

IRSNINSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE*Faire avancer la sûreté nucléaire*

Sensibilité de la zone côtière de Méditerranée face à une pollution accidentelle issue d'un navire

Rapport final du projet CLARA2

DEI/SESURE 2011-22

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE
L'INTERVENTION

Service d'étude et de surveillance de la radioactivité dans
l'environnement

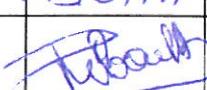
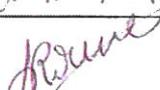
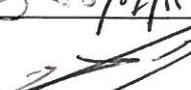
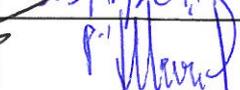
| | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Demandeur | ANR - Agence de l'Eau RM&C |
| N° action/Processus de rattachement | 05D/T01-001/07 |

Sensibilité de la zone côtière de Méditerranée face à une pollution accidentelle issue d'un navire

H. Thébault, C. Duffa, C. Scheurle

LERCM

DEI/SESURE/2011-22

| | Réservé à l'unité | | Visas pour diffusion | | |
|------------|---|---|---|--|-------------------------------|
| | Auteur(s) | Vérificateur | Chef du SESURE | Directeur de la DEI | Directeur Général de l'IRSN * |
| Noms | H. THEBAULT | S. ROUSSEL-DEBET | J-M. PERES | D. CHAMPION | J. REPUSSARD |
| Dates | 13/07/11 | 18/07/11 | 20/07/11 | 21/7/2011 | |
| Signatures |  |  |  |  | |

DIFFUSION : Libre Interne Limitée

LISTE DES PARTICIPANTS

| Nom | Organisme |
|-----------------|--|
| Vanessa Parache | IRSN, LERCM |
| Eric Chojnacki | IRSN, DPAM |
| Dominique Ami | DESMID, Marseille |
| Alexandre Vela | SINTINELLE, Biguglia |
| Aurélie Maurin | CYRNEA, Ajaccio |
| Nicolas Ganzin | IFREMER, LER/PAC |
| Pierre Boissery | Agence de l'Eau, Rhône Méditerranée et Corse |

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les nombreux interlocuteurs sollicités pour ce travail pendant la phase de recueil des données ainsi que les acteurs du panel qui ont participé aux entretiens. Au delà des relations institutionnelles habituelles, nombre d'entre eux, sensibles à l'intérêt du projet, nous ont permis, à titre personnel, d'accéder à des informations précieuses et ont formulé des conseils pertinents.

RESUME

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet CLARA2, soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) pour la période 2007-2011, qui réunit douze partenaires, dont deux unités de l'IRSN, et dont l'objectif est la réalisation d'un outil d'aide à la décision rapide et fiable en cas de pollution issue d'un navire en Méditerranée.

La contribution de l'IRSN/DIE/SESURE/LERCM, qui a bénéficié du soutien de l'Agence de l'Eau RM&C, est consacrée à une analyse « a priori » de la sensibilité des zones côtières de Méditerranée française en cas de pollution majeure.

L'objectif général est de recenser l'ensemble des facteurs pertinents pour évaluer la sensibilité de la zone côtière vis-à-vis d'une pollution accidentelle issue d'un navire transportant des matières dangereuses, en les regroupant en 3 sous-ensembles : facteurs physiques et géomorphologiques, facteurs écologiques et facteurs socio-économiques, puis de quantifier au mieux chacun de ces facteurs et de produire, si possible, une carte de sensibilité globale, comme support à la décision en situation post-accidentelle.

Cette approche, relativement indépendante de l'évaluation du risque et de l'aléa est nouvelle pour cette côte. Son originalité réside dans la spatialisation des données recueillies et des indices calculés dans le cadre d'un découpage préétabli, permettant de hiérarchiser les zones et de les comparer entre elles.

L'analyse multi-critères et multi-acteurs permet de valider en grande partie la hiérarchisation issue de l'agrégation des sous-indices de sensibilité.

L'aboutissement de ce travail consiste en un jeu de cartes à l'échelle de la façade méditerranéenne montrant la distribution de la sensibilité avec un code couleur auto-porteur pour l'indice global (été/hiver) et pour chacun des sous-indices (physique, écologique, économique). Un tableau détaillé présentant les valeurs de l'ensemble des critères, pour toutes les zones pour deux saisons, complète le jeu de données. Ces éléments sont intégrés directement dans l'outil CLARA2 et permettront au gestionnaire de la crise d'avoir accès à 3 niveaux de détails successifs concernant la sensibilité de chaque zone. Lors d'un accident ces informations seront croisées avec les prévisions de dispersion des substances dangereuses pour déterminer, en situation de crise, les zones les plus vulnérables.

La base de données spatialisées constituée lors du recueil d'information a nécessité un effort conséquent de requêtes, d'enquêtes et de validation, en particulier pour les données écologiques et surtout économiques. Cet ensemble peut servir à d'autres applications que l'analyse de sensibilité et constitue une contribution significative à un véritable atlas environnemental et socio-économique des zones côtières de Méditerranée française. Par ailleurs, l'expérience concrète de la pluridisciplinarité, tentant de faire collaborer spécialistes des sciences humaines et ceux des sciences environnementales, est riche d'enseignements.

La méthode mise en œuvre dans ce travail peut être appliquée à d'autres côtes et en premier aux côtes françaises de la façade manche-atlantique, le premier projet CLARA n'ayant pas bénéficié d'une cartographie de sensibilité.

La poursuite des travaux de recherche appliquée s'oriente vers l'évaluation contingente des activités socio-économiques non marchandes, surtout récréatives, et des bénéfices issus des écosystèmes marins emblématiques de Méditerranée.

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUCTION | 7 |
| 2 MÉTHODE | 9 |
| 2.1 DÉCOUPAGE DU TERRITOIRE ÉTUDIÉ | 10 |
| 2.2 SÉLECTION DES CRITÈRES ET RECUEIL DES DONNÉES | 12 |
| 2.2.1 Critères physiques et morphologiques | 12 |
| 2.2.2 Critères écologiques | 12 |
| 2.2.3 Critères socio-économiques | 13 |
| 2.3 TRAITEMENT DES DONNÉES ET EXPRESSION DES RÉSULTATS | 15 |
| 2.4 ANALYSE MULTI-CRITERES..... | 16 |
| 2.5 VULNÉRABILITÉ EN FONCTION DU TYPE DE POLLUANT | 16 |
| 3 RÉSULTATS ET DISCUSSION | 17 |
| 3.1 CRITÈRES PHYSIQUES ET MORPHOLOGIQUES..... | 17 |
| 3.1.1 Degré de fermeture/confinement | 17 |
| 3.1.2 Taux de renouvellement des masses d'eau | 17 |
| 3.1.3 Nature de la côte..... | 18 |
| 3.2 CRITÈRES ÉCOLOGIQUES..... | 19 |
| 3.2.1 Mesures de protection et inventaires écologiques | 19 |
| 3.2.2 Biocénoses benthiques patrimoniales | 20 |
| 3.3 CRITERES SOCIO-ÉCONOMIQUES..... | 21 |
| 3.3.1 Résultats globaux pour la façade méditerranéenne | 21 |
| 3.3.2 Évaluation économique par zone | 23 |
| 3.4 SENSIBILITÉ GLOBALE (PHYSIQUE, ÉCOLOGIQUE, ÉCONOMIQUE) | 25 |
| 3.5 ANALYSE MULTI-CRITÈRES..... | 27 |
| 3.5.1 Constitution du panel..... | 27 |
| 3.5.2 Présentation de la démarche aux acteurs..... | 27 |
| 3.5.3 Indices globaux de sensibilité restitués lors des entretiens | 28 |
| 3.5.4 Analyse de la dispersion des résultats | 29 |
| 3.5.5 Établissement d'un classement hiérarchisé sur l'ensemble des zones côtières..... | 33 |
| 3.5.6 Discussion sur l'analyse multi-critères..... | 35 |
| 3.5.7 Carte de sensibilité globale issue de l'analyse multi-acteurs | 36 |
| 4 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES | 37 |
| 5 BIBLIOGRAPHIE | 39 |
| 6 LISTE DES FIGURES | 41 |
| 7 LISTE DES TABLEAUX | 41 |
| 8 ANNEXES | 42 |
| 8.1 ANNEXE 1 : PROJET CLARA II (RÉSUMÉ) | 43 |
| 8.1.1 PARTENARIAT | 43 |
| 8.1.2 RÉSUMÉS | 44 |
| 8.1.3 FICHE DE SYNTHÈSE | 45 |
| 8.1.4 PRÉSENTATION DU PROJET DE R&D | 46 |

| | |
|--|----|
| 8.2 ANNEXE 2 : DESCRIPTION DÉTAILLÉE ET MODE DE CALCUL DE CHAQUE CRITÈRE | 52 |
| 8.2.1 CRITÈRES PHYSIQUES..... | 52 |
| 8.2.2 CRITÈRES ÉCOLOGIQUES..... | 53 |
| 8.2.3 CRITÈRES SOCIO-ÉCONOMIQUES..... | 54 |
| 8.3 <i>REFERENCES ANNEXE 2</i> | 79 |
| 8.4 ANNEXE 3 RÉSULTATS DÉTAILLÉS DE SENSIBILITÉ | 81 |
| 8.4.1 SENSIBILITÉ PHYSIQUE | 81 |
| 8.4.2 SENSIBILITÉ ÉCOLOGIQUE | 83 |
| 8.4.3 SENSIBILITÉ ÉCONOMIQUE | 85 |
| 8.4.4 SENSIBILITÉ GLOBALE | 87 |

1 INTRODUCTION

Le projet CLARA2¹ soutenu par l'ANR (PRECODD) pour la période 2007-2010 est coordonné par l'Ecole des Mines d'Alès et rassemble 12 partenaires (Annexe 1). L'objectif de ce projet est la prévision et l'aide au diagnostic dans un contexte de gestion de crise liée à une pollution accidentelle en milieu marin. Le projet CLARA II aboutira à la création d'un outil de simulation permettant de prévoir la localisation d'un contaminant, ainsi que l'évolution de sa concentration dans la mer et dans l'atmosphère lors d'un déversement massif de polluant en Méditerranée. Il permettra également d'anticiper les conséquences sur le milieu marin et sur les activités économiques associées en fonction des caractéristiques de la zone touchée (Aprin et al., 2008). C'est sur ce dernier aspect que l'IRSN/DEI/SESURE/LERCM apporte sa contribution à ce projet de recherche appliquée. Il s'agit, à partir des méthodes utilisées dans le cadre du projet « Sensibilité radioécologique » (SENSIB, Mercat et Renaud, 2003), d'élaborer un outil normalisé capable de représenter et de comparer sur une même échelle de valeur la sensibilité des territoires vis-à-vis d'une pollution accidentelle et sur la base de ses caractéristiques environnementales et anthropiques. Pour CLARA2, cette approche sera transposée au domaine côtier et pour une liste de produits correspondants aux matières dangereuses les plus transportées (Scheurle et al., 2009). La construction d'un indice de sensibilité et la réalisation d'un atlas de sensibilité des zones côtières de Méditerranée françaises, résultent d'une analyse *ex ante* permettant d'attribuer à chaque secteur une valeur relative de sensibilité « intrinsèque », indépendante de l'aléa d'une éventuelle pollution (Duffa et Thébault, 2007). C'est ensuite le croisement entre sensibilité et risque qui identifie les zones vulnérables (Figure 1).

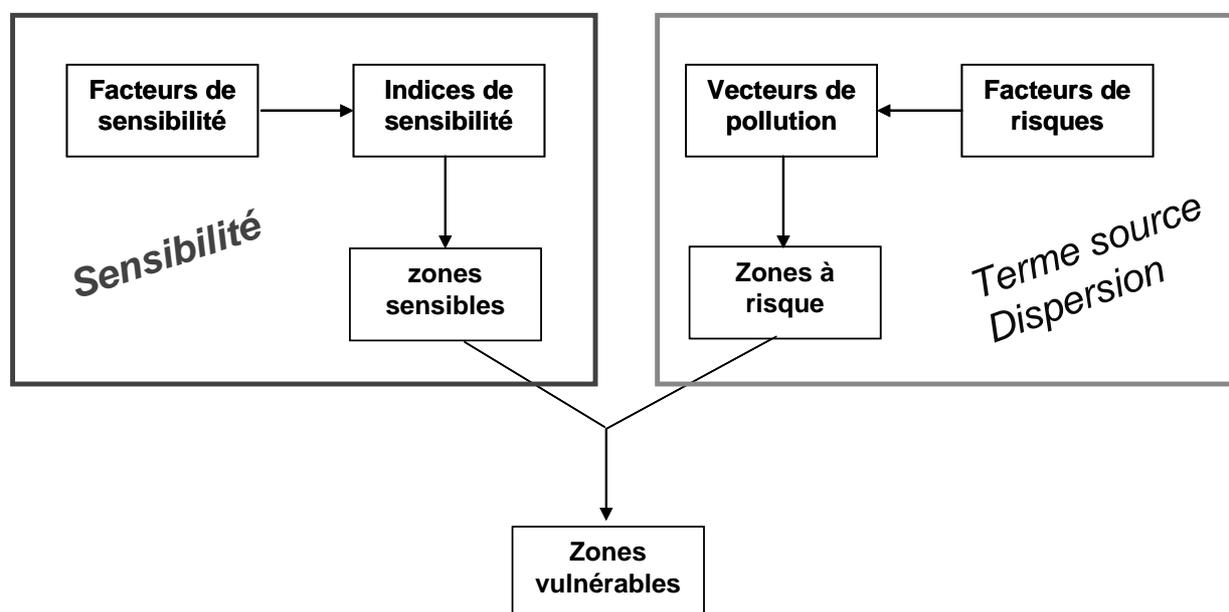


Figure 1 : Démarche méthodologique permettant de définir les zones vulnérables

L'approche générale considère que le développement durable de nombreuses activités humaines est lié à la qualité de l'environnement et au bon état du milieu naturel et que la dégradation de celui-ci aura inévitablement des conséquences à plus ou moins long terme sur le bien-être humain (c'est, par exemple, la démarche utilisée dans l'analyse du changement climatique). L'utilisation des concepts économiques dans le

¹ Calculs Liés Aux Rejets Accidentels en Méditerranée - <http://clara2.ema.fr/>

domaine de la gestion de l'environnement, en particulier l'évaluation économique des biens et services rendus par les écosystèmes, fournit aux décideurs un langage commun et quantitatif, compréhensible par un large public (MEA, 2005). Ainsi, les bénéfices soutenable issus du capital naturel marin renvoient aux grandes catégories de services écologiques (De Groot et al., 2002 ; Beaumont et al., 2007) : services de productions, services culturels et services de régulation (tableau 1).

Tableau 1 : Les services écologiques et leurs bénéfices associés

| Catégories de services écologiques | Services écologiques | Bénéfices évaluables |
|------------------------------------|---|---|
| Services de production | Production de ressources alimentaires | Rente liée à la production de produits de la mer |
| Services culturels | Aménités, support aux activités récréatives | Rente liée à la fourniture d'activités récréatives |
| Services de régulation | Régulation du climat Atténuation des risques naturels Traitement des rejets | Valeur de piégeage du CO ₂ Valeur de protection contre l'érosion Valeur du traitement des rejets |

Dans le cadre de ce projet, seuls les bénéfices des services de production et les services culturels seront évalués, les variations des bénéfices des services de régulation paraissant en dehors du champ des conséquences d'une pollution accidentelle issue d'un navire. Cependant, ces services ont été implicitement pris en compte dans le recensement des écosystèmes marins emblématiques et patrimoniaux.

Il s'agit donc d'estimer la valeur économique annuelle des services rendus par les écosystèmes marins en utilisant le cadre conceptuel de la Valeur Economique Totale, VET, (CIESM, 2008), présenté dans la figure 2.

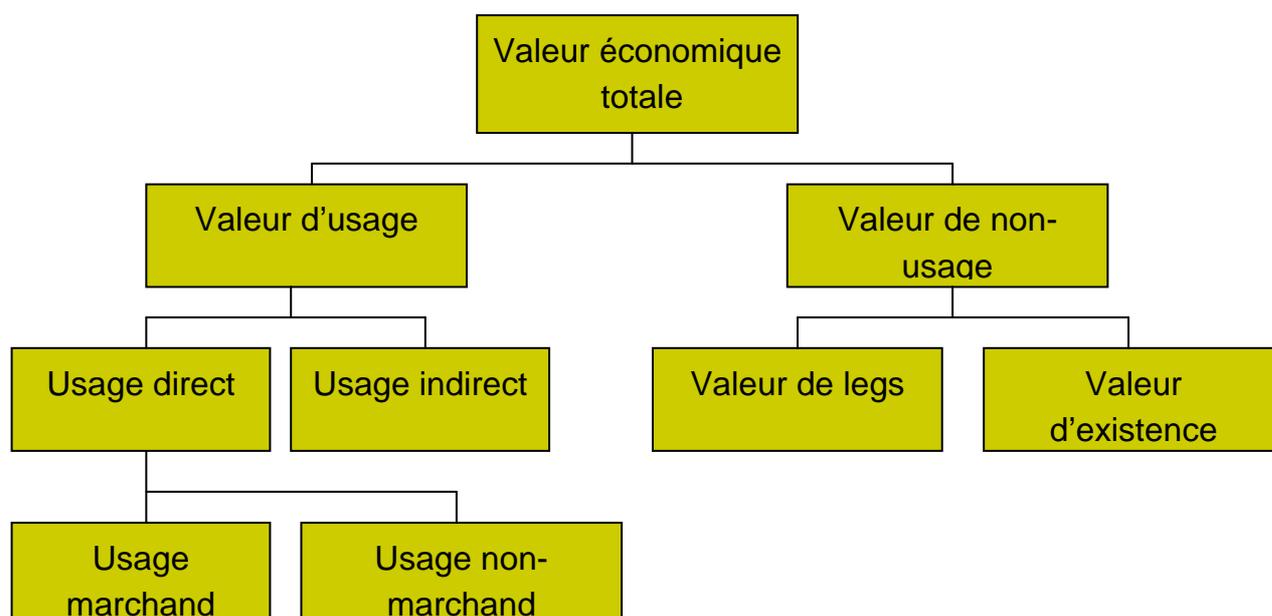


Figure 2: Les composantes de la Valeur Economique Totale des écosystèmes marins

Là encore, seuls les usages directs feront l'objet, autant que possible, d'une valorisation monétaire. Cela signifie que l'évaluation économique est considérée *a minima* et que la VET approchée par la valeur d'usage est « au moins ça ». L'estimation monétaire des valeurs de non-usage pour la zone côtière de Méditerranée qui aurait l'avantage de pouvoir exprimer la plupart des facteurs de sensibilité écologique et économique sur la même métrique, reste un objectif général de connaissance (Ledoux et Turner, 2002). Cette étude nécessite une approche indirecte d'évaluation contingente à travers l'estimation du Consentement à Payer des agents économiques (Bonnieux, 1998), travail long et complexe qui n'est, pour l'instant, pas disponible pour la zone considérée puisque depuis les travaux pionniers dans ce domaine (Costanza et al., 1999), les valeurs estimées le sont, soit à une échelle trop vaste (Martinez et al., 2007 ; Mangos et al., 2010), soit considérées comme intransférables (Genty, 2006). Là aussi, les valeurs d'existence et de legs seront donc approchées par le recensement et l'importance relative des écosystèmes marins les moins résilients, c'est-à-dire les moins capables d'être restaurés après une perturbation majeure d'origine naturelle ou anthropique.

L'objectif général est donc de recenser l'ensemble des facteurs pertinents pour évaluer la sensibilité de la zone côtière vis-à-vis d'une pollution accidentelle issue d'un navire transportant des matières dangereuses, en les regroupant en 3 sous-ensembles : facteurs physiques et géomorphologiques, facteurs écologiques et facteurs socio-économiques. Puis de quantifier au mieux chacun de ces facteurs en gardant à l'esprit que la valeur absolue de chaque facteur a moins d'importance que la possibilité de pouvoir comparer les zones prédéfinies entre elles et de produire, si possible, une carte de sensibilité globale, comme support à la décision en situation post-accidentelle.

2 MÉTHODE

La méthodologie générale a été décrite précédemment (Duffa et Thébaud, 2007) et ne sera reprise que pour ce qui concerne l'application spécifique au projet CLARA2. La figure 3 décrit les étapes successives permettant d'aboutir à la réalisation d'un atlas de sensibilité du littoral méditerranéen.

