



NATIONS
UNIES

EP

UNEP/MED WG.548/Inf.9



PNUE



**PROGRAMME DES NATIONS UNIES
POUR L'ENVIRONNEMENT
PLAN ACTION POUR LA MÉDITERRANÉE**

10 mai 2023

Français

Original : Anglais

Seizième Réunion des Points Focaux ASP/DB

Malte, 22-24 mai 2023

Point 6 de l'ordre du jour : Conservation des sites d'intérêt écologique particulier

6.1. Rapport du Président du Groupe ad hoc d'experts pour les aires marines protégées en Méditerranée (AGEM) sur les travaux du groupe durant la période biennale 2022-2023

Cohérence des AMP de Méditerranée : Conditions et Recommandations

Note :

Les appellations employées dans ce document et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (SPA/RAC) et du Programme des Nations Unies pour l'environnement aucune prise de position quant au statut juridique des États, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Table des matières

Résumé exécutif	1
Recommandations	1
I. Cadre des réflexions du WG-Coherence	3
II. Objectif du rapport	3
III. Critères	3
IV. Conditions propices	5
IV.1. Conditions propices au processus de création des AMP	5
IV.2. Considérations sociales : Les AMP doivent être gérées de manière équitable	7
IV.3. Considérations géographiques : Les AMP doivent être intégrées dans des paysages terrestres et marins plus vastes	7
V. Annexes	8
Annexe 1. Synthèse des études cas : Connectivité en Méditerranée	8
Annexe 2 : Cohérence dans la région méditerranéenne : réalisations et lacunes	10
Annexe 3 : La connectivité dans le domaine marin et entre les domaines	12
Références	16

Cohérence des AMP de Méditerranée : Conditions et Recommandations

Version finale : mai 2022 (sur la base des discussions de la troisième réunion de l'AGEM)

Résumé exécutif

Ce rapport a pour but de présenter les résultats d'une réflexion menée par le groupe de travail "WG-Coherence" du Groupe ad hoc d'experts pour les aires marines protégées en Méditerranée (AGEM) sur la définition et la mesure de la cohérence écologique des réseaux d'aires marines protégées (AMP) - soutenus par d'autres mesures de conservation efficaces par zone (AMCE) - et à fournir des recommandations à l'attention des décideurs.

Il est le résultat de quatre réunions, tenues en ligne, au cours desquelles l'analyse de la littérature, les réflexions et les discussions entre les participants ont conduit à la rédaction de ce court document dont la structure a été volontairement gardée schématique pour une lecture aisée.

Le WG-Coherence était composé des membres suivants de l'AGEM : Emna Ben Lamine (coordinatrice), Joachim Claudet, Lovrenc Lipej, Milena Tempesta et Frédéric Ducarme, avec l'appui de Souha El Asmi, responsable du secrétariat technique de l'AGEM pour le SPA/RAC. Un espace de travail sur Google Drive a été créé afin de partager les documents utiles et les documents de travail et offrir aux membres du groupe de travail la possibilité de contribuer aux travaux à leur convenance.

Les recommandations résultant des présentes réflexions sur la cohérence sont fournies au début du document, plutôt que d'être listées à la fin de celui-ci.

Recommandations

- Le « WG-Coherence » souligne tout d'abord la nécessité de mener d'autres études scientifiques sur la connectivité et la cohérence en tenant compte des différents types d'espèces (y compris les poissons) et d'habitats (y compris les habitats benthiques), ainsi que de la génétique des espèces, afin de mieux définir les différents types de connectivité ;

D'autres recommandations aux niveaux de l'AMP, du pays, du système d'AMP et de la région sont présentées ci-dessous :

Au niveau d'une AMP :

- Déployer davantage d'efforts i) pour protéger et gérer efficacement les aires protégées existantes et les autres mesures de conservation par zone (AMP, AMCP, AMCE, FRA, Natura 2000, etc.) avec des zones entièrement et hautement protégées, en augmentant ou en élargissant les zones de non-prélèvement, en promulguant ou en appliquant les lois pertinentes, et ii) pour surveiller et réglementer la durabilité des activités autorisées dans les AMP à usage multiple ;

A l'échelle nationale :

- Déployer davantage d'efforts pour que les AMP et les autres mesures de conservation par zone existantes soient bien gérées, en particulier pour les réseaux d'AMP/AMCE/Natura 2000 en mer aux premiers stades de leur mise en place ;
- Rehausser le niveau de conformité par l'engagement des populations locales et des parties prenantes dans la conception, la mise en œuvre et la gestion des AMP ;
- Assurer l'équité socio-économique des populations locales grâce au partage des avantages des AMP/AMCE et à une approche gagnant-gagnant (tourisme, pêche, loisirs, artisanat, connaissances locales, etc.) ;

Au niveau d'un système d'AMP :

- Appliquer les principes de cohérence tout au long du processus de planification (exemple : l'utilisation de la planification systématique de la conservation ou de la planification spatiale, etc.) ;
- Encourager le partage des bonnes expériences et des bonnes pratiques des AMP/systèmes d'AMP performants en ce qui concerne les principes de cohérence ;
- Renforcer le partage bilatéral ou multilatéral d'informations/expériences au plan régional méditerranéen, notamment en ce qui concerne les étapes de planification et de conception ;

A l'échelle régionale :

