



Fiche 1 : Réduire les impacts des changements d'usage des mers



Table des matières

1. CONTEXTE, ETAT DES CONNAISSANCES.....	3
1.1 Les activités et les pressions	3
1.2 Les pistes de solutions générales.....	9
1.3 Les pistes de solutions spécifiques	13
2. EXTRACTION DES DONNEES DES PUBLICATIONS.....	15

1. CONTEXTE, ETAT DES CONNAISSANCES

1.1 LES ACTIVITES ET LES PRESSIONS

Les nombreux changements d'usage de la mer et des terres côtières constituent un facteur majeur de dégradation de ces milieux (Ipbès, 2019).

On assiste à une **augmentation des activités offshore** - telles que la production d'énergie, l'aquaculture, le tourisme, le développement des biotechnologies et l'exploitation minière (Stuiver *et al.*, 2016) ou encore l'installation de plateformes multi-usages (MUPs). Ces activités font des mers européennes le théâtre d'une croissance massive des infrastructures maritimes et d'une compétition spatiale (Stuiver *et al.*, 2016).

Parmi les activités *offshores*, la **pisciculture en cages flottantes** pose la question, à l'échelle européenne, des évasions (Arechavala-Lopez *et al.*, 2018) qui recouvrent l'échappée de poissons isolés, de groupes de poissons (de quelques-uns au million), d'œufs viables et fécondés (Arechavala-Lopez *et al.*, 2018). Elles se produisent en raison de défaillances techniques et opérationnelles : morsure de filet par les poissons à l'intérieur ou par attaque de prédateurs à l'extérieur (cette dernière constitue environ 50 % des causes, particulièrement pour les daurades) ; contraintes mécaniques entraînant des trous dans les filets ou la rupture d'amarrage des cages (environ 40 % des causes, notamment lors de tempêtes ou de présence de grands mammifères marins) ; échappement lors des manipulations pour la collecte, le calibrage, etc. (environ 10 % des causes) (Arechavala-Lopez *et al.*, 2018).

Le **développement des énergies marines renouvelables** (EMR) est également notable. Celles-ci peuvent fournir jusqu'à 7 % de la demande mondiale en électricité : la plupart via l'éolien *offshore*, l'énergie marémotrice pourrait répondre, quant à elle, à environ 0,75 % de cette demande (Fox *et al.*, 2018). Si extraire l'énergie des courants de marées, prévisibles, est une idée séduisante, peu de sites conviennent pour les installations. Cependant, un grand nombre de dispositifs marémoteurs sont actuellement en cours de développement (Fox *et al.*, 2018). En France, un déploiement expérimental a eu lieu au niveau du raz Blanchard, lieu de passage d'un intense courant de marée. Les principales préoccupations environnementales liées à ces dispositifs ciblent les perturbations physiques, les risques de collision, les modifications hydrographiques et la génération de bruits et de champs électromagnétiques (Fox *et al.*, 2018). En termes de risques de pollution, on dispose de peu d'informations les revêtements anti-*biofouling* qui devront être utilisés pour protéger les turbines, transformateurs et autres appareils de la *biofouling* (Fox *et al.*, 2018).

L'**augmentation du trafic maritime en général** menace particulièrement les populations de cétacées (espèces parapluie), par ailleurs confrontées à la perte d'habitat et aux pêcheries commerciales (Pennino *et al.*, 2017). Le trafic maritime engendre des perturbations physiques et acoustiques qui peuvent provoquer, à court terme, des changements physiologiques et de comportement et, à long terme, des changements dans la distribution des cétacés. En outre, les collisions avec les navires sont régulièrement signalées. Des preuves de collisions ont été décrites pour 11 espèces de grandes baleines, pour lesquelles le rorqual commun, *Balaenoptera physalus*, était le plus

fréquemment impliqué (Pennino *et al.*, 2017). En particulier, la navigation de plaisance, en développement à travers le monde, est d'autant plus impactante, qu'elle est un des piliers de « l'économie bleue » (*Blue Economy*) de l'Union européenne et a donc vocation à se développer : aujourd'hui, 36 millions de citoyens européens participeraient régulièrement à des activités de plaisance, le secteur du tourisme nautique de l'Union européenne créerait jusqu'à 234 000 emplois et générerait 28 milliards d'euros de recettes annuelles (Carreño et Lloret, 2021).