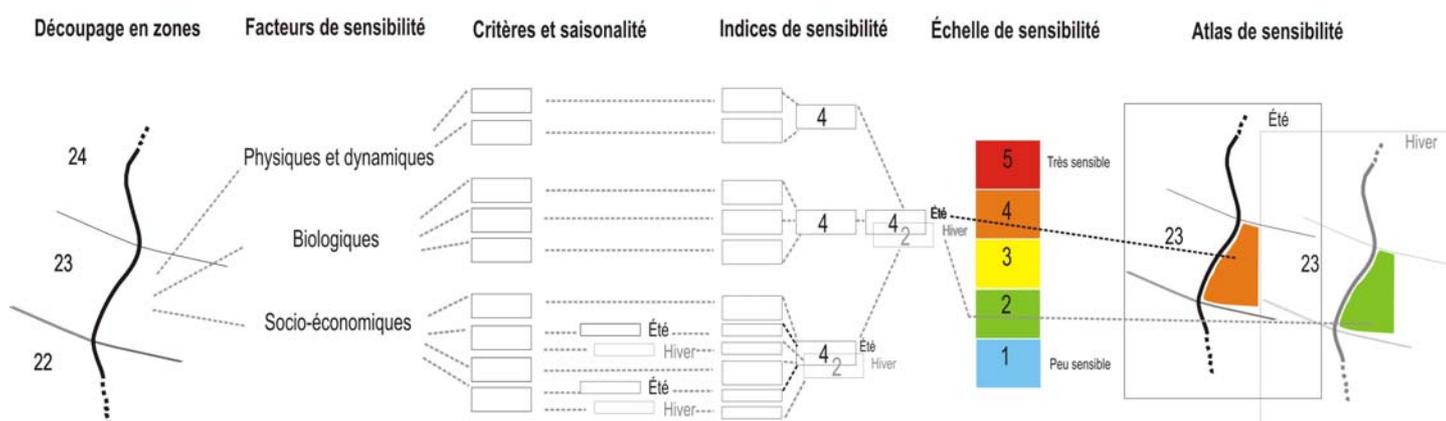


Figure 3 : Démarche de construction de l'atlas de sensibilité

Le processus commence par un découpage initial en zones homogènes du point de vue de leurs caractéristiques environnementales et des activités qui y sont associées. Ensuite, le recensement complet de tous les facteurs de sensibilité pertinents par rapport au risque d'accident maritime est réalisé. Le recueil des données pour l'ensemble des critères (variables) sélectionnés est effectué par zone, en privilégiant, si possible, l'évaluation

quantitative. Les valeurs sont ensuite agrégées en sous-indices et traduites dans une échelle de sensibilité. La représentation des résultats de sensibilité par zone est réalisée à l'aide d'un code couleur classique.

Il faut noter qu'il n'existe pas de méthodologie pour la construction des indices et des atlas de sensibilité qui fasse l'objet d'un consensus entre les scientifiques et les gestionnaires du milieu marin et l'analyse de la bibliographie montre que, pour chaque territoire concerné, la méthode est souvent spécifique (CEDRE, 1987 ; Tortell, 1992 ; NOAA, 2002 ; Angelidis et Kamizoulis, 2005, Levratto et al., 2005)

2.1 DÉCOUPAGE DU TERRITOIRE ÉTUDIÉ

Le découpage en zones de la façade méditerranéenne française est une étape préalable indispensable à la possibilité de comparaison des secteurs maritimes entre eux du point de vue de leur sensibilité. Dans d'autres études, en particulier pour les atlas de sensibilité intégrés dans les plans POLMAR-TERRE (Le Berre et David, 2009 ; Bokor et al., 2006), une méthode différente a été choisie : chaque facteur de sensibilité apporte son propre découpage interne aux données recueillies (ex : nature de la côte, espèces protégées, tourisme littoral). La superposition des différents découpages détermine la plus petite unité spatiale considérée. Cette approche ne concerne cependant, dans le cas des plans POLMAR-TERRE, que la bande littorale considérée comme un linéaire. Dans le cas de zones marines étendues vers le large, cette méthode aboutirait à une mosaïque de secteurs qu'il faudrait ensuite tenter de regrouper pour un résultat plus « lisible ». Pour CLARA2, nous avons choisi un découpage *a priori*, considérant cependant qu'il s'agit d'un processus itératif et que ce découpage pourrait être modifié à la fin, par exemple, du recueil des données. Le zonage choisi correspond à celui établi pour le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) pour le littoral du Bassin Rhône Méditerranée et Corse. Ce zonage réalisé en 1997 pour la première version du SDAGE a été modifié en 2009 à l'occasion de la révision de cet outil de planification spatiale². Pour les 30 zones marines, les limites « latérales » retenues sont celles du SDAGE 2009 ainsi que la numérotation des zones (zones lagunaires exclues). La limite vers le large est fixée à 4 miles marins de la côte ou correspond à la ligne de l'isobathe -50m, en prenant la plus éloignée des deux limites. Cette limite vers le large a été choisie en considérant qu'au-delà de celle-ci, les données disponibles sont rares ou peu fiables. Pour les données sur la pêche dans le Golfe du Lion, qui s'étendent jusqu'à la limite des eaux territoriales (12 miles), les informations ont été intégrées dans les zones marines correspondantes. Il faut noter que ces limites ont un caractère arbitraire, les masses d'eau et les peuplements associés n'ayant pas de réelles frontières. Les zones indiquées sur la figure 4 doivent donc être considérées avec une enveloppe « en pointillé ». Cependant, un découpage équivalent a été adopté, par exemple, pour les masses d'eau côtières dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau, afin de géolocaliser les informations à l'intérieur de cadres adaptés à la gestion du milieu littoral (DCE, 2000). Un exercice de zonage sera également réalisé pour les zones marines plus au large (au moins jusqu'à la limite des 12 miles) pour la mise en œuvre de la récente Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM, 2008).

Pour la partie terrestre de la bande littorale, le territoire des communes littorales a été considéré au sens strict (communes dont le périmètre comprend portion une côte) excepté pour quelques communes très proches de la côte et dont par exemple, l'activité économique est directement liée à la proximité de la mer.

² <http://www.eaurmc.fr>

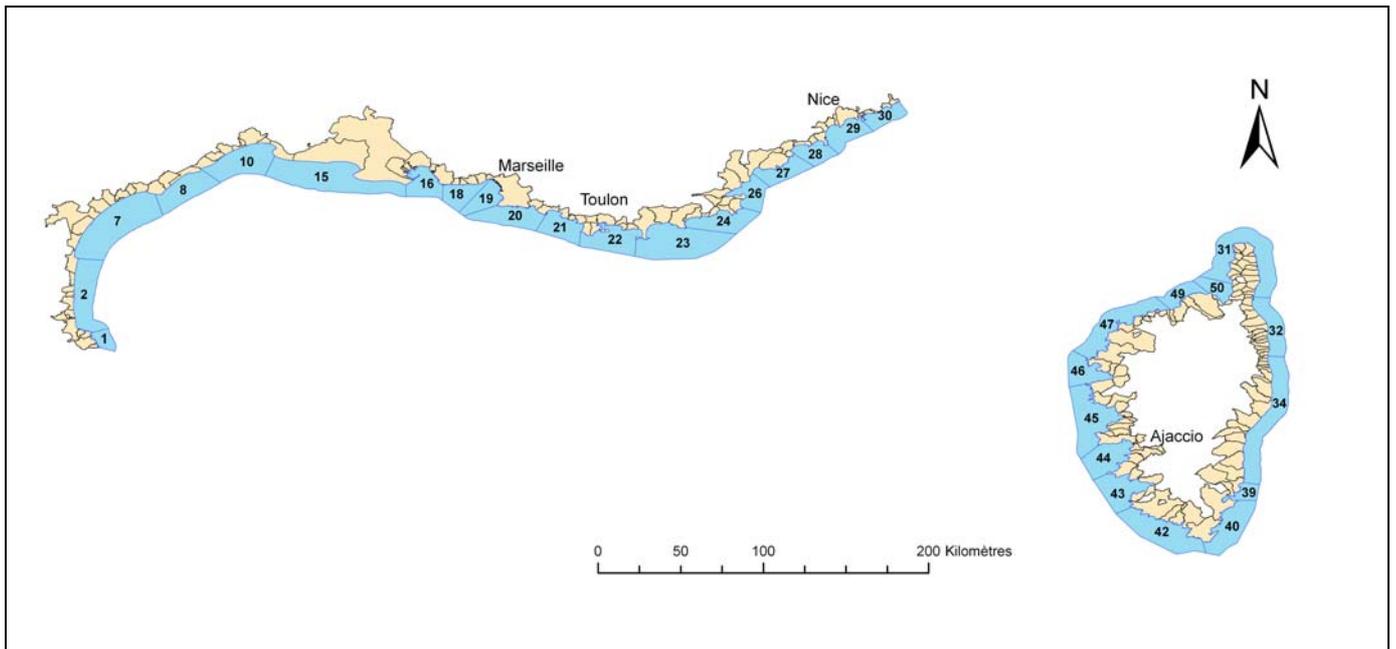


Figure 4 : Zonage CLARA2

Toutes les informations recueillies concernant les critères de sensibilité ont été affectées à la zone marine correspondante, y compris pour les activités socio-économiques basées à terre (par ex : tourisme littoral). Comme les limites terrestres des zones marines ne correspondent pas toujours aux limites administratives des communes, cette affectation a été réalisée en tenant compte de la localisation principale des activités concernées. Ainsi, dans l'exemple de la figure 5, les activités de plaisance, de tourisme littoral, etc., de la commune d'Ajaccio ont été affectées à la zone 44, le territoire de cette commune bordant la zone 45, ne comportant pas d'équipements touristiques ou de loisirs nautiques.



Figure 5 : Zones marines et limites communales

2.2 SÉLECTION DES CRITÈRES ET RECUEIL DES DONNÉES

La sélection des critères de sensibilité pertinents vis-à-vis du risque d'accident maritime a été réalisée à partir de l'analyse d'études comparables, en tenant compte de la spécificité du littoral français de Méditerranée.

La liste complète des critères retenus, les sources de données et le détail des calculs des valeurs de chaque critère sont rassemblées dans l'annexe 2. Les critères sont regroupés en 3 sous-ensembles :

2.2.1 Critères physiques et morphologiques

2.2.1.1 Degré de fermeture/confinement :

Ce critère est calculé pour chaque zone par le rapport entre le linéaire de côte et l'arc entre les deux extrémités de la zone. Plus ce rapport est élevé, plus la zone est fermée/confinée, donc plus elle est sensible si la pollution l'atteint.

2.2.1.2 Taux de renouvellement des masses d'eau

Ce critère exprime le nombre de fois où la masse d'eau (la zone marine) se renouvelle sur 1 an par le rapport de la somme des flux entrants dans la masse d'eau pour l'année 2006 (à partir des résultats du modèle hydrodynamique Mars 3D) sur le volume de celle-ci. Plus le taux de renouvellement est élevé, moins la zone est sensible, en raison d'une dilution plus rapide de la pollution.

2.2.1.3 Nature de la côte

Ce critère recense la nature de côte dominante par zone : sable, roche, galet, artificiel, mixte sable/roche. Cette caractéristique concerne surtout l'impact des polluants flottants (hydrocarbures) : une zone majoritairement sableuse est plus sensible qu'une zone rocheuse où l'auto-nettoyage par les vagues est possible.

2.2.2 Critères écologiques

2.2.2.1 Mesures de protection et inventaires écologiques

Ce critère de protection écologique est basé sur la compilation par zone des mesures de protection et des inventaires écologiques littoraux et marins. Pour chaque zone les informations cartographiques ont été recensées en tenant compte du nombre de sites protégés et du pourcentage de linéaire concerné pour les mesures littorales ainsi que du pourcentage de la surface pour les protections en mer. Même si les différentes formes de protection impliquent différentes mesures sur le plan juridique, elles sont, pour le moment, considérées au même « niveau » et équivalentes dans leur poids sur la valeur de l'indice. Les zones les plus sensibles correspondent à un empilement de différentes dispositions réglementaires, traduisant la reconnaissance implicite d'une richesse écologique.

2.2.2.2 Biocénoses benthiques patrimoniales

La richesse écologique est basée sur la présence et la surface occupée par zone des biocénoses benthiques (habitats et peuplements occupant les fonds marins) à caractère patrimonial inventoriées dans la zone 0 - 50 m. Ces peuplements sont caractérisés par une faible résilience, évaluée à partir des connaissances sur la possibilité d'une restauration après une perturbation majeure (Bellan-Santini et al., 1994). Pour chaque zone, le pourcentage

de surface occupée par chacune des biocénoses à caractère patrimoniale est calculé. Les biocénoses retenues sont (Mangos et al., 2010 ; PNUE, 2006) :

- les peuplements algaux du médiolittoral
- les herbiers de Phanérogames
- les roches de l'infralittoral à algues photophiles
- les fonds et tombants du coralligène

Plus le pourcentage de la surface occupée par les biocénoses patrimoniales est élevé, plus la zone est considérée comme sensible.

2.2.3 Critères socio-économiques

L'analyse de la sensibilité socio-économique est réalisée d'abord par un recensement de l'ensemble des activités côtières en les regroupant en deux catégories : celles qui dépendent directement de la qualité du milieu marin et pourraient faire l'objet, en cas de pollution, d'une interdiction ou d'une suspension administrative d'activité (ex : pêche, baignade, plongée, etc.) et celles qui ne dépendent pas directement de la qualité du milieu mais dont le niveau d'activité serait altéré en cas de pollution majeure (ex. : tourisme littoral). Ensuite, la possibilité d'une évaluation quantitative et monétaire par zone est examinée pour chaque activité. Lorsque cette évaluation monétaire est sans objet ou n'est pas possible, généralement par manque de données disponibles, une expression qualitative en présence/absence est retenue. Lorsque l'évaluation monétaire est possible, le descripteur retenu est le chiffre d'affaires (CA) annuel calculé ou estimé par zone. Le CA a été choisi car, pour la plupart des activités, la valeur ajoutée, variable plus pertinente économiquement, est très difficile à calculer, par manque de données sur les consommations intermédiaires. De plus, pour les activités non-marchandes, il n'existe aucune consommation intermédiaire puisque ces activités ne font pas l'objet d'un échange sur un marché, l'estimation de la valeur monétaire, évaluée à partir des dépenses engagées ou des prix révélés est donc assimilable à un CA.

Le CA annuel est divisé en CA estival (avril à septembre) et CA hivernal (octobre à mars), de nombreuses activités présentant un caractère nettement saisonnier lié à la fréquentation estivale du littoral. Les conséquences prévisibles seront donc très variables en fonction de la date de l'accident.

L'estimation de la valeur économique en termes d'emploi directs et indirects a été jugée impossible par manque de données pour chaque activité et pour chaque zone.

L'hypothèse qui sous-tend la sensibilité économique est donc la suivante : plus la valeur économique totale d'une zone est élevée, plus elle est considérée comme sensible.

Les conséquences d'une pollution des eaux côtières sur l'économie locale sont définies par la perte engendrée par une suspension des activités concernées. Ainsi, pour les activités marchandes, les conséquences envisagées dans le scénario d'accident retenu concernent uniquement la perte d'exploitation directe pour une durée inférieure ou égale à un an (sans compter les effets liés à la perte d'image), ce qui correspond à l'évaluation par le CA annuel.

Le recueil des données économiques concerne toutes les sources d'informations disponibles : étude de la bibliographie disponible, requête dans les bases de données nationales ou régionales (INSEE, Ifremer, Fédérations professionnelles, etc.), enquêtes directes auprès des acteurs locaux. L'année de référence choisie est l'année 2008. Pour les données plus anciennes, parfois les seules disponibles, il n'a pas été procédé à l'actualisation des valeurs économiques sur la base de l'inflation constatée, en raison des incertitudes sur les variations interannuelles des niveaux d'activités (par ex : pêche professionnelle). Une attention particulière a été portée à éviter les « doubles comptes » en identifiant avec précision les sources de données des informations agrégées.

Pour les activités non-marchandes ou qui comprennent une part non-marchande (ex. : plongée sous-marine), le volume d'activité et le CA estimé sont obtenus à partir de données d'enquêtes révélant des dépenses déclarées par les pratiquants et/ou des études d'évaluation du Consentement à Payer, généralement à partir de la méthode de Coûts de Transport (Polomé et al., 2005).

Le tableau 2 regroupe la liste des activités recensées et leurs caractéristiques pour l'évaluation économique. :

Tableau 2 Activités socio-économiques retenues pour l'analyse de sensibilité

| Activité | marchand | non-marchand | directement lié à la qualité de l'eau | indirectement lié à la qualité de l'eau | monétarisé | non-monétarisé |
|------------------------------|----------|--------------|---------------------------------------|---|------------|----------------|
| Produits de la mer | | | | | | |
| Pêche côtière | X | | X | | X | |
| Aquaculture | X | | X | | X | |
| Transformation | X | | | X | | X |
| Criées | X | | | X | | X |
| Tourisme littoral | | | | | | |
| Hébergement | X | | | X | X | |
| Restauration | X | | | X | X | |
| Activités récréatives | | | | | | |
| Plaisance | X | | X | | X | |
| Pêche de loisir | | X | X | | X | |
| Plongée | X | | X | | X | |
| Baignade | | X | X | | X | |
| Sentiers sous-marins | X | X | X | | X | |
| Nautisme | X | X | X | | | X |
| Evènements sportifs | | X | X | | | X |
| Pavillon Bleu | | X | X | | | X |
| Recherche, éducation | | X | | X | | X |
| Patrimoine maritime | | X | | X | | X |
| Prise d'eau (sel, thalasso) | X | | X | | | X |
| Lien mer-étang | | X | X | | | X |

Quasiment aucune valeur d'activité par zone n'est disponible directement : il s'agit, dans la plupart des cas, de combiner plusieurs sources d'informations disponibles à des échelles spatiales différentes ce qui nécessite des hypothèses de simplification, de clés de répartition ou d'extrapolation choisies « à dire d'expert » (voir détail en

annexe 2). Cela signifie que les valeurs économiques exprimées dans ce travail sont bien des estimations établies aux mieux des données disponibles associées à une réflexion économétrique.

2.3 TRAITEMENT DES DONNÉES ET EXPRESSION DES RÉSULTATS

Pour chaque critère, les données recueillies pour les 30 zones sont discrétisées et regroupées en 5 classes de sensibilité correspondant à un code couleur allant du bleu (moins sensible) au rouge (plus sensible). Le nombre de classes et le code couleur représentent un choix classique en sémiologie visuelle pour rendre la carte de sensibilité immédiatement lisible et compréhensible. Les valeurs sont ensuite regroupées par thème (physique, écologique, économique) pour une nouvelle classification. La méthode de classification est celle dite des « seuils naturels » (méthode de Jenks) qui consiste à choisir les seuils de classe qui maximisent la variance inter-classe et minimisent la variance intra-classe. Cette méthode inductive détecte les discontinuités dans la distribution des données pour déterminer les seuils de classe. Un exemple de cette discrétisation/classification est donné dans la figure 6.

En pratique, le calcul des seuils de classes est réalisé par la fonction statistique disponible dans le logiciel d'ESRI ArcGis 9 et le résultat est directement affiché sur la carte de sensibilité.

Ce logiciel de SIG est utilisé pour la représentation cartographique des résultats de sensibilité et les cartes produites sont directement intégrées dans l'outil final CLARA2. Le SIG et la base de données cartographiques sont également utilisées pour de nombreux traitements intermédiaires d'analyse spatiale (calcul de surface, de linéaire côtier, sélection des activités localisées en bord de mer, etc.).