- Réaliser une analyse des lacunes à l'échelle régionale en utilisant les habitats et les espèces clés de Méditerranée de l'Annexe II du Protocole ASP/DB de la Convention de Barcelone : "Liste des espèces en danger ou menacées" (https://www.rac-spa.org/sites/default/files/protocole_aspdb/protocol_fr.pdf) et de la Liste de référence des types d'habitats marins de Méditerranée (https://www.rac-spa.org/sites/default/files/doc_fsd/reference_list_fr.pdf), par exemple pour les formations coralligènes, les grottes marines comme c'est le cas pour les herbiers à *Posidonia oceanica* pour lesquels des analyses des lacunes en cours sont effectuées par le Réseau méditerranéen pour la posidonie (Mediterranean Posidonia Network : MPN) <https://medposidonianetwork.com> ;
- Élaborer un indicateur de cohérence écologique et définir un cadre conceptuel plus robuste scientifiquement (avec l'appui de l'AGEM / "WG-Coherence"), tenant compte des mesures des principes de cohérence ;
- La Stratégie méditerranéenne pour les AMPC et les AMCE pour l'après-2020 devrait soutenir davantage de recherches scientifiques afin de préciser le rôle des AMP, AMCE, FRA, KBA et autres aires protégées et mesures de conservation par zone dans l'établissement de la connectivité.

I. Cadre des réflexions du "WG-Coherence"

A l'échelle mondiale de la CDB, les Parties contractantes sont fortement encouragées à prendre des mesures significatives en vue d'atteindre l'Objectif 11 d'Aichi en Méditerranée, notamment en mettant en place une gestion efficace et équitable, en améliorant la représentativité écologique, la connectivité et l'intégration de leurs aires marines et côtières protégées et d'autres mesures de conservation efficaces par zone dans leur paysage terrestre et marin.

Bien que la mesure de la cohérence et de la connectivité des AMP ne soit pas une priorité immédiate pour la région, des exigences cadres et des indicateurs pourraient être suggérés. La référence commune à notre réflexion devrait envisager divers facteurs clés tels que les mesures de restriction, les modèles de gouvernance, l'âge, la surveillance et les impacts socio-économiques des AMP, au sein du réseau régional méditerranéen. Le concept d'efficacité/conformité aux engagements pourrait stimuler la progression des engagements à l'échelle nationale et s'est avéré être un facteur important qui peut améliorer l'efficacité des AMP.

Dans ce sens, la conceptualisation de ces aspects dans la conception et la mise en place de réseaux cohérents d'AMP à l'échelle nationale ou régionale et la fourniture de conseils éclairés aux pays devraient devenir une priorité.

II. Objectif du rapport

Fournir aux décideurs :

- (1) les critères pour qu'un système d'AMP soit cohérent et connecté ; et
- (2) des conditions propices afin de garantir le respect de ces critères.

III. Critères

Le concept existant de **cohérence** combine un ensemble de critères écologiques qui sont résumés dans le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1. Critères de cohérence

Critères	Définition	Référence
Représentativité / représentation	La représentativité est considérée comme l'inclusion de "zones représentant les différentes subdivisions biogéographiques des océans du monde et les mers au niveau régional, qui reflètent raisonnablement la gamme complète des écosystèmes, y compris la diversité biotique et des habitats de ces écosystèmes marins". La représentativité comprend l'élément de réplification en vue de garantir que le risque soit minimisé en cas d'événements imprévus ou catastrophiques	CDB, 2008 ; Rees et al., 2018 In Meehan et al. 2020
Adéquation / viabilité	"Adapté aux besoins", c'est-à-dire contenant des populations d'espèces viables ou d'autres composantes écosystémiques et couvrant une proportion suffisante de la région de planification et des caractéristiques qui s'y trouvent.	Catchpole, 2012
Réplication	Sélection de sites de "réplication" avec des habitats similaires dans des zones distinctes de la région de planification afin de garantir la résilience contre les pertes catastrophiques.	Catchpole, 2012
Connectivité	La connectivité écologique est le mouvement sans entrave des espèces et le flux des processus naturels qui entretiennent la vie sur Terre. La connectivité en relation avec les réseaux d'AMP concerne les "liens par lesquels les sites protégés bénéficient des échanges de larves et/ou d'espèces et des liens fonctionnels d'autres sites du réseau".	Notification des Nations unies, 2019 CDB, 2008

IV. Conditions propices

Pour être écologiquement cohérentes et efficaces, les AMP qui font partie d'un réseau doivent être au moins mises en œuvre, sinon activement gérées (stade d'établissement du Guide des AMP, Grorud-Colvert et al., 2021¹) et entièrement ou fortement protégées (niveaux de protection du Guide des AMP). En gardant cela à l'esprit, un système (réseau) d'AMP devrait également couvrir avec ses nœuds (AMP) toute la diversité biotique et d'habitat des écosystèmes marins de la zone biogéographique, avec une réplification d'habitats similaires dans différents sites, afin d'assurer la résilience, de contenir les populations d'espèces viables et d'assurer un lien entre les nœuds pour la connectivité.

IV.1. Conditions propices au processus de création des AMP

Le Tableau 2 ci-dessous définit le cadre permettant de comprendre les facteurs clés et les conditions propices afin que les systèmes d'AMP puissent offrir des avantages écologiques et sociaux.

