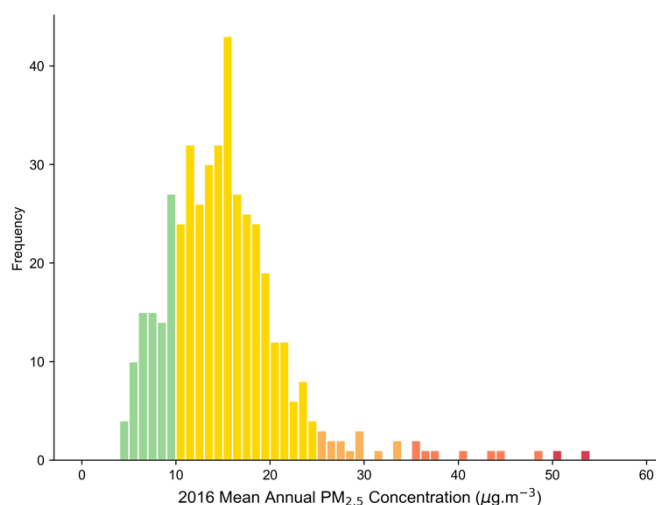


Graphique 8.3-3: Qualité moyenne annuelle de l'air ( $\text{PM}_{2.5}$   $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) observée aux stations d'observation côtières (à moins de 100 km du littoral)



**Le Graphique 8.3-3** indique la qualité moyenne annuelle de l'air ambiant ( $PM_{2.5}$   $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) observée aux stations situées à moins de 100 km du littoral de la mer Méditerranée, à partir de la base de données de l'OMS sur la pollution de l'air ambiant par les concentrations de particules fines ( $PM_{2.5}$ ).<sup>32</sup> Les Sections suivantes présentent des observations, au niveau national, conformément aux données de l'OMS, lorsqu'elles sont disponibles, et ne se limitent pas seulement aux stations, se trouvant à moins de 100 km du littoral. Les données de l'OMS constituent l'ensemble d'observations le plus complet pour les États riverains de la mer Méditerranée, 2016 étant l'année de données la plus récente. Toutes les cartes présentées dans cette Section se fondent sur la base de données de l'OMS sur la qualité de l'air ambiant. Tel que cela a préalablement été exposé, la qualité de l'air dans la région varie considérablement : de nombreuses stations côtières présentant des concentrations de  $PM_{2.5}$  dépassants la valeur recommandée par l'OMS de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les données des séries temporelles au niveau des pays présentées dans la présente Section découlent des données collectées au niveau des stations fournies par l'Agence européenne pour l'environnement<sup>33</sup>.

**Le Graphique 8.3-4** montre un histogramme des relevés de station concernant les concentrations annuelles de  $PM_{2.5}$ . La plupart des stations d'observation côtières indiquent des mesures ambiantes qui ne satisfont pas à la valeur seuil de l'OMS de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , et seulement 19.9 % des stations atteignent ce seuil. La valeur limite de l'UE est fixée à  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ce que 94.4 % des stations ne respectent pas. Notamment, la répartition géographique des stations n'est pas uniforme, avec une concentration élevée de stations de surveillance chez les États riverains du nord et de l'ouest de la Méditerranée, et un nombre comparativement plus faible dans les États riverains du sud et de l'est de la Méditerranée. À ce titre, il est préférable de mesurer ces niveaux de qualité de l'air en tenant compte des différences d'échantillonnage entre les États riverains de la mer Méditerranée.



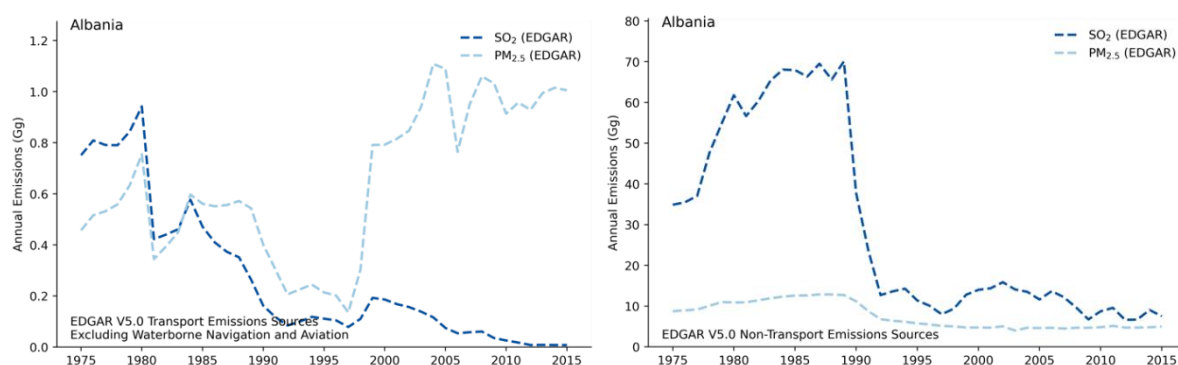
*Graphique 8.3-4: Histogramme de la qualité de l'air annuelle moyenne de l'OMS ( $PM_{2.5}$   $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) observée aux stations d'observation côtières (à moins de 100 km du littoral)*

### 8.3.2 Albanie

Les émissions de  $\text{SO}_2$  liées aux transports en Albanie ont atteint un sommet en 1980 à 0.94 Gg et sont par la suite descendues à des niveaux très bas (0.008 Gg en 2015). La tendance à la réduction des émissions de  $\text{SO}_2$  est constante depuis 1999 et démontre un niveau élevé de contrôle des émissions de  $\text{SO}_2$  provenant des sources de transport. En 2015, les émissions totales avaient diminué de plus de 99 % par rapport à leur pic de 1980.

<sup>32</sup>[https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/concentrations-of-fine-particulate-matter-\(pm2-5\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/concentrations-of-fine-particulate-matter-(pm2-5)).

<sup>33</sup> <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/aqereporting-8>.

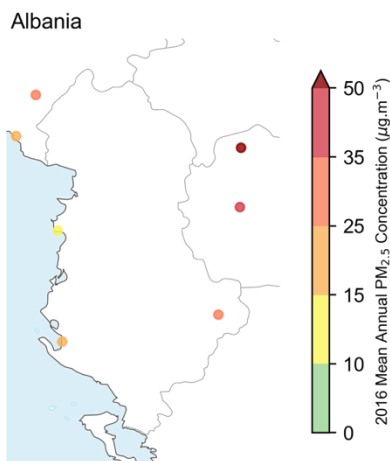


Graphique 8.3-5: Émissions de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Albanie

En Albanie, les émissions de PM<sub>2.5</sub> liées aux transports n'ont pas suivi la même trajectoire que les émissions de PM<sub>2.5</sub>. Après 1997, les émissions de PM<sub>2.5</sub> ont fortement augmenté, même si elles sont restées stables depuis le milieu des années 2000.

Toutes les sources d'émissions ont fortement chuté en Albanie après 1990 et sont restées stables depuis. Cette réduction des SO<sub>2</sub> s'est accompagnée d'une baisse similaire des PM<sub>2.5</sub> non liées aux transports, qui sont également restées stables en Albanie depuis l'an 2000 environ (**Graphique 8.3-5**)

Les concentrations annuelles moyennes de PM<sub>2.5</sub> de 2016 (**Graphique 8.3-6**) montrent que toutes les stations respectent la valeur limite de PM<sub>2.5</sub> de l'UE (<25 µg/m<sup>3</sup>), bien que les trois stations dépassent la valeur guide de l'OMS en matière de PM<sub>2.5</sub> (<10 µg/m<sup>3</sup>).

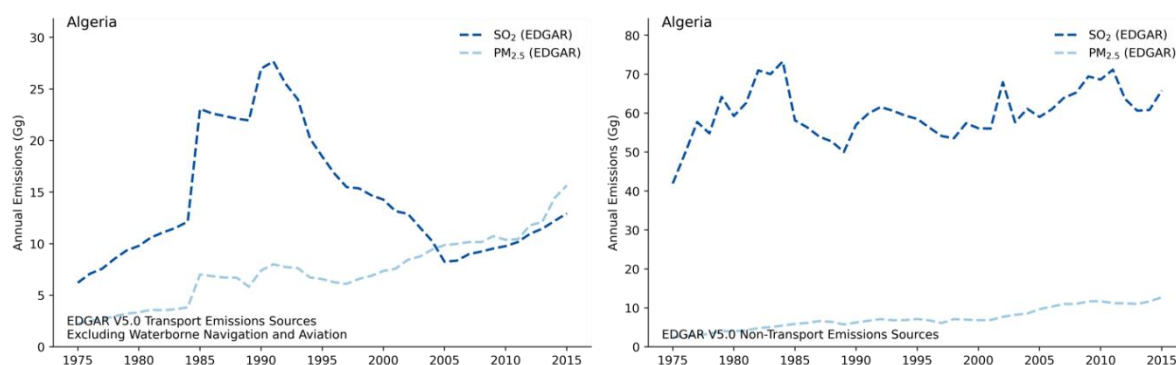


Graphique 8.3-6: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM<sub>2.5</sub> en Albanie (2016)

### 8.3.3 Algérie

En Algérie, les émissions de SO<sub>2</sub> liées aux transports ont atteint leur sommet en 1991 avec 27.70 Gg. Elles sont par la suite descendues à 8.26 Gg – soit une réduction de 70 % sur cette période. La tendance des émissions de SO<sub>2</sub> est à la hausse depuis 2005 : on les relève à 12.93 Gg en 2015, ce qui équivaut à une réduction de 53.3 % par rapport au pic de 1991. Les PM<sub>2.5</sub> liées aux transports ont également augmenté en Algérie depuis 1975.

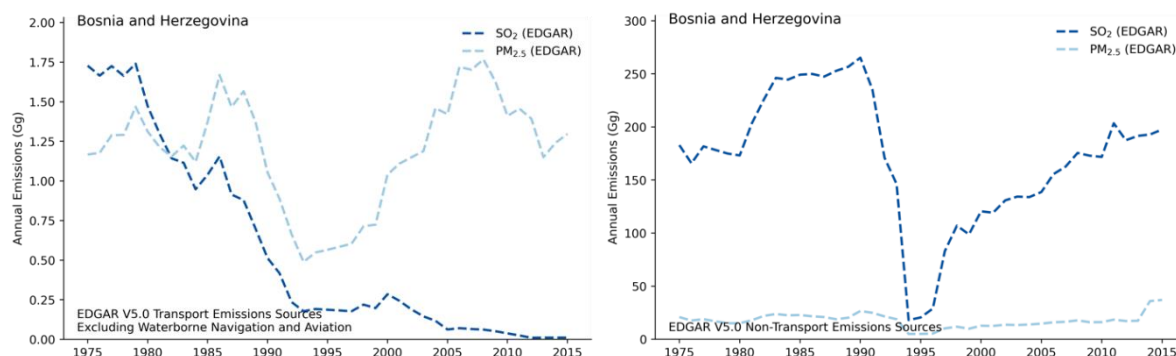
Toutes les émissions de SO<sub>2</sub> à la source ont par la suite diminué de 2012 à 2015, bien que la tendance générale des émissions de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> en Algérie soit à la hausse (**Graphique 8.3-7**)



Graphique 8.3-7: Émissions de  $\text{SO}_2$  et de  $\text{PM}_{2.5}$  dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Algérie

### 8.3.4 Bosnie-Herzégovine

Les émissions de  $\text{SO}_2$  liées aux transports en Bosnie-Herzégovine ont atteint leur pic en 1979 à 1.74 Gg et ont par la suite baissé à des niveaux très bas (0.01 Gg en 2015). La tendance à la réduction des émissions  $\text{SO}_2$  est constante depuis 1999 et démontre un niveau élevé de contrôle des émissions de  $\text{SO}_2$  provenant des sources de transport. En 2015, les émissions totales avaient diminué de plus de 99 % par rapport à leur pic de 1979. Les émissions de  $\text{PM}_{2.5}$  liées aux transports ont diminué depuis 2010, bien qu'elles aient légèrement augmenté depuis 1975.



Graphique 8.3-8: Émissions de  $\text{SO}_2$  et de  $\text{PM}_{2.5}$  dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Bosnie-Herzégovine

Les émissions globales de  $\text{PM}_{2.5}$  ont été faibles en Bosnie-Herzégovine depuis 1975, mais globalement, les émissions de  $\text{SO}_2$  augmentent régulièrement depuis 1994 (**Graphique 8.3-8**)

Les concentrations annuelles moyennes de  $\text{PM}_{2.5}$  depuis 2016 (**Graphique 8.3-9**) montrent qu'une station sur 5 en Bosnie-Herzégovine respecte la valeur limite de  $\text{PM}_{2.5}$  de l'UE (<25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mais que les concentrations de toutes les stations dépassent la valeur guide de l'OMS en matière de  $\text{PM}_{2.5}$  (<10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

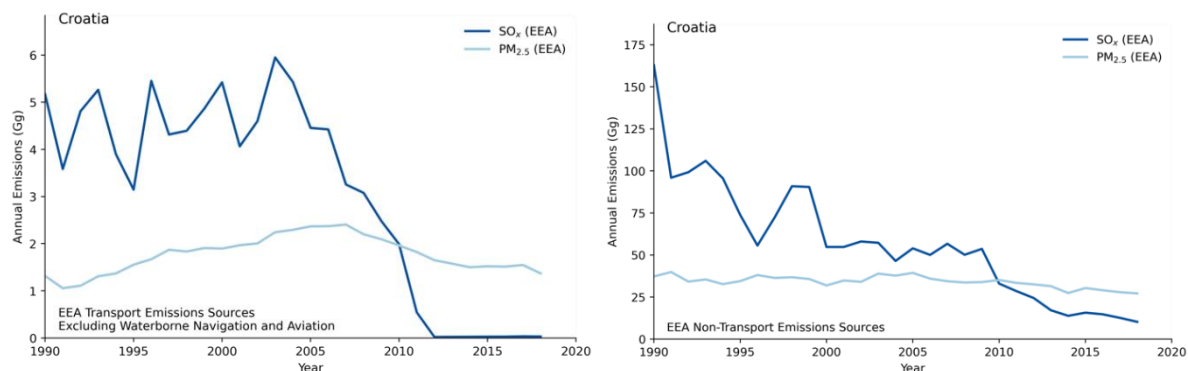


Graphique 8.3-9 : Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de  $PM_{2.5}$  en Bosnie Herzégovine (2016)

### 8.3.5 Croatie

Les émissions de  $SO_x$  liées aux transports ont atteint leur pic (au cours de cette série chronologique) en 2003 à 5.95 Gg et ont par la suite baissé à des niveaux très bas (0.03 Gg en 2018). La tendance des réductions de  $SO_x$  est constante depuis 2003 et démontre un niveau élevé de contrôle des émissions de  $SO_x$  provenant des sources de transport.

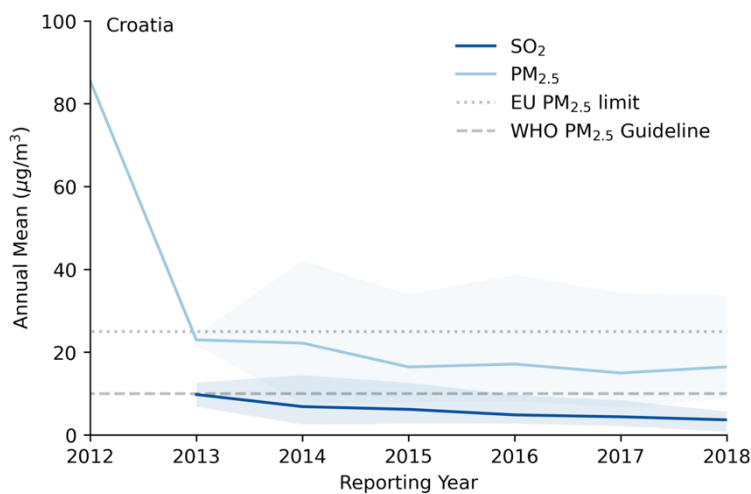
Les émissions de  $PM_{2.5}$  hors transports sont stables en Croatie depuis 1990 et les émissions de  $SO_x$  hors transport ont diminué d'environ 90 % par rapport aux niveaux de 1990. Les émissions de  $SO_x$  hors transports sont passées de 162.83 Gg en 1990 à 10.25 Gg en 2018 (**Graphique 8.3-10**).



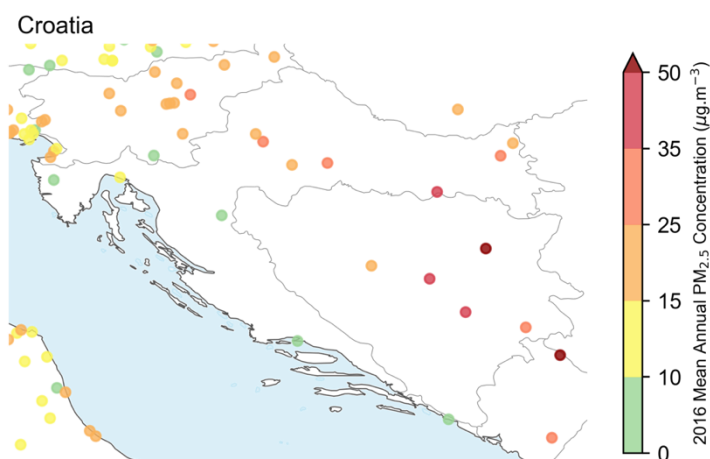
Graphique 8.3-10 : Émissions de  $SO_2$  et de  $PM_{2.5}$  dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Croatie

Les concentrations moyennes de  $PM_{2.5}$  dans l'air ambiant en Croatie (**Graphique 8.3-11**) sont conformes aux normes de qualité de l'air ambiant de l'UE depuis 2013, bien que l'intervalle de confiance de 95 % ait une limite supérieure à  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  depuis 2014, et que les concentrations moyennes à l'échelle du pays aient été supérieures aux recommandations de l'OMS depuis le début de collecte de la série de données (AEE 2020a).

Les mesures au niveau des stations, indiquées dans le **Graphique 8.3-12**, montrent que 4 stations sur 12 en Croatie sont conformes aux directives de l'OMS relatives aux  $PM_{2.5}$  et que 8 stations sur 12 sont conformes aux réglementations européennes de  $PM_{2.5}$ .



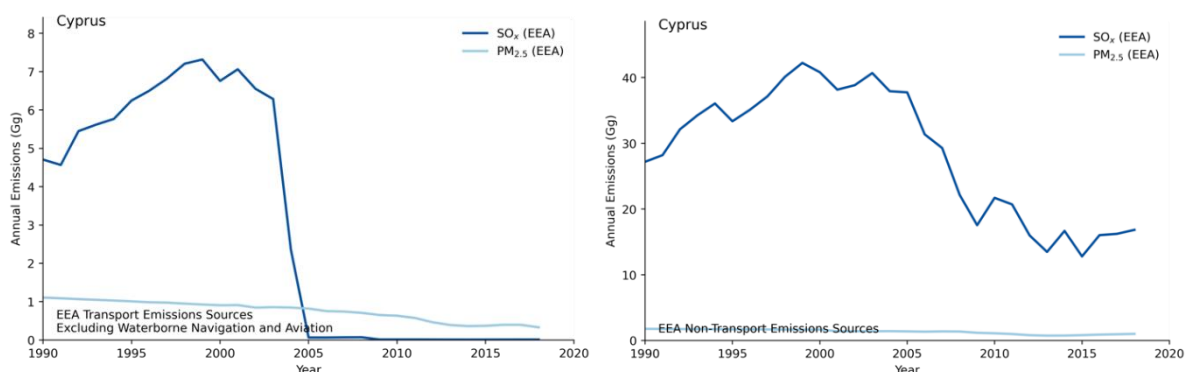
Graphique 8.3-9: Concentrations annuelles moyennes de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> en Croatie (les zones ombrées montrent une IC à 95 %)



Graphique 8.3-10: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM<sub>2.5</sub> en Croatie (2016)

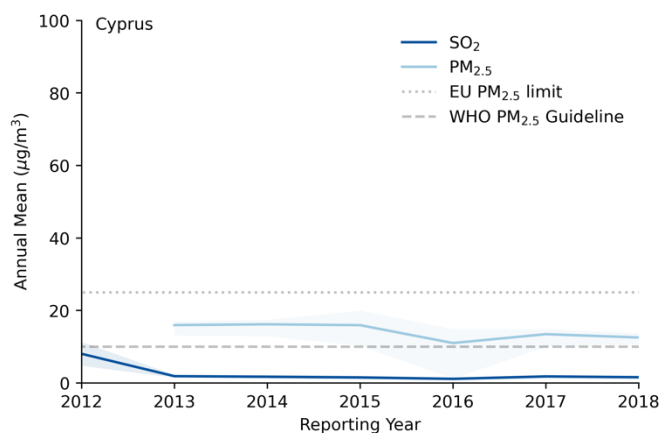
### 8.3.6 Chypre

Les émissions de SO<sub>x</sub> liées aux transports en Chypre ont atteint leur pic en 1999 à 7.32 Gg et ont par la suite baissé à des niveaux faibles (0.01 Gg en 2018). La tendance des réductions des émissions de SO<sub>x</sub> a connu une forte baisse à partir de l'an 2001. Ces résultats démontrent un contrôle des émissions de SO<sub>x</sub> provenant des sources de transport.



Graphique 8.3-11: Émissions de SO<sub>x</sub> et de PM<sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) à Chypre

Les émissions de SO<sub>x</sub> hors transports ont également atteint un pic en 1999 à 42.23 Gg, puis ont diminué à 16.83 Gg en 2018 (**Graphique 8.3-13**).



Graphique 8.3-12: Concentrations moyennes annuelles de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> à Chypre (les zones ombrées montrent un IC à 95 %)

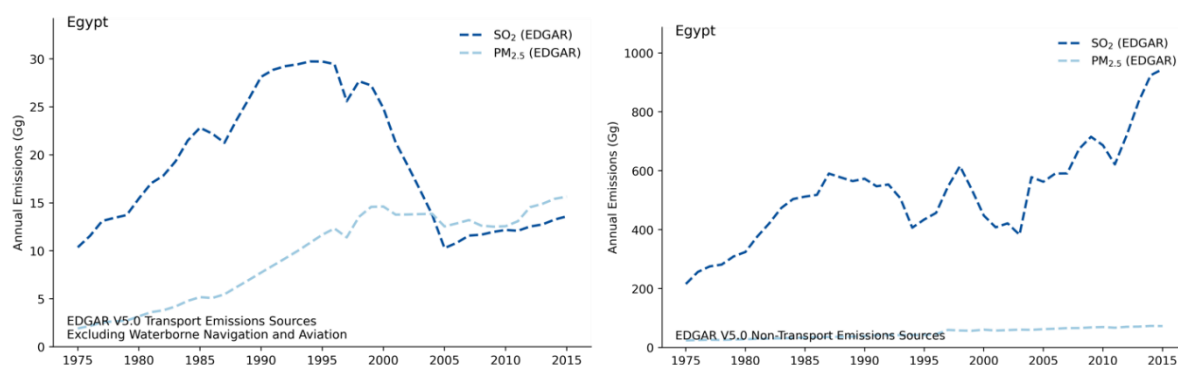
Comme le montre le **Graphique 8.3-14**, les concentrations moyennes au niveau national de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> à Chypre sont conformes aux normes de qualité de l'air ambiant de l'UE, mais elles ne sont pas conformes aux lignes directrices de l'OMS. Les mesures au niveau des stations (**Graphique 8.3-15**), à l'appui des données annuelles, démontrent que Chypre ne disposait d'aucune station ayant des concentrations moyennes annuelles de PM<sub>2.5</sub> inférieures à 10 µg/m<sup>3</sup> en 2016.



Graphique 8.3-13: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM<sub>2.5</sub> à Chypre (2016)

### 8.3.7 Égypte

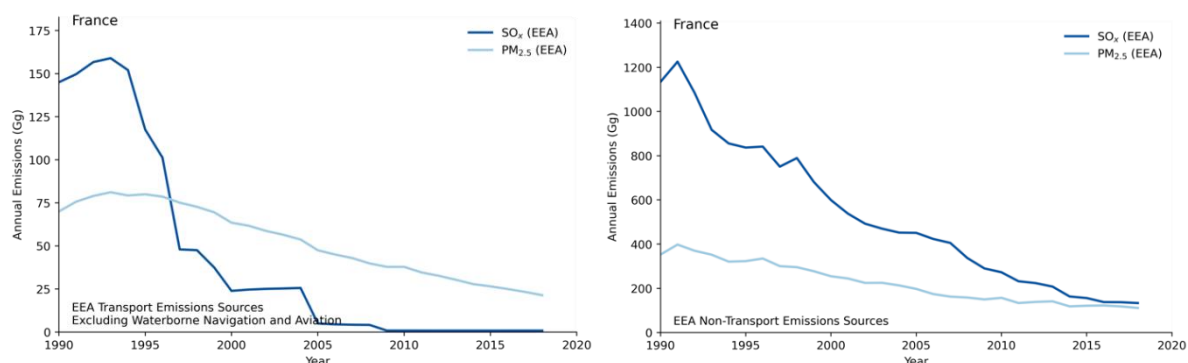
En Égypte, les émissions de SO<sub>2</sub> liées aux transports ont atteint un pic à 29.73 Gg en 1991, suivi d'une baisse à 10.28 Gg en 2005, soit une réduction de 65.4 % sur cette période. La tendance des émissions de SO<sub>2</sub> est à la hausse depuis 2005 - 13.59 Gg en 2015 - ce qui équivaut à une réduction de 54 % par rapport au pic de 1991. La tendance des émissions hors transports de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> est à la hausse depuis 2004 en Égypte (**Graphique 8.3-16**).



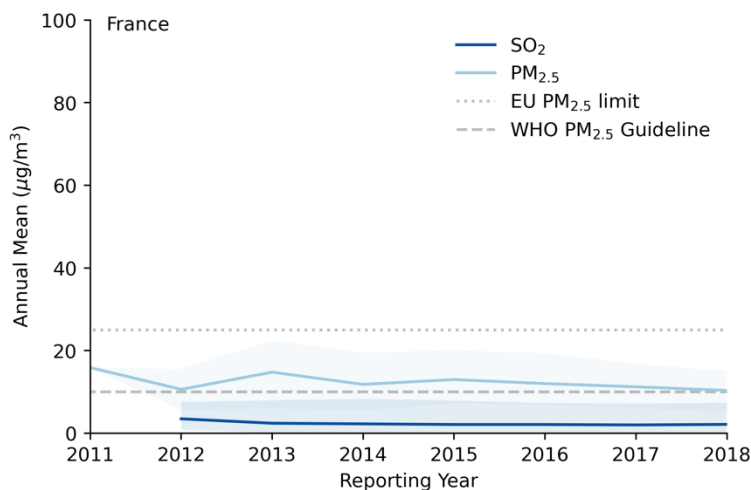
Graphique 8.3-14: Émissions de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Égypte

### 8.3.8 France

En France, les émissions de SO<sub>x</sub> liées aux transports ont atteint un pic de 158.94 Gg en 1993 et ont par la suite chuté à 0.84 Gg en 2018. La tendance à la réduction des émissions de SO<sub>x</sub> est constamment à la baisse depuis 1993. Ces résultats démontrent un contrôle des émissions de SO<sub>x</sub> provenant des sources de transport. En 2015, les émissions totales avaient diminué de plus de 80 % par rapport à 1991. Les émissions de SO<sub>x</sub> provenant de sources non liées aux transports sont passées de 1.225.28 Gg en 1991 à 133,36 Gg en 2018 (Graphique 8.3-17).

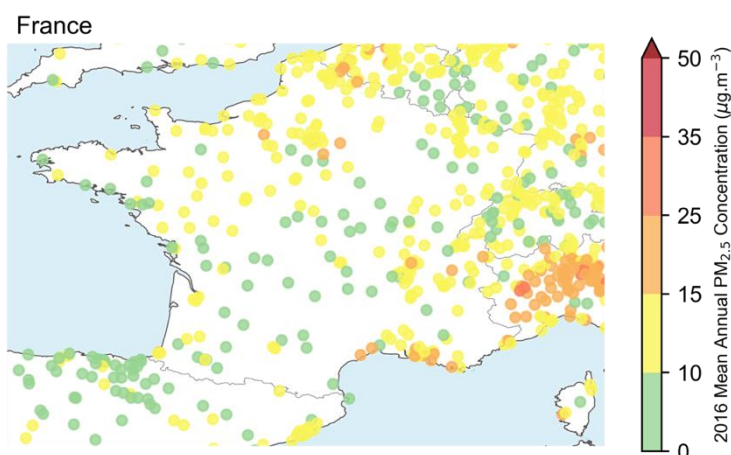


Graphique 8.3-15: Émissions de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en France



Graphique 8.3-16: Concentrations moyennes annuelles de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> en France (les zones ombrées montrent un IC à 95 %)

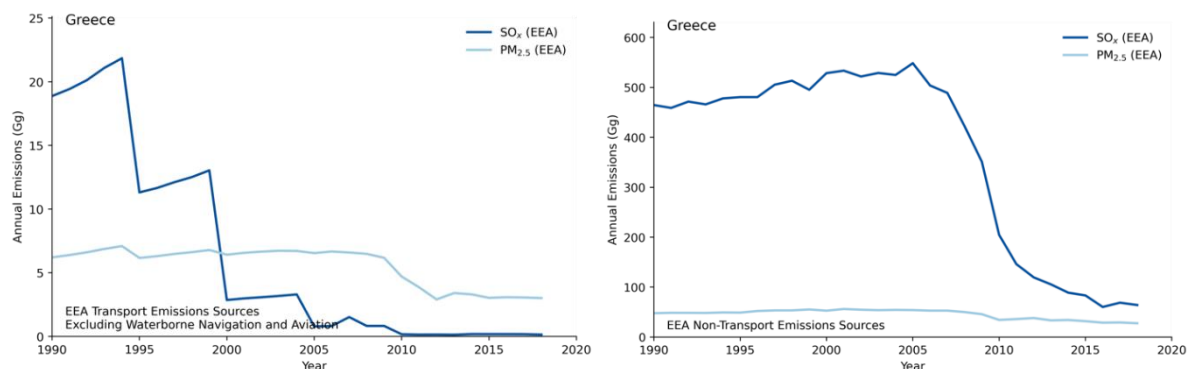
Comme le montre le **Graphique 8.3-18**, les concentrations moyennes nationales de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> sont conformes aux normes de qualité de l'air ambiant de l'UE (AEE 2020a), mais ne sont pas conformes aux lignes directrices de l'OMS sur les PM<sub>2.5</sub>. Les données au niveau des stations montrent qu'en 2016, toutes les stations en France répondaient aux normes de l'UE sur les PM<sub>2.5</sub> mais que seulement 65 stations sur 282 (23 %) étaient conformes aux lignes directrices de l'OMS sur les PM<sub>2.5</sub> préconisant une limite de 10 µg/m<sup>3</sup>. Notamment, les stations situées le long de la côte sud de la France ont présenté certaines des concentrations de PM<sub>2.5</sub> les plus élevées du pays (**Graphique 8.3-19**).



