Note: Ce document a été préparé par le Centre d'Activités Régionales pour le Programme d'Actions Prioritaires (PAP/CAR) du Plan d'Action pour la Méditerranée - PNUE, en collaboration avec l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) et l'Institut de Biologie Marine de Crète (IBMC). Les auteurs du document sont: Antoine Dosdat, Maurice Héral, Ivan Katavic, Marc Kempf, Jean Prou et Chris Smith.

© 1996 Programme d'Actions Prioritaires
Split, Croatie

ISBN 953-6429-05-5

Cette publication peut être reproduite intégralement ou partiellement à des fins pédagogiques et non lucratives sans autorisation spéciale de la part du propriétaire des droits d'auteur, à condition que sa source soit proprement mentionnée. Le PAP serait reconnaissant de recevoir un exemplaire de toutes les publications qui ont utilisé ce matériel comme source.

Cette publication ne peut être vendue ni utilisée à quelque fin commerciale que ce soit sans autorisation préalable de la part du PAP.

A des fins bibliographiques, citer le présent document comme suit:

PAP/CAR: Approches pour l'aménagement de zones côtières en relation avec l'aquaculture en Méditerranée. PAP-10/EAM/GL.1. Split, Croatie, 1996, **38**pp.

Le Programme d'Actions Prioritaires (PAP), réalisé par le Centre d'Activités Régionales (CAR), à Split, Croatie, fait partie du Plan d'Action pour la Méditerranée (PAM) du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE). Bien que le PAP agisse comme un des centres du PAM depuis 1978, il est une institution nationale disposant du budget et du mandat d'effectuer un certain nombre d'activités du PAM dans les zones côtières du bassin méditerranéen.

Le PAP est une organisation centrée sur l'action, dont l'objectif principal est la mise en oeuvre d'activités pratiques, susceptibles de donner des résultats immédiats et de contribuer à la protection et l'amélioration de l'environnement méditerranéen, et au renforcement des capacités nationales et locales de gestion intégrée des zones côtières. Le PAP collabore avec un grand nombre d'organismes de l'ONU (PNUE, FAO, OMI, UNESCO, COI, OMS, AIEA, OMT, PNUD), d'institutions financières (Banque Mondiale, Banque Européenne d'Investissement), d'autres organisations internationales (Union Européenne, Conseil de l'Europe, UICN, etc.), d'institutions internationales et de compagnies-conseils.

Pour plus d'informations sur le PAP, veuillez vous adresser au:

Centre d'Activités Régionales du Programme d'Actions Prioritaires
(PAP/CAR)
Kraj sv. Ivana 11, HR-21000 Split, Croatie
Tél: +385 21 343499/591171, Fax: +385 21 361677
E-mail: pap@gradst.hr

PRÉFACE

Ce document a été préparé dans le cadre du réseau sur les “Aspects Environnementaux de la Gestion de l’Aquaculture en Méditerranée” (EAM-Environnement et Aquaculture en Méditerranée). Il est mis en oeuvre par le Centre d’Activité Régional pour le Programme d’Actions Prioritaires (PAP/CAR) agissant dans le cadre du Plan d’Action pour la Méditerranée (PAM) du Programme des Nations Unies pour l’Environnement (PNUE), Split, (Croatie); sa supervision est réalisée par le Conseil Général des Pêches de la Méditerranée (CGPM) et son Comité Aquaculture.

A l’occasion de séminaires organisés par le Projet d’Aquaculture Régionale en Méditerranée (MEDRAP II) du PNUD et le PAP/CAR, les participants ont exprimé le besoin d’un document permettant la sélection de sites favorables à l’aquaculture. Les débats se sont centrés sur les problèmes d’identification de zones propices, la définition des critères et méthodologies nécessaires à ce zonage, ainsi que la proposition de mesures de protection appropriées pour les opérations aquacoles existantes et futures, le tout en rapport avec le processus de gestion intégrée des zones côtières.

Pour répondre à ce besoin, l’objectif du document présent est d’être un outil efficace et standard pour l’aménagement côtier, afin d’assurer un développement durable de l’industrie aquacole tout en minimisant les conflits entre les différents utilisateurs des ressources côtières.

La structure et le contenu du document ont été définis à un réunion d’experts tenue à Split en octobre 1994. Il a été revu pendant une réunion tenue à Toulon, en février 1995, et terminé par un travail individuel de chaque auteur. Le document a ensuite été présenté et discuté devant le groupe de travail concernant la Sélection et la Protection des Sites aptes à l’Aquaculture tenu à Héraklion (Crète) en novembre 1995.

La préparation de ce document a bénéficié des suggestions du personnel du PAP/CAR et, en particulier, de A. Pavasovic et I. Trumbic. Les remarques d’ordre professionnel et linguistique de U. Barg (FAO) ont été très appréciées.

2 LE RÔLE DE L'AQUACULTURE DANS LA GESTION INTÉGRÉE DES ZONES CÔTIERES

Lorsque l'on définit le rôle de l'aquaculture dans la gestion intégrée des zones côtieres, il faut remarquer que cette industrie est relativement nouvelle et que son développement a coïncidé avec une augmentation de la prise de conscience des problèmes d'environnement. A l'inverse des autres industries situées en zone côtière, l'aquaculture dépend fortement des ressources aquatiques naturelles et se caractérise par son exigence d'un environnement de haute qualité. De par sa demande en sites spécifiques, et la compétition pour l'occupation de l'espace, le développement de l'aquaculture tend à se faire dans des régions défavorisées avec, parfois, peu de chances de succès.

Pour réussir, l'aquaculture demande beaucoup de données - biophysiques, sociales, économiques etc. Cependant, elle peut aussi avoir de multiples impacts sur l'environnement, certains positifs, d'autres négatifs. Par exemple, on lui reproche de perturber la navigation, de polluer l'environnement côtier (pollution visuelle, organique, chimique et génétique), ainsi que de transférer des maladies et parasites aux populations de poissons sauvages. Côté positif, elle fournit un produit de valeur aux consommateurs. Elle est également une activité prometteuse dans les zones rurales. Un autre impact physique avantageux est le fait que la présence de pisciculture ou de conchyliculture décourage des industries moins respectueuses de l'environnement de polluer ou de dégrader l'habitat naturel. L'aquaculture est généralement considérée comme une garantie pour la qualité de l'eau et une promesse d'intégrité pour l'environnement. Il faut noter que là où les projets aquacoles se sont révélés polluants, le choix d'un site impropre et une mauvaise gestion étaient souvent à mettre en cause.

Les impacts de l'aquaculture sur les conditions sociales n'ont pas été suffisament étudiés. Dans les zones rurales, en particulier, son importance a également été négligée. De plus, la plupart des communautés rurales dépendent fortement d'une activité principale (par exemple l'agriculture, les pêches traditionnelles ou le tourisme), ce qui les rend vulnérables aux investissements financiers externes.

Dans la plupart des cas, l'aquaculture représente une nouvelle activité, et, en tant que telle, doit se constituer des droits à l'accès au littoral et aux ressources existantes. La plupart des systèmes réglementaires protègent les activités établies. En général, dans bon nombre de pays, la législation et la réglementation sont souvent inadéquates et non-spécifiques à l'aquaculture. Elles sont basées sur un ensemble de règlements existant pour d'autres secteurs, et ne sont pas particulièrement bénéfiques à l'intégration de l'aquaculture et d'autres activités dans les plans d'aménagement du littoral.

Parce que l'aquaculture utilise à la fois l'environnement terrestre et aquatique, elle a connu beaucoup de duplication, de confusion et d'incertitude. Il en résulte des conflits avec les autres utilisateurs et gestionnaires du littoral comme, par exemple, les fréquents problèmes avec le tourisme. Chacun de ces utilisateurs a différentes exigences et aspirations. La pertinence de l'aquaculture dans la gestion intégrée des zones côtieres réside en l'interaction qu'elle implique entre scientifiques, planificateurs de la politique de gestion intégrée des zones côtieres, économistes, public en général et communautés littorales avoisinantes. Le manque de transfert d'informations efficace entre ces groupes est considéré comme l'obstacle majeur vis à vis de l'intégration de l'aquaculture dans les politiques de gestion intégrée des zones côtieres et dans les stratégies d'allocation des ressources.

Le rôle de l'aquaculture dans la gestion intégrée des zones côtieres est de développer une activité consciente des interdépendances environnement/production et de lui permettre de s'intégrer à l'écosystème. La gestion intégrée des zones côtieres pourra tirer profit d'une intégration totale de l'aquaculture si les techniques, la planification et la gestion sont en harmonie avec l'écosystème naturel et compatibles avec les autres utilisations du littoral de façon à ce que tout impact négatif soit minimisé.

3 L'AQUACULTURE ET L'OCCUPATION DU LITTORAL

La sélection de sites pour l'aquaculture est probablement l'un des principaux facteurs qui déterminent la faisabilité et la durabilité des projets aquacoles, d'autant plus que le littoral est sous la pression d'un grand nombre d'autres activités.

3.1 Les relations entre l'aquaculture et les autres utilisateurs du littoral

La compétition pour l'espace est l'un des facteurs critiques des relations entre l'aquaculture et les autres activités. Les zones de pêche, les frayères, les nourrisseries, les récifs artificiels, l'accès aux ports, les zones militaires, les remblais sur la mer, les zones protégées et les réserves, les zones de dragage, de loisirs pour la baignade, la voile ou la pêche peuvent être soumis à des réglementations limitant les possibilités de sélection de sites adaptés à l'aquaculture en mer. A terre, l'aquaculture interfère naturellement avec les autres activités développées sur le littoral et en particulier avec l'urbanisation, l'industrie, le tourisme et l'agriculture.

Le développement de l'aquaculture dépend de la qualité de l'environnement, surtout de la qualité de l'eau mais aussi des conditions du fond. Les pollutions chimiques sont engendrées par les activités industrielles, les pesticides (désherbants) largement employés dans l'agriculture intensive ainsi que l'utilisation générale de peintures antisalissures dans les activités de plaisance (TBT). La pollution bactérienne est liée davantage à l'urbanisation et au tourisme, qui provoquent souvent un dépassement des possibilités de traitement des eaux usées. La pollution biologique est à mettre en relation avec la vidange des eaux de ballast des bateaux pétroliers et minéraliers, responsable du transfert d'espèces non indigènes comme les vibrios cholériques, les algues toxiques et autres nuisibles. Les animaux d'élevage échappés, issus de lignées sélectionnées, peuvent présenter un haut risque génétique pour le maintien du patrimoine des poissons et des coquillages sauvages. La transmission de maladies liées à l'aquaculture dans des zones de pêche peut avoir des effets néfastes sur les stocks sauvages. Les pratiques agricoles et industrielles conduisent souvent à modifier les apports d'eau douce à la mer. Les centrales, avec leurs rejets d'eau chaude, les grands épandages d'eau usée, les drainages et irrigations nécessaires à l'agriculture, les barrages (pour le contrôle des inondations et la prévention de sécheresse) peuvent avoir des effets négatifs et positifs (nutriments, salinité, matière organique) en fonction de leur intensité et de la capacité de dispersion des eaux côtières. La qualité de l'eau entrant dans un système aquacole montre une grande variabilité dans le temps et doit donc être considérée comme faisant partie d'un processus dynamique. Par exemple, une pollution atteignant l'aquaculture peut avoir une origine éloignée et être transportée vers la zone aquacole par des courants locaux. Les concentrations d'un polluant peuvent être très faibles mais, à long terme, contaminer l'espèce élevée à un haut niveau. Les standards de qualité d'eau sont donc souvent difficiles à établir et la source de pollution difficile à localiser en raison des processus de dispersion. Les zones sur-urbanisées ou sur-industrialisées sont souvent responsables des rejets de matière organique à l'origine d'une eutrophisation ou d'un épuisement de l'oxygène. Les virus peuvent résister à l'épuration des eaux usées, et être à l'origine d'une contamination.

Les moyens économiques offerts au dévelop–pement de l'aquaculture sont influencés positivement par l'attraction des investissements et par les infrastructures (routes, électricité, approvisionnement) reliées à l'industrie, à l'urbanisation et au tourisme. Le tourisme induit souvent le développement de marchés locaux pour les produits aquacoles. La pêche à proximité des zones d'aquacultures peut également avoir un aspect positif pour celle-ci en favorisant les produits de la mer et en augmentant ainsi la demande.

Le développement de l'aquaculture dépend aussi des contraintes sociales. L'urbanisation peut amener de nouvelles façons de vivre, où la consommation de poissons frais et de coquillages peut être remplacée par un nouveau type de nutrition humaine (produits surgelés et cuisinés, haute qualité). Le système d'éducation de la pêche actuel pourrait avoir un effet positif pour la formation de nouveaux aquaculteurs. Cependant, la compétition entre aquaculteurs et pêcheurs pourrait grandir, particulièrement dans les zones de faible peuplement où le tranfert d'emplois de la pêche

vers l'aquaculture intervient et peut provoquer des troubles sociaux. Le développement de la protection de la vie sauvage et de la préservation des paysages marins implique des contraintes majeures pour l'expansion de l'aquaculture et provoque des conflits avec les habitants et les touristes. Au contraire, l'écotourisme associe l'activité touristique à la découverte de la nature et aux pratiques aquacoles.

Sur le littoral, les activités préexistantes sont protégées par un large éventail de réglementations, depuis le niveau international jusqu'au niveau municipal en passant par les planifications nationales. Toutes ces réglementations représentent des contraintes au développement d'activités nouvelles comme l'aquaculture.