Enfin, du fait de l'augmentation de la population urbaine et du tourisme de masse, les zones côtières sont particulièrement touchées par une urbanisation rapide (à titre d'exemple, en Paca, un quart des zones qui ont été urbanisées au cours de la période 1990-2012 se trouvent dans les 15 premiers kilomètres de côte (Doxa *et al.*, 2017). Cette urbanisation entraîne la perte d'habitats naturels, les habitats côtiers se distinguant souvent par une diversité végétale unique et une spécialisation élevée au sein de forts gradients écologiques à de petites échelles spatiales (adaptation à des niveaux stressants de salinité, de sécheresse et de température par exemple) (Doxa *et al.*, 2017). De nombreuses plantes sont donc très vulnérables à la diminution de leurs habitats : cela rend la priorisation des actions de conservation au sein des zones côtières particulièrement urgente (Doxa *et al.*, 2017).

Les impacts sur la biodiversité sont développés et détaillés dans l'encart 1. Le cas particulier de la Méditerranée, hot spot de biodiversité soumis à de fortes pressions, est développé dans l'encart 2. Les réponses des espèces à ces perturbations sont variables : changement de comportement (modification des directions de nage), augmentation de la durée de nage, augmentation de la cohésion de groupe, changements physiologiques (respiration chez les dauphins), voire évitement saisonnier de certaines zones (Carreño et Lloret, 2021).

Encart 1:

Les activités, pressions et les impacts sur la biodiversité

La navigation de plaisance et le trafic maritime peuvent avoir plusieurs effets, potentiellement synergiques, sur la végétation et la faune aquatiques et marines :

- **L'ancrage** affecte différents habitats sensibles (fonds de maërl par exemple) dont des habitats prioritaires de la directive 92/43/CEE (prairies de posidonies *Posidonia oceanica*, assemblages coralligènes par exemple). En Méditerranée, les herbiers de posidonies auraient régressé de 34% (Carreño et Lloret, 2021).
- **Les embarcations** peuvent être responsables de **collisions avec les animaux marins** (tortues, poissons-lune *Mola mola*), occasionnant blessures ou mortalité. Si ce phénomène reste marginal, il tend à progresser et ne peut, de ce fait, être ignoré. En Méditerranée, ces collisions sont plus fréquentes en été du fait du nombre bateaux de plaisance et ont été rapportées au sein du Sanctuaire Pélagos (Carreño et Lloret, 2021).

- **Les engins à moteurs** (bateaux, jet-ski, etc.) contribuent à **la remise en suspension de sédiments**. Cela affecte la turbidité de l'eau et diminue la pénétration de la lumière, pouvant ainsi avoir des effets sur les algues et les phanérogames marins, pouvant augmenter le risque d'eutrophisation, de bloom de bactéries toxiques et d'algues nocives en raison de la présence de plus de particules organiques en suspension (Carreño et Lloret, 2021). Cela entraîne aussi un risque d'hypoxie.
- **Le bruit des engins à moteur** génère également **des perturbations**. Les sons d'origine anthropique peuvent interférer avec la capacité des poissons et des mammifères marins à détecter des sons biologiques. Chez le poisson-demoiselle (*Chromis chromis*), le corb (*Sciaena umbra*), et le gobie à bouche rouge (*Gobius cruentatus*), le bruit des bateaux diminue la sensibilité auditive et augmente le temps passé dans les caches. Le succès reproducteur de certaines espèces utilisant des signaux sonores lors des parades (gobie à deux ocelles *Gobiusculus flavescens* et le gobie varié *Pomatoschistus pictus*) pourrait être diminué (Carreño et Lloret, 2021).
- **La lumière artificielle** émise par les bateaux, de plus en plus puissante au fil des années, peut contribuer à perturber ou modifier le comportement de la faune marine (Carreño et Lloret, 2021).
- De façon générale, **le trafic maritime intense** génère **des effets sur le comportement des cétacés** (*Stenella coeruleoalba*, *Tursiops truncatus* et *Balaenoptera physalus*) : changements dans les schémas de respiration, les comportements actifs en surface, la vitesse de nage, la distanciation avec les congénères, des comportements d'approche ou d'évitement allant jusqu'au contournement de la zone d'interaction (Pennino *et al.*, 2017), les excluant alors potentiellement d'importantes zones d'alimentation.
- Les **déchets inorganiques rejetés en mer** constituent aussi une menace de pollution dans les aires marines protégées (Carreño et Lloret, 2021). Parmi eux, les pollutions par les carburants et les huiles sont très impactantes. Une attention particulière doit être portée à la plaisance, qui, même si elle ne représente que 1 % de la pollution marine totale a des effets significatifs à un niveau local puisque 20 à 30 % des carburant et huile des bateaux concernés seraient rejetés dans la mer du fait d'un manque d'efficacité énergétique. On note également des pollutions dues au rejet des eaux de ballast contenant du carburant, de l'huile et d'autres substances toxiques. Les métaux lourds et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs) des carburants sont bio-accumulés à travers la chaîne trophique et touchent ainsi les produits de consommation humaine. Les HAPs peuvent induire des dommages génétiques dans tous les organismes vivants, même à de faibles concentrations (Carreño et Lloret, 2021). Les peintures antisalissures à base de tributylétain (TBT) sont très