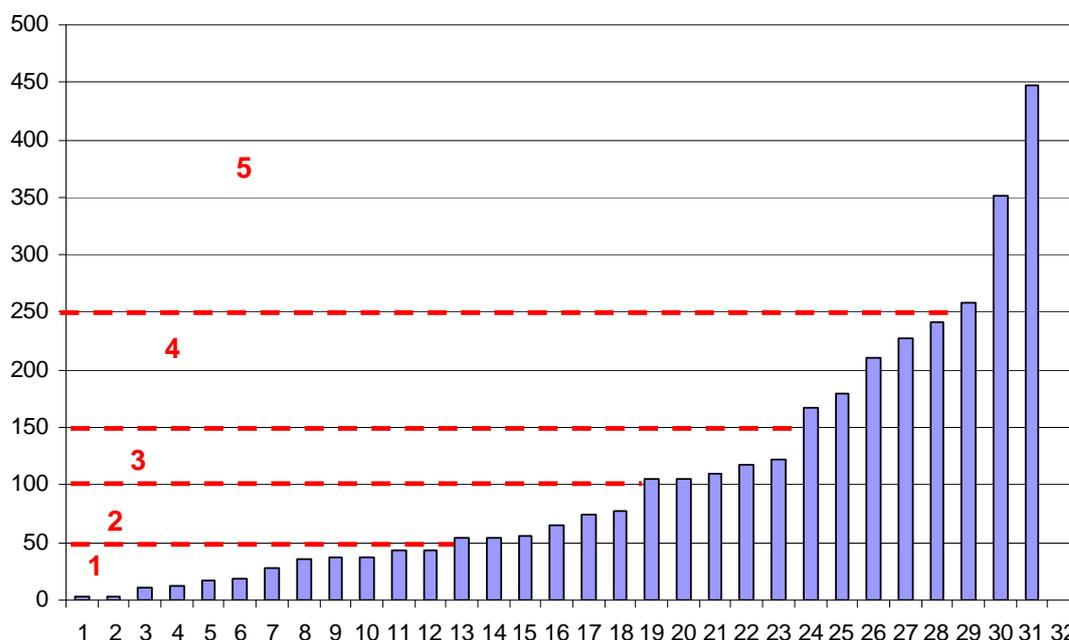


Figure 6 Exemple de classification par la méthode de Jenks (seuils naturels)

Les seuils de classe correspondent aux discontinuités de la distribution des valeurs ordonnées par ordre croissant. Exemple : CA en M€ de la restauration littorale par zone en été.

Pour la sensibilité économique, l'expression des résultats peut obéir à deux logiques : soit l'on considère la valeur économique totale de chaque zone, en supposant que cela représente la plus petite entité géographique prise en compte dans le support à la décision (en situation d'accident, les autorités repèrent globalement les zones les plus

sensibles), soit l'on considère que les zones sont de taille variable et que la valeur totale est liée à la taille de la zone et il faut exprimer la valeur économique ramenée au linéaire côtier ou à la surface de la zone, assimilable ainsi à une « densité de valeur ». Les deux représentations peuvent se justifier, mais c'est la dernière qui a été finalement choisie, surtout par cohérence avec l'expression de la sensibilité écologique où les données sont ramenées à la surface de chaque zone (cf. § 2.2.2). De plus, l'expression de la valeur économique par unité de surface permet d'envisager la comparaison avec d'autres valeurs obtenues sur diverses zones côtières.

2.4 ANALYSE MULTI-CRITERES

Une fois les valeurs des critères renseignés la construction d'un indice global de sensibilité suppose d'envisager de pondérer l'importance relative de chaque critère, en particulier à partir des 3 groupes considérés ci-dessus : critères physique, écologique, économique. L'analyse multi-critères permet, à partir d'entretiens d'un panel d'experts, d'acteurs de la décision et de représentants du territoire, de comprendre l'importance accordée par chacun des acteurs aux différents enjeux à partir de leurs perceptions et de leurs représentations des conséquences d'un accident (Chojnaki et al, 2010).

En pratique, les résultats des valeurs de sensibilité des différents critères pour une sélection de zones (15 sur 30 au total) sont présentés aux membres du panel lors d'entretiens individuels. Il leur est alors demandé, à partir de la lecture des résultats, de leur connaissance des différents secteurs et des enjeux propres à chaque zone, de donner une note de sensibilité globale, toujours sur une échelle de 1 à 5, en référence à une démarche de type : « comparer puis agréger ». Il est demandé ensuite aux participants de classer, par ordre d'importance, les différents critères de sensibilité retenus dans l'étude.

L'analyse des résultats par une méthode de classement ordinal doit permettre de proposer une hiérarchie de sensibilité globale pour l'ensemble des zones intégrant la notion d'incomparabilité (par ex. entre économie et écologie) et d'en déduire une pondération implicite entre les critères proposés. L'analyse des entretiens, des commentaires et des perceptions exprimées oralement doit permettre de mieux comprendre les logiques opératoires des acteurs en situation simulée de gestion post-accidentelle.

2.5 VULNÉRABILITÉ EN FONCTION DU TYPE DE POLLUANT

Les cartes de sensibilité globale été-hiver sont déclinées en cartes de vulnérabilité en fonction du comportement associé à chaque catégorie de polluant : flottant, coulant, dissous, forte affinité aux particules. Les informations concernant la nature de la côte et des fonds (présence de biocénoses patrimoniales) servent à pondérer « à dire d'expert » la sensibilité de chaque zone selon les conséquences prévisibles, par exemple : polluant flottant (hydrocarbure) plus rémanent sur une côte sableuse.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'ensemble des résultats est essentiellement présenté sous forme de cartes de sensibilité pour chaque critère, les valeurs calculés ou estimés permettant d'aboutir aux niveaux de sensibilité étant reportées dans l'annexe 3.

3.1 CRITÈRES PHYSIQUES ET MORPHOLOGIQUES

3.1.1 Degré de fermeture/confinement

La sensibilité liée au calcul du degré de fermeture de chaque zone est présentée dans la figure 7. Pour les zones convexes, le rapport entre le linéaire de côte et l'arc entre les extrémités de la zone est automatiquement rapporté à 1, on assimile sa sensibilité à celle d'une côte rectiligne (sensibilité minimale). Ce rapport corrigé varie d'un facteur 8 environ entre les valeurs min-max (cf. annexe 3).

Les zones les plus sensibles par leur morphologie sont : le Golfe de Fos (16), la Rade de Marseille (19), la zone des Iles d'Hyères (23) et les golfes profonds de la côte occidentale de la Corse (44, 46).

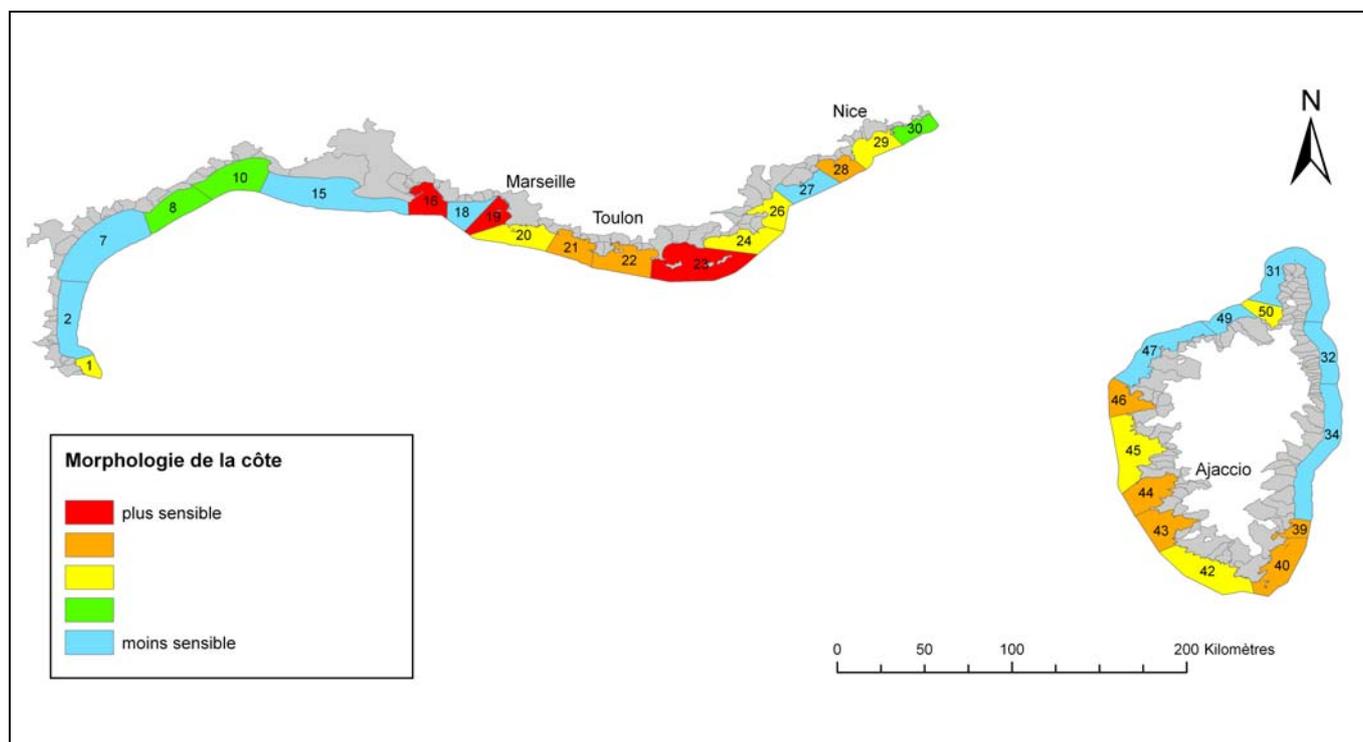


Figure 7 Sensibilité morphologique mesurée par le degré de fermeture/confinement

3.1.2 Taux de renouvellement des masses d'eau

Les résultats de sensibilité hydrodynamique liée au taux de renouvellement des masses d'eau sont présentés dans la figure 8. Ce taux varie d'un facteur 4 entre les valeurs min-max (annexe 3).

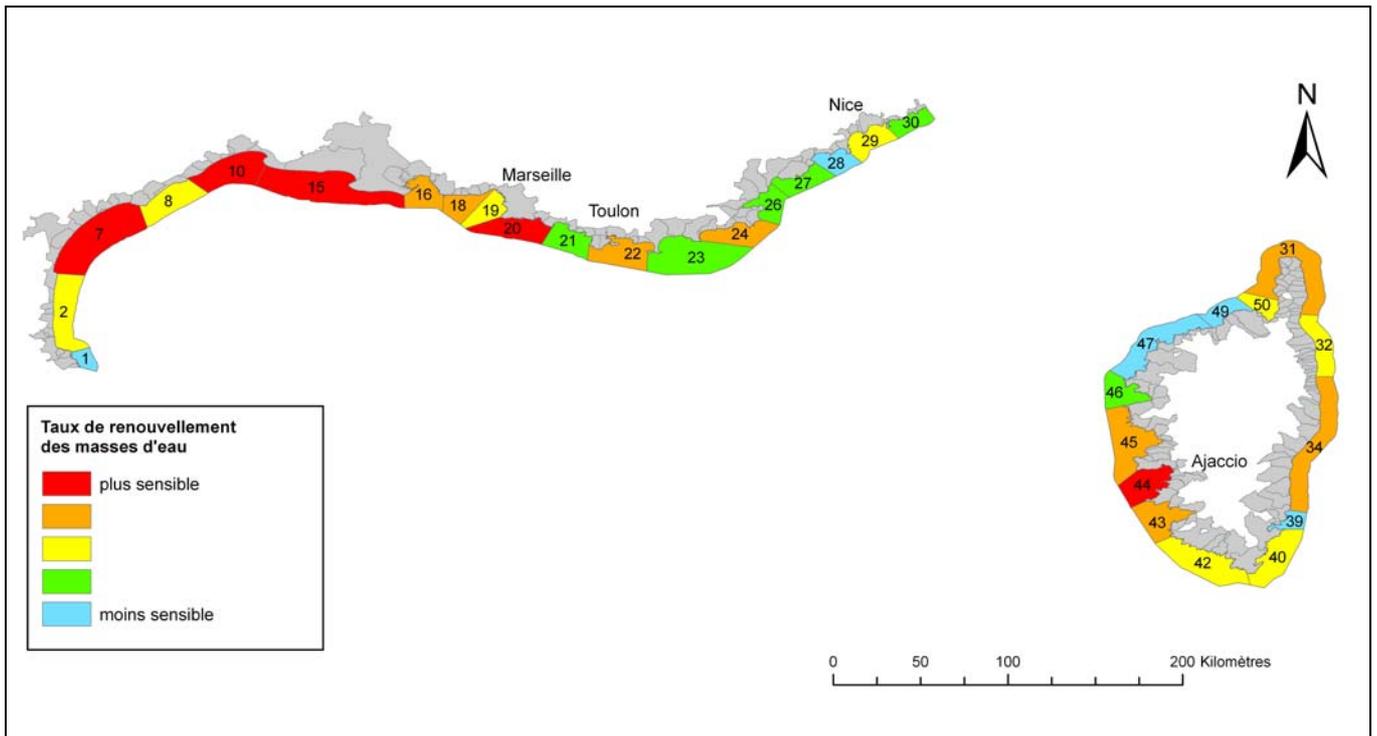


Figure 8 Sensibilité hydrodynamique mesurée par le taux de renouvellement des masses d'eau

Les zones les plus sensibles vis-à-vis d'une possibilité de dilution par l'hydrodynamisme d'une pollution sont:

Les zones peu profondes du Languedoc-Roussillon et de la Camargue (7, 10, 15), le secteur des Calanques Marseille-Cassis avec l'archipel de Riou (20) et le Golfe d'Ajaccio.

3.1.3 Nature de la côte

Les informations sur la nature majoritaire de la côte par zone sont présentées sur la figure 9 et les données détaillées sont rassemblées en annexe 3. Ces informations seront utilisées pour pondérer l'indice de sensibilité final en fonction du type de comportement de chaque polluant et des conséquences prévisibles. Les zones à majorité de côte sableuse sont recensées sur la côte du Languedoc-Roussillon, de la Camargue et sur la côte orientale de la Corse.

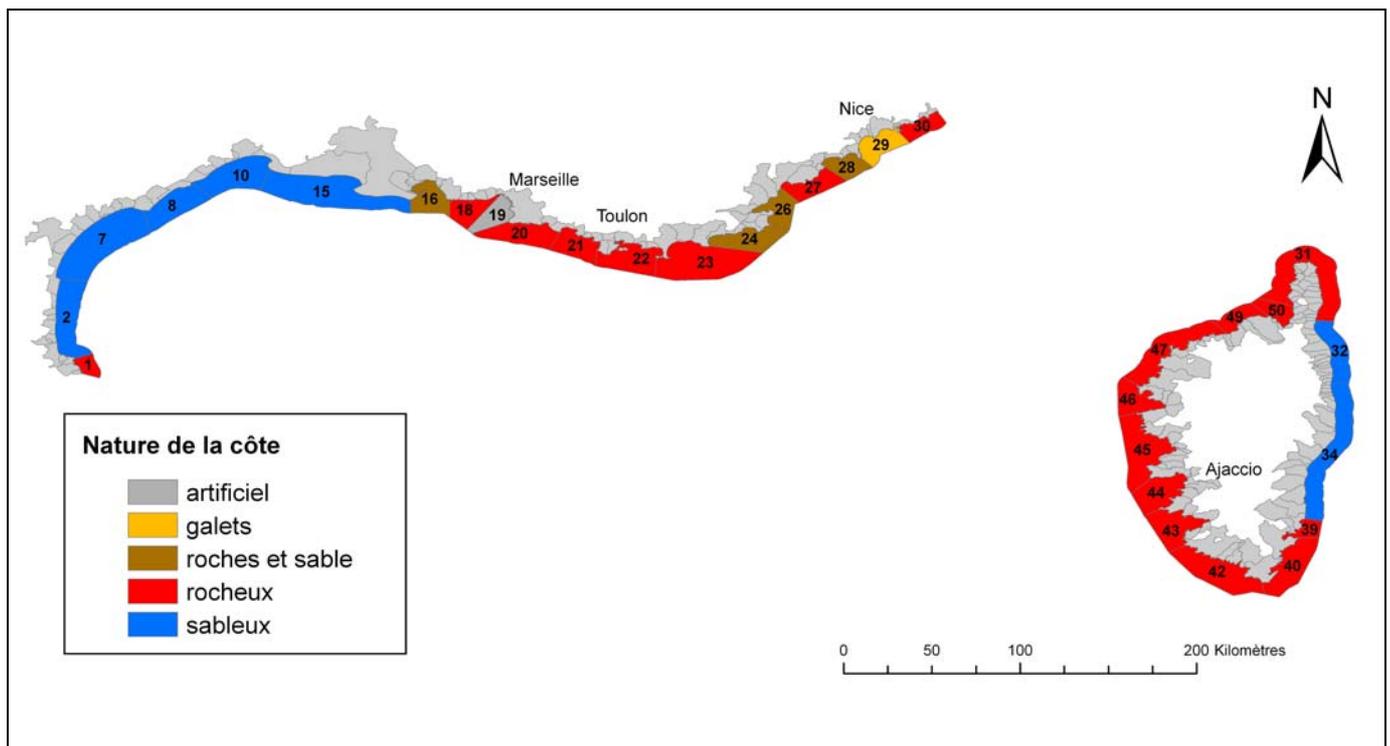


Figure 9 Nature majoritaire de la côte de chaque zone marine

3.2 CRITÈRES ÉCOLOGIQUES

3.2.1 Mesures de protection et inventaires écologiques

Les mesures de protection et les inventaires écologiques recensés sur l'ensemble du littoral sont les suivants : ZNIEFF Terre (ayant une bordure littorale), ZNIEFF Mer (type 1 et 2), Terrains du Conservatoire du Littoral, Sites Classés à Terre, Sites classés en mer, Sites inscrits à Terre, Parcs Naturels Régionaux, Parcs Nationaux, Réserves Naturelles, Arrêtés Protection Biotope, Opérations Grand Site, Zones NATURA 2000 : Directive Oiseaux (ZPS Terre et ZPS Mer), Directive Habitats (ZCS Terre et ZCS Mer).

Les résultats de l'indice de sensibilité correspondant sont présentés sur la figure 10 et le détail du recueil des données en annexe 3. Les zones les plus sensibles du point de vue des mesures de protection sont : la Camargue (15), le secteur des Calanques Marseille-Cassis (20), le Golfe de Porto (46) et le secteur des Bouches de Bonifacio (40, 42).

Cet indice pourra être amélioré en pondérant les différentes mesures de protection par leur poids juridique et l'antériorité de leur mise en œuvre (par exemple : 50 ans pour le Parc National de Port-Cros, encore en projet pour le Parc International des Bouches de Bonifacio). Cela nécessite de revenir aux arrêtés originaux, de rechercher le fait générateur de la mesure (espèces, milieux et paysages protégés) et d'évaluer l'efficacité de sa mise en œuvre. Cette démarche a été menée sur certains secteurs de la côte atlantique (Le Berre et al., 2009). En Méditerranée, cela nécessite l'implication des DREAL³ des 3 régions, pour tenir compte de la spécificité de la côte concernée.

³ DREAL: Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, service unifié du ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement.

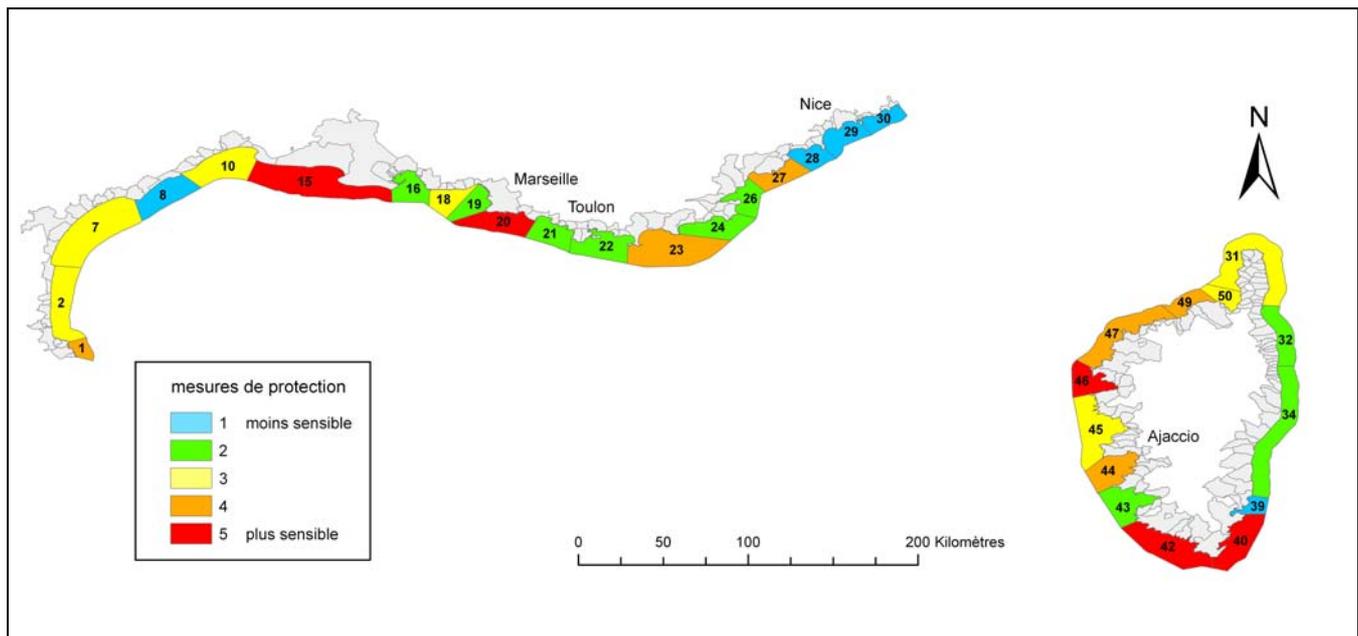


Figure 10 Sensibilité écologique estimée par les mesures de protection environnementale et les inventaires écologiques

3.2.2 Biocénoses benthiques patrimoniales

Les résultats de sensibilité écologique liée à l'importance des biocénoses benthiques présentes par zone sont présentés sur la figure 11 et les résultats détaillés rassemblés en annexe 3. Le recueil des données montre que la cartographie biocénotique est encore incomplète dans certains secteurs. Dans ce cas, des extrapolations par analogie avec la nature des fonds et les profils bathymétriques ont été réalisés afin d'obtenir une couverture homogène dans la tranche 0 - 50 m. Cette opération a été réalisée en suivant les recommandations du programme européen MESH⁴. Les surfaces couvertes par les biocénoses retenues ont fait l'objet d'une pondération à dire d'expert⁵ selon leur importance écologique. Les pondérations retenues sont les suivantes :

- coralligène : 3
- herbiers de Phanérogames : 2
- roche infralittorale à algues photophiles : 1

A noter que les peuplements algaux du médiolittoral (peuplements d'importance patrimoniale à *Cystoseires* et à *Lithophyllum*), très sensibles à une pollution par hydrocarbures, n'ont pu être intégrés dans l'analyse, faute d'une couverture complète du littoral rocheux en Corse (programme en cours CARLIT, Markovic et al., 2009).