Tableau 1: Relations entre aquaculture et autres usagers du littoral

ACTIVITÉS	INDUSTRIE ET PORTS	URBANISATION	TOURISMES ET LOISIRS	AGRICULTURE		PÊCHE
				INTENSIVE	EXTENSIVE	
RESSOURCES SPATIALES	- remblaiement (-) - trafic des navires (-) - zones militaires (-) - dragage (-)	- occupation des sols (-) - remblaiement (-)	- remblaiement (-) - ports (-) - plaisance, baignade (-) - pêche (-) - sites historiques (-)	- littorale (-)	- littorale (-)	- frayères (-) - nourriceries (-) - récifs artificiels (-) - zones de pêche (-)
QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT	- polluants (-) - eaux de ballast (-) - eau chaude (+)	- eaux usées (-) - matière organique (-) - bactéries,virus (-) - nutriments (-)	- eaux usées (-) - peintures antisalissures (-)	- fertilisants (-) - pesticides (-) - matière organique (-) - matière en suspension (-) - gestion eau douce (-)	- nutriments (+) - matière organique (+) - gestion eau douce (+/-)	- transmissions de maladies (-) - échappés génétiques (-)
ÉCONOMIE	- infrastructure (+) - attraction des investissements (+/-)	- marché (+) - infrastructures (+)	- attraction des investissements (+/-) - emplois saisonniers (+/-) - marché local (+) - infrastructures (+)	- infrastructures (+)	- infrastructures (+)	- attraction investissement (+) - marché (+) - infrastructures (+) - aliments aquacoles (+)
RESSOURCES SOCIALES		- zones d'habitation (-)	- écotourisme (+) - paysages marins (-) - vie sauvage (-)			- compétition interne (-) - éducation (+)
RÉGLEMENTATIONS	- zones voisines (-) - réserves portuaires (-) - zones militaires (-)	- municipales (-) - politiques (+/-)	- zones protégées (-) - faune et flore sauvage (-) - normes d'environnement (+)			- réserves de pêche (+/-)

(+) En faveur du développement de l'aquaculture
(-) Effets néfastes au développement de l'aquaculture

3.2 Les relations entre les différentes pratiques aquacoles

Des conflits pour l'espace peuvent intervenir entre l'aquaculture traditionnelle, surtout de coquillages (huîtres et moules) mais aussi de poissons, comme les mulets, et les nouvelles pratiques aquacoles de pisciculture en cage ou de coquillages en lignes flottantes. Cependant, la colonne d'eau peut être utilisée à différents niveaux: surface, masse d'eau, fond. La conchyliculture et la pisciculture peuvent être ravagées par des maladies dues à des pathogènes. Parfois, les pathogènes de poissons sont accumulés par des coquillages élevés aux alentours. De plus, les traitements par antibiotiques et substances antisalissures effectués dans les élevages piscicoles peuvent avoir des effets nocifs sur les coquillages produits à proximité.

Les deux activités produisent une grande quantité de biodépôts qui peuvent avoir un effet néfaste pour la qualité du fond en créant des conditions anoxiques si la vitesses des courants est trop faible pour éviter la stratification.

Les capacités de l'élevage extensif de coquillages sont fonction du flux de nourriture et de la biomasse des animaux sauvages et élevés dans la zone considérée. Au delà d'une certaine biomasse, les capacités du milieu à supporter les élevages peuvent être dépassées et causer, par limitation trophique, une réduction du taux de croissance et un augmentation de la mortalité.

Pour les systèmes aquacoles à terre, l'approvisionnement en eau de mer peut être un facteur limitant important lorsque les fermes utilisent un captage d'eau de mer souterrain ou lorsqu'elles sont situées en zone humide.

La faculté de l'écosystème à accepter les déchets des piscicultures est définie comme la capacité d'accueil. Dans certains cas, quand le courant est trop faible ou le temps de résidence de la masse d'eau trop long, la dispersion insuffisante des déchets peut affecter la qualité de l'eau. Dans le cas des fermes à terre avec un système de recirculation d'eau, les volumes doivent être suffisants pour permettre l'épuration.

Dans les systèmes d'aquaculture intégrée, des coquillages ou des poissons pourraient être utilisés dans le recyclage des déchets.

La consommation des produits de la mer est très souvent limitée à certaines zones et certaines espèces. Le développement de l'aquaculture (poissons ou coquillages) pourrait augmenter la consommation de nouveaux produits et, ainsi, contribuer à la création de nouveaux marchés et réseaux de commercialisation de produits marins.

Les techniques de l'aquaculture nouvelle nécessitent un savoir-faire qualifié, obtenu lors de stages spécialisés. Ce système d'apprentissage peut être intéressant pour les travailleurs de la mer (pêcheurs, aquaculteurs traditionnels). Cependant, là où la main d'oeuvre est peu abondante, la compétition entre les différentes activités pourrait survenir suite au transfert d'emploi des unes vers les autres.

La mise en place d'un système de licence permettrait la création de dispositions administratives pouvant être favorables à la gestion de l'aquaculture et aux suivis de la qualité de l'eau (normes bactériologiques, algues toxiques, métaux lourds, pesticides, ...).

Tableau 2: Relations entre les différentes pratiques aquacoles

ACTIVITE	RELATIONS INTERNES		RELATIONS PISCICULTURE/ CONCHYLICULTURE
	COQUILLAGES	POISSONS	
ESPACE	- activité déjà existante (-)	- activité déjà existante (-)	- activité déjà existante (-)
QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT	- pathogènes (-) - biodiversité (-) - biodépôts (-) - anoxie (-) - échappés (génétique) (-)	- pathogènes (-) - déchets (-) - fécès (-) - traitements (-) - échappés (génétique) (-)	- pathogènes (-) - biodépôts (-) - anoxie (-)
QUANTITÉ D'EAU ET ASPECTS DYNAMIQUES	- capacité trophique sous-exploitée (+) sur-exploitée (-)	- (sites à terre) zones humides (-) - (sites à terre) eau de mer souterraine (-) - capacité d'accueil du milieu sous-exploitée (+) sur-exploitée (-)	- systèmes d'aquaculture intégrés (-)
ÉCONOMIE	marché (+)		
SOCIÉTÉ	compétition interne (-) formation (+)		
RÉGLEMENTATION ADMINISTRATION	accès aux sites par licences ou concessions (+) suivi du milieu (+)		

(+) En faveur du développement de l'aquaculture
(-) Effets néfastes au développement de l'aquaculture

4 LES CRITÈRES ET PROCÉDURES D'UNE ZONATION CÔTIÈRE

4.1 Organisation d'une procédure de planification

Sur le littoral, la planification consiste à développer des objectifs et politiques permettant l'optimisation durable de biens et services sur des zones prédéfinies.

La première étape d'une telle procédure de planification (qui doit être établie pour tous les usages spécifiques du littoral) doit être la définition d'une politique nationale. Cette dernière doit fixer:

- les zones côtières concernées par la planification. Pour ce qui est de l'aquaculture, la planification peut-être prévue à différentes échelles: nationale, régionale, locale et de la ferme elle-même. Généralement, à ce stade de planification, la zone est assez vaste;
- les buts et objectifs du développement et de la protection de l'environnnement.

Une initiative réglementaire est souvent nécessaire, afin d'obtenir l'autorisation de lancement de la procédure.

La décision politique conduira à structurer les actions au sein de la procédure de planification: désignation des autorités exécutives, établissement de la participation du gouvernement, agences et experts, financement du travail à effectuer et établis–sement d'un calendrier. Seuls les directives et objectifs principaux sont demandés à ce niveau, comme par exemple "le développement durable des ressources vivantes". Il existe, cependant, un danger à ce stade, celui de se borner à des activités spécifiques qui pourraient restreindre la crédibilité de la procédure.

L'étape suivante du processus de planification consiste à réunir des données définissant des zones plus précises ou plus petites comme zones d'aménagement. Une base de données globale est l'outil nécessaire à la collecte d'informations concernant les activités, les conditions environ–nementales et les réglementations existantes. Les besoins en activités présentes ou futures doivent être établis en utilisant les données existantes.

En ce qui concerne les besoins spécifiques des activités aquacoles, la première et la plus importante source d'information est une carte bathymétrique, qui peut être utilisée par la suite pour différents types de planification des eaux cotières. Par exemple lorsqu'il faut savoir quelle zone littorale est la plus adéquate pour la pisciculture en cage, et que les données sur le renouvellement de l'eau et le type de fond prédominant manquent, la carte peut aider à une première et grossière estimation.

Une des hypothèses principales est que la morphologie a un impact majeur sur le fonctionnement écologique du système marin, puisqu'il est à la fois coûteux et long de déterminer le renouvellement des eaux de fond et de surface, ainsi que les conditions dynamiques du fond. Il serait très avantageux de prévoir ces paramètres à partir d'informations cartographiques. Si cela ne suffit pas, l'obtention de nouvelles données doit être envisagée.

La troisième étape concerne uniquement les activités aquacoles et leurs besoins spécifiques. L'objectif est de déterminer l'aptitude de chaque type d'aquaculture pour les zones définies. Cela consiste en la définition des emplacements (sites aquacoles) dans les zones choisies où l'aquaculture peut être autorisée et limitée par rapport aux capacités de l'environnement et à la disponibilité des infrastructures essentielles. Il faut donc créer une base de données spécifique.

Enfin, la planification doit définir les mesures nécessaires pour réaliser le travail et réactualiser le plan d'aménagement côtier existant. Ceci concerne également la mise à jour des bases de données.

4.2 Description de la procédure

La procédure est schématisée sur la Figure 1. On peut distinguer quatre étapes:

Etape 1: Définition de la politique

Décision de planification

La décision politique doit indiquer, en termes forts, qu'il est de l'intention de la nation de revoir et de réguler le développement d'activités affectant l'équilibre des ressources renouvelables du littoral. Le but devrait être le maintien de la meilleure utilisation équilibrée des ressources côtières, au sein du contexte économique et

social. Le projet politique devrait, ensuite, lister les questions d'ordre national, spécifiques au littoral, et leurs réponses, puis établir les priorités de la nation vis à vis de l'utilisation et de la conservation des ressources côtières.

Décision politique: structuration du projet

Un plan stratégique pose les fondations de la loi ou du décret nécessaire à la phase de développement du programme qui suit. Ce plan devrait:

1. assigner spécifiquement la responsabilité du programme à une agence particulière, et identifier le mécanisme interagence;
2. autoriser les fonds nécessaires au programme de développement;
3. établir clairement les objectifs du programme;
4. recommander une méthode de collaboration parmi les agences de différents secteurs et les intérêts privés concernés;
5. établir les limites de durée accordées aux différents stades du développement du programme;
6. demander un développement du programme étape par étape et son organisation.

Délimitation des zones

Pour établir des unités gérables pour la base de données et la cartographie, la première étape implique le découpage du littoral en zones. Celles-ci doivent être fixes et suivre les limites géographiques ou administratives (i.e. région, département, sous-préfecture). La définition de l'aptitude à l'aquaculture d'une zone implique une évaluation sommaire des limites commerciales et naturelles du littoral. A ce niveau, les problèmes majeurs sont identifiés, et les décisions doivent être prises en ce qui concerne le début du processus de planification. Les bases d'informations contiennent les sources existantes de données globales, agrémentées des orientations futures envisagées.

Etape 2: Constitution d'une base de données

La base de données doit être construite de telle sorte qu'elle permette aux analyses d'être poursuivies suivant les buts prédéfinis de la planification. Les systèmes d'information géographique (SIG) sont un outil puissant pour atteindre de tels buts. Un contenu précis d'une telle base de données est indiqué en Annexe B. Schématiquement, elle devrait contenir:

- une analyse de l'environnement: processus physiques, protection, dispositions à venir, impact des activités, etc.
- une analyse des systèmes économiques: activités économiques existantes, évaluation des demandes en ressources côtières etc.

Cette base de données n'est pas seulement dédiées à l'aquaculture, mais doit inclure des informations sur l'activité aquacole (ferme existantes, demandes principales, ...)

Critères de zonage

Ces critères répondent aux informations de départ de la base de données limitée par des seuils (exemple : la base de données fournit une carte bathymétrique étendue et le processus de zonation établit que les isobathes -25m et -50m seront les critères de sélection pour délimiter les zones). A ce niveau, en plus des considérations sociaux-économiques et d'infrastructures globales, les paramètres écologiques sont les plus pertinents (Annexe C).

Zonation

De par la grande diversité des conditions environnementales, même au sein de zones côtières relativement restreintes, il faut dégager des unités gérables plus petites, caractérisées par leur topographie, leur productivité et leur hydrodynamisme. Le principe de cette division est que chaque volume d'eau important réagit séparément, soit comme une lagune, une baie, un chenal ou un estuaire appelé zone homogène. Les limites de telles zones devraient être identifiées sans tenir compte des frontières administratives. La coopération doit remplacer la compétition entre les municipalités voisines pour l'utilisation des masses d'eau qui devraient être considérées comme ressources communes. Des primes sont souvent nécessaires à une telle coopération.

Etape 3: Identification de zones aptes à l'aquaculture

L'objectif de cette étape est de déterminer l'aptitude d'une zone pour l'aquaculture. C'est la première étape entièrement consacrée aux opérations aquacoles, même si certaines conditions requises pour l'aquaculture avaient été prises en compte à l'étape 2.

Une analyse est menée visant à:

- protéger les sites aquacoles existants;

- assurer une croissance durable de l'industrie aquacole dans le futur;
- fournir des outils aux autorités responsables afin de localiser les zones optimales et secondaires pour l'aquaculture, en accord avec les capacités de l'environnement et ses objectifs de qualité;
- conseiller sur les opportunités et les limitations du développement aquacole, afin de minimiser les conflits avec les autres utilisateurs.

Une base de données spécifique est nécessaire pour satisfaire les besoins de l'aquaculture.