Tableau 2. Conditions propices pour des AMP efficaces. Ces conditions peuvent varier en termes d'importance au cours du processus de réalisation de chacun des stades d'établissement de l'AMP (Grorud-Colvert et al., 2021)

Conditions propices à tous les stades d'établissement	<ul style="list-style-type: none">➤ Une vision et des objectifs clairement définis➤ Une volonté et un engagement politiques à long terme➤ Un financement durable➤ Un processus décisionnel fondé sur des données probantes➤ L'intégration des connaissances (par exemple, les domaines locaux, autochtones, praticiens...)➤ La coordination avec les institutions de gouvernance connexes➤ La collaboration entre les juridictions➤ Une responsabilité ascendante et descendante vis-à-vis des mandats légaux et des parties prenantes➤ La reconnaissance et l'appui de la gouvernance existante par les parties prenantes et les peuples autochtones
---	---

¹ Les 4 stades d'établissement sont résumées ci-dessous : 1. Proposition/Engagement : l'intention de créer une AMP est rendue publique ; 2. Désignation : L'AMP est établie ou reconnue par des moyens juridiques ou d'autres règles faisant autorité ; 3. Mise en œuvre : L'AMP est passée d'une existence "sur papier" à un fonctionnement "dans l'eau" avec des plans de gestion activés ; et 4. Gestion active : La gestion de l'AMP est en cours, y compris la surveillance, l'examen périodique et les ajustements nécessaires pour atteindre la conservation de la biodiversité et d'autres objectifs écologiques et sociaux.

Conditions propices de la Proposition/Engagement à la Désignation	Toutes les conditions ci-dessus, plus : <ul style="list-style-type: none">➤ Des principes de conception écologique : Viabilité en fonction de la taille, de l'emplacement, de l'espacement, de la forme et de la permanenceReprésentativité et répliation des habitatsInclusion d'habitats et d'espèces ayant une valeur de conservation uniqueConception de la connectivité et de la résilienceApproche de précaution tenant compte des menaces actuelles et émergentesPrise en compte des menaces existantes et de leur atténuation➤ Principes de conception socialeInclusion d'objectifs sociaux pour un bien-être humain multidimensionnelReconnaissance des droits préexistants, de la propriété, des utilisations : extractives et non extractivesPrise en compte de l'utilisation des ressources et du statut économique préexistantsPrise en considération de l'inégalité des coûts et des avantages pour les différents groupes sociauxPartage des impacts et des bénéfices avec une répartition équitable
Conditions propices de la Désignation à la Mise en œuvre	Toutes les conditions ci-dessus, plus : <ul style="list-style-type: none">➤ Une dotation en personnel et un financement suffisants et correctement organisés➤ Des structures et processus administratifs adéquats et appropriés➤ Un plan de mobilisation des parties prenantes➤ La conformité et l'application (y compris des sanctions progressives)➤ Des initiatives d'éducation et de sensibilisation➤ La clarté des règles, des droits et des limites
Conditions propices de la Mise en œuvre à la Gestion active	Toutes les conditions ci-dessus, plus : <ul style="list-style-type: none">➤ Le suivi, l'évaluation et le partage permanents des connaissances➤ Une gestion adaptative➤ Un appui aux moyens de subsistance, par exemple, des programmes de développement, le renforcement des capacités, l'embauche➤ La gestion efficace du paysage marin au sens large et des pressions externes➤ Des efforts continus pour établir la confiance, un leadership local rigoureux, des partenariats avec les utilisateurs locaux➤ Une collaboration locale en matière de surveillance, d'application et de gestion.➤ Une prise en compte permanente des valeurs, traditions et activités culturelles dans la gestion du site

IV.2. Considérations sociales : Les AMP doivent être gérées de manière équitable

La gestion équitable met en évidence l'impact et le bénéfice des actions de conservation sur le bien-être humain et les systèmes sociaux, y compris la répartition équitable des avantages économiques et des opportunités de subsistance (équité distributionnelle) ; le processus d'implication et d'inclusion des parties prenantes dans la planification, la mise en œuvre et l'administration (équité procédurale) ; et le processus de reconnaissance et d'acceptation de la légitimité des droits, valeurs, intérêts et priorités des différents acteurs et le respect de leur dignité humaine (équité fondée sur la reconnaissance) (Juffe-Bignoli et al., 2014 ; Schreckenberget al., 2016).