nocives pour les organismes. Elles peuvent se dissoudre dans l'eau : des traces de ce produit ont été retrouvées dans certaines zones comme le parc naturel marin d'Iroise. Celles contenant du zinc et du cuivre peuvent aussi entraîner une pollution (Carreño et Lloret, 2021).

- D'autres pollutions par les déchets organiques, comme les rejets des eaux de toilette dans l'environnement, peuvent contenir des bactéries et des virus potentiellement toxiques. Les eaux usées (douche, vaisselle...) peuvent contenir des polluants engendrant la contamination des fruits de mer, la prolifération de micro-organismes et de micro-algues toxiques, l'hypoxie, l'étouffement des organismes benthiques (cas des bâtisseurs de récifs) et l'introduction d'espèces exotiques envahissantes. Ces eaux contiennent aussi des polluants organiques persistants (POPs) bio-accumulés par la flore et la faune (Carreño et Lloret – 2021).
- La contribution du nautisme à **la pollution atmosphérique** en matière de CO₂ et NOx, principaux responsables de **l'acidification des océans**, est peu documentée. Les émissions annuelles de CO₂ des bateaux de plaisance sont de 38 % moindres que celles des bateaux commerciaux, mais sont augmentent de 140 % en été (Carreño et Lloret, 2021).
- Enfin, le nourrissage d'animaux par les plaisanciers peut affecter leurs comportements et habitudes alimentaires (Carreño et Lloret, 2021).

Les infrastructures maritimes, que ce soit pour la génération d'énergie renouvelable ou pour de multiples usages combinés, ont des effets. Une grande partie est due à l'augmentation du trafic lors des installations et dé-installation et à la réalisation de forages. On retrouve les impacts causés par l'ancrage, les collisions, l'augmentation de la turbidité de l'eau, du bruit sous-marin, les pollutions (peintures anti-salissures apposées sur les matériaux), etc. mais aussi les possibles effets de champs électromagnétiques (Fox *et al.*, 2018) (Stuiver *et al.*, 2016) : **blessures ou mort, exclusion de potentielles zones d'alimentation, perturbations physiques, perturbations physiologiques et du cycle de vie, bioaccumulation de polluants, etc.** Dans certains cas (*Phoca vitulina*), ces installations peuvent être des zones d'alimentation (Fox *et al.*, 2018).

L'échappement des fermes piscicoles induit les risques et impacts associés à l'introduction d'espèces non indigènes : **compétition** pour les ressources, augmentation de la **prédation**, perturbation des communautés locales (**hybridation**, etc.), introduction de **maladies** voire des effets secondaires socio-économiques (pertes économiques des exploitations, interactions avec les pêcheries) (Arechavala-Lopez *et al.*, 2018).

Le cas particulier de la Méditerranée

La **mer Méditerranée**, hot spot mondial de biodiversité marine, concentre 4 à 18 % des espèces marines connues (Koeck *et al.* 2015). Elle compte aussi parmi les aires maritimes les plus soumises à de fortes pressions.

1. En matière de trafic maritime :

- Le trafic maritime en mer Méditerranée est intense : près de 222 000 navires, y compris les ferries et les bateaux de pêche, y naviguent quotidiennement (Pennino *et al.*, 2017). L'intensité du trafic atteint un pic en été, notamment du fait des navires de croisière et des ferries reliant les destinations touristiques (Pennino *et al.*, 2017).
- En outre, on s'attend à ce que l'intensité du trafic maritime dans les eaux méditerranéennes européennes augmente au cours des prochaines années en raison de l'application du programme de l'Union européenne sur les « Autoroutes de la mer » comme alternative au transport terrestre de fret (Pennino *et al.*, 2017).
- En Méditerranée occidentale, une grande partie du trafic passe par le nord de la Sardaigne, par le détroit de Bonifacio, une zone naturelle remarquable avec différents niveaux de protection : le Sanctuaire Pelagos, le Parc marin international des Bouches de Bonifacio, la Réserve naturelle des Bouches de Bonifacio, les aires marines protégées de l'Asinara et de la Maddalena (Pennino *et al.*, 2017).