Les zones les plus sensibles du point de vue de l'importance des biocénoses patrimoniales sont les zones de l'est varois (23, 24, 26), le secteur de Cannes et des îles de Lérins et l'ensemble de la Corse, notamment en raison de la présence quasi-continue d'un Herbier de *Posidonies* de grande étendue.

⁴ MESH : Mapping European Seabed Habitats. <http://www.searchmesh.net/> > Predicting the distribution of seabed habitats.

⁵ Annexe 1, Directive Européenne 92/43 "Habitats": types d'habitats naturels d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation (ZSC) - Eaux marines et milieux à marées

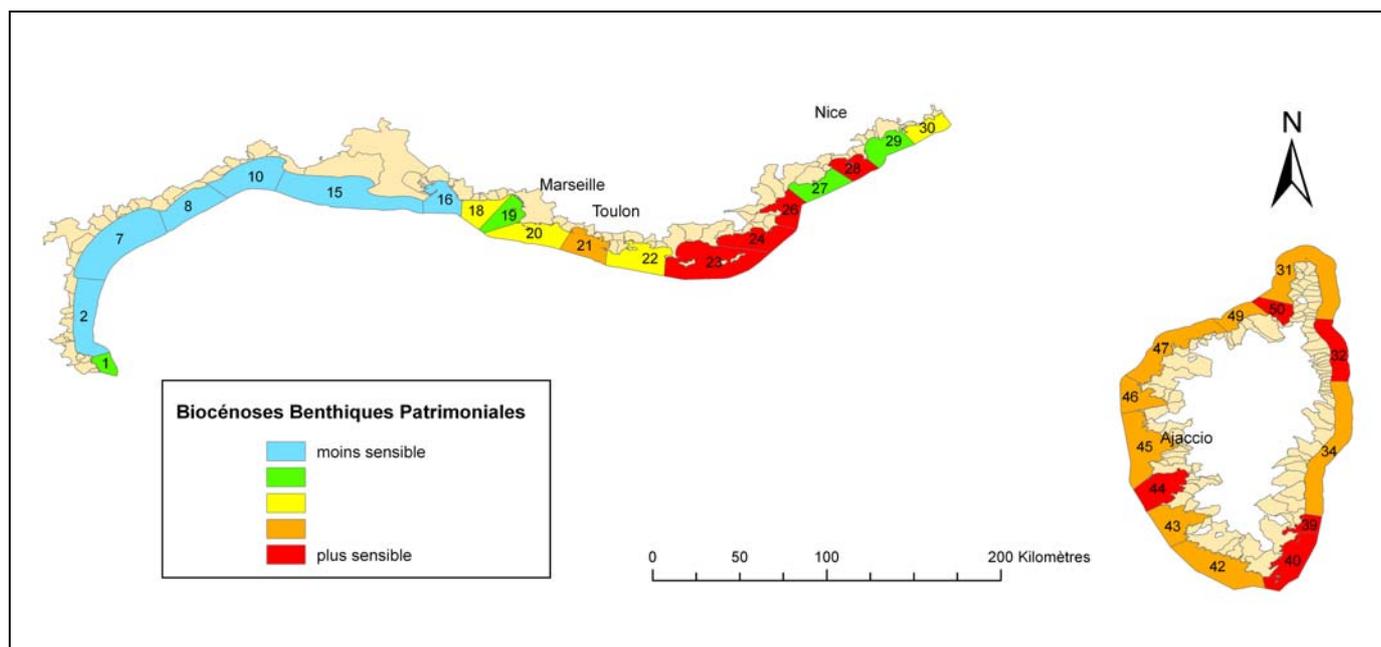


Figure 11 Sensibilité écologique estimée par l'importance des biocénoses benthiques patrimoniales

3.3 CRITERES SOCIO-ÉCONOMIQUES

L'évaluation de la sensibilité socio-économique a représenté un travail important de recueil, d'analyse et de synthèse des données, justifiant le recrutement d'un contrat post-doctoral (Carolyn Scheurle) dont l'essentiel du travail est restitué dans ce chapitre.

3.3.1 Résultats globaux pour la façade méditerranéenne

Le tableau 3 rassemble les résultats obtenus à l'échelle de la façade française de Méditerranée pour les activités économiques ayant fait l'objet d'une évaluation monétaire. Ces résultats regroupent des activités marchandes et des activités non-marchandes ou partiellement non-marchandes (baignade, pêche de loisir, plongée).

Tableau 3 : Evaluation monétaires des activités économiques dans les zones côtières de Méditerranée (en M€, 2008)

| Activités | été | hiver | année |
|-----------------|---------------|---------------|----------------|
| Restauration | 3313,5 | 1104,5 | 4418,0 |
| Hébergement | 3276,5 | 1073,8 | 4350,3 |
| Baignade | 993,7 | | 993,7 |
| Pêche de loisir | 238,3 | 25,9 | 264,2 |
| Plaisance | 144,5 | 121,9 | 266,4 |
| Pêche côtière | 72,1 | 24,0 | 96,1 |
| Aquaculture | 23,6 | 7,9 | 31,5 |
| Plongée | 28,8 | 9,6 | 38,4 |
| Total | 8091,0 | 2367,6 | 10458,6 |

L'activité économique sensible à une pollution, ainsi évaluée, représente donc plus de 10 milliards d'euros. C'est, à notre connaissance, la première estimation de ce genre à l'échelle du littoral français de Méditerranée. Comparé au PIB des communes littorales (toutes activités économiques) estimé à environ 70 milliards d'euros pour la même année (CGDD, 2010), ce chiffre représente près de 15 % de la valeur économique de l'ensemble des activités sur ce

territoire qui comprend des zones urbaines et industrielles importantes, à l'activité diversifiée, comme Fos, Marseille, Toulon, Cannes, Nice. Il faut rappeler que cette estimation ne représente pas toute l'économie maritime : la construction et la réparation navale, le transport maritime, les services portuaires, la Marine Nationale n'ont pas été pris en compte, considérés comme peu sensibles à une pollution. Une étude du Plan Bleu, menée pour l'ensemble de la Méditerranée (Mangos et al., 2010) indique un CA du tourisme littoral pour la côte française de 8,8 milliards d'euros, ce qui correspond bien à notre estimation.

Autre point de comparaison : la valeur des services écologiques de régulation (séquestration de carbone, protection contre l'érosion, traitement des déchets, recyclage des nutriments, réserve de biodiversité, etc., voir tableau 1) a été évaluée récemment pour la côte catalane, proche géographiquement et similaire par les écosystèmes présents (Brenner et al., 2010). Cette valeur de non-usage est évaluée à 800 €/km².an. Ainsi, pour une surface de zone marine étudiée de 11380 km², la valeur équivalente pour la Méditerranée française serait d'environ 9 milliards d'euros.

Concernant le poids des diverses activités, on remarque la part majeure du tourisme littoral (hébergement et restauration) qui représente plus de 80 % de la valeur totale. Il faut noter que même dans ce domaine essentiel pour l'économie littorale, l'évaluation monétaire est parfois complexe : par exemple, la part « restauration » du CA des hôtels-restaurants n'est accessible ni par les enquêtes de dépenses touristiques de la Direction du Tourisme de l'INSEE, ni par les CA déclarés du répertoire des entreprises (SIRENE). L'activité de la restauration est donc sous-évaluée dans les zones où ce mode de restauration représente une part significative de l'activité touristique (ex : Corse). Autre exemple : l'offre d'hébergement touristique en résidence secondaire est majoritaire dans les communes littorales de Méditerranée. Cette consommation est valorisée par un loyer fictif qui correspond au service d'hébergement estimé par les comptes satellites du tourisme (Comptabilité Nationale)⁶. La valeur moyenne choisie est de 10 € par nuitée. Cependant, cette valorisation comporte une part d'incertitude, exprimée dans les enquêtes des Comités Départementaux du Tourisme (Caire et al., 2007).

Le résultat de l'évaluation monétaire de la baignade et de la pêche de loisir est particulièrement intéressant. Il montre l'importance économique de ces deux activités non-marchandes (équivalent de CA de plus d'un milliard d'euro), directement liées à la qualité du milieu marin, rarement prise en compte dans l'approche économétrique classique. Pour la baignade, la valeur retenue de 6 €/jour.personne provient de travaux sur la côte italienne (Polomé et al., 2005) et correspond à la valeur basse de la gamme des réponses dans l'enquête de Consentement A Payer (6 à 15 €). Cependant, cette valeur est cohérente avec celles obtenues dans d'autres études, ailleurs qu'en Méditerranée (Hall et al, 2002 ; Beharry-Borg et Scarpa, 2010).

La valeur de pêche côtière est très probablement sous-estimée, par manque de données fiables sur les captures collectées par l'Ifremer (SIH, 2001 ; SIH, 2009). Une meilleure estimation serait possible à partir d'une enquête directe auprès des instances professionnelles dans chaque secteur (Prud'homme de Pêche, Comité Local des Pêches) comme celle réalisée pour la Rade de Toulon (Scheurle et Thébault, 2009).

En raison du poids économique du tourisme littoral et des activités récréatives associées, le CA du semestre estival représente 80 % du CA annuel. Les conséquences économiques d'un accident majeur seraient donc globalement beaucoup plus catastrophiques à l'approche de la saison estivale qu'au début de l'hiver.

⁶ http://www.tourisme.gouv.fr/stat_etudes/comptes/comptes.php

3.3.2 Évaluation économique par zone

Les résultats de l'évaluation économique par zone pour chaque activité sont présentés dans le tableau 4 (été), les données pour la période hivernale et les résultats des valeurs par unité de surface, ainsi que les informations concernant les activités non-monétarisées sont rassemblés en annexe 3.

La sensibilité socio-économique totale est obtenue à partir de la somme des valeurs monétaires ramenées à la surface de chaque zone, comme présenté sur la figure 12.

Cependant, pour chaque activité, la valeur monétaire est également traduite en niveau de sensibilité, comme présenté dans le tableau 5. Ces informations sont disponibles dans la base de données du projet CLARA2, pour que le décideur puisse comprendre sur quelles activités particulières se fonde la sensibilité économique globale.

Tableau 4 : Evaluation monétaire des activités économiques en été par zone

| zone | activités directement liées à la qualité de l'eau | | | | | | activités bénéficiant de la proximité de la mer | | | |
|------|---|------------------|----------------|--------------|---------------------------|---------------|---|------------------|------------------|--|
| | activités marchandes | | | | activités non-marchandes | | activités marchandes | | | |
| | pêche côtière (K€) | aquaculture (K€) | plaisance (K€) | plongée (K€) | sentiers sous-marins (K€) | baignade (K€) | pêche de loisir (K€) | hébergement (M€) | restaurants (M€) | |
| 1 | 69,0 | 0,3 | 6,4 | 3,4 | 144,0 | 34,2 | 39,6 | 47,1 | 12,4 | |
| 2 | 49,3 | 0,3 | 88,4 | 15,4 | | 1242,1 | 249,7 | 344,7 | 227,8 | |
| 7 | 105,9 | 31,5 | 58,0 | 9,8 | | 1097,3 | 243,6 | 246,3 | 109,9 | |
| 8 | 118,2 | 45,0 | 24,5 | 9,0 | 55,8 | 160,0 | 130,8 | 225,8 | 104,8 | |
| 10 | 147,8 | 13,5 | 102,0 | 9,0 | | 655,5 | 201,2 | 253,2 | 209,6 | |
| 15 | 28,3 | | 41,5 | 1,3 | | 280,2 | 27,4 | 28,6 | 36,8 | |
| 16 | 28,3 | 45,0 | 42,7 | 5,5 | | 110,1 | 76,1 | 15,2 | 53,6 | |
| 18 | 28,3 | | 15,4 | 10,7 | 7,0 | 29,1 | 37,2 | 15,6 | 36,9 | |
| 19 | 28,3 | 3,8 | 77,4 | 41,8 | | 73,2 | 61,7 | 67,0 | 241,5 | |
| 20 | 18,6 | | 32,7 | 5,1 | 17,0 | 22,5 | 17,9 | 13,2 | 56,4 | |
| 21 | 17,8 | | 73,6 | 9,4 | 27,0 | 300,9 | 119,5 | 192,6 | 167,3 | |
| 22 | 3,6 | 16,0 | 49,8 | 23,5 | 14,0 | 352,6 | 58,4 | 66,6 | 257,6 | |
| 23 | 5,3 | | 96,5 | 11,1 | 119,0 | 292,3 | 81,5 | 93,0 | 64,5 | |
| 24 | 3,6 | | 46,1 | 9,8 | 38,0 | 336,5 | 66,1 | 109,8 | 179,3 | |
| 26 | 8,1 | | 136,8 | 10,2 | | 586,4 | 99,6 | 173,6 | 122,3 | |
| 27 | 8,1 | 16,7 | 60,9 | 9,0 | | 176,9 | 126,9 | 219,1 | 105,4 | |
| 28 | 8,1 | 30,0 | 223,9 | 14,1 | 15,0 | 639,4 | 148,4 | 275,0 | 352,1 | |
| 29 | 5,7 | 20,0 | 95,2 | 28,6 | 7,0 | 935,2 | 280,5 | 453,9 | 447,4 | |
| 30 | 3,2 | | 59,7 | 4,7 | | 304,2 | 104,6 | 145,7 | 117,6 | |
| 31 | 3,5 | | 15,3 | 2,6 | | 86,3 | 6,0 | 9,4 | 27,6 | |
| 32 | 4,0 | | 8,5 | 4,3 | | 383,9 | 33,9 | 28,5 | 77,1 | |
| 34 | 2,5 | | 13,3 | 4,3 | | 506,4 | 36,1 | 30,2 | 43,5 | |
| 39 | 2,1 | | 7,8 | 3,4 | | 196,9 | 15,7 | 22,9 | 44,4 | |
| 40 | 3,3 | 1,3 | | 4,7 | 8,0 | 168,4 | 13,0 | 21,8 | | |
| 42 | 4,6 | 3,8 | 9,8 | 3,0 | | 123,5 | 13,0 | 21,8 | 35,3 | |
| 43 | 2,8 | 2,6 | 7,7 | 5,1 | 1,8 | 162,6 | 19,2 | 31,3 | 19,1 | |
| 44 | 5,6 | 2,6 | 9,5 | 6,8 | | 216,1 | 19,2 | 31,3 | 75,4 | |
| 45 | 1,7 | 2,6 | 12,0 | 9,4 | | 195,5 | 9,4 | 15,9 | 17,1 | |
| 46 | 1,3 | | 1,6 | 1,7 | | 18,6 | 9,4 | 15,9 | 11,1 | |
| 47 | 3,8 | 0,6 | 16,5 | 11,1 | 7,9 | 139,6 | 25,3 | 42,6 | 53,8 | |
| 49 | | | | | | 46,9 | 6,0 | 9,4 | 3,2 | |
| 50 | 0,4 | | 11,9 | | | 64,2 | 6,0 | 9,4 | 3,0 | |

Les zones les plus sensibles du point de vue économique sont les zones de l'est Var et des Alpes Maritimes (24, 27, 28, 29, 30) en raison de l'importance du tourisme littoral mais aussi des activités récréatives, de même que la zone 2 (Argelès-Leucate), haut lieu d'un tourisme balnéaire de masse. Les zones sensibles de Marseille (19) et La Ciotat-Bandol (21) présentent des activités plus diversifiées. Les zones classées comme les moins sensibles sont celles où la capacité d'accueil touristique est réduite, comme la Camargue (15), les Calanques (20) ou les Iles d'Hyères (23). C'est le cas également d'une très grande partie de la Corse où la population résidente est réduite et où l'offre d'hébergement et de restauration est faible ce qui ne permet pas le développement des activités récréatives associées. Le cas de la Corse oblige cependant à nuancer l'interprétation des résultats de sensibilité économique : malgré la faiblesse de l'évaluation monétaire en valeur absolue, il est certain que le maintien des activités liées à la mer est d'importance stratégique pour cette région où celles-ci représentent 35 % du PIB régional (CGDD, 2010).

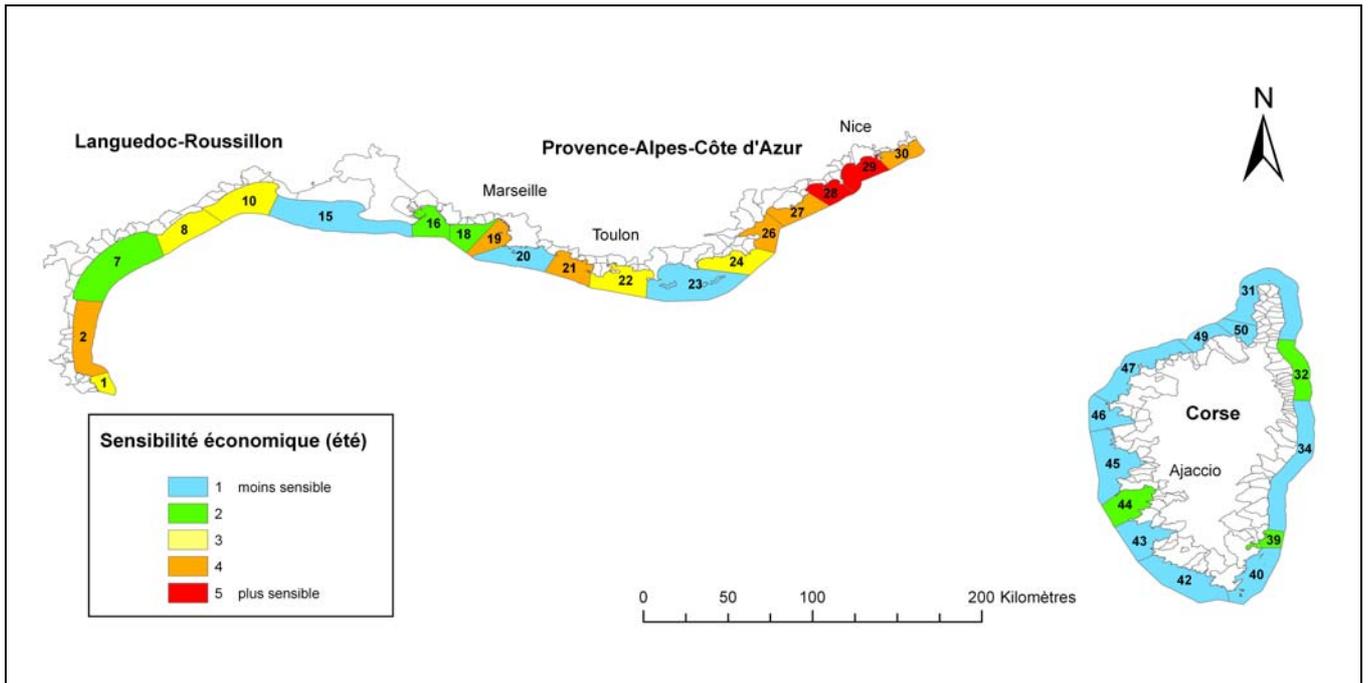


Figure 12 Sensibilité économique en été (activités monétarisées rapportées à la surface de chaque zone)

Tableau 5 Sensibilité économique par activité monétarisée et par zone (été)

| zone | activités directement liées à la qualité de l'eau | | | | | | activités bénéficiant de la proximité de la mer | | |
|------|---|-------------|-----------|--------------------------|----------------------|----------|---|-------------|-------------|
| | activités marchandes | | | activités non-marchandes | | | activités marchandes | | |
| | pêche côtière | aquaculture | plaisance | plongée | sentiers sous-marins | baignade | pêche de loisir | hébergement | restaurants |
| 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 5 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 1 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 7 | 5 | 5 | 3 | 2 | 1 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| 8 | 5 | 5 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 |
| 10 | 5 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| 15 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| 16 | 3 | 5 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| 18 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 19 | 3 | 3 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 |
| 20 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 21 | 3 | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 22 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 |
| 23 | 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 24 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 26 | 2 | 1 | 4 | 3 | 1 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| 27 | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 3 |
| 28 | 2 | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 29 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 30 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| 31 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 32 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 34 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 |
| 39 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 40 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 42 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 43 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 44 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| 45 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 46 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 47 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 49 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 50 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |

(voir résultats pour la période d'hiver en annexe 3)

Le tableau 5 présente l'intérêt de pouvoir repérer visuellement les zones les plus sensibles pour chacun des critères économiques considérés. On remarque ainsi que les zones du Languedoc-Roussillon (2 à 10) sont particulièrement exposées pour ce qui concerne la pêche professionnelle et l'aquaculture ainsi que pour les

activités récréatives (baignade, pêche de loisir) et le tourisme littoral en raison de la présence d'un linéaire continu de côte sableuse très équipé et fréquenté en été. Les zones de l'est de la Provence (26 à 29) sont très sensibles également pour les activités récréatives et le tourisme en raison de leur niveau d'équipement balnéaire et touristique et de leur intense fréquentation pendant toute la période estivale. En revanche, on note que pour la Corse (zones 31 à 50), les niveaux d'activités économiques sont faibles pour l'ensemble des critères considérés par rapport au reste de la côte méditerranéenne. En effet, faute d'un marché local suffisant, la pêche et l'aquaculture sont peu développées et le sous-équipement touristique limite considérablement l'activité directe de ce secteur et les activités récréatives associées.