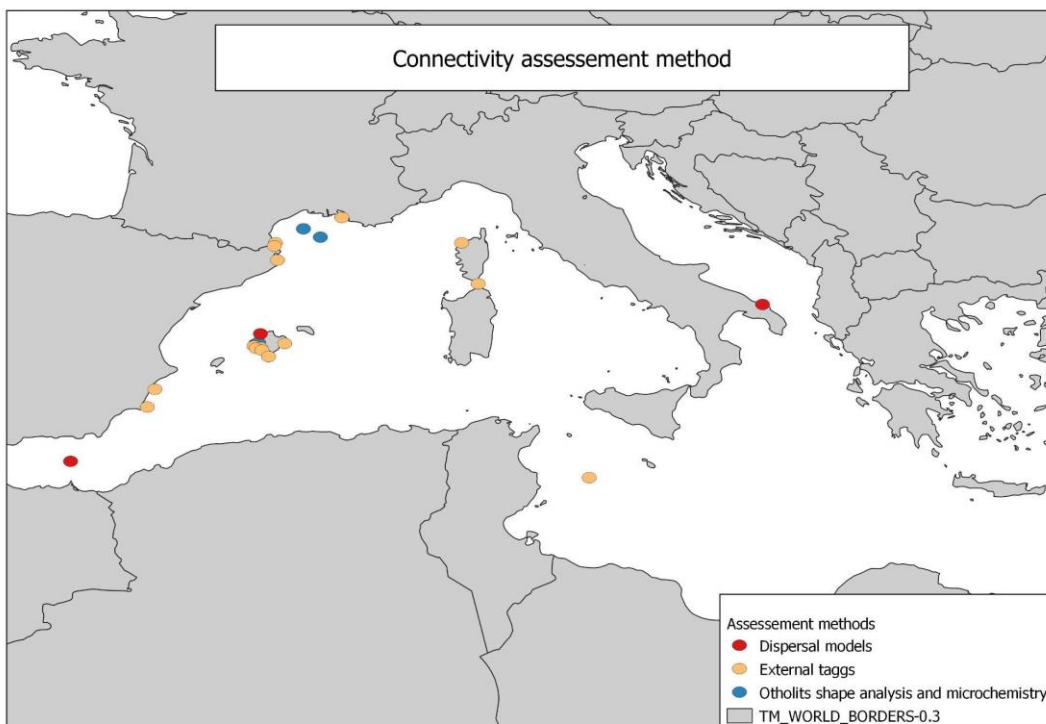
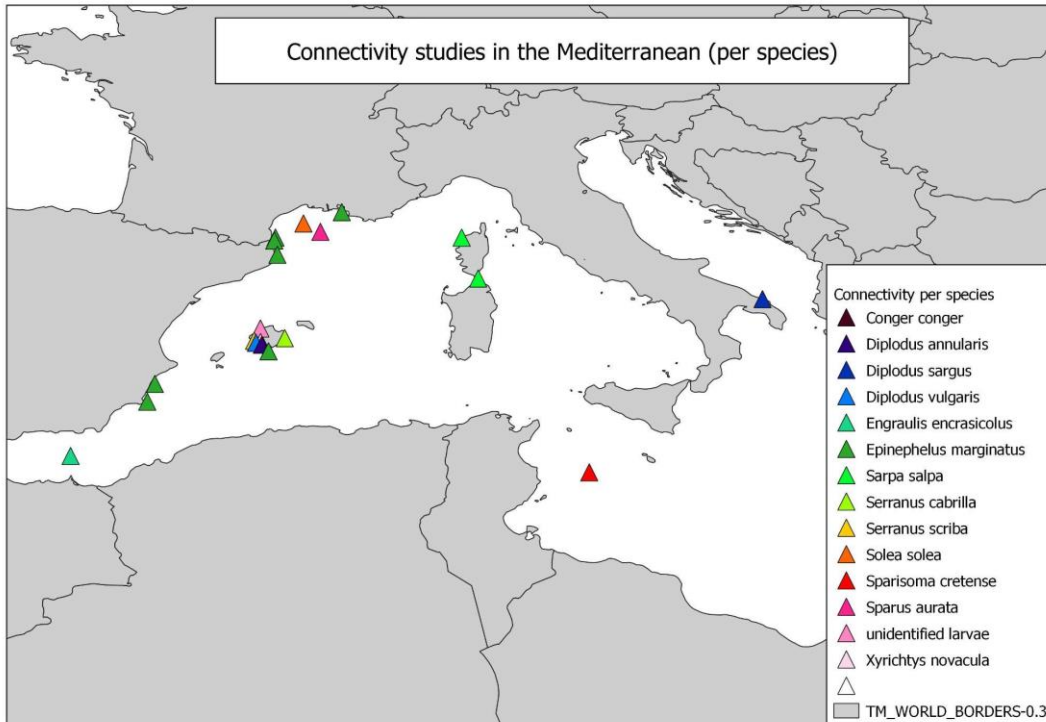
IV.3. Considérations géographiques : Les AMP doivent être intégrées dans des paysages terrestres et marins plus vastes

Du fait que les "zones d'importance" sont considérées comme des "zones géographiquement ou océanographiquement discrètes" qui fournissent des services de biodiversité et écosystémiques importants à une ou plusieurs espèces/populations d'un écosystème ou à l'écosystème dans son ensemble, comparativement à d'autres zones environnantes ou à des zones ayant des caractéristiques écologiques similaires, ou qui répondent autrement aux critères identifiés à l'annexe I de la décision IX/20 " (CDB, 2008).

A partir du fait que les aires protégées ne peuvent pas fonctionner de manière isolée, cet élément identifie l'importance d'intégrer les AMP avec d'autres outils de conservation et de gestion, tels que la gestion des pêches ou les plans d'occupation des sols pour les sources de pollution terrestres. D'autres considérations pour cet élément incluent les impacts cumulatifs potentiels émanant du changement climatique, de l'acidification des océans, du bruit des océans et de la pollution (Juffe-Bignoli et al., 2014; Rees et al., 2018).