Dans ce contexte, il est essentiel d'identifier les zones de trafic les plus intenses qui peuvent croiser ou se superposer avec les habitats critiques pour les cétacés afin de fournir des mesures potentielles de conservation/atténuation pour protéger ces espèces et planifier les futurs programmes de surveillance du trafic (Pennino *et al.*, 2017).

2. En matière de tourisme nautique :

- La mer Méditerranée est aussi l'une des destinations les plus populaires pour le tourisme nautique. Son attractivité tient au climat et aux paysages, mais également à ses installations : marinas, installations pour la confection, bassins d'entretien et de réparation (Carreño et Lloret, 2021). Ainsi, on compte environ 400 000 postes d'amarrage en Méditerranée, répartis dans près de 1000 marinas (dont environ 10% en France) (Carreño et Lloret, 2021). Le secteur représenterait près de 60% des recettes annuelles à l'échelle de l'Union européenne, et, depuis 2008, la production de bateaux de plaisance dans les

pays méditerranéens européens affiche un taux de croissance annuel moyen de 10 % (Carreño et Lloret, 2021).

- La majeure partie de la flotte de loisirs est composée de bateaux à moteur (87 %) et de bateaux d'une longueur comprise entre 2,5 et 24 m (90%) (Carreño et Lloret, 2021). Néanmoins, la présence des bateaux de plus de 24 mètres de long, aussi appelés « superyachts », se développe : on assiste à une croissance annuelle moyenne de 3,5 % de leur présence en Méditerranée et de nombreux ports concentrent leur économie sur les segments des grands yachts pour réhabiliter et réaménager leurs infrastructures (Carreño et Lloret, 2021).
- Dans de nombreux pays méditerranéens de l'Union européenne, tels que l'Espagne, la France et l'Italie, les capacités des ports de plaisance atteignent des chiffres très élevés - jusqu'à 100 amarres par kilomètre - tandis que les voies de navigation sont extrêmement denses - plus de 100 h de présence de super yachts par km² et par an - dans ces zones de la Méditerranée occidentale (Carreño et Lloret, 2021). Aujourd'hui, l'industrie du tourisme côtier et maritime atteint une surcapacité dans de nombreuses destinations méditerranéennes populaires, conduisant ainsi à des défis socio-économiques et environnementaux qui menacent sa contribution à la croissance économique (Carreño et Lloret, 2021).

Face à la croissance du secteur nautique en Méditerranée, l'inquiétude quant aux impacts négatifs de la navigation de plaisance sur l'environnement marin, notamment dans les aires marines protégées, monte (Carreño et Lloret, 2021). Si les densités élevées concernent les petits bateaux, les impacts des grands yachts sont encore plus importants (Carreño et Lloret, 2021). Toutes les analyses des effets de la navigation de plaisance, réalisées principalement pour la navigation en eau douce, montrent qu'il peut y avoir plusieurs effets, potentiellement en interaction, sur la végétation et la faune aquatiques (Carreño et Lloret, 2021). Les impacts écologiques de la navigation de plaisance sur l'environnement marin côtier méditerranéen nécessitent d'être bien caractérisés.

3. En matière de pisciculture

- La pisciculture en cages flottantes a augmenté au cours des dernières décennies en mer Méditerranée, notamment pour l'élevage de la daurade royale (*Sparus aurata*) et du bar européen (*Dicentrarchus labrax*) – ces productions étant réalisées par de nombreux pays du pourtour méditerranéen, Grèce et Turquie en tête selon les données disponibles en 2015 (Arechavala-Lopez *et al.*, 2018).

Les évasions associées représenteraient plus de 42,8 millions d'euros de pertes annuelles (Arechavala-Lopez *et al.*, 2018). De plus, cela soulève des questions quant aux risques environnementaux causés par l'accroissement soudain d'une forte biomasse dans l'environnement. Des études ont montré des effets négatifs sur les

espèces sauvages apparentées et les populations indigènes (Arechavala-Lopez *et al.*, 2018).