A titre complémentaire, il est intéressant de présenter la carte de sensibilité économique (figure 13) établie à partir de la valeur totale par zone (non rapportée à la surface). Pour le gestionnaire de la crise, cette information est complémentaire de la précédente (figure 12), en particulier si l'accident se produit au large et que la première évaluation des conséquences prévues est réalisée à l'échelle de l'ensemble de la façade. On note par ailleurs, que dans cette approche, les zones les plus sensibles restent à peu près les mêmes, c'est-à-dire : les zones 2 et 7 en LR, la zone de Marseille (19), la plus grande partie du Var et des Alpes-Maritimes (21 à 30) et pour la Corse, les secteurs de Bastia (32) et Ajaccio (44).

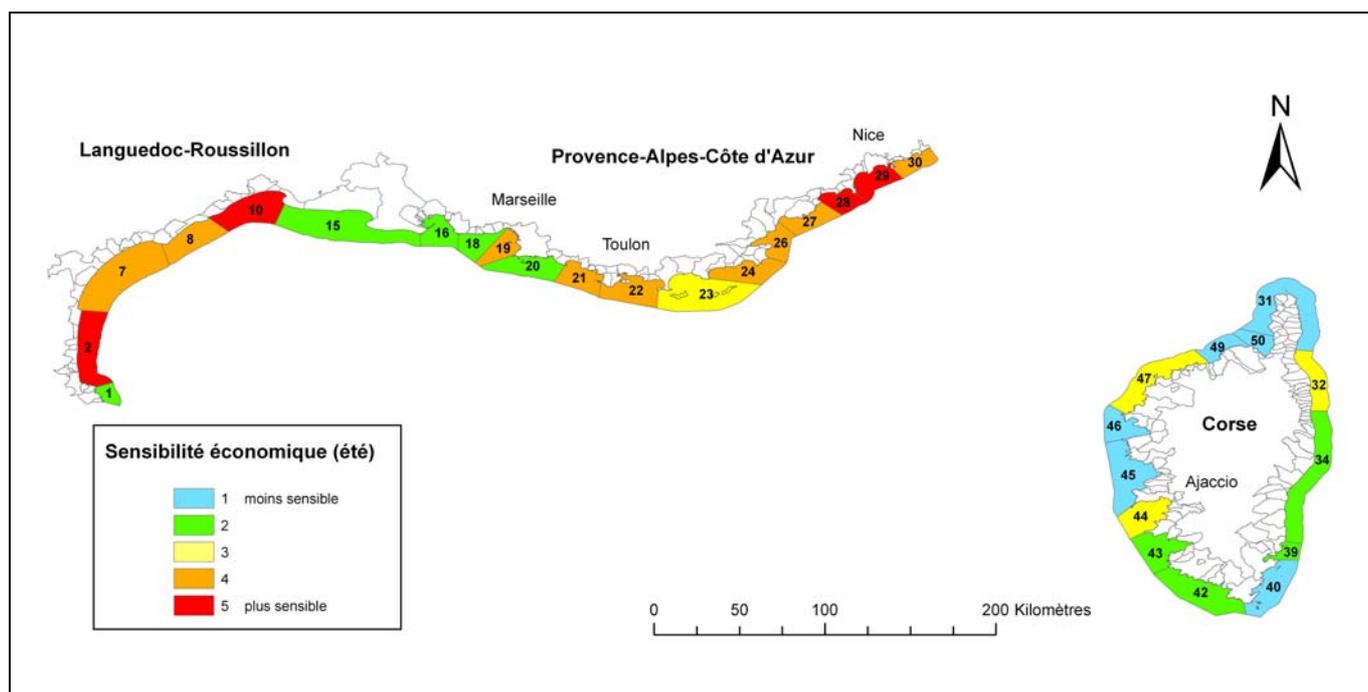


Figure 13 Sensibilité économique par zone en été (activités monétarisées totales)

3.4 SENSIBILITÉ GLOBALE (PHYSIQUE, ÉCOLOGIQUE, ÉCONOMIQUE)

La sensibilité globale est calculée en additionnant les valeurs de sensibilité pour chaque zone des 3 grands critères retenus : sensibilité physique, écologique et économique (été et hiver). La sensibilité globale pour l'été et pour l'hiver est distribuée en 5 classes comme pour les critères unitaires, considérant que ceux-ci ont la même importance : il s'agit donc d'une sensibilité globale équi-pondérée. Certaines études similaires (Bokor et al., 2006) ont également accordé un poids équivalent aux différents sous-indices pour la production d'un indice global, alors que d'autres (Le Berre et al., 2009) ont considéré l'agrégation des sous-indices comme non recommandable.

Les figures 14 et 15 montrent donc le résultat final de l'étude de sensibilité à ce stade du travail. Les données détaillées sont rassemblées en annexe 3

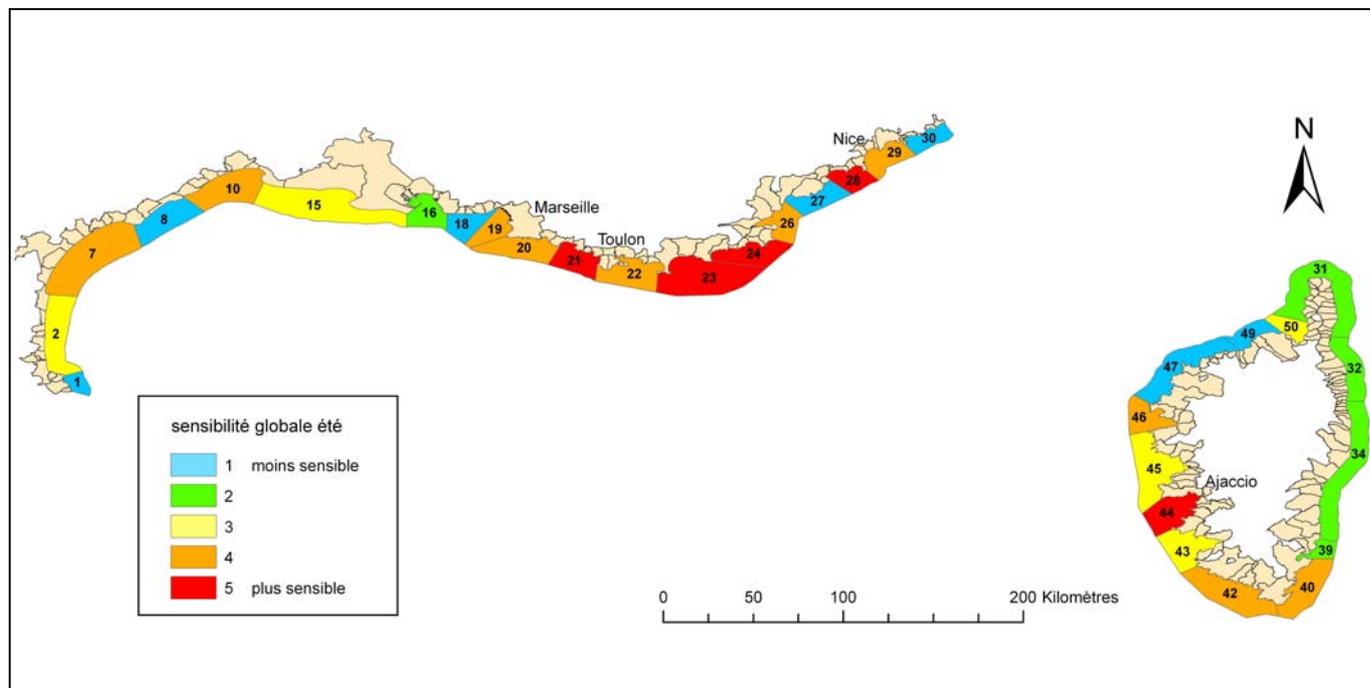


Figure 14 Sensibilité globale en été issue de l'agrégation par somme équi-pondérée

La distribution des niveaux de sensibilité globale montre une hiérarchie spatiale marquée entre les zones de la côte française de Méditerranée en cas de pollution accidentelle. Les zones les plus sensibles seraient celles de la Provence (21, 23, 24, 28) et la zone d' Ajaccio en Corse (44) si l'accident survient en été (avril à septembre).

En hiver, la hiérarchie spatiale est assez similaire, seule l'intensité des conséquences économiques serait moindre.

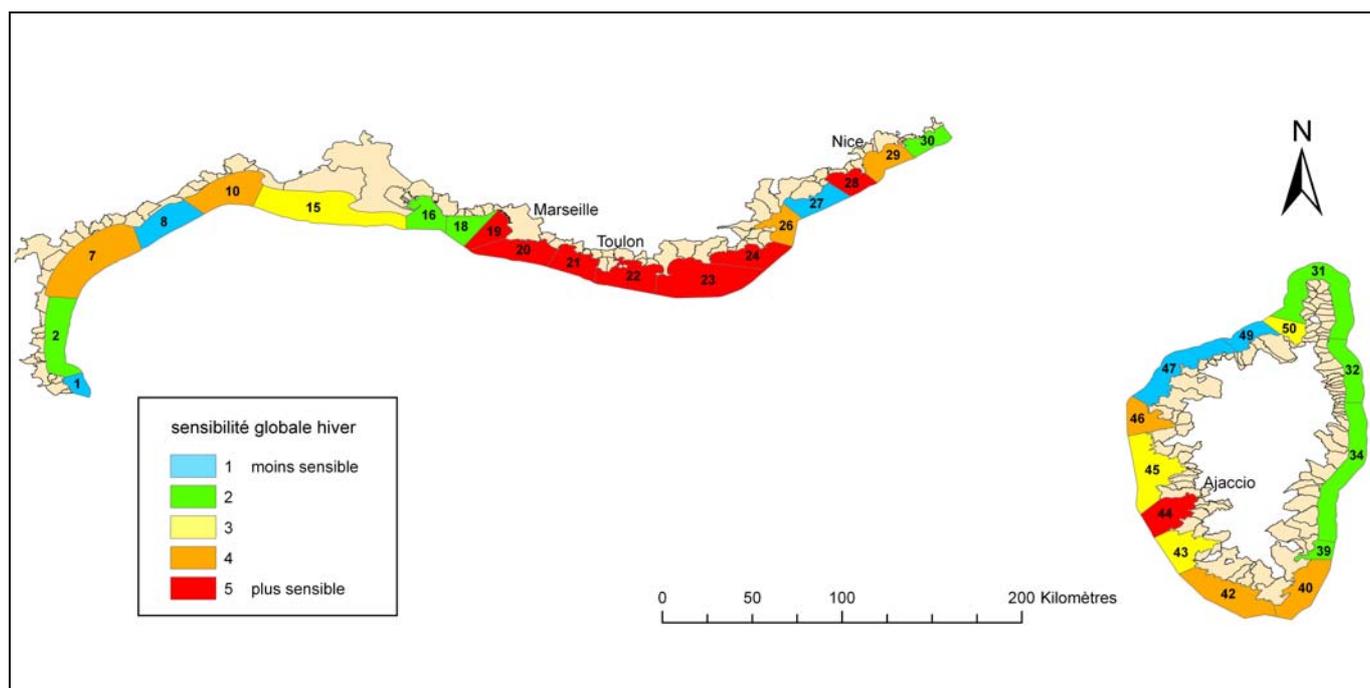


Figure 15 Sensibilité globale en hiver issue de l'agrégation par somme équi-pondérée

3.5 ANALYSE MULTI-CRITÈRES

Cette section est détaillée dans un rapport séparé (Chojnaki et al., 2011) et constitue une partie de la contribution de l'équipe IRSN/DPAM/SEMIC au projet CLARA2.

3.5.1 Constitution du panel

Un panel de 10 acteurs appartenant aussi bien au domaine technique et scientifique, qu'aux organismes d'administration et de gestion de la zone côtière, a été consulté lors d'entretiens individuels. L'objectif de ces entretiens est d'élucider les perceptions des acteurs sur l'importance relative des facteurs et la hiérarchie des enjeux de la zone côtière, puis de pouvoir formaliser cette perception et les logiques de prises de décision.

La liste des acteurs et leurs fonctions sont présentés dans le tableau 6

Tableau 6 Liste des acteurs du panel pour l'analyse multi-critères

| Nom | Initiales | Fonction | Organisme | Lieu | Zone de compétence |
|-------------------|-----------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------|-------------------------------------|
| Sabine Charmasson | SC | Chercheur | IRSN | Toulon | Méditerranée |
| Didier Sauzade | DS | Chargé de mission mer | PAM/Plan Bleu | Marseille | Méditerranée |
| Pierre Boissery | PB | Chargé de mission mer et littoral | Agence de l'Eau RM&C | Marseille | Méditerranée française |
| Patrick Philip | PP | Président Conseil scientifique | Contrat de Baie Rade de Toulon | Toulon | Aire toulonnaise |
| Corinne Lochet | CL | Chargé de mission | Service Mer Conseil Régional PACA | Marseille | Région PACA |
| Benoit Vasselin | BV | Chef de service | Service Mer Conseil Régional PACA | Marseille | Région PACA |
| Gilles Bernard | GB | Chef Pôle gestion risques | Préfecture Maritime Méditerranée | Toulon | Méditerranée française |
| Emmanuelle Poupon | EP | Ingénieur | CEDRE | Brest | Côtes françaises et internationales |
| Marc Lavenant | ML | Responsable Service Plans & Audits | CEDRE | Brest | Côtes françaises et internationales |
| Nicolas Chardin | NC | Chargé de Mission | DIRM MED | Marseille | Méditerranée française |

3.5.2 Présentation de la démarche aux acteurs

Un guide d'entretien a été remis aux membres du panel, reprenant la démarche méthodologique de construction des indices de sensibilité spatialisés, en préalable au rendez-vous afin de les familiariser à cette approche. Lors de l'entretien, les résultats sont présentés sous forme synthétique (tableaux et cartes) à partir d'une sélection de 15 zones (sur les 30 étudiées) représentatives de la diversité des situations observées, afin de ne pas allonger l'exercice. Toujours pour faciliter l'entretien, les zones choisies sont regroupées par région : le tableau 7 montre un exemple pour la région PACA. Par rapport aux résultats complets présentés dans le tableau 5, les critères économiques monétarisés sont regroupés en 3 groupes : pêche/aquaculture, activités récréatives et

hébergement/restauration. Pour les activités non-monétarisées les valeurs de sensibilité apparaissent sur fond gris, sans correspondance avec le code de couleur, compte tenu de la nature différente de l'information présentée (données semi-quantitatives).

Tableau 7 Classification des valeurs de sensibilité estivales présentée au panel d'acteurs pour l'analyse multi-critères : ex. des zones sélectionnées pour la région PACA.

| ZONE | Sensibilité Physique | | Sensibilité Ecologique | | Sensibilité Economique | | | | | Sensibilité globale | | | | |
|------|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|---|---|--|---|---|---------------------|---|---|---|---|
| | morphologie | taux de renouvellement | mesures protections | biocénoses patrimoniales | Activités direct. liées à la qualité de l'eau | | | Activités bénéficiant de la proximité avec la mer | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | pêche aquaculture | baignade plaisance plongée sentiers sous-marins pêche de loisir | nautisme, surf, whale watching entretien littoral extraction matériaux | hébergement restauration | croisières transformation criées recherche éducation attractivité patrimoine évènements | | | | | |
| 19 | 5 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | | | | | |
| 21 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | | | | | |
| 22 | 4 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 5 | 3 | 5 | | | | | |
| 23 | 5 | 2 | 4 | 5 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | | | | | |
| 28 | 4 | 1 | 1 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 | | | | | |
| 30 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 4 | 3 | 4 | 3 | | | | | |

Il est demandé à chaque acteur d'attribuer, dans la colonne de droite, une note de sensibilité globale à chaque zone en fonction de leurs connaissances et des valeurs d'indices unitaires.

3.5.3 Indices globaux de sensibilité restitués lors des entretiens

Les indices globaux de chaque acteur ont été regroupés dans le tableau 8.

Tableau 8 Indices globaux de sensibilité attribués par les acteurs

| Numéro de la zone | 1 | 2 | 7 | 10 | 15 | 19 | 21 | 22 | 23 | 28 | 30 | 34 | 42 | 44 | 47 |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Acteur SC | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 |
| Acteur DS | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| Acteur PB | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 3 | 5 | 4 | 5 |
| Acteur PP | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 |
| Acteur CL | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Acteur BV | 5 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 |
| Acteur GB | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 |
| Acteur EP | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| Acteur ML | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 |
| Acteur NC | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| Plage de variation | 3-5 | 3-4 | 2-4 | 3-4 | 2-5 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 2-5 | 4-5 | 3-4 | 1-4 | 1-5 | 2-5 | 1-5 |

Au terme des entretiens, il est apparu que certains critères ont été peu utilisés ou compris différemment suivant les acteurs. Ainsi, un indice élevé pour le critère morphologique (indiquant la fermeture de la côte) est jugé

favorable par certains acteurs qui pensent qu'une côte « fermée » facilite la mise en place de mesures de protection plutôt que la difficulté « naturelle » à évacuer le polluant. Certains acteurs attribuent également au critère une valeur relative. Par exemple, bien que l'indice de biocénose soit très faible en valeur absolue sur toutes les zones de la région Languedoc-Rousillon, une dégradation de celui-ci aurait un impact très important sur l'environnement justement parce qu'il est déjà faible. Ce type de raisonnement a été également souligné par plusieurs acteurs sur les indices économiques de la région Corse.

3.5.4 Analyse de la dispersion des résultats

Au vu des résultats, il nous semble intéressant de distinguer les zones en fonction de la plage de variation observée parmi les acteurs interviewés.

Ainsi les zones pour lesquelles l'écart d'indice est de 1, correspondent à un quasi-consensus des acteurs sur la sensibilité de cette zone. Les zones concernées sont les suivantes : 2-perpignan, 10-Montpellier, 19-Marseille, 21-Bandol, 22-Toulon, 28-Cannes, 30-Menton

Les zones pour lesquelles l'écart d'indice est de 2, correspondent à une vue nettement différenciée des acteurs sur la sensibilité de cette zone. Les zones concernées sont les suivantes : 1-Collioure, 7-Leucate

Enfin, les zones pour lesquelles l'écart d'indice est supérieur ou égal à 3, correspondent à un désaccord entre les acteurs sur la sensibilité de cette zone. Les zones concernées sont les suivantes : 15-Camargue, 23-Porquerolles, 34-Corse orientale, 42-Bonifaccio, 44-Ajaccio, 47-Porto Vecchio. Pour ces zones, l'écart observé vient d'une lecture très différente du sens porté aux indices relatifs aux six critères considérés. Par ailleurs, cette analyse montre l'importance de la concertation avec les acteurs de la côte méditerranéenne dans le choix des divers critères sélectionnés pour hiérarchiser les zones selon leur sensibilité.