V. Annexes

Annexe 1. Synthèse des études cas : Connectivité en Méditerranée



Annexe 2 : Cohérence dans la région méditerranéenne : réalisations et lacunes

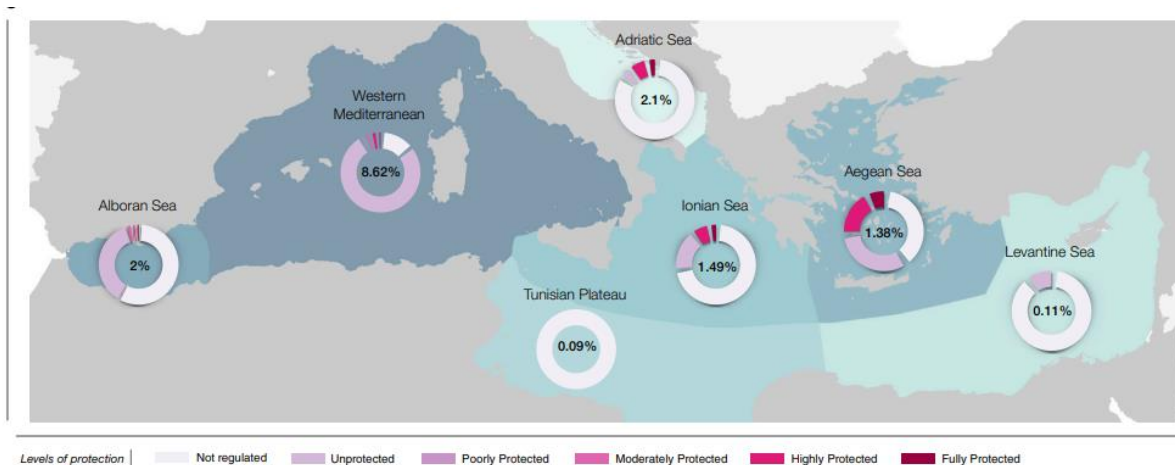
En Méditerranée

En 2020, 8,33% de la mer Méditerranée est sous statut de protection. Toutefois, 97,33% de la superficie totale de la Méditerranée sous statut de protection sont situés dans les eaux des pays membres de l'UE et la superficie cumulée des zones interdites d'accès, de prélèvement ou de pêche ne représente que 0,04% de la Méditerranée (sources : MAPAMED, la base de données des Aires marines protégées de Méditerranée. Edition 2019. © 2020 par le SPA/RAC et MedPAN. Sous licence CC BY-NC-SA 4.0. Disponible sur : <https://www.mapamed.org/> et la base de données de gestion des AMP de Méditerranée. 2021 par MedPAN.). Selon la récente analyse des lacunes de protection de la Méditerranée (Claudet et al., 2020), 6,01% de la Méditerranée sont protégés. Toutefois, dans 95% de cette zone, les réglementations ne sont pas plus strictes à l'intérieur qu'à l'extérieur des AMP, ce qui fait que seulement 0,23% de la Méditerranée est entièrement ou fortement protégée. La protection est inégalement répartie entre les frontières géographiques et politiques et les écorégions.

Selon le WWF MMI (2019), seuls trois habitats, principalement iconiques ou emblématiques des côtes méditerranéennes – les substrats durs infralittoraux (notamment sur les rivages rocheux peu profonds), les herbiers de posidonies et les habitats coralligènes méditerranéens – sont bien représentés. Toutefois, ces habitats n'atteignent pas le seuil de 30% de représentativité suffisante et ne sont représentés que dans la partie nord du bassin. Tous les autres habitats sont faiblement représentés.

Selon Giakoumi et al. (2013), les informations sur la répartition des herbiers de *P.oceanica*, des formations coralligènes et des grottes marines partiellement ou totalement immergées ont été compilées à partir de plusieurs types de sources pour la production de cartes de répartition en mer Méditerranée. Les cartes de répartition et les cartes des AMP existantes ont ensuite été utilisées afin de déterminer si le réseau d'AMP de Méditerranée couvrait ou non de manière adéquate ces habitats clés. Les résultats sont présentés dans chaque sous-région comme suit : en rouge, les zones prioritaires par la présence d'un habitat clé mais sans AMP mise en œuvre, en orange, la présence d'un habitat clé et d'une AMP, en bleu, une AMP mais pas d'habitats clés et en vert, aucun habitat prioritaire et aucune AMP.

Par sous-région méditerranéenne



Répartition des différents niveaux de protection à l'échelle de l'écorégion (les diagrammes circulaires colorés indiquent la répartition des niveaux de protection à l'intérieur de chaque écorégion et les pourcentages de *connectivité*).

Dans la partie nord-ouest de la Méditerranée (dans les AMP ou en dehors)

Seuls 13% des types d'habitats (substrats mous et mixtes infralittoraux, biocénose méditerranéenne et super-classe d'habitats de posidonies de Méditerranée) peuvent être considérés comme bien connectés (avec plus de 20 connexions). Les habitats les moins bien connectés sont les substrats mous et mixtes abyssaux, l'habitat circalittoral, les fonds profonds et les habitats de substrat dur d'eaux profondes. La plupart des connexions entre les AMP se situe dans le Nord de la Méditerranée (Gomei et al., 2019).

Par habitats clés (Giakoumi et al., 2013)

Dans la mer d'Alboran, la Méditerranée occidentale et le bassin algéro-provençal et le plateau tunisien, 2% de plus de la zone devraient être protégés pour couvrir les posidonies, le coralligène et les grottes marines, dans chacune des zones mentionnées.

Dans la mer Egée, 9% de plus de la zone devrait être protégée pour couvrir les posidonies, le coralligène et les grottes marines.

Dans la mer Ionienne, 12% de plus de la zone devrait être protégée pour couvrir les posidonies, le coralligène et les grottes marines.

Dans la mer Adriatique, 10% de plus de la zone devrait être protégée pour couvrir les posidonies, le coralligène et les grottes marines.

Dans la mer Tyrrhénienne, 5% de plus de la zone devrait être protégée pour couvrir les posidonies, le coralligène et les grottes marines.

Dans la mer Levantine, il faudrait protéger 7% de plus de la zone pour couvrir les posidonies, le coralligène et les grottes marines.