Graphique 8.3-17: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM<sub>2.5</sub> en France (2016)

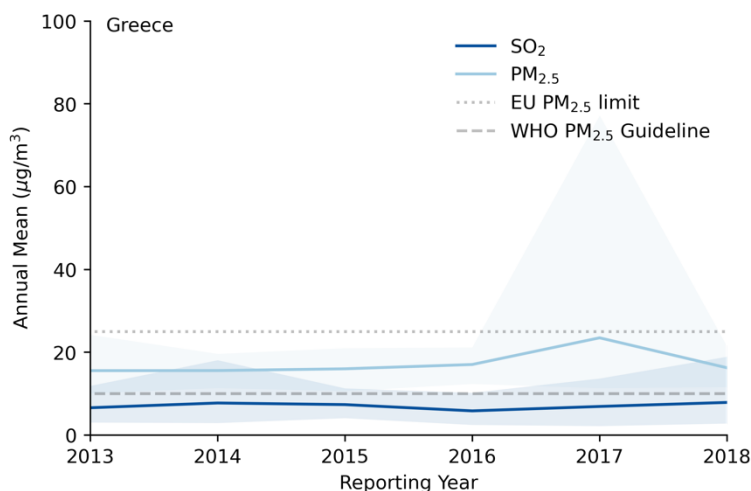
### 8.3.9 Grèce

Les émissions de SO<sub>x</sub> liées aux transports en Grèce ont atteint un pic en 1994 à 21.85 Gg et ont par la suite baissé à des niveaux faibles (0.14 Gg en 2018). Ces résultats démontrent un niveau élevé de contrôle des émissions de SO<sub>x</sub> provenant des sources de transport. Les sources non liées aux transports ont progressivement augmenté jusqu'à leur pic à 548.41 Gg en 2005, après quoi les émissions ont rapidement chuté à 64.12 Gg en 2018 (**Graphique 8.3-20**).



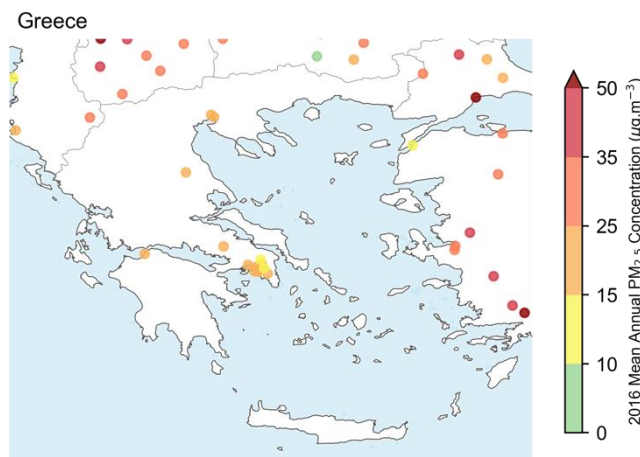
Graphique 8.3-18: Émissions de SO<sub>x</sub> et de PM<sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Grèce





Graphique 8.3-19: Concentrations moyennes annuelles de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> en Grèce (les zones ombrées montrent un IC à 95 %)

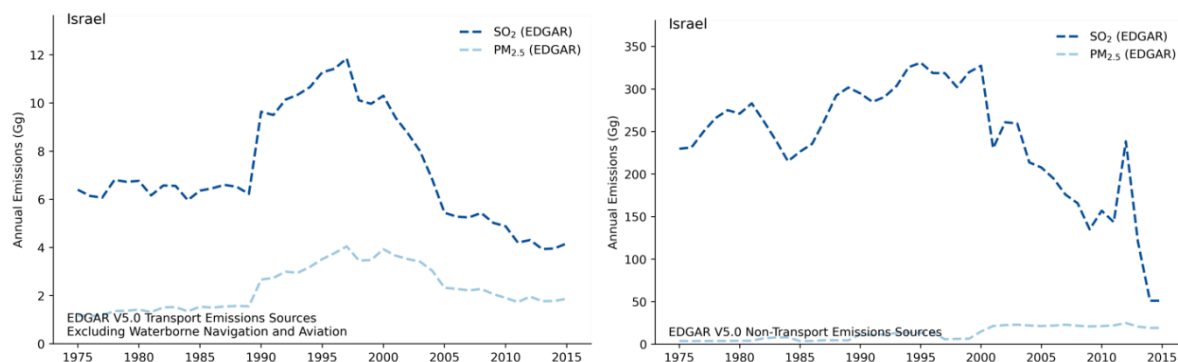
Comme le montre le **Graphique 8.3-21**, les concentrations moyennes au niveau national de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> en Grèce répondent aux normes de qualité de l'air ambiant de l'UE, bien que l'IC à 95 % pour 2017 ne respecte pas la norme de l'UE de 25 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>2.5</sub>, et les concentrations de PM<sub>2.5</sub> ne répondent pas aux lignes directrices de l'OMS (AEE 2020a). Les données au niveau des stations (**Graphique 8.3-22**) montrent que toutes les stations en Grèce en 2016 répondaient aux normes de PM<sub>2.5</sub> de l'UE, mais qu'aucune station n'était conforme aux lignes directrices de l'OMS en la matière préconisant une limite de 10 µg/m<sup>3</sup>.



Graphique 8.3-20: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM<sub>2.5</sub> en Grèce (2016)

### 8.3.10 Israël

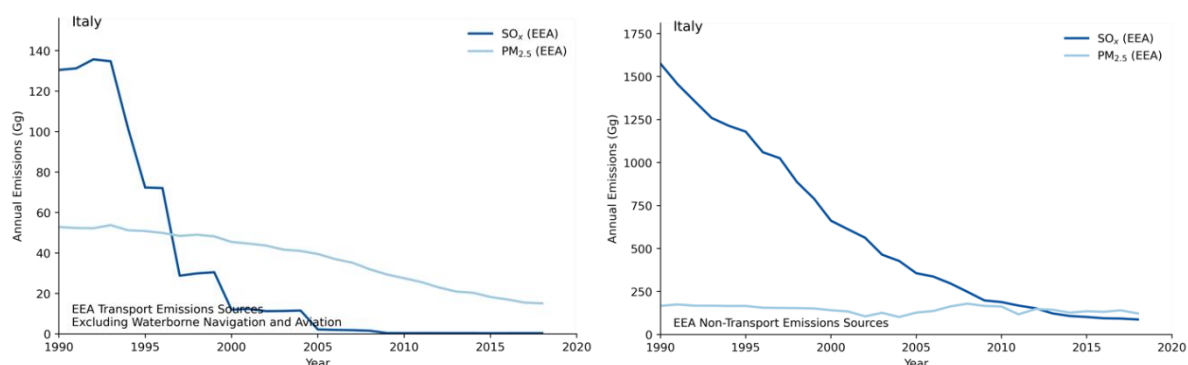
Avant 1990, les émissions de SO<sub>x</sub> en Israël étaient stables. De 1989 à 1997, ces émissions ont augmenté de 90 % pour atteindre 11.84 Gg. Depuis 1997, Israël a connu une baisse annuelle considérable et constante des émissions de SO<sub>x</sub>, qui ont chuté à 4.17 Gg en 2015, soit une baisse de 64.8 % depuis le pic de 1997. Les émissions de PM<sub>2.5</sub> et de SO<sub>2</sub> provenant de sources de transport ont toutes deux diminué en 2000 en Israël, et les émissions de SO<sub>2</sub> hors transports ont globalement diminué de plus de 80 % depuis 2000 (**Graphique 8.3-23**).



Graphique 8.3-21: Émissions de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Israël

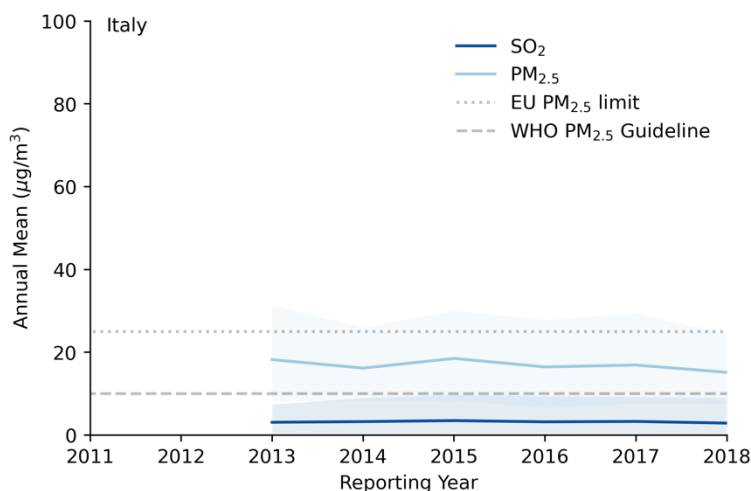
### 8.3.11 Italie

En Italie, les émissions de SO<sub>x</sub> liées au transport ont atteint un pic à 135.71 Gg en 1992 et ont par la suite chuté à des niveaux très bas (0.41 Gg en 2018). La tendance annuelle de réduction des émissions de SO<sub>x</sub> est constamment à la baisse depuis 1992. Ces résultats démontrent un niveau élevé de contrôle des émissions de SO<sub>2</sub> provenant des sources de transport. En 2015, les émissions totales avaient diminué de plus de 99 % par rapport à 1979. Les émissions de SO<sub>x</sub> provenant de sources non liées aux transports ont diminué de façon significative, passant de 1,574.99 Gg en 1990 à 87.60 Gg en 2018 (**Graphique 8.3-24**).

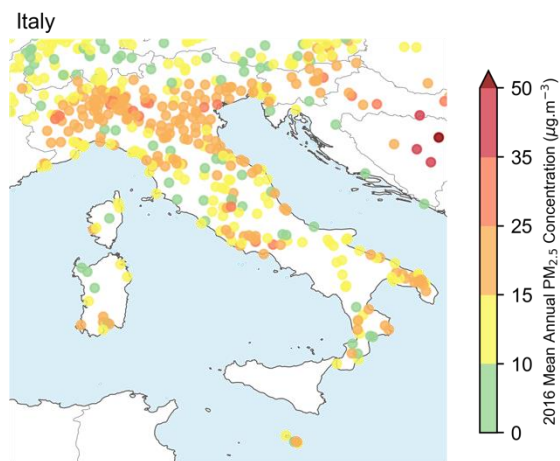


Graphique 8.3-22: Émissions de SO<sub>x</sub> et de PM<sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Italie

Comme le montre le **Graphique 8.3-25**, les concentrations moyennes au niveau national de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> en Italie répondent aux normes de qualité de l'air ambiant de l'UE (AEE 2020a), bien que les moyennes annuelles au niveau national ne respectent pas les lignes directrices de l'OMS sur les PM<sub>2.5</sub>. Les données au niveau des stations (**Graphique 8.3-26**) montrent qu'en 2016, 320 stations sur 334 (95.8 %) répondaient aux normes de l'UE en matière de PM<sub>2.5</sub>, mais que seulement 36 stations sur 334 (10,85%) respectaient la valeur seuil de 10 µg/m<sup>3</sup> préconisée par l'OMS.



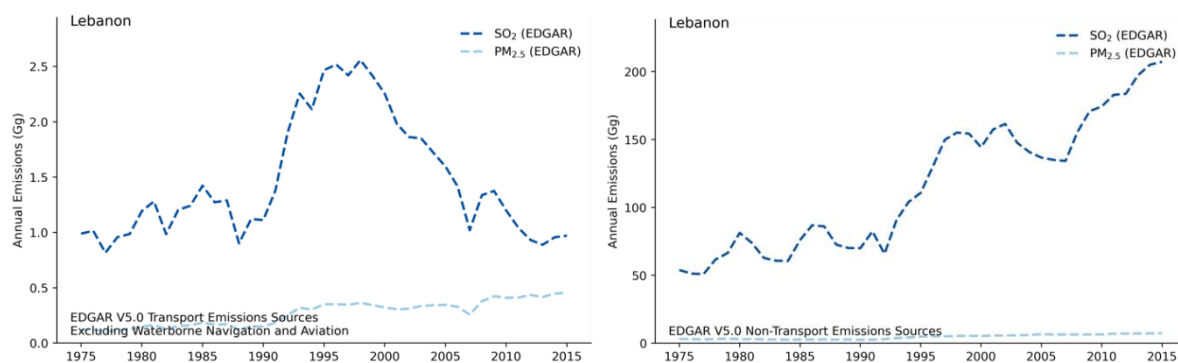
Graphique 8.3-23: Concentrations moyennes annuelles de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> en Italie (les zones ombrées montrent un IC à 95 %)



Graphique 8.3-24: Relevé annuel de l’OMS des concentrations moyennes annuelles de PM<sub>2.5</sub> en Italie (2016)

### 8.3.12 Liban

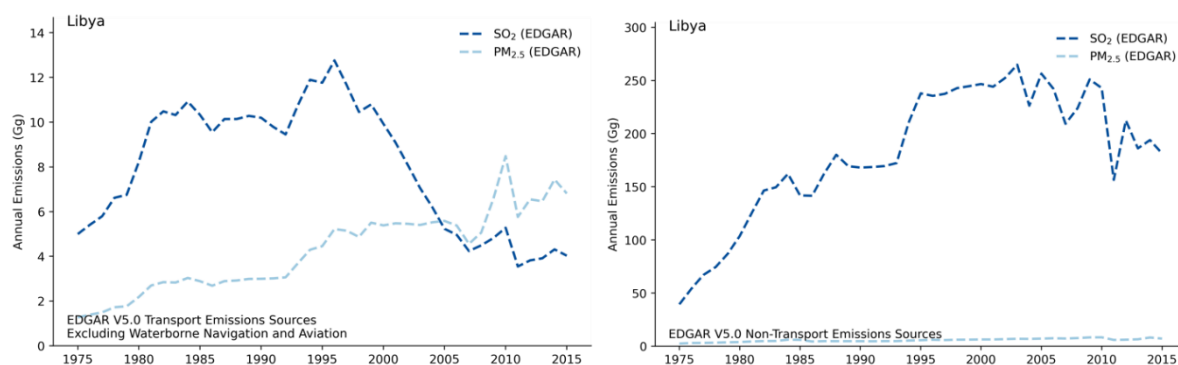
De 1988 à 1998, les émissions de SO<sub>2</sub> provenant des sources de transport ont augmenté de 184 %, passant de 0.90 Gg à 2.56 Gg. Depuis 1998, les émissions annuelles de SO<sub>2</sub> au Liban ont pour la plupart diminué, passant à 0.97 Gg en 2015, soit à peu près les mêmes niveaux que ceux des années 1990. Alors que les émissions de SO<sub>2</sub> dans les transports ont diminué, les émissions hors transports ont augmenté depuis 1975 (**Graphique 8.3-27**).



Graphique 8.3-25: Émissions de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) au Liban

## 8.3.13 Libye

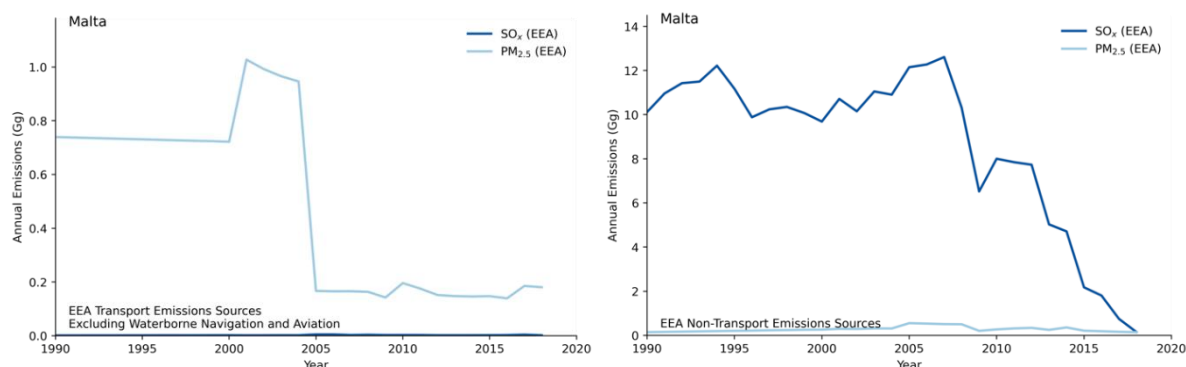
Les émissions de SO<sub>2</sub> liées aux transports en Libye ont connu une forte baisse depuis leur pic à 12.76 Gg en 1996. En 2015, ces émissions étaient tombées à 4.03 Gg, soit une baisse de 68 %. Les émissions de PM<sub>2.5</sub> liées aux transports ont diminué depuis 2010, et les SO<sub>2</sub> et PM<sub>2.5</sub> hors transports ont tous deux connu une baisse depuis le milieu des années 2000 (**Graphique 8.3-27**).



Graphique 8.3-26: Émissions de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Libye

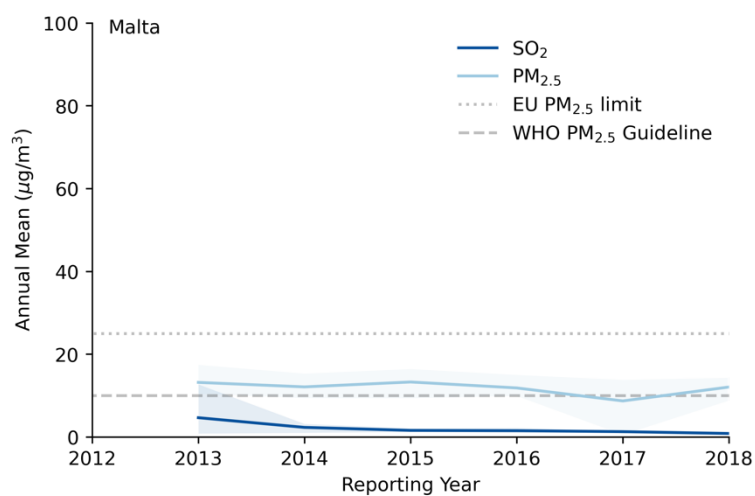
## 8.3.14 Malte

Les émissions de SO<sub>x</sub> liées aux transports à Malte ont été de 0.005 Gg par an depuis 2005. Les émissions de SO<sub>x</sub> hors transports ont chuté de 12.61 Gg en 2007 jusqu'à 0.15 Gg en 2018 (**Graphique 8.3-30**).



Graphique 8.3-27: Émissions de SO<sub>x</sub> et de PM<sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) à Malte

Comme le montre le **Graphique 8.3-30**, les concentrations moyennes au niveau national de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> à Malte répondent aux normes de qualité de l'air ambiant de l'UE (AEE 2020a), mais, sauf pour 2017, dépassent les lignes directrices de l'OMS en la matière. Les données au niveau des stations (**Graphique 8.3-31**) montrent qu'en 2016, les 5 stations de Malte répondaient aux normes de l'UE en matière de PM<sub>2.5</sub> mais que seulement une seule se conformait aux lignes de directrices de l'OMS préconisant une valeur seuil de 10 µg/m<sup>3</sup>.



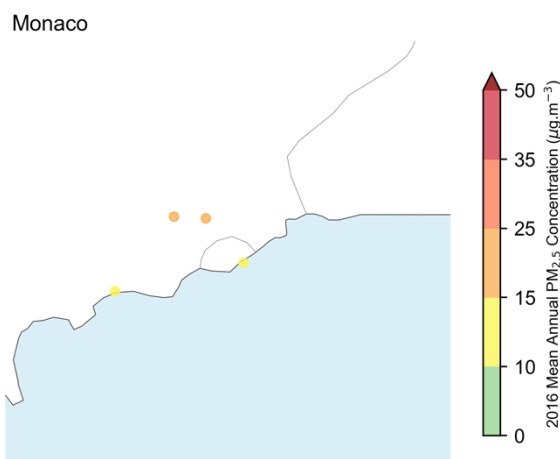
Graphique 8.3-28: Concentrations moyennes annuelles de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> à Malte (les zones ombrées montrent un IC à 95 %)



Graphique 8.3-29: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM<sub>2.5</sub> à Malte (2016)

### 8.3.15 Monaco

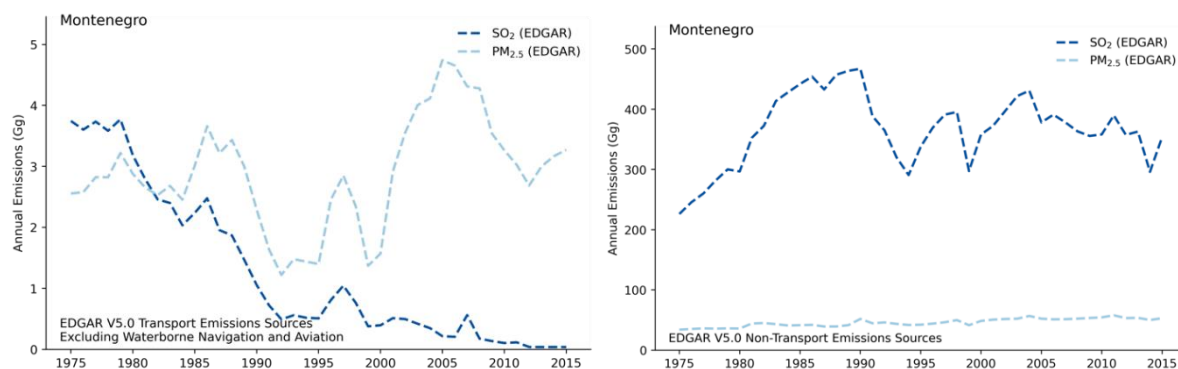
Aucune donnée n'était disponible auprès d'EDGAR ou de l'AEE concernant les estimations d'émissions de Monaco. Les données au niveau des stations (**Graphique 8.3-32**) montrent que l'unique station de surveillance signalée par l'OMS répondait aux normes de l'UE mais pas aux lignes directrices de l'OMS recommandant une valeur seuil de 10 µg/m<sup>3</sup> pour les concentrations annuelles moyennes de PM<sub>2.5</sub>.



Graphique 8.3-30: Relevé de l’OMS des concentrations moyennes annuelles de PM<sub>2.5</sub> à Monaco (2016)

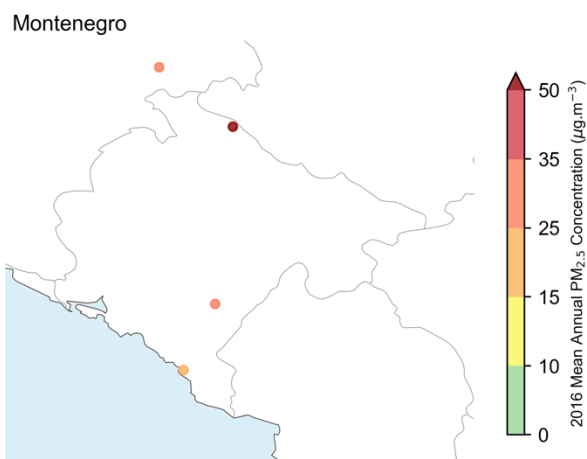
### 8.3.16 Monténégro

Les émissions de SO<sub>2</sub> liées aux transports au Monténégro ont atteint un pic en 1979 à 3.77 Gg et ont par la suite baissé à des niveaux très bas (0.039 Gg en 2015). La tendance annuelle globale des réductions des émissions de SO<sub>2</sub> dans les transports est à la baisse depuis 1978, à quelques exceptions près au début des années 1990 et en 2007. Ces résultats démontrent un niveau élevé de contrôle des émissions SO<sub>2</sub> provenant des sources de transport. En tout, dans le secteur des transports, les émissions en 2015 avaient diminué de 99 % par rapport à 1979. Les émissions de SO<sub>2</sub> hors transports ont diminué au Monténégro depuis 1991 (**Graphique 8.3-34**).



Graphique 8.3-31: Émissions de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) au Monténégro

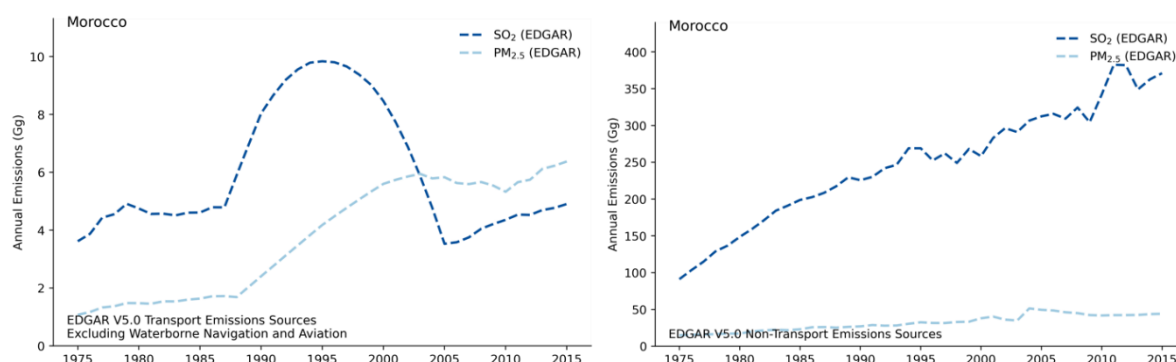
Les données au niveau des stations (**Graphique 8.3-34**) montrent qu'en 2016, 1 des 3 stations déclarantes du Monténégro répondait aux normes de l'UE en matière de PM<sub>2.5</sub> de 25 µg/m<sup>3</sup>.



Graphique 8.3-32: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de  $PM_{2.5}$  au Monténégro (2016)

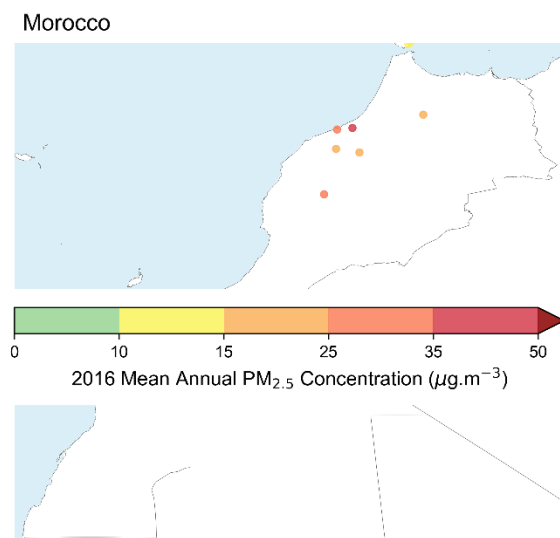
### 8.3.17 Maroc

Avant 1988, les émissions du secteur des transports au Maroc étaient stables. De 1989 à 1995, les émissions de  $SO_2$  ont augmenté de 105 % pour atteindre 9.84 Gg. Depuis 1995, le Maroc a connu une forte baisse des émissions de  $SO_2$ , chutant à 3.53 Gg en 2005, avant d'atteindre 4.9 Gg en 2015. Les  $PM_{2.5}$  hors transports diminué au Maroc depuis 2004, bien que les émissions de  $SO_2$  hors transports augmentent régulièrement au Maroc depuis 1975 (**Graphique 8.3-35**).



Graphique 8.3-33: Émissions de  $SO_2$  et de  $PM_{2.5}$  dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) au Maroc

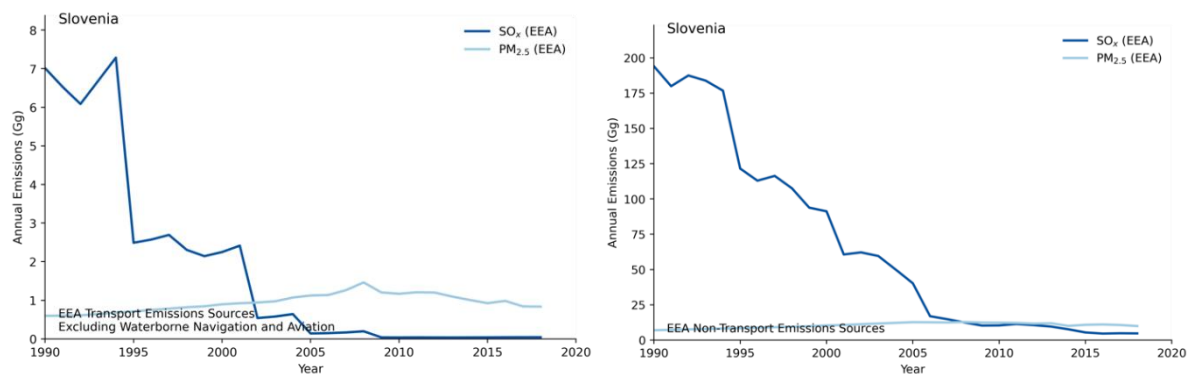
Les données au niveau des stations (**Graphique 8.3-36**) montrent qu'en 2016, aucune station au Maroc n'était conforme aux lignes directrices de l'OMS en matière de  $PM_{2.5}$  et que 3 stations sur 6 répondaient à la norme de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Graphique 8.3-34: Relevé de l’OMS des concentrations moyennes annuelles de  $PM_{2.5}$  au Maroc (2016)

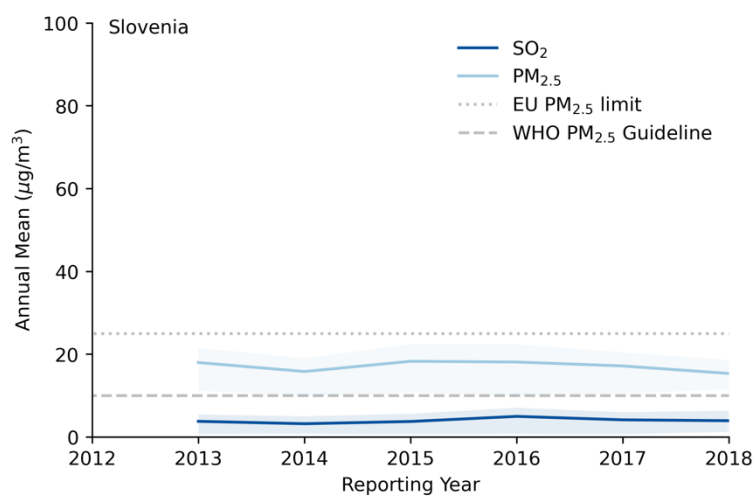
### 8.3.18 Slovénie

Les émissions de  $SO_x$  dans le secteur des transports ont diminué, passant de 7.29 Gg en 1994 à 0.04 Gg en 2018. Les émissions de  $PM_{2.5}$  dans le secteur des transports et hors transports ont chuté depuis 2009, avec d’importantes réductions globales de  $SO_x$ . Le  $SO_x$  hors transports sont passées de 194.04 Gg en 1990 à 4.74 Gg en 2018 (**Graphique 8.3-37**).