Elimination initiale

Afin de limiter la recherche de données, les zones sans intérêt pour toute forme d'aquaculture, devraient être éliminées au départ en appliquant des critères d'élimination de haut risque et d'utilisations incompatibles (Tableau 3). Un certain nombre de zones peuvent être défavorables de par leurs conditions naturelles et/ou leurs activités humaines. En plus de ces zones impropres à l'aquaculture, il y aurait des endroits limités pour d'autres raisons, où l'implantation ou le développement d'élevages pourraient être interdits (i.e. aquaculture existante, réserves naturelles, zones de protection animale, de sécurité, de navigation, militaires, etc.). Après avoir éliminé toutes ces parties de l'aire de départ, il reste un secteur apte qui doit être soumis à une analyse plus précise.

Tableau 3: Critères d'élimination - caractéristiques environnementales rendant l'aquaculture impossible ou risquée

- pollution sévère (ville, port, industrie)
- conditions d'hygiène insuffisantes
- hydrodynamisme défavorable
- zones d'eutrophisation, blooms planctoniques nocifs
- zones de navigation
- zones spécialement protégées
- zone restreinte
- zone de loisirs intensive
- zone de haut intérêt économique

L'évaluation suivante de l'aptitude de la région restante est basée sur la technologie actuelle des piscicultures et la connaissance des espèces à élever.

Sélection de la technologie et des espèces suivant les caractéristiques du site

En ce qui concerne l'espace et l'approvisionnement en eau, deux systèmes fondamentaux (à terre et en mer) sont utilisés pour la production aquacole, chacun suivant des considérations paysagères, de construction, d'exploitation et de gestion différentes. L'éventail des types de systèmes (i.e. lagunes, bassins, raceways, enclos, radeaux, lignes flottantes pour mollusques etc.) et les espèces élevées est très grand, et pour chaque circonstance, il existe une série d'options. Cependant, une relation évidente existant entre ces principaux éléments restreint les possibilités à un petit nombre, et permet aux promotteurs d'associer les espèces, le type de sytème et les caractéristiques principales du site (Tableau 4). Dans certains cas, le site impliquera l'élevage d'espèces particulières. Dans d'autres cas, un système particulier d'élevage demandera un environnement approprié.

Pour un ensemble de circonstances dans une zone donnée, il faudra considérer la pertinence de chaque facteur et classer ceux-ci suivant leur importance. Ainsi, si la surface en eau est faible, un système nécessitant moins de surface en eau est préférable. En cas de manque de compétence technique, un projet moins compliqué du point de vue technique devrait être un meilleur choix. L'analyse des sites et ressources disponibles devrait indiquer si une polyculture peut contribuer au maintien de l'équilibre écologique sensible du site (par exemple intégration de mollusques dans une zone de pisciculture en cage).

Une analyse des conséquences potentielles induites est nécessaire, non seulement sur les aspects environnementaux mais aussi économiques et sociaux. A ce sujet, deux tendances existent: d'une part, une aquaculture demandant un niveau de responsabilité sociale élevé, basé sur l'élevage extensif ou semi-intensif d'espèces répondant à une forte demande interne de produits à bon marché, et d'autre part, l'orientation vers une production intensive d'organismes de grande valeur commerciale, pour une bonne partie destinée au marché étranger ou touristique. Tandis que la première stratégie de production consiste en l'élevage d'espèces se nourrissant directement à partir de l'environnement naturel, la seconde utilise une technologie plus poussée basée sur une stratégie économique et utilise l'environnement naturel comme enveloppe.

En conclusion, la procédure résulte en une classification de sites d'élevage au sein d'une région présentée aux autorités locales

(municipales) dans le but de protéger les opérations aquacoles existantes des menaces de pollution, de promouvoir le développement de l'aquaculture et d'évaluer ses conséquences. Les autorités locales ne seront pas forcément d'accord avec cette classification et pourront prendre leur décision sur d'autres facteurs (par exemple: prélèvement de taxes, accords politiques, ...). Enfin, la méthodologie employée dépendra fortement des disponibilités en capital et en capacité d'exploitation et donc de l'impact socio-économique d'un projet.

Tableau 4 - Critères de sélection de sites pour l'aquaculture marine

Caractéristiques biophysiques	Infrastructures	Considérations économiques et sociales
Exposition Profondeur Courant (vitesse, direction) Vent (fetch, vitesse, direction) Vagues Topographie (pente, seuil) Substrat Matières en suspension Zone disponible à terre Qualité de l'eau min, max et variations (T°C, salinité ‰) Volume d'eau Espace Statut trophique Biosalissures Espèces déjà élevées Prédateurs	Routes, communications Éléctricité Manufacture d'aliment pour poissons Possibilité d'abattage Traitement des déchets Assistance vétérinaire Assistance technique Expertise Formation Réparation, entretien	Demande locale et approvisionnement du marché internationnal Coût de l'approvisionnement de base Coût financier Risques et assurances Emplois Réglementation

Un certain nombre de décisions peuvent être prises pour permettre à une zone d'être séléctionnée pour le développement de l'aquaculture.

a) Le secteur est exclusivement réservé aux activités aquacoles. Cela arrive dans très peu de cas. Il devrait alors être protégé par la législation, de telle sorte que toute autre activité proposée présentant des menaces pour l'aquaculture soit soumise à autorisation et puisse être refusée sans appel. Les dangers existants devraient être réduits et contrôlés.

b) Le secteur a été sélectionné pour l'aquaculture, mais sans exclusivité, et peut donc être ouvert à d'autres activités. Deux situations peuvent se présenter: l'aquaculture est une priorité dans cette zone où elle n'y est pas nécessairement une activité protégée. Dans ces cas, des outils spécifiques pour résoudre les conflits doivent être prévus, et mis en place en fonction du niveau de priorité désiré.

   L'un des problèmes potentiels est le développement exagéré d'une zone particulière, qui peut alors avoir un effet négatif en retour et conduire à des conflits d'intérêts. Lorsqu'un secteur a été déterminé pour le développement de la pisciculture, sa capacité devrait être établie par rapport à l'extension et au type d'élevage proposé ou adapté. La zone en question devrait ensuite être divisée en unités d'élevage spécifiques. Les licences individuelles peuvent être délivrées aux aquaculteurs sur la base de la capacité fixée pour la zone au sein du cadre autorisé. Chaque cas demanderait encore des recherches ainsi que l'évaluation de l'impact sur le milieu, lui-même fonction des risques potentiels perçus et des objectifs de qualité de l'environnement prédéterminés. Les demandes et procédures de l'étude d'impact devraient être en rapport avec la taille du projet et l'acceptation du risque environnemental. Après un développement limité de la zone, les autorisations et, si nécessaire, un nombre de licences approprié devraient être revus suivant la capacité du milieu.

c) Le secteur n'est pas apte aux activités aquacoles en raison d'activités incompatibles, de caractéristiques inadaptées, ou d'une décision politique de

ne pas encourager l'aquaculture à cet endroit. Sans les caractéristiques nécessaires, par exemple des conditions climatiques appropriées, la région considérée ne pourra jamais être utilisée. Les activités incompatibles peuvent changer dans le futur, même à long terme; il peut donc être nécessaire de réévaluer le secteur vis à vis de l'aquaculture si ces activités et/ou leurs effets cessent. Les conditions politiques ou socio-économiques peuvent changer remarquablement vite; il peut alors y avoir une possibilité de réévaluation de la zone à court terme.

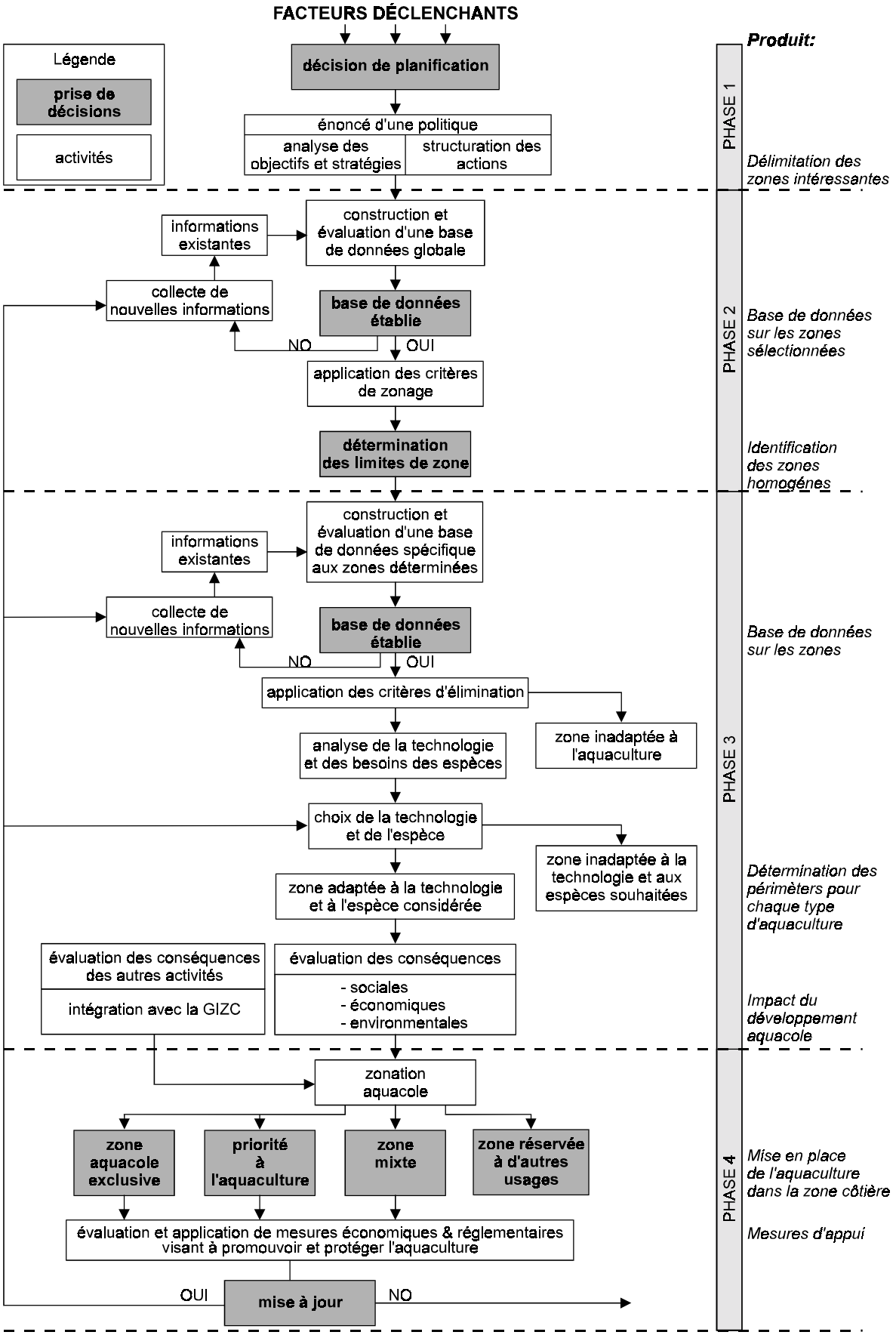
Etape 4: Autorisation du développement aquacole

Dans le cas où la zone est destinée à l'aquaculture, elle doit être gérée pour maintenir, autant que possible, des conditions stables et éviter une détérioration rendant les activités aquacoles impossibles au niveau décidé auparavant.

Dans ce contexte, un ensemble de mesures réglementaires doivent être mises en place:

- protection des sites, comme par exemple prévention de la pollution à partir d'autres sources;
- mise à jour, application et exécution de la législation;
- suivi du développement;
- évaluation de la capacité du milieu;
- méthode de résolution des conflits, telle que table ronde, commissions plurisectorielles;
- outil de gestion, par exemple licences, droits à payer.

La promotion des opérations aquacoles et la protection de l'environnement naturel doivent toutes deux être encouragées, non seulement au travers d'instruments de contrôle (réglementation) mais aussi de motivations économiques.



Déroulement du processus de la gestion intégrée des zones côtieres avec référence aux activités aquacoles

5 ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

5.1 Introduction

L'aquaculture marine utilise l'espace et les ressources naturelles, comme l'eau, une partie de la chaîne alimentaire existante, des juvéniles, et nécessite également une bonne qualité de l'environnement. Puisqu'elle se trouve confrontée à la compétition des autres activités et soumise aux apports terrigènes, son maintien et son développement doivent recevoir les garanties nécessaires. Dans ce but, elle devrait être incluse dans l'aménagement et la gestion du littoral, avec les outils réglementaires appropriés. Ceci implique une réglementation concernant différents domaines complémentaires:

- la protection de l'environnement et des ressources vivantes,
- l'utilisation de l'espace, le développement et l'aménagement régional et sectoriel,
- l'aquaculture elle même, et sa conformité avec l'environnement.

Toute politique de développement aquacole sera liée à ce contexte, et devra définir les opportunités et les limitations en conséquence.

5.2 La protection de l'environnement et des ressources vivantes

Les lois générales concernant la protection de l'environnement et des ressources vivantes visent le bien-être de tous et ne sont pas spécifiques à l'aquaculture. Elles ont souvent un caractère universel et leurs préoccupations sont communes à un grand nombre de pays. Elles peuvent exister à différents niveaux: d'abord national, mais aussi international (conventions sur les risques de pollution majeurs, protection des espèces en danger et des sites très importants). Elles peuvent également avoir des implications régionales ou locales (zones protégées, restriction sur certaines activités). Les principaux domaines couverts sont la qualité de l'eau, les ressources vivantes, les espèces, les biotopes et les sites.