La présence des zones avec un écart d'indice important voire conflictuel conduit à une quasi absence de corrélation entre les acteurs (cf. matrice des corrélations) rendant difficile une hiérarchisation directe de la sensibilité des zones. En effet, l'ordonnement des différentes zones par des acteurs peut sembler indépendant (cf. coefficients de corrélation voisins de 0).

| | SC | DS | PB | PP | CL | BV | GB | EP | ML | NC |
|----|------|-----|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|
| SC | 1,0 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,5 | -0,1 | 0,2 | 0,0 | 0,7 | 0,0 |
| DS | 0,2 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,4 | 0,1 |
| PB | 0,1 | 0,0 | 1,0 | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,1 |
| PP | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 1,0 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | -0,1 | 0,2 | 0,3 |
| CL | 0,5 | 0,0 | 0,3 | 0,2 | 1,0 | -0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,7 | -0,2 |
| BV | -0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,5 | -0,1 | 1,0 | 0,7 | 0,3 | 0,3 | 0,8 |
| GB | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,7 | 1,0 | 0,3 | 0,5 | 0,5 |
| EP | 0,0 | 0,7 | 0,1 | -0,1 | 0,0 | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 0,2 | 0,2 |
| ML | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,7 | 0,3 | 0,5 | 0,2 | 1,0 | 0,3 |
| NC | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | -0,2 | 0,8 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 1,0 |

Matrice des corrélations entre les acteurs

Aussi, pour établir une hiérarchie entre les zones la plus compatible avec les visions exprimées par les acteurs interviewés, nous avons dans un premier temps, transformé la matrice des affectations en matrice des rangs. Si un acteur classe une zone en 5, elle est affectée au rang 1 (le + sensible) et si une zone est classée en 4 elle est affectée au rang 1+ nombre de zones affectées au rang 5, etc.

| Zone | SC | DS | PB | PP | CL | BV | GB | EP | ML | NC |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 7 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| 10 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 15 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 5 |
| 19 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 21 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 22 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 23 | 2 | 3 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 28 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 30 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| 34 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| 42 | 5 | 2 | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 1 | 5 | 4 |
| 44 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 5 | 4 |
| 47 | 3 | 2 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 |

Matrice des affectations des zones sélectionnées

| Zone | SC | DS | PB | PP | CL | BV | GB | EP | ML | NC |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 4 | 4 | 4 | 10 | 10 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 10 | 2 | 8 | 9 | 2 | 4 | 4 |
| 7 | 7 | 4 | 4 | 10 | 10 | 14 | 9 | 2 | 8 | 11 |
| 10 | 7 | 4 | 13 | 10 | 10 | 4 | 2 | 2 | 8 | 4 |
| 15 | 14 | 12 | 4 | 1 | 15 | 4 | 9 | 11 | 15 | 1 |
| 19 | 7 | 1 | 4 | 10 | 10 | 8 | 9 | 9 | 8 | 11 |
| 21 | 7 | 4 | 4 | 1 | 2 | 8 | 2 | 2 | 8 | 11 |
| 22 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2 | 8 | 9 | 2 | 4 | 4 |
| 23 | 14 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 |
| 28 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 30 | 7 | 4 | 13 | 1 | 10 | 4 | 2 | 9 | 8 | 4 |
| 34 | 7 | 12 | 13 | 15 | 2 | 14 | 15 | 13 | 8 | 11 |
| 42 | 1 | 12 | 1 | 1 | 2 | 8 | 2 | 13 | 1 | 4 |
| 44 | 1 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 11 | 1 | 4 |
| 47 | 7 | 12 | 1 | 1 | 2 | 8 | 9 | 13 | 8 | 11 |

Matrice des rangs associés

A partir de la matrice des rangs, on peut établir un indice N+ qui comptabilise sur l'ensemble des acteurs, le nombre de zones jugées plus sensibles. Par exemple, pour la zone 1 :

BV et NC ont attribué l'indice de sensibilité maximale à la zone côtière de Collioure : le nombre de zones plus sensibles est alors 0. SC, DS et PB ont identifié trois zones plus sensibles : le nombre de zones plus sensibles est alors 3 etc. On obtient ainsi le tableau :

| Zone 1 | SC | DS | PB | PP | CL | BV | GB | EP | ML | NC | N+ |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Nbre de zones plus sensibles | 3 | 3 | 3 | 9 | 9 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 32 |

L'indice N+ que nous venons de définir est la somme sur l'ensemble des acteurs des zones plus sensibles et vaut dans ce cas 32.

On peut en raisonnant à l'inverse établir un second indice N- en comptabilisant sur l'ensemble des acteurs, le nombre de zones jugées moins sensibles. En prenant de nouveau l'exemple de la zone 1 :

PP et CL considèrent que seulement une zone est moins sensible que la zone de Collioure : la Corse orientale (PP) et la Camargue (CL), etc. on obtient alors le tableau :

| Zone 1 | SC | DS | PB | PP | CL | BV | GB | EP | ML | NC | N- |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Nbre de zones moins sensibles | 9 | 4 | 3 | 1 | 1 | 12 | 7 | 7 | 8 | 12 | 64 |

En ordonnant les zones suivant les valeurs croissantes de N+ ou décroissantes de N-, on obtient des hiérarchies de la zone côtière qui sont compatibles avec le classement proposé par une majorité des acteurs.

| Zone | N+ | N- | Rang N+ | Rang N- |
|------|-----|-----|---------|---------|
| 1 | 32 | 64 | 5 | g4 |
| 2 | 41 | 46 | 8 | 7 |
| 7 | 69 | 20 | 13 | 14 |
| 10 | 54 | 36 | 10 | 10 |
| 15 | 76 | 33 | 14 | 11 |
| 19 | 67 | 28 | 12 | 13 |
| 21 | 39 | 38 | 7 | 9 |
| 22 | 29 | 59 | 4 | 5 |
| 23 | 22 | 74 | 2 | 2 |
| 28 | 6 | 104 | 1 | 1 |
| 30 | 52 | 39 | 9 | 8 |
| 34 | 100 | 9 | 15 | 15 |
| 42 | 35 | 57 | 6 | 6 |
| 44 | 24 | 66 | 3 | 3 |
| 47 | 62 | 30 | 11 | 12 |

L'intersection des classements N+ et N- permet de tenir compte de l'ensemble des hiérarchies données par les acteurs lors des entretiens tout en intégrant une partie des nuances exprimées lors des entretiens (figure 16).

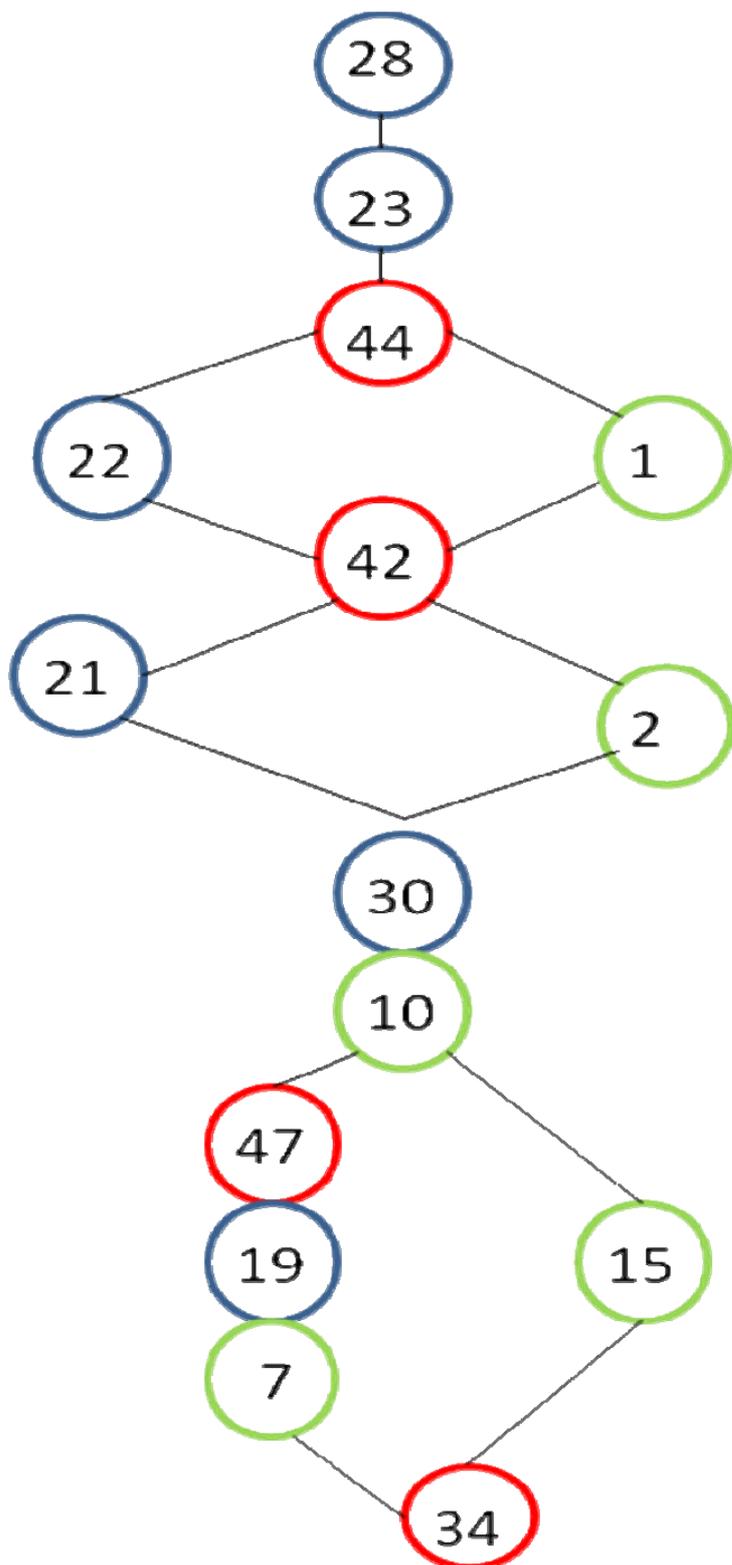


Figure 16 Hiérarchisation des 15 zones sélectionnées à partir des choix exprimés par les acteurs : de la plus sensible en haut à la moins sensible en bas

3.5.5 Établissement d'un classement hiérarchisé sur l'ensemble des zones côtières

L'exercice d'attribution d'un indice de sensibilité global lors des interviews des acteurs n'ayant été mené que sur la moitié des zones de la façade méditerranéenne, la détermination d'un classement des autres zones doit s'appuyer sur les indices associés aux critères physiques, écologiques et socio-économiques. Comme nous l'avons remarqué lors de l'analyse des entretiens, la forte dispersion des résultats nous a conduits à proposer un classement des zones directement bâti sur le résultat des interviews. Aussi, il nous semble que la meilleure méthode de classement des zones non évoquées lors des entretiens, est d'identifier pour chacune de ces zones, une zone examinée dans les entretiens et la plus proche au sens des indices par les critères.

3.5.5.1 Identification de la zone la plus proche

Chaque zone étant décrite par un ensemble de critères auxquels sont attribués des valeurs, nous avons défini deux nouveaux indices IA et IR : le premier sommant pour chaque critère, les valeurs absolues des différences entre les indices et le second, en sommant directement les valeurs des différences. Le premier nous permet d'identifier la zone retenue dans l'entretien la plus similaire à la zone considérée et le second, suivant son signe, nous permet de la classer.

Par exemple pour la zone 16 et la zone 1, dont les indices sont :

| | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Z16 | 5 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 |
| Z1 | 3 | 1 | 4 | 2 | 5 | 2 | 2 | 3 | 2 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|----|----|---|---|---|---|----|---|---|------|-------|
| Z16-Z1 | -2 | -3 | 2 | 1 | 1 | 0 | -1 | 1 | 2 | IR=1 | IA=13 |
|--------|----|----|---|---|---|---|----|---|---|------|-------|

En comparant la zone 16 à l'ensemble des zones retenues lors des entretiens, nous obtenons le tableau suivant de différence d'indices :

| | | | | | | | | | | IR | IA |
|---------|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Z1-Z16 | -2 | -3 | 2 | 1 | 1 | 0 | -1 | 1 | -2 | -3 | 13 |
| Z2-Z16 | -4 | -1 | 1 | 0 | -1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 12 |
| Z7-Z16 | -4 | 1 | 1 | 0 | -1 | 1 | 1 | 0 | 0 | -1 | 9 |
| Z10-Z16 | -3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 3 | 9 |
| Z15-Z16 | -4 | 1 | 3 | 0 | -2 | -1 | 0 | -1 | -2 | -6 | 14 |
| Z19-Z16 | 0 | -1 | 0 | 1 | -1 | 1 | 0 | 2 | -2 | 0 | 8 |
| Z21-Z16 | -1 | -2 | 0 | 3 | -2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 12 |
| Z22-Z16 | -1 | 0 | 0 | 2 | -2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 10 |
| Z23-Z16 | 0 | -2 | 2 | 4 | -3 | 0 | 1 | 0 | -2 | 0 | 14 |
| Z28-Z16 | -1 | -3 | -1 | 4 | -1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 6 | 18 |
| Z30-Z16 | -3 | -2 | -1 | 2 | -3 | 2 | 0 | 2 | -1 | -4 | 16 |
| Z34-Z16 | -4 | 0 | 0 | 3 | -3 | 0 | -1 | -1 | -3 | -9 | 15 |
| Z42-Z16 | -2 | -1 | 3 | 3 | -3 | -1 | -2 | -1 | -3 | -7 | 19 |
| Z44-Z16 | -1 | 1 | 2 | 4 | -3 | 0 | -1 | 0 | -2 | 0 | 14 |
| Z47-Z16 | -4 | -3 | 2 | 3 | -3 | -1 | -1 | 0 | -2 | -9 | 19 |

Ainsi, la zone 16 est identifiée comme la plus proche de la zone 19, car IA=8 est la plus faible valeur constatée entre la zone 16 et une des zones retenues lors des entretiens. Et comme IR = 0, on classera donc la zone 16 (Z16) exactement au même niveau que la zone 19 (Z19).

De même, la zone Z20 est la plus proche de la zone Z44 car IA = 7 est la plus faible valeur de A constatée lors des comparaisons.

| | | | | | | | | | | IR | IA |
|----------|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
| Z1-Z20 | 0 | -4 | -1 | -1 | 3 | 1 | 0 | 1 | -1 | -2 | 12 |
| Z2- Z20 | -2 | -2 | -2 | -2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 17 |
| Z7- Z20 | -2 | 0 | -2 | -2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 12 |
| Z10- Z20 | -1 | 0 | -2 | -2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 4 | 14 |
| Z15-Z20 | -2 | 0 | 0 | -2 | 0 | 0 | 1 | -1 | -1 | -5 | 7 |
| Z19- Z20 | 2 | -2 | -3 | -1 | 1 | 2 | 1 | 2 | -1 | 1 | 15 |
| Z21- Z20 | 1 | -3 | -3 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 15 |
| Z22- Z20 | 1 | -1 | -3 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 2 | 5 | 13 |
| Z23- Z20 | 2 | -3 | -1 | 2 | -1 | 1 | 2 | 0 | -1 | 1 | 13 |
| Z28- Z20 | 1 | -4 | -4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 3 | 2 | 7 | 23 |
| Z30- Z20 | -1 | -3 | -4 | 0 | -1 | 3 | 1 | 2 | 0 | -3 | 15 |
| Z34- Z20 | -2 | -1 | -3 | 1 | -1 | 1 | 0 | -1 | -2 | -8 | 12 |
| Z42- Z20 | 0 | -2 | 0 | 1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -2 | -6 | 8 |
| Z44- Z20 | 1 | 0 | -1 | 2 | -1 | 1 | 0 | 0 | -1 | 1 | 7 |

Comme IR =1, on classera la zone 20 sous la zone 44.

3.5.5.2 Hierarchisation des zones côtières

En appliquant ces règles, nous pouvons classer l'ensemble des zones de la façade méditerranéenne (figure 17).

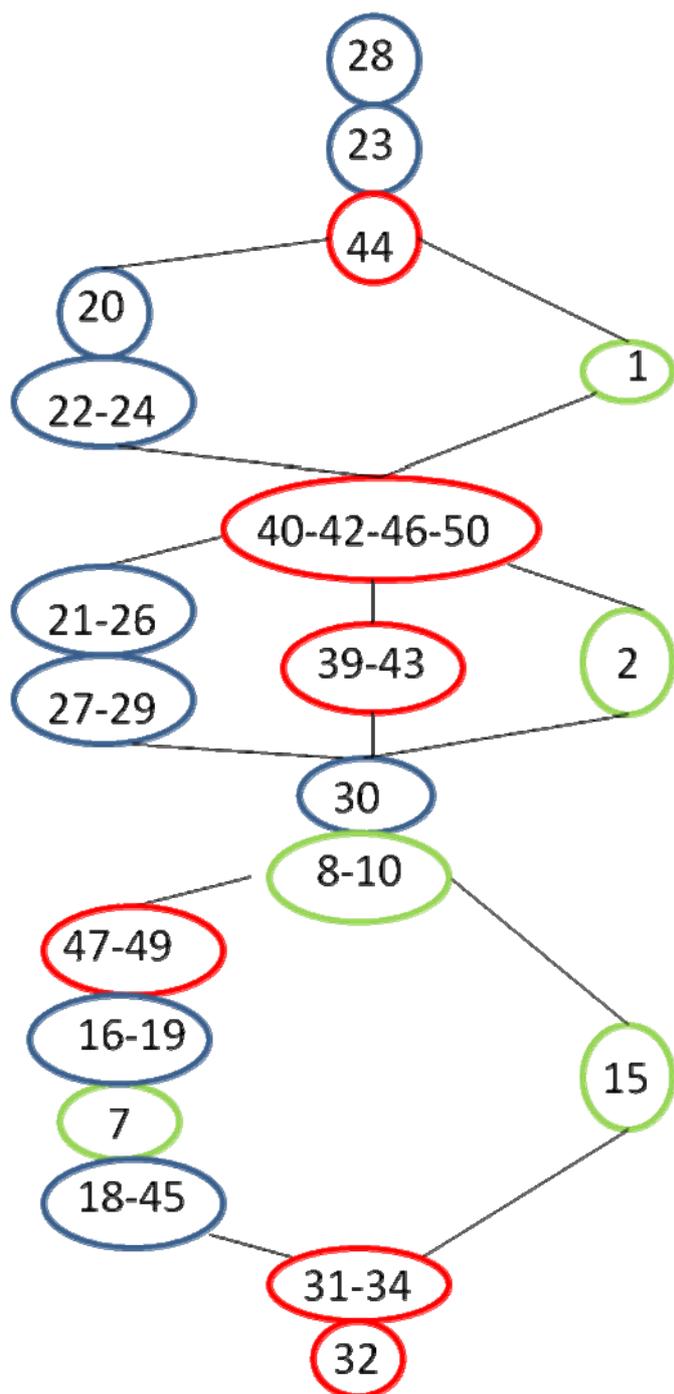


Figure 17 Hiérarchisation de l'ensemble des zones côtières sur la base des résultats des entretiens : de la plus sensible en haut à la moins sensible en bas

3.5.6 Discussion sur l'analyse multi-critères

L'attribution d'un indice multicritère de sensibilité globale à chacune des zones de la côte méditerranéenne nécessite d'avoir un consensus sur la caractérisation de la sensibilité parmi les acteurs. En effet, il est important que chaque acteur comprenne les critères et leurs évaluations de la même façon, sans pour cela préjuger de leur façon individuelle d'agrèger les critères. Il apparaît au vu des entretiens qu'un retour sur le choix des critères est probablement nécessaire afin d'aboutir à une vision plus partagée de la pertinence des indices calculés. Il semble également qu'une meilleure distinction entre vulnérabilité et sensibilité soit nécessaire. Les entretiens ont en effet montré de véritables divergences de point de vue des acteurs, qui peuvent probablement être réduites ou au

moins mieux comprises en associant encore davantage les différents acteurs dans la construction d'un atlas de sensibilité.