Annexe 3 : La connectivité dans le domaine marin et entre les domaines

La connectivité peut également être définie comme le mouvement d'individus, entre des populations locales ou des sous-populations, à condition que le niveau d'échange soit suffisant pour avoir un impact sur les taux démographiques de la ou des populations locales. Ainsi, la connectivité des populations marines résulte de la dispersion des œufs et des larves et du mouvement (quotidien, saisonnier et ontogénétique) des juvéniles et des adultes. L'échange de matières (nutriments, sédiments, matières organiques, etc.) entre zones voisines, constitue une autre facette de la connectivité, modulée par la disposition spatiale à plusieurs échelles des parcelles d'habitat (et le degré de connexion entre elles) (Calo et al., 2013).

Suivant une résolution politique plus récente adoptée en 2020 par la Convention sur la conservation des espèces migratrices, "la connectivité écologique est le mouvement sans entrave des espèces et le flux des processus naturels qui entretiennent la vie sur Terre" (CMS, 2020) et devrait constituer un facteur clé dans la conservation des unités de gestion, y compris dans le milieu marin (Lausche et al., 2021).

Dans ce rapport, nous tenons compte de la connectivité spatio-temporelle, qui mesure la possibilité de propagation des espèces (œufs, larves, juvéniles, adultes, graines...) entre différentes populations à travers un espace défini. Un réseau d'AMP comprend une série d'AMP qui sont fortement reliées entre elles par des flux de propagules (connectivité) et considère également l'espace dans lequel la connectivité a lieu (Boero et al., 2017).

Dans ce qui suit, certaines techniques de mesure de la connectivité en mer Méditerranée sont énumérées :

- **Les modèles de dispersion** sont des modèles 'physiques' fondés sur l'hypothèse que les larves de poissons sont transportées passivement par les courants marins et considèrent la durée de la phase larvaire comme l'un des principaux facteurs déterminant la répartition spatiale des espèces de poissons. Les modèles physiques ont été reconnus comme des outils utiles et puissants et différents travaux ont été réalisés dans le monde entier à des fins diverses : pour simuler rétrospectivement/prévoir la variabilité spatiale et temporelle des événements de frai et leur effet sur la connectivité entre les populations ; pour évaluer l'impact potentiel du réchauffement climatique sur la dispersion des larves ; ou pour aider à la conception de réseaux d'AMP et à leur gestion ultérieure (Calo et al., 2013). La dispersion larvaire peut également être utilisée pour définir la stratégie de désignation des AMP (par exemple, l'emplacement géographique et la taille).

Études de cas à petite échelle qui ont utilisé des modèles de dispersion :

Nord de la mer d'Alboran : Catalan et al., 2010 : ont élaboré un modèle à petite échelle pour le Nord de la mer d'Alboran en utilisant l'outil du modèle lagrangien Ichthyop pour évaluer la dispersion verticale de l'anchois européen (*Engraulis encrasicolus*).

Majorque : Basterretxea et al. (2012), notamment, ont évalué la dispersion larvaire des poissons côtiers sur la côte sud de Majorque, à l'aide d'un modèle tridimensionnel à résolution de densité fondé sur le Princeton Ocean Model (POM) et un algorithme de suivi des particules. Leur objectif consistait à déterminer les facteurs qui contribuent à un recrutement réussi et le niveau d'échange d'individus à l'intérieur du réseau de quatre AMP le long de la côte de Majorque.

L'AMP de Torre Guaceto (Di Franco et al., 2012) dans le sud-ouest de la mer Adriatique (Italie). Ils ont utilisé des simulations lagrangiennes de dispersion basées sur un modèle océanographique de la région et des données sur les caractéristiques des premiers stades du cycle biologique de la dorade blanche (*Diplodus sargus sargus*) et ont constaté une dispersion larvaire potentielle de 100-200 km.

- **Les modèles biophysiques** réunissent les données océanographiques et biologiques permettant d'évaluer l'influence de divers paramètres sur le modèle de dispersion des espèces côtières. Ces modèles sont considérés comme très instructifs et sont utilisés afin de comprendre les effets combinés de la circulation marine générale et du comportement des larves sur les processus de dispersion. Un exemple pour la mer Méditerranée est disponible chez Nicolle et al. (2009) qui a utilisé l'anchois européen *Engraulis encrasicolus* comme espèce modèle pour comprendre les principaux facteurs affectant les processus de transport/rétention et de répartition de cette espèce, dans le Golfe du Lion en France.

- **Génétique** : Les distances de dispersion ont été évaluées pour un certain nombre d'espèces par le biais d'études de connectivité axées sur les populations adultes, en mesurant le taux de transfert de gènes entre groupes distincts. L'estimation indirecte du flux génétique repose sur l'évaluation des différences génétiques entre les populations dans le cadre de l'hypothèse de l'équilibre. Les méthodes génétiques présentent des limites dues au fait qu'elles sont fondées sur des modèles théoriques de structure de population qui parfois, en pratique, ne pourraient pas être appliqués sur des populations, comme cela a été démontré pour la majorité des espèces marines (Benestan L et al., 2021).

