



**Programme des Nations Unies pour
l'Environnement
Plan d'action pour la Méditerranée**

Distr. : Limitée
11 août 2023

Français

Original : Anglais

Réunion intégrée des groupes de correspondance sur l'approche écosystémique (CORMON)

Athènes, Grèce, 27-28 juin 2023

Point 1.C.i de l'ordre du jour : CORMON Biodiversité et pêche

2023 MED QSR : Évaluation des espèces non indigènes (EO2)

Pour des raisons environnementales et économiques, ce document est imprimé en nombre limité. Les délégués sont priés d'apporter leurs exemplaires aux réunions et de ne pas demander d'exemplaires supplémentaires.

Clause de non-responsabilité :

Les désignations employées et la présentation des éléments contenus dans cette publication n'impliquent pas l'expression d'une quelconque opinion de la part du Secrétariat du Programme des Nations Unies pour l'environnement/Plan d'action pour la Méditerranée concernant le statut juridique de tout pays, territoire, ville ou zone ou de ses autorités, ou concernant la délimitation de ses frontières ou limites.

Le Secrétariat n'est pas non plus responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations fournies dans les tableaux et cartes de ce rapport. De plus, les cartes servent uniquement à des fins d'information et ne peuvent pas et ne doivent pas être interprétées comme des cartes officielles représentant les frontières maritimes conformément au droit international

Responsable de l'étude au SPA/RAC

Yassine Ramzi SGHAIER, Chargé de l'IMAP

Samar KILANI, Chargée adjointe de l'IMAP

Atef OUERGHI, Chargé de Programme, Conservation des écosystèmes

Rapport préparé par :

Marika Galanidi and Argyro Zenetos, Experts NIS

Note du Secrétariat

La feuille de route et l'évaluation des besoins de la MED QSR 2023 ont été approuvées par la COP 21 (Naples, Italie, décembre 2019) avec la décision IG.24/4. Elle définit la vision pour la réalisation réussie du MED QSR 2023 et décrit les principaux processus, jalons et résultats liés à l'IMAP à entreprendre, avec leurs calendriers.

Les principaux chapitres d'évaluation de la MED QSR 2023 sont basés sur des évaluations d'indicateurs communs (IC) et de certains indicateurs communs candidats (ICC) dans le cadre des objectifs écologiques (OE) pour la biodiversité et la pêche, la pollution et les déchets marins et les clusters de coûts et d'hydrographie. Dans la mesure du possible, lorsque les données le permettent, les IC sont intégrés dans et entre les OE.

En tant que contribution aux chapitres 2023 du MED QSR sur la biodiversité (OE1) et les espèces non indigènes (OE2), le CAR/ASP a préparé six rapports d'évaluation thématiques pour les habitats benthiques, les cétacés, le phoque moine de Méditerranée, les oiseaux de mer, les tortues marines et les Espèces non-indigènes.

La présente proposition de chapitre du QSR MED 2023 relatif aux espèces non indigènes a été présentée et discutée lors de la réunion CORMON sur la biodiversité et la pêche (Athènes, 9-10 mars 2023). Les conclusions et suggestions de la réunion ont été intégrées dans la version actuelle qui est soumise pour discussion à la réunion des groupes de correspondance pour l'approche écosystémique intégrée (CORMON) en vue de sa finalisation et de son examen par la 10e réunion du groupe de coordination de l'EcAp qui se tiendra en septembre 2023.

Table of Contents

1. Messages clés	1
2. Informations générales et méthodologie	1
2.1 Introduction	1
2.2 Méthodologie	3
2.3 Liens avec d'autres OE et IC	6
3. Forces motrices – Pressions – Etat – Impacts – Réactions (DPSIR)	7
3.1 Analyse DPSIR axée sur les ENI et l'IC6	7
4. Bon état écologique (BEE) / évaluation alternative	13
4.1 Thème choisi pour l'évaluation du BEE :	13
4.2 Evaluation BEE pour IC/évaluation alternative pour l'IC6	14
4.3 Evaluation du BEE pour l'OE / évaluation alternative pour l'OE	29
6. Mesures et actions requises pour atteindre le BEE	33
7. Références	35

Liste des tableaux

Tableau 1. Liste des espèces sélectionnés pour la répartition spatiale. EC-Aqua = Échappement des aquariums large (accidentel), EC-Mar = Échappement de la mariculture, REL = Libération (intentionnelle), TC = Contaminant de transport, UNA = Sans aide, TS = Transport clandestin, Transport-Clandestin indique à la fois l'eau de ballast et/ou l'encrassement de la coque comme vecteurs.

Tableau 2. Aperçu général des secteurs et des activités connexes qui exercent les pressions les plus fortes en ce qui concerne l'introduction, la propagation et l'abondance des ENI, dans le cadre de la DPSIR.

Tableau 3. Représentation tabulaire des interactions entre les pressions anthropiques et l'occurrence, l'abondance et la propagation des ENI (IC6).

Tableau 4. Résultats de l'analyse structurelle des points de rupture pour chaque sous-région méditerranéenne pour les périodes 1970-2011 et 2012-2017 considérées comme périodes d'évaluation. Les moyennes annuelles sectorielles sont les valeurs moyennes ajustées du nombre annuel de nouveaux ENI avant et après les ruptures, avec des intervalles de confiance à 95% des moyennes ajustées (IC à 95%) entre parenthèses. EMED = Méditerranée orientale (c'est-à-dire mer Égée et Levantine), CMED = Méditerranée centrale (c'est-à-dire mer centrale et mer Ionienne), ADRIA = Adriatique, WMED = Méditerranée occidentale

Tableau 5. Résumé tabulaire du BEE pour l'IC6 au niveau sous-régional à l'aide d'un système de feux de signalisation, avec des interrelations de pression.

Liste des Figures

Figure 1. Nombre d'ENI, cryptogéniques (CRY) et données insuffisantes (DI), détectées dans chaque pays méditerranéen en décembre 2020.

Figure 2. Principales voies d'introduction des ENI marins par sous-région méditerranéenne. REJ = Rejet dans la nature, EC = Évasion du confinement, CT = Contaminant de transport sur les animaux, TS = Transport - Passager clandestin (y compris les eaux de ballast des navires/bateaux, l'encrassement de la coque et les autres moyens de transport), COR = Corridor, SA = Sans aide, INC = Inconnu.

Figure 3. Premiers nouveaux enregistrements ENI en Méditerranée entre 1988 et 2017.

Figure 4. Taux moyens d'introduction des NEI en Méditerranée et dans ses sous-régions par période de référence de 6 ans entre 1970 et 2017.

Figure 5. Nombre de nouvelles introductions des ENI par an (axe des y) dans différentes sous-régions méditerranéennes pour la période 1970-2011 (ligne noire continue) avec superpositions de seuils et de valeurs moyennes ajustées: la ligne pointillée verticale indique le point de rupture ou l'année de changement significatif des valeurs moyennes des nouvelles ENI, avec des intervalles de confiance à 95% autour de la date de rupture (IC) entre parenthèses rouges; la ligne verte pointillée montre le modèle nul d'absence de changement temporel dans les nouveaux nombres d'ENI; et la ligne bleue pointillée représente valeurs moyennes ajustées avant et après le point de rupture identifié.

Figure 6: Nouveaux enregistrements annuels des ENI (symboles colorés) pour chaque sous-région méditerranéenne et tendances des enregistrements cumulatifs des ENI (symboles gris foncés et lignes ajustées) pour les cinq périodes d'évaluation entre 1988 et 2017. Les équations des modèles de régression linéaire sont affichées au-dessus des courbes ajustées; Les lettres entre parenthèses indiquent des pentes de régression statistiquement différentes (taux d'introduction annuels), c'est-à-dire que les pentes qui appartiennent à différents groupes de lettres sont différentes au niveau de signification de 0,05.

Figure 7. Nombre cumulé d'espèces uniques ou partagées entre les 4 sous-régions méditerranéennes en 1970, 2000 et 2020.

Figure 8. Distribution de *Lagocephalus sceleratus* en mer Méditerranée. Premier(s) enregistrement(s) annoté(s) d'un astérisque, différents symboles de couleur correspondent à différentes périodes de déclaration de 6 ans, les histogrammes de fréquence correspondants représentent le nombre d'enregistrements dans chaque bac temporel.

Figure 9. Répartition des *milles de Pterois* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

Figure 10. Distribution de *Plotosus lineatus* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

Figure 11. Distribution de *Mnemiopsis leydii* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

Figure 12. Distribution de *Callinectes sapidus* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

Figure 13. Distribution d'*Anadara transversa* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

Figure 14. Distribution d'*Acrothamnion preissii* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

Figure 15. Distribution de *Codium fragile* subsp. *fragile* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

Figure 16. Distribution de *C. taxifolia* var. *distichophylla* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

Figure 17. Distribution de *Rugulopteryx okamurae* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7

1. Messages clés

1. Les résultats des analyses de tendances indiquent qu'au cours des 15 à 20 dernières années, les taux d'introduction de nouveaux ENI ont été relativement stables en Méditerranée occidentale et dans l'Adriatique, augmentant légèrement, mais pas statistiquement significativement, en Méditerranée orientale, mais en augmentant en Méditerranée centrale. Cependant, même si le taux reste constant, le nombre total (cumulé) de ENI dans le bassin augmente régulièrement, les corridors et le transport maritime étant les principales voies d'accès.

2. Dans le même temps, il y a eu une augmentation notable de l'effort de recherche et des rapports, stimulée à la fois par les exigences politiques, mais aussi par l'intérêt scientifique associé à des initiatives de science citoyenne, en particulier dans le sud de la Méditerranée. Par conséquent, l'interprétation claire de ces tendances est entravée par l'absence de données de surveillance standardisées à long terme, car il n'est pas possible de démêler les effets confondants des efforts d'enregistrement différentiels dans l'espace et dans le temps des changements réels dans la pression des voies ou la gestion des vecteurs.

3. Néanmoins, un certain nombre de ENI envahissants et à fort impact ont affiché une expansion géographique accrue au cours de la dernière décennie, ce qui peut être déduit même derrière le « bruit » de l'augmentation de la détection et du signalement. Les espèces des ENI ayant des affinités chaudes avec la dispersion pélagique à longue distance semblent avoir été favorisées par le changement climatique et l'augmentation des températures de l'eau de mer pour pénétrer dans les régions plus froides de la Méditerranée, la dispersion anthropique secondaire jouant toujours un rôle important dans la propagation des espèces plus sédentaires.

4. Dans la mesure où le bon état écologique par rapport à l'IC6 est défini comme « l'introduction et la propagation des ENI liées aux activités humaines sont réduites au minimum, en particulier pour les EEE potentielles », il est conclu que le GES n'a été réalisé dans aucune des sous-régions méditerranéennes.

5. Les progrès vers la réalisation du GES nécessitent des actions coordonnées de la part de toutes les Parties contractantes (PC) afin d'atténuer et de réduire la pression d'invasion. C'est ce que prévoit déjà le projet de plan d'action actualisé concernant les introductions d'espèces et les espèces envahissantes en mer Méditerranée, qui, en conjonction avec la stratégie de gestion des eaux de ballast (BWM) pour la Méditerranée (2022-2027), met l'accent sur les mesures et les activités préventives pour aider les PC à concevoir et à mettre en œuvre des plans d'action sur les voies.

2. Informations générales et méthodologie

2.1 Introduction

6. Les invasions biologiques sont globalement identifiées comme l'un des principaux facteurs de la perte de la biodiversité, avec des impacts allant de la perte de diversité génétique à la perte de populations indigènes, en passant par les déplacements d'espèces, les modifications de l'habitat et même les changements de l'écosystème entier (IPBES, 2019). Par conséquent, le rôle des espèces non indigènes (ENI) en tant que pression qui menace les écosystèmes est abordé dans le cadre de nombreuses politiques et stratégies dans le monde entier. En Méditerranée et dans le cadre de la Convention de Barcelone, le Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée (Protocole

ASP/DB) invite les Parties contractantes à prendre « toutes les mesures appropriées pour réglementer l'introduction intentionnelle ou non intentionnelle d'espèces non-indigènes dans la nature et interdire celles qui peuvent avoir des effets néfastes sur les écosystèmes, habitats ou espèces » (PNUE/PAM, 2017a).

7. En mer Méditerranée, l'un des écosystèmes les plus envahis au monde (Costello et al., 2021), on estime actuellement que le nombre d'ENI est de l'ordre de 1000 sans aucun signe de baisse de leur taux d'introduction. Des travaux récents ont démontré que, outre le taux incessant de nouvelles introductions, le taux de propagation et d'établissement des espèces exotiques augmente également, plus de 70 % des espèces introduites étant considérées comme établies (Zenetos et Galanidi, 2020; Zenetos et coll., 2022a; b), provoquant la dégradation de communautés et d'habitats méditerranéens distinctifs (Katsanevakis et al., 2014). En Méditerranée occidentale, les impacts négatifs sont principalement causés par les macrophytes envahissants, tandis que dans le Levant et la mer Égée par les poissons, et dans la mer Adriatique par les mollusques introduits (Tsirintanis et al., 2022). La concurrence pour les ressources, la création/modification de l'habitat par l'ingénierie écosystémique et la prédation sont les principaux mécanismes des effets négatifs des ENI méditerranéennes. L'analyse des voies d'acheminement a révélé que la navigation, par l'encrassement des eaux de ballast et de la coque, les corridors, la navigation de plaisance et les transferts d'aquaculture sont principalement responsables des introductions et de la propagation des ENI dans la région, tandis que le commerce ornemental et le commerce des aliments vivants, entre autres activités, contribuent également à la pression des ENI (Katsanevakis et al., 2013, Tsiamis et al., 2018).

8. Le premier rapport sur l'état de la qualité en Méditerranée (2017 MED QSR), élaboré dans le cadre du processus d'approche écosystémique (PNUE/PAM, 2017b) s'est appuyé sur des données existantes provenant de nombreuses sources diverses et a identifié un certain nombre de besoins et de lacunes à combler en préparation du prochain exercice d'évaluation. L'évaluation des ENI en particulier a reflété les tendances directionnelles et a été basée sur des documents publiés jusqu'en 2016 avec des données principalement jusqu'en 2011, qui ont également été incluses dans la base de données MAMIAS (Marine Mediterranean Invasive Alien Species). Les lacunes les plus importantes dans les connaissances relatives à l'évaluation des ENI ont été identifiées comme suit :

- Les fortes preuves de la plupart des impacts signalés des espèces exotiques sont faibles (sensu Katsanevakis et al., 2014), principalement basées sur le jugement d'experts ; Un besoin d'inférence plus forte est nécessaire sur la base d'expériences ou de modèles écologiques. L'évaluation des tendances de l'abondance et de la répartition spatiale fait largement défaut.
- Une surveillance régulière et spécifique et des séries chronologiques longues seront nécessaires pour que l'estimation de ces tendances soit possible à l'avenir. L'identification des ENI est d'une importance cruciale, et le manque d'expertise taxonomique a déjà eu pour conséquence que plusieurs ENI ont été négligées pendant certaines périodes. L'utilisation d'approches moléculaires, y compris le codage à barres, est souvent utile en plus de l'identification traditionnelle des espèces.

9. D'autres lacunes dans les connaissances concernent les moyens de minimiser les impacts des ENI et de réduire les nouvelles introductions. Celles-ci sont prises en compte dans le projet de plan d'action actualisé concernant les introductions d'espèces et les espèces envahissantes en mer Méditerranée (UNEP/MED WG. 548/19, 2023), avec des actions prioritaires au niveau national, notamment la recherche sur les méthodes d'atténuation des invasions par les voies existantes et la recherche sur les impacts prioritaires des ENI.