Qualité de l'eau

Ceci concerne la préservation de l'eau elle-même ou son utilisation, généralement en rapport avec la vie marine ou la santé humaine. Les réglementations correspondantes portent sur:

- les activités polluantes, utilisant de l'eau de mer pour diluer ou éliminer leurs résidus, ou induisant un risque pour l'environnement (industrie, navigation, rejets urbains), au travers de normes d'émission; et
- l'utilisation de l'eau, par des objectifs de qualité (comme le niveau d'oxygène compatible avec la vie du saumon et de la truite de mer dans les estuaires, les critères d'eau de baignade et de qualité des coquillages). Ces derniers peuvent être nationaux ou internationaux (par ex. critères de qualité européens pour la réglementation sanitaire des zones de production de coquillages, comme indiqués au Tableau 5).

Tableau 5: Réglementation sanitaire des zones de production de coquillages - réglementation française suivant la directive européenne n° 91/492 (15/07/91)

	Zones	Limites CF/100 ml	Exploitation	
			Élevage	Milieu naturel
A	SALUBRES	300	Autorisée (consommation directe)	Autorisée (consommation directe)
B	INSALUBRES	6,000	Autorisée après purification ou restockage dans une zone salubre	Autorisée après purification ou restockage dans une zone salubre
C	EXPLOITABLES	60,000	INTERDITE (sauf dispense spéciale)	Autorisée après purification ou restockage dans une zone salubre
D	INSALUBRES INTERDITES		INTERDITE	INTERDITE

Une série réglementaire complète inclut normalement:

1. une autorisation administrative, généralement basée sur une étude d'impact environnemental (EI) pour les projets d'une certaine ampleur (seuil à définir);
2. des demandes complémentaires, spécifiques de l'activité concernée (par ex. normes de rejets, demandes de traitement); et
3. un suivi, également demandé par l'autorisation administrative, incluant à la fois un auto-contrôle et une surveillance réglementaire.

Des taxes peuvent être collectées par les autorités locales et d'Etat ou par les services de l'eau, en compensation de ce "droit de polluer" ou d'utiliser l'environnement comme moyen de dispersion, selon le principe du "pollueur payeur". Elles sont généralement basées sur la consommation en eau par les industries et par les citoyens et, directement ou indirectement, reversées au traitement des effluents (équipements urbains, fonds pour la recherche et la technologie, surveillance).

Critères de classification basés sur la concentration en coliformes fécaux pour 100 ml de chair broyée, CF/100 ml.

Des réseaux de surveillance existent et visent différents buts. Certains concernent la santé publique et se réfèrent directement à la qualité de l'eau (par ex. de baignade) ou, indirectement, par le biais de la qualité des coquillages destinés à la consommation, en utilisant un bivalve filtreur comme indicateur (qualité du coquillage par rapport aux bactéries et phytoplancton toxique). Ceci constitue une partie de la réglementation en soi, et des mesures restrictives peuvent être prises si ces critères de qualité officiels ne sont pas respectés: fermeture des plages ou mauvaise position dans les classements de qualité, demande d'amélioration du traitement des eaux usées, interdiction temporaire de commercialisation des coquillages ou demande d'épuration. Un autre type de surveillance consiste en l'information sur la tendance de la qualité de l'eau littorale; il ne relève pas directement de la réglementation. Les paramètres suivis concernent l'eau elle-même, ou mieux, le sédiment et les organismes vivants, qui sont des indicateurs plus appropriés pour le long terme, du fait de leur capacité à accumuler les polluants.

Les ressources vivantes

La gestion des pêches implique une série de règles dont le but ultime est l'utilisation optimale d'une ressource naturelle renouvelable, au bénéfice de la communauté ou de groupes humains déterminés. Elle intervient à tous les niveaux, de l'international au local.

Les réglementations s'appliquent principalement aux domaines suivants:

1. effort de pêche et accès aux ressources (équipements et techniques de pêche, limitations de puissance, saisons, quotas, permis, zones exclusives),
2. recrutement (protection des nourriceries, taille minimale des mailles et de captures des espèces commerciales),
3. biotopes et populations (zones partiellement ou totalement protégées).

La tendance à l'exploitation complète ou à la sur-exploitation d'un grand nombre d'espèces et de zones de pêche conduit à un souci général de l'accès à la ressource et de sa protection, ainsi qu'à une internationalisation du problème. Ainsi, des licences individuelles sont apparues localement pour des espèces sédentaires (homard, ormeau, coquille Saint-Jacques). D'autre part, des accords et comités internationaux tentent de gérer les stocks à une échelle régionale, voire même plus large (code international de conduite pour une pêche responsable, FAO; "Europe Bleue"; CGPM ou Conseil Général des Pêches pour la Méditerranée; ONAP ou Organisation Nord-Atlantique des Pêches).

Espèces, biotopes et sites naturels

Quelques espèces rares ou en danger sont protégées par des conventions régionales ou internationales (tortues marines, mammifères marins). D'autres apparaissent sur des listes rouges avec de fortes recommandantions de protection.

Des accord internationaux s'appliquent aussi à certains types de sites littoraux de grande valeur, comme les sanctuaires d'oiseaux marins migrateurs. Ceux-ci et d'autres zones intéressantes pour leurs paysages, leurs faune et flore terrestres et marines, peuvent être classés comme parcs ou réserves et partiellement ou totalement protégés par des réglementaions locales (en relation avec l'agriculture et la forêt, la pêche, la protection de l'environnemnt, le développement urbain et industriel).

En ce qui concerne les biotopes, il existe un intérêt général pour les herbiers de phanérogames marines, principalement les fonds à posidonies, considérés comme une communauté écologique climacique à haute production en Méditerranée. Leur présence devrait être un facteur contraignant pour beaucoup d'activités littorales, aquaculture comprise.

5.3 Utilisation de l'espace, développement et gestion à l'échelle régionale et sectorielle

Ces réglementations et outils de planification sont propres à chaque pays. Les principes de base sont établis au niveau national: politique de développement et d'utilisation de l'espace, code de l'urbanisme et de l'espace rural, planifications générales et outils de gestion, etc. Selon l'organisation politique et administrative, leur application est plus ou moins centralisée: utilisation de l'espace à différents niveaux, développement sectoriel (par activité), développement régional.

Utilisation de l'espace

La planification de l'utilisation de l'espace est déterminée à différents niveaux, avec des objectifs, des calendriers et les outils réglementaires correspondants.

Une planification nationale définit une stratégie générale pour l'évolution du pays à moyen et long terme, les centres majeurs d'activité, les zones de développement, les liens et flux entre eux et les aides publiques nécessaires.

Les plans régionaux transcrivent ces directives à une échelle plus petite, avec plus de détails, en les associant aux besoins régionaux et locaux.

Les planifications locales existent au niveau municipal et réglementent l'utilisation de l'espace au sein de la commune. En général, elles ne s'appliquent pas directement à la mer, mais peuvent être importantes pour les infrastructures aquacoles basées à terre, et pour l'intérêt public envers cette activité lorsqu'une volonté politique claire de la promouvoir apparaît dans le document de planification.

Développement sectoriel

Des plans directeurs sont élaborés à une échelle nationale ou régionale pour développer et gérer certaines activités ou infrastuctures de base: comme certaines branches de l'industrie, le tourisme, l'aquaculture, etc. Naturellement, ils concernent l'activité en elle-même, ainsi que les moyens et infrastuctures correspondants, avec anticipation et réservation de l'usage du sol, ce qui peut être détaillé dans les plans régionaux et introduits dans les documents locaux. Pour répondre à ce besoin, une enquête ou des études peuvent être nécessaires pour identifier et sélectionner les sites les plus adaptés.

Ces plans sont importants pour l'aquaculture, et à recommander fortement, surtout pour son propre développement et sa gestion, mais aussi à cause des conflits potentiels avec les autres activités en compétition pour les mêmes espaces et l'utilisation de l'eau (par ex. le tourisme). Pour prévenir de tels problèmes, des actions concertées sont nécessaires, et demandent une approche territoriale multidisciplinaire, intéressant toutes les parties. Des opportunités de co-existence, profitables à des activités variées, peuvent également être identifiées.

Aménagement et développement à l'échelle régionale

Les plans directeurs de ce type sont souvent associés à un territoire spécifique, incluant un grand nombre d'activités importantes. Les pouvoirs et intérêts nationaux, régionaux et locaux y interviennent suivant l'organisation politique et administrative dominante. Le territoire pris en compte doit coïncider avec les frontières aministratives ou correspondre à des caractéristiques naturelles homogènes. Sur le littoral, les bassins versants, les estuaires et les golfes doivent être pris en considération.

Puisque différentes activités sont concernées simultanément, l'approche est forcément multidisciplinaire et implique beaucoup d'acteurs pour permettre l'harmonisation du plan directeur.

C'est également une bonne opportunité d'ouvrir la voie à des actions concertées de petite échelle, en élaborant des schémas d'aménagement capables d'organiser la co-existence de différents utilisateurs de l'espace et de l'eau dans une zone donnée (l'exemple d'un tel schéma de développement et d'exploitation à échelle régionale, spécialement destiné à l'aménagement littoral est donné par l'exemple français exposé ci-après, consacré aux SMVM, Schémas de Mise en Valeur de la Mer). Les caractéristiques et aptitudes des sites, ainsi que leur meilleure utilisation, doivent être définis, si nécessaire, par des études scientifiques, comme bases solides pour la discussion, la prise de décision et la planification. Un large éventail de personnes de différentes origines devront

également travailler ensemble pour l'intérêt commun: services publics, profesionnels, élus, scientifiques et techniciens. Une telle approche demande certainement du temps et de l'énergie, mais peut résoudre ou prévenir efficacement les conflits.

SCHÉMA DE PLANIFICATION DU LITTORAL: LE CAS DE LA FRANCE

(SMVM, Schéma de Mise en Valeur de la Mer)

Instrument de planification et de gestion du littoral:

- **conçu pour cet espace spécifique** (et mis au point pour une zone donée)
- **étudié pour répondre à une demande locale** (conflits, développement, aménagement)
- **élaboré après études et consultation** (prise de décision sur des bases solides)

BASES LÉGALES

- Loi 83.8 (07.01.83) ou "loi de décentralisation"
- Loi 86.2 (03.01.86) ou "loi littoral" + décret 86.1252 (05.12.86)

INTERVENANTS	ORGANISATION
• Gouvernement (préfet) • Services publics • Partenaires socio-économiques (professionnels, associations...) • Représentants élus • Organismes techniques (serv. techn. admin., labs. de recherche)	Assemblée plénière Organisme pilote Groupes de travail ad hoc (par activités majeures)
SÉQUENCE D'ÉLABORATION	**ACTES OFFICIELS**
COMMANDE + objectifs initiaux	Décret préfectoral (élaboration)
ANALYSE ⇒ **Livre blanc** ⇒ **Etudes**	
PROPOSITION ⇒ **Options**	
Organisme pilote Groupes de travail Consultation ⇒ **Proposition de schéma**	
DÉCISION ⇒ **Schéma définitif**	
Organisme pilote + directives Assemblée plénière Préfet	Accord du préfet Approbation du gouvernement (donnant au schéma une valeur légale)

5.4 Développement de l'aquaculture et sa protection

Comme pour toute industrie, l'aquaculture est soumise à un certain nombre de réglementations s'appliquant directement ou indirectement à elle. Quelques unes d'entre elles ont été abordées plus haut (protection de l'environnement et des ressources vivantes, occupation de l'espace et planification). Elles concernent son propre développement et sa protection contre les menaces extérieures ainsi que sa conformité vis à vis de l'environnement.

Développement de l'aquaculture

Le développement de l'aquaculture est nécessairement inclu à tous les niveaux de la planification territoriale et sectorielle, comme on l'a démontré plus haut. Une politique volontariste est également nécessaire pour promouvoir cette activité, qui réunit généralement moins de moyens publics et privés que ceux dont disposent ses concurrents directs (industries, urbanisation, tourisme). Les plans de

développement sectoriel, une place appropriée dans le développement et l'aménagement du territoire, la sélection et la réservation de sites ainsi que diverses motivations financières sont les éléments d'une telle politique.

Protection de l'aquaculture

L'aquaculture a besoin de sites adéquats et dépend fortement d'une bonne qualité de l'environnement. Protéger sa pratique demandera donc l'application des réglementations existantes concernant la qualité de l'eau et l'occupation de l'espace. Les conflits existants ou potentiels avec les autres utilisateurs du littoral peuvent aussi être traités en harmonisant les activités au sein de la planification locale ou régionale et des schémas d'aménagement, ou en renforçant les mesures de prévention des risques environnementaux auxquels l'aquaculture est soumise.

Conformité de l'aquaculture vis à vis de l'environnement

La spécificité de l'aquaculture est qu'elle dépend étroitement de l'environnement et qu'elle doit le respecter pour assurer sa propre sécurité. Ainsi, la protection de l'environnement et les réglementations concernant la qualité de l'eau s'appliquent aussi à l'aquaculture, parfois avec des recommandations spécifiques complémentaires. Ces réglementations sont mises en pratique grâce à des autorisations ou des permis, généralement basés sur l'utilisation de l'espace et de l'eau. Elles peuvent varier en fonction du pays et du type d'activité (comme exemple, le cas français est shématisé ci-après, concernant les procédures réglementaires d'accès aux sites pour les piscicultures marines).

Occupation de l'espace:

S'applique à tous types d'aquaculture situés dans les eaux marines ou soumises à la marée.

Beaucoup de pays considèrent l'espace maritime comme d'utilité commune ou propriété d'Etat, pouvant être loué pour un usage privé temporaire grâce à un permis (soumis à un payement). Les installations basées à terre en terrain privé ne sont pas concernées, mais lorsqu'une prise d'eau ou un rejet en mer sont nécessaires, les autorités interviennent par d'autres moyens.