- **Otolithes (analyse de la forme et microchimie (éléments et isotopes))** : L'analyse d'une section d'otolithe permet aux chercheurs de déterminer la croissance et le vieillissement et d'estimer la durée des premiers stades du cycle biologique. Dans le cas des juvéniles, il est possible, par rétrocalcul, de déterminer la date de la ponte, de l'éclosion et de l'établissement, ce qui constitue une information fondamentale pour la modélisation de la dispersion larvaire et l'étude des profils de connectivité. Ces potentialités font des otolithes un des outils les plus importants pour l'étude de la biologie et de l'écologie des poissons. Peu d'études sont disponibles pour la mer Méditerranée :

Majorque (Espagne) (Correia et al., 2011) pour *Conger conger* (Congridae) et trois autres emplacements

Golfe du Lion (France) (Dierking et al., 2012) pour *Solea solea* (Soleidae)

Golfe du Lion (France) (Morat et al., 2012) pour *Solea solea* (Soleidae)

Golfe du Lion (France) (Mercier et al., 2012) pour *Sparus aurata* (Sparidae)

Côte Adriatique des Pouilles (Italie) (Di Franco et al., 2012) pour *Diplodus sargus* (Sparidae) (AMP de Torre Guaceto)

• **Le suivi et le marquage des poissons.**

Marques naturelles : En Méditerranée, cette procédure n'a pas été appliquée à l'étude des poissons osseux, sauf dans un cas (Lelong, 1999), dans lequel une technique de photo-identification des individus d'*Epinephelus marginatus* a été testée par les taches céphaliques. Bien que cette méthodologie ait été démontrée comme étant faisable en raison de son faible effet d'interaction et de son application peu coûteuse, elle ne semble pas être utile pour l'étude d'autres espèces de poissons osseux en raison de la difficulté de trouver des marques permanentes et identifiables.

Marques externes : par exemple, le marquage acoustique. Le suivi acoustique est réalisé à l'aide de récepteurs acoustiques (passifs ou mobiles) qui enregistrent la présence de poissons préalablement marqués avec un émetteur acoustique. Le suivi passif utilise des récepteurs amarrés qui enregistrent la présence du poisson marqué dans une zone de détection limitée autour du récepteur.

Quelques exemples en mer Méditerranée :

Nord-Ouest de la Méditerranée (île de Majorque, Espagne), *Serranus cabrilla* (Serranidae) (Alos et al., 2011)

AMP de la baie de Palma, île de Majorque, *Serranus scriba* (Serranidae) (March et al., 2010)

AMP de la baie de Palma, *Xyrichtys novacula* (Labridae), et *Diplodus vulgaris* (Sparidae) (Alos et al., 2012)

AMP de la baie de Palma, *Diplodus annularis* (Sparidae) (March et al., 2011)

Corse, France, *Sarpa salpa* (Sparidae) (Jadot et al., 2002 ; 2006)

Réserve marine de Lampedusa, Italie, *Sparisoma cretense*, (Scaridae) (La Mesa et al. 2012)

Réserve marine de Cerbère-Banyuls, France, *Epinephelus marginatus* (Serranidae) (Pastor et al., 2009).

Les plus petits individus se déplaçaient plus que les grands mais tous les individus avaient leur domaine vital à l'intérieur de l'AMP.

AMP de Méditerranée : Carry-le-Rouet, Banyuls, Medes, Cabrera, Tabarca, Cabo de Palos, Nord-Ouest de la Méditerranée (France et Espagne), *Epinephelus marginatus* (Serranidae) (Hackradt et al., 2014) (Les femelles présentent un domaine vital plus petit que celui des mâles).

Le projet COHENET (Réaliser des réseaux cohérents d'aires marines protégées : analyse de la situation en mer Méditerranée) financé par la Commission européenne en 2018-19, a fourni une analyse de cohérence appliquée aux **AMP de la mer Adriatique** en tant qu'étude de cas.

A la suite du European Marine Board (Olsen et al., 2013), l'étude de la connectivité est souvent plus fortement axée sur les espèces clés, les espèces ingénieurs de l'écosystème et les espèces ayant des exigences légales explicites (par exemple, les espèces figurant sur la liste rouge).