2.2 Méthodologie

10. Dans le cadre de l'IMAP, les espèces non indigènes sont traitées avec l'objectif écologique OE2: Les espèces non indigènes introduites par les activités humaines sont à des niveaux qui ne nuisent pas à l'écosystème, Indicateur commun 6 (IC6): Tendances de l'abondance, de la présence temporelle et de la répartition spatiale des espèces non indigènes, en particulier des espèces non indigènes envahissantes, notamment dans les zones à risque (en relation avec les principaux vecteurs et voies de propagation de ces espèces). Les seuils et les objectifs quantitatifs pour les BEE n'ont pas encore été déterminés pour l'IC6, mais plutôt sur les tendances directionnelles, c'est-à-dire la réduction ou la minimisation de l'introduction et de la propagation des ENI liées aux activités humaines. Conformément aux recommandations figurant dans le document de travail 500/7 (2021) du PNUE/MED, l'analyse des tendances temporelles des nouveaux événements de nouvelles ENI a été conduite au niveau sous-régional pour la période 1970-2017 (Note: les données jusqu'en 2022 sont disponibles et ont été utilisées pour d'autres aspects de l'évaluation, mais pas pour les nouvelles tendances des ENI afin d'atténuer les fortes incertitudes associées aux retards de notification).

11. Description des méthodes d'analyse :

- i) Tendances de l'occurrence temporelle : Les tendances des nouvelles introductions d'ENI ont été formellement testées au moyen d'analyses de régression. L'analyse des points de rupture a également été utilisée pour identifier les périodes de temps discrètes sur lesquelles des comparaisons statistiques des pentes devraient être effectuées.
- ii) Tendances de la répartition spatiale : Les données géoréférencées d'espèces sélectionnées à fort impact ont été cartographiées à des périodes distinctes pour montrer l'évolution temporelle de leur propagation. En ce qui concerne la xénodiversité totale, en utilisant les premières mentions d'espèces dans chaque sous-région, des diagrammes de Venn ont été construits pour visualiser le chevauchement des ENI entre les quatre sous-régions au cours de la période 1970-2020. Cela donne une indication du degré d'homogénéisation du biote ENI dans le bassin au cours des 50 dernières années.
- iii) Enfin, les liens interdépendants de statut, de pressions et d'impacts ont été déterminés et visualisés avec l'approche qualitative GRILLE/Tableau, développée spécifiquement pour les besoins et les objectifs de l'IC6.

2.1.1. Acquisition de données

12. Les données relatives aux tendances et aux impacts ont été élaborées comme suit :

- i) Tendances de la fréquence temporelle : Des inventaires nationaux et (sous-)régionaux affinés et mis à jour avec des données jusqu'en décembre 2020 ont été produits aux fins de l'élaboration des niveaux de référence des ENI méditerranéennes (UNEP/MED WG.520/5, 2022). Ces ensembles de données ont été mis à jour depuis et constituent la source de données pour l'évaluation dans les tendances du nombre total de nouvelles ENI par unité spatiale d'évaluation (sous-région méditerranéenne). Les données comprennent les premiers enregistrements de l'ENI par unité d'évaluation, accompagnés de l'année d'enregistrement, de la courte référence, du statut de l'espèce, du succès de l'établissement, de la voie ou des voies d'introduction primaires les plus probables et de la classification taxonomique de niveau supérieur aux fins d'agrégation. Les sources

des premiers enregistrements de l'ENI sont variées, y compris les programmes de surveillance, les projets de recherche, les atlas et les bases de données, mais aussi les observations validées des citoyens scientifiques au cours des dernières années. Les coordonnées des enregistrements des premières espèces ont été en partie fournies avec les inventaires nationaux des ENI et complétées par des données hors ligne du HCMR si nécessaire.

- ii) Tendances de la répartition spatiale : Des espèces envahissantes, ou potentiellement envahissantes, ont été sélectionnées pour examiner les tendances de la répartition spatiale. Les données géoréférencées ont été extraites de la base de données hors ligne du HCMR, de l'inatulariste, des ensembles de données publiés (p. ex., Callinectes: Mancinelli et al. 2021, ORMEF: Azzuro et al., 2022, mise à jour récente et étendue des enregistrements NIS méditerranéens inédits : Ragkousis et al, 2023) et des ensembles de données de surveillance fournis au CAR/ASP aux fins de l'IMAP. Des cartes mises à jour seront créées pour la prochaine version, une fois que les données nationales de surveillance auront été incorporées.

2.2.2. Traitement des données

13. Critères d'inclusion et d'exclusion des espèces : Seules les ENI validées ont été prises en compte pour l'évaluation; Les espèces cryptogéniques, discutables et autres dont le statut taxonomique ou d'invasion est incertain ont été exclues des analyses, de même que les documents douteux nécessitant une vérification. De plus, jusqu'à ce que des décisions ou des recommandations plus concrètes soient prises en ce qui concerne les cibles quantitatives liées à la BEE des voies d'accès, les données n'étaient pas ventilées par filière.

14. Création de séries chronologiques : Les premiers enregistrements de chaque ENI par sous-région ont été regroupés par intervalles d'un an pour créer des séries chronologiques allant de 1791 à 2020. Guidée par les analyses des tendances précédentes des ENI en Méditerranée (par exemple, Galanidi & Zenetos, 2022; Zenetos et al., 2022c), la période 1970-2017 a été sélectionnée pour l'analyse, couvrant 8 périodes d'évaluation de la DCSM. Les données après 2017 n'ont pas été incluses afin d'éviter de signaler les effets de décalage et les incertitudes (Zenetos et coll., 2019), ce qui pourrait fausser les tendances et les conclusions sur la réalisation ou non des BEE. Ainsi, la dernière période de rapport complète incluse dans notre ensemble de données était celle de 2012-2017, qui est considérée comme la période d'évaluation pour ce QSR.

15. Processus de sélection des espèces à analyser pour déterminer la répartition spatiale:

Un petit nombre d'ENI ayant un impact important sur une variété d'habitats a été sélectionné pour la cartographie de la distribution spatiale. À partir de l'évaluation CIMPAL des 60 espèces dans Katsanevakis et al. (2016), une liste restreinte d'espèces a été créée sur la base de trois critères; les habitats qu'elles envahissent, l'ampleur des impacts et la voie d'introduction. Plus précisément, les 13 types d'habitats examinés par Katsanevakis et al. (2016) ont été fusionnés en six types d'habitats plus large, à savoir : estuaires et lagunes, *Posidonia oceanica* et autres herbiers marins et herbiers d'algues, habitats coralligènes, sédiments meubles (0-200 m de profondeur), substrats rocheux (0-200 m de profondeur) et habitats pélagiques (0-200 m). Étant donné que bon nombre de ces espèces ont des répercussions sur plus d'un type d'habitat, les 6 grands types d'habitats étaient bien représentés dans le groupe final de 28 espèces (tableau 1). Enfin, les voies d'introduction primaires et secondaires ont été examinées pour chaque espèce afin de s'assurer que toutes les voies principales sont également suffisamment représentées.

Tableau 1. Liste des espèces analysée pour connaître les tendances de la répartition spatiale et les impacts. EC-Aqua = Évacuation des grands aquariums (accidentel), EC-Mar = Évasion de la mariculture, REJ = Rejet (intentionnel), CT = Contaminant pour le transport, SA = Sans aide, TC = Transport clandestin, TS-Expédition indique à la fois l'eau de ballast et/ou l'encrassement de la coque comme vecteurs

Habitats	Espèce	Voie	
lagunes/herbiers/meuble/rocheux	<i>Lagocephalus sceleratus</i>	Corridor	Sans aide
Herbiers / meuble / rocheux / corail	<i>Pterois Miles</i>	Corridor	Sans aide
Herbiers marins/mous/rocheux/pélagiques	<i>Plotosus lineatus</i>	Corridor	Sans aide
lagunes/pélagiques	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	TS-Ballast	Sans aide
meuble	<i>Anadara transversa</i>	TS-Encrassement	CT
Herbier/Rocheux/Corail	<i>Acrothamnion preissii</i>	EC / TSPêche à la ligne	TS-Expédition
Rocheux	<i>Codium fragile subsp. fragile</i>	TC	TS-Ballast
Lagunes/Herbiers	<i>Caulerpa taxifolia var. distichophylla</i>	EC-Aqua	TS-angle, TS-coque, Sans aide
Lagune/Rocheux	<i>Rugulopteryx okamurae</i>	TC	

2.2.3. Cartographie et visualisation

16. Cartographie et visualisation comprend :

- Carte des nouveaux enregistrements des ENI par période de rapport de 6 ans (5 périodes comme ci-dessous) au niveau régional.
- Cartes de répartition des taxons sélectionnés par période discrète.
- Diagrammes de Venn illustrant le nombre d'ENI partagées entre les sous-régions méditerranéennes à des intervalles de temps discrets.

2.2.4. Analyses de données

17. Suite aux recommandations contenues dans le document sur les échelles de surveillance et d'évaluation, les critères d'évaluation et les valeurs seuils pour l'indicateur commun 6 IMAP relatif aux espèces non indigènes (UNEP/MED WG.500/7, 2021), l'analyse des tendances temporelles des nouvelles occurrences d'ENI a été effectuée au niveau sous-régional. Les seuils et les objectifs quantitatifs pour les BEE n'ont pas encore été décidés pour l'IC6, mais plutôt sur les tendances directionnelles, c'est-à-dire la réduction ou la minimisation de l'introduction et de la propagation des ENI liées aux activités humaines (voir ENCADRÉ 1). Par conséquent, les tendances d'occurrence ont été analysées de deux manières différentes. La première méthode implique une analyse des points de rupture afin d'identifier les changements structurels dans l'ensemble de données, représentant les dates (c.-à-d. les années) où le taux d'introduction moyen affiche des changements significatifs (augmentations ou diminutions). La technique d'analyse des points d'arrêt permet d'identifier des changements statistiquement significatifs (=points d'arrêt) dans le niveau des sous-ensembles d'une série temporelle. Dans cette procédure, une série chronologique est divisée au hasard en deux sous-ensembles ou plus et les niveaux moyens sont comparés à l'aide d'un test F modifié. La procédure est répétée de manière itérative jusqu'à ce que tous les points d'arrêt significatifs (le cas échéant) soient identifiés. La fonction des points d'arrêt dans le package R de strucchange (Zeileis et al., 2002) estime les points d'arrêt en trouvant le modèle optimal avec m points d'arrêt et m + 1 segments

qui minimisent le critère d'information bayésien (BIC) ; avec la même fonction, nous pouvons extraire les dates de rupture associées (c'est-à-dire les années auxquelles les points d'arrêt se produisent) avec leurs intervalles de confiance (IC) à 95 % correspondants. L'analyse du point de rupture a été effectuée sur les séries chronologiques de 1970 à 2011, c'est-à-dire à l'exclusion de la période d'évaluation 2012-2017, avec laquelle des comparaisons doivent être effectuées. Une fois que des périodes avec des valeurs moyennes stables ont été détectées, des intervalles de confiance à 95 % autour des moyennes ont été calculés comme mesure de l'incertitude. Par la suite, le taux moyen d'introduction d'ENI de la période d'évaluation 2012-2017 avec son IC à 95 % a été calculé et comparé aux valeurs respectives des segments générés par le point de rupture, fournissant une évaluation qualitative (pour plus de détails sur l'approche, voir Galanidi & Zenetos, 2022 ; Östman et coll., 2020; Zeileis et coll., 2003).

18. A des fins de comparabilité avec les évaluations antérieures, les périodes de déclaration de 6 ans qui couvrent et saisissent les changements significatifs dans les taux annuels d'introduction des ENI identifiées avec l'analyse du point de rupture pour une analyse statistique plus approfondie avec ANOVA et régression linéaire ont ensuite été sélectionnés, conformément aux recommandations de la fiche d'information pour l'IC6 (UNEP/MED WG.514/12, 2021) – et conformément aux directives OSPAR pour le Nord-Est de l'Atlantique (OSPAR, 2022).

19. Cinq périodes de rapport de 6 ans (1988-1993, 1994-1999, 2000-2005, 2006-2011, 2012-2017) ont été analysées pour toutes les sous-régions. La régression linéaire a été utilisée pour caractériser formellement la tendance temporelle des enregistrements cumulatifs de l'ENI au cours de chaque période (c.-à-d. pente de régression, qui est égale au taux d'introduction annuel moyen pour chaque période). Les pentes ont été comparées statistiquement à l'analyse de variance (ANOVA).

2.3 Liens avec d'autres OE et IC

20. OE1 Biodiversité : Fortes interrelations en particulier avec IC1 et IC2 (habitats benthiques). Par leurs impacts sur les espèces clés, les communautés et la structure de l'habitat, les espèces non indigènes exercent une pression sur l'état et, dans une moindre mesure, sur les habitats benthiques sensibles (notamment les herbiers de posidonie et autres herbiers marins et prairies d'algues, les habitats coralligènes et les substrats rocheux peu profonds). Biodiversité et cluster pêche – Les liens méthodologiques s'étendent à l'utilisation des mêmes grandes couches d'habitats dans EUSeaMap 2021 avec l'ajout des couches d'habitats prioritaires EO1 de Giakoumi et al. (2013) et la mise à disposition des résultats spatialement explicites de l'indice CIMPAL en tant que couche de pression directe sur les habitats EO1.

21. OE3 Récolte de poissons et de mollusques et crustacés exploités commercialement: Les activités de pêche peuvent agir comme vecteurs d'introduction et de propagation des ENI, de sorte que l'effort de pêche (IC10) peut être considéré comme une pression sur les ENI IC6. De plus, la conchyliculture et les transferts connexes sont responsables de l'une des cinq voies les plus importantes d'introduction des ENI.

22. OE 4 Réseaux trophiques marins : Les ENI peuvent modifier les réseaux trophiques par la prédation et la concurrence, agissant ainsi comme une source de perturbation et de pression sur les réseaux trophiques marins. Les indicateurs de OE4 ne sont pas encore élaborés.

23. OE8 Ecosystèmes et paysages côtiers: changement d'affectation des terres (indicateur candidat 25) sous la forme de structures artificielles dans les eaux côtières peu profondes (dispositifs d'énergie renouvelable, défenses côtières, extraction de pétrole et de gaz?) crée de nouveaux habitats disponibles pour

la colonisation des ENI qui agissent comme des tremplins pour la propagation et souvent comme des points chauds des ENI. L'extraction d'agrégats est une autre source de vecteurs d'introduction et de propagation. Indicateur en cours d'élaboration

24. OE 10 Déchets marins : Il a été démontré que les déchets marins à la dérive agissent comme vecteurs d'introduction et de propagation des ENI à l'échelle interocéanique et régionale. La quantité de déchets rejetés sur le rivage et/ou déposés sur les côtes (IC22, macro-déchets de plage) peut exercer une pression directe sur l'IC6.

3. Forces motrices – Pressions – Etat – Impacts – Réactions (DPSIR).

3.1 Analyse DPSIR axée sur les ENI et l'IC6

25. Aux fins de l'analyse DPSIR actuelle pour EO2/CI6, les NIS sont considérés comme une variable « d'État ».

26. Les secteurs de la première colonne du tableau 2 sont alignés sur le cadre DPSIR, tel qu'appliqué dans le document d'orientation fourni pour cartographier les interrelations entre les pressions, Impacts et états au sein du groupe IMAP Biodiversité (UNEP/MED WG.502/Inf.11, 2021) et de la DCSM (CE, 2018 - Document d'orientation 14 de la DCSM), c'est-à-dire que les facteurs sont les thèmes ou les secteurs de l'activité humaine. Les activités plus spécifiques décrites dans la deuxième colonne du tableau 2 sont en analogie directe avec les voies d'introduction décrites et catégorisées dans le système de classification de la CBD et ses extensions/améliorations (CBD, 2014; Harrower et coll., 2017; Pergl et coll., 2020), tandis que les pressions indiquées dans la colonne 3 décrivent les mécanismes par lesquels les activités favorisent l'introduction et la propagation des ENI. L'«état» indésirable est dans tous les cas l'augmentation du nombre d'espèces, de l'abondance et de la répartition des ENI (c.-à-d. non-BEE de l'IC6). Les impacts des ENI n'ont pas été approfondis dans cet exercice (mais peuvent être énumérés/résumés avec des puces ou similaires).

27. L'intensité des interactions pression-état dans le tableau 2 était basée sur une évaluation qualitative / jugement d'experts, complétée par des données sur les voies des ENI en Méditerranée présentées dans la section des résultats et la littérature antérieure.