4. En matière d'urbanisation :

- Le bassin méditerranéen est un exemple typique de la tension entre urbanisation et protection de la biodiversité : il ne couvre que 2 % de la surface terrestre, mais abrite plus de 20 % des espèces de plantes vasculaires connues, dont une proportion particulièrement élevée d'espèces endémiques (>50 %) (Doxa *et al.*, 2017). En parallèle, il s'y trouve des villes densément peuplées sur d'étroites franges côtières (Doxa *et al.*, 2017).

Afin de protéger la biodiversité côtière, il est nécessaire de coordonner les efforts de désignation de nouvelles réserves et de tenir compte des niveaux de rareté et de vulnérabilité des habitats et des espèces (par exemple habitats rocheux d'espèces endémiques et rares peu sensibles à l'urbanisation versus habitats dunaires d'espèces répandues sensibles et menacés) (Doxa *et al.*, 2017). Il convient de distinguer les effets des déclin (des habitats ou des populations) des effets de la rareté (des habitats ou des espèces), ce qui est possible en utilisant les récents critères de hiérarchisation pour les « Listes rouges » de l'Union internationale de conservation de la nature (IUCN) (Doxa *et al.*, 2017). Il reste également à développer les connaissances sur la biodiversité irremplaçable déjà perdue et l'évaluation de l'efficacité à préserver la biodiversité côtière de l'urbanisation, des aires protégées actuelles, en fonction de leur degré de protection (Doxa *et al.*, 2017).

En 2020, on comptait 1062 aires marines protégées (AMP) en mer Méditerranée, recouvrant 6 % à 8 % du bassin méditerranéen (le sanctuaire Pelagos et le corridor migratoire des cétacés contribuant pour beaucoup à la surface), dont la quasi-totalité (97,33 %) située dans les eaux des pays membres de l'Union européenne (Mapamed, 2019 ; Claudet *et al.* 2020). Cependant, 95% de la surface de ces aires étaient dépourvus de réglementations suffisantes permettant de réduire les impacts humains sur la biodiversité – les aires marines protégées ayant des niveaux efficaces de protection ne représentant que 0,23 % du bassin méditerranéen, inégalement réparti entre les frontières politiques et les écorégions (Claudet *et al.* 2020) - et pour soutenir les moyens de subsistance des communautés locales (Mapamed, 2019).

1.2 LES PISTES DE SOLUTIONS GENERALES

1.2.1. Améliorer la connaissance de la biodiversité, suivre et protéger :

- Réaliser le suivi long-terme de différentes composantes de la biodiversité des milieux afin de détecter les changements – si possible de façon précoce – et

d'identifier les espaces et les espèces à protéger – en tenant compte des aires de dispersion et des interactions au sein des communautés (par exemple : herbiers de *Posidonia oceanica* et les espèces qui y vivent) ;

- Augmenter la surface des zones protégées de l'ordre de 17 % sur la zone côtière, avec un niveau de protection limitant la destruction par l'urbanisation ;
- Connecter les aires protégées entre elles ;
- Définir des zones marines où les activités extractives (par exemple la pêche, les activités minières) sont interdites.

Les aires marines protégées sont des outils de gestion adaptés, car elles protègent simultanément les ressources vivantes de l'exploitation, mais aussi les habitats essentiels dont elles dépendent (Koeck *et al.* 2015). Si leur gestion est efficace, ces outils ont des effets positifs sur le vivant : augmentation des densités de populations, de la biomasse, de la taille moyenne des organismes et de la diversité biologique (Koeck *et al.* 2015).

L'un des objectifs est aujourd'hui de concevoir des **réseaux d'aires protégées interconnectées**, à l'échelle du paysage marin plutôt que des aires protégées isolées à une échelle régionale ou nationale afin d'obtenir les bénéfices écologiques escomptés (Koeck *et al.* 2015). Caractériser les effets du système hydrodynamique de telles aires sur la dispersion des larves permet de fournir des lignes directrices pour la planification cohérente de l'espace marin (Koeck *et al.* 2015). En effet, la plupart des espèces de poissons marins côtiers présentent un cycle de vie divisé en un premier stade de vie pélagique facilitant la dispersion (œufs/larves) (*early life stage*, ELF) et une phase relativement sédentaire (juvénile/adulte) (Koeck *et al.* 2015). Le processus de dispersion, complexe et difficile à anticiper, est généralement considéré comme le principal moteur de la connectivité des populations et des sous-populations de poissons marins. Cependant, le recrutement local joue également un rôle important (Koeck *et al.* 2015). On note aussi que les cétacés sont considérés comme des espèces « parapluie » et il a été démontré que les zones protégées conçues sur la base de la distribution des prédateurs supérieurs sont très efficaces, conduisant à des niveaux de biodiversité plus élevés et à davantage de bénéfices pour l'écosystème (Pennino *et al.*, 2017). Ainsi, la protection des habitats des cétacés pourrait être une question prioritaire pour la planification de l'espace maritime - leur protection pouvant servir de mesures indirectes pour la gestion des mers en général (Pennino *et al.*, 2017).