Références

- Benestan L et al. 2021 Restricted dispersal in a sea of gene flow. *Proc. R. Soc. B* 288: 20210458.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2021.0458>
- Boero F., Fogliani F., Frascchetti S., Goriup P., Macpherson E., Planes S., Soukissian T., The CoCoNet Consortium (2017). CoCoNet: Towards coast to coast networks of marine protected areas (from the shore to the high and deep sea), coupled with sea-based wind energy potential. *SCIRES Vol 6, Supplement* (2016), I-II e-ISSN 2239-4303, DOI 10.2423/i22394303v6SpI
- Calò, A., Félix-Hackradt, F.C., Garcia, J., Hackradt, C.W., Rocklin, D., Treviño Otón, J., Charton, J.A.G., 2013. A review of methods to assess connectivity and dispersal between fish populations in the Mediterranean Sea. *Advances in Oceanography and Limnology* 4, 150–175.
<https://doi.org/10.1080/19475721.2013.840680>
- Catchpole R. (2012). Ecological Coherence Definitions in Policy and Practice - Final Report. Contract Report to Scottish Natural Heritage, No. 41102
- Claudet J., Loiseau C., Sostres M., Zupan M. (2020). Underprotected Marine Protected Areas in a Global Biodiversity Hotspot. *One Earth* 2, 380–384 April 24, 2020
<https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.03.008>
- Convention on Migratory Species (CMS). 2020. Resolution 12.26 (Rev.13) “Improving Ways of Addressing Connectivity Conservation of Migratory Species” adopted 22 February 2020 by the 13th Conference of the Parties in Gandhinagar, India.
https://www.cms.int/sites/default/files/document/cms_cop13_res.12.26_rev.cop13_e.pdf .
- Di Franco, A., Coppini, G., Pujolar, J.M., De Leo, G.A., Gatto, M., Lyubartsev, V., Melià, P., Zane, L., Guidetti, P., 2012. Assessing Dispersal Patterns of Fish Propagules from an Effective Mediterranean Marine Protected Area. *PLoS ONE* 7, e52108. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052108>
- Juffe-Bignoli D, Brooks TM, Butchart SHM, Jenkins RB, Boe K, Hoffmann M, et al. (2016) Assessing the Cost of Global Biodiversity and Conservation Knowledge. *PLoS ONE* 11(8): e0160640. doi:10.1371/journal.pone.0160640
- Giakoumi, S., Sini, M., Gerovasileiou, V., Mazor, T., Beher, J., Possingham, H.P., Abdulla, A., Çinar, M.E., Dendrinou, P., Gucu, A.C., Karamanlidis, A.A., Rodic, P., Panayotidis, P., Taskin, E., Jaklin, A., Voultziadou, E., Webster, C., Zenetos, A., Katsanevakis, S. (2013). Ecoregion-Based Conservation Planning in the Mediterranean: Dealing with Large-Scale Heterogeneity. *PLoS ONE* 8, e76449.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076449>
- Gomei M., Abdulla A., Schröder C., Yadav S., Sánchez A., Rodríguez D., Abdel Malek D. (2019). Towards 2020: how Mediterranean countries are performing to protect their sea. 38 pages.
- Grorud-Colvert, K., Sullivan-Stack, J., Roberts, C., Constant, V., Horta e Costa, B., Pike, E.P., Kingston, N., Laffoley, D., Sala, E., Claudet, J., Friedlander, A.M., Gill, D.A., Lester, S.E., Day, J.C., Gonçalves, E.J., Ahmadi, G.N., Rand, M., Villagomez, A., Ban, N.C., Gurney, G.G., Spalding, A.K., Bennett, N.J., Briggs, J., Morgan, L.E., Moffitt, R., Deguignet, M., Pikitch, E.K., Darling, E.S., Jessen, S., Hameed, S.O., Di Carlo, G., Guidetti, P., Harris, J.M., Torre, J., Kizilkaya, Z., Agardy, T., Cury, P., Shah,

N.J., Sack, K., Cao, L., Fernandez, M., Lubchenco, J., 2021. The MPA Guide: A framework to achieve global goals for the ocean. *Science* 373, eabf0861. <https://doi.org/10.1126/science.abf0861>

Hackradt, C.W., García-Charton, J.A., Harmelin-Vivien, M., Pérez-Ruzafa, Á., Le Diréach, L., Bayle-Sempere, J., Charbonnel, E., Ody, D., Reñones, O., Sanchez-Jerez, P., Valle, C., 2014. Response of Rocky Reef Top Predators (Serranidae: Epinephelinae) in and Around Marine Protected Areas in the Western Mediterranean Sea. *PLoS ONE* 9, e98206. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098206>

La Mesa, G., Salvati, E., Agnesi, S., Tunesi, L., 2017. Assessment of coastal fish assemblages before the establishment of a new marine protected area in central Mediterranean: its role in formulating zoning proposal. *Mediterranean Marine Science* 18, 11. <https://doi.org/10.12681/mms.1788>

Lausche B., Laur A., Collins M. (2021). Marine Connectivity Conservation 'Rules of Thumb' for MPA and MPA Network Design. Version 1.0. IUCN WCPA Connectivity Conservation Specialist Group's Marine Connectivity Working Group.

Lieberknecht, L. M., Mullier, T. W., and Ardron, J. A. (2014) Assessment of the ecological coherence of the UK's marine protected area network. A report prepared for the Joint Links.

Meehan, M.C., Ban, N.C., Devillers, R., Singh, G.G., Claudet, J., 2020. How far have we come? A review of MPA network performance indicators in reaching qualitative elements of Aichi Target 11. *CONSERVATION LETTERS* 13. <https://doi.org/10.1111/conl.12746>

Olsen EM, Johnson D, Weaver P, Goñi R, Ribeiro MC, Rabaut M, Macpherson E, Pelletier D, Fonseca L, Katsanevakis S, Zaharia T (2013). Achieving Ecologically Coherent MPA Networks in Europe: Science Needs and Priorities. Marine Board Position Paper 18. Larkin, KE and McDonough N (Eds.). European Marine Board, Ostend, Belgium.

O'Leary, B.C., Brown, R.L., Johnson, D.E., von Nordheim, H., Ardron, J., Packeiser, T., Roberts, C.M., 2012. The first network of marine protected areas (MPAs) in the high seas: The process, the challenges and where next. *Marine Policy* 36, 598–605. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.11.003>

Rees, S.E., Pittman, S.J., Foster, N., Langmead, O., Griffiths, C., Fletcher, S., Johnson, D.E., Attrill, M., 2018. Bridging the divide: Social-ecological coherence in Marine Protected Area network design. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst* 28, 754–763. <https://doi.org/10.1002/aqc.2885>

Schreckenberg, K., Franks, P., Martin, A., Lang, B., 2016. Unpacking equity for protected area conservation. *PARKS* 22, 11–28. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.PARKS-22-2KS.en>

United Nations, 2019. Notification to the Parties, Ecological connectivity in the POST-2020 global biodiversity framework . <https://www.cms.int/en/news/notifications>