28. Comme illustré au Figure 2 (section 4.2) et en accord avec les analyses précédentes des voies d'études des ENI méditerranéennes (Katsanevakis et al., 2013; Tsiamis et al., 2018), le transport maritime est le secteur prédominant contribuant à la pression de propagules des ENI dans la région. Cela se fait à la fois directement par le biais de la navigation et des transferts d'eaux de ballast et d'encrassement de la coque qui en découlent qui font des ports des points chauds des ENI, et indirectement par l'ouverture de couloirs entre des masses d'eau auparavant non connectées à des fins de navigation. C'est particulièrement le cas pour la Méditerranée orientale. L'élevage des ressources vivantes, en particulier la conchyliculture, est le deuxième secteur le plus touché, les transferts de mollusques et crustacés étant d'importants vecteurs d'introduction et de propagation des ENI, en particulier en Méditerranée occidentale et dans l'Adriatique. Le tourisme et les loisirs contribuent à la pression des ENI principalement par le biais de la navigation de plaisance et des infrastructures connexes, par lesquelles des espèces salissantes de la coque sont introduites et utilisent les marinas comme « tremplins » pour se propager davantage. En outre, l'augmentation de la production de déchets solides, principalement sous la forme de déchets plastiques flottants, peut servir de vecteur de propagation des ENI déjà établies. L'extraction de ressources vivantes (animales et végétales) pour le commerce ornemental, le commerce d'aliments vivants et la pêche augmentent également la pression de propagule des ENI par divers mécanismes.

29. Les effets du changement climatique s'accroissent en Méditerranée et exacerbent l'impact d'autres facteurs et pressions (AEE, 2020). En ce qui concerne les ENI en particulier, certains aspects du changement climatique influent sur leur introduction et leur propagation de deux manières; i) en augmentant l'invasibilité du milieu récepteur, par exemple, les espèces indigènes soumises à un stress thermique deviennent des concurrents plus faibles ou se retirent vers des régions plus froides, les vagues de chaleur marines provoquent des mortalités massives d'espèces indigènes (Garrabou et al., 2022), l'augmentation de la température de l'eau favorise l'établissement et la croissance de la population d'eau chaude, d'espèces introduites, ii) en modifiant ou en exacerbant les pressions associées à certaines activités humaines, Par exemple, l'augmentation des besoins en transferts aquacoles en raison de mortalités ou de changements dans les habitats propices à la culture, les phénomènes extrêmes augmentent le besoin d'infrastructures côtières, offrant plus d'habitats pour la colonisation, etc.

Tableau 2. Aperçu général des secteurs et des activités connexes qui exercent les pressions les plus fortes en ce qui concerne l'introduction, la propagation et l'abondance des ENI, dans le cadre de la DPSIR.

Secteurs – sources de pressions	Activités sectorielles spécifiques potentiellement associées aux ENI	Pressions/impacts spécifiques associés à l'introduction et à la propagation des ENI	État (mesuré avec l'IC6)
Transport maritime	Transport maritime Infrastructure de transport maritime (ports) Dragage de navigation Canaux maritimes artificiels (corridors)	Absorption et rejet des propagules d'ENI avec les eaux de ballast et les sédiments Translocation des ENI par encrassement de la coque Entraînement et translocation des ENI dans des créneaux (p. ex., coffres marins, eaux de cale, chaînes et puits d'ancrage, gouvernails, hélices, etc.) Les ports comme passerelles et tremplins pour l'introduction et la diffusion des ENI Les déblais de dragage contenant des ENI peuvent servir de vecteurs de propagation Ouverture de corridors entre des plans d'eau auparavant non reliés	L'état indésirable est l'augmentation du nombre d'espèces, de l'abondance, de la distribution des ENI

<p>Extraction des ressources vivantes</p>	<p>Pêches Collecte d'appâts</p> <p>Commerce d'aliments vivants Commerce d'ornements</p> <p>Élevage et exposition dans de grands aquariums (publics ou privés)</p>	<p>Enchevêtrement de ENI dans les engins de pêche, niches, encrassement de la coque Rejets de ENI en tant que prises accessoires Translocation des ENI comme appât vivant Fuite accidentelle ou libération intentionnelle d'échantillons pendant le transport, à partir de marchés d'aliments vivants, stock invendu Libération intentionnelle de spécimens indésirables provenant d'aquariums domestiques (y compris les ENI)</p> <p>Évasion accidentelle des grands aquariums</p>	<p>L'état indésirable est l'augmentation du nombre d'espèces, de l'abondance, de la distribution des ENI</p>
<p>Culture des ressources vivantes</p>	<p>Élevage de mollusques et crustacés Translocations de mollusques et crustacés pour l'ensemencement, le grossissement, la purification, etc.</p>	<p>Introduction et propagation intentionnelles d'espèces cibles d'ENI à des fins d'élevage / évasion du confinement Introduction et propagation non intentionnelles d'auto-stoppeurs d'ENI avec les espèces cibles Les infrastructures (caBEE, cordes, plateaux, etc.) introduisent un substrat supplémentaire pour la colonisation / la pêche fantôme Introduction de contaminants d'ENI avec des poissons / crustacés d'élevage introduits (parasites et agents pathogènes)</p>	<p>L'état indésirable est l'augmentation du nombre d'espèces, de l'abondance, de la distribution des ENI</p>

Extraction de ressources non biologiques	Extraction de pétrole et de gaz et infrastructures connexes Maintenance et services aux plateformes pétrolières/gazières Extraction d'agrégats	Substrats durs pour la colonisation / points chauds / tremplins Augmentation des expéditions	L'état indésirable est l'augmentation du nombre d'espèces, de l'abondance, de la distribution des ENI Propagation accrue des ENI
Secteur de l'énergie (renouvelable)	Parcs éoliens offshore (et maintenance) Dispositifs d'extraction d'énergie houlomotrice (et maintenance) Dispositifs d'extraction d'énergie marémotrice (et entretien)	Substrats durs pour la colonisation / points chauds / tremplins Augmentation des expéditions	L'état indésirable est l'augmentation du nombre d'espèces, de l'abondance, de la distribution des ENI Propagation accrue des ENI
Tourisme et loisirs	Navigation de plaisance Infrastructures associées (marinas, jetées, pontons, etc.) Pêche récréative et sportive Augmentation de la production et de l'élimination des déchets solides, en particulier des matières plastiques	Entraînement des NIS sur les bateaux (encrassement, niches) et les remorques Le mouvement des navires de croisière, des bateaux et des remorques peut déplacer les ENI Substrats durs pour la colonisation / points chauds d'ENI/ tremplins Les déchets marins comme vecteur d'introduction et de propagation des ENI	L'état indésirable est l'augmentation du nombre d'espèces, de l'abondance, de la distribution des ENI Propagation accrue des ENI
Urbanisation et industrie	Changement d'affectation des terres (infrastructures, défenses côtières) Unités industrielles, production d'énergie/biens Usines de traitement des eaux usées et de dessalement Production et élimination des déchets solides	Substrats durs pour la colonisation / points chauds d'ENI / tremplins Apports thermiques provenant des rejets ponctuels (eaux de refroidissement) Changements de salinité à partir des rejets ponctuels Les déchets marins comme vecteur d'introduction et de propagation des ENI	Amélioration de la qualité de l'habitat pour les ENI (établissement, abondance)

Recherche et éducation	Importation et élevage ex situ pour des expériences de recherche	Évasion accidentelle du confinement	L'état indésirable est l'augmentation du nombre d'espèces, de l'abondance, de la distribution des ENI
Pressions supplémentaires associées à plus d'un secteur	Changement climatique	<p>Changements dans la température de l'eau de mer</p> <p>Augmentation des vagues de chaleur marines</p> <p>Dégradation/déclin/perte d'espèces et de communautés indigènes</p> <p>Augmentation de la fréquence des phénomènes extrêmes (impacts sur les infrastructures côtières)</p>	<p>Augmentation de l'invasibilité des écosystèmes</p> <p>Amélioration de la qualité de l'habitat pour les ENI (établissement, abondance)</p> <p>Augmentation de l'abondance et de la répartition des ENI</p>

Tableau 3. Représentation tabulaire des interactions entre les pressions anthropiques et l’occurrence, l’abondance et la propagation des ENI (IC6).

Secteurs – sources de pressions	Transport maritime		Extraction des ressources vivantes		Culture des ressources vivantes	Extraction de ressources non biologiques	Secteur de l’énergie (renouvelable)	Tourisme et loisirs		Urbanisation et industrie		Recherche et éducation	Additionnel
	Activités sectorielles spécifiques potentiellement associées aux ENI												
IC6	Livraison												
	Ports												
	Dragage de navigation												
	Canaux maritimes artificiels												
	Pêches												
	Collecte d’ appâts												
	Commerce d’ aliments vivants												
	Commerce d’ ornements												
	Élevage et exposition dans de grands												
	Élevage de mollusques et crustacés												
	Translocations de mollusques et crustacés pour l’ ensemencement, le												
	Extraction de pétrole et de gaz et												
	Maintenance et services aux												
	Extraction d’ agrégats												
	Parcs éoliens offshore (et maintenance)												
	Dispositifs d’ extraction d’ énergie												
	Dispositifs d’ extraction d’ énergie												
	Navigation de plaisance												
	Infrastructures associées (marinas,												
	Pêche récréative et sportive												
	Augmentation de la production et de												
	Changement d’ affectation des terres												
	Unités industrielles, production												
	Usines de traitement des eaux usées et de dessalement												
	Production et élimination des déchets												
	Importation et élevage ex situ pour des expériences de recherche												
	Changement climatique												

	Contribution significative de la pression à l’IC6
	Contribution mineure de la pression à l’IC6
	Pas de pression, mais développement possible de la pression à l’IC6
	Aucune contribution à l’IC6

4. Bon état écologique (BEE) / évaluation alternative

4.1 Thème choisi pour l'évaluation du BEE :

Thème central de la Stratégie à moyen terme (SMT) : Biodiversité et écosystèmes

Objectif écologique OE2 : Les espèces non indigènes introduites par les activités humaines sont à des niveaux qui ne nuisent pas à l'écosystème.

Indicateur commun IMAP Indicateur commun 6 (IC6) : Tendances de l'abondance, de la fréquence temporelle et de la répartition spatiale des espèces non indigènes, en particulier des espèces non indigènes envahissantes, notamment dans les zones à risque (en relation avec les principaux vecteurs et voies de propagation de ces espèces)

Définitions et objectifs du bon état écologique (décision IG.21/3)

ENCADRÉ 1. Décisions thématiques - Extrait du document UNEP (DEPI)/MED IG.21/9 - Annexe II

Objectif opérationnel	Indicateur	BEE	Cibles proposées
2.1 Les introductions d'espèces non indigènes envahissantes sont réduites au minimum	2.1.1. Répartition spatiale, origine et état de population (établie ou vagabonde) des espèces non indigènes	L'introduction et la diffusion des ENI liées aux activités humaines sont réduites au minimum, en particulier pour les EEE potentielles	État Le nombre d'espèces et l'abondance des EEE introduites à la suite des activités humaines sont réduites. Pression/Réponse - Amélioration de la BEEtion des principales voies et vecteurs d'introduction des ENI liés à l'homme (Stratégie méditerranéenne pour la BEEtion des eaux de ballast, Systèmes d'alerte précoce de l'aquaculture, etc.) - Des plans d'action élaborés pour faire face aux ENI à haut risque, si elles apparaissent en Méditerranée.
	2.1.2 Tendances de l'abondance des espèces introduites, notamment dans les zones à risque	Diminution de l'abondance des ENI introduits dans les zones à risque	Etat Abondance des ENI introduits par les activités humaines réduite à des niveaux n'ayant aucun impact détectable
2.2. L'impact des non-indigènes en particulier Espèces envahissantes sur les écosystèmes est limitée	2.2.1 Incidences sur les écosystèmes, en particulier les espèces envahissantes	Aucune diminution de l'abondance des espèces indigènes, aucun déclin des habitats et aucun changement dans la structure des	Pression/réponse Impacts des ENI réduits au minimum possible

		communautés qui ont été générés par les EEE par la concurrence, la prédation ou tout autre effet direct ou indirect.	
	2.2.2 Rapport entre les espèces envahissantes non indigènes et les espèces indigènes de certains groupes taxonomiques bien étudiés	Proportion stable ou décroissante d'ENI dans les différents habitats	Etat À fixer sur le choix des espèces et leur degré d'impact connexe de l'envahisseur sur les espèces indigènes, en tenant compte du rôle du changement climatique dans l'accélération de l'établissement des populations d'ENI.

30. Définition des termes et des résultats escomptés pour l'objectif opérationnel 1 (fiche d'orientation pour l'IC6 - UNEP/MED WG.514/12, 2021) :

- La « tendance de l'abondance » est définie comme le changement entre les périodes d'évaluation de la densité de population estimée / des rangs d'une espèce non indigène dans une zone marine spécifique.
- La « tendance de l'occurrence temporelle » est définie comme le changement entre les périodes d'évaluation du nombre estimé de nouvelles introductions et du nombre total d'espèces non indigènes dans un pays spécifique ou, de préférence, dans la partie nationale de chaque subdivision, de préférence ventilé par voie d'introduction.
- La « tendance à la répartition spatiale » est définie comme la modification de la « surface » marine totale occupée par des espèces non indigènes. Cette zone devrait être définie en fonction du barème des quotes-parts.

Résultats escomptés des évaluations

- Figures des séries chronologiques des mesures calculées (abondance, occurrence, étendue spatiale), y compris les intervalles de confiance; l'analyse de régression est l'approche recommandée pour les tendances temporelles;
- Cartes de distribution des ENI sélectionnés, mettant en évidence les changements temporels dans leur distribution spatiale;
- Inventaires annuels nationaux (ainsi que par la partie nationale de chaque subdivision marine, le cas échéant) des espèces non indigènes et de l'année d'introduction respective si elle est connue;
- Inventaires nationaux regroupant les ENI en fonction des principales voies d'introduction (par exemple, voies maritimes, navigation, mariculture, etc.) si elles sont connues;

4.2 Evaluation BEE pour IC/évaluation alternative pour l'IC6

4.2.1. Caractéristiques descriptives de l'ensemble de la ligne de référence (1791-2020)

31. Au niveau pan méditerranéen, un total de 1008 espèces non indigènes validées ont été trouvées dans tout le bassin jusqu'à la fin de 2020, dont 143 sont des macrophytes, 223 des mollusques, 188 des

arthropodes, 172 des poissons, 29 des ascidiacées, 83 des annélides, 32 des Bryozoa, 42 des cnidaires, 47 des foraminifères et 49 des taxons appartiennent à d'autres groupes taxonomiques. Parmi les 1008 ENI marines validées, 742 sont actuellement considérées comme établies, ce qui porte le taux global d'établissement en mer Méditerranée à près de 74%. Cette valeur varie selon les sous-régions, le taux d'établissement le plus faible étant enregistré dans l'ADRIA (62 %) et le plus élevé dans les EMED (73 %). En ce qui concerne les chiffres réels, comme prévu, la Méditerranée orientale compte le plus grand nombre d'ENI avec 788 espèces, suivie de la DMLM (N = 338), de la CMED (N = 304) et de l'ADRIA (N = 211).

32. Au cours du processus de validation des bases de référence nationales, 66 espèces sont apparues comme données insuffisantes: 59 caractérisées par des divergences d'opinion quant à leur statut d'étranger ou cryptogénique et 7 comme des enregistrements suspectés douteux. Le plus grand nombre d'espèces est observé en Israël et en Türkiye, suivis de l'Italie, de la Grèce, du Liban et de l'Egypte, avec des valeurs généralement en baisse à mesure que nous nous dirigeons vers l'Adriatique et les pays de la Méditerranée occidentale (Figure 1).