1.2.2. Planifier, anticiper et éviter les effets des infrastructures maritimes :

- Développer un cadre politique clair pour l'installation d'infrastructures maritimes, notamment celles combinant plusieurs usages : procédure d'autorisation intégrant les principes de la planification spatiale, études d'impacts spécifiques aux sites visés, système de suivi / de surveillance environnementale.

- Améliorer, sur les plans scientifique et réglementaire, les études d'impacts environnemental et la méthode des suivis : pertinence des récepteurs surveillés, meilleure compréhension des interactions infrastructures – populations animales, travaux conjoints avec des programmes de suivis nationaux ou internationaux déjà en place...

La planification de l'espace maritime fournit un cadre pour gérer ces multiples usages (trafic maritime, pêche, etc.) et en minimiser les impacts environnementaux, tout en réduisant les conflits entre les utilisateurs (Pennino *et al.*, 2017). Au sein de la planification, l'évaluation spatialement explicite des risques est une composante essentielle, car elle relie la distribution d'espèces clés à la distribution des activités humaines et leurs potentiels effets (Pennino *et al.*, 2017).

En particulier, la planification systématique des zones de conservation – marines et/ou côtières - permet d'identifier des espaces avec une biodiversité irremplaçable, de prendre en compte la vulnérabilité des espèces, d'augmenter la complémentarité des réserves – et, ainsi, de prévenir les pertes de biodiversité (Doxa *et al.*, 2017).

La planification permet donc - en combinant des informations de distribution des espèces, de modélisation de l'utilisation des sols – de proposer des scénarios de priorisation et d'identifier les zones non protégées « de haute priorité », lesquelles complèteraient de manière optimale le réseau existant d'aires protégées (Doxa *et al.*, 2017).

Les plateformes maritimes polyvalentes peuvent également être une solution pour concentrer les activités et optimiser l'utilisation de l'espaces. Elles sont destinées à de multiples usages – production d'énergie et aquaculture par exemple – afin de limiter les conflits pour les espaces (Stuiver *et al.*, 2016). Ces plateformes peuvent être définies comme des zones maritimes au sein desquelles de multiples activités sont combinées, soit de façon totalement intégrée, soit de façon voisine, bénéficiant ainsi les unes des autres (infrastructure, maintenance...), et pour des activités étendues aux secteurs de la « croissance bleue » (Stuiver *et al.*, 2016). Ces plateformes sont elles-mêmes sources d'activités, de pressions et donc d'impacts potentiels. Compte tenu des défis socio-économiques et écologiques, et les difficultés pratiques (par exemple entre pêcheurs et installateurs de fermes éoliennes), la façon de mettre en œuvre ces infrastructures n'est pas encore claire (Stuiver *et al.*, 2016).

D'autre part, **en amont de projets** :

- Des **approches incluant de multiples parties prenantes** (décideurs politiques, entreprises, représentants sectoriels, ONG, citoyens, instituts de recherche) et une **composante technique** peuvent être développées afin d'analyser différents modes de gouvernance des planifications de l'espace maritime en fonction de facteurs politiques, économiques, sociaux, techniques, environnementaux et

juridiques et afin d'identifier les combinaisons possibles et concrètes d'activités (Stuiver *et al.*, 2016).

- Lors de développements technologiques coûteux, **les niveaux d'impact** acceptables doivent être précisés par le législateur – en s'appuyant sur les résultats scientifiques – précocement, et ce pour limiter l'incertitude qui pourrait affecter la commercialisation (Fox *et al.*, 2018). En effet, avant d'obtenir les autorisations nécessaires au passage à une échelle commerciale, les concepteurs des dispositifs doivent satisfaire le législateur en ce qui concerne les impacts environnementaux probables (Fox *et al.*, 2018). En Europe, les industriels sont tenus de réaliser une **étude d'impact environnemental** avant chaque projet d'installation, mais **la validité scientifique de ce processus et de ses résultats** doit être renforcée, car elle est régulièrement critiquée (dépendance aux jugements d'experts, doute quant à la capacité à assurer une protection effective de l'environnement...) (Fox *et al.*, 2018).