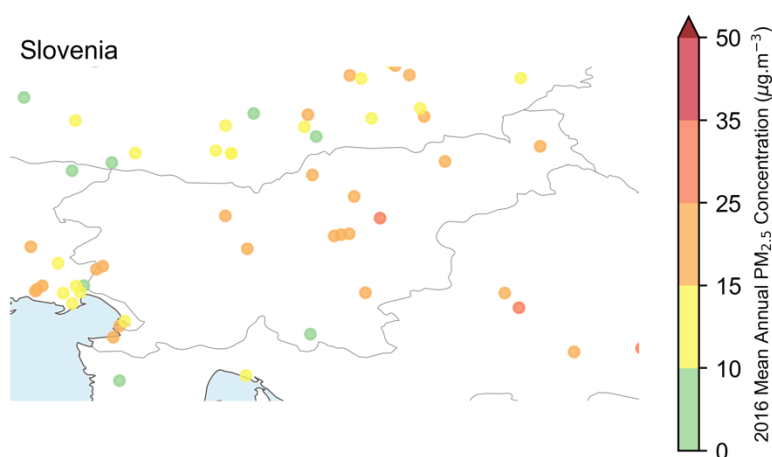


Graphique 8.3-35: Émissions de  $SO_x$  et de  $PM_{2.5}$  dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Slovénie





Graphique 8.3-36: Concentrations moyennes annuelles de  $\text{SO}_2$  et de  $\text{PM}_{2.5}$  en Slovénie (les zones ombrées montrent un IC à 95 %)

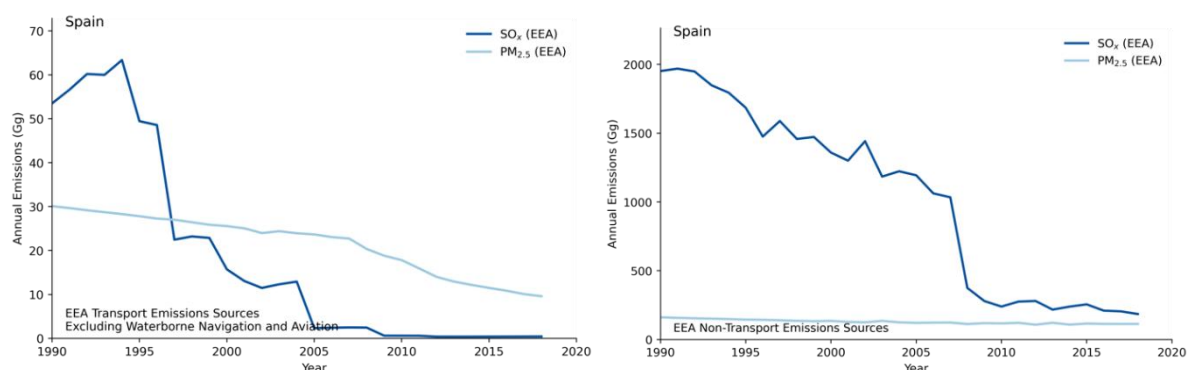


Graphique 8.3-37: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de  $\text{PM}_{2.5}$  en Slovénie (2016)

Comme le montre le **Graphique 8.3-38**, les concentrations moyennes de  $\text{SO}_2$  et de  $\text{PM}_{2.5}$  en Slovénie répondent aux normes de qualité de l'air ambiant de l'UE (AEE 2020a), mais dépassent les recommandations de l'OMS en matière de  $\text{PM}_{2.5}$  ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Les données au niveau des stations (**Graphique 8.3-39**) montrent qu'en 2016 seulement 1 des 14 stations en Slovénie répondait aux lignes directrices de l'OMS en matière de  $\text{PM}_{2.5}$  alors que 13 stations sur 14 répondaient aux normes de l'UE ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

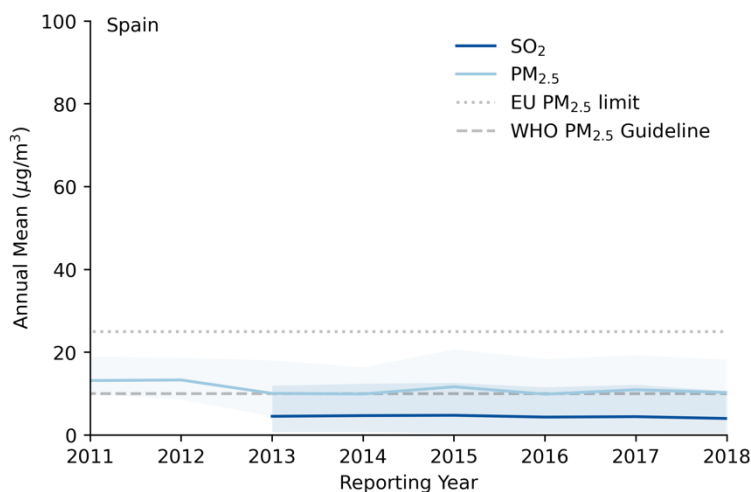
### 8.3.19 Espagne

Les émissions de  $\text{SO}_x$  dans le secteur des transports ont diminué en Espagne depuis leur pic à 63.36 Gg en 1994 pour chuter à 0.43 Gg en 2018. Les émissions de  $\text{SO}_x$  non liées aux transports ont considérablement diminué depuis le début des années 1990 (**Graphique 8.3-40**).

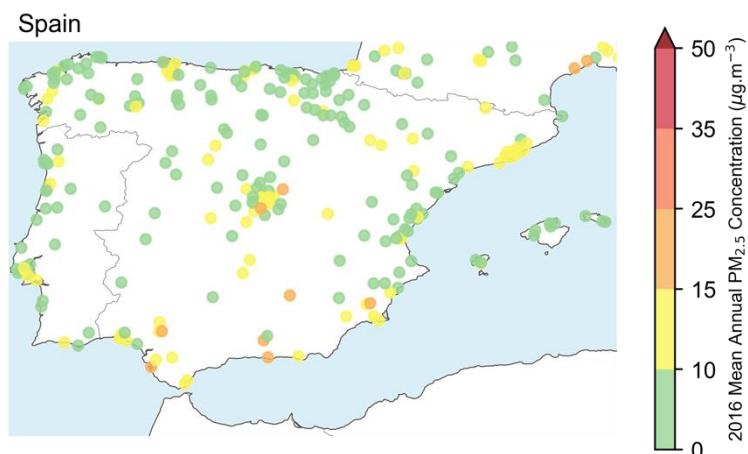


Graphique 8.3-38: Émissions de SO<sub>x</sub> et de PM<sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Espagne

Comme le montre le **Graphique 8.3-41**, les concentrations moyennes au niveau national de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> en Espagne répondent aux normes de qualité de l'air ambiant de l'UE (AEE 2020a) et sont légèrement supérieures aux lignes directrices de l'OMS (10 µg/m<sup>3</sup>), avec une concentration annuelle moyenne de 10.3 µg/m<sup>3</sup> en 2018. Les données au niveau des stations (**Graphique 8.3-42**) montrent qu'en 2016, 163 stations sur 252 (64.7 %) répondaient aux lignes directrices de l'OMS et que toutes les stations respectaient la valeur seuil de l'UE en matière de PM<sub>2.5</sub>.



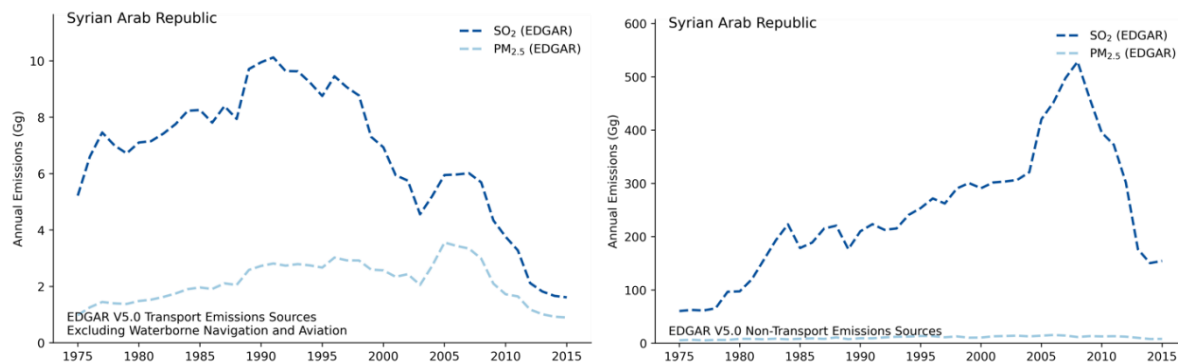
Graphique 8.3-39: Concentrations moyennes annuelles de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> en Espagne (les zones ombrées montrent une IC à 95 %)



Graphique 8.3-40: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de PM<sub>2.5</sub> en Espagne (2016)

### 8.3.20 République arabe syrienne

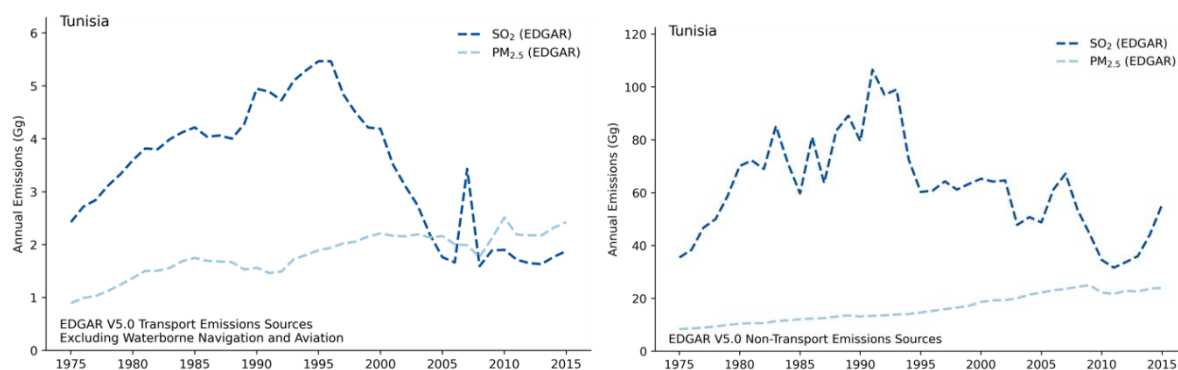
Les émissions dans le secteur des transports ont diminué de 84% en République arabe syrienne depuis leur pic en 1991 (10.12 Gg). Les émissions de SO<sub>2</sub> du secteur des transports s'élevaient à 1.61 Gg en 2015. Les émissions de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> liées aux transports et non liées aux transports ont considérablement diminué en République arabe syrienne depuis 2008 environ (**Graphique 8.3-43**).



Graphique 8.3-41: Émissions de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> dans le secteur des transports (à gauche) et hors transports (à droite) en République arabe syrienne

### 8.3.21 Tunisie

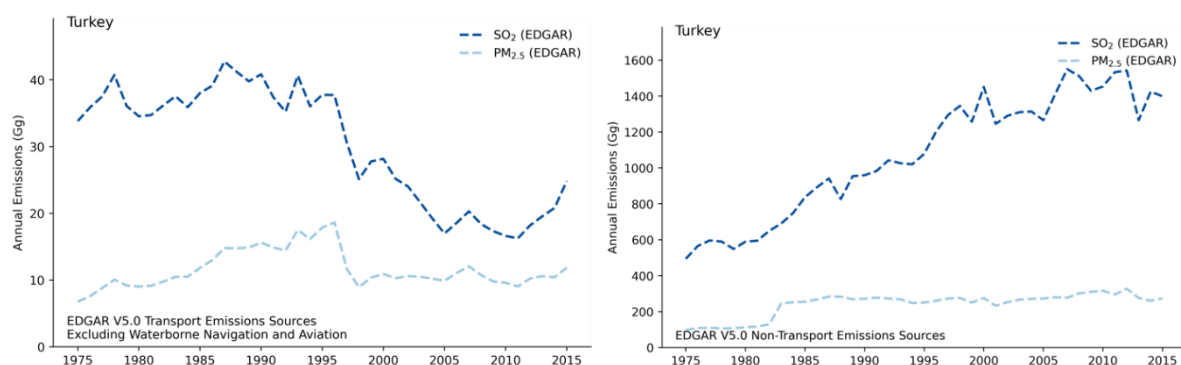
Les émissions dans le secteur des transports ont atteint un pic de 5.47 Gg en 1995 et ont depuis diminué de 65.6 % pour atteindre 1.88 Gg en 2015. Les émissions de SO<sub>2</sub> liées aux transports et hors transports ont considérablement diminué en Tunisie depuis leurs pics respectifs, bien que les émissions de PM<sub>2.5</sub> aient continué à augmenter dans les deux cas (**Graphique 8.3-44**).



Graphique 8.3-42: Émissions de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2.5</sub> dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Tunisie

### 8.3.22 Turquie

Les émissions de SO<sub>2</sub> ont globalement diminué en Turquie depuis 1986, bien qu'elles aient légèrement augmenté de 2011 à 2015. Les émissions de SO<sub>2</sub> non liées aux transports ont stagné ou légèrement diminué depuis la fin des années 2000. De même, les émissions de PM<sub>2.5</sub> liées aux transports et hors transports sont stables depuis la fin des années 1990 (**Graphique 8.3-45**).



Graphique 8.3-43: Émissions de  $SO_2$  et de  $PM_{2.5}$  dans les transports (à gauche) et hors transports (à droite) en Turquie



Graphique 8.3-44: Relevé de l'OMS des concentrations moyennes annuelles de  $PM_{2.5}$  en Turquie (2016)

Les données au niveau des stations (**Graphique 8.3-46**) montrent que seulement 1 des 87 stations signalées par l'OMS en Turquie répondait à ses lignes directrices en matière de  $PM_{2.5}$  et que 29 des 87 (33 %) respectaient la valeur seuil de l'UE ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

#### 8.4 Résumé du contrôle des sources terrestres

Tous les États riverains de la mer Méditerranée ont adopté des mesures sous une forme ou une autre pour contrôler les émissions provenant de sources terrestres. L'étendue et la mise en œuvre de ces mesures varient d'une région à l'autre, les normes de l'Union européenne représentant les normes les plus strictes en matière de qualité de l'air ambiant et de réduction des émissions. Au total, les émissions provenant des transports et de sources non liées aux transports dans les États riverains de la mer Méditerranéens ont presque diminué de moitié (baisse > 46 %) depuis 1975.

Les politiques de qualité de l'air adoptées par les Parties contractantes à la Convention de Barcelone ont permis de réduire les émissions et d'améliorer la qualité de l'air dans de nombreux endroits de la Zone de la mer Méditerranée. Toutefois, les stations de surveillance côtière situées à proximité des principaux ports et des voies importantes de trafic maritime continuent de dépasser les normes de l'OMS, 80 % des stations de surveillance de la qualité de l'air de la région situées à moins de 100 km du littoral ne respectant pas la valeur limite  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de l'OMS les  $PM_{2.5}$ .

## 9 Coûts relatifs à la réduction des émissions provenant des navires

La présente Section expose les données venant étayer le respect du critère 3.1.8 de l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL, dont le libellé est le suivant :

|               |  |
|---------------|--|
| Critère 3.1.8 | Les coûts afférents à la réduction des émissions provenant des navires par rapport aux contrôles terrestres et les impacts économiques sur le transport maritime engagé dans le commerce international |
|---------------|--|

### 9.1 Aperçu des coûts estimés en 2020

Le présent document a estimé les coûts de mise en conformité dans le cadre du scénario de l'ECA SOx Med proposée en s'appuyant sur les meilleures données disponibles et sur des hypothèses prudentes concernant les prix du carburant et des EGCS, tel que cela sera exposé dans les développements qui vont suivre. Les résultats de l'analyse des coûts effectuée dans le cadre de la présente proposition sont exposés ici, qui démontre qu'un changement de type de fuel-oil découlant de la désignation de l'ECA SOx Med, impliquerait – par rapport à un simple respect des normes MARPOL - un coût supplémentaire, tous les ans, de 1.761 milliards de dollars US. L'utilisation d'EGCS représenterait, un coût de 1.157 milliards de dollars supplémentaires par an. Ces valeurs dépendent fortement de l'écart de prix présumé entre un fuel-oil dont la teneur en soufre est limitée à 0.50 % m/m et de 0.50 % et un autre à 0.10 % m/m. Les écarts de prix sont décrits à la **Section 9.2**.

### 9.2 Coûts du carburant

La présente Section expose, dans un contexte international, l'historique disponible des prix du carburant dans la Zone de la mer Méditerranée. Elle porte sur les prix des HFO avec une teneur en soufre allant jusqu'à 3.50 % m/m, des LSFO avec une teneur en soufre maximale de 0.50 % m/m et conformément aux normes OMI 2020-MARPOL VI, ainsi que des fuel-oils dont la teneur en soufre maximale est de 0.10 % m/m, conformément aux normes MARPOL VI - ECA, dénommés VLSFO ou MGO. Les coûts de production et de transport sont intégrés dans les prix de vente utilisés dans ces analyses. Les prix des fuel-oils reflètent ici les prix des MGO déclarés, cet acronyme couvrant donc les fuel-oils conformes aux normes ECA SOx Med, bien que les prix des MGO et VLSFO soient étroitement alignés. Enfin, sont également inclus dans le cadre de la présente analyse des données relatives aux écarts de prix ainsi qu'une comparaison avec les prix mondiaux du baril de pétrole.

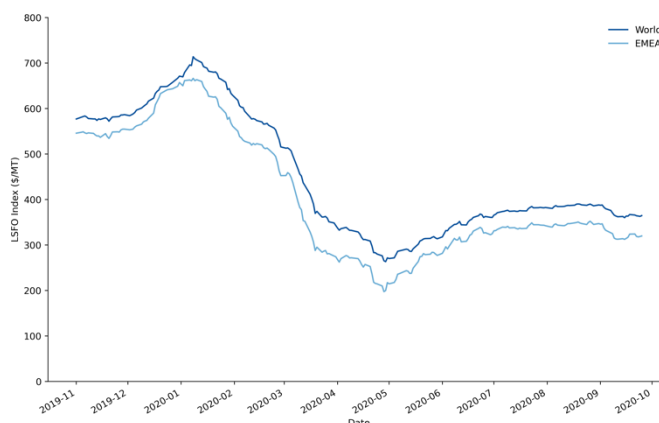
Le présent rapport utilise la terminologie employée par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) dans le cadre de ses statistiques, qui comprend les étiquettes des carburant des raffineries, par exemple gaz/diesel. Le terme gaz/diesel est utilisé dans ce rapport principalement car la disponibilité du carburant dépend nécessairement, pour ne pas essentiellement, de l'offre et de la demande de raffinage, y compris de la demande non maritime de gaz/diesel. Le gaz/diesel comprend tous les carburants marins distillés (DM) et les carburants non marins distillés du **Tableau 1.3-1**. Dans un souci de clarté, les statistiques élaborées par l'AIE pour le gaz et le diesel ne comprennent pas le gaz naturel ou les produits du gaz naturel, qui sont présentés dans des séries de données distinctes.

#### 9.2.1 Fioul lourd à faible teneur en soufre (0.50 % S m/m)

Les historiques de prix décrits ci-dessous comprennent à la fois les moyennes de la Zone Europe, Moyen-Orient et Afrique (EMEA) ainsi que celle mondiale. Les prix se fondent sur les indices fournis par Bunker Index<sup>34</sup>.

Le **Graphique 9.2-1** présente la série chronologique des prix du LSFO pour la zone EMEA ainsi que la moyenne mondiale. Les deux séries de données se suivent de près, avec des prix mondiaux, en moyenne, 46 \$/TM supérieurs aux prix de la zone EMEA. Bien que les séries chronologiques soient courtes, en raison de la disponibilité relativement récente sur le marché du LSFO, son prix dans la zone EMEA a beaucoup varié, oscillant de 197 \$/TM à 666 \$/TM. Depuis novembre 2011, le prix moyen du LSFO dans la zone EMEA est de 344 \$/TM.

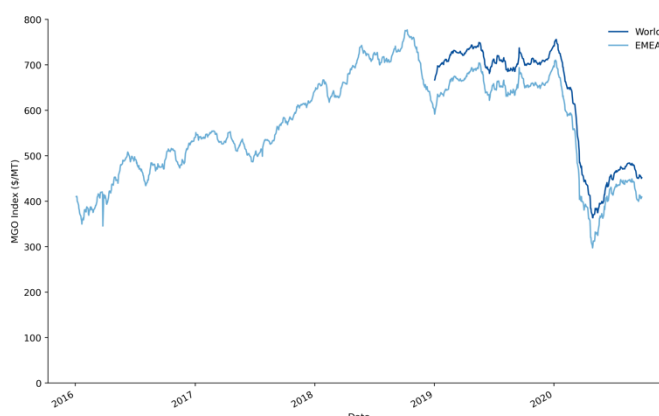
<sup>34</sup> <https://bunkerindex.com>.



Graphique 9.2-1: Indices des prix mondiaux et de la Zone EMEA

### 9.2.2 Marine Gas Oil (0.10 % S m/m)

Le **Graphique 9.2-2** présente l'évolution chronologique des prix de MGO dans la Zone EMEA ainsi que celle de la moyenne mondiale. À l'instar du LSFO, les prix moyens mondiaux de MGO sont généralement supérieurs à ceux de la zone EMEA. La différence entre le prix moyen mondial de MGO et celui de la Zone EMEA est de 50 \$/TM, ce qui s'aligne étroitement avec la différence entre le prix mondial et celui de la Zone EMEA concernant le LSFO. Les prix du MGO sont volatiles depuis 2016, oscillant entre 297 \$/TM et 777 \$/TM, avec un prix moyen de 443 \$/TM, et une fourchette de 2.6 entre les valeurs les plus basses et les plus élevées.

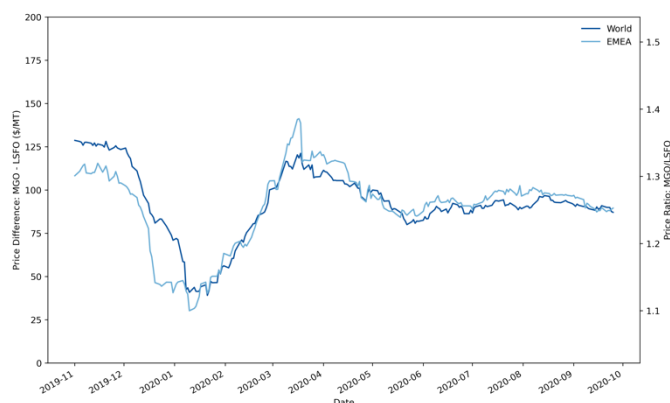


Graphique 9.2-2: Indices des prix mondiaux et de la Zone EMEA

Avant l'entrée en vigueur des normes de l'OMI relatives à une limite de la teneur en soufre dans les fuel-oils de 0.50 m/m, les prix du HFO étaient tout aussi volatiles. De 2008 à décembre 2019, les prix du HFO ont oscillé entre 152 \$/TM et 742 \$/TM, soit une fourchette de 4.9 entre les prix les plus bas et les plus élevés.

### 9.2.3 Écarts de prix

Bien que les coûts totaux soient utiles pour comprendre l'impact total des prix, les écarts de prix des carburants sont essentiels pour évaluer les coûts supplémentaires liés à l'ECA SOx Med par rapport aux carburants avec une teneur en soufre maximale de 0.50 % m/m, c'est-à-dire le delta du prix entre 0.50 % S m/m et 0.10 % S m/m. Comme l'indique le **Graphique 9.2-3**, les données relatives aux prix du LSFO sont disponibles depuis novembre 2019. Les écarts de prix entre la zone EMEA et le reste du monde sont étroitement alignés depuis janvier 2020.



Graphique 9.2-3: Différence de prix entre le MGO et le LSFO pour la zone EMEA et le reste du monde

L'écart de prix entre le MGO et le LSFO est stationnaire depuis juin 2020 : environ 95 \$/MT de plus pour la Zone EMEA. Sur la période de disponibilité des données (novembre 2019 à octobre 2020), la différence moyenne est également de 95 \$/MT, ce qui correspond à la période de stabilisation des prix post-juin 2020.

Le rapport entre le prix du MGO et du LSFO, dans la zone EMEA a varié de 1.05 à 1.51, avec une valeur médiane de 1.29, c'est-à-dire que l'augmentation des prix entre le LSFO et le MGO se situe entre 5 % et 51 %, avec une valeur centrale de 29 %.

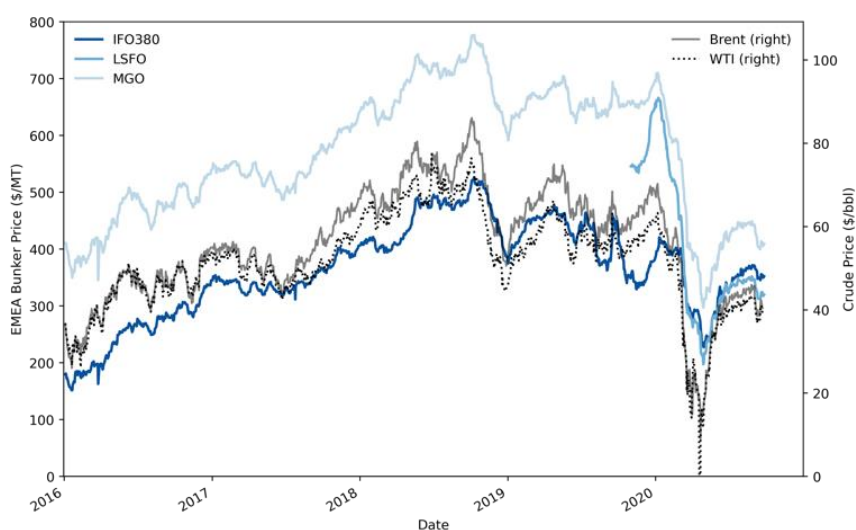
Le ratio des prix est particulièrement important à prendre en compte lors de l'évaluation des coûts de l'ECA SOx Med proposée. Alors que les prix du carburant sont en constante évolution, à la suite des fluctuations des prix du pétrole brut, l'écart de prix entre MGO et LSFO est comparativement stable, après la période d'ajustement au début de 2020. Par conséquent, l'écart de prix entre les deux combustibles permet une analyse robuste des coûts marginaux de l'ECA SOx Med proposée, c'est-à-dire des coûts supplémentaires liées à l'établissement des nouvelles normes.

#### 9.2.4 Prix du baril brut

Les prix du baril brut, qui est une matière première pour les combustibles marins, ont également été analysés sur la base des données de l'Agence d'information sur l'énergie (AIE).<sup>35</sup> Les résultats pour deux produits du secteur, le West Texas Intermediate (WTI) et le Brent, décrivent ensemble l'éventail des prix mondiaux du pétrole brut. Ces prix sont indiqués dans le **Graphique 9.2-4**, avec les prix du pétrole WTI et Brent par baril indiqués sur l'axe de droite. Il convient de noter que tous les axes sont mis à l'échelle<sup>36</sup> de sorte que l'un ou l'autre des axes puisse être utilisé pour toutes les séries de données, selon que le lecteur est intéressé par les prix du carburant en \$/TM ou \$/bbl.

<sup>35</sup> [https://www.eia.gov/dnav/pet/pet\\_pri\\_spt\\_s1\\_d.htm](https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.htm).

<sup>36</sup> En supposant 1 baril = 0.1364 Mt.



Graphique 9.2-4. Prix mondiaux du pétrole (Brent, WTI) et des carburants marins (IFO 380, LSFO, MGO) en \$/TM (axe gauche) et \$/bbl (axe droit)

Les données du **Graphique 9.2-4** démontrent clairement la relation entre les prix mondiaux du pétrole et les combustibles de soute marins. Les coefficients de corrélation de Pearson pour les carburants de soute et les prix du pétrole brut sont exposés dans **Tableau 9.2-1**. Ces coefficients montrent un degré élevé de corrélation entre toutes les espèces du tableau et une forte corrélation entre les prix du carburant Brent et WTI et les prix des combustibles de soute.