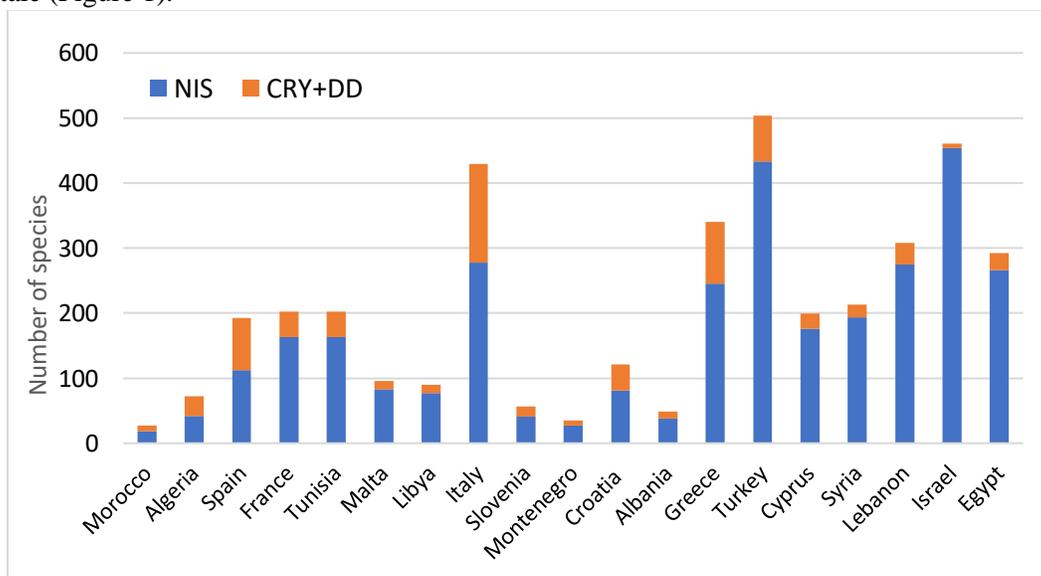


Figure 1. Nombre d'ENI, cryptogéniques (CRY) et données insuffisantes (DI), détectées dans chaque pays méditerranéen d'ici décembre 2020.

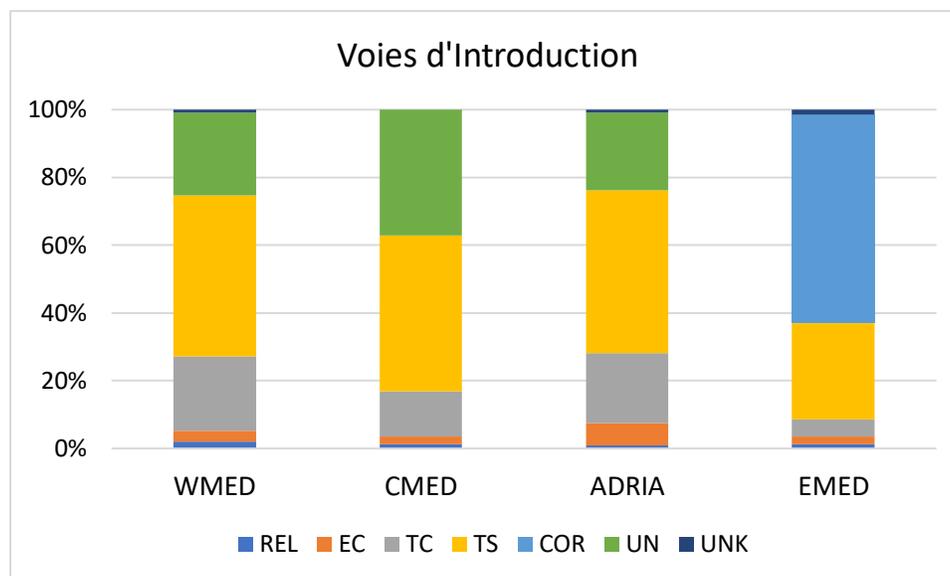


Figure 2. Principales voies d'introduction des ENI marins par sous-région méditerranéenne. REJ = Rejet dans la nature, EC = Échappement du confinement, CT = Contaminant de transport sur les animaux, TPC = Transport - Passager clandestin (y compris les eaux de ballast des navires/bateaux, l'encrassement de la coque et les autres moyens de transport), COR = Corridor, SA = Sans aide, INC = Inconnu.

33. Environ la moitié des espèces non indigènes présentes en Méditerranée ont le corridor comme principale voie d'introduction (Figure 2). Ce nombre atteint 61% en Méditerranée orientale, mais cette voie n'est pas applicable car nous nous déplaçons vers l'ouest et le nord vers les autres sous-régions, où les espèces lessepsiennes migrent dans une large mesure par dispersion naturelle (voie non assistée). Le CMED a la plus grande proportion d'espèces non aidées, car il accepte les propagules d'ENI à dispersion naturelle de toutes les autres sous-régions. Il convient également de noter le pourcentage plus élevé d'espèces contaminantes dans l'ADRIA (21%) et la WMED (22%), qui sont transportées par inadvertance avec des activités aquacoles, tandis que les évadés ont leur plus grande représentation dans ADRIA, avec 6% des espèces supposées avoir échappé à la mariculture ou aux aquariums non domestiques. Les rejets intentionnels d'aquariums domestiques ne représentent que 1 à 2% de toutes les introductions, le plus grand nombre d'espèces apparaissant en Méditerranée occidentale et orientale. Les deux principaux vecteurs d'expédition réunis (c'est-à-dire l'eau de ballast et l'encrassement de la coque) constituent la principale voie d'entrée de près d'un tiers des ENI entrant en Méditerranée, mais jusqu'à 49% des ENI présents dans ADRIA.

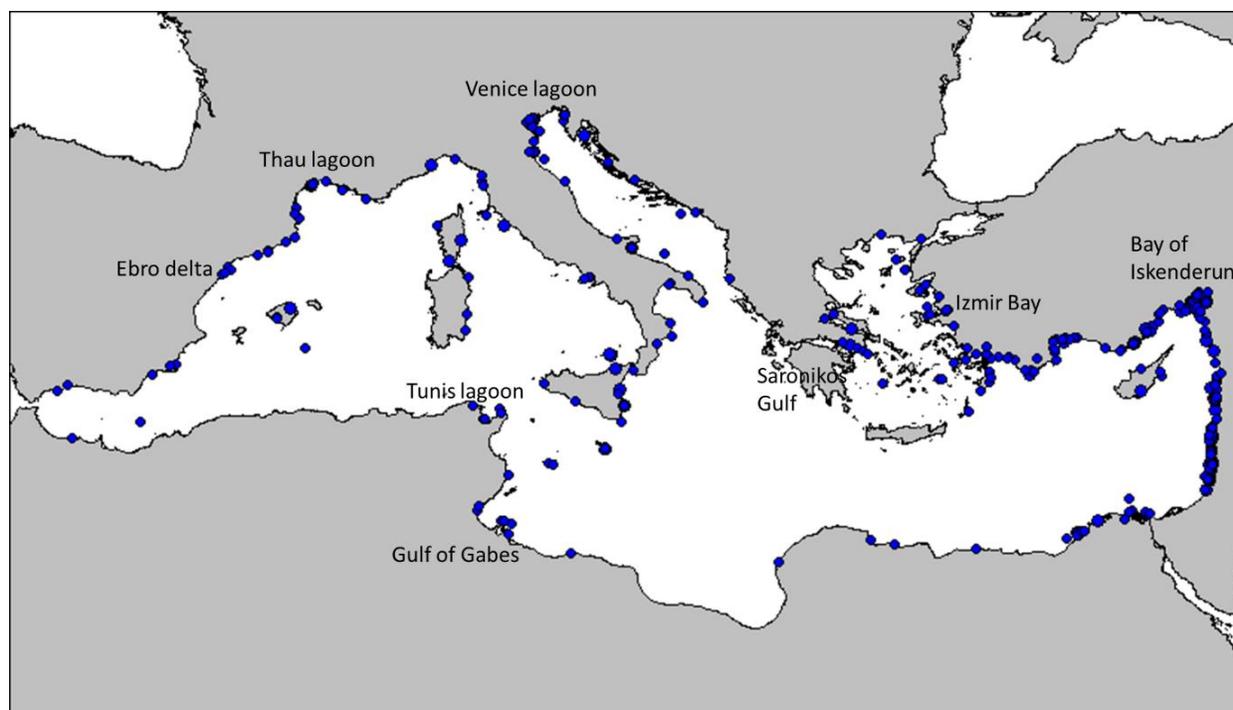


Figure 3. Premiers nouveaux enregistrements des ENI en Méditerranée, observés entre 1988 et 2017.

34. La figure 3 illustre les passerelles des nouveaux enregistrements des ENI en Méditerranée depuis 1988. Le schéma ci-dessus correspond clairement aux voies d'introduction a) les espèces indo-pacifiques envahissent [soit sans aide à travers les corridors (ENI lessepsiennes) soit par voie maritime] et deviennent visibles d'abord dans le bassin levant (Égypte, Israël, Liban, Syrie, sud de la Turquie); b) des introductions accidentelles avec des huîtres apparaissent dans la lagune de Thau (France), les lagunes de Venise (Italie), le delta de l'Èbre (Espagne), la lagune de Tunis (nord de la Tunisie); c) les espèces transférées par navire de l'Atlantique proviennent principalement des zones portuaires, par exemple la baie d'Iskenderun, la baie d'Izmir, sud de la Turquie; Golfe de Saronikos (Grèce) Golfe de Gabès (Tunis). L'effort de recherche et la contribution de la science citoyenne ont révélé de nouvelles espèces à travers la Méditerranée et ont été particulièrement importants dans la déclaration de nouveaux enregistrements dans des zones auparavant inexplorées telles que la Libye.

4.2.2. Tendances temporelles de l'occurrence

35. Les taux moyens d'introduction de ENI par période de référence de 6 ans en Méditerranée et dans ses sous-régions entre 1970 et 2017 sont présentés à la figure 4.

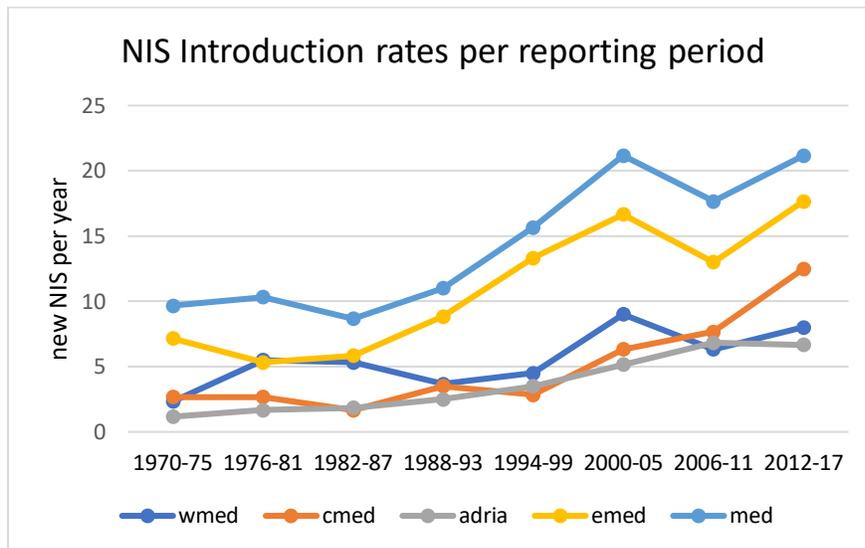


Figure 4. Taux moyens d'introduction des ENI en Méditerranée et dans ses sous-régions par période de référence de 6 ans entre 1970 et 2017.

36. L'analyse des points de rupture, réalisée sur le sous-ensemble 1970-2011 avec 2012-2017 comme période d'évaluation, a démontré qu'il existe en effet différents moments où le taux d'introduction des ENI a considérablement augmenté dans chaque sous-région méditerranéenne, du milieu des années 1990 au milieu des années 2000 (Figure 4). Au cours des presque 50 années de la période analysée, les taux d'introduction des ENI ont plus que doublé dans les EMED, les CMED et l'ADRIA et ont presque doublé dans les WMED (Tableau 4). Après les ruptures identifiées, les taux d'introduction sont restés stables en Méditerranée occidentale et dans l'Adriatique, mais ont nettement augmenté en Méditerranée centrale (Tableau 4). En Méditerranée orientale, les nouveaux enregistrements des ENI semblent légèrement élevés pour la période 2012-2017, mais la valeur chevauche toujours les intervalles de confiance du segment de temps précédent (1997-2011).

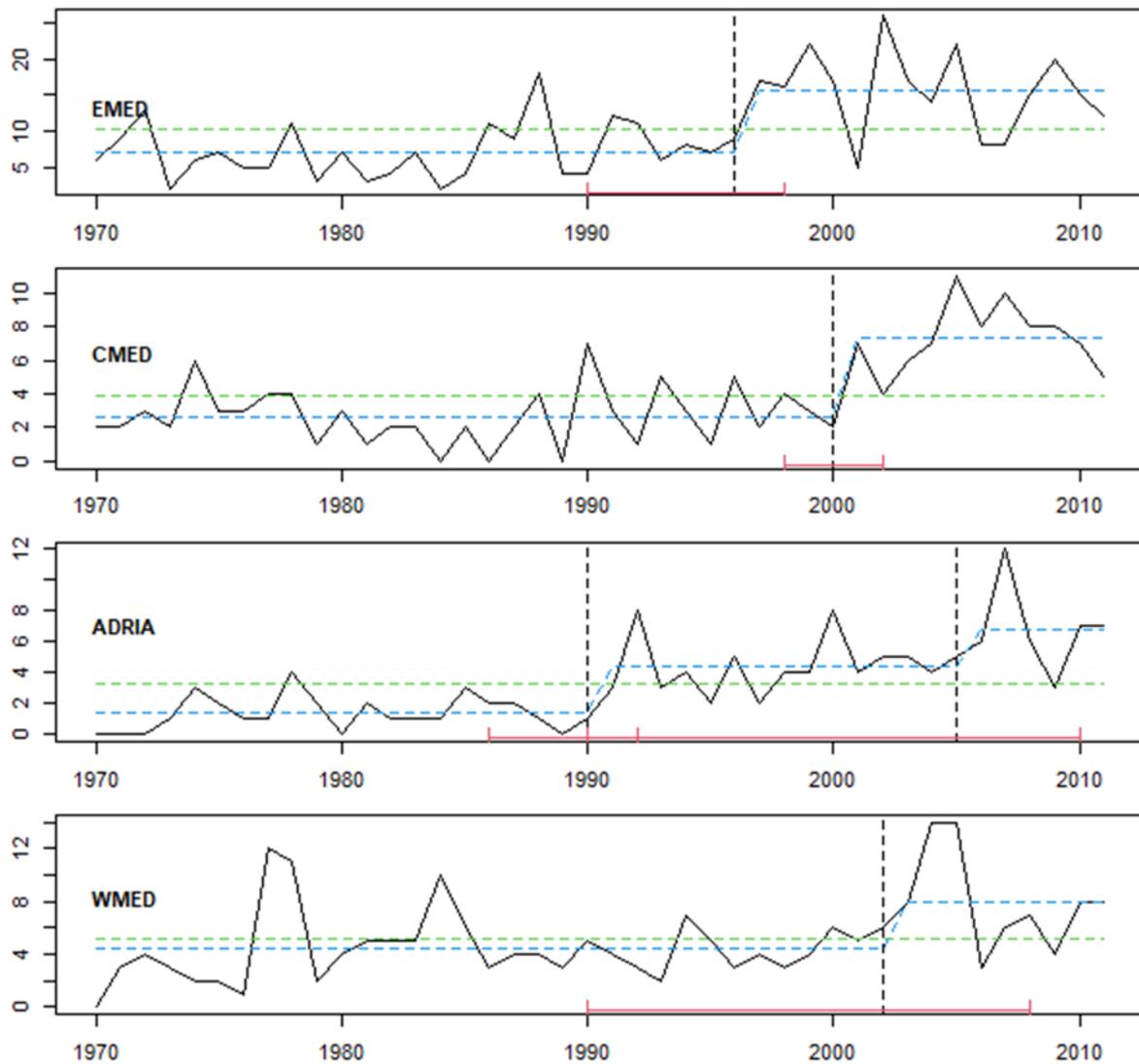


Figure 5. Nombre de nouvelles introductions de ENI par an (axe des y) dans différentes sous-régions méditerranéennes pour la période 1970-2011 (ligne noire continue) avec superpositions de seuils et de valeurs moyennes ajustées: la ligne pointillée verticale indique le point de rupture ou l'année de changement significatif des valeurs moyennes des nouveaux ENI, avec des intervalles de confiance à 95% autour de la date de rupture (IC) entre parenthèses rouges; la ligne verte pointillée montre le modèle nul d'absence de changement temporel dans les nouveaux nombres d'ENI; et la ligne bleue pointillée représente valeurs moyennes ajustées avant et après le point de rupture identifié.