Et en phase de fonctionnement des projets :

- Après une installation, un **plan de surveillance de l'environnement**, centré sur un ensemble de « récepteurs » considérés comme les plus à risque, est également requis. Pour le milieu marin, il s'agit souvent des vertébrés : poissons, mammifères marins et oiseaux (Fox *et al.*, 2018). Malgré des protocoles bien établis dans certains secteurs (extraction pétrolière et gazière *offshore*) et l'expérience acquise dans l'éolien *offshore*, des lacunes significatives ont été relevées dans les suivis environnementaux de ces installations : faible puissance statistique, difficultés pour relier les impacts locaux aux populations et pour évaluer les impacts cumulés (Fox *et al.*, 2018).
- Les enjeux liés à ces programmes de surveillance doivent être mieux compris par le législateur, les développeurs de dispositifs d'énergie marine renouvelable et toute autre partie prenante afin d'être mieux réalisés et que la « richesse en données » ne soit plus suivie d'une « pauvreté en informations » (Fox *et al.*, 2018). Il en va du rapport coût / efficacité de ces protocoles, de la détection effective d'impacts non négligeables sur les populations et les écosystèmes mais aussi de la confiance que les investisseurs peuvent accorder aux projets en développement (Fox *et al.*, 2018).

1.2.3. Éduquer et sensibiliser :

- Promouvoir l'utilisation de peinture anti-salissures plus écoresponsables ;
- Sensibiliser les navigants au recyclage des déchets et améliorer les installations de collecte et de traitement des déchets dans les ports et marinas. ;

- Promouvoir les bonnes pratiques de gestion de fermes piscicoles : guide de bonnes pratiques, formation continue, etc.

1.2.4. Engager une réflexion à l'échelle européenne :

En effet, la stratégie de « croissance bleue » (*Blue Growth*) de la Commission européenne, visant à soutenir une croissance durable dans les secteurs marin et maritime, inscrite dans le cadre de « l'économie bleue » (*Blue economy*), a stimulé de nombreuses activités qui sont venues aggraver les pressions (Stuiver *et al.*, 2016). D'autre part, une harmonisation législative concernant le rejet de certaines eaux s'avérerait bénéfique.

Ces questions s'inscrivent dans des débats plus larges qui croisent les accords mondiaux en faveur de la biodiversité, la législation nationale basée sur le « principe de précaution » à l'encontre d'impacts négatifs potentiels, la balance entre les « impacts locaux » et les « bénéfiques globaux » (Fox *et al.*, 2018). Plusieurs stratégies ont été proposées, notamment pour les installations offshore (approche basée sur les risques, gestion adaptative, etc.), mais, dans tous les cas, **les débats sont fortement contextualisés culturellement** et leurs aboutissements tendent à **dépendre des valeurs relatives que les sociétés accordent aux services écosystémiques par rapport aux services économiques** (Fox *et al.*, 2018).

1.3 LES PISTES DE SOLUTIONS SPECIFIQUES

Des **propositions de solutions spécifiques** ont été effectuées au regard des activités, des pressions qu'elles induisent et des impacts sur le vivant qui en découlent. Elles nécessitent **la mobilisation des acteurs, des pouvoirs publics et des chercheurs à différents niveaux : local, national et européen.**

1.3.1. Planifier, anticiper et éviter les impacts des fermes piscicoles :

- Lors de l'analyse de sites d'implantation possibles, associer plusieurs données à la planification spatiale : cartographie bionomique, bathymétrie, zones de protection, utilisations de la zone côtière ;
- Associer l'analyse de risque d'échappement au choix des sites d'implantation de fermes piscicoles ;
- Utiliser des systèmes d'amarrage adéquats, des structures flottantes et de cages à filet appropriées et de bonne qualité pour prévenir l'introduction d'échappées et de gamètes dans le milieu naturel ;
- Instaurer des programmes de biosécurité, y compris génétiques : contrôles de l'état de santé et des maladies des poissons, développer des techniques pour re-

capturer les œufs fécondés libérés (par exemple : installation de filets collecteurs d'œufs à l'extérieur des cages) en s'inspirant des systèmes déjà déployés par ailleurs (Projet TRANSDOTT-FP7) ;

- Instaurer un système d'information de l'administration locale en cas d'échappement ;
- Déployer le suivi de l'efficacité des mesures d'atténuation mises en place (par exemple : lutte contre l'échappement de fermes piscicoles).