Tableau 9.2-1: Coefficients de corrélation de Pearson entre les prix des carburants de soute et le prix du pétrole brut

|                     | IFO380 | LSFO<br>(0.50 % S m/m) | MGO<br>(0.10 % S m/m) | Brent | WTI   |
|---------------------|--------|------------------------|-----------------------|-------|-------|
| IFO380              | 1,000  | 0,752                  | 0,895                 | 0,866 | 0,801 |
| LSFO (0.50 % S m/m) | 0,752  | 1,000                  | 0,990                 | 0,932 | 0,875 |
| MGO (0.10 % S m/m)  | 0,895  | 0,990                  | 1,000                 | 0,961 | 0,913 |
| Brent               | 0,866  | 0,932                  | 0,961                 | 1,000 | 0,972 |
| WTI                 | 0,801  | 0,875                  | 0,913                 | 0,972 | 1,000 |

Bien que l'écart de prix associé à la transition d'une teneur en soufre maximale de 0.50 % m/m à 0.10 % m/m soit équivalent à environ 95 \$/TM de carburant, le secteur du transport maritime a régulièrement fait face à la volatilité des prix du carburant – qui l'a poussé à fréquemment réajuster les tarifs de fret - supérieure à cet écart de prix.

#### 9.2.5 Résumé statistique des prix du carburant

Les prix centraux des carburants pour 0.50 % S m/m et 0.10 % S m/m utilisés dans le cadre de cette analyse sont de 344 \$/TM et de 443 \$/TM, ce qui correspond aux valeurs médianes des séries de données communes disponibles pour les deux espèces de combustibles (**Tableau 9.2-2**). Ces prix seront utilisés comme estimations centrales pour la modélisation des frais de voyage, des tarifs de fret et des effets sur les prix des marchandises.



Tableau 9.2-2. Résumé statistique des prix des carburants marins évalués (dates incluses)

| EMEA USD par tonne    | > 0.50 % S m/m       |                      | 0.50 % S m/m         | 0.10 % S m/m         |                      |
|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                       | IFO 380              |                      | LSFO                 | MGO/ULSFO            |                      |
| Période chronologique | 2008-04 à<br>2020-09 | 2019-11 à<br>2020-09 | 2019-11 à<br>2020-09 | 2016-01 à<br>2020-09 | 2019-11 à<br>2020-09 |
| Minimum               | 152 \$               | 227 \$               | 197 \$               | 297 \$               | 297 \$               |
| 10e centile           | 269 \$               | 277 \$               | 263 \$               | 409 \$               | 363 \$               |
| 25e centile           | 342 \$               | 317 \$               | 308 \$               | 482 \$               | 403 \$               |
| Médiane               | 450 \$               | 349 \$               | 344 \$               | 579 \$               | 443 \$               |
| 75e centile           | 594 \$               | 370 \$               | 541 \$               | 660 \$               | 642 \$               |
| 90e centile           | 645 \$               | 398 \$               | 608 \$               | 709 \$               | 666 \$               |
| Maximum               | 743 \$               | 421 \$               | 666 \$               | 777 \$               | 710 \$               |

### 9.2.6 Disponibilité du carburant

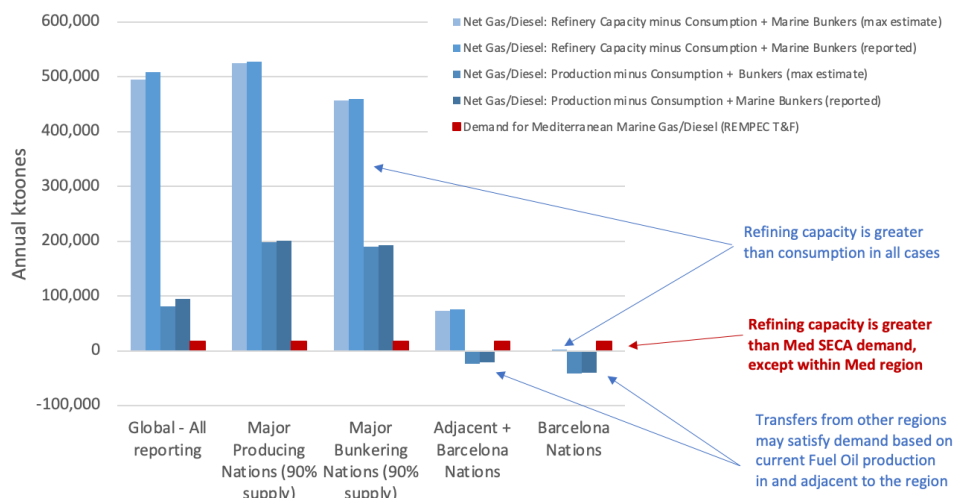
Le secteur du raffinage dispose d'une capacité de production suffisante pour répondre à la demande de fuel-oils respectant la valeur seuil de 0.10 % S m/m en vertu de l'ECA SOx Med. L'offre disponible est suffisante pour répondre à la demande, même en tenant compte d'une gamme d'estimations et de taux de croissance pour l'utilisation du carburant de la flotte. Ces observations n'ont pas pris en compte l'autre voie de mise en conformité liée aux EGCS, susceptible de réduire davantage la demande de fuel-oils à 0.10 % S m/m. Par conséquent, l'adoption de cette technologie ou de carburants de substitution parmi les navires, lorsque cela est faisable d'un point de vue économique, renforce le bien-fondé de la première constatation, en diversifiant la demande pour y inclure des fuel-oils non conformes ainsi que d'autres carburants avec une teneur en soufre intrinsèquement plus basse. Les projections de capacité excédentaire (ou de réserve) indiquent en outre que l'offre continuera d'être disponible, peut-être avec une capacité de réserve plus importante pour la production que celle précédemment évaluée dans les études antérieures.

La présente analyse aborde la question de la disponibilité des combustibles à l'échelle régionale, puis examine les principaux pays de soutage avec des ports adjacents à la zone de la mer Méditerranée. Elle considère ensuite les principaux pays de soutage, puis examine tous les pays qui sont les principaux producteurs de produits pertinents pour l'approvisionnement, avant d'évoquer la production mondiale et les capacités de production. La disponibilité potentielle de carburant sera ensuite examinée, à chaque échelle, avec l'idée sous-jacente que le transport maritime international dépend des marchés mondiaux pour la disponibilité de carburant dans la zone de la mer Méditerranée

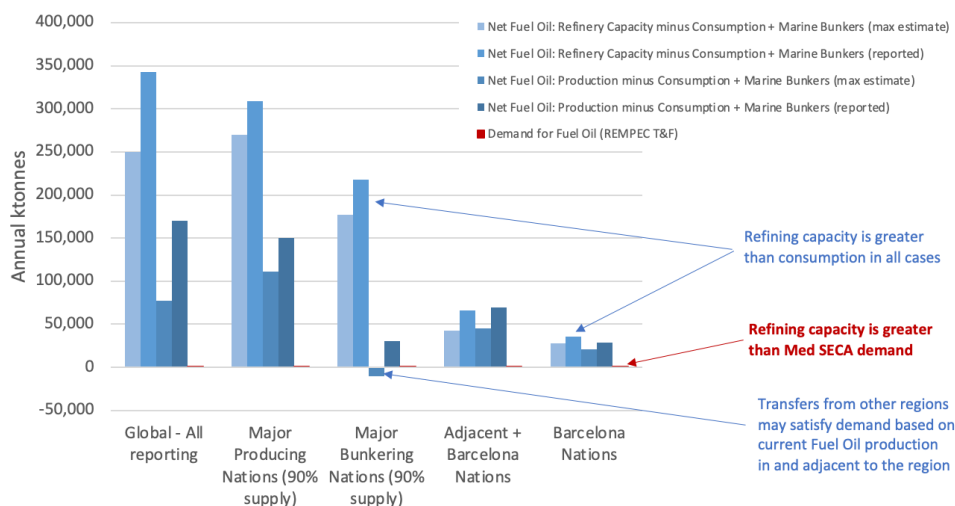
Le **Graphique 9.2-5** montre que la capacité du secteur du raffinage de produire du carburant gaz/diesel<sup>37</sup> est supérieure à la demande de consommation (y compris pour les combustibles de soute) à toutes les échelles, notamment parmi les États riverains de la mer Méditerranéens. Tel qu'indiqué, aux échelles régionales des États riverains de la mer Méditerranée et des pays adjacents voisins, le **Graphique 9.2-5** montre que la production actuelle de gaz/diesel n'est pas suffisante pour répondre à la demande de consommation actuelle. Les États riverains de la mer Méditerranée qui sont parties contractantes à la Convention de Barcelone importent du gaz/diesel d'autres pays pour satisfaire la demande du marché en gaz/diesel. En d'autres termes, alors que les raffineries de ces pays ont la capacité de produire plus de distillats moyens, la configuration économiquement optimale, produit davantage d'autres produits de raffinage pour l'exportation, ce qui implique d'acheter du gaz/diesel sur le marché mondial. Il s'agit d'un comportement typique de maximisation des profits par les raffineries sur le marché mondial du pétrole. Le **Graphique 9.2-6** montre la capacité du secteur du raffinage de produire du fuel-oil, qui excède la demande, conformément à l'état des sous-produits des carburants résiduels. La production de fioul en raffinerie ne parvient à répondre aux besoins de consommation, uniquement lorsque les estimations relatives aux carburants de soute sont maximisées. En combinant le fuel-oil et le gaz/diesel, les estimations de capacité des raffineries et les statistiques de production démontrent que l'offre dépasse la demande de consommation à toutes les échelles – mais que les États riverains de la mer Méditerranée doivent commercialiser leurs produits, comme indiqué au **Graphique 9.2-7**. Par conséquent, des quantités suffisantes de gaz/diesel et de fuel-oil sont disponibles

<sup>37</sup> Le présent rapport utilise la terminologie des statistiques de l'AIE qui comprennent les étiquettes de carburant des raffineries, p. ex., gaz/diesel. Le gaz/diesel inclut tous les carburants marins distillés (DM) et les carburants non marins distillés. Dans un souci de clarté, les statistiques déclarées par l'AIE pour le gaz/diesel ne comprennent pas le gaz naturel ou les produits du gaz naturel, qui sont présentés dans des ensembles de données distinctes.

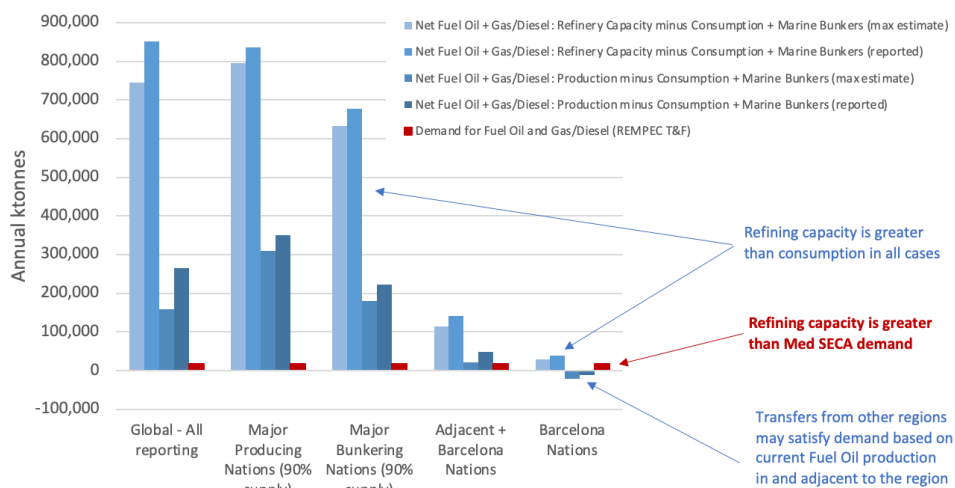
pour élaborer des carburants respectant la valeur seuil de teneur en soufre de 0.10 % m/m, dans le cadre de l'ECA SOx Med, en combinant des carburants distillés et des produits mélangés pour la production de fiouls résiduels à faible teneur en soufre.



Graphique 9.2-5. La capacité nette de raffinage pour produire du gaz/diesel est supérieure à la demande, suffisante pour l'approvisionnement découlant de l'ECA SOx Med



Graphique 9.2-6. La capacité nette de raffinage pour produire du fuel-oil est supérieure à la demande, y compris pour les carburants de soute



Graphique 9.2-7. La capacité nette de raffinage pour produire du fuel-oil et du gaz/diesel est supérieure à la demande

### 9.3 Frais des navires

#### 9.3.1 Analyse de l'adoption des systèmes de nettoyage des gaz d'échappement

Les EGCS représentent une possibilité de mise en conformité, aux fins de l'ECA SOx Med proposée. Le **Tableau 9.3-1** indique qu'environ 5.900 navires - soit environ 18 % de la flotte opérant dans la zone de la mer Méditerranée - pourraient adopter des EGCS, sur un horizon d'investissement prudent de 100 ans, avec un taux d'investissement de 15 %. Cet horizon d'investissement conservateur peut être considéré comme décrivant l'option d'investissement la moins coûteuse – il définit donc les conditions les plus favorables pour le financement de la technologie de nettoyage des gaz d'échappement. Cette conclusion est conforme à certaines estimations - mais pas à toutes - rapportées dans les médias du secteur ou d'autres études, fondamentalement liées aux conditions de l'horizon d'investissement supposées. Par conséquent, certaines analyses de sensibilité sont effectuées pour explorer davantage les conditions de faisabilité économique.

Tableau 9.3-1. Nombre de navires considérés pour les systèmes de nettoyage des gaz d'échappement

|            | Nombre de navires | Pourcentage total de flotte |
|------------|-------------------|-----------------------------|
| EGCS       | 5.915             | 18%                         |
| Pas d'EGCS | 27.248            | 82%                         |

Le **Tableau 9.3-2** indique les taux d'investissement prévus pour les EGCS. Les décisions d'investissement sont généralement des informations commerciales confidentielles qui sont paramétrées sur une plage de durée de vie d'investissement. 39 navires sont identifiés comme opérant actuellement avec des EGCS dans la zone de la mer Méditerranée, et ce nombre ne devrait pas changer dans un horizon d'investissement d'un an. Si les coûts liés aux EGCS sont amortis sur 10 ans, les résultats montrent que l'installation de ces systèmes augmenterait d'un facteur de dix, de 39 à 464. En supposant un horizon d'investissement de 15 ans, les résultats indiquent que 3.7 % de la flotte pourrait investir dans des EGCS et économiser plus de 260 millions de dollars US.

Tableau 9.3-2. Analyse des dépenses d'équipement liées aux EGCS et années d'investissement pour le pourcentage de la flotte utilisant de tels systèmes

| Années d'investissement | Utilisation éventuelle d'un EGCS, équipement inclus                            |               |  |
|-------------------------|--|---------------|--|
|                         | Économies en termes de conformité pour l'ECA SOx Med (en milliards de dollars) | Nombre d'EGCS | Pourcentage de flotte utilisant des EGCS |
| Aucun                   | 0,61 \$  | 39 en 2020    | 0,0%                                     |
| 1                       | 0,00 \$  | 0             | 0,0%                                     |
| 5                       | 0,02 \$  | 53            | 0,2%                                     |
| 10                      | 0,10 \$  | 464           | 1,4%                                     |
| 11                      | 0,13 \$  | 632           | 1,9%                                     |
| 12                      | 0,15 \$  | 767           | 2,3%                                     |
| 14                      | 0,19 \$  | 1.010         | 3,0%                                     |
| 15                      | 0,26 \$  | 1.226         | 3,7%                                     |
| 20                      | 0,37 \$  | 1.888         | 5,7%                                     |
| 25                      | 0,47 \$  | 2.702         | 8,1%                                     |
| 30                      | 0,53 \$  | 4.155         | 12,5%                                    |
| 50                      | 0,60 \$  | 5.726         | 17,3%                                    |
| 100                     | 0,61 \$  | 5.915         | 17,8%                                    |

Le **Tableau 9.3-3** montre que les EGCS sont envisageables pour les navires qui passent la plus grande partie de leur temps au sein de la Zone maritime méditerranéenne (et/ou dans d'autres régions SECA). Les EGCS nécessitent des investissements en équipement accrus mais utilisent des carburants à moindre coût. La faisabilité économique augmente avec davantage d'opérations rentables utilisant des carburants à un prix plus bas. Ces résultats confirment les travaux publiés précédemment (23). Ils indiquent que dans le cadre d'un scénario EGCS assorti d'un horizon d'investissement limité (100 ans), 5.900 navires (~18% de la flotte méditerranéenne) pourraient investir dans des EGCS alors que la majorité de la flotte (82%) pourrait considérer qu'un changement de carburant représente l'option la moins coûteuse.

Tableau 9.3-3. Utilisation des EGCS par type de navire conformément au scénario d'ECA SOx Med proposée

| Type de navire       | Pas D'EGCS                                      |                   | Adoption d'un EGCS                              |                   |
|----------------------|---|-------------------|---|-------------------|
|                      | Moyenne des heures d'opérations en Méditerranée | Nombre de navires | Moyenne des heures d'opérations en Méditerranée | Nombre de navires |
| Navires de fret      | 1.356   | 6.875             | 5.172   | 458               |
| Navires-conteneurs   | 756   | 1.146             | 3.464   | 915               |
| Navires de croisière | 879   | 62                | 4 400   | 118               |
| Bateaux de pêche     | 1.472   | 1.000             | 3.683   | 268               |
| Divers               | 1 202   | 6.749             | 4.148   | 1.183             |
| Navires à passagers  | 1.513   | 649               | 3.457   | 294               |
| Navires mixtes       | 2.213   | 177               | 6.404   | 361               |
| Navires de service   | 1.265   | 652               | 3.910   | 207               |
| Bateaux-citernes     | 1.049   | 3.586             | 5.096   | 723               |
| Inconnu              | 370   | 5.875             | 2.469   | 1.190             |
| Porte-véhicules      | 749   | 477               | 5 597   | 198               |
| <b>Total général</b> | <b>1 039</b>                                    | <b>27 248</b>     | <b>4 027</b>                                    | <b>5 915</b>      |

Des études sont en cours afin de déterminer d'éventuels effets négatifs des déversements d'EGCS, en particulier concernant les effluents non traités, sur le milieu marin et le biote. Ces impacts défavorables peuvent avoir des conséquences à court et à long terme en modifiant les équilibres des écosystèmes. Des études accessibles au public fournissent de nouvelles preuves qui confirment les inquiétudes au sujet des effluents non traités des EGCS. Elles soulignent que si les EGCS peuvent améliorer la qualité de l'air dans les villes portuaires et en mer, ces systèmes déplacent également la pollution atmosphérique vers le plan d'eau de mer [Schmolke et al. 2020]. « Si un navire individuel avec un épurateur installé est susceptible de présenter un risque local limité pour la santé des écosystèmes marins, une communauté maritime mondiale employant des épurateurs pour respecter les limites d'émissions atmosphériques représente un sérieux problème » [Hassellöv et al. 2020]. Les eaux de lavage des EGCS, sont acides avec des concentrations élevées de métaux et d'autres contaminants [Teuchies, Cox, Van Itterbeeck, Meyslman & Blust, 2020]. Une augmentation de l'acidité, c'est-à-dire une diminution du pH, a été relevée, avec des variations de pH plus importantes se produisant dans les zones au trafic dense sur l'échelle des changements de pH liés au climat [Dulière, Baetens & Lacroix, 2020]. Sous l'angle de la méthodologie des coûts, ces derniers ne sont pas bien différenciés entre les systèmes d'EGCS en boucle fermée et en boucle ouverte. Les taux d'installation exposés ci-dessus s'appuient sur des estimations de coûts qui pourraient s'avérer très optimistes si les futurs EGCS nécessitent une conception plus couteuse pour les opérations fermées ou hybrides. Par conséquent, rien n'indique que cette approche quantitative de l'évaluation des impacts socio-économiques produira des résultats en termes de taux d'installation plus élevés.

### 9.3.2 Carburants alternatifs

Les carburants alternatifs et les systèmes d'alimentation avancés peuvent offrir une solution de rechange économiquement viable aux fins d'une mise en conformité aux normes SECA, en particulier si les coûts nets de ces systèmes sont inférieurs à ceux découlant d'un passage à un carburant SECA. Bien sûr, d'autres raisons, au-delà des seules économies réalisées au sein d'une SECA, peuvent motiver la décision d'investir dans des navires utilisant des carburants avancés. Néanmoins, le présent document examine uniquement les critères de décision afférents aux technologies avancées de l'énergie et des carburants dans le cadre de l'évaluation des coûts de mise en conformité aux normes SECA. En outre, certains carburants alternatifs sont susceptibles d'impliquer d'autres compromis en matière d'environnement, au-delà de la simple conformité aux normes SECA grâce à une très faible teneur en soufre du carburant : ces derniers méritent d'être pris en considération mais dépassent la portée du présent document.

Un grand nombre de carburants et de configurations d'alimentation peuvent être envisagés. Notamment : a) du gaz naturel liquéfié (GNL) ; b) des carburants marins à base de méthanol ; c) du combustible hydrogène ; d) des systèmes de propulsion hybrides qui peuvent inclure un « *wind assist* » (assistant de vent), des piles à combustible, des technologies de stockage de l'énergie, etc. Étant donné que le GNL est un combustible actuellement utilisé sur un nombre important de navires et types de navires, prendre le GNL comme exemple dans le cadre d'une étude de faisabilité, c'est s'assurer la plus importante quantité de données disponibles.

L'augmentation des coûts d'installation est comparée aux économies de carburant basées sur la différence de prix entre le MGO et le GNL. Cette analyse s'applique aux navires plus vieux, sélectionnés car en 2020, il se trouve à l'âge typique de remplacement, qu'ils peuvent même avoir dépassé. Par conséquent, cette analyse s'applique aux navires en fin de vie devant être remplacés ainsi qu'à ceux récemment construits lorsqu'ils intègrent la flotte. Si les coûts nets de mise en conformité d'un navire aux normes SECA sont inférieurs à ceux liés à l'utilisation du GNL, ce navire est considéré comme potentiellement éligible. La partie de la flotte qui est remplacée ou admissible au remplacement en 2020 en raison de son âge est évaluée tout comme la partie des navires pour lesquels le GNL serait économiquement réalisable.

L'approche peut être considérée comme un outil de dépistage de la faisabilité économique d'une conversion au GNL, que l'on sait techniquement avérée étant donné l'expérience passée des flottes. D'autres analyses des infrastructures, de l'approvisionnement énergétique et des conditions économiques régionales seraient nécessaires pour la sélection de carburants alternatifs par un exploitant de flotte ou un port spécifique.

Les économies moyennes de carburant pour les navires pourraient être supérieures à 30 %, compte tenu des coûts plus élevés du combustible MGO et ceux moins élevés du GNL utilisés dans ce document (**Tableau 9.3-4**). Lorsque pour un navire, la prime moyenne d'installation de GNL est inférieure à la valeur actuelle de l'horizon d'investissement potentiel provenant des économies de coûts de carburant, ce navire devient un candidat possible pour des carburants alternatifs et le présent document en identifie 3.900 se trouvant dans cette situation, notamment certains navires de service plus petits, des navires de pêche, etc. (**Tableau 9.3-5**). Il est manifeste que la conversion de ces navires interconnectés opérant sur le plan local est susceptible d'impliquer des décisions d'investissement en termes d'infrastructure et de co-flotte qui ne sont pas consignées ici. Ces décisions sont présentées dans un résumé des grands navires de transport commercial et de croisière considérés comme éligibles à un changement de carburant conformément aux conditions et hypothèses appliquées dans le présent document. Les taux d'adoption de la flotte indiqués dans le **Tableau 9.3-4** excluent les navires de pêche, les navires à passagers, les navires de service, les types de navires divers et inconnus. Le **Tableau 9.3-5** présente un résumé du nombre global de flotte, combinant tous les navires. Conformément aux conditions de saisie essentielles, environ 11 % à 12 % de la flotte opérant dans la zone de la mer Méditerranée pourrait envisager des carburants alternatifs afin de réaliser des économies en termes de mise en conformité avec l'ECA SOx Med proposée.

Tableau 9.3-4. Résumé de l'analyse de faisabilité économique des carburants alternatifs pour les principaux types de navires dans la zone de la mer Méditerranée

| Type de navire     | Nombre de navires possibles | Pourcentage du type de navire | Âge moyen | Économies moyennes sur le coût du carburant (pourcentage) | Prime moyenne d'installation du GNL (en millions de dollars) | Fenêtre investissement en équipement (en millions de dollars) |
|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------|---|--|---|
| Navires de fret    | 890                         | 12%                           | 33        | 32%   | 1,0 \$   | 2,5 \$  |
| Navires-conteneurs | 130                         | 6%                            | 28        | 33%   | 4,0 \$   | 11,9 \$   |
| Croiseurs          | 45                          | 25%                           | 37        | 37%   | 5,5 \$   | 20,0 \$   |
| Navires mixtes     | 220                         | 41%                           | 35        | 40%   | 3,9 \$   | 19,0 \$   |
| Bateaux citernes   | 260                         | 6%                            | 30        | 36%   | 1,3 \$   | 4,1 \$  |
| Porte-véhicules    | 79                          | 12%                           | 33        | 39%   | 2,6 \$   | 12,0 \$   |
| <b>Total 1</b>     | <b>1.624</b>                | <b>11%</b>                    |           |   |  |   |

Tableau 9.3-5. Nombre de navires pris en compte pour un éventuel changement de carburant et nombre de flottes susceptibles de réduire les coûts de mise en conformité aux normes

| Catégorie de faisabilité                 | Nombre de navires | Pourcentage total de la flotte |
|--|-------------------|--------------------------------|
| Âge de récupération (> 20 ans) vers 2020 | 19.700            | 59,3%                          |
| Coût du carburant alternatif possible    | 3.900             | 11,8%                          |
| Autres critères nécessaires              | 15.800            | 47,5%                          |

La faisabilité économique du passage à un carburant alternatif sera sensible à plusieurs intrants, principalement à l'écart entre le carburant conforme à la norme SECA et le carburant alternatif (le GNL dans le cadre de cette analyse). Le **Tableau 9.3-6** illustre ceci par une analyse de sensibilité qui présente une fourchette de prix du carburant GNL allant de gratuit (0 \$) à un prix égal au combustible SECA. Comme illustré, les taux d'adoption de la flotte de près de 17 % à 0 % dépendent des économies nettes liées à l'installation de systèmes d'alimentation et à l'utilisation de carburants alternatifs. La ligne ombrée représente les résultats de cette analyse en utilisant les prix du carburant décrits à la **Section 9.2**. Les économies de coûts liées à la mise en conformité avec les normes découlant de l'ECA SOx Med, par l'adoption de carburants alternatifs, économiquement viables pourraient être de l'ordre de 1.4 milliards de dollars par an, selon les prix des carburants énumérés à la **Section 9.2**.

Tableau 9.3-6. Analyse des coûts liés au prix du GNL et au différentiel de prix GNL-MGO pour le pourcentage de la flotte (tous les types de navires) adoptant un carburant alternatif

| Prix du GNL <sup>1</sup> | Prix GNL-MGO | Coût proposé pour l'ECA SOx Med avec une alternative au GNL (en milliards de dollars par an) | Économies proposées pour l'ECA SOx Med avec du GNL (en milliards de dollars par an) | Pourcentage d'adoption de la flotte <sup>2</sup> |
|--------------------------|--------------|--|---|--|
| 0 \$                     | 858 \$       | 13,4 \$  | 2,2 \$  | 16,7%  |
| 50 \$                    | 808 \$       | 13,5 \$  | 2,1 \$  | 16,1%  |
| 100 \$                   | 758 \$       | 13,7 \$  | 2,0 \$  | 15,5%  |
| 200 \$                   | 658 \$       | 13,9 \$  | 1,7 \$  | 14,0%  |
| 300 \$                   | 558 \$       | 14,2 \$  | 1,4 \$  | 12,3%  |
| 327 \$                   | 531 \$       | 14,2 \$  | 1,4 \$  | 11,8%  |
| 350 \$                   | 508 \$       | 14,3 \$  | 1,3 \$  | 11,3%  |
| 400 \$                   | 458 \$       | 14,4 \$  | 1,2 \$  | 10,2%  |
| 450 \$                   | 408 \$       | 14,6 \$  | 1,1 \$  | 9,2%   |
| 600 \$                   | 258 \$       | 14,9 \$  | 0,7 \$  | 5,1%   |
| 700 \$                   | 158 \$       | 15,2 \$  | 0,4 \$  | 2,5%   |
| 800 \$                   | 58 \$        | 15,5 \$  | 0,2 \$  | 0,2%   |
| 858 \$                   | 0 \$         | 15,6 \$  | 0,0 \$  | 0,0%   |

### 9.3.3 Comparaison des coûts inhérents à un navire

Les coûts de mise en conformité pour différents types de navires peuvent également être estimés. Le **Tableau 9.3-7** présente les résultats de ces coûts pour MARPOL VI, l'ECA SOx Med proposée et l'ECA SOx Med proposée avec les EGCS. Les résultats mettent en lumière que les coûts par navire sont les plus élevés pour les plus gros navires puissants, qui comprennent les navires de croisière, les navires mixtes, les bateaux citernes et les transporteurs de véhicules. Les colonnes représentent les coûts totaux pour chaque scénario ; les augmentations annuelles des coûts correspondent à la différence entre les prix des colonnes, par exemple, pour les navires à passagers, la différence entre le coût moyen proposé de l'ECA SOx Med et le coût moyen de MARPOL VI serait d'environ 550.000 \$ par an. Tel qu'indiqué dans le **Tableau 9.3-7**, l'augmentation supplémentaire du coût moyen par navire par rapport à une mise en conformité aux normes MARPOL 2020 est modeste et n'imposerait probablement pas un fardeau exorbitant sur les opérateurs du secteur.