Tableau 4. Résultats de l'analyse structurelle des points de rupture pour chaque sous-région méditerranéenne pour la période 1970-2011, 2012-2017 étant considérée comme la période d'évaluation. Les moyennes annuelles sectorielles sont les valeurs moyennes ajustées du nombre annuel de nouvelles ENI avant et après les ruptures, avec des intervalles de confiance à 95% des moyennes ajustées (IC à 95%) entre parenthèses. EMED = Méditerranée orientale (c'est-à-dire mer Égée et Levantine), CMED = Méditerranée centrale (c'est-à-dire mer centrale et mer Ionienne), ADRIA = Adriatique, WMED = Méditerranée occidentale

	Date de pause	Moyennes annuelles sectorielles (IC à 95 %)			Moyenne de 2012 à 2017 (IC à 95 %)
		Segment 1	Segment 2	Segment 3	
EMED	1996	6.9 (5.4, 8.5)	15.6 (12.4, 18.8)	Indisponible	17.7 (11.1, 24.2)
Le	2000	2.7 (2, 3.3)	7.5 (6, 8.9)	Indisponible	12.5 (6.7, 18.3)
ADRIA	1990/2005	1.5 (1, 2)	4.4 (3.4, 5.4)	6.8 (3.8, 9.9)	6.7 (4.9, 8.4)
WMED	2002	4.4 (3.5, 5.4)	8.2 (5.4, 11.1)	Indisponible	8 (6.1, 9.9)

37. Une régression linéaire a été appliquée aux cinq périodes de déclaration de 6 ans qui couvrent et saisissent les changements significatifs dans les taux d'introduction des ENI dans les 4 sous-régions méditerranéennes (1988-1993, 1994-1999, 2000-2005, 2006-2011, 2012-2017). Les taux d'introduction (c.-à-d. les pentes de régression sur 6 ans) produits par cette analyse sont assez similaires à l'approche précédente et révèlent les mêmes tendances générales dans chaque sous-région (Figure 5), la seule différence étant que les comparaisons entre les taux d'introduction de la dernière période d'évaluation (2012-2017) et le reste de la chronologie ne sont pas aussi simples à interpréter en ce qui concerne les cibles du BEE en raison des fluctuations à court terme. Néanmoins, il est toujours évident qu'une augmentation significative des nouveaux enregistrements des ENI s'est produite entre le milieu des années 1990 et le milieu des années 2000 dans toutes les sous-régions méditerranéennes, avec des taux relativement stables à partir de cette date et aucun signe de diminution jusqu'en 2017. Au contraire, il y a eu une augmentation significative des taux d'introduction des ENI dans la Méditerranée centrale après 2011 et une légère augmentation, bien que non statistiquement significative dans la Méditerranée orientale.

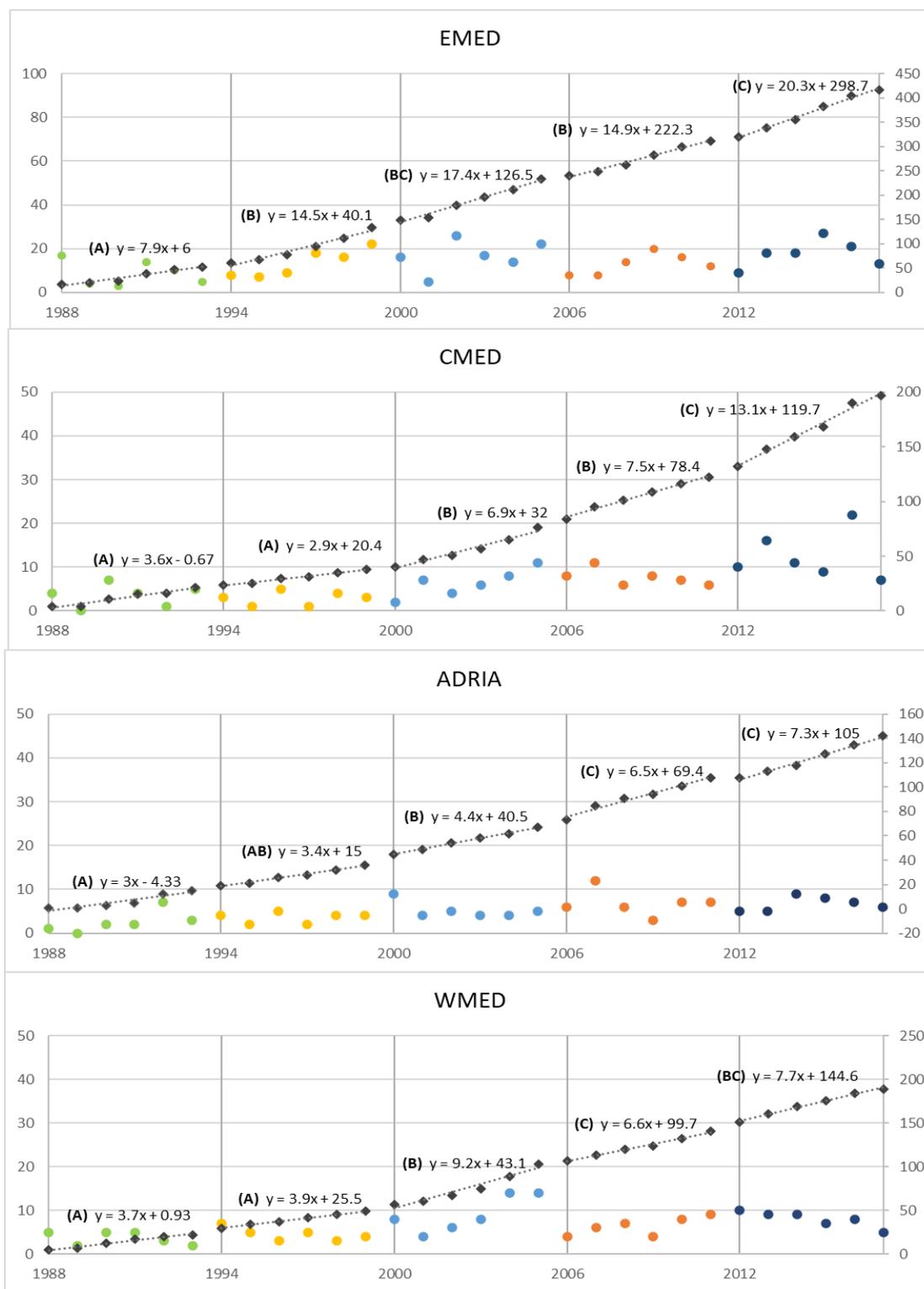


Figure 6: Nouveaux enregistrements annuels de ENI (symboles colorés) pour chaque sous-région méditerranéenne et tendances des enregistrements cumulatifs des ENI (symboles gris foncé et lignes ajustées) pour les cinq périodes d'évaluation entre 1988 et 2017. Les équations des modèles de régression linéaire sont affichées au-dessus des courbes ajustées; Les lettres entre parenthèses indiquent des pentes de

régression statistiquement différentes (taux d'introduction annuels), c'est-à-dire que les pentes qui appartiennent à différents groupes de lettres sont différentes au niveau de signification de 0,05.

4.2.3. Tendances de la répartition spatiale

Xénodiversité totale

38. Une façon informative de résumer les changements dans la distribution des ENI au niveau de la xénodiversité totale consiste à utiliser des diagrammes de Venn pour visualiser le chevauchement entre les espèces d'ENI dans chaque sous-région et comment cela a changé au fil du temps (Figure 6). La Méditerranée orientale contient le plus grand nombre d'espèces uniques, même si le pourcentage est passé de 69% à 50% depuis 1970. Un déclin global de la proportion d'espèces uniques est également évident en Méditerranée occidentale et dans l'Adriatique, mais une augmentation est observée en Méditerranée centrale. Dans le même temps, le nombre total d'espèces partagées entre toutes les sous-régions est passé de 6 en 1970 à 84 en 2020 (2,2% à 8,3% respectivement), signalant l'homogénéisation croissante des espèces d'ENI dans le bassin.

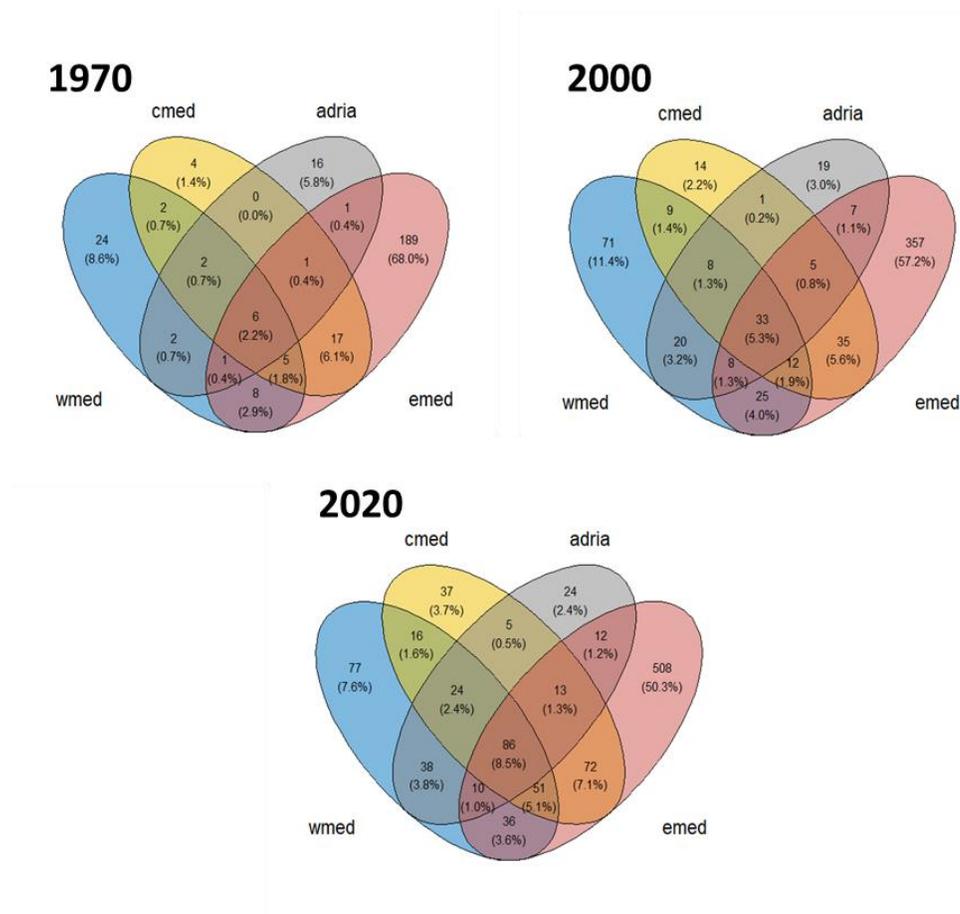


Figure 7. Nombre cumulé d'espèces uniques ou partagées entre les 4 sous-régions méditerranéennes en 1970, 2000 et 2020.

Espèces individuelles

39. Des cartes de répartition des espèces sélectionnées sont affichées pour donner un aperçu général de leurs schémas de propagation au fil du temps. Les histogrammes de fréquence associés (nombre d'observations dans chaque intervalle de temps) mettent certainement en évidence une augmentation de l'effort d'enregistrement au cours des 10 aux 15 dernières années, mais servent en même temps d'indication du taux et de l'intensité de la dispersion. Les espèces de poissons lessepsiennes (Figures 7 à 9), apparues pour la première fois en Méditerranée après 1990, sont caractérisées par une progression typique du sud du Levant vers le nord, mais ces modèles varient ensuite en fonction des caractéristiques du cycle de vie et des tolérances environnementales. *Lagocephalus sceleratus*, avec migration adulte active ainsi que dispersion pélagique larvaire, a proliféré rapidement dans tout le Levant et le sud de la Méditerranée centrale, mais a également pénétré dans la mer Égée centrale pendant l'été chaud de 2007 et a atteint le nord de la mer Égée dès la période 2006-2011. En 2012-2017, elle a étendu sa distribution et a progressé lentement dans l'Adriatique et le sud de la Méditerranée occidentale. *Pterois miles* a été enregistrée pour la première fois en Israël en 1991 (Golani & Sonin, 1992) mais, à l'exception d'un seul enregistrement en Grèce en 2008, n'a commencé son processus d'invasion qu'après 2012. Jusqu'en 2017, elle s'était rapidement étendue dans tout le Levantin et le sud de la mer Égée, avec des mentions sporadiques en Méditerranée centrale (côte ionienne de la Grèce, de la Sicile et de la Tunisie). Au cours des dernières années, étant dans le radar des initiatives de science citoyenne en tant qu'espèce envahissante emblématique et à fort impact (Galanidi et al., 2018), *P. miles* se caractérise par une explosion spectaculaire d'observations, mais plus important encore, elle a pénétré dans l'Adriatique et s'étend vers le nord, ce qui indique que sa limite inférieure de tolérance thermique est un facteur critique pour la propagation future (Dimitriadis et al., 2020). *Plotosus lineatus*, un poisson-chat venimeux et grouillant, est un exemple typique de la dynamique d'expansion et de récession qui caractérise souvent les espèces envahissantes. Après le premier rapport en 2001 (Golani, 2002), il a subi une explosion démographique et s'est rapidement étendu le long de la côte israélienne dès 2008-2011 (Edelist et al., 2012). [Remarque : les registres de répartition sur la carte actuelle reflètent la disponibilité des données géoréférencées]. Bien que l'espèce reste répandue dans l'est du Levant, sa propagation vers le nord a progressé à un rythme plus lent, probablement en raison de la nature démersale et de la courte durée de sa phase larvaire (Galanidi et al., 2019). *Plotosus lineatus* est la première espèce entièrement marine à figurer sur la liste des espèces envahissantes préoccupantes pour l'Union (UE) n° 1143/2014 de l'IAS (UE, 2014).

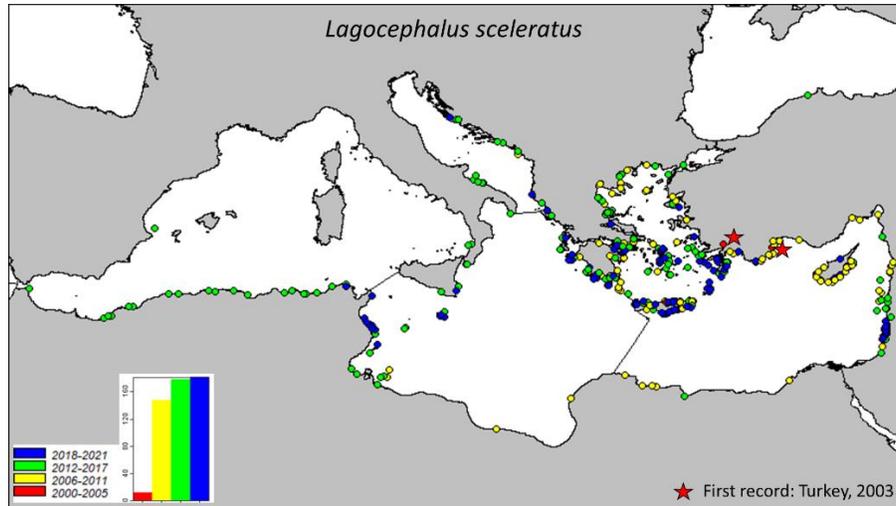


Figure 8. Distribution de *Lagocephalus sceleratus* en mer Méditerranée. Premier(s) enregistrement(s) annoté(s) d'un astérisque, différents symboles de couleur correspondent à différentes périodes de déclaration de 6 ans, les histogrammes de fréquence correspondants représentent le nombre d'enregistrements dans chaque bac temporel.