Prise d'eau:

S'applique aux installations basées à terre utilisant de l'eau de pompage ou le flux de la marée.

L'eau salée souterraine est un cas spécial nécessitant une autorisation particulière et, dans la mesure du possible, une serie de limites pour les quantités utilisées.

Rejet d'eau ou de polluants:

S'applique aux installations en mer et à terre avec apports (nourriture, produits de traitement), comme l'élevage intensif de poissons (ou crevettes), demandant une autorisation d'exploitation spéciale.

Suivant la taille du projet, cette licence peut être soumise à une procédure d'étude d'impact, incluant une série de points: état de référence du site, description du projet, prévision de l'impact, et mesures de correction ou de réduction de l'impact si nécessaire.

Des exigences spéciales peuvent également être formulées par l'autorisation, et éventuellement être adaptées aux résultats de l'étude d'impact, comme:

- des limitations sur l'espace, par des distances fixées entre les fermes, sur la biomasse, par le biais du stock, de la production, de la nourriture ou de la densité, sur les rejets par des normes d'émission ou des flux autorisés,
- des restrictions sur les traitements vétérinaires,
- un suivi et des contrôles (auto-contrôle et surveillance réglementaire).

D'autres recommandations particulières concernent la santé animale et la protection des stocks sauvages, les limitations d'introduction ou de transfert d'espèces, la collecte de naissains naturels, etc.

5.5 Recommendations

Une réglementation de l'aquaculture

L'aquaculture est fortement dépendante d'un environnement sain et d'une eau de bonne qualité. Etant la première activité affectée par quelque altération que ce soit, elle est aussi la meilleure garantie de la qualité du milieu. Ainsi, il est évident que son respect pour l'environnement doit être une préoccupation constante. Un dialogue continu est à stimuler entre les professionnels, les autorités publiques et les scientifiques. Les préoccupations environnementales doivent être intégrées à un stade précoce dans chaque projet et ne pas apparaître seulement lors de la demande d'autorisation.

En matière de réglementation, une application correcte des textes existants permet

généralement de résoudre le problème de base. Afin de compléter ces outils, la relation constante entre professionnels, administration et scientifiques évoquée ci-dessus est nécessaire à l'élaboration de recommandations et de normes spécifiques, évoluant suivant les progrès de la science et de la techologie aquacole. Des simplifications et des harmonisations réglementaires peuvent également être utiles pour faciliter la tâche des aquaculteurs, pas forcément familiers des procédures légales complexes. Ceci peut s'étendre aux administrations intéressant l'aquaculture, souvent trop nombreuses et non reliées entre elles. L'étendue de leurs pouvoirs varie et devrait être supervisée par une autorité principale en charge de la réglementation aquacole.

D'un autre côté, la réglementation concernant la protection de l'environnement peut avoir une influence financière considérable sur une activité largement soumise à risque et à compétition, aux profits limités, et impliquant souvent des fermes petites ou moyennes. Les exigences qui sont directement en relation avec l'élevage et ses effluents concernent, évidemment, la ferme. Mais, à cause du coût élevé de la recherche marine et de la technologie moderne, la situation est différente pour des besoins plus généraux comme le choix d'un site adapté, la connaissance de base nécessaires aux études d'impact, et même certains contrôles de la qualité de l'environnement. Ceci demande une intervention publique: stimulation de la recherche appliquée sur ces thématiques, financement de modèles hydrodynamiques généraux indispensables aux applications locales, soutien d'études régionales permettant d'établir les bases nécessaires aux études d'impact, etc.

Intégrer l'aquaculture dans la planification côtière

Bien que parfois économiquement risquée et d'un profit limité, l'aquaculture présente des avantages importants allant bien au delà de l'aspect financier immédiat. En fait, et à condition de prendre des précautions élémentaires, l'aquaculture agit comme:

- une activité basée sur des ressources renouvelables;
- une source de produits de la mer et de produits de base demandés par les consommateurs, ainsi qu'une source de revenus et d'emploi; et
- la garantie d'une bonne qualité d'eau, dénominateur commun des écosystèmes côtiers, et une protection contre les menaces d'activités moins soucieuses de l'environnement.

Cela est d'une grande importance pour le développement, la planification et la gestion du littoral en termes:

- d'occupation et d'utilisation de l'espace;
- de bien-être et de fixation de la population;
- d'utilisation optimale des ressources renouvelables; et
- de préservation de la qualité de l'environnement.

De plus, des intérêts convergents existent avec d'autres activités en compétition pour les mêmes ressources, en l'occurence la pêche et le tourisme, susceptibles d'accroître ces avantages si certaines rivalités peuvent être dépassées.

Il y a donc un besoin urgent d'intégrer l'aquaculture comme une activité importante et légitime dans les stratégies de développement, de planification et de gestion du littoral. Bien sûr, de tels plans doivent être basés sur des principes scientifiques sérieux pour la protection des processus environnementaux, qui maintiennent l'intégrité fonctionnelle des écosystèmes côtiers dont profitent l'aquaculture et les autres activités dépendantes de ressources renouvelables.

Il faut donc une politique volontariste à tous les niveaux pour intégrer l'aquaculture dans la planification et l'exploitation de littoral, en utilisant les outils réglementaires appropriés qui existent déjà dans bon nombre de pays, comme les plans territoriaux et sectoriels, les documents d'usage de l'espace, etc. Afin de prévenir ou de résoudre les conflits, une approche multi usage est nécessaire. Si besoin, des schémas régionaux ou locaux d'aménagement adéquats doivent être élaborés, incluant des procédures de prise de décision basées sur un dialogue continu entre les parties: administration centrale, autorités locales, organisations scientifiques, utilisateurs privés et professionnels.

ANNEXES

ANNEXE A: DÉFINITION DE NOTIONS FONDAMENTALES RELATIVES AU DOCUMENT

Dans la littérature relative à la gestion intégrée des zones côtieres et dans la pratique, il y a une confusion importante et une inconstance dans la définition de certaines notions fondamentales. Les mêmes termes peuvent avoir un sens assez différent selon qu'ils sont utilisés par des scientifiques, des planificateurs, des gestionnaires, des décideurs et/ou le public en général. Afin de rendre l'utilisation de ce document plus facile, quelques notions relatives à la gestion intégrée des zones côtieres sont définies.

La **zone côtière** est une interface entre la terre et la mer qui s'étend dans les terres et la mer de façon variable. Le terme zone côtière se réfère à un espace géographique caractérisé par des conditions environnementales particulières, mais avec des limites qui ne sont pas nécessairement strictement définies. C'est une zone d'intérêt majeur pour les populations humaines.

Le **littoral** est une partie de la zone côtière où les intéractions terre-mer sont les plus intenses. Le zonage est une part importante d'un processus au travers duquel l'utilisation d'un littoral donné est planifiée et gérée. Le découpage d'une grande zone en unités plus petites est basé sur les conditions globales de l'environnement comme la topographie, la productivité et le régime hydrologique, mais il dépend aussi de considérations politiques, économiques et sociales, administratives, écologiques et pragmatiques. Le nombre de petites unités dans une zones du littoral peut varier de quelques unes à plusieurs douzaines.

Les principaux éléments du littoral sont les suivants: eaux côtières (ceinture marine proche de la côte d'une largeur variable d'approximativement 3 miles), zone intertidale (entre la ligne de plus basse et de plus haute mer incluant les estuaires et les zones humides côtières), trait de côte (ligne de contact entre terre et mer), étage supra-littoral (terres situées au dessus de la ligne de plus haute mer, rarement plus large que 1,000 m), et plateau côtier (espace entre l'étage supra-littoral et le point le plus haut du massif montagneux le plus proche).

En plus des éléments du littoral, la zone côtière contient les eaux marines (la plus grande part de la ceinture côtière jusqu'à 200 miles nautiques au sein de la zone économique exclusive), et les terres intérieures (toute région au delà de la ceinture supra-littorale dont beaucoup de processus peuvent affecter l'état de la zone côtière).

La gestion intégrée des zones côtieres est un processus orienté; il est à la fois un concept et un outil pour la coordination intersectorielle. C'est une procédure continue à long terme devant résoudre les conflits entre les nombreux utilisateurs des ressources côtières. Son objet est de déterminer le mélange optimal des utilisations dans le temps, en réalisant un bilan équilibré entre le développement économique et social associé aux ressources, et les demandes vis à vis de celles-ci. Elle incorpore les principes modernes de prise de décision dans la planification et la gestion des ressources naturelles, des processus interdisciplinaires et des bases de données complètes.

La gestion intégrée des zones côtieres n'est pas un substitut des systèmes de planification sectorielle existants, mais une sorte de lien entre les activités de planification sectorielle permettant d'atteindre des buts plus précis. Elle doit être établie pour permettre une meilleure coordination et compatibilité entre les activités planifiées et pour encourager la participation publique, suivant, ainsi, l'un des buts les plus importants du processus de planification.

L'**aquaculture** est nom générique qui couvre un large éventail de techniques d'élevage et d'espèces dans différentes conditions et situations géographiques.

La FAO (1990) définit l'aquaculture comme *"l'élevage d'organismes aquatiques, incluant poissons, mollusques, crustacés, et la culture de plantes aquatiques. L'aquaculture implique une intervention dans le processus d'élevage afin d'accroître la production, comme le rassemblement des animaux, leur nutrition, leur protection contre les prédateurs, etc. L'élevage implique aussi la possession individuelle ou en corporation du stock élevé ou cultivé. Pour des besoins statistiques, les organismes aquatiques qui sont récoltés par un individu ou une corporation les ayant détenus pendant leur période d'élevage ou de culture font partie de l'aquaculture tandis que les organismes aquatiques exploitables par le public en tant que ressource commune, avec ou sans licence appropriée, sont les récoltes des pêches".*

Un **site aquacole** est un espace au sein d'une zone donnée qui a besoin à la fois de terre et/ou d'eau. Le site déterminera la disponibilité en eau, sa qualité et les caractéristiques topographiques des fermes à terre et en mer (échange d'eau, dispersion des rejets). Les caractéristiques écologiques du site, telles que la structure, la dynamique et la diversite des peuplements et les inter-relations entre communautés benthiques et pélagiques peuvent déterminer le niveau d'intensité et les possibilités d'extension de la ferme aquacole.

La **technologie aquacole** dépendra de l'espèce choisie et des caractéristiques du site (eau, terre, énergies, compétences, etc.). Ces deux facteurs gouverneront la technologie aquacole et la méthode de culture, à la fois pour l'aquaculture extensive, semi-intensive ou intensive. Dans les fermes en mer, les échanges d'eau, les ancrages, la taille de la ferme, la densité du stock, les filets et la taille de leur maille, les distances entre unités d'élevage, etc., doivent être considérés par rapport à l'exposition et aux courants dominants, au substrat et à la pente du fond, à la profondeur et à la qualité de l'eau en général. Lorsqu'il s'agit de fermes basées à terre, un équipement et une conception adaptée, le type et la quantité de matériaux utilisés, sont aussi des facteurs importants devant être considérés par rapport au renouvellement de l'eau et au rejet de l'eau d'élevage.

Les **espèces** élevées en conditions contrôlées diffèrent de façon significative par leurs caractéristiques éco-physiologiques et biologiques. L'aptitude d'une espèce à être élevée dépend beaucoup de ses habitudes alimentaires, de ses besoins nutritionnels, de son comportement, de ses performances de croissance, de ses besoins en qualité d'eau, de sa tolérance au stress, de sa sensibilité aux parasites et aux maladies, etc. Les interactions entre organismes élevés et communautés naturelles peuvent être réduites aux alentours immédiats du site ou affecter de plus grandes zones.

Au sein de la gestion intégrée des zones côtieres, la capacité d'accueil du milieu est definie comme le nombre maximum d'utilisateurs pouvant être supportés par les ressources naturelles ou d'origine humaine, sans conséquences nocives pour l'environnement, ni la productivité, la structure et la qualité future de ces ressources. Le concept de capacité du milieu est d'une importance considérable pour la gestion intégrée des zones côtieres, bien qu'il soit très difficile d'arriver à des chiffres exacts.

ANNEXE B: ESPÈCES ET TECHNOLOGIES UTILISÉES EN MÉDITERRANÉE

B.1. Espèces élevées

Différents organismes marins sont élevés en Méditerranée, poissons et coquillages, ces derniers pratiquement tous bivalves. Ceci inclut non seulement les espèces dont la méthode d'élevage est bien connue et tous les aspects du cycle de vie contrôlés, mais aussi les organismes élevés expérimentalement, dont les méthodes ne sont pas totalement connues ou homologuées.