Tableau 9.3-7. Résumé des coûts moyens annuels de mise en conformité par type de navire

| Type de navire             | Nombre de navires | Coût moyen pour MARPOL VI 2020 | Coût moyen pour l'ECA SOx Med proposée | ECA SOx Med proposée + Coût moyen de l'EGCS |
|----------------------------|-------------------|--------------------------------|--|---|
| Navires de fret            | 7.333             | 290.000 \$                     | 327.000 \$                             | 325.000 \$                                  |
| Divers                     | 7.932             | 48.400 \$                      | 54.000 \$                              | 52.200 \$                                   |
| Navires à passagers        | 943               | 70.600 \$                      | 79.300 \$                              | 74.100 \$                                   |
| Bateaux citernes           | 4.309             | 681.000 \$                     | 763.000 \$                             | 750.000 \$                                  |
| Inconnu                    | 7.065             | 24.500 \$                      | 27.400 \$                              | 26.300 \$                                   |
| Navires de service         | 859               | 110.000 \$                     | 123.000 \$                             | 118.000 \$                                  |
| Bateaux de pêche           | 1.268             | 30.500 \$                      | 34.100 \$                              | 32.900 \$                                   |
| Transporteurs de véhicules | 675               | 1.550.000 \$                   | 1.760.000 \$                           | 1.650.000 \$                                |
| Bateaux de croisière       | 180               | 3.280.000 \$                   | 3.830.000 \$                           | 3.540.000 \$                                |
| Navires mixtes             | 538               | 2.920.000 \$                   | 3.280.000 \$                           | 2.970.000 \$                                |
| Navires-conteneurs         | 2.061             | 2.340.000 \$                   | 2.640.000 \$                           | 2.540.000 \$                                |



## 9.4 Coût pour le secteur du transport maritime en comparaison avec les mesures terrestres

Le critère 3.1.8 de l'Appendice III de l'Annexe VI exige une description des coûts afférents à la réduction des émissions provenant des navires par rapport aux contrôles terrestres. La présente Section expose les résultats de l'expérience internationale des coûts de contrôle de réduction de la pollution. Aucune information détaillée sur les coûts de contrôle n'est disponible au niveau national, et l'analyse des résultats d'études internationales montre que la fourchette des coûts de contrôle, sur une base de pollution par unité, est généralement harmonieuse, ce qui indique que les expériences internationales concernant les coûts de contrôle sont similaires.

### 9.4.1 Analyse coût / bénéfice

Il existe une grande variété de choix technologiques et opérationnels afin de réduire la pollution. Pour la réduction du soufre, ces options relèvent de quatre grandes catégories : l'utilisation de carburants à faible teneur en soufre, la désulfuration du carburant, les processus de combustion et la désulfuration des gaz d'échappement. Les coûts de ces technologies et les réductions d'émissions connexes peuvent être estimés de diverses façons. Tout d'abord, les estimations d'ingénierie portent spécifiquement sur les coûts de technologie et d'exploitation, ainsi que sur les changements consécutifs des niveaux d'émissions. Les approches d'ingénierie sont utiles lorsqu'elles sont appliquées à des usines spécifiques, mais peuvent représenter un problème lorsqu'elles sont appliquées de façon générale à une industrie, en raison des compositions nombreuses et variées d'usines individuelles. Une autre méthode d'estimation des coûts de mise en conformité à la réglementation environnementale consiste à réaliser une enquête au sein de l'industrie, en demandant aux opérateurs quels sont leurs coûts directs en équipement et d'exploitation. Néanmoins, cette méthodologie est remise en cause, en raison de problèmes liés à la taille de l'échantillon, au taux de réponse et à la difficile détermination avec précision des coûts associés aux différentes espèces de pollution.

Un rapport de 1999 de l'IIASA pour la Commission européenne [Commission européenne, 1999], estime que les coûts liés à la réduction des SO<sub>2</sub> oscillent entre 586 \$ à 860 \$/TM SO<sub>2</sub>. Des travaux récents en Chine [Zhang et al. 2020] estiment que la réduction des émissions potentielles de 19,2 millions de tonnes de SO<sub>2</sub>, par le biais d'un passage à des énergies renouvelables coûterait 92,5 milliards de CNY (yuan chinois) – une réduction de 4,818 CNY/TM SO<sub>2</sub> équivalent à une réduction d'environ 730 \$/TM SO<sub>2</sub> ont été réduits.

L'Agence de protection de l'environnement américaine (EPA / Environmental protection Agency) est en train de mettre à jour son Manuel relatif aux coûts de contrôle de la pollution atmosphérique. La Section 5 de ce manuel identifie les technologies et les coûts les plus récents pour supprimer les gaz acidifiants – comme le SO<sub>x</sub> - des émissions. Le manuel de l'EPA fournit un exemple d'ingénierie de la rentabilité, semblable au MAC, d'une unité FGD humide (désulfuration des gaz de combustion) sur une installation à charbon de 500 MW, à un coût de 681 \$/TM SO<sub>2</sub> et à un coût de 945 \$/TM SO<sub>2</sub> pour une unité FGD sèche sur une installation de taille similaire. Pour un absorbeur de tour humide, le manuel de l'EPA estime le coût à \$636/MT SO<sub>2</sub>. Ces exemples d'ingénierie se résument à cela : des calculs pour des exemples d'installations spécifiques, mais ils s'alignent bien avec d'autres estimations de la doctrine pour fournir une référence supplémentaire concernant les coûts de réduction d'émissions.

### 9.4.2 Prix fictifs de la pollution

Une autre approche pour estimer les coûts des contrôles de la pollution consiste à mesurer les coûts indirects et les coûts révélés. En utilisant des techniques économétriques pour identifier les coûts de réduction de la pollution révélés plutôt que déclarés, les coûts de réduction qui sont plus indicatifs du coût total de la conformité réglementaire peuvent être estimés. Une approche de ce type, largement appliquée, consiste à utiliser des prix fictifs.

Le prix fictif représente le coût d'opportunité des réductions progressives des espèces de polluants. Les prix fictifs pour la réduction des émissions de SO<sub>2</sub> des centrales à charbon aux États-Unis, vont de 1,806 \$ à 18,018 \$ / TM SO<sub>2</sub> [Swinton 1998 ; Färe et al] et de 2,044 \$ à 21,749 \$ / TM SO<sub>2</sub> pour les procédés industriels aux États-Unis, en Corée et en Chine [Coggins et Swinton 1996; Turner 1995; Boyd, Molburg, et Prince 1996; Lee, Park, et Kim 2002; Tu 2009; He et Ou 2017].

CE Delft publie un manuel sur les prix fictifs [CE Delft 2010] qui détermine des prix fictifs pour les SO<sub>2</sub> oscillant entre de 6,461 \$ et 12,943 \$ / TM SO<sub>2</sub> et pour les PM<sub>10</sub> entre 2,300 \$– 50,000 \$ / TM PM<sub>10</sub>. Le manuel CE Delft sur les prix environnementaux estime que les coûts environnementaux – non pas les coûts de diminution – des SO<sub>2</sub> est de 24,900 € / SO<sub>2</sub>, tandis que le coût environnemental des PM<sub>2.5</sub> est de 79,500 € / TM SO<sub>2</sub> [CE Delft 2018], valeurs qui dépassent largement les coûts de la réduction des émissions au sol.

Une étude réalisée en 2014 sur les économies de l'OCDE a révélé que les prix fictifs pour la réduction des PM<sub>10</sub> étaient très variables, allant de 5,079 \$/ TM PM<sub>10</sub> à 295,832 \$ / MT PM<sub>10</sub> (en 2005), avec une moyenne et une médiane de 99,500 \$ / TM PM<sub>10</sub> et de 82,161 \$ / TM PM<sub>10</sub>, respectivement [Dang et Mourougane, 2014].

Tableau 9.4-1. Coûts marginaux de réduction des SO<sub>2</sub> (\$/TM) adaptés à partir de Mekaroonreung et Johnson (2012)

| Étude                            | Prix moyen de la réduction de SO <sub>2</sub> |
|----------------------------------|---|
| (Färe et al. 2005)               | 76-142  |
| (Mekaroonreung et Johnson 2012)  | 201-343                                       |
| (Coggins et Swinton 1996)        | 292   |
| (EPA 2009) - Stationnaire        | 300-6.000                                     |
| (Mekaroonreung et Johnson 2012)  | 509-2.020                                     |
| (Commission européenne 1999)     | 586-860                                       |
| (Zhang et al. 2020)              | 730   |
| (Turner 1995)                    | 826   |
| (Färe et al. 2005)               | 1.117-1.974                                   |
| (Boyd, Molburg, and Prince 1996) | 1.703   |
| (Lee, Park, et Kim 2002)         | 3.107   |
| (EPA 2009) – Sur route           | 6.400-6.600                                   |
| (CE Delft 2010)                  | 6.461-12.943                                  |

Le **Tableau** 9.4.1 indique l'éventail de coûts de diminution des émissions de SO<sub>2</sub>, déterminé par la doctrine et dont il est question ci-dessus. Cet éventail est large, oscillant entre 76 \$/TM SO<sub>2</sub> à 6,600 \$ TM / SO<sub>2</sub>. Un éventail de cette ampleur est conforme à la, doctrine car il représente un ensemble de mesures technologiques et opérationnelles possibles pour réduire les émissions de SO<sub>2</sub>, ainsi qu'un ensemble de secteurs, y compris les sources fixes et mobiles, concernant lesquels les technologies de réduction peuvent considérablement varier.

#### 9.4.3 Analyse du rapport coût-bénéfice des applications antérieures à l'ECA

Le rapport sur l'application de l'ECA nord-américaine (EPA 2009) énumère un ensemble de contrôles de sources terrestres. Les coûts de contrôle s'étendent sur une longue plage de temps : ils doivent ainsi être plutôt considérés comme descriptifs que comme normatifs vis-à-vis des coûts actuels de diminution qui sont probablement différents en raison des changements de politique au cours des dernières années ainsi que des améliorations technologiques. Le rapport indique des coûts compris entre 11.000 \$ et 16.000 \$ / TM PM<sub>10</sub> (2006) pour les applications de moteurs diesel et à essence non routiers et une fourchette entre 4.000 \$ et 46.000 \$ / TM PM<sub>10</sub> (2006) pour les moteurs diesel stationnaires. Les coûts des locomotives et des embarcations portuaires oscillent entre 9.300 \$ / TM PM<sub>10</sub> (2006) pour les nouvelles constructions et 50.000 \$ / TM PM<sub>10</sub> (2006) pour les rénovations. Les coûts de réduction des émissions estimés par l'EPA sont généralement inférieurs aux coûts de réduction des émissions de PM<sub>10</sub>. Les coûts de réduction des SO<sub>x</sub> de source fixe varient de 300 \$ à 6.000 \$ / TM SO<sub>x</sub>, alors que les coûts de réduction des SO<sub>x</sub> sur route sont estimés à 6,400 \$ / TM SO<sub>x</sub> pour les moteurs diesel lourds et à 6.600 \$ / TM SO<sub>x</sub> pour les moteurs à essence/diesel légers.

#### 9.4.4 Rapport coût-bénéfice de l'ECA SOx Med

Les résultats de la littérature grise et de l'examen par des pairs indépendants ont permis de constater que les plages de coûts de réduction des émissions de PM<sub>10</sub> et de SO<sub>x</sub> sont larges et se recoupent. Les coûts affectés à la suppression d'une espèce unique (de SO<sub>x</sub> ou de PM) ne peuvent pas être traités de façon totalement indépendante car les espèces de polluants PM et SO<sub>x</sub> sont entremêlées. Par conséquent, bien que les coûts soient attribués à un seul polluant, en réalité, des co-réductions à la fois des SO<sub>x</sub> et PM surviendront probablement avec toute mesure de diminution. Comme le montre le **Tableau 9.4-2**, les coûts marginaux de réduction de l'ECA SOx Med proposée sont alignés sur les coûts marginaux de réduction des SO<sub>x</sub> et PM, pour les deux scénarios de référence et l'ECA SOx Med avec les EGCS.

*Tableau 9.4-2: Rapport coût/bénéfice de l'ECA SOx Med aux termes de l'étude technique et de faisabilité*

| Type de bénéfice                        | MARPOL VI                        | ECA SOx Med proposée              | ECA SOx Med Proposée avec des EGCS |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| <b>Cible de contrôle</b>                |                                  |                                   |                                    |
| Émissions de SO <sub>x</sub> réduites   | 7.730 \$ / TM SO <sub>x</sub>    | 13.400 \$ / TM SO <sub>x</sub>    | 8,750 \$ / MOIS SO <sub>x</sub>    |
| Émissions de PM <sub>2.5</sub> réduites | 80.300 \$ / TM PM <sub>2.5</sub> | 155.000 \$ / TM PM <sub>2.5</sub> | 101,000 \$ / MT PM <sub>2.5</sub>  |

L'étude de faisabilité technique visant à examiner la possibilité de désigner la mer Méditerranée, ou des parties de celle-ci, en tant que zone(s) de contrôle(s) des émissions d'oxydes de soufre (ECA SO<sub>x</sub>), en vertu de l'Annexe VI de MARPOL [Corbett & Carr, 2019] a constaté que le rapport coût/ bénéfice de l'ECA SOx Med est d'environ 8.750 \$ - 13.400/TM SO<sub>x</sub> (**Tableau 9.4-2**) À titre de comparaison, le rapport coût/bénéfice de l'ECA nord-américaine a été estimée à 1,200 \$/TM SO<sub>x</sub>. Toutefois, il faut se rappeler que l'ECA nord-américaine a été mise en œuvre à un moment où la limite préconisée de soufre dans le carburant était fixée à 3.50 % S m/m, et donc descendre à 0.10 % S m/m représentait une réalisation plus considérable que l'ECA SOx Med.

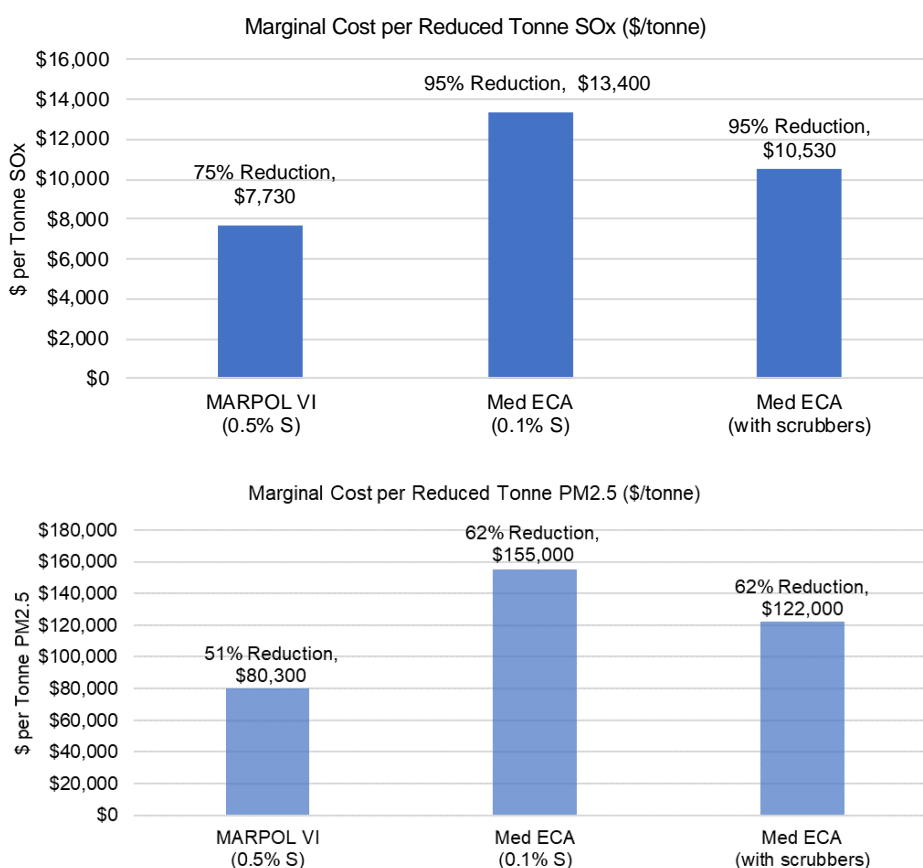
Le rapport coût/bénéfice de l'ECA SOx Med est estimé dans l'étude de faisabilité technique à 1.58 millions de dollars par mortalité évitée. Des études parallèles de la France [Rouïl et al., 2019] et de la Commission européenne [Cofala et al., 2018] relèvent des ratios coût/bénéfice de 3 et 4.8 respectivement. Le rapport coût-bénéfice de l'ECA SOx Med se trouve à l'extrémité supérieure de plusieurs des coûts de réduction des sources fixes identifiés. Toutefois, comme l'ont révélé les ratios coût/ bénéfice, les avantages pour la santé et l'environnement de l'ECA SOx Med proposée, supplantent de loin les coûts.

#### 9.5 Rapport coût/bénéfice des avantages quantifiés

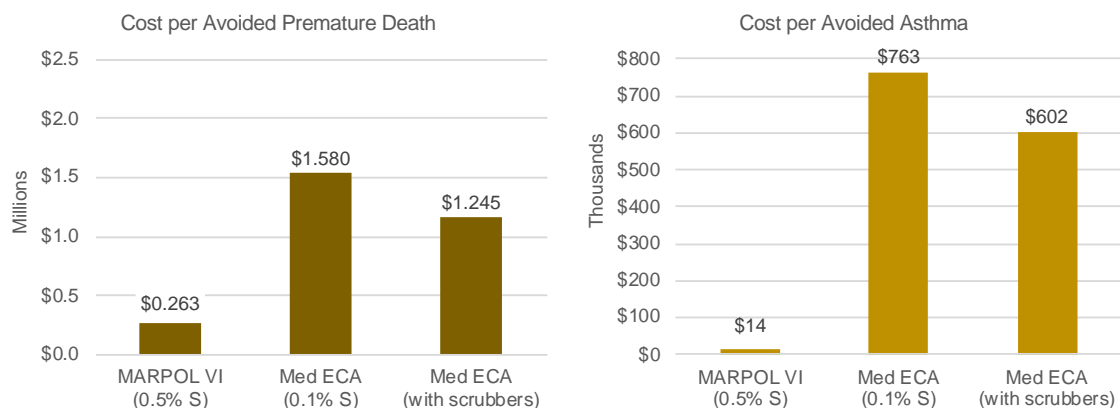
À l'instar des analyses en matière de SECA précédentes, le même coût a été assigné à chacune de ces dimensions, ce qui sur-affecte le coût par bénéfice unitaire étant donné que le même coût atteint tous ces avantages. Le **Tableau 9.5-1**, le **Graphique 9.5-1** et le **Graphique 9.5-2**, récapitulent ces résultats. Par exemple, il est indiqué que l'ECA SOx Med proposée sans EGCS coûte environ 1,58 M\$ par décès annuel évité, si tous les coûts de l'ECA SOx Med sont affectés aux estimations de mortalité évitée. Ce coût s'élève à 1,035 M\$/décès évité dans le cadre d'un scénario d'EGCS.

Tableau 9.5-1. Rapport coût / bénéfice des avantages quantifiés

| Type d'avantage                         | MARPOL VI                       | ECA SOx Med proposée             | ECA SOx Med proposée avec EGCS   |
|---|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Cible de contrôle</b>                |                                 |                                  |                                  |
| Émissions de SOx réduites               | 7.730 \$ /TM SOx                | 13.400 \$ /TM SOx                | 8.750 \$ /TM SOx                 |
| Émissions de PM <sub>2.5</sub> réduites | 80.300 \$ /TM PM <sub>2.5</sub> | 155.000 \$ /TM PM <sub>2.5</sub> | 101.000 \$ /TM PM <sub>2.5</sub> |
| <b>Résultat en termes de santé</b>      |                                 |                                  |                                  |
| Mortalité évitée                        | 0.263 M\$/Δ Mortalité           | 1.580 M\$/Δ Mortalité            | 1.035 M\$/Δ Mortalité            |
| Asthme évité                            | 14 \$ k/Δ Morbidité             | 763 000 \$ /Δ Morbidité          | 500 \$ k/Δ Morbidité             |



Graphique 9.5-1. Rapport coût / bénéfice des réductions de SOx et de PM<sub>2.5</sub> sur la base des prix retenus dans le cadre du présent document

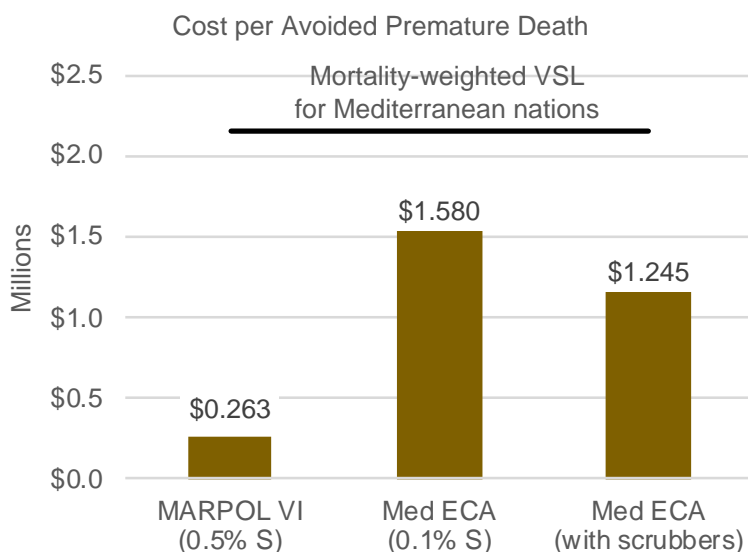


Graphique 9.5-2. Rapport coût / bénéfice des résultats pour la santé en termes de décès prématurés évités et de cas d'asthme infantile évités

### 9.5.1 Analyse du rapport coût / bénéfice en matière de mortalité (cancer du poumon et causes cardiovasculaires)

Une analyse du rapport coût / bénéfice doit comparer les avantages nets monétisés au titre de l'ensemble des diminutions et coûts pour toutes les mesures de mise en conformité. Aucune proposition antérieure de désignation d'une SECA dans le cadre de MARPOL VI n'a présenté d'analyses qui monétisaient tous les avantages. Les propositions antérieures visant à désigner des SECA régionales dans le cadre de MARPOL VI ont généralement présenté des preuves de rentabilité pour des avantages principalement ciblés ou renvoyé à un concept dénommé « charges critiques », qui se définit comme la quantité maximale de dépôts atmosphériques de polluants qu'un écosystème peut assimiler sans effets indésirables à long terme.

La Valeur d'une vie statistique représente la valeur monétaire de petits changements apportés aux risques de mortalité, qui est mise à l'échelle pour refléter la valeur associée à un décès attendu au sein d'une population importante. La présente analyse a identifié une ressource clé, publiée dans la littérature approuvée par les pairs en 2017, qui examine l'état de pratique de la VVS, en incluant quasiment tous les États riverains de la mer Méditerranée (26), tel que décrit dans le **Graphique 9.5-3**.



Graphique 9.5-3. Comparaison du coût de l'ECA SOx Med par décès évité et de la VVS pondérée méditerranéenne

## 10 Impacts économiques sur le transport maritime engagé dans le commerce international

### 10.1 Taux de fret et tarif passager

#### 10.1.1 Évaluation des taux de fret

Les taux de fret comprennent les coûts de carburant pour le voyage et bien plus encore. Les taux de fret représentent le coût de l'acheminement du point d'origine au point de destination, y compris la manutention du fret, l'entreposage pendant le transport, et les modes de transfert intermédiaire. Les coûts du carburant de voyage sont divisés par la charge de fret (en tonnes nettes ou en EVP nettes, selon le cas). Le modèle de coût multiplie par deux (2) cette valeur pour tenir compte des coûts de carburant associés à un trajet retour à vide. L'analyse de sensibilité permet de régler cet ajustement de retour à vide entre une valeur minimale de zéro (voyage de retour de recettes entièrement chargé) et deux (aucun retour de recettes). L'utilisation de l'ajustement de retour vide garantit donc une analyse plus robuste (par exemple, pour estimer les impacts de coût qui pourraient mieux mettre à l'épreuve les hypothèses nulles).

Lorsqu'un scénario décrit un mouvement de fret de port à port, ces approches décrivent les coûts nets en fonction des coûts de voyage et des coûts de transfert. Lorsqu'un scénario décrit les mouvements de fret du point d'origine au point de destination qui nécessitent des modes de transport terrestre, le modèle additionne les coûts à travers la branche hydrique et la ou les branche(s) de mode terrestre de l'itinéraire. Le modèle fournit des taux généralisés en coûts par distance de cargaison (tonne-kilomètre ou t-km de cargaison). Ces taux généralisés permettent une application efficace pour acheminer les scénarios et faciliter l'analyse de sensibilité.

Les taux de fret proviennent de la base de données statistiques sur les coûts de transport maritime (CTM) tenue à jour par la Direction des statistiques et des données de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

*« La base de données sur les coûts de transport maritime (CTM) contient des données datant de 1991 jusqu'à la dernière année disponible des coûts de transport maritime bilatéral. Les frais de transport sont disponibles pour 43 pays importateurs (y compris l'UE 15 en tant qu'union douanière) de 218 pays d'origine au niveau détaillé (6 chiffres) du système harmonisé de 1988. »*

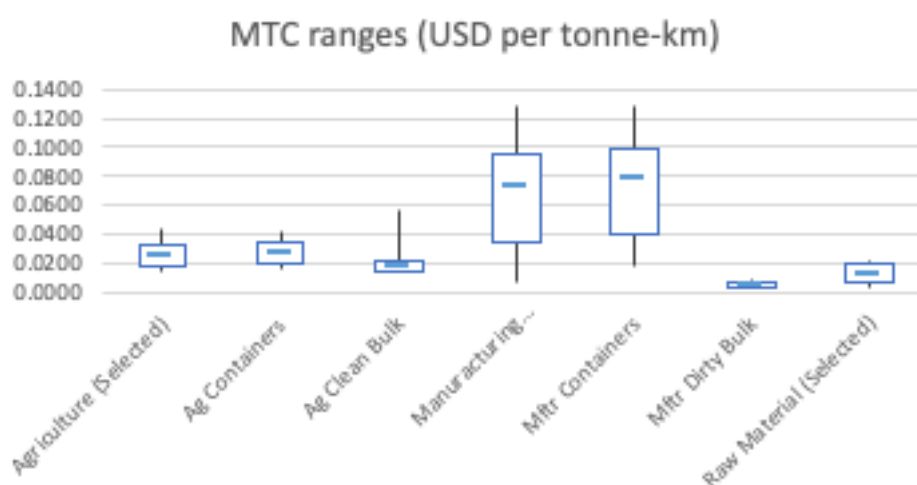
La base de données repose sur les modalités / vise les finalités suivantes : *« une combinaison de tarifs d'expédition effectivement facturés des données avec les statistiques COMTRADE de l'ONU ont été utilisées pour estimer les coûts de transport réel au niveau du produit. Les tarifs d'expédition ont été collectés auprès de sources sélectionnées, telles que : La Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (CNUCED), Containerisation International, Drewry Shipping Consultants, le Conseil international des céréales (CIC) et le Baltic Exchange ».*

À cet égard, les données relatives aux CTM ont été extraites pour l'agriculture, la fabrication et les matières premières rattachées aux pays et groupes de pays énumérés dans le **Tableau 10.1-1**. Nous avons tenté d'inclure toutes les données disponibles pour les États riverains de la mer Méditerranée qui sont Parties contractantes à la Convention de Barcelone, ou leur groupe de pays représentatif.

*Tableau 10.1-1. Liste des pays (et groupe de pays de l'UE 15) pour lesquels les données CTM ont été examinées*

| Pays ou groupe de pays   |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| Albanie                  | Malte                     |
| Algérie                  | Monténégro                |
| Égypte                   | Slovénie                  |
| Union européenne (UE 15) | République arabe syrienne |
| ISRAËL                   | Tunisie                   |
| Liban                    | Turquie                   |
| Libye                    |                           |

À l'aide des CTM rapportés par OCDE.Stat, nous avons mis à jour les taux de fret déclarés en 2020 en dollars et converti les unités en coûts par tonne-km afin que ces coûts puissent être appliqués pour les distances de route et communiquer des coûts de transport maritime de fret. Le **Graphique 10.1-1** présente les taux médians de fret (marqueurs en tirets), dans des tracés de boîtes à moustache représentant les 25<sup>e</sup> et 75<sup>e</sup> centiles (boîtes) et les 10<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> centiles (moustaches). **Tableau 10.1-2** présente le taux moyen de fret par marchandise sélectionnée dans les données extraites. Le **Tableau 10.1-3** présente un résumé statistique des taux de fret, y compris les gammes supérieures et inférieures. Le graphique illustre le fait que les taux de fret en conventionnel sont généralement plus élevés que les taux de fret en vrac (bien qu'ils se chevauchent), et que les taux de vrac propre sont plus élevés que les taux de vrac sale. S'ensuit une certaine attente que les marchandises ayant des tarifs de fret plus élevés soient moins influencées que les marchandises associées à des tarifs de fret plus bas par les coûts de voyage (ou l'influence des écarts de coût de carburant de voyage).