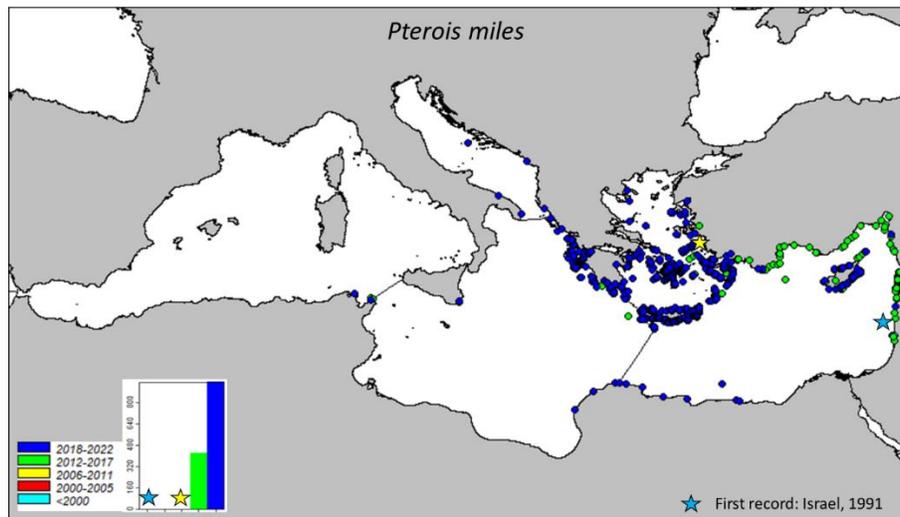


Figure 9. Répartition des milles de Ptérois en mer Méditerranée. Détails de la figure 7.

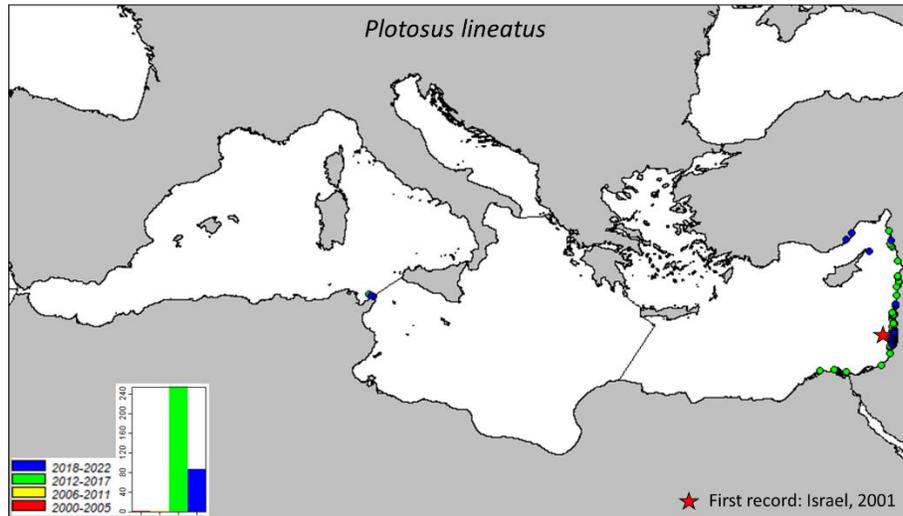


Figure 10. Distribution de *Plotosus lineatus* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

40. Le schéma de répartition de *Mnemiopsis leydii* sur la carte actuelle (Figure 10) est en grande partie le résultat de la distribution spatiale et temporelle de l'effort d'enregistrement, à la suite d'événements de floraison distincts (p. ex., plus de 60 % de toutes les observations cartographiées proviennent de deux séries de données, dont une proviennent d'enquêtes à grande échelle dans le nord de l'Adriatique entre 2004-2010 - Siapatis, communication personnelle à ELNAIS et l'autre à partir d'un échantillonnage dans le nord de l'Adriatique en 2016 – Malej et al., 2017). L'espèce est clairement présente dans tout le bassin, étant arrivée au début des années 1990 en tant qu'expansion de l'aire de répartition d'une population de la mer Noire ou avec de l'eau de ballast à la suite de son introduction dans la mer Noire (Shiganova et al., 2001, Bolte et al., 2013) et s'est ensuite répandue dans toutes les sous-régions, aidée par le transport des eaux de ballast ou sans l'aide des courants d'eau. Malgré un décalage considérable entre la première introduction et la croissance démographique en Méditerranée (Bolte et al., 2013), *M. leydii* est sans aucun doute établie dans la plupart des sous-régions.

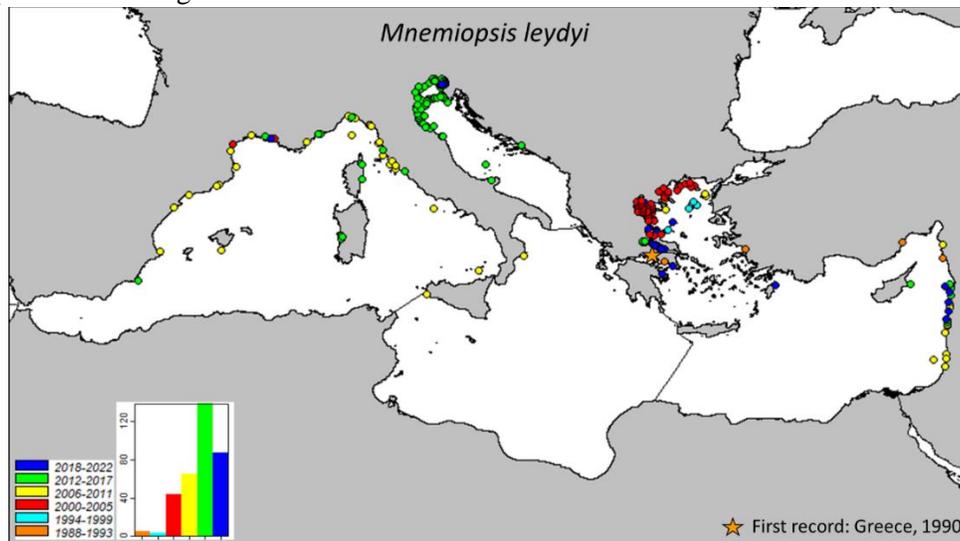


Figure 11. Distribution de *Mnemiopsis leydii* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

41. On pense que la *Callinectes sapidus* a été introduite à plusieurs reprises en Méditerranée par diverses voies, parmi lesquelles le transfert d'eau de ballast et l'évasion accidentelle ou la libération intentionnelle par le commerce d'aliments vivants et la mariculture sont les plus probables (Nehring, 2011). Même si elle a été observée sporadiquement pendant des décennies, l'espèce a connu une prolifération massive au cours de la dernière décennie (Figure 11), y compris en Méditerranée occidentale, avec des populations croissantes et envahissantes, et elle gagne en importance commerciale dans tout le bassin (Kevrekidis & Antoniadou, 2018 ; López et Rodon, 2018). Outre la dispersion naturelle, des introductions secondaires anthropiques sont suspectées dans de nombreux cas (Zenetos et al., 2020).

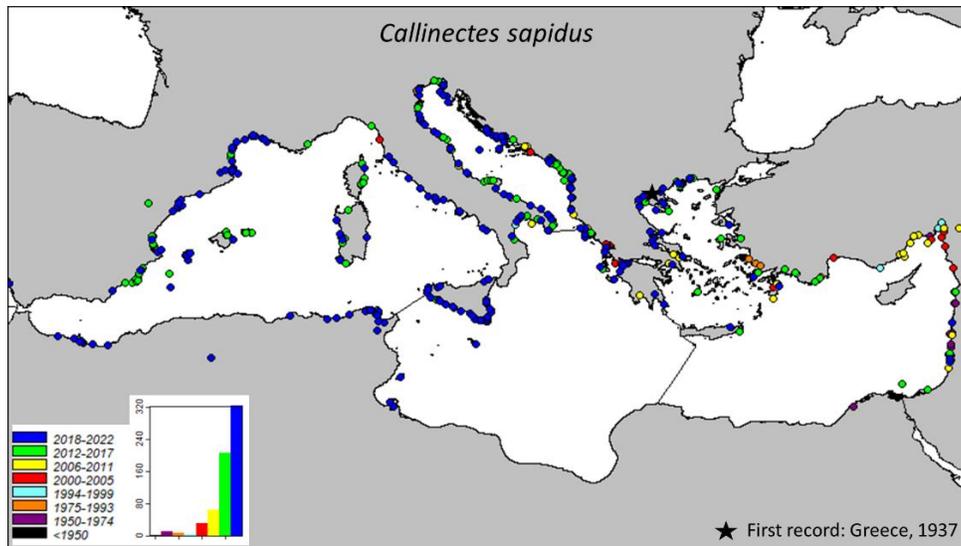


Figure 12. Distribution de *Callinectes sapidus* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

42. *L'Anadara transversa* est un bivalve marin originaire de l'Atlantique Nord-Ouest, qui a été introduite dans les mers de la mer Égée et de l'Adriatique (Figure 12). Ses premiers enregistrements de la mer Égée [baie d'Izmir (Demir, 1977) et baie de Thessalonique (Zenetos, 1994)], ont été attribués à l'introduction dans les coques de navires. Très peu d'enregistrements ont été signalés jusqu'en 2000, puis elle a été trouvée simultanément le long d'un littoral de 200 km de Venise à Ancône dans le nord de la mer Adriatique, sa présence étant attribuée à une introduction accidentelle avec des transferts d'huîtres. Cependant, l'étude des assemblages subfossiles a permis à Albano et al (2018) de démêler les étapes distinctes de l'invasion d'*A. transversa*. Ils ont conclu que l'espèce avait été introduite dans les années 1970, mais qu'elle n'avait pas atteint sa taille de reproduction avant la fin des années 1990 en raison de la contamination par les métaux, ce qui a entraîné un délai d'établissement et de détection de 25 ans. Des mentions très rares de l'espèce existent après 2017, bien que l'espèce soit établie dans le nord de l'Adriatique. En fait, des abondances atteignant 42 po m⁻² jour⁻¹ ont été documentées dans des collecteurs artificiels utilisés pour les analyses de peuplement déployés dans les parcs commerciaux à moules (Marčeta et al., 2022).

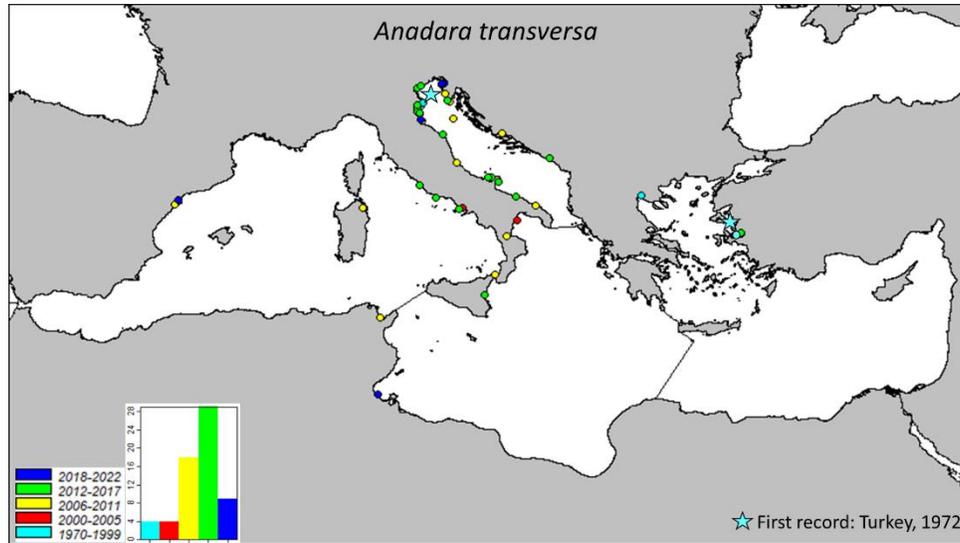


Figure 13. Distribution d'*Anadara transversa* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

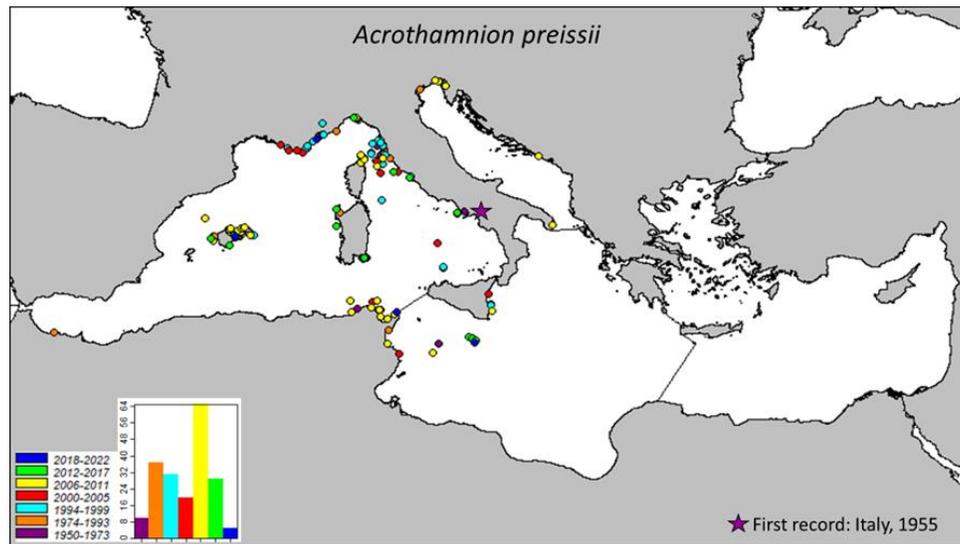


Figure 14. Distribution d'*Acrothamnion preissii* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

43. *Acrothamnion preissii* est un rhodophyte tropical d'origine indo-pacifique qui a été signalé pour la première fois dans la mer Méditerranée en 1955 à partir de Naples, en Italie, probablement avec des navires (Figure 13). Il est devenu envahissant dans de nombreuses localités, en particulier dans la partie ouest du bassin (Verlaque et al. 2015). Son expansion en mer Ligurie dans la période 1994-1999 peut être liée au changement climatique dans les années 1980-90 (Bianchi et al., 2019). *Acrothamnion preissii* est classé parmi les dix pires espèces envahissantes en Méditerranée, sur la base de leur score d'impact négatif (ne tenant compte que des impacts sur la biodiversité) (Tsirintanis et al. 2022).

44. L'algue verte *Codium fragile subsp. fragile* est un envahisseur mondial originaire du Nord-Ouest du Pacifique qui a été détecté pour la première fois devant la station marine de Banyuls (France). Une première vague d'expansion a eu lieu dans la période 1971-87 principalement dans le nord-ouest de la Méditerranée et la mer Adriatique (Figure 14). Après cela, un pic en nombre a été observé entre 2006 et 2011, probablement due à l'effort scientifique ainsi qu'à la science citoyenne. Le long du littoral espagnol en

particulier, ce pic est lié dans une certaine mesure à la disponibilité de données de surveillance à long terme. L'espèce est facile à identifier car elle forme des frondes denses ressemblant à des éponges de faible hauteur qui deviennent un élément structurel majeur de l'habitat envahi et dominant la communauté des macroalgues et il n'est donc pas surprenant que bon nombre des derniers enregistrements (2018-22) proviennent de scientifiques citoyens rapportant à Inaturalist. Son introduction a été attribuée à des navires, mais une introduction accidentelle avec des huîtres est également suspectée. Il semble être absent des côtes nord-est de l'Afrique, alors que dans la mer Levantine, il a été détecté après 2000.