B.1.1. Espèces de poissons

Le principal poisson élevé en Méditerranée est le bar (*Dicentrarchus labrax*) et la daurade (avec une prédominance de *Pagrus pagrus* et *Sparus aurata*). Le cycle de vie de ces trois espèces a été bien étudié et peut être totalement contrôlé. Il y a également une production significative d'autres espèces listées ci-dessous:

Bar	*Dicentrarchus labrax*
Daurade	*Sparus aurata*
	Dentex dentex
	Diplodus sargus
	Diplodus vulgaris
	Pagellus acarne
	Pagellus bogaraveo
	Pagrus pagrus
	Pagrus (Chrysophris) major
	Puntazzo puntazzo
Sériole	*Seriola dumerilii*
Mulet	*Mugil spp.(chelo, saliens, auratus, capito*)
Anguille	*Anguilla anguilla*
Turbot	*Scophthalmus maximus*
Sole	*Solea solea*

B.1.2. Espèces d'invertébrés

Huître	*Ostrea edulis*
	Crassostrea gigas
Moule	*Mytilus galloprovincialis*
	Mytilus edulis
Palourde	*Ruditapes phillippinarum*
	Ruditapes rhomboides
	Ruditapes decussatus
Coquille St-Jacques	*Pecten maximus*
Crevette	*Peneus spp.*

B.2. Conditions spécifiques de la Méditerranée

La Méditerranée possède un certain nombre de conditions qui doivent être prises en compte lors de la planification de l'aquaculture marine. Il s'agit d'une mer semi-fermée avec plusieurs bassins et aires géographiques distinctes (incluant la plupart des habitats marins - lagunes, estuaires, mer ouverte, plages de sable etc.). En tant que mer de dimension limitée son régime de marée est faible voire même négligeable presque partout. Les courants de surface sont principalement dirigés par les vents dont la composante principale est originaire du Nord. Des différences saisonnières peuvent être notées avec des vents spéciaux comme le Melteme (de Nord, Mer Egée), le Sirocco (de Sud, Ouest Méditerranée) et le Mistral (de Nord, France). L'évaporation en milieu sub-tropical chaud (température minimale de 14°C min en hiver et dépassant les 26°C pour les maxima) est supérieure aux précipitations et les salinité sont élevées (39‰). En raison de ses dimensions limitées, les houles sont moins importantes en Méditerranée que la mer du vent, qui peut se former très rapidement et avoir une longueur d'onde relativement courte.

La Méditerranée est considérée comme une mer oligotrophe bien qu'elle montre une grande diversité dans la composition des espèces qui l'habitent. De fortes productions localisées surviennent dans les régions d'apports majeurs, par exemple près des grandes rivières, deltas et villes, surtout au Nord, devant le delta du Nil (dont la contribution actuelle est limitée par la gestion de son cours supérieur), sous l'influence des apports des eaux atlantique et à certains endroits propices au phénomène d'up-welling (induit par le vent ou une divergence). En dehors de ces zones, la production primaire est généralement faible et n'importe quel apport de nutriments (par exemple produit par l'aquaculture) peut facilement changer l'environnement local.

Des herbiers de différentes espèces de phanérogames marines occupent de grandes surface en zone côtière. *Posidonia*, en particulier, constitue une caractéristique distinctive de la Méditerranée et le symbole d'un environnement sain.

Quelques espèces sont endémiques à la Méditerranée, bien que la plupart aient une origine atlantique. Depuis quelques années, certaines espèces intoduites sont devenues importantes, soit par migration à partir de la Mer Rouge par le canal de Suez, ou par introduction accidentelle, dans certains cas dus à l'aquaculture.

La pollution provient des apports terrigènes, des rivières, de l'atmosphère ou de rejets directs depuis les concentrations urbaines et industrielles le long de la côte ainsi que du trafic maritime (pétrole).

Les facteurs les plus importants affectant l'aquaculture sont les températures assez élevées (en limite supérieure de beaucoup d'espèces élevées), les hautes salinités (combinées avec les températures, elles induisent des conditions de forte corrosion) et les variations météorologiques. Au sein d'une zone particulière, les autres facteurs locaux sont également importants. Une revue de ces facteurs et les limitations qu'ils imposent à l'aquaculture sont listées dans le Tableau B.2.

La Méditerranée est, et continuera d'être, une zone dans laquelle les impacts des activités dans un secteur peuvent affecter un autre secteur de manière significative, qu'il s'agisse d'économie, de société ou d'environnement. L'expérience en aménagement du littoral est assez limitée parce que ce concept est relativement nouveau. Dans certains pays industrialisés, la planification et l'exécution de l'aménagement du littoral a produit des résultats divers, et rencontré des difficultés et des contraintes sérieuses. La principale raison des échecs inclut : un manque d'engagement politique à long terme, de soutien de la part des institutions et de l'administration, de définition des frontières du littoral, de compatibilité avec les plans de développement sectoriels, des bases de données inadéquates, etc. Les contraintes financières sont un sérieux problème dans les pays en développement. Des ressources budgétaires devraient être identifiées en incluant les recettes des autorisations, les droits des usagers et des taxes suivant le système du "pollueur payeur", ainsi que des aides nationales et internationales.

Des politiques communes et des actions coordonnées pourraient être vraiment bénéfiques aux régions côtières, réduisant le risque de dégradation des ressources et renforçant la complémentarité plutôt que la compétitivité des activités.

B.3. Technologie d'élevage

B.3.1. Pisciculture

Quelques méthodologies différentes sont exposées ci-dessous. Cependant, le système le plus courant utilisé en Méditerranée, pour la production de poissons, est la production d'oeufs en écloserie intensive, le pré-élevage de juvéniles en bassin et leur transfert dans des cages en mer pour le grossissement jusqu'à une taille commerciale. Le tableau B.3 montre les étapes typiques de l'élevage de daurades en Méditerranée orientale.

B.3.1.1. Elevage à terre

Quelle que soit l'espèce, les écloseries sont basées à terre pour un contrôle maximum de toute l'activité. Deux systèmes sont couramment utilisés: extensif et intensif. En système extensif, les oeufs ou les larves sont introduits dans de grands bassins (mésocosmes) (5 à 50 m^3) avec une production de plancton naturel et un flux d'eau réduit. Les larves grandissent en se nourrissant de plancton jusqu'à ce qu'elles atteignent une taille et une densité telles qu'un apport de plancton supplémentaire soit nécessaire ou que l'on doit changer leur régime pour des aliments secs. Ce système demande un faible niveau de maintenance, est peu onéreux, mais produit un nombre assez faible de juvéniles et se contrôle difficilement. Ses variantes consistent à enrichir les mésocosmes ensemencés avec du plancton de culture ou par addition continuelle de plancton.

Les écloseries intensives sont plus communément utilisées par les grandes compagnies. Elles sont plus facilement contrôlées, à un haut niveau de maintenance, avec des larves élevées en grande densité dans des bacs (1 à 3 m^3). La première nourriture des alevins, souvent des espèces planctoniques (par ex. des rotifères et des *Artemia*), doit également être élevée, ainsi que la propre nourriture de celle-ci, planctonique elle aussi (en général des monocultures de micro-algues, par ex. de *Chlorella*). Les alevins sont amenés à se nourrir d'aliments secs dès que possible.

L'élevage de juvéniles jusqu'à une taille commerciale peut se faire aussi longtemps qu'il existe une source d'eau de mer propre avec un pompage et un système d'aération associés (le coût est normalement lié à la hauteur de laquelle l'eau doit être relevée depuis la mer jusqu'à un système de stockage par gravité). Les juvéniles sont transférées de l'écloserie dans différents types d'enclos, des bassins en dur, des

raceways ou des bassins en terre. Ces systèmes dépendent d'une entrée d'eau continuelle pour amener l'oxygène et d'un rejet permanent pour éliminer la nourriture en excès, les fécès et les produits du métabolisme. Le poisson nage généralement autour du bassin, face au courant d'entrée. Les raceways sont des types particuliers de bassins en béton, en forme de canal, avec une entrée d'eau d'un côté et une sortie de l'autre côté. Cette forme demande une grande entrée d'eau en tête de canal et de mauvaises conditions pour les poissons peuvent exister à la sortie. Les systèmes de recyclage ne sont pas courants car non viables économiquement puisqu'ils demandent un gros investissement et un haut niveau de surveillance.

Les bassins sont des enclos plus grands aménagés dans le sol, pouvant être de simple tranchées recouvertes de plastique ou des constructions plus complexes en béton.

B.3.1.2. Elevage en mer

Les élevages de poissons s'effectuent en majorité en mer. Cette méthodologie ne demande pas de pompage d'eau, une des dépenses principales des sites à terre.

B.3.1.2.1. Enclos

Dans un petit nombre de cas en Méditerranée, des lagunes ou une partie d'entre elles sont closes et servent aux activités aquacoles. Ceci est pratiqué dans les lagunes nord adriatiques et connu sous le nom de "valliculture" ou "valle de pesca". Les poissons migrateurs venant périodiquement à la côte sont pris au piège dans les lagunes ou estuaires et peuvent être amenés vers différents enclos en utilisant des réseaux d'écluses et de portes. Les poissons élevés dans cette polyculture, en particulier les mulets, les anguilles et, dans une moindre mesure, les bars et daurades, se nourissent de la chaîne alimentaire naturelle de l'enclos et peuvent être récoltés ou pêchés après la période d'engraissement. On peut cependant se poser la question de savoir si cette méthode est de l'aquaculture ou de l'engraissement de poisson. Ce type de méthode demande des lagunes propres et un apport de poissons migrateurs.

B.3.1.2.2. Cages

La majeure partie des espèces marines élevées l'est en cages. Les cages marines sont des cadres flottants (de forme carrée, multi-angulaire ou ronde) d'une surface de 8 à 50 m^2, auxquels sont accrochés des filets noyés dans la colonne d'eau (3 à 10 m), contenant les poissons. Les cages sont souvent groupées en unités multiples, avec des pontons centraux pour l'accès, et elles sont ancrées par un système de mouillage fixe. Elles doivent être accessibles tous les jours à partir d'une station côtière par bateau, pour la surveillance des poissons, leur alimentation et aussi pour la maintenace des cages et des filets et le transfert des poissons. Il existe un large éventail de cages disponibles sur le marché mondial, dont la spécification dépend de l'environnement où elles seront utilisées, en particulier selon le degré d'exposition.

Dans les zones côtières protégées, où les conditions météorologiques ne sont pas très sévères, les cages peuvent être de construction légère avec des systèmes de mouillage relativement faibles. Les cages peuvent être proches des installations à terre, avec un accès libre et un haut niveau de sécurité. Le problème majeur dans ce type d'implantation sera la baisse de la qualité de l'eau à cause de l'influence humaine ou de conditions naturelles défavorables (blooms toxiques, turbidité, manque d'hydrodynamisme et températures élevées: ces deux dernières conditions amenant un abaissement des concentrations en oxygène). Le taux de parasites et de prédateurs pourra être élevé et il y aura plus de conflits avec les autres activités côtières.

La haute mer est un environnement moins exploité, avec peu de conflits (pêche et navigation) et moins de risques de pollution. La qualité de l'eau est souvent bonne, permettant une meilleure croissance et une meilleure qualité du poisson. Cependant, les systèmes d'ancrage et les cages doivent être suffisamment résistants pour supporter des forces beaucoup plus puissantes du vent et des vagues. Plusieurs constructeurs proposent des cages résistant à la haute mer grâce à différents moyens: des structures inhérentes puissantes, qui acceptent de lourdes charges en des endroits critiques, ou des structures flexibles qui distribuent l'effort sur l'ensemble. Des cages semi ou totalement submersibles sont également disponibles, où la plus grande partie de la structure est sous-marine et donc non soumise aux forces majeures exercées par la mer. L'accès à la haute mer dépend du temps et demande des bateaux plus grands. La technologie et la qualité demandées à ces cages de haute mer nécessitent un gros investissement, même si chaque cage peut être plus grande avec une production augmentée.

Les systèmes de mouillage renforcés pour les conditions exposées peuvent être utilisés avec plusieurs ancrages où la chaîne ou le câble reliant la cage à l'ancrage sont lestés ou

soutenus par des bouées en un ou plusieurs points de leur longueur. Ces chaînes ou câbles peuvent être fortement sollicités avant que de lourds efforts ne soient transmis au système d'ancrage. Elles jouent alors le rôle d'amortisseur ou de ressort. Des brise-lames peuvent constituer une protection supplémentaire. Ils peuvent être fixes ou flottants et obligent les vagues à se briser avant d'atteindre l'ensemble des cages en dissipant beaucoup de leur énergie. Le coût d'un système fixe peut être très élevé mais, avec un investissement moindre, des brise-lames flottants, élaborés par exemple avec de vieux pneus recyclés, pourraient être employés.

Il faut noter que toutes les cages spécialisées ne sont pas directement utilisables en Méditerranée. La plupart des cages de haute mer ont été développées pour l'élevage de salmonidés où la taille des individus en cage est importante et la maille du filet grande. Les daurades et bars sont généralement élevés en cage à une taille beaucoup plus petite qui demande donc une maille plus fine. Les filets à petite maille ont une résistance plus importante à l'eau et transmettent une charge plus importante à la structure qui les supporte. Celle-ci peut alors avoir une résistance plus faible que celle qui est spécifiée pour un état de la mer particulier.

Aujourd'hui, la meilleure zone pour l'élevage en cage par rapport à l'état actuel de développement de la côte méditerranéenne est un compromis entre les deux décrites ci-dessus: une zone partiellement en haute mer ou une zone côtière exposée, où les conditions sont telles que les désavantages des deux sont réduits et les avantages maxima. Les cages à utiliser dans ces endroits devront être résistantes sans nécessiter les investissements des cages à haute technologie (là encore, une variété de cages adaptées est disponible). L'accès au site devrait être raisonnable, tout comme la qualité de l'eau et la sécurité.

B.3.2. Poissons plats

Deux espèces de poissons plats sont élevées à petite échelle en Méditerranée. Ce sont le turbot (*Scophthalmus maximus*) et la sole (*Solea solea*). Ils présentent la particularité de vivre sur le fond au stade adulte, passant le plus clair de leur temps posés sur le substrat. En écloserie, les juvéniles sont planctoniques et nagent dans la colonne d'eau. En grandissant, ils passent plus de temps sur le fond et les élevages actuels sont menés dans des bassins de plus en plus grands en fonction de la taille des poissons. Les poissons ne nagent au dessus du fond que pour se nourrir et donc le volume d'eau (profondeur) a moins d'importance que la surface du fond disponible. Les adultes sont très robustes, placides et peuvent, dans le cas du turbot, être conservés à des densités supérieures à 25 kg/m^2. A ces hautes densités, les poissons peuvent se poser les uns sur les autres en plusieurs couches sans problème. Dans les zones où les températures atteignent plus de 22°C, les adultes peuvent avoir une croissance réduite et sont plus sensibles aux maladies, d'où des productions moins importantes. L'élevage en cage en mer ouverte est difficile car les poissons plats sont sensibles au mal de mer dû au mouvement de l'eau et, en conséquence, peuvent avoir une croissance réduite.