Graphique 10.1-1. Tracé des CTM pour les groupes de marchandises et les types de navires

Tableau 10.1-2. Résumé des CTM par type de navire pour une gamme de produits sélectionnés

| Marchandise  | CTM par type de navire<br>(Moyenne en USD par tonne-km) |               |               |
|--|---|---------------|---------------|
|  | Vrac propre   | Conteneurs    | Vrac sale     |
| <b>Agriculture générale</b>  | <b>0,0397</b>   | <b>0,0299</b> |               |
| 07, Légumes comestibles et certaines racines et tubercules                   |   | 0,0257        |               |
| 08, Fruits comestibles, noix, écorces d'agrumes, melons                      |   | 0,0354        |               |
| 09, Café, thé, maté et épices  |   | 0,0278        |               |
| 10, Céréales   | 0,0246  |               |               |
| 12, Graines oléagineuses, fruits oléagineux, céréales, graines, fruits, etc. | 0,0549  |               |               |
| 19, Céréales, farine, amidon, préparations et produits laitiers              |   | 0,0286        |               |
| 22, Boissons, spiritueux et vinaigre   |   | 0,0211        |               |
| <b>Fabrication générale</b>  |   | <b>0,0794</b> | <b>0,0060</b> |
| 31, Engrais  |   |               | 0,0060        |
| 47, Pâte de bois, matières fibreuses cellulosiques, déchets, etc.            |   | 0,0164        |               |
| 48, Papier et carton, pâtes  |   | 0,0308        |               |
| 52, Coton  |   | 0,0486        |               |
| 61, Vêtements, accessoires, tricot ou crochet                                |   | 0,1252        |               |
| 62, Articles vestimentaires, accessoires, non tricotés ou crochet            |   | 0,1501        |               |
| 64 Chaussures, guêtres et articles similaires, leurs pièces                  |   | 0,1483        |               |
| 73, Articles en fer ou en acier  |   | 0,0354        |               |
| 84, Réacteurs nucléaires, chaudières, machines, etc.                         |   | 0,0522        |               |
| 85, Équipement électrique et électronique                                    |   | 0,0616        |               |
| 87, Véhicules autres que chemin de fer, tramway                              |   | 0,0702        |               |
| 95, Jouets, jeux, articles de sport  |   | 0,0873        |               |
| <b>Matière première générale</b>   |   |               | <b>0,0128</b> |
| 25, Sel, soufre, terre, pierre, plâtre, chaux, et ciment                     |   |               | 0,0116        |
| 72, Fer et acier   |   |               | 0,0142        |

Tableau 10.1-3. Analyse de sensibilité des CTM par groupe de produits et type de navire

| USD par tonne-km | Agriculture |            |             | Fabrication |            |           | Matière première |
|------------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-----------|------------------|
|                  | Combiné     | Conteneurs | Vrac propre | Combiné     | Conteneurs | Vrac sale |                  |
| Minimum          | 0,0100      | 0,0100     | 0,0132      | 0,0000      | 0,0000     | 0,0042    | 0,0023           |
| 10e centile      | 0,0145      | 0,0172     | 0,0139      | 0,0075      | 0,0188     | 0,0042    | 0,0040           |
| 25e centile      | 0,0180      | 0,0199     | 0,0152      | 0,0343      | 0,0393     | 0,0043    | 0,0073           |
| Médiane          | 0,0253      | 0,0266     | 0,0173      | 0,0740      | 0,0784     | 0,0060    | 0,0128           |
| 75e centile      | 0,0334      | 0,0339     | 0,0213      | 0,0957      | 0,0982     | 0,0074    | 0,0199           |
| 90e centile      | 0,0434      | 0,0421     | 0,0570      | 0,1287      | 0,1289     | 0,0086    | 0,0214           |
| Maximum          | 0,2461      | 0,1044     | 0,2461      | 0,4348      | 0,4348     | 0,0096    | 0,0233           |

## 10.1.2 Évaluation du tarif passager

Les tarifs passagers pour le transport maritime dans le cadre du présent document se rapportent aux services de traversier. Nous n'évaluons pas le service de passagers des bateaux de croisière parce que ces excursions se rapportent davantage à l'hôtellerie et aux voyages de vacances. Les facteurs typiques influençant le choix du mode de transport sont les suivants :

- Le transport maritime de passagers est généralement un « mode Premium », plus cher que le transport routier par véhicule personnel ou collectif. (Peut-être à un prix similaire ou supérieur à celui du rail.)
- Le transport maritime de passagers est souvent un complément du transport ferroviaire et routier, proposant une connexion via navire mixte. (Le transport maritime de passagers est rarement en concurrence avec les modes terrestres.)



- Les coûts de déplacement par unité de passager sont généralement supérieurs au coût par unité de fret. Par conséquent, l'effet prévu du prix plus élevé du carburant 0.10 % S m/m sera nécessairement inférieur aux effets de prix évalués par unité de cargaison.

Par conséquent, l'analyse focalise sur les régions éloignées et les communautés insulaires où un transfert modal n'est pas envisageable car les connexions intermodales n'existent pas ou sont limitées. À ce titre, tous les mouvements de marchandises et de passagers doivent se faire par mer ou par air. Les coûts du transport aérien sont plus élevés que tous les autres modes de transport, et pour de nombreux types de marchandises, le transport aérien est impossible.

Les ferries, y compris les navires mixtes circulent le long de nombreux itinéraires en mer Méditerranée, comme l'illustrent les **graphiques** 10.1-2 et 10.1-3. Au vu des importantes émissions rapportées dans les deux graphiques, les navires mixtes sont de loin, les plus importants émetteurs de CO<sub>2</sub> et consomment donc de bien plus grandes quantités de carburant.

Un ensemble de dix itinéraires de ferries dans la mer Méditerranée, dont quatre itinéraires nationaux et deux itinéraires internationaux sont analysés. Tous les itinéraires de ferry examinés se trouvent entre le continent et des îles. Les prix d'un aller simple pour un adulte ont été récupérés sur les informations tarifaires publiés pour chacun des itinéraires indiqués dans le **Tableau** 10.1-4. Les navires mixtes desservant chaque route ont été identifiés et les catégories représentatives de navires exposées dans le rapport final de la quatrième étude de l'OMI sur les GES 2020 (MEPC 75/7/15) [Faber et al. 202AD] ci-après dénommée la quatrième étude de l'OMI sur les GES 2020, pour la consommation de carburant, ont été appariées aux caractéristiques des ferries (p. ex., tonnes brutes).

*Tableau 10.1-4: Itinéraires de ferry, distances, prix, nombre de passagers*

| Itinéraire du ferry      | Distance (MN) | Coût aller simple (EUR) | Coût (EUR/p-km) | Coût (USD/p-km) | Passagers |
|--------------------------|---------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------|
| Naples - Cagliari        | 282           | 42,41 <sup>38</sup>     | 0,0812 €        | 0,0967 \$       | 1 845     |
| Barcelone - Porto Torres | 307           | 35 <sup>39</sup>        | 0,0616 €        | 0,0733 \$       | 2 794     |
| Marseille - Alger        | 421           | 198 <sup>40</sup>       | 0,2539 €        | 0,3023 \$       | 2 400     |
| Pirée - Paros            | 107           | 33 <sup>41</sup>        | 0,1665 €        | 0,1982 \$       | 1 715     |
| Pirée - Kos              | 203           | 52,5 <sup>41</sup>      | 0,1396 €        | 0,1662 \$       | 2 000     |
| Pirée - Rhodes           | 256           | 61,5 <sup>41</sup>      | 0,1297 €        | 0,1544 \$       | 2 000     |
| La Valette - Pozzallo    | 53            | 68 <sup>42</sup>        | 0,6928 €        | 0,8247 \$       | 1 120     |
| Mykonos - Naxos          | 26            | 14,5 <sup>43</sup>      | 0,3011 €        | 0,3585 \$       | 2 400     |
| Famagouste - Mersin      | 112           | 42,93 <sup>44</sup>     | 0,2070 €        | 0,2464 \$       | 343       |
| Barcelone - Gênes        | 352           | 49 <sup>45</sup>        | 0,0752 €        | 0,0895 \$       | 2 230     |

<sup>38</sup> <https://en.tirrenia.it/ferry-sardinia/naples-cagliari/index.html>.

<sup>39</sup> <https://www.grimaldi-lines.com/>.

<sup>40</sup> <https://www.corsicalinea.com/>.

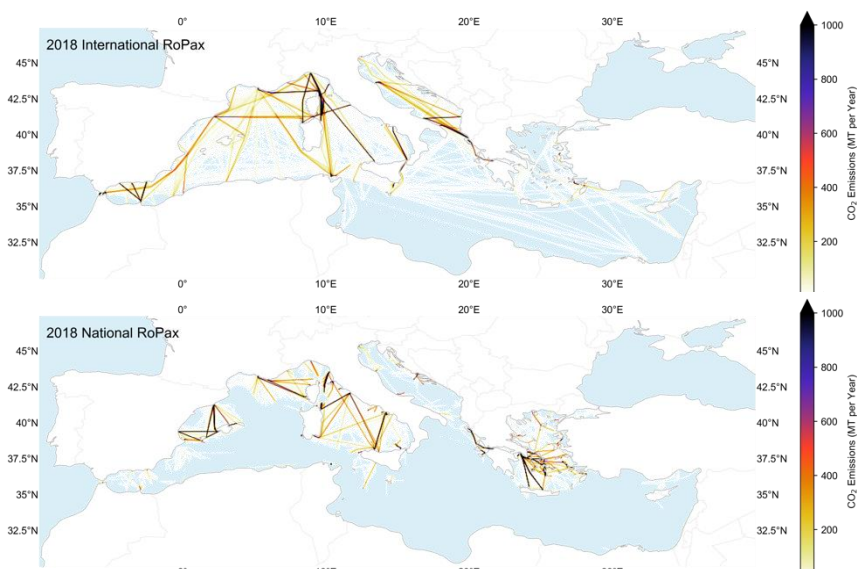
<sup>41</sup> <https://www.ferryhopper.com/>.

<sup>42</sup> <http://www.virtuferries.com>.

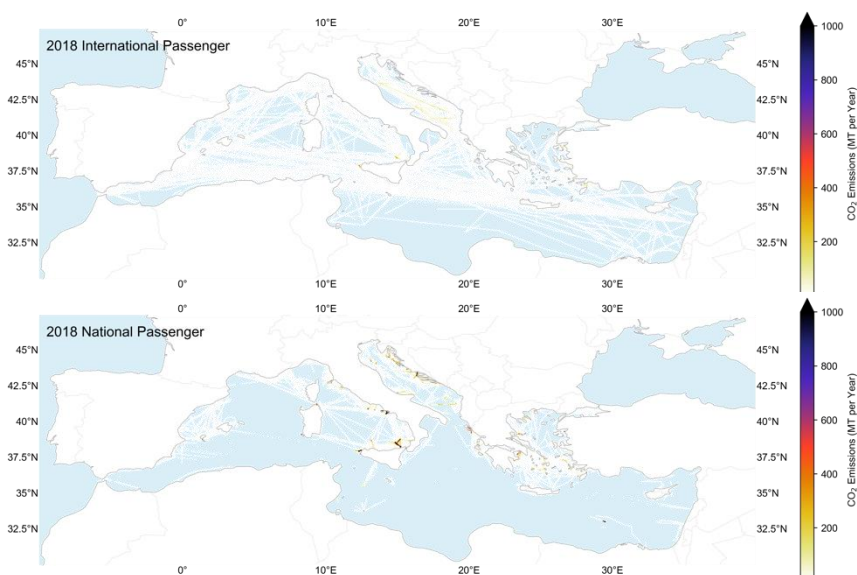
<sup>43</sup> <http://www.bluestarferries.com>.

<sup>44</sup> <https://www.akgunlerbilet.com/>.

<sup>45</sup> <https://www.gnv.it>.



Graphique 10.1-2: Activité internationale et nationale des navires mixtes



Graphique 10.1-3: Activité internationale et nationale des navires à passagers

## 10.2 Taux de fret et tarifs passagers terrestres

Les coûts d'exploitation des modes de transport terrestre varient selon le type de transport, le pays et l'itinéraire. À l'aide d'une analyse des coûts d'exploitation des transports dans l'Union européenne et aux États-Unis réalisée dans le cadre d'une collaboration en matière de recherche financée par la Commission européenne [Maibach, Peter, et al., 2006], la présente analyse a actualisé les coûts pour l'année 2020, les a convertis en dollars américains et a sélectionné certains coûts représentatifs d'États riverains de la mer Méditerranée, concernant lesquels elle a communiqué des données (Tableau 10.2-1).

Tableau 10.2-1. Coûts moyens par passager-km (rail), tonne-km de fret (rail, route – LDV/HDV)

| Pays     | Rail                              |                               | Route                        |                                   |                                    |                                   |
|----------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
|          | Passager<br>(en 2020<br>USD/p-km) | Fret (en<br>2020<br>USD/t-km) | Bus (en<br>2020<br>USD/p-km) | Autocars<br>(en 2020<br>USD/p-km) | Fret LDV (en<br>2020 USD/t-<br>km) | Fret HDV<br>(en 2020<br>USD/t-km) |
| Grèce    | 0,3410 \$                         | 0,3875 \$                     | 0,0930 \$                    | 0,0930 \$                         | 4,2160 \$                          | 0,1395 \$                         |
| Espagne  | 0,1860 \$                         | 0,1085 \$                     | 0,1395 \$                    | 0,1085 \$                         | 6,7115 \$                          | 0,1860 \$                         |
| France   | 0,3100 \$                         | 0,0930 \$                     | 0,2325 \$                    | 0,2325 \$                         | 9,2535 \$                          | 0,2635 \$                         |
| Italie   | 0,3100 \$                         | 0,1550 \$                     | 0,1705 \$                    | 0,1395 \$                         | 8,5250 \$                          | 0,1860 \$                         |
| Slovénie | 0,1240 \$                         | 0,1085 \$                     | 0,0465 \$                    | 0,0310 \$                         | 4,6190 \$                          | 0,2015 \$                         |
| EU 25*   | 0,2635 \$                         | 0,1705 \$                     | 0,1705 \$                    | 0,1395 \$                         | 7,8275 \$                          | 0,2170 \$                         |

| Pays    | Rail                              |                               | Route                        |                                   |                                    |                                   |
|---------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
|         | Passager<br>(en 2020<br>USD/p-km) | Fret (en<br>2020<br>USD/t-km) | Bus (en<br>2020<br>USD/p-km) | Autocars<br>(en 2020<br>USD/p-km) | Fret LDV (en<br>2020 USD/t-<br>km) | Fret HDV<br>(en 2020<br>USD/t-km) |
| Max     | 0,3875 \$                         | 0,4495 \$                     | 0,2000 \$                    | 0,1900 \$                         | 12,9270 \$                         | 0,2945 \$                         |
| Médiane | 0,3100 \$                         | 0,1550 \$                     | 0,1100 \$                    | 0,1000 \$                         | 6,8045 \$                          | 0,2015 \$                         |
| Moyenne | 0,2550 \$                         | 0,2015 \$                     | 0,1064 \$                    | 0,0968 \$                         | 6,9680 \$                          | 0,2071 \$                         |
| Min     | 0,0620 \$                         | 0,0620 \$                     | 0,0200 \$                    | 0,0100 \$                         | 2,4335 \$                          | 0,1085 \$                         |

### 10.3 Distances entre paires Origine – Destination

Cette Section traite de l'ensemble des distances d'itinéraire paires origine - destination (O-D) identifiées. Les paires O-D ont été sélectionnées sur la base d'un ensemble de critères, en évaluant d'abord le niveau de trafic maritime observé entre l'origine et la destination en fonction des observations du Système d'identification automatique (SIA), puis en examinant la viabilité économique d'un itinéraire en fonction des horaires commerciaux publiés entre l'origine et la destination, soit indépendamment, soit dans le cadre d'une chaîne de voyage, appelant plusieurs autres ports en chemin.

Les distances d'itinéraire pour les routes d'eau, de chemin de fer et de route sont indiquées dans le **Tableau 10.3-1**. Toutes les paires O-D ont été choisies au titre d'une route d'eau viable entre les deux ports, mais toutes ne disposaient pas de connexions de chemin de fer ou de route viables entre les ports. Dans les cas où aucune route ou un chemin de fer viable n'était disponible, la distance est indiquée comme non disponible (ND). Les routes O-D comprennent les liaisons maritimes courtes, les itinéraires des pays insulaires, les itinéraires intra-méditerranéens et les itinéraires transitant par la Méditerranée. Veuillez noter que, bien que les paires de ports O-D soient identifiées, ces routes sont destinées à être représentatives et non normatives. Les itinéraires à l'intérieur, à destination, à travers et autour de la mer Méditerranée sont nombreux et variés, la totalité des paires O-D étant impossible à modéliser.

Tableau 10.3-1: Distances en eau, sur route et sur rail entre les paires origine - destination (km)

| Origine       | Destination    | Distance eau (km) |        |        | Distance ferroviaire (km) | Distance sur route (km) |
|---------------|----------------|-------------------|--------|--------|---------------------------|-------------------------|
|               |                | In-Med            | Ex-Med | Total  |                           |                         |
| Port Saïd     | Gibraltar      | 3 591             | 0      | 3 591  | S/O                       | 7 431                   |
| Algeras       | Fos-sur-Mer    | 1 367             | 0      | 1 367  | 1 997                     | 1 781                   |
| Algeras       | Koper          | 3 126             | 0      | 3 126  | 3 283                     | 3 007                   |
| Gênes         | Gioia Tauro    | 909               | 0      | 909    | 1 277                     | 1 348                   |
| Koper         | Malta Freeport | 1 422             | 0      | 1 422  | S/O                       | 1 955                   |
| Koper         | Singapour      | 2 471             | 9 325  | 11 795 | S/O                       | 12 987                  |
| Port Saïd     | Koper          | 2 471             | 0      | 2 471  | S/O                       | 3 498                   |
| Lisbonne      | Djeddah        | 3 591             | 1 917  | 5 508  | S/O                       | 8 602                   |
| Le Pirée      | Limassol       | 983               | 0      | 983    | S/O                       | 2 633                   |
| Port Saïd     | Beyrouth       | 432               | 0      | 432    | S/O                       | 710                     |
| Shanghai      | Rotterdam      | 3 591             | 15 964 | 19 555 | 15 267                    | 10 881                  |
| Shanghai      | Fos-sur-Mer    | 2 895             | 13 386 | 16 281 | 15 983                    | 11 671                  |
| Port Saïd     | Fos-sur-Mer    | 2 895             | 0      | 2 895  | S/O                       | 4 413                   |
| Singapour     | New York       | 3 591             | 15 177 | 18 768 | S/O                       | S/O                     |
| Tanger        | Oran           | 485               | 0      | 485    | 1 022                     | 745                     |
| Tanger        | Tunis          | 1 515             | 0      | 1 515  | 2 531                     | 2 221                   |
| Thessalonique | Le Pirée       | 500               | 0      | 500    | 597                       | 580                     |
| Xiamen        | Beyrouth       | 432               | 12 323 | 12 755 | 13 966                    | S/O                     |

#### 10.4 Prix des produits de base

Les prix des matières premières sont disponibles auprès de la CNUCED, tel qu'indiqué dans le **Tableau 10.4-1**. Ces prix représentent une gamme de produits communs à différents points d'extrémité économiques, des matières premières à la fabrication, en passant par la construction et la production textiles, jusqu'aux prix alimentaires. Les produits sont indiqués dans leurs prix unitaires en USD et convertis en prix par tonne métrique aux fins de comparaisons unitaires entre les produits. Les conversions de masse unitaire sont simples et la masse d'une feuille de contreplaqué de lauan de 91 cm x 182 cm x 4 mm a été estimé à 3 kg.

Tableau 10.4-1. Certains prix d'aliments, de boissons et de produits de base (2019) énumérés par la CNUCED

| Marchandise  | Unité        | Coût unitaire | Prix (\$/TM) |
|--|--------------|---------------|--------------|
| Saumon, frais, de pisciculture, prix à l'exportation, Norvège                                  | (\$/kg)      | 6,94          | 6.940,0 \$   |
| Bananes, Amérique centrale et du Sud, FOT, prix à l'importation aux États-Unis                 | (\$/kg)      | 1,14          | 1.140,0 \$   |
| Café, autres Arabicas doux, ex-dock EU   | (\$/lb)      | 125,52        | 2.767,2 \$   |
| Thé, Kenya Mombasa/Nairobi, prix de vente aux enchères   | (\$/kg)      | 2,2           | 2.200,0 \$   |
| Tabac, non manufacturé, valeur unitaire d'importation aux États-Unis                           | (\$/TM)      | 4578,65       | 4.578,7 \$   |
| Roche phosphatée, Khouribga, 70% BPL, contrat, FAS Casablanca                                  | (\$/TM)      | 87,95         | 88,0 \$      |
| Zinc, Prime Western, livré, Amérique du Nord   | (\$/lb)      | 124,13        | 2.736,6 \$   |
| Caoutchouc, TSR 20, New York CIF   | (\$/TM)      | 1662,17       | 1.662,2 \$   |
| Contreplaqué, Afrique et Asie du Sud-est, Lauan, 3 plis, 91 cm x 182 cm x 4 mm, en gros Tokyo* | (\$/feuille) | 500,93        | 1.669,8 \$   |
| Laine fine, 19 microns, prix aux enchères AWEX, Australie                                      | (\$/TM)      | 14.183,23     | 14.183,2 \$  |

\* il est estimé qu'une feuille de contreplaqué de 4 mm = 3 kg

## 10.5 Modélisation des effets socio-économiques

La présente Section décrit l'approche méthodologique pour présenter la consommation de carburant et les changements dans les coûts de carburant, identifier les voies et les couloirs de navigation principaux, évaluer le potentiel de changement modal et les coûts économiques influent sur les tarifs de fret maritime et communiquer des signes économiques éventuels liés à un changement modal.

Les méthodes utilisées par la présente analyse se fondent sur les principes économiques suivants :

- i) les changements de coûts peuvent se répercuter sur les tarifs que les fournisseurs présentent aux demandeurs, c'est-à-dire que les coûts des fournisseurs sont transmis aux acheteurs intégrés aux prix du marché; et
- ii) la demande peut être affectée lorsque le signal de prix change conjointement à l'élasticité de la demande pour le service de transport et/ou pour le produit livré.

Trois étapes d'analyse sont disponibles pour évaluer l'impact socio-économique des changements de prix résultant de l'adoption de carburants ECA SOx Med conformes aux limites de 0.10 % S m/m. Cette Section décrit chacune de ces trois étapes. Tout d'abord, l'effet relatif du prix du carburant est évalué en termes de frais de voyage, se rapportant au modèle de coût EERA (**Section 10.5.1**). La deuxième étape consiste à examiner comment les taux de fret, qui comprennent généralement les services et le transport, en sus des frais de voyage d'origine hydrique, peuvent être affectés par les changements des frais de voyage. Pour ce faire, nous assemblons des données publiées sur les taux de fret et évaluons la façon dont les frais de voyage sont répercutés dans les taux de fret (**Section 10.5.2**). Troisièmement, les taux de fret intégrés dans les prix d'achat d'une marchandise ou d'un produit doivent être évalués en fonction de la variation directe potentielle des prix du produit et de la possibilité d'effets indirects sur la demande de consommation (**Section 10.6**).

### 10.5.1 Évaluation des frais de voyage

L'EERA a appliqué son modèle aux coûts des navires et des modes alternatifs dans le cadre de scénarios de fluctuations du coût du carburant (Winebrake et al., 2010)<sup>46,47</sup>. L'évaluation de l'évolution des coûts du carburant pour le transport maritime permet une comparaison avec les statistiques de ceux liés aux modes de transport terrestres, y compris le transport par camion et par chemin de fer.

Les données relatives à la consommation de carburant et au prix du carburant sont utilisées dans le modèle de coût pour éclairer les taux de fret basés sur les coûts. Les carburants marins peuvent représenter 30 à 50 % des frais de voyage en fonction des dépenses d'équipement des navires. Les carburants marins ont également fait preuve d'une grande volatilité au cours des dernières années, en grande partie liée à la fluctuation des prix du pétrole brut. Pour le fret routier, le carburant représente environ 20 à 25 % des frais de déplacement des camions<sup>48</sup> et environ 40 à 45 % des coûts ferroviaires<sup>49</sup>. En outre, les taux de fret fondés sur les coûts de transport incluent la répartition par cargaison des frais de transfert liés au chargement/déchargement (manutention de fret) et à l'entreposage ; les taux de fret articulés autour d'un système de prime en fonction de la demande seraient plus élevés que les taux de fret se basant sur les coûts. En outre, les taux de fret varient selon les marchandises en fonction de la densité des cargaisons, de l'utilisation de l'espace de la charge utile, du transport de denrées périssables, etc. Ce qui est important, c'est de noter que le fait d'ajouter davantage d'éléments de coût réduisent les effets du prix du carburant. Les prix des carburants indiqués dans la **Section 9.2.5** sont appliqués dans un cas de base (en utilisant les prix du carburant à 0.50 % S m/m) et dans le cadre de l'ECA SOx Med (en utilisant les prix du carburant à 0.10 % S m/m). Ce coût supplémentaire du carburant est ensuite rajouté aux frais estimés du voyage pour apprécier le coût du nouveau voyage dans des conditions d'ECA SOx Med.

<sup>46</sup><https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines/study-impacts-compliance-eca-fuel-sulfur-limits-us>.

<sup>47</sup><https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines/designation-north-american-emission-control-area-marine#Great-lakes>.

<sup>48</sup> <https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc114409.pdf>.

<sup>49</sup> [https://ec.europa.eu/ten/transport/studies/doc/compete/compete\\_report\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/ten/transport/studies/doc/compete/compete_report_en.pdf) et documents connexes [https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/studies/ten\\_t\\_en](https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/studies/ten_t_en).

En utilisant un ratio de prix du carburant de 1.29 (qui représente une différence de 29 % des prix observés entre 0.50 % de carburant S m/m et 0.10 % de carburant S m/m au cours des derniers mois de 2020), les coûts typiques du carburant représentent environ 22 % à 38 % des coûts quotidiens de voyage pour les navires porte-conteneurs et moins pour les navires de transport en vrac (**Tableau 10.5-1**)

On relève que les frais de voyage par tonne-km estimés selon le modèle de coût de l'EERA, coïncident avec d'autres travaux, comme le Tableau 6 du Rapport COMPETE (Maibach, Martin & Sutter, 2006) ; (Maibach, Martin et al. 2006) qui indique les coûts du transport maritime à courte distance par tonne-km L'analyse de sensibilité de l'impact sur les coûts est présentée dans le **Tableau 10.5-2** où le prix de base du carburant varie de 150 \$ à 700 \$ la tonne de carburant (colonne de gauche), et le ratio de prix du carburant ECA SOx Med entre 0.10 % S m/m et 0.50 % S m/m varie d'identique au double du prix du carburant de base.

*Tableau 10.5-1. Estimation du coût quotidien du carburant de voyage et augmentation du coût en utilisant un ratio ECA carburant / prix de 1.29*

| Navire   | Prix du carburant                  | Conteneur 2800 EVP | Conteneur 4 800 EVP | Conteneur 10 000 EVP | Vrac 30 000 DWT |
|--|------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------|
| Frais de voyage de base USD par tonne-km   |                                    | 0,0022 \$          | 0,0021 \$           | 0,0012 \$            | 0,00079 \$      |
| Coût du carburant en pourcentage des frais quotidiens de voyage                                    | Cas de base (Prix médian en 2020)  | 37%                | 56%                 | 53%                  | 25%             |
|  | Cas ECA SOx Med <b>1,29 X Base</b> | 43%                | 62%                 | 59%                  | 30%             |
| Augmentation des frais du voyage USD par tonne-km  |                                    | 0,0025 \$          | 0,0026 \$           | 0,0014 \$            | 0,00084 \$      |
| <b>Variation en pourcentage des frais voyage avec le carburant conforme aux normes ECA SOx Med</b> |                                    | <b>10,6%</b>       | <b>16,2%</b>        | <b>15,2%</b>         | <b>7,1%</b>     |

*Tableau 10.5-2. Rapport entre l'augmentation des frais de voyage (valeurs du tableau en pourcentage), le prix de base du carburant (colonne) et le ratio du prix du carburant ECA (ligne) en utilisant comme exemple le conteneur EVP du Tableau 10.5-1*

| Ratio de prix / Prix de base | 1    | 1,2    | 1,29         | 1,4   | 1,6   | 1,8   | 2     |
|------------------------------|------|--------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| 150 \$                       | 0,0% | 6,5%   | 9,4%         | 13,1% | 19,6% | 26,1% | 32,7% |
| 200 \$                       | 0,0% | 7,9%   | 11,3%        | 15,7% | 23,6% | 31,4% | 39,3% |
| 250 \$                       | 0,0% | 8,9%   | 12,9%        | 17,9% | 26,8% | 35,8% | 44,7% |
| 300 \$                       | 0,0% | 9,8%   | 14,2%        | 19,7% | 29,5% | 39,4% | 49,2% |
| <b>344 \$</b>                | 0,0% | 10,50% | <b>15,2%</b> | 21,1% | 31,6% | 42,1% | 52,7% |
| 350 \$                       | 0,0% | 10,6%  | 15,3%        | 21,2% | 31,8% | 42,5% | 53,1% |
| 400 \$                       | 0,0% | 11,3%  | 16,2%        | 22,6% | 33,8% | 45,1% | 56,4% |
| 450 \$                       | 0,0% | 11,9%  | 17,1%        | 23,7% | 35,6% | 47,4% | 59,3% |
| 500 \$                       | 0,0% | 12,4%  | 17,8%        | 24,7% | 37,1% | 49,4% | 61,8% |
| 550 \$                       | 0,0% | 12,8%  | 18,4%        | 25,6% | 38,4% | 51,2% | 64,0% |
| 600 \$                       | 0,0% | 13,2%  | 19,0%        | 26,4% | 39,6% | 52,8% | 66,0% |
| 650 \$                       | 0,0% | 13,6%  | 19,5%        | 27,1% | 40,7% | 54,2% | 67,8% |
| 700 \$                       | 0,0% | 13,9%  | 20,0%        | 27,7% | 41,6% | 55,5% | 69,4% |

## 10.5.2 Évaluation des taux de fret maritime

Alors que les augmentations des frais de voyage sont estimées entre 7.1 – 16.2 %, l'augmentation en pourcentage des taux de fret associée à l'ECA SOx Med proposée est modeste, oscillant entre 0.3 % à 1.4 % dans les estimations moyennes, selon le produit (**Tableau 10.5-3**). Les effets sur les produits de base peuvent varier de manière plus considérable dans la gamme de prix observée pour le groupe de produits, tel qu'illustré au **Tableau 10.5-4**.