3.5.7 Carte de sensibilité globale issue de l'analyse multi-acteurs

Le classement hiérarchique établi au paragraphe précédent (analyse multi-acteurs) peut être représenté sur une carte de sensibilité globale afin de la comparer à la carte de la figure 14 (sensibilité équipondérée). Pour cela, un nombre équivalent de zones est rangé dans chaque classe de sensibilité (figure 18).

On remarque que la distribution des valeurs de sensibilité globale issue de l'analyse multi-acteurs est peu différente de celle établie à partir des calculs de sensibilité équipondérée. La différence de classement pour la plupart des zones est nulle ou égale à 1 point de sensibilité en plus ou en moins. On retrouve parmi les zones les plus sensibles, celles de la Provence (20 à 26), du secteur de Cannes (28) et de l'ouest et du sud de la Corse (44, 40, 42, 46). Les écarts les plus nets concernent le Languedoc-Roussillon où la zone 1 est classée par les acteurs comme très sensible et la plupart des autres zones comme peu sensibles. Il faut noter que la majorité des acteurs ont par leurs fonctions et leur expérience une meilleure connaissance des régions PACA et Corse, sauf pour la zone 1 où le littoral ressemble justement à celui de la Provence. Il s'agit là d'un biais inhérent à la constitution de tout panel qui n'a pas de représentativité statistique mais permet une analyse en profondeur des logiques d'acteurs.

Ces résultats montrent que, globalement, les acteurs accordent implicitement dans leurs préférences le même poids aux enjeux économiques et écologiques avec un effet de veto et de sur-classement notable : là où l'un des enjeux est fort, la note de sensibilité globale est « tirée » vers la plus forte valeur. Cela représente une prise en compte dans la décision publique d'une application du principe de précaution (Kast, 2007). Ainsi, malgré une absence de consensus formel entre les acteurs, liée à la complexité du processus de décision, une convergence dans les priorités s'exprime dans le traitement des réponses obtenues lors des entretiens (Garmendia et al., 2010).

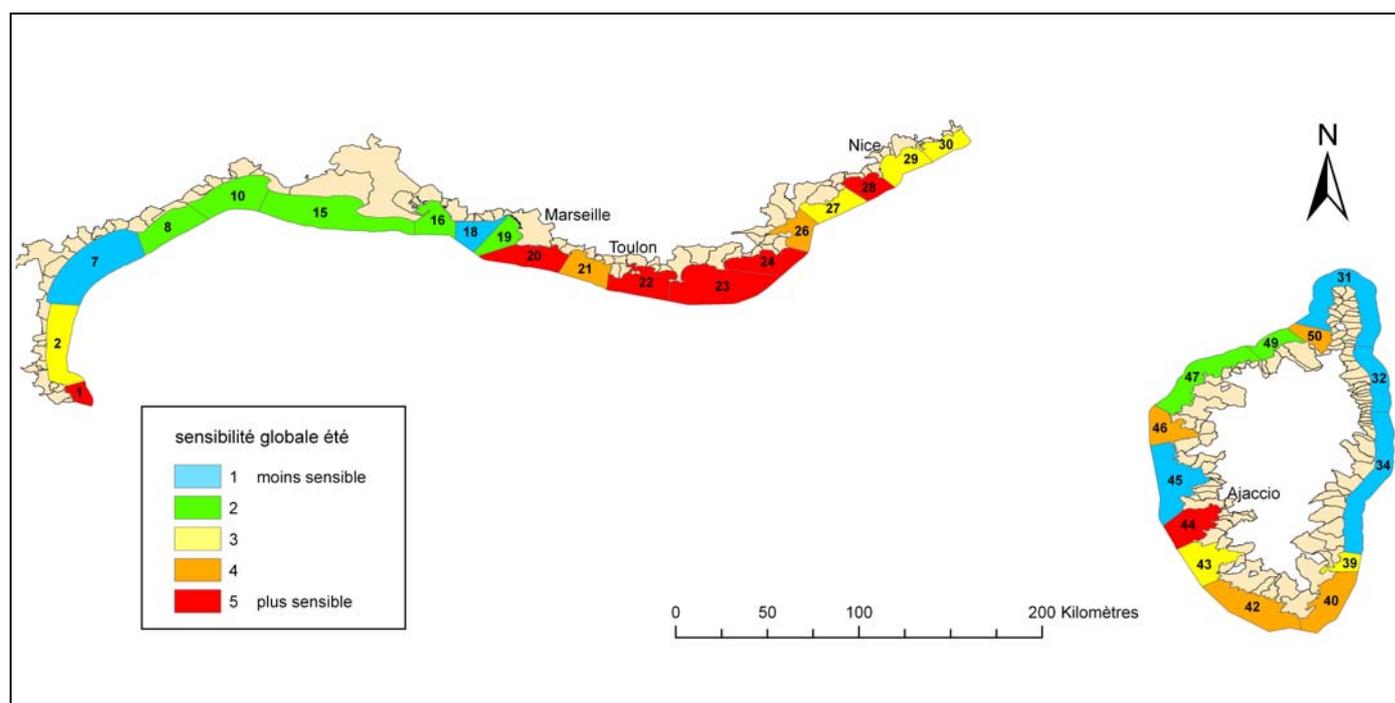


Figure 18 Sensibilité globale en été issue de l'analyse multi-acteurs

4 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ce travail a permis de réaliser une analyse « a priori » de la sensibilité des zones côtières de Méditerranée française en cas de pollution majeure issue d'un accident de navire. Cette approche, relativement indépendante de l'évaluation du risque et de l'aléa, nouvelle pour cette côte, a déjà été mise en œuvre avec succès dans d'autres contextes (Hussain et al., 2009). L'originalité de cette étude réside dans la spatialisation des données recueillies et des indices calculés dans le cadre d'un découpage préétabli, permettant de hiérarchiser les zones et de les comparer entre elles. La taille des zones unitaires, considérée par les gestionnaires du milieu comme bien adaptée à la planification environnementale marine (SDAGE, 2009), paraît pertinente pour l'approche de sensibilité. En effet, à l'échelle choisie, la plupart des activités socio-économiques sont peu mobiles vers les zones adjacentes. Par ailleurs, la géo-localisation des activités économiques pour des zones de taille plus réduite deviendrait imprécise et pourrait conduire à des incertitudes grandissantes sur la valeur des indices.

Le rendu final de ce travail consiste en un jeu de cartes à l'échelle de la façade montrant la distribution de la sensibilité avec un code couleur auto-porteur pour l'indice global (été/hiver) et pour chacun des sous-indices (physique, écologique, économique). Un tableau détaillé présentant les valeurs de l'ensemble des critères, pour toutes les zones pour deux saisons, complète le jeu de données. Ces éléments sont intégrés directement dans l'outil CLARA2 et permettront au gestionnaire de la crise d'avoir accès à 3 niveaux de détails successifs concernant la sensibilité de chaque zone (figure 19).

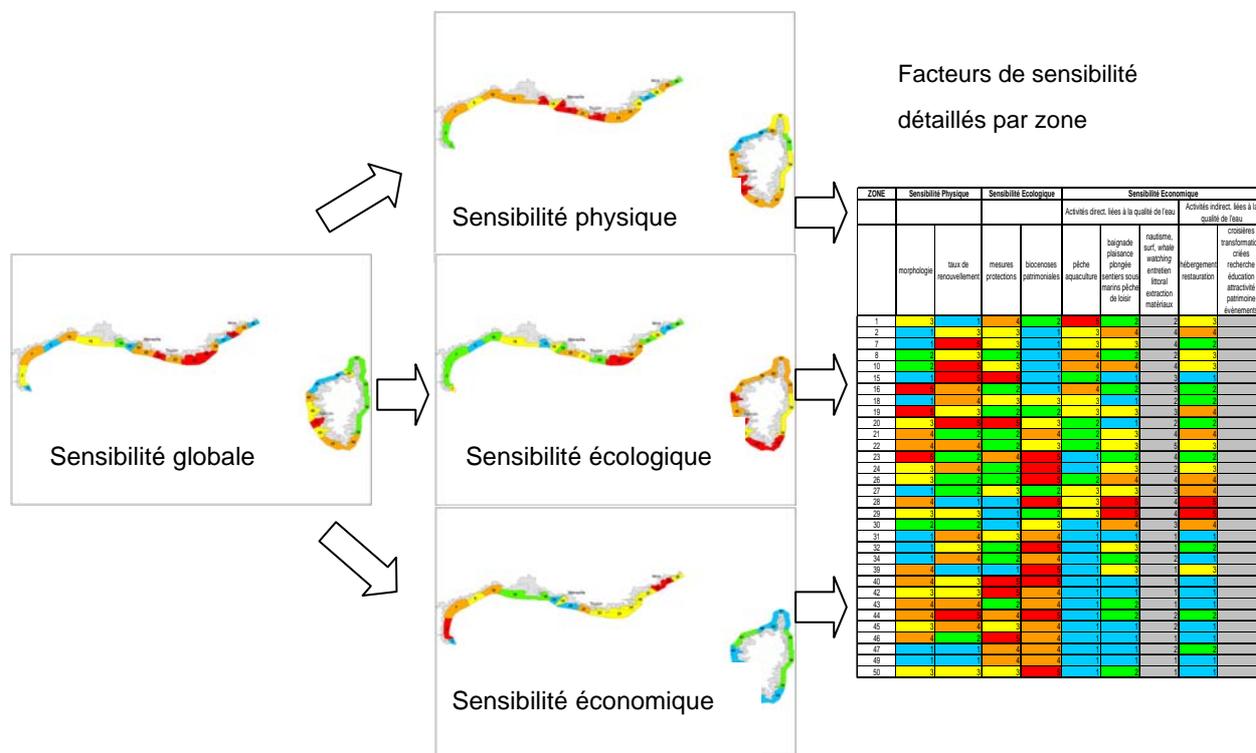


Figure 19 Atlas de sensibilité des zones côtières de Méditerranée intégré dans l'outil CLARA2

L'analyse multi-critères permet de valider en grande partie la hiérarchisation issue de l'agrégation des sous-indices de sensibilité. Cependant, la progression vers un consensus entre les acteurs concernant une pondération des sous-indices auraient nécessité des étapes supplémentaires incluant une phase de concertation entre les acteurs (Garmendia et al., 2010).

Pour revenir aux recherches à poursuivre évoquées dans l'introduction, la question de la pondération entre critères économiques et écologiques sera largement simplifiée lorsque l'évaluation monétaire complète des biens et services des écosystèmes aura avancé : ces deux facteurs se trouvant exprimés dans la même métrique, il sera possible de les additionner pour chaque zone.

Il restera à définir avec les experts du projet CLARA2, un moyen de pondérer certains des critères de sensibilité en fonction du comportement dans le milieu marin de chaque polluant (flottant, dissous, coulant, particulaire) afin de produire des cartes de sensibilité spécifiques de chaque situation de crise.

La méthode mise en œuvre dans ce travail peut être appliquée à d'autres côtes et en premier aux côtes françaises de la façade atlantique, le premier projet CLARA n'ayant pas bénéficié d'une cartographie de sensibilité. Cette approche peut également être développée en collaboration avec d'autres régions méditerranéennes, en particulier dans la poursuite des actions du Plan d'Action pour la Méditerranée et des travaux de ses Centres d'Actions Régionaux que sont le REMPEC⁷ et le Plan Bleu (Mangos et al., 2010).

La base de données spatialisées constituée lors du recueil d'information a nécessité un effort conséquent de requêtes, d'enquêtes et de validation, en particulier pour les données écologiques et surtout économiques. Cet ensemble, qui demandera une actualisation régulière peut servir à d'autres applications que l'analyse de sensibilité et constitue une contribution significative à un véritable atlas environnemental et socio-économique des zones côtières de Méditerranée française. Par ailleurs, l'expérience concrète de la pluridisciplinarité, tentant de faire collaborer spécialistes des sciences humaines et ceux des sciences environnementales, est riche d'enseignement dans un exercice où, malgré les bonnes volontés, la simple compréhension mutuelle des concepts et des outils reste difficile.

La poursuite des travaux de recherche appliquée s'oriente vers l'évaluation contingente des activités socio-économiques non marchandes, surtout récréatives, et des bénéfiques issus des écosystèmes marins emblématiques de Méditerranée tels que les herbiers de Phanérogames. Il faudra également tenter de relier les objectifs des Directives Cadres sur l'Eau et sur la Stratégie Marine dont l'objectif est l'atteinte du Bon Etat Ecologique en se fondant sur une démarche dite « DPSIR » où les activités humaines sont perçues comme des pressions sur le milieu aquatique et la démarche de sensibilité où ces activités sont conçues comme participant à la richesse de chaque zone et dont le niveau est proportionnel à la sensibilité en cas de pollution majeure.

⁷ <http://www.rempec.org>

5 BIBLIOGRAPHIE

- Angelidis M., Kamizoulis G., 2005. A Rapid Decision-Making Method for the Evaluation of Pollution-Sensitive Coastal Areas in the Mediterranean Sea. *Environmental Management* 35 (6) : 811-820.
- Aprin, L., Lefloch, S., Garreau, P., James, A., Daniel, P., Daumail, V., Sanchez, C., Mouries, M., Casselman, C., Thébault, H., Etasse, C., Roure, J.F., Mercantini, J.M. & Olier, R., 2008 Développement d'un outil informatique opérationnel d'aide à la décision et de modélisation des pollutions en Méditerranée. 16ème Congrès de Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement, 6-10 octobre 2008, Avignon, communication 1Z-8 : 8p.
- Beaumont, N.J., Austen, M.C., Atkins, J.P., Burdon, D., Degraer, S., Dentinho, T.P., Derous, S., Holm, P., Horton, T., van Ierland, E., Marboe, A.H., Starkey, D.J., Townsend, M. & Zarzycki, T. (2007) Identification, definition and qualification of goods and services provided by marine biodiversity: implications for the ecosystem approach. *Marine Pollution Bulletin* 54: 253-265.
- Beharry-Borg N., Scarpa R., 2010. Valuing quality changes in Caribbean coastal waters for heterogeneous beach visitors. *Ecological Economics* 69 : 1124-1139
- Bellan-Santini D., Lacaze J.C., Poizat C., 1994. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse, menaces et perspectives. Collection Patrimoines Naturels n°19, Muséum National d'Histoire Naturelle, 246 p.
- Bokor L., Clemenceau I., Palvadeau E., 2006, Plan Polmar - Mise en place de l'atlas hiérarchisé des zones sensibles à protéger en priorité en région Corse, Rapport BRGM/RP-53869-FR, 47 p.
- Bonnieux F., 1998. Principes, mise en œuvre et limites de la méthode d'évaluation contingente. *Economie publique*, 1 : 47-90.
- Brenner J., Jimenez J.A., Sarda R., Garola A., 2010. An assessment of the non-market value of the ecosystem services provided by the Catalan coastal zone, Spain. *Ocean & Coastal Management*, 53: 27-38.
- Caire G., Le Masne, Nivoix S., 2007. Les vacances non-marchandes : désir de convivialité et économie de moyens. Doc. Travail n°46, CERES, Université Poitiers : 23 p.
- CEDRE, 1987, Atlas pour la prévention et la lutte contre les pollutions accidentelles par le pétrole - Le Rhône et ses abords, Rapport CEDRE-DPNM n°83-17, 51 p.
- CIESM, 2008. Economic valuation of natural coastal and marine ecosystem. CIESM Workshop Monographs n°37, 112p. Monaco.
- Chojnaki E., Mercat C., Fargier H., 2010. Apport de l'analyse multicritères dans le projet PRIME. Note Technique IRSN/DPAM/SEMIC 2010-008, 52 p.
- Chojnaki E., Parache V., 2011. Analyse multi-acteurs de la sensibilité des zones côtières méditerranéennes. Note Technique IRSN/DPAM/SEMIC 2011-XXX,
- Costanza, R, F. Andrade, F.,P. Antunes, P.,M. van den Belt, M.,D. Boesch, D.,D. Boersma, D.,F. Catarino, F.,S. Hanna, S.,K. Limburg, K.,B. Low, B.,M. Molitor, M.,J.G. Pereira, J.G.,S. Rayner, S.,R. Santos, J.R., Wilson, J. and M. Young, 1999. Ecological economics and sustainable governance of the oceans. *Ecological Economics* 31: 171-187.
- CGDD (Commissariat Général au Développement Durable), 2010. Le littoral : chiffres-clés. Etudes & Documents n°32. SOES, MEDDTL, 35 p.
- DCE: Official Journal of the European Community, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal* L327, 22/12/2000, doc. 300L0060, 40 p.
- DCSMM, 2008. Directive 2008/56/CE du Parlement Européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (directive-cadre stratégie pour le milieu marin). *JO L* 164 du 25.6.2008, p. 19-40.
- De Groot, R.S., Wilson, M.A. & Boumans, R.M.J. (2002) A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41: 393-408.
- Duffa C., Thébault H., 2007. Etude de la sensibilité radioécologique du milieu marin. Méthodologie et applications. Rapport IRSN/DEI/SESURE 2007-34, 18p.
- Garmendia E., Gamboa G., Franco X., Garmendia J.M., Liria P., Olazabal M., 2010. Social multi-criteria evaluation as a decision support tool for integrated coastal zone management. *Ocean & Coastal Management* 53 : 385-403
- Genty A., 2006. Méthode du transfert et calculs économiques : Application dans le domaine de l'eau. Thèse de Doctorat de l'Université Paris 1. 333p.

- Hall, D.C., Hall, J.V. & Murray, S.N. 2002. Contingent Valuation of Marine Protected Areas : Southern California Rocky Intertidal Ecosystems. *Natural Resource Modeling*. 15 (3) : 335-368.
- Hussain S.S., Winrow-Griffin A., Moran D., Robinson L.A., Fofana A., Paramor O.A.L., Frid, C.L.J., 2009. An ex ante ecological economic assessment of the benefits arising from marine protected areas designation in the UK. *Ecological Economics* 69 (4) : 828-838.
- Kast, 2007. Calcul économique et mise en pratique du principe de précaution. *Economie publique* 21(2) : 77-93.
- Le Berre I., David L., 2009. Atlas de sensibilité du littoral aux pollutions marines, plan ORSEC du département du Calvados, annexe technique du PSS POLMAR-TERRE, MIIMEL - DIREN de Basse Normandie / GEOMER UMR6564 CNRS LETG, IUEM-UBO, Brest, 60p.
- Ledoux L., Turner L.K., 2002. Valuing ocean and coastal resources : a review of practical examples and issues for further action. *Ocean & Coastal Management* 45: 583-616.
- Levratto N., Clemenceau I., 2005. Elaboration d'un indice de vulnérabilité socio-économique d'un littoral: une application au cas de la région Corse. *VertigO*, 6 (3) : 1-16
- Mangos A., Bassino J.-P. et Sauzade D., 2010. Valeur économique des bénéfices soutenables provenant des écosystèmes marins méditerranéens. *Plan Bleu*. Valbonne. (Les cahiers du Plan Bleu, n° 8), 95p.
- Markovic L, Mannoni P-A, Thibaut T, 2009. Assessment of the ecological quality of water bodies - WFD quality element Macroalgae - Implementation on French Mediterranean coasts using CARLIT method, 2009, IFREMER symposium on marine habitats cartography, Brest.
- Martinez, M.L., A. Intralawan, G. Vasquez, O. Perez-Maqueo, P. Sutton, and R. Landgrave, 2007. The coasts of our world: Ecological, economic, and social importance. *Ecological Economics*, 63, 254-272.
- Mercat C., Renaud P., 2003, Rapport de lancement du projet SENSIB, Rapport IRSN/DEI/SESURE/LERCM 2003-02
- Millenium Ecological Assessment, 2005. Ecosystem and human well-being. General synthesis, Island Press, Washington DC
- NOAA (National Oceanic and atmospheric Administration), 2002, Environmental Sensitivity Index Guidelines, NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 11.
- PNUE, 2006. Classification des biocénoses benthiques marines de la région méditerranéenne. PAM/CAR/ASP, 15 p.
- Polomé P., Marzetti S., Van der Veen A., 2005. Economics and social demands for coastal protection. *Coastal Engineering* 52: 819-840.
- Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), 2009. Bassin Rhône Méditerranée, Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse, 305 p.
- Scheurle, C., Thébault, H., Duffa, C. & Ami, D., 2009. Sensitivity Atlas of the French Mediterranean Coast. Özhan, E. (Ed.), Proceedings of the Ninth international Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 09, 10-14 November 2009, Sochi, Russia, MEDCOAST, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, 1: 543-553.
- Scheurle, C. & Thébault, H., 2009: Conséquences radioécologiques sur l'environnement marin d'un accident dans le port de Toulon. Activités humaines - sensibilité socio-économique face à une pollution marine. Rapport IRSN/DEI/SESURE 2009-44, 34p.
- Scheurle, C., Thébault, H., Duffa, C., Boissery P., 2011. Valuation of socio-economics aspects linked to the French Mediterranean coastal environment. Soumis à Environmental Conservation.
- Système d'Informations Halieutiques (SIH, 2001) : Synthèse des Pêcheries 2001. Flotte Méditerranée : PACA et Languedoc-Roussillon. Ifremer, Direction des Ressources Vivantes, Département des Ressources Halieutiques, Service d'Economie Maritime, 25p.
- Système d'Informations Halieutiques (SIH, 2009) : Synthèse des flottilles de pêche 2007, Flotte de la façade Méditerranée (Hors Corse). Ifremer, 5p.
- Tortell P., 1992. Coastal Zone Sensitivity Mapping and its Role in Marine Environmental Management. *Marine Pollution Bulletin*, 25 (1-4) : 88-93.