L'élevage des poissons plats n'est économiquement viable que pour des systèmes intensifs demandant un très gros investissement.

B.3.3. Invertébrés

B.3.3.1. Mollusques Bivalves

Les écloseries produisant le nassain de la plupart des espèces de bivalves ne sont pas économiquement viables parce qu'il est moins coûteux et plus facile de collecter le naissain naturel (sauf dans le cas des huîtres). Toutes les espèces de bivalves élevées sont des organismes filtreurs et doivent être maintenus dans des zones de haut niveau trophique, avec une bonne production primaire (nord et ouest de la Méditerranée). Ce sont des zones où l'on trouve naturellement les adultes. La profondeur adéquate pour les cultures suspendues est telle que celles-ci soient au-dessus du fond (supérieur à 15 m). Pour l'élevage à plat ou l'ensemencement, de grande surfaces en zone à marée ou peu profondes, et sans activités concurrentes (à peu près toutes les autres activités côtières le sont) sont nécessaires. Du fait de leur nutrition par filtration, les élevages de bivalves sont très sensibles à la pollution humaine et aux proliférations planctoniques toxiques naturelles, soit directement par la mort des animaux, ou indirectement, par la bioaccumulation d'éléments dangereux et leur passage au consommateur. La circulation d'eau dans les zones d'élevage devrait permettre l'épuration de la colonne d'eau mais une eutrophisation peut résulter de l'accumulation de produits métaboliques.

Les bivalves adultes nécessitent peu d'attention comparés aux poissons. Les élevages suspendus sur corde demandent des éclaircissements avec le temps, pour donner plus d'espace aux individus en pleine croissance, et pour enlever les salissures. Les élevages en poche sont

dédoublés simplement en transférant les individus d'une poche à l'autre.

Au sein des pays de l'Union Européenne, la loi spécifie que les espèces de mollusques bivalves doivent être salubres ou épurés avant commercialisation. Les adultes récoltés sont déposés dans des réservoirs de purification à terre (claires) pendant une certaine période (en général 24 h) pour réduire les contaminations bactériennes et autres. Les autorités sanitaires locales peuvent demander des analyses complémentaires pour d'autres contaminants.

Les méthodologies d'élevage particulières pour les principales espèces de bivalves sont exposées ci-dessous.

Huître: *Crassostrea gigas*, *Ostrea edulis*

Les naissains peuvent être collectés naturellement dans les zones de reproduction, sur des filets plastiques suspendus, des tubes en PVC, des coquilles de bivalves morts, des tuiles recouvertes de chaux, des ardoises, des pierres ou des branches d'arbre. Ils peuvent également être collectés naturellement dans de petits bassins et raceways à partir d'adultes en cours de reproduction ou produits en écloseries plus intensives. Les adultes sont étalés directement sur le sol, sur de petites tables, maintenus en poches au-dessus du fond, ou élevés en culture suspendue, collés sur des supports, ou placés dans des paniers.

Moule: *Mytilus galloprovincialis*, *M. edulis*

Les naissains sont collectés naturellement sur des filets plastique suspendus. Les adultes grandissent en culture suspendue, à partir de radeaux et lignes flottantes.

Palourde: *Ruditapes phillipinarum*, *R. rhomboides*, *R. decussatus*

Les naissains étaient à l'origine produits en écloserie mais sont maintenant collectés naturellement. Les adultes sont grossis sur le fond, en zone de sable vaseux.

Coquille St-Jacques: *Pecten maximus*

Les naissains sont produits en écloserie, bien qu'ils puissent être récoltés naturellement sur des filets plastique suspendus. Les adultes sont normalement élevés sur lignes flottantes, en lanterne, mais aussi en poche.

B.3.3.2. Péneidés

La production de pénéidés est très faible en Méditerranée. Les espèces exotiques, dont les méthodes d'élevage sont bien connues, demandent des température assez élevées et constantes (> 20°C). Les écloseries consistent, normalement, en des systèmes de bassins à terre. Les femelles gravides ou ayant juste mué sont isolées seules ou en très faible densité dans des bacs de reproduction. L'élevage des larves est très difficile, de par le grand nombre de stades larvaires, et les différentes nourritures, en qualité et taille nécessaires à chaque stade. Les densités de stockage sont critiques, car les pénéidés peuvent avoir un comportement territorial et devenir cannibales. Les systèmes extensifs sont généralement basés sur des bassins de faible production. Les systèmes intensifs demandent habituellement une eau chauffée, et donc un investissement assez élevé. Les facteurs de conversion de la nourriture sont bas parce que ces animaux doivent muer pour grandir.

Tableau B2: Limitation de l'aquaculture par les facteurs de l'environnement

FACTEUR	BON	MOYEN	MAUVAIS
Exposition*	partielle	protégée	forte
Vague	1-3 m	1 m	> 3 m
Profondeur	> 30 m	15-30 m	< 15 m
Hydrodynamisme/chasse	fort	moyen	faible
Pollution de l'eau	faible	moyenne	forte
Température			
max	22-24	24-27	> 27
min	12	10	< 8
Salinité (‰)			
moyenne	25-35	15-25	< 15
variations	< 5	5-10	> 10
O_2 dissous (%)	100	70-100	< 70
Pente	> 30	10-30	< 10
Substrat	sable ou gravier	pierres mélangées	vase
Statut trophique	oligotrophique	mésotrophique	eutrophique
Biosalissures	peu	modérées	importantes
Prédateurs	pas	quelque uns	abondants

* Exposition: "partielle" équivaut à une côte exposée ou à une zone partiellement en haute mer,
"protégée" équivaut au domaine littoral,
"exposé" signifie en haute mer.

Tableau B3: Stades typiques de l'élevage des daurades en Méditerranée orientale

Stade	Âge	Poids
Écloserie (sac vitellin)	0 à 40 jours	0.001-0.05 g
Écloserie (sevrage)	1-2 mois	0.05-0.2 g
Bbacs larvaires	3 mois	0.2-2 g
Bassins à juvéniles (prégrossissement)	4-5 mois	2-20 g
Cage d'engraissement	14-30 mois	20-400 g

ANNEXE C: BASE DE DONNÉES POUR LE ZONAGE DE L'AQUACULTURE AU SEIN DE LA GESTION INTÉGRÉE DES ZONES CÔTIERES

Les informations devraient être basées largement sur les données existantes ou celles déjà collectées à d'autres fins. Les tâches les plus coûteuses en temps et argent sont de savoir où des études sont nécessaires; les nouvelles études doivent être limitées à un minimum.

L'unité d'une base de données devrait être exprimée de préférence en termes géographiques, en particulier s'il existe également des unités administratives. Ceci parce que de telles unités peuvent avoir des caractéristiques relativement homogènes. Lors de la planification de l'usage du sol et des ressources en eau, ces unités devraient être incluses dans l'effort de zonage.

La banque de données peut être divisée en quatre composants - spatial, écologique, économique et social - qui peuvent à leur tour être divisés. Ainsi, par exemple, la population totale d'une unité géographique particulière peut être moins utile pour les objectifs de la planification, que combinée à la taille de la zone à planifier, afin d'indiquer la densité de peuplement.

La base de donnée devrait être organisée de manière systématique. Chaque sujet devrait être divisé en certain nombre d'éléments. Finalement, un indicateur devrait être donné à chaque élément et à sa source de données (cf annexe C).

La forme exacte de la base de données dépendra, largement, des caractéristiques environnementales et du développement de l'unité concernée, ainsi que des posibilités de financement. Des cartes thématiques, représentant graphiquement ces facteurs, peuvent être des outils utiles pour l'analyse des données. La technologie informatique peut assister le développement d'une base d'information lorsqu'elle est organisée suivant la séquence: collecte - enregistrement - stockage - récupération - traitement.

Afin d'identifier les problèmes majeurs et de commencer le processus de planification intégrée, tel que l'état zéro de l'environnement, seules les sources de données existantes devraient être utilisées, agrémentées d'indicateurs des futures tendances prévues.

Une base d'informations plus détaillées (en relation avec des résumés statistiques, des documents historiques, des études, etc.) est nécessaire pour l'analyse, la définition des buts et objectifs et pendant la phase d'élaboration détaillée des propositions et de la politique.

CRITERES	ELEMENTS	INDICATEURS	SOURCES
ENVIRONNEMENT NATUREL	Longueur du segment de côte	km^2	cartes topographiques
	Terres cultivées	% total	cartes pédologiques
	Forêts	“	
	Autres	“	
	Caract. topo. de la bande côtière	longueur largeur pentes types de sols végétation naturelle baies, lagunes exposition	cartes topographiques, études
	Hydrologie:	nombre, localisation, capacité	cartes hydrologiques
	rivières	“	
	sources	“	
	ruisseaux	“	
	lacs	“	
	mer	marée, vagues	
	Climat:		
	température	moyenne, min, max	enregistrements météo.
	vents	locaux, périodiques, nombres de jours avec vents forts	
	Zones sensibles	type, localisation, taille	analyses existantes
UTILISATEURS EXISTANTS			
UTILISATION DE L’ESPACE	Résidences	types, localisation, taille	cartes d’utilisation terre/mer existante
	Productions	“	
	Stockage	“	
	Loisirs	“	
	Plages	“	
	Tourisme	“	
	Industries	“	
	Autres		
USAGE DE LA MER	Ports	“	
	Routes de navigation	“	
	Zones de pêche	“	
	Zones touristique	“	
	Zones de loisirs	“	
	Zones de rejets	“	
	Aquaculture	“	
	Zones protégées	“	
	Autres	“	

CRITERES	ELEMENTS	INDICATEURS	SOURCES
POPULATION	Taille et distribution	densité /km^2 habitant/habitation	résumés et statistiques
	Structure par ages	population par groupe d'âges	
	Structure par sexe	% hommes-femmes	
	Caractéristiques familiales	nbre de membres/foyers nbre de foyers urbains/ruraux	
	Vitalité	nbre de naissances/an nbre de morts/an nbre moyen d'enfants/famille	
	Revenus	classe de revenu	
	Emplois	% chômeurs % retraités % emplois/activité économique	
	Modèle de migration		
	temporaires	journalière saisonnière définitive temporaire	
	activité	économique tourisme autres	
HABITAT HUMAIN	Taille	nbre nbre dans chacun	
	Développement du système d'habitation	types et leur centre de gravité processus d'urbanisation processus de dégradation	
INFRASTRUCTURES	Réseau routier	longueur totale (km/km^2)	autorités transport routier
	Réseau ferroviaire	longueur totale (km/km^2)	autorités transport ferrovier
	Aéroports	localisation type capacité couloirs aériens	autorités transport aérien
	Ports	types capacité localisation routes de navigation nbre d'utilisateurs	autorités maritimes
	Adduction d'eau	capacité localisation du réseau niveau d'approvisionnement nbre d'utilisateurs	autorités gérant eau
	Source d'énergie: pétrole gaz charbon solaire autres	KWh	autorités gérant électricité

CRITERES	ELEMENTS	INDICATEURS	SOURCES
ACTIVITES ECONOMIQUES MAJEURES	Agriculture Forêt Pêches Aquaculture marine Industrie Tourisme Autres	% de chaque activité dans l'économie totale par GDP et emplois " " " "	statistiques
INVESTISSEMENTS POTENTIELS	Internationaux Nationaux Locaux	% / total " "	chambre de commerce
SERVICES PUBLICS ET SOCIAUX	Equipements pour l'éducation Equipements de santé Services sociaux Equipements de loisirs Services municipaux Services financiers Réparations Autres	type et nbre " " " " " " "	statistiques
	Propriété des terres	types de baux taille des lots	plan d'occupation des sols
	Habitations légales illégales	 location nbre d'appartements m^2 / habitant niveau d'équipements cf ci-dessus	
	Conditions de vie	population urbaine population rurale distribution des revenus organisation du travail - coopératives aspects institutionnels infrastructures niveau de pollution	statistiques
DOCUMENTS EXISTANTS	Projets de recherche et/ou développement Etudes internationales Plans nationaux Plans et études par secteurs Projets d'infrastructure Projets énergétiques Analyses sectorielles Autres		

ANNEXE D: DIRECTIVES POUR L'ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT (EIE) D'UNE AQUACULTURE INTENSIVE

1. Introduction

L'EIE devrait contenir une description rapide du site, des activités prévues et de l'importance du projet.

2. Description du développement du projet proposé

Le plan du projet proposé devrait être figuré sur une carte bathymétrique appropriée (échelle 1/1.000 ou 1/2.500) avec le plan du site présentant la localisation des bâtiments, des installations à terre et autres structures. La présentation du projet devrait inclure:

a) les détails des méthodes de construction (matériaux utilisés, état des routes d'accès);

b) une description détaillée des opérations d'élevage proposées sur le site (méthodes, espèces, capacités de production initiale et future, biomasse en stock envisagée et variations, apports de nourriture);

c) une estimation en qualité et quantité des rejets produits par les opérations d'élevage, de l'évacuation des déchets, des mortalités, des maladies et traitements envisagés.

3. Raisons du choix du site et des techniques proposées

Raisons du choix du site proposé, incluant une description des alternatives qui ont été prises en considération.