*Tableau 10.5-3. Augmentation en pourcentage des CTM en raison de la hausse des coûts du carburant par groupe de marchandise et type de navire*

| USD par tonne-km | Agriculture |            |             | Fabrication |            |           | Matière première |
|------------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-----------|------------------|
|                  | Combiné     | Conteneurs | Vrac propre | Combiné     | Conteneurs | Vrac sale |                  |
| 10e centile      | 2,5%        | 2,1%       | 0,4%        | 4,9%        | 1,9%       | 1,3%      | 1,4%             |
| 25e centile      | 2,0%        | 1,8%       | 0,4%        | 1,1%        | 0,9%       | 1,3%      | 0,8%             |
| Médiane          | 1,4%        | 1,4%       | 0,3%        | 0,5%        | 0,5%       | 0,9%      | 0,4%             |
| 75e centile      | 1,1%        | 1,1%       | 0,3%        | 0,4%        | 0,4%       | 0,8%      | 0,3%             |
| 90e centile      | 0,8%        | 0,9%       | 0,1%        | 0,3%        | 0,3%       | 0,6%      | 0,3%             |

*Tableau 10.5-4. Impact du coût du carburant sur les CTA par type de navire pour une gamme de produits sélectionnés*

| Marchandise  | CTM par type de navire<br>(Moyenne USD par tonne-km) |            |           |
|--|--|------------|-----------|
|  | Vrac propre  | Conteneurs | Vrac sale |
| <b>Agriculture générale</b>  | 0,1%   | 0,9%       |           |
| 07, Légumes comestibles et certaines racines et tubercules                       |  | 1,0%       |           |
| 08, Fruits comestibles, noix, écorces d'agrumes, melons                          |  | 0,7%       |           |
| 09, Café, thé, maté et épices  |  | 0,9%       |           |
| 10, Céréales   | 0,2%   |            |           |
| 12, Graines oléagineuses, fruits oléagiques, céréales, graines, fruits, etc., ne | 0,1%   |            |           |
| 19, Céréales, farine, amidon, préparations et produits laitiers                  |  | 0,9%       |           |
| 22, Boissons, spiritueux et vinaigre   |  | 1,2%       |           |
| <b>Fabrication générale</b>  |  | 0,3%       | 0,9%      |
| 31, Engrais  |  |            | 0,9%      |
| 47, Pâte de bois, matières fibreuses cellulosiques, déchets, etc.                |  | 1,6%       |           |
| 48, Papier et carton, pâtes  |  | 0,8%       |           |
| 52, Coton  |  | 0,5%       |           |
| 61, Vêtements, accessoires, tricot ou crochet                                    |  | 0,2%       |           |
| 62, Articles vestimentaires, accessoires, non tricotés ou en crochet             |  | 0,2%       |           |
| 64, Chaussures, guêtres et articles similaires, leurs pièces                     |  | 0,2%       |           |
| 73, Articles en fer ou en acier  |  | 0,7%       |           |
| 84, Réacteurs nucléaires, chaudières, machines, etc.                             |  | 0,5%       |           |
| 85, Équipement électrique et électronique  |  | 0,4%       |           |
| 87, Véhicules autres que chemin de fer, tramway                                  |  | 0,4%       |           |
| 95, Jouets, jeux, articles de sport  |  | 0,3%       |           |
| <b>Matière première générale</b>   |  |            | 0,4%      |
| 25, Sel, soufre, terre, pierre, plâtre, chaux, et ciment                         |  |            | 0,5%      |
| 72, Fer et acier   |  |            | 0,4%      |

## 10.5.3 Possibilité de changement modal

La présente analyse ne relève aucune preuve concluante quant à une quelconque pression exercée pour un changement de mode de transport par le biais des frais de voyage associés à l'ECA SOx Med proposée.

Comme le montrent le **Tableau 10.1-2** et le **Tableau 10.2-1**, les CTM maritimes sont inférieurs aux coûts terrestres, par chemin de fer ou par camion. Les navires bénéficient d'importantes économies d'échelle, déplaçant efficacement des dizaines de milliers de conteneurs ou des tonnes de fret le long de routes hydriques. L'ECA SOx Med proposée implique une modification des CTM de l'ordre de 0.3 % à 1.4 % par tonne-km de cargaison. Le changement de coût total maximum estimé, pour le transit complet de la Méditerranée depuis l'entrée du canal de Suez à Port Saïd jusqu'au détroit de Gibraltar, est de 1.31 \$ la tonne de cargaison (**Tableau 10.5-5**). Pour les segments d'itinéraire plus courts à l'intérieur de la Méditerranée, la variation estimée des coûts est proportionnellement plus faible. Il en va de même concernant les changements de l'échelle des coûts par rapport aux modifications des distances de transit des navires dans l'ECA SOx Med proposée.

*Tableau 10.5-5: Taux de fret de base entre les paires origine – destination (USD/tonne de fret)*

| Origine       | Destination         | Agriculture | Fabrication | Matière première | Changement de coût avec des carburants respectant la limite de 0.10 % S m/m |
|---------------|---------------------|-------------|-------------|------------------|---|
| Port Saïd     | Gibraltar           | 90,86 \$    | 265,66 \$   | 46,11 \$         | 1,31 \$   |
| Algerias      | Fos-sur-Mer         | 34,58 \$    | 101,11 \$   | 17,55 \$         | 0,50 \$   |
| Algerias      | Koper               | 79,10 \$    | 231,27 \$   | 40,14 \$         | 1,14 \$   |
| Gênes         | Gioia Tauro         | 23,01 \$    | 67,27 \$    | 11,68 \$         | 0,33 \$   |
| Koper         | Port libre de Malte | 35,99 \$    | 105,22 \$   | 18,26 \$         | 0,52 \$   |
| Koper         | Singapour           | 298,46 \$   | 872,61 \$   | 151,46 \$        | 0,90 \$   |
| Port dit      | Koper               | 62,51 \$    | 182,77 \$   | 31,72 \$         | 0,90 \$   |
| Lisbonne      | Djeddah             | 139,37 \$   | 407,46 \$   | 70,72 \$         | 1,31 \$   |
| Pirée         | Limassol            | 24,88 \$    | 72,75 \$    | 12,63 \$         | 0,36 \$   |
| Port dit      | Beyrouth            | 10,92 \$    | 31,92 \$    | 5,54 \$          | 0,16 \$   |
| Shanghai      | Rotterdam           | 494,81 \$   | 1.446,68 \$ | 251,10 \$        | 1,31 \$   |
| Shanghai      | Fos-sur-Mer         | 411,96 \$   | 1 204,44 \$ | 209,06 \$        | 1,05 \$   |
| Port dit      | Fos-sur-Mer         | 73,24 \$    | 214,14 \$   | 37,17 \$         | 1,05 \$   |
| Singapour     | New York            | 474,90 \$   | 1.388,45 \$ | 241,00 \$        | 1,31 \$   |
| Tanger        | Oran                | 12,28 \$    | 35,90 \$    | 6,23 \$          | 0,18 \$   |
| Tanger        | Tunis               | 38,33 \$    | 112,07 \$   | 19,45 \$         | 0,55 \$   |
| Thessalonique | Pirée               | 12,65 \$    | 36,99 \$    | 6,42 \$          | 0,18 \$   |
| Xiamen        | Beyrouth            | 322,74 \$   | 943,58 \$   | 163,78 \$        | 0,16 \$   |

Compte tenu de ces coûts plus élevés propres aux navires intégrés dans les taux de fret et en les comparant au mode terrestre le moins coûteux, tous les itinéraires étudiés montrent que la route hydrique reste l'option la moins coûteuse par rapport à la route alternative entièrement terrestre la moins coûteuse (**Tableau 10.5-6**).



L'analyse de l'augmentation des taux de fret maritimes nécessaires pour rompre avec l'alternative d'un transport intégralement sur terre à moindre coût, c'est-à-dire le point à partir duquel le changement modal devient économiquement faisable, est présentée dans le **Tableau 10.5-7**. Ces estimations montrent que les taux de fret maritime doivent être entre 1.6 fois à 32,3 fois plus chers pour que l'alternative terrestre devienne économiquement réalisable. Les rapports sont généralement plus faibles pour les marchandises fabriquées, normalement transportées en mode conteneurisé, allant de 1.6 à 4.3. Ainsi, les coûts de transport conteneurisé devraient être entre 1,6 fois et 4.3 plus chers pour que les modes de transport intégralement sur terre deviennent réalisables. Les taux de rentabilité des matières premières et de l'agriculture sont considérablement plus élevés, ce qui rend moins réaliste le passage du mode des navires en vrac aux alternatives de transport intégralement sur terre que pour les marchandises conteneurisées.

Compte tenu des variations estimées des prix du carburant associées à l'ECA SOx Med proposée, les recherches effectuées ne relèvent aucune preuve concluante venant étayer un potentiel changement de modal.

*Tableau 10.5-6: Coûts de transport plus élevés entre les paires O-D par rapport au mode terrestre (USD/tonne de fret)*

| Origine       | Destination         | Agriculture | Fabrication | Matière première | Coût du transport terrestre | Mode alternatif |
|---------------|---------------------|-------------|-------------|------------------|-----------------------------|-----------------|
| Port Saïd     | Gibraltar           | 92,17 \$    | 266,97 \$   | 47,42 \$         | 1 151,81                    | Route           |
| Algesiras     | Fos-sur-Mer         | 35,08 \$    | 101,61 \$   | 18,05 \$         | 276,06                      | Route           |
| Algesiras     | Koper               | 80,24 \$    | 232,41 \$   | 41,28 \$         | 466,09                      | Route           |
| Gênes         | Gioia Tauro         | 23,34 \$    | 67,60 \$    | 12,01 \$         | 197,94                      | Rail            |
| Koper         | Port libre de Malte | 36,51 \$    | 105,74 \$   | 18,78 \$         | 303,03                      | Route           |
| Koper         | Singapour           | 299,36 \$   | 873,51 \$   | 152,36 \$        | 2 012,99                    | Route           |
| Port dit      | Koper               | 63,41 \$    | 183,67 \$   | 32,62 \$         | 542,19                      | Route           |
| Lisbonne      | Djeddah             | 140,68 \$   | 408,77 \$   | 72,03 \$         | 1 333,31                    | Route           |
| Pirée         | Limassol            | 25,24 \$    | 73,11 \$    | 12,99 \$         | 408,12                      | Route           |
| Port dit      | Beyrouth            | 11,08 \$    | 32,08 \$    | 5,70 \$          | 110,05                      | Route           |
| Shanghai      | Rotterdam           | 496,12 \$   | 1 447,98 \$ | 252,41 \$        | 2 366,39                    | Rail            |
| Shanghai      | Fos-sur-Mer         | 413,02 \$   | 1 205,50 \$ | 210,11 \$        | 2 477,37                    | Rail            |
| Port Saïd     | Fos-sur-Mer         | 74,30 \$    | 215,20 \$   | 38,22 \$         | 684,02                      | Route           |
| Singapour     | New York            | 476,21 \$   | 1 389,75 \$ | 242,30 \$        | AUCUN                       |                 |
| Tanger        | Oran                | 12,45 \$    | 36,07 \$    | 6,41 \$          | 115,48                      | Route           |
| Tanger        | Tunis               | 38,88 \$    | 112,63 \$   | 20,00 \$         | 344,26                      | Route           |
| Thessalonique | Le Pirée            | 12,83 \$    | 37,17 \$    | 6,60 \$          | 89,90                       | Route           |
| Xiamen        | Beyrouth            | 322,89 \$   | 943,74 \$   | 163,94 \$        | 2 164,73                    | Rail            |

Tableau 10.5-7: Seuil de rentabilité des taux de fret entre les paires origine – destination (USD/tonne de fret)

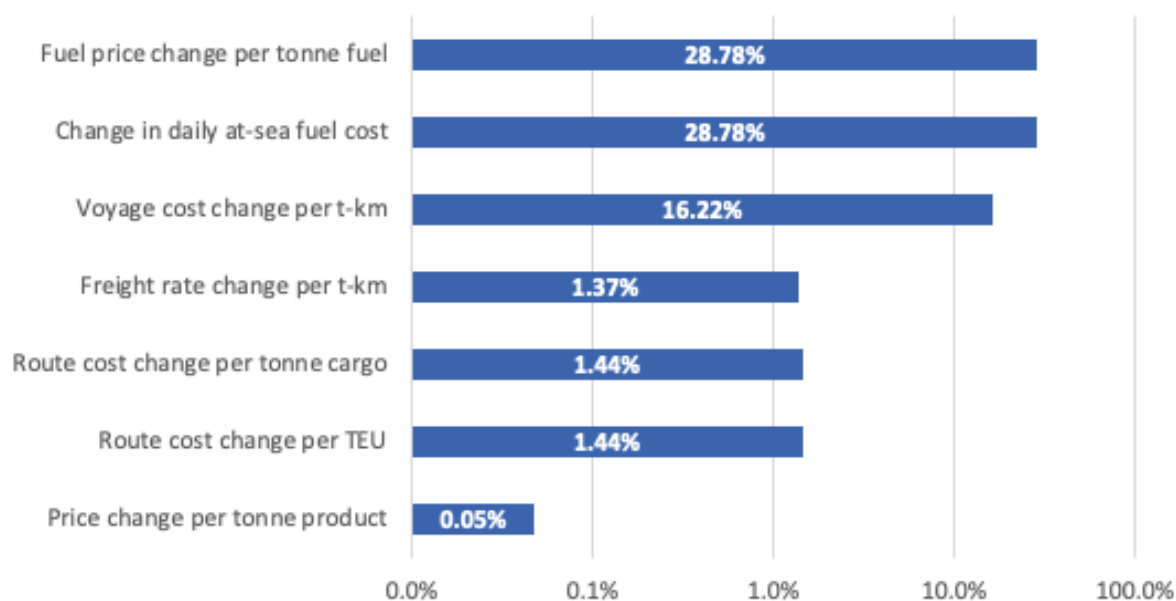
| Origine       | Destination         | Taux de seuil de rentabilité CTM (USD/t-km) | Seuils de rentabilité des taux de fret spécifiques à un itinéraire nécessaires pour égaliser les coûts du mode terrestre |             |                    |
|---------------|---------------------|---|--|-------------|--------------------|
|               |                     |   | Agriculture  | Fabrication | Matières premières |
| Port dit      | Gibraltar           | 0,3207                                      | 12,7   | 4,3         | 25,0               |
| Algesiras     | Fos-sur-Mer         | 0,2020                                      | 8,0  | 2,7         | 15,7               |
| Algesiras     | Koper               | 0,1491                                      | 5,9  | 2,0         | 11,6               |
| Gênes         | Gioia Tauro         | 0,2177                                      | 8,6  | 2,9         | 17,0               |
| Koper         | Port libre de Malte | 0,2130                                      | Non applicable   |             |                    |
| Koper         | Singapour           | 0,1707                                      | 6,7  | 2,3         | 13,3               |
| Port dit      | Koper               | 0,2195                                      | 8,7  | 3,0         | 17,1               |
| Lisbonne      | Djeddah             | 0,2421                                      | 9,6  | 3,3         | 18,9               |
| Pirée         | Limassol            | 0,4150                                      | Non applicable   |             |                    |
| Port dit      | Beyrouth            | 0,2550                                      | 10,1   | 3,4         | 19,9               |
| Shanghai      | Rotterdam           | 0,1210                                      | 4,8  | 1,6         | 9,4                |
| Shanghai      | Fos-sur-Mer         | 0,1522                                      | 6,0  | 2,1         | 11,9               |
| Port dit      | Fos-sur-Mer         | 0,2363                                      | 9,3  | 3,2         | 18,4               |
| Singapour     | New York            | NONE  | Non applicable   |             |                    |
| Tanger        | Oran                | 0,2380                                      | 9,4  | 3,2         | 18,5               |
| Tanger        | Tunis               | 0,2272                                      | 9,0  | 3,1         | 17,7               |
| Thessalonique | Pirée               | 0,1798                                      | 7,1  | 2,4         | 14,0               |
| Xiamen        | Beyrouth            | 0,1697                                      | 6,7  | 2,3         | 13,2               |

## 10.6 Effets sur les prix des marchandises et des produits

### 10.6.1 Impact du prix du carburant sur le service de fret vers les régions éloignées et communautés de l'île

L'analyse des impacts des régions éloignées et des communautés insulaires s'articule autour de l'analyse des changements de taux du fret maritime. Le déplacement modal n'est pas une option pour les régions éloignées ou insulaires, car les connexions intermodales n'existent pas ou sont limitées. Ainsi, tous les mouvements de marchandises doivent se faire par mer ou par air. Les coûts supplémentaires du transport maritime de marchandises sont discutés à la **Section 10.5.3**, et nous ne trouvons aucune preuve venant étayer la possibilité d'un changement modal. L'examen réalisé en **Section 10.6** fournit la preuve que le transport de marchandises desservant les îles et les régions éloignées ne sera pas affecté de façon disproportionnée par la variation des coûts découlant de la désignation de l'ECA SOx Med.

Un exemple utilisant un produit de base, le café, transporté par un navire porte-conteneur, peut démontrer l'effet en cascade des changements de prix du carburant. Dans le **Tableau 10.6-1** et dans le **Graphique 10.6-1**, nous suivons le changement du prix à la tonne du carburant de 99 \$ la tonne : de 344 \$ pour un carburant respectant la valeur seuil de 0.50 % S m/m à 443 \$ pour un carburant respectant celle de 0.10% S m/m. Le prix du carburant augmente d'environ 29 %, ce qui représente une augmentation d'environ 16 % des frais quotidiens de voyage en mer (Voir le **Tableau 10.5-1** dans la **Section 10.5.1**). L'ajout de l'augmentation des frais de voyage aux taux de fret médians (voir le **Tableau 10.5-3** dans la **Section 10.5.2**) augmente les taux de fret pour le transport de cargaisons agricoles comme le café d'environ 1.4 %. Étant donné que le café par tonne coûte plus de 2,700 \$ la tonne (voir le **Tableau 10.4.1** dans la **Section 10.4**) la variation du prix du carburant par tonne de café est inférieure à un dixième de pour cent (0.05 %).



Graphique 10.6-1. Exemple pour le prix du café de carburant intégré dans les frais de voyage, les taux de fret, les coûts routiers et les prix des produits

Tableau 10.6-1. Exemple pour le café de la manière dont le prix du carburant modifie les frais de voyage, les taux de fret, le coût de l'itinéraire et le prix du produit

| Différents contextes pour l'effet de prix              | Changement de prix/coût | Unité                | Pourcentage du coût |
|--|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Changement du prix du carburant par tonne de carburant | 99 \$                   | USD/tonne            | 28,78%              |
| Changement du coût quotidien du carburant en mer       | 20 356 \$               | USD/jour             | 28,78%              |
| Changement des frais de voyage par t-km                | 0,00036 \$              | USD/t-km             | 16,22%              |
| Changement des taux de fret par t-km                   | 0,00036 \$              | USD/t-km             | 1,37%               |
| Changement de coût d'itinéraire par tonne de cargaison | 1,31 \$                 | USD/tonne de fret    | 1,44%               |
| Changement du coût d'itinéraire par EVP                | 13,08 \$                | USD/EVP              | 1,44%               |
| Changement du prix par tonne de produit                | 1,31 \$                 | USD/tonne de produit | 0,05%               |

#### 10.6.2 Impact du prix du carburant sur le service aux passagers dans les régions éloignées et communautés de l'île

L'analyse des impacts des régions éloignées et des communautés insulaires s'articule autour de l'analyse des changements relatifs aux coûts des passagers. Le déplacement modal n'est pas une option pour les régions éloignées ou insulaires, car les connexions intermodales n'existent pas ou sont limitées. Par conséquent, tous les mouvements de passagers doivent se faire par mer ou par air. Sur la base des données développées à la **Section 10.1.2**, nous évaluons si le transport de passagers desservant les îles et les régions éloignées peut être affecté de manière disproportionnée par la variation des coûts associés à l'ECA SOx Med

Les ferries, y compris les navires mixtes, circulent le long de nombreux itinéraires en mer Méditerranée, tel qu'illustré par le **Graphique 10.1-2** et le **Graphique 10.1-3**. Comme l'indique l'intensité des émissions consignées dans les deux graphiques, les navires mixtes émettent beaucoup plus de CO<sub>2</sub> et consomment donc de plus grandes quantités de carburant. La présente Section analyse un ensemble de dix itinéraires de ferries dans la mer Méditerranée. Les itinéraires de ferries analysés ont été choisis au titre des trajets entre le continent et les îles, inter-îles et le long de la côte. Les prix d'un aller simple pour un adulte unique ont été récupérés à partir des tarifs publiés pour chacun des itinéraires indiqués dans le **Tableau 10.6.2**.

Ces estimations montrent que le prix des ferries est susceptible d'augmenter de 0.8 à 2.1 € par billet, soit une hausse de 0.8 % à 5.0 % par passager. La doctrine indique que l'élasticité-prix de la demande pour le voyage en ferry est significative et rigide, avec un coefficient de 0.3 [Adler, Dehghani & Gihring, 2010]. Ainsi, en utilisant l'équation d'élasticité de la demande (Équation 1), nous pouvons estimer que la demande de transport par ferry peut être affectée à hauteur de 0.25% sur le trajet Marseille-Alger, de 1.49% sur le trajet Naples-Cagliari, et de 1.45% sur le trajet Famagusa-Mersin, toutes choses égales par ailleurs. L'interprétation de ces coefficients démontre la relation inélastique entre le transport par ferry et les prix des billets, la demande changeant de façon disproportionnée et moins que les augmentations de prix estimées.

*Tableau 10.6-2: Les itinéraires, les distances, les prix et le prix des billets de ferry changent avec le passage à un carburant respectant la valeur limite de 0.10 % S m/m.*

| Itinéraire du traversier | Distance (MN) | Coût aller simple (EUR) | Passagers | Modification du prix du billet (EUR) | % de changement |
|--------------------------|---------------|-------------------------|-----------|--------------------------------------|-----------------|
| Naples - Cagliari        | 282           | 42,41                   | 1 845     | 2,1                                  | 5,0%            |
| Barcelone - Porto Torres | 307           | 35                      | 2 794     | 1,4                                  | 4,0%            |
| Marseille - Alger        | 421           | 198                     | 2 400     | 1,6                                  | 0,8%            |
| Le Pirée - Paros         | 107           | 33                      | 1 715     | 0,8                                  | 2,5%            |
| Le Pirée - Kos           | 203           | 52,5                    | 2 000     | 1,1                                  | 2,1%            |
| Le Pirée - Rhodes        | 256           | 61,5                    | 2 000     | 1,1                                  | 1,8%            |
| La Valette - Pozzallo    | 53            | 68                      | 1 120     | 0,2                                  | 0,3%            |
| Mykonos - Naxos          | 26            | 14,5                    | 2 400     | 0,02                                 | 0,1%            |
| Famagusa - Mersin        | 112           | 42,93                   | 343       | 0,6                                  | 1,5%            |
| Barcelone - Gênes        | 352           | 49                      | 2 230     | 1,7                                  | 3,5%            |

Parmi les routes étudiées, le trajet inter-îles entre Mykonos et Naxos représente le plus petit changement de prix, en termes absolus, et le plus petit changement de prix en pourcentage.

Alors que le tableau ci-dessus inclut les variations de prix estimées sur un ensemble de routes entre des paires de ports spécifiques, les routes ont été sélectionnées pour être représentatives de l'ensemble possible de trajets effectués par les ferries en Méditerranée. Les trajets indiqués dans le **Tableau 10.6-2** comprennent à la fois les routes continent – île et les routes inter-îles, représentatives de toute la Méditerranée – elles peuvent être utilisées pour comparer les changements attendus des coûts entre les routes avec des paramètres similaires.

Les trajets en ferry le long de la côte, comme la route Barcelone – Gênes, sont présentés dans le **Graphique 10.1-2**. L'économie des coûts de transport terrestre signifie que le transport hydrique par ferry propose en général le trajet le plus économique, pour des distances de transport équivalentes. Les données du **Tableau 10.2-1** montrent que le transport en autocar coûte en général environ 0.10 \$ par p-km. Les données du **Tableau 10.6-2** montrent qu'un trajet en ferry sur la route Barcelone – Gênes coûte 0.0895 dollars par p-km (en supposant que 1 dollar = 0.84 euros), avec des changements de prix estimés qui devraient porter le coût du voyage à 0.0926 dollars par p-km. Tel qu'indiqué, cet écart de prix par rapport à l'ECA SO<sub>x</sub> Med proposée est faible en termes de prix absolu et de prix par p-km, et il est peu probable qu'il induise un changement modal vers une voie alternative terrestre.

Pour les îles et les régions éloignées, le transport aérien offre la seule option au transport maritime pour le transit des passagers à destination et en provenance de ces régions. Les prix des vols sont généralement plus variables que les prix des ferries, répondant de manière dynamique aux changements de la demande en réaffectant les ressources aux itinéraires à forte demande et prioritaires. D'autre part, les ferries effectuent généralement des opérations de transit, avec des horaires et des ressources fixes permettant des prix plus stables.

Un examen des tarifs aériens<sup>50</sup> entre les îles grecques montre que les prix des vols entre Athènes et Paros, Kos et Rhodes étaient respectivement de 97 \$, 66 \$ et 57 \$ (80.6 €, 54.9 € et 47.4 €). Les vols au départ d'Athènes et à destination de Paros et Kos sont plus chers que les lignes de ferry respectives, tandis que le ferry de Rhodes est plus cher que le tarif aérien correspondant. Il est important de tenir compte du fait que la sélection du mode de transport pour les passagers dépend d'un ensemble de facteurs en plus du prix, y compris la durée du trajet, la disponibilité de l'itinéraire, la commodité et la capacité (c.-à-d. le transport de véhicules). Compte tenu du prix de trajet, les variations estimées des prix des ferries en raison de l'ECA SOx Med n'induisent pas de passage modal dans une quelconque des routes étudiées.

### 10.7 Élasticité de la demande par rapport au prix pour les biens et produits de base

L'élasticité de la demande par rapport au prix (DEP) mesure l'évolution de la quantité d'un bien demandé lorsque le prix de ce bien change : elle peut ainsi être considérée comme le rapport entre le pourcentage de variation de la demande en quantité et le pourcentage de variation du prix du bien. La DEP est évaluée sur la base de la formule en équation où  $e_{(p)}$  représente l'élasticité de la demande par rapport au prix, Q la quantité du bien demandé et P le prix du bien.

*Équation 1: Élasticité de la demande par rapport au prix*

$$e_{(p)} = \frac{dQ/Q}{dP/P}$$

L'élasticité de la demande par rapport au prix est généralement négative : lorsque le prix d'un bien augmente, la quantité demandée diminue, en vertu de la loi de la demande. Traditionnellement, bien que les estimations de l'élasticité de la demande par rapport au prix soient généralement négatives, les coefficients de l'élasticité de la demande par rapport au prix sont généralement présentés comme positifs, en omettant le signe négatif sur le coefficient. Pour les marchandises qui présentent une demande élastique, la variation de quantité demandée est proportionnelle, ou plus que proportionnelle, à la variation de prix, et l'élasticité est supérieure ou égale à 1. Pour les marchandises qui présentent une demande inélastique, la variation de la quantité demandée change moins que proportionnellement à la variation du prix, et l'élasticité est inférieure à 1.

Le Département de l'agriculture des États-Unis (USDA/United States Department of Agriculture) donne accès à un ensemble de produits présentant une demande élastique par le biais de sa base de données sur l'élasticité des produits et des aliments. Ces données comprennent les élasticités pour 115 pays, y compris pour 8 groupes de produits dans 13 pays qui sont Parties contractantes à la Convention de Barcelone. Ces produits et leur élasticité sont présentés dans **Tableau 10.7-1** et le **Graphique 10.7-1**. Les données relatives à l'élasticité de l'USDA sont complétées par des estimations compilées par Fally et Sayre, 2018 pour des produits supplémentaires (**Tableau 10.7-2**). Aux fins de la présente analyse, l'élasticité de la limite supérieure est supposée être une estimation prudente de l'effet maximal possible sur la demande de biens et de produits de base conformément aux coûts accrus associés à l'ECA SOx Med proposée.

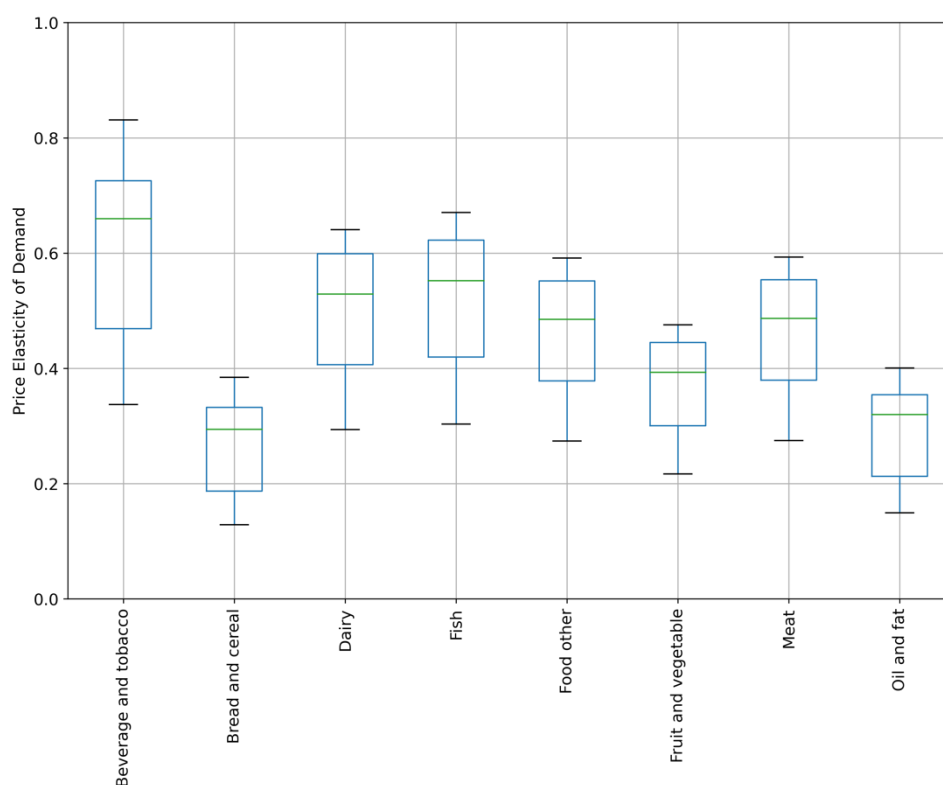
<sup>50</sup> Aller simple, classe économique, passager unique, billet 21 jours à l'avance, vol le moins cher du jour en mars 2021.