1.3.2. Planifier et limiter le trafic et les amarrages délétères :

- Adopter des mesures de planification spatiale et de gestion aux niveaux national et transfrontalier ;
- Installer des dispositifs de séparation du trafic dans les zones sensibles où le tourisme de loisir est important en s'inspirant des systèmes déjà déployés par ailleurs (Cabo de Gata-Nijar, Espagne) ;
- Restreindre, voire interdire, la navigation et l'amarrage dans les zones d'herbiers marins pour tous les navires au sein des aires marines protégées (par exemple : bateaux de plus de 24 mètres, de plus de 42 mètres., etc.) ;
- Généraliser l'installation de bouées d'amarrage écologiques en s'inspirant des systèmes déjà déployés par ailleurs (Cap d'Agde par exemple) ;
- Réglementer strictement la location de bateaux, au moins dans les aires protégées, pour limiter les usagers susceptibles d'occasionner des dégâts.
- Exiger un "permis d'entrée" dans les aires protégées pour limiter le nombre de navires en fonction de la capacité de charge estimée du site ;
- Instaurer un système de surveillance des navires de pêche avec des contrôleurs embarqués ;
- Adapter les mesures pour couvrir tout au long de l'année les différents stades de cycle de vie des espèces présentes.

1.3.3. Limiter les nuisances et pollutions associées au trafic intense :

- Établir des limites de vitesse pour les navires de plaisance au-delà de la zone des 300 mètres en s'inspirant des systèmes déjà déployés par ailleurs (Parc national de Cabrera, Espagne) ;
- Interdire aux bateaux dépourvus de réservoirs à eaux noires l'accès aux aires protégées en s'inspirant des systèmes déjà déployés par ailleurs (Port Cros) ;
- Réglementer strictement l'utilisation des produits contenant des métaux lourds et autres polluants.

2. EXTRACTION DES DONNEES DES PUBLICATIONS

TABLE 1 : Types d'activités humaines qui ont été citées comme cause de changement d'usage de mer dans les 6 articles scientifiques retenus après phase de tri et sélection par façade maritime française (cf. Bibliographie. Carreño *et al.*, 2021 ; Fox *et al.*, 2018 ; Arechavala-Lopez *et al.*, 2018 ; Doxa et al., 2017 ; Pennino et al., 2017 ; Stuver *et al.*, 2016.)

Façade Maritime Française X Grandes type d'activités	Activités spécifiques	
(MED) La Méditerranée	Aquaculture en mer	Élevage de dorades et de bars européens
	Artificialisation du littoral	Urbanisation
	Infrastructures industrielles	Plate-forme multi-usages (éoliennes + aquaculture)
	Navigation de plaisance	L'ancrage
		Décharges des eaux usées
		Les Embarcations
		Mauvaises pratiques de plaisance
Trafic maritime	Trafic maritime de haute intensité	
(MEMN) Manche est mer du nord	Infrastructures pour les énergies renouvelables	Phase de construction : augmentation des mouvements de navires et forage de points d'ancrage
		Phase de démantèlement
		Phase opérationnelle
(SA) Sud-Atlantique	Infrastructures industrielles	Plate-forme multi-usages (éoliennes + énergie houlomotrice)

TABLE 2 : Nombre de fois qu'un impact possible sur le vivant a été cité dans les 7 articles retenus (Carreño *et al.*, 2021 ; Fox *et al.*, 2018 ; Arechavala-Lopez *et al.*, 2018 ; Doxa *et al.*, 2017 ; Pennino *et al.*, 2017 ; Stuiver *et al.*, 2016) « | » indique que plus d'un impact a été cité pour une même pression

Types de modification	Impacts							Total
	Perte, destruction ou transformation d'habitat	Contamination	Changement de comportement	Modifications et déséquilibres des communautés	Blessures ou mort changement de comportement	Contamination changement de comportement	Inconnue	
Aquaculture en mer				1				1
Artificialisation du littoral	1							1
Infrastructures industrielles							2	2
Infrastructures pour les énergies renouvelables			1		2			3
La navigation de plaisance	1	1			1	1		4
Trafic maritime				1				1
Total	2	1	1	2	3	1	2	12

FIGURE 1 : résumant les différentes solutions proposées dans les 6 articles retenus, et le nombre de fois où elles ont été proposées. A se référer à l'annexe 3 pour toutes informations et intitulations complètes des différentes solutions proposées