4. Description du site et de son environnement

a) Caractéristiques physiques de l'environnement aquatique local, telles que:

- carte topographique du littoral, carte bathymétrique du site au moins sur 1 km autour de l'élevage;
- détail des bancs sous-marins existants qui pouraient influencer le mouvement de la masse d'eau, des chenaux et communications avec la mer;
- description du littoral, du type de fond;

b) Informations météorologiques, hydrographiques et hydrologiques:

- vitesse et force du vent (rose des vents, évènements extrêmes);
- conditions de marée, seiches et probabilité de conditions extrêmes;
- courants et caractéristiques des vagues;
- conditions hydrologiques des chenaux naturels et artificiels et des rejets en mer;
- profils de température et d'oxygène.

c) Caractéristiques chimiques de l'eau, au moyen de quatre réplicats échantillonnés à chacune des trois profondeurs (0.5m, 5m et 1m du fond), avec détermination de:

- salinité (‰)
- pH (unité)
- phosphore total (µg/l)
- orthophosphate (µg/l)
- azote total (µg/l)
- ammonium (µg/l)
- nitrate (µg/l)
- nitrite (µg/l)
- matières en suspension/turbidité

Les analyses doivent être faites en utilisant des méthodes appropriées pour les échantillons d'eau de mer contenant peu de nutriments.

d) Chimie du sédiment, basée sur quatre répliquats d'échantillons pris à la benne aux mêmes stations que les échantillons d'eau (voir ci-dessus), avec détermination du:

- type de sédiment sur le site et aux alentours;
- potentiel redox (à 4 cm sous la surface du sédiment);
- contenu en azote et carbone organique.

e) Caractéristiques biologiques de l'environnement aquatique local:

- communautés phytoplanctoniques; changement de composition saisonnier; proliférations;
- communauté benthique;
- zones de pêche et espèces importantes pour la pêche commerciale.

f) Caractéristiques biologiques de l'environ–nement terrestre local, existence d'espèces ou communautés particulièrement sensibles ou protégées.

g) Utilisations présentes des terres et sites marins visés, ainsi que de leurs alentours:

- localisation et taille d'autres opérations d'élevage;

- localisation et taille des habitations proches;
- routes de navigation;
- localisation et taille de l'activité touristique près du site;
- localisation et taille des marinas avoisinantes;
- proximité des autres sources de nutriments et d'effluents, incluant l'intensité de l'agriculture.

5. Identification des impacts possibles

Une estimation des impacts positifs et négatifs prévus devrait être donnée en utilisant chaque fois que possible des standards reconnus, en y incluant les aspects suivants:

a) changements topographiques et bathymétriques et fréquence de ces modifications pendant et après la construction;

b) changements dans la circulation d'eau due à l'implantation aquacole;

c) mouvements de sable et lieux où un accroissement de l'accumulation de sable ou de l'érosion côtière est susceptible intervenir;

d) hypernutrification/eutrophisation de l'eau et réponses attendues des communautés biologiques locales;

e) accumulation physique et enrichissement organique des sédiments, réponses prévues;

f) impact sur la faune et la flore benthiques, risque de perte d'un habitat, changements pouvant intervenir;

g) élimination du stock d'animaux morts;

h) impact esthétique des bâtiments et autres structures;

i) impact sur la qualité des eaux de baignade et sur la propreté du sable de plage le cas échéant;

j) interaction avec les pêcheurs locaux;

k) impact sur les routes de navigation et autres activités marines.

6. Mesures pour réduire ou prévenir les impacts négatifs

Cette section doit décrire toutes les mesures - techniques, légales, sociales, économiques ou autres destinées à prévenir, réduire ou déplacer les effets négatifs des activités aquacoles proposées.

7. Suivi

Mesures prévues pour suivre les effets à long terme, incluant la collecte de données, leur analyse et la mise en application des procédures utilisables pour assurer le bon déroulement de ce suivi.

8. Bibliographie

Liste des sources utilisées ou consultées pour la préparation de l'étude d'impact.

6 BIBLIOGRAPHIE

Cette bibliographie indique les références des documents utilisés dans ce rapport ou à recommander aux lecteurs.

Barg, U.C.: *Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development*. FAO, Fish. Tech. Paper 328, Rome 1992: 122p.

Becet, J.M.: "*Schémas de mise en valeur de la mer et aquaculture"*. Rev. Droit rural 211 (mars 1993): p101-105.

Beveridge, M.C.M.and L.G. Ross: "*Environment, site selection and planning: the role of geographic information systems in aquaculture*." IFS Regional Workshop on Ecology of Marine Aquaculture, Osorno, Chile, 1991: 24p.

Bonucci N., W.R. Edeson & A.R. Van Houtte: *Analyse préliminaire de certains textes législatifs régissant l'aquaculture*. FAO, Etude législative 49, Rome: 53p.

Chia, L.S., H. Khan and C.L. Ming: *The coastal environmental profile of Singapore*. ICLARM Tech. Rep. 21, 1988: 91p.

Chua, T.E. and D. Pauly (Eds.): *Coastal area management in South East Asia: policies, management strategies and case studies*. ICLARM Conf. Proc. 30, 1991: 193p.

Chua, T.E.: "*Coastal aquaculture development and the environment: The role of coastal area management*." Mar. Pollut. Bull., 25 (1-4) (1992): p98-104.

Chua, T.E.: "*Essential elements of integrated coastal zone management*. P. 81-108". In *Integrated coastal management, Ocean and Coastal Management*, ed. **Cicin-Sain B. et al.** 1993 21, Spec. Issue.

Chua, T.E.: *Managing coastal resources for sustainable development*. The ASEAN initiative. ICLARM Conf. Proc. 30, 1991: p21-35.

Clark, J.R.: *Integrated management of coastal zones*. FAO Fish. Tech. Paper 327, Rome, 1992: 167p.

De Voe, M.R.: "*Aquaculture and the marine environment: policy and management issues and opportunities in the United States*." Bull natl. Res. Inst. Aquacult., Suppl. 1, (1994): p111-123.

Dosdat, A., M. Merceron, J. Duret and M. Kempf: "*Fish farming regulation with reference to environmental problems in France."* In *Fish farm effluents and their control in EC countries*. eds. **Rosenthal H & V. Hildge**. Workshop, Hamburg Nov. 92, Report, March 1993: 205p.

Dosdat, A., N. Kempf and M. Marceron: "*Country report: France*" In *Report of the working group on "Environmental interaction of mariculture",* ed. **Rosenthal H.** . Cork, Ireland, March 1994, ICES 1994/F:3: p84 - 88.

DPNM: *La méthodologie des schémas de mise en valeur de la mer*. Min Equipt Transport & Tourisme, Dir. Port & Navig. marit, Paris, Doc. Travail, juin 1994: 20 p + annexes.

FAO: *The definition of aquaculture and collection of statistics*. FAO Aquacult. Min. 7, 1990: 4p.

Garcia, S.: "*L'amenagement des pêches et de l'aquaculture et la gestion intégrée de la zone côtière*." Communication to IFREMER workshop, May 1994: 9p.

GESAMP (IMO/FAO/Unesco/WMO/WHO/ IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution): *Coastal modelling*. Rep. Stud. GESAMP 39, 1991: 112p.

Gubbay, S.: "*A future for the coast? Proposals for a UK coastal zone management plan*." A report for the World Wide Fund for Nature from the Marine Conservation Society, United Kingdom, 1990: 31p.

Helin, J.C.: "*Le droit de l'aquaculture marine: tendances et problèmes"*. 11p in *Agriculture et Aquaculture: aspects juridiques et économiques.* Actes Coll. Assoc. Droit rural, Corse 21-23 mai 1992: Publ. Univ. Corse.

Héral, M. and J-P. Berthome: "*Water quality criteria for shellfish molluscs: the example of French monitoring."* In *Aquaculture and the Environment.* eds. **De Pauw, N. & J. Joyce**. European Aquaculture Society, Special Publication no 16, Gent, Belgium, 1991: 15p.

Hildebrand, L.P.: *Canada's experience with coastal zone management*. Halifax, The Oceans Institute of Canada, 1989: 118p.

Howartt, W.: *The law of aquaculture: the law relating to the farming of fish and shellfish in Britain*. Oxford, Fishing News, Books Ltd., 1990: 271 p.

Ibrek, H.O., H. Kryvi, and S. Elvestad: *Nationwide assessment of the suitability of the Norwegian coastal zone and rivers for aquaculture (LENKA).* Coastal Management (21), 1993: p53-73.

ICES: *Report of the working group on environmental interaction of mariculture*. International Council for the Exploration of the Sea. Mariculture Committee, C.M. 1994/F:3.: 159p.

Kam, S.P.: *Application of remote sensing and geographical information systems in coastal area management*. ICLARM Conf. Proc. 19, 1989: p163-171.

Kapetsky, J.M., L. McGregor and L. Nanne: A *geographical information system and satellite remote sensing to plan for aquaculture development: a FAO-UNEP/GRID cooperative study in Costa Rica*. FAO Fish. Tech. Pap. 287, Rome 1987: 51p.

Katavic, I.: *An approach to the inventory of sites suitable for aquaculture in Mediterranean coastal areas*. PAP/RAC (MAP-UNEP), 1990: 18p.

Kempf, M.: "*The role of mariculture in integrated coastal zone management: the case of France*." In *Report of the Working Group on "Environmental interaction of mariculture",* ed. **Rosenthal H.** Cork, Ireland, March 1994, ICES 1994/F:3: 159p.

Klemm, C. de: *Protected areas in the Mediterranean, an attempted analytical study of relevant legislation*. UNEP/IUCN, MAP techn. Rep. Ser. 83, 1995: 53 p. (French).

Mauvais, J.L. & C. Alzieu: "*Normes d'émission ou qualité du millieu.*" Equinoxe (IFREMER) 49, (mai-juin 1994): p9-18.

Miner, M.C.: "*Les contraintes juridiques de l'exploitation de cultures marines situées en France*." Séminaire MEDRAP Aquaculture et environment et Méditerranée, Bordeaux, Aquacult. 92, Publ. EAS et ADA 29, 1992: p103-114.

Morice F., M. Merceron & M. Kempf: *Pisciculture marine et environnement en France: réglementation, pratique, propositions*. IFREMER, Rapp. DEL Brest, 1996: 90 p.

Morice, F.: *L'environnement dans la réglementation de la pisciculture marine*. Rapp. Stage IFREMER DEL Brest, oct. 1994: 130p + annexes.

Munday, B., A. Eleftheriou, M. Kentouri and P. Divanach: *The interaction of aquaculture and the environment. A bibliographical review*. European Union / DG XIV/D/3, November 1992: 325p.

Nagao, K.: "*Administrative measures to conserve the environment for aquaculture grounds in Japan."* Bull natl. Res. Inst. Aquacult., Suppl. 1, (1994): p125-129.

Nash, C.E.: *Aquaculture sector planning and management*. Fishing News Books, 1995: 310 p.

OECD: *Gestion des zones côtières - Politiques intégrées,* 1993: 143p.

PAP/RAC: *A common methodological framework for integrated planning and management in Mediterranean coastal areas*, UNEP/MAP/PAP, Split, Croatia, 1988: 26p.

PAP/RAC: "*EAM network - Selection and protection of sites suitable for aquaculture*." Notes of an expert meeting held in Toulon, France, February 1995: 5p.

PAP/RAC: "*EAM network - Selection and protection of sites suitable for aquaculture*." Notes of an expert meeting held in Split, Croatia, October 1994: 10p.

PAP/RAC: *Report of the workshop on environmental aspects of shellfish culture in the Mediterranean with special reference to monitoring*. Dubrovnik, Croatia, July, 1994: 13p.

Paquotte, P.: "*La prise en compte des contraintes d'environnement dans l'économie des enterprises aquacoles*." p 123-133 in *Aquaculture et Environnement, aspects réglementaires*, **IFREMER**, Actes Coll. 16, 1994: 160p.

Pillay, T.V.R.: *Aquaculture and the Environment*. Oxford, Fishing News books, Blackwell, 1992: 189p.

Pullin, R.s.v., H. Rosenthal and J.L. Maclean (Eds): *Environment and aquaculture in developing countries*. ICLARM/GT2, 1993: 359 p.

Rosenthal, H., D. Weston, R. Goven and E. Black: "*Report of the ad hoc study group on environmental impact of mariculture*." Copenhagen, ICES Coop. Res. Rep., 154, 1988: 83p.

Rosenthal, H., V. Hilge and A. Kamstra (Eds): *Proceedings of the workshop on fish farm effluents and their control in EC countries*, 1993: 205p.

Troadec, J.P.: "*Institutional change in fisheries management*." 14° Fisheries Weck of Açores, Horta (P), March 13-17, 1995: 22p.

UNDP: *Handbook and guidelines for environmental management and sustainable development*. New York, United Nations Development Programme, 1991: 55p plus annexes.

UNEP: *An approach to environmental impact assessment for projects affecting the coastal and marine environment*. UNEP, Nairobi. UNEP Reg. Seas. Rep. Stud.122, 1990: 35p.

UNEP: *Environmental aspects of aquaculture development in the Mediterranean region: documents produced in the period 1985-87*. UNEP MAP Techn. Rep. Ser. 15, 1987: 100p.

UNEP: *Guidelines for Integrated Management of Coastal and Marine Areas - With Special Reference to the Mediterranean Basin*. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 161. Split, Croatia, PAP/RAC (MAP-UNEP), 1995: 80p.

UNEP: *Environmental guidelines for fish farming*. Nairobi, UNEP. Environ. Manage. Guidel., 19, 1990: 50p.

Van Houte, A.R., N. Bonucci and W.R. Edeson: *A preliminary review of selected legislation governing aquaculture*. Rome, FAO. ADCP/REP/89/42, 1989: 81p.