Tableau 10.7-1. Élasticité de la demande en fonction du prix de 8 groupes de produits alimentaires et de boissons dans les États riverains de la mer Méditerranée qui sont Parties contractantes à la Convention de Barcelone (source : USDA)

|                 | Boissons et tabac | Pain et céréales | Produits laitiers | Poisson | Autre nourriture | Fruits et légumes | Viande | Huile et graisses |
|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|---------|------------------|-------------------|--------|-------------------|
| <b>Quantité</b> | 13,000            | 13,000           | 13,000            | 13,000  | 13,000           | 13,000            | 13,000 | 13,000            |
| <b>Moyenne</b>  | 0,594             | 0,259            | 0,493             | 0,512   | 0,456            | 0,366             | 0,457  | 0,281             |
| <b>Standard</b> | 0,171             | 0,091            | 0,126             | 0,133   | 0,113            | 0,094             | 0,114  | 0,090             |
| <b>Min</b>      | 0,337             | 0,129            | 0,294             | 0,303   | 0,274            | 0,217             | 0,275  | 0,150             |
| <b>25%</b>      | 0,469             | 0,187            | 0,407             | 0,420   | 0,379            | 0,300             | 0,380  | 0,213             |
| <b>50%</b>      | 0,660             | 0,294            | 0,529             | 0,552   | 0,485            | 0,393             | 0,487  | 0,320             |
| <b>75%</b>      | 0,726             | 0,332            | 0,599             | 0,623   | 0,552            | 0,445             | 0,554  | 0,354             |
| <b>Max</b>      | 0,831             | 0,385            | 0,641             | 0,671   | 0,591            | 0,476             | 0,593  | 0,401             |

Tableau 10.7-2. Élasticité de la demande en fonction du prix pour certains produits consommables et durables (Fally et Sayre, 2018)

| Marchandise | Élasticité de la demande en fonction du prix |
|-------------|--|
| Bananes     | -0,566 à -0,738                              |
| Cobalt      | -0,029 à -0,5                                |
| Café        | -0,07 à -0,54                                |
| Coton       | -0,684                                       |
| Manganèse   | -0,1   |
| Nickel      | -0,038                                       |



Graphique 10.7-1: Élasticité de demande en fonction du prix pour 8 groupes de produits disponibles dans les États riverains de la mer Méditerranée côtiers qui sont Parties contractantes à la Barcelone Convention

Tel qu'indiqué dans le **Tableau 10.5-5**, l'augmentation maximale des prix, le long de la route de Port Said à Gibraltar, une traversée complète de la Méditerranée, par tonne de cargaison est de 1.31 \$. En supposant que cette augmentation de prix de 1.31 \$/tonne soit entièrement répercuté sur le prix payé par l'utilisateur final du groupe de produits étudiés, l'évolution estimée de la demande est indiquée dans le **Tableau 10.7-3**. En appliquant l'élasticité maximale par groupe de produits, nous montrons que la plus grande variation de la demande concerne la roche phosphatée, où une baisse de la demande de l'ordre de 0.759 % est envisagée. La roche phosphatée, un ingrédient principal des engrais, est le coût par tonne métrique le plus bas sur la liste, donc les changements prévus dans le prix de trajet, par tonne de cargaison ont le plus grand effet sur le prix de la marchandise en termes de variation en pourcentage.

Toutes les variations estimées de la demande sont inférieures à 1 % et inférieures à 0.1 % dans l'ensemble des cas étudiés à l'exception de la roche phosphatée et de la banane. Comme nous l'avons vu précédemment, toutes les élasticités montrent une demande inélastique pour les marchandises et les produits examinés. Compte tenu de la demande inélastique et des variations relativement faibles des prix des produits de base estimées avec l'ECA SOx Med, la variation prévue de la demande de biens et de produits de base est généralement très faible.

*Tableau 10.7-3: Variation estimée de la demande de produits de base selon la variation estimée de l'élasticité de la demande en fonction du prix*

| Marchandise      | Prix (\$/MT) | Nouveau prix | % de changement de prix | Élasticité maximale | % de demande de changement |
|------------------|--------------|--------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|
| Saumon, frais    | 6 940,0      | 6 941,31     | 0,019%                  | 0,671               | 0,013%                     |
| Bananes          | 1 140,0      | 1 141,31     | 0,115%                  | 0,738               | 0,085%                     |
| Café             | 2 767,2      | 2 768,55     | 0,047%                  | 0,831               | 0,039%                     |
| Thé              | 2 200,0      | 2 201,31     | 0,060%                  | 0,831               | 0,049%                     |
| Tabac            | 4 578,7      | 4 579,96     | 0,029%                  | 0,831               | 0,024%                     |
| Roche phosphatée | 88,0         | 89,26        | 1,489%                  | 0,509               | 0,759%                     |
| Zinc             | 2 736,6      | 2 737,90     | 0,048%                  | 0,5                 | 0,024%                     |
| Caoutchouc       | 1 662,2      | 1 663,48     | 0,079%                  | 0,91                | 0,072%                     |
| Contreplaqué     | 1 669,8      | 1 671,08     | 0,078%                  | 0,91                | 0,071%                     |
| Laine fine       | 14 183,2     | 14 184,54    | 0,009%                  | 0,684               | 0,006%                     |

## 10.8 Discussion sur les coûts totaux

En utilisant les prix des carburants les plus récents, les coûts supplémentaires estimés de l'ECA SOx Med seraient de 1.761 milliards de dollars par an.

Parmi les États riverains de la mer Méditerranée, le débit des navires porte-conteneurs en 2019 était de 73.892 millions d'EVP. Par exemple, si tous les coûts supplémentaires de l'ECA SOx Med étaient supportés par les navires porte-conteneurs, qui représentent 35 % de la consommation totale de carburant en Méditerranée, le coût supplémentaire par EVP serait de 8.30 \$/EVP ou de 0.83 \$/TM, en partant d'un postulat de 10 TM par EVP. Cet exemple montre les limites supérieures des coûts par tonne de fret conteneurisé, et est très cohérent par rapport aux résultats du **Tableau 10.5-5** dans la **Section 10.5-3** qui rapportent des augmentations de coûts d'itinéraire spécifiques en moyenne 7.30 \$/EVP ou 0.73 \$/TM

Les variations estimées des coûts de transport auront des effets transitoires à court et à long terme. À court terme, la variation de prix associée aux carburant respectant la limite de teneur en soufre de 0.10 % m/m, affectera le marché de la même manière que les changements observés dans les prix des carburants ayant déjà eu lieu, en ajustant les taux de fret pour tenir compte de l'évolution des prix des carburants. Ces taux de fret sont intégrés dans les prix du marché pour les produits décrits à la **Section 10.6**. L'analyse montre que ces coûts ne sont pas importants, mais ils sont calculables, et la théorie économique suggère une gamme de réponses du marché autres que la baisse de la demande ou la substitution. On peut s'attendre à ce que les changements de coûts à long terme entraînent un ajustement du marché, qui pourrait inclure une réduction des coûts ailleurs dans la chaîne d'approvisionnement, des améliorations de l'efficacité de la manutention du fret et des innovations dans les procédures et technologies de transport, intermodal et de manutention du fret.

### **10.9 Résumé des coûts de réduction des émissions des navires**

En conclusion, l'ECA SOx Med permettra de réaliser efficacement des réductions d'émissions de SOx et de PM aux coûts ayant été indiqués. Elle aura un impact économique raisonnable sur l'industrie maritime internationale. Par conséquent, la présente proposition répond au critère 3.1.8 de l'Appendice III de l'Annexe VI de MARPOL.



## 11 Références

Ces références renvoient à des références de l'étude technique de faisabilité

1. M. Sofiev et al., Des carburants plus propres impliquant des bénéfices pour la santé publique dans le cadre de compromis climatiques. *Nature Communications* **9**, 406 (2018).
2. Organisation internationale de normalisation (ISO). « Produits pétroliers (classe F) – Spécifications pour les carburants marins, ISO 8217 :2017 » sixième édition (ISO, Genève, Suisse, 2017).
3. Center for International Earth Science Information Network – CIESIN – Columbia University. (NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC), Palisades, NY 2016).
4. JJ Corbett et al. Mortalité due aux émissions provenant des navires : une évaluation globale. *Environmental Science and Technology-Colombus* **41**, 8512 (2007).
5. J.J. Winebrake, J.J. Corbett, E.H Green, A. Lauer, V. Eyring, Diminuer les impacts sur la santé de la pollution provenant du transport maritime océanique: Une évaluation des carburants renouvelables à faible teneur en soufre. *Environmental Science & Technology* **43**, 4776-4782 (2009).
6. B. Ostro, in *Le Fardeau environnemental des series de maladies* (OMS, 2004), vol 5.
7. D.W Dockery et al., Corrélation entre la pollution de l'air et la mortalité dans six villes américaines. *New England Journal of Medicine* **329**, 1753-1759 (1993).
8. F. Laden, J Schwartz, F.E Speizer, D.W. Dockery, Réduction en fines particules, pollution de l'air et mortalité: suivi étendu de l'étude les six villes Harvard. *American journal of respiratory and critical care medicine* **173**, 667-672 (2006). **173**, 667-672.
9. C.A. Pope, 3<sup>rd</sup> et al. Cancer du poumon, mortalité cardiopulmonaire, et exposition à long terme aux particules fines de pollution atmosphérique. *Jama* **287**, 1132-1141 (2020).
10. J. Lepeule, F. Laden, D. Dockery, J. Schwartz, Exposition chronique aux fines particules et mortalité : un suivi étendu de l'étude les six villes Harvard de 1974 à 2009. *Environmental health perspectives* **120**, 965 (2012).
11. X.y Zheng et al. Association entre les polluants de l'air, salles d'urgence pour asthmatiques, les visites et les admissions à l'hôpital dans les séries d'études : un examen systématique et une méta-analyse. *PLoS One*, 10, e0138146(2015).
12. Nations Unies, Perspectives de la population mondiale : Révision de 2015, conclusions clés et tableaux de progression. New York : Nations-Unies, Département des affaires sociales et économiques. *Population Division* (2015).
13. Organisation Mondiale de la Santé, W. H. Organization, Ed. (2018).
14. Organisation Mondiale de la Santé, W.H. Organization, Ed. (2018).
15. Global Asthma Network. Rapport mondial de 2014 sur l'asthme (Auckland, Nouvelle-Zélande, 2014).
16. H. Liu et al. Santé et impacts climatiques des navires navigants sur l'océan dans l'Est de l'Asie. *Nature climate change* **6**, 1037 (2016).
17. J Lepeule, F. Laden, D. Dockery, J Schwartz, Exposition chronique aux fines particules et mortalité : un suivi étendu de l'étude les six villes de Harvard de 1974 à 2009. *Environ Health Perspect* **120**, 965-970 (2012).
18. R.T Burnett et al., Une fonction risque intégrée aux fins d'estimation du fardeau mondial des maladies attribuables à une exposition aux particules fines. *Environ Health Perspect* **122**, 397-403 (2014).
19. Organisation mondiale de la santé, Pollution de l'air ambiant : une évaluation mondiale des expositions et du fardeau de la maladie. (OMS, 2016).
20. Bunker Index. (Bunker Index. Royaume-Uni, 2018), vol. 2018.
21. Fonds monétaire international (collecté auprès de la FRED, Banque des réserves fédérales de St Louis, 2018), vol. 2018.
22. Bureau des statistiques du travail des États-Unis (collecté auprès de la FRED, Banque des réserves fédérales de St Louis, 2018), vol. 2018.
- 23 E.W Carr, J.J. Corbet, Conformité des navires dans les zones de contrôle des émissions : Coûts technologiques et instruments de politique. *Environmental Science & Technology* **49**, 9584-9501 (2015).
24. S. De Bruyn et al. Manuel sur les prix fictifs: évaluation et estimation des émissions et impacts environnementaux. *CE Delft, Delft, the Netherlands [online] URL : [http://www.cedelft.eu/publicatie/shadow\\_prices\\_handbook\\_%3A\\_valuation\\_and\\_weighting\\_of\\_emissions\\_and\\_environmental\\_impacts/1032](http://www.cedelft.eu/publicatie/shadow_prices_handbook_%3A_valuation_and_weighting_of_emissions_and_environmental_impacts/1032) Ecology and Society* **21**, 10 (2010).
25. P. Hammingh et al. Efficacité des mesures de contrôle d'émissions internationales sur la qualité de l'air néerlandais pour le transport maritime dans la mer du Nord

26. W.K. Viscusi, C.J Masterman, Élasticités de revenus et valeurs globale d'une vie statistique. *Journal de l'analyse coût-bénéfice*.

Ces références renvoient aux références des lots 2, 3 et 4.

- Abbass, Rana Alaa, Prashant Kumar, and Ahmed El-Gendy. 2018. « Une vue d'ensemble des stratégies de surveillance et de réduction pour la santé et des émissions liées au changement climatique au Moyen-Orient et au Maghreb » *Atmospheric Environment* 175 (Novembre 2017): 33–43. Source : <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.11.061>.
- Adler, T., Dehghani, Y., & Gihring, C. (2010). Estimation de l'élasticité-prix de la demande en Ferry Transportation Research Record, (2176), 59–66. Source : <https://doi.org/10.3141/2176-07>
- Arvis, J.-F., Vesin, V., Carruthers, R., Ducruet, C., & de Langen, P. (2019). Réseaux maritimes, efficacité portuaire, et connectivité Hinterland en Méditerranée - Washington, D.C: World Bank Group. Source : <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1274-3>
- Boyd, Gale, J Molburg, and Raymond Prince. 1996. « Méthodes alternatives d'estimation des coûts d'abattement marginaux : Fonctions distances non paramétriques » Argonne National Lab., IL (United States). *Decision and Information Sciences*.
- CE Delft. 2010. « Manuel sur les prix fictifs – Évaluation et mesures des émissions et impacts environnementaux » n° Mars 1–140. Source : [http://www.ce.nl/?go=home.downloadPub&id=1032&file=7788\\_defMainReportMaKMV\\_12717\\_65427.pdf](http://www.ce.nl/?go=home.downloadPub&id=1032&file=7788_defMainReportMaKMV_12717_65427.pdf).
- . 2018. « Manuel sur les prix environnementaux – Version EU28 Version – Méthodes et nombres pour l'évaluation des impacts environnementaux » CE Delft, 175. [https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/04/CE\\_Delft\\_7N54\\_Environmental\\_Prices\\_Handbook\\_EU28\\_version\\_Def\\_VS2020.pdf](https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/04/CE_Delft_7N54_Environmental_Prices_Handbook_EU28_version_Def_VS2020.pdf).
- Ceuster, G. De, Herbruggen, B. van, & Logghe, S. (2006). TREMOVE : Description de modèle et niveau de référence, version 2.41, Projet de rapport (TRANSPORT & MOBILITY LEUVEN, Ed.). Bruxelles, Belgique : Commission européenne. Source : <http://www.tremove.org/>
- Cofala, Janusz, Markus Amann, Jens Borken-Kleefeld, Adriana Gomez-Sanabria, Chris Heyes, Gregor Kiesewetter, Robert Sander, et al. 2018. « Rapport final sur les éventuelles réductions d'émissions rentables du secteur du transport maritime international par la désignation d'une zone de contrôle des émissions dans les eaux de l'UE et notamment la mer Méditerranée » IIASA - Air Quality and Greenhouse Gases (AIR).
- Coggins, Jay S, and John R Swinton. 1996. « Le prix de la pollution : une double approche pour évaluer les autorisations d'émission de SO<sub>2</sub> » *Journal of Environmental Economics and Management* 30 (1) : 58–72.
- Corbett, James J., James J. Winebrake, Erin H. Green, Prasad Kasibhatla, Veronika Eyring, et Axel Lauer. 2007. « Mortalité due aux émissions provenant des navires : une évaluation mondiale » *Environmental Science and Technology* 41 (24): 8512–18. Source : <https://doi.org/10.1021/es071686z>.
- Corbett, J. J., & Carr, E. W. (2019). REMPEC WG.45/INF9 Étude technique de faisabilité aux fins d'examen d'une désignation éventuelle de la mer Méditerranée ou d'une partie de celle-ci en tant que zone de contrôle des émissions d'oxyde de soufre (ECA SOx Med) conformément à l'Annexe VI de MARPOL. La Valette, Malte. Source : <https://www.rempec.org/en/knowledge-centre/online-catalogue/2019/rempec-wg-45-inf-9-technical-and-feasibility-study-to-examine-the-possibility-of-designating-the-mediterranean-sea-or-parts-thereof-as-sox-eca-s-under-marpol-annex-vi-english-only>
- Crippa, Monica, Efisio Solazzo, Ganlin Huang, Diego Guizzardi, Ernest Koffi, Marilena Muntean, Christian Schieberle, Rainer Friedrich, and Greet Janssens-Maenhout. 2020. « Profils haute résolution temporaire dans la Base de données des émissions pour une recherche atmosphérique globale » Données scientifiques. Source : <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0462-2>.
- Dang, T, and A Mourougane. 2014. « Estimation des prix fictifs de pollution dans des pays sélectionnés de l'OCDE » OECD Green Growth Papers 2014–02 (August).
- Dulière, V., Baetens, K., & Lacroix, G. (2020). « Impact potentiel des effluents des eaux de lavage des épurateurs sur l'acidification de l'eau dans le sud de la mer du Nord. » Source : [http://biblio.naturalsciences.be/library-1/rbins-staff-publications-2020/Scrubber\\_report.2020](http://biblio.naturalsciences.be/library-1/rbins-staff-publications-2020/Scrubber_report.2020)
- EEA. 2020a. « Rapport numérique sur la qualité de l'air (e-rapport QA) » 2020. Source : <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/aqereporting-8>.
- . 2020b. « L'environnement européen – État et perspectives. Connaissances nécessaires à une transition vers une Europe durable » Source : <https://doi.org/10.15196/TS600305>.

- EPA. 2009. « Proposition de désignation d'une zone de contrôle des émissions d'oxydes d'azote, d'oxydes de soufre et de particules fines : Document de support technique. » U.S. Environmental Protection Agency.
- EU. 2016. « Plafonds d'émission nationaux » (PEN) Directive (2016/2284/EU).
- EU. (2020). Tableau des prix des produits de base (100). Source : [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/farming/documents/commodity-price-dashboard\\_092020\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/farming/documents/commodity-price-dashboard_092020_en.pdf)
- Commission européenne. 1999. « Évaluation économique d'une directive sur des plafonds d'émission nationaux pour certains polluants atmosphériques »
- . 2020. « Engagements nationaux de réduction des émissions » Directive Statut 2020 – Messages clés 1–16.
- Commission européenne (2017). Étude sur les couloirs infrastructureux du Core network, 2<sup>em</sup> phase, Rapport final. Bruxelles, Belgique.
- Commission européenne (2018). Analyse en profondeur au soutien du COM(2018) 773: Une planète propre pour tous – Une vision européenne stratégique à long terme pour une économie prospère, moderne, compétitive et neutre pour le climat. Bruxelles, Belgique. Source : [https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/depth-analysis-support-com2018-773-clean-planet-all-european-strategic-long-term-vision\\_en](https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/depth-analysis-support-com2018-773-clean-planet-all-european-strategic-long-term-vision_en)
- Commission européenne (2020). COMMUNICATION DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN, AU CONSEIL, AU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL EUROPÉEN ET AU COMITÉ DES RÉGIONS. Accroître les ambitions de l'Europe en matière de climat pour 2030 – Investir dans un avenir climatiquement neutre, dans l'intérêt de nos concitoyens. Bruxelles, Belgique. Source : [https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/communication-com2020562-stepping-europe-s-2030-climate-ambition-investing-climate\\_en](https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/communication-com2020562-stepping-europe-s-2030-climate-ambition-investing-climate_en)
- Faber, J., Hanayama, S., Yuan, S., P., Z., H., P., Comer, B., ... Yuan, H. (2020). MEPC 75/7/15 Quatrième Étude IMO GHG 2020 – Rapport final. Londres, RU. Source : <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx>
- Färe, Rolf, Shawna Grosskopf, Dong-Woon Noh, et William Weber. 2005. « Caractéristiques d'une technologie polluante : théorie et pratique ». *Journal of Econometrics* **126** (2): 469–92.
- Hassellöv, Ida Maja, David R. Turner, Axel Lauer, et James J. Corbett. 2013. « Navires contribuant à l'acidification de l'océan » *Geophysical Research Letters*. Source : <https://doi.org/10.1002/grl.50521>.
- Hassellöv, I.-M., Koski, M., Broeg, K., Marin-Enriquez, O., Tronczyński, J., Dulière, V., ... Parmentier, K. (2020). *PERSPECTIVES-DOCUMENT DE RÉFÉRENCE (ICES) : IMPACT DES SYSTÈMES DE NETTOYAGE DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT (ÉPURATEURS) SUR L'ENVIRONNEMENT MARIN (AD HOC)*. Copenhague, Denmark: International Council for the Exploration of the Sea. Source : <https://doi.org/10.17895/ices.pub.7487>
- International Transport Forum, Kirstein, L., Halim, R., & Merk, O. (2018). *Decarbonising Maritime Transport*. Paris, France. Source : <https://doi.org/10.1787/b1a7632c-en>
- Korinek, J. (2008). Clarification des coûts commerciaux dans le transport maritime. Organization for Economic Co-operation and Development, (2011), 1–41. Source : [https://www.oecd-ilibrary.org/trade/clarifying-trade-costs\\_220157847513](https://www.oecd-ilibrary.org/trade/clarifying-trade-costs_220157847513)
- He, Ling Yun, and Jia Ou. 2017. « Émissions polluantes, politique environnementale et frais liés aux abattements marginaux » *International Journal of Environmental Research and Public Health* **14** (12). Source : <https://doi.org/10.3390/ijerph14121509>.
- Lee, Jeong-Dong, Jong-Bok Park, and Tai-Yoo Kim. 2002. « Estimation des prix fictifs des polluants en tenant compte de l'inefficacité de la production / de l'environnement- Une approche fonctionnelle, distante, directionnelle et non paramétrique. » *Journal of Environmental Management* **64** (4): 365–75.
- Maibach, M., Martin, P., & Sutter, D. (2006). Annexe 1 pour compléter le rapport final : Analyse des coûts opérationnels en UE et aux EU. Karlsruhe, Germany.
- Mekaroonreung, Maethee, and Andrew L Johnson. 2012. « Estimation des prix fictifs des SO<sub>2</sub> pour les usines à charbon américaines : une approche des moindres carrés convexe et non paramétrique ». *Energy Economics* **34** (3): 723–32.
- Ministry of Environmental Protection. 2019. « Loi relative à un air pur, 2008. » 2019.
- MoE. 2017. « Stratégie nationale du Liban aux fins de gestion de la qualité de l'air 2015 - 2030. »
- Negev, Maya. 2020. « Politique relative à la pollution de l'air en Israël » *Atmosphere* **11** (10). Source : <https://doi.org/10.3390/atmos11101065>.
- Pope, C Arden, Richard T Burnett, Michael J Thun, Eugenia E Calle, Daniel Krewski, Kazuhiko Ito, et George D Thurston. 2002. « Cancer du poumon, mortalité cardiopulmonaire, et exposition à long terme aux fines particules polluantes l'air » *Lung Cancer, Jama* **287** (9): 1132–41.

- Principauté de Monaco. 2019. « L'environnement dans la Principauté de Monaco »
- Rouïl, Laurence, Catherine Ratsivalaka, Jean-Marc André, and Nadine Allemand. 2019. « ECAMED: Une étude technique de faisabilité pour la mise en place d'une Zone de contrôle des émissions (ECA) en mer Méditerranée » **94**. Source : <https://www.ineris.fr/en/ineris/news/ecamed-conclusions-technical-feasibility-study-implementing-emissions-control-area-eca>.
- Schmolke, S., Ewert, K., Kaste, M., Schöngaßner, T., Kirchgeorg, T., & Marin-Enriquez, O. (2020). *Protection de l'environnement dans le cadre du trafic maritime – Eaux de lavage des épurateurs* Hamburg, Germany. <https://doi.org/ISSN 1862-4804>.
- Sofiev, Mikhail, James J Winebrake, Lasse Johansson, Edward W Carr, Marje Prank, Joana Soares, Julius Vira, Rostislav Kouznetsov, Jukka-Pekka Jalkanen, et James J Corbett. 2018. « Des carburants plus propres pour les navires afin de récolter des bénéfices pour la santé publique dans le cadre de compromis environnementaux » *Nature Communications* 9 (1): 406. Source : <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02774-9>.
- Swinton, John R. 1998. « À quel prix réduisons-nous la pollution ? Prix fictifs pour les émissions de SO<sub>2</sub> » *The Energy Journal* **19** (4).
- République arabe de Syrie. 2018. « Contributions déterminées nationalement en vertu de l'Accord de Paris sur le climat »
- Teuchies, J., Cox, T. J. S., Van Itterbeeck, K., Meysman, F. J. R., & Blust, R. (2020). L'impact des déversements d'épurateurs sur la qualité de l'eau dans les estuaires et les ports » *Environmental Sciences Europe*, 32(1), 103. Source : <https://doi.org/10.1186/s12302-020-00380-z>
- Tu, Z G. 2009. « Les prix fictifs des émissions industrielles de SO<sub>2</sub> : un nouveau cadre analytique » *China Econ Quart* 9 (1): 259–82.
- Turner, Judi A. 1995. « Évaluation des coûts de diminution de la pollution dans le secteur de l'énergie électrique américain : une approche axée sur les capacités de production » University of North Carolina at Chapel Hill.
- UMAS, L. R. and. (2020). Évaluation technico-économique des carburants zéro carbone. London, UK. Source : <https://www.lr.org/en/insights/global-marine-trends-2030/techno-economic-assessment-of-zero-carbon-fuels/>
- UN. 2017. « Fiche d'orientation sur la qualité de l'air en Bosnie-Herzégovine » 1–8.
- UNECE. 2015. Évaluation de la performance environnementale : Monténégro. Troisième évaluation. Environmental Performance Reviews Series No. 41.
- . 2019. « Protocoles Commission économique des Nations-Unies pour l'Europe »2019.
- UNEP. 2015a. « Vue d'ensemble de la qualité de l'air dans la Jamahiriya arabe libyenne » <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/17040/Libya.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- . 2015b. « Vue d'ensemble de la qualité de l'air dans la République arabe syrienne » <https://www.unenvironment.org/resources/policy-and-strategy/air-quality-policies-syria>
- . 2015c. « Vue d'ensemble de la qualité de l'air en Turquie » <https://www.unenvironment.org/resources/policy-and-strategy/air-quality-policies-turkey>.
- Viana, M, N Fann, A Tobías, X Querol, D Rojas-Rueda, A Plaza, G Aynos, J A Conde, L Fernández, and C Fernández. 2015. « Bénéfices environnementaux et sanitaires découlant d'une désignation de la mer de Marmara et des détroits turcs en tant que zone de contrôle des émissions (ECA). » *Environmental Science & Technology* **49** (6): 3304–13. Source : <https://doi.org/10.1021/es5049946>.
- Winebrake, J. J., J. J. Corbett, E. H. Green, A. Lauer, and V. Eyring. 2009. « Diminuer les impacts sanitaires de la pollution découlant des activités maritimes océaniques : évaluation des carburants à faible teneur en soufre » *Environmental Science and Technology* **43** (13): 4776–82. Source : <https://doi.org/10.1021/es803224q>.
- Winebrake, J. J., Corbett, J. J., Comer, B., Green, E., Silberman, J. A., & Korfmacher, K. (2010). « Analyse des impacts de catégorie 3 des règles marine relatives aux activités maritimes dans les grands lacs ». Pittsford, NY: Energy and Environmental Research Associates.
- World Bank. 2013. « La République arabe d'Égypte pour le meilleur et pour le pire : la pollution de l'air dans le Grand Caire » Rapport (Avril 2013): **150**.
- Zeebroeck, B. Van, Ceuster, G. De, & Herbruggen, B. Van. (2006). TREMOVE 2: Modèle maritime et lancement (TRANSPORT & MOBILITY LEUVEN, Ed.). Bruxelles, Belgique. Commission européenne. Source : <http://www.tmleuven.be/methode/tremove/home.htm>
- Zhang, Fenfen, Jia Xing, Yang Zhou, Shuxiao Wang, Bin Zhao, Haotian Zheng, Xiao Zhao, et al. 2020. « Estimation des abattements potentiels des émissions polluantes en Chine et coûts y afférents ». *Journal de gestion environnementale* **260** (Janvier): 110069. Source : <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110069>.

## ANNEXE 2

### Description de l'ECA SOx Med proposée

La zone d'application de l'ECA SOx Med proposée comprend les eaux intérieures de la mer Méditerranée, telles que définies par l'Organisation hydrographique internationale.

Plus précisément, l'ECA SOx Med comprend toutes les eaux bordées par les côtes de l'Europe, de l'Afrique et de l'Asie, et

- a. L'entrée occidentale du détroit de Gibraltar, définie comme une ligne reliant les extrémités du cap Trafalgar, en Espagne (36°11'N, 6°02'O) et du cap Spartel, au Maroc (35°48'N, 5°55'O);
- b. Les Dardanelles, définies comme une ligne reliant Mehmetcik Burnu<sup>51</sup> (40°03'N, 26°11'E) et Kumkale Burnu (40°01'N, 26°12'E) ; et
- c. L'entrée nord du canal de Suez.

---

<sup>51</sup> Burnu (turc) = Cap.

### ANNEXE 3

#### Graphique de l'ECA SOx Med proposée



La zone d'application de l'ECA SOx Med proposée comprend les eaux intérieures de la mer Méditerranée, telles que définies par l'Organisation hydrographique internationale et indiquées dans le graphique ci-dessus.