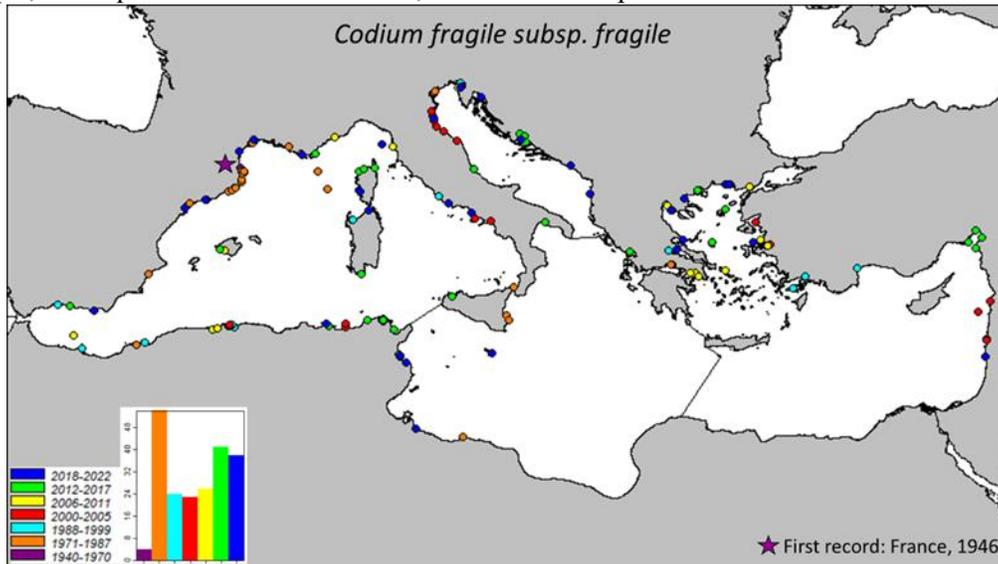


Figure 15. Distribution de *Codium fragile* subsp. *fragile* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

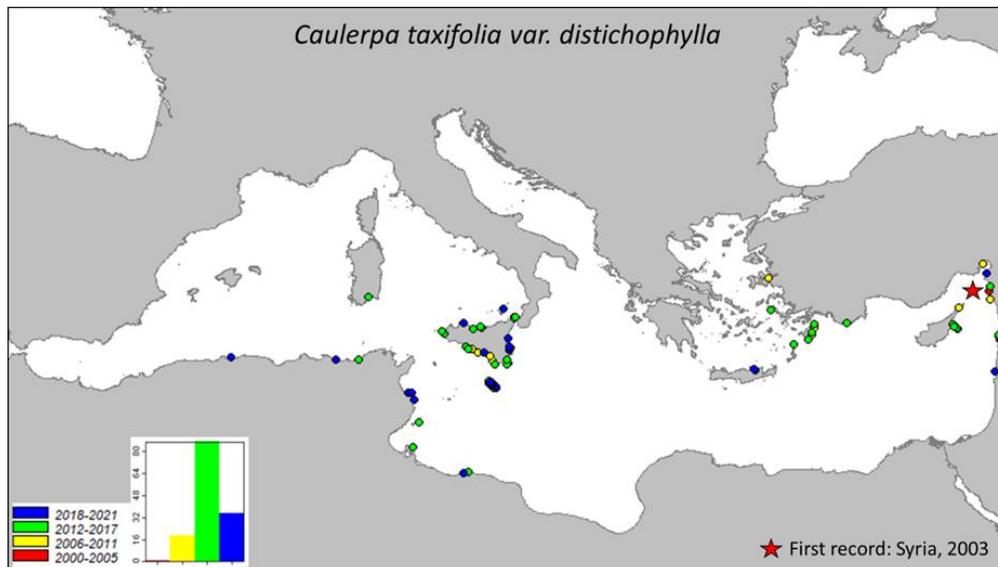


Figure 16. Distribution de *C. taxifolia* var. *distichophylla* en mer Méditerranée. Détails dans la figure 7.

45. La distribution temporelle *Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla* ne suit aucun schéma évident, mais est plutôt un exemple typique d'effort de recherche combiné à une expertise taxonomique. Initialement signalée comme *C. mexicana* de Syrie en 2003 (Bitar et al. 2017) et comme *C. taxifolia* d'Iskenderun en 2006 (Cevik et al., 2007), l'identification de cette souche mince de *Caulerpa taxifolia* a été proposée par

Jongma et al. (2012). Par la suite, au cours de la période 2012-17, de nombreux enregistrements de l'espèce ont été publiés et cela s'est poursuivi à mesure que l'effort scientifique augmentait dans les populations de *C. taxifolia* var. *distichophylla* de la Méditerranée occidentale et orientale sont probablement le résultat d'événements d'introduction du sud-ouest de l'Australie. Bien que le vecteur des introductions primaires reste inconnu (commerce aquariophile ou transport maritime), le trafic maritime semble être le vecteur le plus probable de dispersion secondaire. *Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla* est étroitement liée à *C. taxifolia*, de sorte qu'un croisement avec les autres souches de *C. taxifolia* dans la mer Méditerranée pourrait se produire.

46. Avec une seule mention depuis sa première découverte en 2002, probablement résultant de transferts de mollusques et crustacés, l'algue brune *Rugulopteryx okamurae* a été considérée comme établie localement en France (Verlaque et al (2015). A la suite d'une mention à Ceuta en 2015, une expansion massive a été observée dans le détroit de Gibraltar et les côtes de la mer d'Alboran en Espagne en 2017 et l'espèce est devenue envahissante en un temps record (García-Gómez et al. 2020). Le cycle de vie de cette espèce, ses caractéristiques écologiques telles que son euthermie et son allélopathie ainsi que sa forte compétitivité par rapport à d'autres espèces indigènes et envahissantes peuvent être fortement responsables de son comportement envahissant (García-Gómez et al., 2018). Au cours de la période 2020-21, *R. okamurae* a étendu sa distribution au Maroc, en France et en Espagne, atteignant Madère (Bernal-Ibáñez et al., 2022). En France, bien qu'elle soit présente depuis 20 ans dans le lagon de Thau, *R. okamurae* n'a pas montré de comportement invasif dans la région. A l'inverse, à Marseille, où la température de surface de la mer en hiver est généralement supérieure à 13 °C, cette algue persiste tout au long de l'hiver, et donc se propage rapidement lorsque les conditions sont favorables (Ruitton et al. 2021). Le nouveau règlement d'exécution (UE) 2022/1203 de la Commission du 12 juillet 2022 modifiant le règlement d'exécution (UE) 2016/1141 afin de mettre à jour la liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union inclut désormais *Rugulopteryx okamurae*.

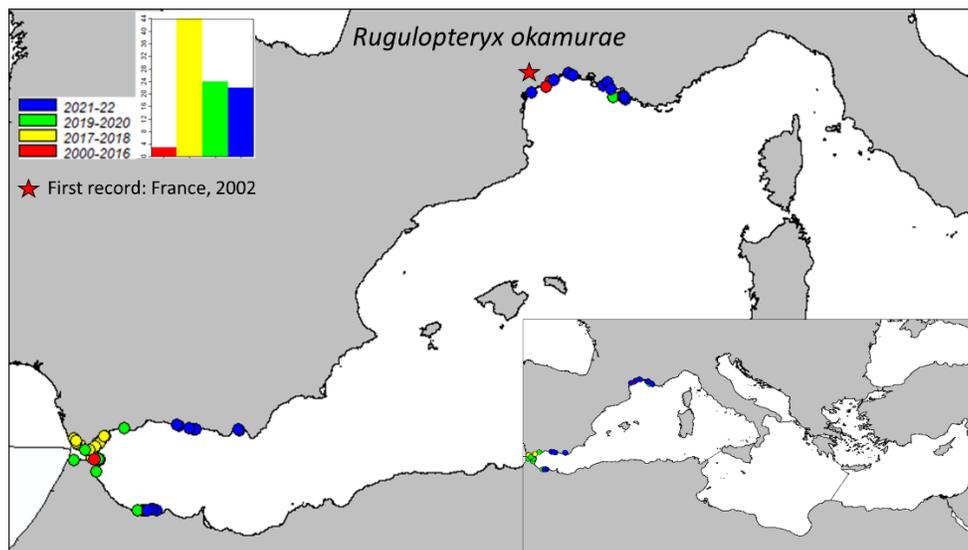


Figure 17. Distribution de *Rugulopteryx okamurae* en mer Méditerranée. Détails comme dans la figure 7.

4.3 Evaluation du BEE pour l'OE / évaluation alternative pour l'OE

47. Pour l'OE2, identique à l'IC6. Résumé du BEE utilisant le système de feux de circulation, par IC.

Tableau 5. Exemple de mise en relation entre l'évaluation DPSIR et BEE pour l'IC6.
(basé des conclusions du tableau 3.).

	Subregions	Assessment Result	Shipping	Ports/harbours	Navigational dredging	Man-made maritime canals	Fisheries	Live food trade	Ornamental trade	Rearing & display in large aquaria (public or private)	Shellfish (and finsfish) culture	Shellfish translocations for seeding, ongro	Oil & gas extraction and associated infrastructure	Aggregate extraction	Offshore energy devices	Recreational boating	Associated infrastructure (marinas, piers, p	Solid waste production and disposal, particularly of plastic	Industrial units, production of energy/goods	Climate change	
	Western Mediterranean	non-GES																			
	Adriatic	non-GES																			
CI6	Central Mediterranean	non-GES																			
	Eastern Mediterranean	non-GES																			
	Mediterranean	non-GES	Red	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Red

5. Principales constatations pour la CI6

48. Dans la mesure où le bon état écologique par rapport à l'IC6 est défini comme « l'introduction et la propagation d'ENI liées aux activités humaines sont réduites au minimum, en particulier pour les IAS potentielles », il est conclu que le BEE n'a été atteint dans aucune des sous-régions méditerranéennes. Les résultats des analyses des tendances indiquent qu'au cours des 15 à 20 dernières années, les taux d'introduction des nouvelles ENI ont été relativement stables en Méditerranée occidentale et dans l'Adriatique, légèrement mais pas statistiquement en augmentation en Méditerranée orientale mais augmentant en Méditerranée centrale. Dans aucune des sous-régions, une réduction des nouvelles introductions de nouvelles ENI n'a été observée sur la base des données jusqu'en 2020. De plus, même si le taux reste constant, le nombre total (cumulé) de ENI dans le bassin augmente régulièrement, les corridors et le transport maritime étant les principales voies d'accès.

49. L'apparition de nouvelles ENI dans chaque sous-région est le résultat de l'expansion de l'aire de répartition à partir des différentes sous-régions où elles ont été initialement introduites, comme en témoigne la proportion croissante d'ENI partagée entre toutes les sous-régions méditerranéennes. Néanmoins, et contrairement aux autres sous-régions, la proportion de nouvelles ENI uniques augmente régulièrement en Méditerranée centrale, de sorte que l'augmentation des taux d'introduction de nouvelles ENI ne peut être attribuée uniquement à la dispersion naturelle des autres sous-régions. En outre, un certain nombre d'ENI invasives et à fort impact ont affiché une expansion géographique accrue au cours de la dernière décennie, ce qui peut être déduit même derrière le « bruit » de détection et de signalement accrus. Les espèces d'ENI ayant des affinités chaudes avec la dispersion pélagique à longue distance semblent avoir été favorisées par le changement climatique et l'augmentation des températures de l'eau de mer pour pénétrer dans les régions plus froides de la Méditerranée, la dispersion anthropique secondaire joue cependant toujours un rôle important dans la propagation des espèces les plus sédentaires.

50. L'interprétation claire de ces tendances est entravée par le manque de données de surveillance normalisées à long terme, car il n'est pas possible de démêler les effets confondants des efforts d'enregistrement différentiel dans l'espace et dans le temps des changements réels dans la pression de voie ou la gestion des vecteurs. Un défi supplémentaire, également pertinent pour l'analyse DPSIR pour les ENI, est que les données quantitatives spatialement explicites sur la pression des voies ne sont pas uniformément disponibles dans toute la Méditerranée, de sorte que toute tentative de corrélation serait faussée ou incomplète. Cela a déjà été identifié dans le document UNEP/MED WG.502/Inf.11 (2021) et apparaît comme une priorité afin de renforcer les évaluations BEE de l'IC6.

51. Les tendances de l'abondance n'ont pas été évaluées car elles nécessitent de longues séries chronologiques de données de surveillance normalisées provenant des mêmes endroits, dont la collecte et la compilation au niveau régional ne sont pas suffisamment coordonnées. En outre, aucune méthode convenue n'a été mise au point pour une quantification formelle des changements dans la répartition spatiale, qui ne peuvent être correctement évalués sans de véritables données présence-absence.

52. En ce qui concerne les impacts des ENI, même si des évaluations et des cartographies ont été menées au niveau régional (Katsanevakis et al., 2014; 2016), il y a beaucoup de place pour le raffinement et l'amélioration car la plupart des impacts signalés sont encore basés sur des preuves faibles (Tsirintanis et al., 2022). Ainsi, la conduite d'expériences manipulatives et sur le terrain pour examiner les impacts sur les espèces, les habitats et les écosystèmes reste une priorité pour la recherche sur les ENI. En outre, étant donné que les distributions des espèces ont changé depuis le premier CIMPAL à l'échelle de la Méditerranée, mais

que de nouvelles informations ont également émergé concernant la force d'impact, les impacts des ENI doivent être réévalués.

6. Mesures et actions requises pour atteindre le BEE

53. En ce qui concerne la disponibilité de données appropriées, la majorité des Parties contractantes ont élaboré des programmes de surveillance conformes à l'IMAP et nombre d'entre elles sont déjà en train de les mettre en œuvre. En outre, le système de données et d'information IMAP est opérationnel et a déjà commencé à recevoir des données des ENI, de sorte que des séries chronologiques normalisées devraient être disponibles pour le prochain cycle d'évaluation. Cela devrait permettre la quantification formelle des changements d'abondance et de distribution spatiale et accroître notre confiance dans l'évaluation des tendances de l'occurrence temporelle. Si les Parties contractantes n'ont pas encore entamé le processus, l'IMAP peut aider à coordonner l'élaboration de listes prioritaires des ENI pour le suivi de l'abondance par l'analyse et l'évaluation des risques. Les systèmes de détection précoce et d'alerte précoce peuvent être informés en mettant régulièrement à jour les informations de répartition spatiale saisies dans MAMIAS et le système d'information IMAP.

54. Les valeurs seuils pour les tendances de la fréquence temporelle n'ont pas encore été fixées, mais les méthodologies et les approches sont en cours de discussion dans le cadre de la coopération régionale. La quantification et la modélisation de la pression de la voie peuvent aider à spécifier des cibles quantitatives (pourcentage de réduction) par voie d'introduction. Il est important de noter que toutes ces étapes méthodologiques doivent être adaptées à l'évaluation du BEE au niveau national. L'effet des retards de déclaration sur les nouvelles données des ENI et l'analyse des tendances dans cette évaluation ont été contournés en n'utilisant pas les données des 3 dernières années (2018-2020), mais il serait bénéfique d'adopter une méthodologie convenue d'un commun accord pour traiter cette question afin d'éviter la perte d'informations.

55. Les prochaines étapes importantes de l'évaluation des ENI par les BEE comprennent l'élaboration des aspects restants de l'IC6 qui ont trait aux impacts, en élaborant davantage de critères d'évaluation et de cibles quantitatives pour les espèces et les habitats en péril les plus vulnérables ou les plus importants. Il s'agit d'un travail qui, idéalement, devrait être coordonné avec la mise en œuvre des indicateurs communs IC1 et IC2 et OE6 sur l'intégrité des fonds marins.

56. Outre les considérations méthodologiques relatives à l'IMAP et à l'évaluation des GES, la réalisation du GES nécessite des actions visant à atténuer et à réduire la pression d'invasion, en particulier des actions coordonnées de tous les États. À cet effet, le projet de plan d'action actualisé concernant les NEI a déjà pris en considération les bases de référence des ENI méditerranéens et les résultats du MedQSR2023, de sorte que dans ses actions proposées, l'accent est mis sur les mesures préventives, notamment en encourageant et en facilitant les PC à renforcer leur cadre législatif et institutionnel afin d'évaluer et de gérer systématiquement les trajectoires, ainsi que des systèmes d'alerte précoce élaborés, des plans d'intervention rapide et des mécanismes de contrôle des introductions intentionnelles. L'autre axe d'intérêt du Plan d'action concerne les impacts des ENI, où des études d'impact ciblées pour les espèces prioritaires sont proposées afin de déterminer les relations densité-réponse et les niveaux d'abondance acceptables. La mise en œuvre du Plan d'action ENI progressera parallèlement à la Stratégie de gestion des eaux de ballast (BWM) pour la Méditerranée (2022-2027) qui se concentre sur la gestion des introductions par les navires à partir des eaux de ballast, en facilitant la mise en œuvre de la Convention sur la gestion des eaux de ballast, et l'encrassement biologique, en élaborant des stratégies nationales et des plans d'action pour gérer ce vecteur.

Remerciements

Nous souhaitons remercier les experts nationaux et taxonomiques suivants pour avoir fourni des clarifications et des informations géoréférencées sur les premiers enregistrements de diverses espèces : P. Albano, M. Ali, I. Amar, A. Bartolo, G. Bitar, F. Crocetta, V. Di Martino, A. Dogan, H. Durgham, M. Feis, S. Gofas, R. Hoffman, V. Le Garrec, E. Lopez, S. Mamish, C. Masse, B. Morri, M. Orlando, P. Ovalis, B. Ozturk, R. Sanfilippo, E. Shakman, K. Tsiamis, M. Verlaque

7. Références

- Albano, P. G., Gallmetzer, I., Haselmair, A., Tomašových, A., Stachowitsch, M., & Zuschin, M. (2018). Historical ecology of a biological invasion: the interplay of eutrophication and pollution determines time lags in establishment and detection. *Biological Invasions*, 20(6), 1417-1430.
- Azzurro, E., Smeraldo, S., Minelli, A., & D'Amen, M. (2022). ORMEF: a Mediterranean database of exotic fish records. *Scientific Data*, 9(1), 1-7.
- Bernal-Ibáñez, A., Chebaane, S., Sempere-Valverde, J., Faria, J., Ramalhosa, P., Kaufmann, M., ... & Cacabelos, E. (2022). A worrying arrival: the first record of brown macroalga *Rugulopteryx okamurae* in Madeira Island and its invasive risk. *BioInvasions Record*, 11(4).
- Bianchi, C. N., Azzola, A., Bertolino, M., Betti, F., Bo, M., Cattaneo-Vietti, R., ... & Bavestrello, G. (2019). Consequences of the marine climate and ecosystem shift of the 1980-90s on the Ligurian Sea biodiversity (NW Mediterranean). *The European Zoological Journal*, 86(1), 458-487.
- Bitar, G., Ramos-Esplá, A. A., Ocaña, O., Sghaier, Y. R., Forcada, A., Valle, C., El Shaer, H., Verlaque, M. (2017). Introduced marine macroflora of Lebanon and its distribution on the Levantine coast. *Mediterranean Marine Science*. 18(1), 138–155.
- Bolte, S., Fuentes, V., Haslob, H., Huwer, B., Thibault-Botha, D., Angel, D., ... & Reusch, T. B. (2013). Population genetics of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Europe reveal source–sink dynamics and secondary dispersal to the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 485, 25-36.
- Cevik, C., Yokes, M. B., Cavas, L., Erkol, L. I., Derici, O. B., & Verlaque, M. (2007). First report of *Caulerpa taxifolia* (Bryopsidales, Chlorophyta) on the Levantine coast (Türkiye, eastern Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 74(3), 549-556.
- Costello, M.J., Dekeyser, D., Galil, B.S., Hutchings, P., Katsanevakis, S., Pagad, S., Robinson, T.B., Turon, X., Vandepitte, L., Vanhoorne, B., Verfaille, K., Willan, R.C., Rius, M. (2021). Introducing the World Register of Introduced Marine Species (WRiMS). *Management of Biological Invasions*, 12, 792–811.
- Demir, M. 1977. On the presence of *Arca* (*Scapharca*) *amygdalum* Philippi, 1847 (Mollusca: Bivalvia) in the harbour of Izmir, Türkiye. *J. Fac. Sci. Istanbul Univ.* 42, 197–202. 98.
- Dimitriadis, C., Galanidi, M., Zenetos, A., Corsini-Foka, M., Giovos, I., Karachle, P. K., ... & Katsanevakis, S. (2020). Updating the occurrences of *Pterois miles* in the Mediterranean Sea, with considerations on thermal boundaries and future range expansion. *Mediterranean Marine Science*, 21(1), 62-69.
- EC (2018). Reporting on the 2018 update of articles 8, 9 & 10 for the Marine Strategy Framework Directive. DG Environment, Brussels. pp 72 (DCSM Guidance Document 14). European Commission
- Edelist, D., Golani, D., Rilov, G. & Spanier, E. (2012) The invasive venomous striped eel catfish *Plotosus lineatus* in the Levant: possible mechanisms facilitating its rapid invasional success. *Marine Biology*, 159, 283–290.
- AEE-UNEP/MAP (2020). Technical assessment of progress towards a cleaner Mediterranean. Monitoring and reporting results for Horizon 2020 regional initiative. Joint AEE-UNEP/MAP Report.
- Elliott, M., Burdon, D., Atkins, J. P., Borja, A., Cormier, R., de Jonge, V. N. & Turner, R. K. (2017). “And DPSIR begat DAPSI(W)R(M)!” - A unifying framework for marine environmental management. *Marine Pollution Bulletin*, 118, 27-40.

EU (2014). European Union Regulation No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species. Brussels.

Galanidi, M., & Zenetos, A. (2022). Data-Driven Recommendations for Establishing Threshold Values for the ENI Trend Indicator in the Mediterranean Sea. *Diversity*, *14*(1), 57.

Galanidi, M., Zenetos, A., & Bacher, S. (2018). Assessing the socio-economic impacts of priority marine invasive fishes in the Mediterranean with the newly proposed SEICAT methodology. *Mediterranean Marine Science*, *0*, 107-123.

Galanidi, M., Turan, C., Öztürk, B., Zenetos, A. (2019). European Union (EU) risk assessment of *Plotosus lineatus* (Thunberg, 1787); a summary and information update. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, *25* (2), 210-231.

García-Gómez, J. C., Sempere-Valverde, J., Ostalé-Valriberas, E., Martínez, M., Olaya-Ponzone, L., González, A. R., ... & Parada, J. A. (2018). *Rugulopteryx okamurae* (EY Dawson) IK Hwang, WJ Lee & HS Kim (Dictyotales, Ochrophyta), alga exótica “explosiva” en el estrecho de Gibraltar. Observaciones preliminares de su distribución e impacto. *Almoraima*, *48*, 97-113.

García-Gómez, J. C., Sempere-Valverde, J., González, A. R., Martínez-Chacón, M., Olaya-Ponzone, L., Sánchez-Moyano, E., ... & Megina, C. (2020). From exotic to invasive in record time: The extreme impact of *Rugulopteryx okamurae* (Dictyotales, Ochrophyta) in the strait of Gibraltar. *Science of the Total Environment*, *704*, 135408.

Garrabou, J., Gómez-Gras, D., Medrano, A., Cerrano, C., Ponti, M., Schlegel, R., Bensoussan, N., Turicchia, E., Sini, M., Gerovasileiou, V., Teixido, N., Mirasole, A., Tamburello, L., Cebrian, E., Rilov, G., Ledoux, J.-B., Souissi, J. B., Khamassi, F., Ghanem, R. ... Harmelin, J.-G. (2022). Marine heatwaves drive recurrent mass mortalities in the Mediterranean Sea. *Global Change Biology*, *28*, 5708– 5725.

Golani, D. (2002) The Indo-Pacific striped eel catfish, *Plotosus lineatus* (Thunberg, 1787), (Osteichthyes: Siluriformes) a new record from the Mediterranean. *Scientia Marina*, *66*, 321-323.

Golani, D., Sonin, O. (1992). New Records of the Red Sea Fishes, *Pterois miles* (Scorpaenidae) and *Pteragogus pelycus* (Labridae) from the Eastern Mediterranean Sea. *Japanese Journal of Ichthyology*, *39*(2), 167-169.

Harrower, C.A., Scalera, R., Pagad, S., Schönrogge, K., Roy, H.E. (2017). Guidance for interpretation of CBD categories on introduction pathways. Technical note prepared by IUCN for the European Commission.

IPBES (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. In Díaz, S., J. Settele, E. S. Brondi 'zio, H. T. Ngo, M. Gue`ze, J. Agard, A. Arneeth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molna' r, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. VisserenHamakers, K. J. Willis & C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pp.

Jongma, D.N., Campo, D., Dattolo, E., D'Esposito, D., Duchi, A., Grewe, P., Huisman, J., Verlaque, M., Yokes, M.B., Procaccini, G. (2013). Identity and origin of a slender *Caulerpa taxifolia* strain introduced into the Mediterranean Sea. *Botanica Marina*. *56*(1): 27-39.

Katsanevakis, S., Zenetos, A., Belchior, C., Cardoso, A.C. (2013). Invading European Seas: assessing pathways of introduction of marine aliens. *Ocean and Coastal Management* *76*: 64–74.

Katsanevakis, S., Tempera, F., & Teixeira, H. (2016). Mapping the impact of alien species on marine ecosystems: the Mediterranean Sea case study. *Diversity and Distributions*, 22(6), 694-707.

Kevrekidis, K., Antoniadou, C. (2018). Abundance and population structure of the blue crab *Callinectes sapidus* (Decapoda, Portunidae) in Thermaikos Gulf (Methoni Bay), northern Aegean Sea. *Crustaceana*, 91(6), 641-657.

López, V., Rodon, J. (2018). *Diagnosi i situació actual del Cranc Blau (Callinectes sapidus) al delta de l'Ebre*. Direcció General de Pesca i Afers Marítims, Generalitat de Catalunya. 86 pp.

Malej, A., Tirelli, V., Lučić, D., Paliaga, P., Vodopivec, M., Goruppi, A., ... & Shiganova, T. (2017). *Mnemiopsis leidyi* in the northern Adriatic: here to stay?. *Journal of Sea Research*, 124, 10-16.

Mancinelli, G., Bardelli, R., & Zenetos, A. (2021). A global occurrence database of the Atlantic blue crab *Callinectes sapidus*. *Scientific Data*, 8(1), 1-10.

Marčeta, T., Marin, M. G., Codognotto, V. F., & Bressan, M. (2022). Settlement of Bivalve Spat on Artificial Collectors (Net Bags) in Two Commercial Mussel Parks in the North-Western Adriatic Sea. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(2), 210.

Nehring, S. (2011). Invasion history and success of the American blue crab *Callinectes sapidus* in European and adjacent waters. In *In the wrong place-alien marine crustaceans: distribution, biology and impacts* (pp. 607-624). Springer, Dordrecht.

OSPAR (2022). OSPAR CEMP Guidelines. Common Indicator: ChanBEE to non-indigenous species communities (NIS3). OSPAR Commission

Östman, Ö., Bergström, L., Leonardsson, K., Gårdmark, A., Casini, M., Sjöblom, Y., ... & Olsson, J. (2020). Analyses of structural chanBEE in ecological time series (ASCETS). *Ecological Indicators*, 116, 106469. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106469>.

Pergl, J., Brundu, G., Harrower, C.A., Cardoso, A.C., Genovesi, P., Katsanevakis, S., Lozano, V., Perglová, I., Rabitsch, W., Richards, G., Roques, A., Rorke, S.L., Scalera, R., Schönrogge, K., Stewart, A., Tricarico, E., Tsiamis, K., Vannini, A., Vilà, M., Zenetos, A., Roy, H.E. (2020). Applying the Convention on Biological Diversity Pathway Classification to alien species in Europe. In: Wilson, J.R., Bacher, S., Daehler, C.C., Groom, Q.J., Kumschick, S., Lockwood, J.L., Robinson, T.B., Zengeya, T.A., Richardson, D.M. (Eds) *Frameworks used in Invasion Science*. *NeoBiota*, 62, 333–363.

Ruitton, S., Blanfuné, A., Boudouresque, C. F., Guillemain, D., Michotey, V., Roblet, S., ... & Verlaque, M. (2021). Rapid Spread of the Invasive Brown Alga *Rugulopteryx okamurae* in a National Park in Provence (France, Mediterranean Sea). *Water*, 13(16), 2306.

Shiganova, T. A., Z. A. Mirzoyan, E. A. Studenikina, S. P. Volovik, I. Siokou-Frangou, S. Zervoudaki, E. D. Christou, A. Y. Skirta & H. J. Dumont (2001). Population development of the invader ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea and other seas of the Mediterranean basin. *Marine Biology* 139, 431–445.

United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan and Plan Bleu (2020). State of the Environment and Development in the Mediterranean: Key MessaBEE. Nairobi.

Tsiamis K, Economou-Amilli A, Katsaros C, Panayotidis P (2013). First account of native and alien macroalgal biodiversity at Andros Island (Greece, Eastern Mediterranean). *Nova Hedwigia* 97, 209–224, <https://doi.org/10.1127/0029-5035/2013/0109>

Tsiamis, K., Zenetos, A., Deriu, I., Gervasini, E., Cardoso, A.C. (2018). The native distribution range of the European marine non-indigenous species. *Aquatic Invasions*, 13, 187–198.

Tsiritani K, Azzurro E, Crocetta F, Dimiza M, Frogliani C, Gerovasileiou V, Langeneck J, Mancinelli G, Rosso A, Stern N, Triantaphyllou M, Tsiamis K, Turon X, Verlaque M, Zenetos A, Katsanevakis S (2022) Bioinvasion impacts on biodiversity, ecosystem services, and human health in the Mediterranean Sea. *Aquatic Invasions* 17(3), 308–352.

UNEP/MAP (2017a). Action Plan concerning Species Introductions and Invasive Species in the Mediterranean Sea. UN Environment/MAP Athens, Greece 2017.

UNEP/MAP (2017b). 2017 Mediterranean Quality Status Report

UNEP/MAP (2017c). Report of the 20th Ordinary Meeting of the Contracting Parties to the Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean and its Protocols. Tirana, Albania, 17-20 December 2017.

UNEP/MED WG.500/7. (2021). Monitoring and Assessment Scales, Assessment Criteria and Thresholds Values for the IMA Common Indicator 6 Related to Non-Indigenous Species. In Proceedings of the 2021 CORMON Meeting, Online, 10–11 June 2021

UNEP/MED WG.502/Inf.11 (2021). Methodological Approach for Mapping Interrelation between Pressures-Impacts and the Status of Marine Ecosystem Components for the Biodiversity Cluster. Fifteenth Meeting of SPA/BD Focal Points, Videoconference, 23-25 June 2021.

UNEP/MED WG.514/12 (2021). Report of the 8th Meeting of the Ecosystem Approach Coordination Group. Videoconference, 9 September 2021.

UNEP/MED WG.520/5. (2022). Baseline for the IMA Common Indicator 6 related to Non-Indigenous Species. In Proceedings of the 2021 CORMON Meeting, Online, 28-29 March 2022

UNEP(DEPI)/MED. Decision IG.21/3 on the Ecosystems Approach Including Adopting Definitions of Good Environmental Status (BEE) and Targets; UNEP(DEPI)/MED IG.21/9, Annex II—Thematic Decisions; UNEP(DEPI)/MED: Istanbul, Türkiye, 2013.

Verlaque M, Ruitton S, Mineur F, Boudouresque CF (2015) *CIESM Atlas of exotic species of the Mediterranean*. Macrophytes. CIESM, Monte Carlo

Zeileis, A., Kleiber, C., Krämer, W., & Hornik, K. (2003). Testing and dating of structural change in practice. *Computational Statistics & Data Analysis*, 44(1-2), 109-123.

Zenetos, A. 1994. *Scapharca demiri* (Piani, 1981): Primo ritrovamento nel nord Egeo. *La Conchiglia*, 271, 37–38

Zenetos, A., Gratsia, E., Cardoso, A., Tsiamis, K. (2019). Time lags in reporting of biological invasions: The case of Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 20, 469–475.

Zenetos, A., & Galanidi, M. (2020). Mediterranean non-indigenous species at the start of the 2020s: recent change in BEE. *Marine Biodiversity Records*, 13(1), 1-17.

Zenetos, A. Karachle, P., Mancinelli, G., Galanidi, M., Beckmann, B. (2020). EU Non-native Species Risk Analysis – Risk Assessment for *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896. A risk assessment executed within the contract “Study on Invasive Alien Species – Development of risk assessments to tackle priority species and enhance prevention 07.0202/2019/812602/ETU/ENV.D.2 on behalf of the European Commission.

Zenetos, A., Albano, P. G., López Garcia, E., Stern, N., Tsiamis, K., & Galanidi, M. (2022a). Established non-indigenous species increased by 40% in 11 years in the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 23(1).

Zenetos, A., Albano, P. G., López Garcia, E., Stern, N., Tsiamis, K., & Galanidi, M. (2022b). Corrigendum to the Review Article (Medit. Mar. Sci. 23/1 2022, 196-212) Established non-indigenous species increased by 40% in 11 years in the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 23, 876-878.

Zenetos, A., Tsiamis, K., Galanidi, M., Carvalho, N., Bartilotti, C., Canning Clode, J., Castriota, L., Chainho, P., et al. (2022c). Status and Trends in the Rate of Introduction of Marine Non-Indigenous Species in European Seas. *Diversity*, 14, 1077.