6 LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Démarche méthodologique permettant de définir les zones vulnérables | 7 |
| Figure 2: Les composantes de la Valeur Economique Totale des écosystèmes marins | 8 |
| Figure 3 : Démarche de construction de l'atlas de sensibilité | 9 |
| Figure 4 : Zonage CLARA2..... | 11 |
| Figure 5 : Zones marines et limites communales..... | 11 |
| Figure 6 Exemple de classification par la méthode de Jenks (seuils naturels) | 15 |
| Figure 7 Sensibilité morphologique mesurée par le degré de fermeture/confinement | 17 |
| Figure 8 Sensibilité hydrodynamique mesurée par le taux de renouvellement des masses d'eau | 18 |
| Figure 9 Nature majoritaire de la côte de chaque zone marine | 19 |
| Figure 10 Sensibilité écologique estimée par les mesures de protection environnementale et les inventaires écologiques..... | 20 |
| Figure 11 Sensibilité écologique estimée par l'importance des biocénoses benthiques patrimoniales..... | 21 |
| Figure 12 Sensibilité économique en été (activités monétarisées rapportées à la surface de chaque zone)..... | 24 |
| Figure 13 Sensibilité économique par zone en été (activités monétarisées totales) | 25 |
| Figure 14 Sensibilité globale en été issue de l'agrégation par somme équi-pondérée | 26 |
| Figure 15 Sensibilité globale en hiver issue de l'agrégation par somme équi-pondérée | 26 |
| Figure 16 Hiérarchisation des 15 zones sélectionnées à partir des choix exprimés par les acteurs : de la plus sensible en haut à la moins sensible en bas..... | 32 |
| Figure 17 Hiérarchisation de l'ensemble des zones côtières sur la base des résultats des entretiens : de la plus sensible en haut à la moins sensible en bas..... | 35 |
| Figure 18 Sensibilité globale en été issue de l'analyse multi-acteurs | 36 |
| Figure 19 Atlas de sensibilité des zones côtières de Méditerranée intégré dans l'outil CLARA2 | 37 |

7 LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Les services écologiques et leurs bénéfices associés | 8 |
| Tableau 2 Activités socio-économiques retenues pour l'analyse de sensibilité | 14 |
| Tableau 3 : Evaluation monétaires des activités économiques dans les zones côtières de Méditerranée (en M€, 2008) | 21 |
| Tableau 4 : Evaluation monétaire des activités économiques en été par zone | 23 |
| Tableau 5 Sensibilité économique par activité monétarisée et par zone (été)..... | 24 |
| Tableau 6 Liste des acteurs du panel pour l'analyse multi-critères | 27 |
| Tableau 7 Classification des valeurs de sensibilité estivales présentée au panel d'acteurs pour l'analyse multi-critères : ex. des zones sélectionnées pour la région PACA. | 28 |
| Tableau 8 Indices globaux de sensibilité attribués par les acteurs..... | 28 |

8 ANNEXES

8.1 ANNEXE 1 : PROJET CLARA II (RÉSUMÉ)

Calculs Liés Aux Rejets Accidentels en Méditerranée. Outil informatique opérationnel de modélisation des pollutions chimiques ou par hydrocarbures en Méditerranée. Évaluation des conséquences et de la vulnérabilité.

8.1.1 PARTENARIAT

| N° et nom établissement | Nom | Prénom | Organisme | Téléphone | Mél |
|-------------------------|------------|---------------|--|----------------|--|
| <i>Coordinateur</i> | DUSSERRE | Gilles | Ecole des Mines d'Alès | 04.66.78.27.52 | Gilles.Dusserre@ema.fr |
| <i>Partenaire 1</i> | LE FLOCH | Stéphane | Cedre | 02.98.33.67.02 | Stephane.Le.Floch@cedre.fr |
| <i>Partenaire 2</i> | GARREAU | Pierre | Ifremer | 02.98.88.43.59 | Pierre.Garreau@ifremer.fr |
| <i>Partenaire 3</i> | BOCQUENE | Gilles | Ifremer/INERIS | 02.40.37.41.20 | Gilles.Bocquene@ifremer.fr |
| <i>Partenaire 4</i> | DANIEL | Pierre | Météo France | 05.61.07.82.92 | Pierre.Daniel@meteo.fr |
| <i>Partenaire 5</i> | FORESTIER | Christian | APSYS - EADS | 04.42.89.80.82 | Christian.Forestier@apsys.eads.net |
| <i>Partenaire 6</i> | MOURIES | Magali | MERCLEAN | 04.42.18.02.18 | m-mouries@merclean.fr |
| <i>Partenaire 7</i> | CASSELMAN | Chantal | IRSN/DPAM/SEMIC | 04.42.19.94.53 | Chantal.Casselmann@irsn.fr |
| <i>Partenaire 8</i> | THEBAULT | Hervé | IRSN/LERCM | 04.94.30.48.46 | herve.thebault@ifremer.fr |
| <i>Partenaire 9</i> | JULLIAND | Marine | TOTAL | 01.47.44.82.23 | marine.julliand@total.com |
| <i>Partenaire 10</i> | ROURE | Jean-François | SDIS 30 | 04.66.63.36.16 | jfroure@sdis30.fr |
| <i>Partenaire 11</i> | OLIER | René | UBO - Université de Bretagne Occidentale | 02.98.01.60.28 | Rene.Olier@univ-brest.fr |
| <i>Partenaire 12</i> | MERCANTINI | Jean-Marc | LSIS - Laboratoire des Sciences de l'Information et des Systèmes | 04.91.05.60.15 | Jean-Marc.Mercantini@lsis.org |

8.1.2 RÉSUMÉS

Résumé court en français non confidentiel du projet

Les pollutions maritimes ont toujours eu un impact fort sur les populations côtières. Un littoral souillé par une nappe de produits chimiques ou d'hydrocarbures engendre inexorablement une perturbation des écosystèmes et des risques importants pour les populations. Les pertes économiques pour la région touchée sont souvent importantes du fait des dommages subis par les secteurs du tourisme, de la pêche, des cultures marines. C'est dans ce contexte de gestion de crise que se positionne le projet CLARA II, et plus précisément dans un objectif de prévision et d'aide au diagnostic dans un contexte de pollution accidentelle en milieu marin. Le projet CLARA II aboutira à la création d'un outil de simulation permettant de prévoir la localisation d'un contaminant, ainsi que l'évolution de sa concentration dans la mer et dans l'atmosphère lors d'un déversement massif de polluant en Méditerranée. Il permettra de connaître les distances d'effets dans le cas d'un incendie, de renseigner sur les capacités de bioaccumulation de certains organismes marins et fournira des indices de sensibilité selon les zones polluées. Par ailleurs, pour être caractérisé comme un outil opérationnel de gestion de crise, le projet CLARA II proposera des méthodologies sur les conduites à tenir et les méthodes d'interventions basées sur une analyse pertinente de l'accidentologie. Ce projet d'une durée de quatre ans est fédère un consortium composé de laboratoires de recherche académique, d'industriels, des services de l'état et d'une PME.

Résumé court en anglais non confidentiel du projet

Maritime pollution always had a strong impact on the coastal populations. A littoral affected by a pollution of chemicals or hydrocarbons generates a disturbance of the ecosystems and important risks for the populations. The economic losses for the polluted area are often important because of the damage undergone by the sectors of tourism, fishing, and the marine cultures. It is in this context of crisis management that project CLARA II positions, and more precisely in an objective of forecast and assistance to the diagnosis in a context of accidental pollution in marine environment. Project CLARA II will lead to the creation of a simulation tool making it possible to envisage the location of a contaminant, as well as the evolution of its concentration in the sea and the atmosphere during a massive discharge of pollutant in the Mediterranean sea. It will make it possible to know the distances from effects in the case of a fire, to inform about the capacities of bio-accumulation of certain marine organisms and will provide indices of sensitivity according to polluted zones. In addition, project CLARA II will propose methodologies on the behaviour to be held and the methods of interventions based on a relevant analysis of the lessons learnt. This four years duration project is proposed by a consortium of academic research laboratories, industrialists, firemen and SME.

8.1.3 FICHE DE SYNTHÈSE

Résumé du contexte, marché, enjeu, problème traité dans le projet

Les pollutions maritimes ont toujours eu un impact fort sur les populations côtières. Un littoral souillé par une nappe de produits chimiques ou d'hydrocarbures engendre inexorablement une perturbation des écosystèmes et des risques importants pour les populations. Les pertes économiques pour la région touchée sont souvent importantes du fait des dommages subis par les secteurs du tourisme, de la pêche, des cultures marines. C'est dans ce contexte de gestion de crise que se positionne le projet CLARA II, et plus précisément dans un objectif de prévision et d'aide au diagnostic dans un contexte de pollution accidentelle en milieu marin. Le projet CLARA II aboutira à la création d'un outil de simulation permettant de prévoir la localisation d'un contaminant, ainsi que l'évolution de sa concentration dans la mer et dans l'atmosphère lors d'un déversement massif de polluant en Méditerranée.

Objectifs et finalités du projet

Outre les actions menées dans le but de prévenir toutes les autres pollutions telles le renforcement de la réglementation, des contrôles et des sanctions plus sévères, lorsqu'un sinistre survient, les populations et les pouvoirs publics souhaitent une gestion plus rapide et plus efficace des pollutions pour en limiter les conséquences. L'objectif de CLARA II est de proposer, aux gestionnaires de la crise, un outil de gestion des risques liés aux pollutions marines chimiques et pétrolières en Méditerranée, leur permettant de mettre en place rapidement des zones d'exclusion pertinentes dans le but d'alerter, mais aussi de protéger les populations, les biens et l'environnement, de mobiliser les moyens de lutte adaptés et d'anticiper la situation à court ou moyen terme. CLARA II devra être d'une grande simplicité d'utilisation car l'outil sera mis en œuvre sur le terrain par des organismes non-spécialistes des modèles de simulation.

Résumé des retombées scientifiques, industrielles et économiques attendues

Le projet CLARA II a pour ambition de combler en partie les vides existants notamment au travers de la modélisation de l'hydrodynamique méditerranéenne, de la compréhension de la physicochimie des produits étudiés et de leur mélange avec l'eau de mer, des méthodologies sur les conduites à tenir, de l'amélioration des techniques de lutte et du développement de nouvelles solutions de récupération. Cette meilleure connaissance pourra permettre une approche technologique améliorée du confinement en mer des produits déversés et, plus généralement, du traitement de la pollution. D'un point de vue économique, l'objectif du projet est de prévenir ou de limiter les conséquences pour le milieu aquatique dans le cas d'un déversement accidentel. Les retombées de cette étude s'évalueront en termes d'économies réalisées dans la gestion d'une crise et le traitement d'une pollution (retombées économiques sur les secteurs de l'aquaculture, du tourisme,...). Les emplois maintenus seront ceux qui seraient perdus en l'absence de travail dû à la pollution. Il y a là des enjeux économiques pour l'ensemble des territoires côtiers. Dans le cas d'une catastrophe majeure, l'exemple récent de la Nouvelle Orléans est significatif. Concernant les emplois engendrés par le projet, les demandes des partenaires visent à assurer le financement de l'activité de personnes recrutées en CDD, post-doc ou Thèse.

8.1.4 PRÉSENTATION DU PROJET DE R&D

8.1.4.1 Contexte, marché visé, enjeux et problème traité

Les pollutions maritimes ont toujours eu un impact fort sur les populations côtières. Un littoral souillé par une nappe de produits chimiques ou d'hydrocarbures engendre inexorablement une perturbation des écosystèmes et des risques importants pour les populations (rejets toxiques dans l'atmosphère, risques d'incendie, d'explosion...). Les pertes économiques pour la région touchée sont souvent importantes du fait des dommages subis par les secteurs du tourisme, de la pêche, des cultures marines. C'est dans ce contexte de gestion de crise que se positionne le projet CLARA II, et plus précisément dans un objectif de prévision et d'aide au diagnostic dans un contexte de pollution accidentelle en milieu marin.

Si l'on prend en considération les événements dont les conséquences ont été les plus remarquables, la dernière décennie compte une dizaine d'accidents majeurs en Méditerranée ayant produit une pollution marine grave tel que l'Alessandro Primo en 1991 qui transportait de l'Acrylonitrile et du Dichloroéthane. Ces événements, mettant en cause des navires transportant des produits pétroliers ou d'autres substances dangereuses, nous rappellent en effet les risques d'accidents existant dans cette région. Approximativement 30% du volume du trafic maritime international concernent les ports méditerranéens, ou transitent en Méditerranée, tandis que l'on estime que 50% des marchandises transportées par voie maritime peuvent présenter un risque à différents degrés. Les tonnages et trafic et consécutivement les risques d'accident majeurs seront donc amenés à croître dans les années à venir dans cette région du monde. En plus du risque relatif au trafic des navires transitant par la Méditerranée, ou faisant escale dans l'un des 305 ports dispersés le long des côtes, il faudrait aussi estimer le risque local dans les zones portuaires, lui aussi destiné à augmenter. En conséquence, bien que la pollution marine accidentelle soit considérée comme étant une problématique mondiale, ainsi que le montrent les travaux du GESAMP menés sous l'égide de l'UNESCO, le risque doit aussi être envisagé à l'échelle régionale lorsque cela s'avère nécessaire comme en Méditerranée.

Jusqu'à ce jour, les autorités chargées de prendre des mesures de protection sanitaire ou économique face à des déversements de produits chimiques ou d'hydrocarbures disposent rarement d'outils de simulation informatique performants et adaptés aux interventions opérationnelles. Il existe un certain nombre de logiciels de simulation de l'évolution des produits chimiques : le logiciel MOTHY, développé par Météo France, traite surtout des rejets de produits polluants en surface ou en sub-surface et non-solubles dans l'eau de mer, tandis que le logiciel ADIOS, développé par la NOAA aux Etats-Unis, renseigne sur le devenir physico-chimique des produits pétroliers déversés en milieu marin. Actuellement, les modèles de simulations numériques existants concernent essentiellement les produits hydrocarbures et non les produits chimiques. Suite au naufrage du « levoli-Sun », un consortium composé du Cedre, de l'IFREMER, de l'INERIS, de Météo France et coordonné par l'Ecole des Mines d'Alès s'est mis en place pour développer un outil opérationnel de simulation de l'évolution d'un polluant dans l'eau ou dans l'atmosphère spécifique à la façade atlantique : CLARA. Ce projet, financé par le Réseau de Recherche et d'Innovation Technologiques (RITMER) à hauteur de 550 k€ pour un budget total de 920 k€ a débuté en novembre 2003 et se terminera en novembre 2006. Durant ce projet un certain nombre d'interrogations sont apparues notamment celles concernant le comportement des produits chimiques en mer et leur caractérisation en terme d'écotoxicité.

Pour combler ce vide scientifique, le projet CLARA II s'orientera, dans un premier temps, vers l'élaboration d'une base de données physico-chimiques et écotoxicologiques validées pour les substances transportées par voie maritime les plus représentatives (tonnage, fréquence), et dans le développement de modèles mathématiques adaptés au transport de contaminants dans l'eau et l'atmosphère. Dans un deuxième temps, CLARA II proposera un aspect plus technologique, tel que la réalisation de modules informatiques de modélisation, de dégradation et de dispersion du produit mais aussi de visualisation via les Systèmes d'Information Géographiques (S.I.G). Enfin, un intérêt majeur de CLARA II sera d'associer à ces outils de modélisation, un ensemble d'experts impliqués dans la gestion de crise et des pollutions maritimes pour développer des scénarii-types d'accidents en vue d'élaborer des méthodologies sur les conduites à tenir en cas de pollution et d'améliorer l'efficacité des techniques de lutte ou développer de nouvelles solutions de récupération des produits.

8.1.4.2 Objectifs, finalités du projet

L'objectif de CLARA II est de proposer un outil d'aide à la décision face aux pollutions marines accidentelles pour les gestionnaires de la crise comme les autorités maritimes. Cet outil sera utilisé dans un contexte bien précis : celui d'une pollution en Méditerranée consécutive à un déversement accidentel de contaminant chimique ou hydrocarbure en milieu marin. L'approche méthodologique proposée permettra d'évaluer les risques dans les ports (lors des phases de chargements et de déchargements de produits industriels), mais aussi lors de rejets accidentels en pleine mer que ce soit en surface ou en profondeur. Le logiciel sera capable de simuler conjointement l'évolution de l'hydrodynamisme côtier méditerranéen et le comportement physico-chimique des polluants, ce qui permettra de visualiser leur devenir dans la totalité de l'environnement ; c'est-à-dire aussi bien dans la colonne d'eau, au fond, à la surface que dans l'atmosphère après évaporation. Le projet distinguera le cas des rejets accidentels intervenant durant les phases de transferts dans l'enceinte portuaire (rupture d'un flexible...) de ceux intervenant en mer directement à partir du navire (naufage, collision, échouement...). CLARA II permettra non seulement de déterminer des distances d'effets pour les scénarii définis (pollution, dispersion, incendie, ...), de proposer des solutions techniques de lutte, mais aussi d'évaluer, à court terme (de l'ordre d'une semaine), les risques environnementaux définis en termes d'effets sur la faune et la flore marines. CLARA II renseignera également sur les capacités de bioaccumulation dans la chaîne alimentaire (poissons, crustacés, coquillages) des substances déversées et une approche préliminaire des risques toxicologiques en termes d'effets sur l'homme sera proposée en cas de dispersion atmosphérique de gaz toxiques. Grâce à ce projet, les gestionnaires de la crise (les autorités maritimes et terrestre...) disposeront d'un nouvel outil de gestion globale des risques liés aux pollutions marines chimiques et pétrolières leur permettant de mettre en place rapidement des zones d'exclusion pertinentes dans le but d'alerter, mais aussi de protéger les populations, les biens et l'environnement, de mobiliser les moyens de lutte adaptés et d'anticiper la situation à court ou moyen terme. Les conséquences prévisibles pour les écosystèmes côtiers et les usages économiques seront évaluées à partir d'un indice de sensibilité/vulnérabilité spatialisé sur l'ensemble du territoire concerné. L'outil proposé se présentera sous la forme d'un atlas hiérarchisé, régulièrement actualisé, de la sensibilité des zones littorales aux pollutions marines en fonction des caractéristiques propres à chaque secteur. Le couplage avec les sorties des modèles prévisionnels de risques issues des différents scénarii d'accidents permettra d'évaluer et de classer *a priori* la vulnérabilité de chaque zone. L'ensemble produira les informations indispensables aux gestionnaires du littoral pour pré-positionner les moyens de lutte et l'organisation post-accidentelle.

Une des principales caractéristiques du logiciel CLARA II résidera dans la rapidité d'exécution et dans la fiabilité des résultats. En effet, certaines dispositions doivent être prises rapidement, en particulier celles concernant la protection des intervenants, des populations et celles touchant aux zones d'exclusion. CLARA II devra être d'une grande simplicité d'utilisation car l'outil sera mis en œuvre sur le terrain par des organismes non-spécialistes des modèles de simulation (hydrodynamique, physico-chimiques ou de dispersion). Les deux dernières caractéristiques du logiciel sont la fiabilité et la clarté des prévisions et du traitement des informations qui permettront d'assurer une gestion de crise efficace et réaliste.

Le projet CLARA II regroupe un ensemble de domaines pour lesquels il existe un certain nombre de problématiques mobilisant l'ensemble de la communauté scientifique. Le comportement d'un produit chimique dans l'eau de mer n'a pas de solutions simples et les informations issues des tests en laboratoire ne sont pas toujours adaptés à l'environnement marin et ne répondent pas toujours aux attentes des professionnels en charge de la lutte antipollution⁸.

L'analyse des travaux des laboratoires⁹ ou entreprises¹⁰, travaillant dans le domaine de la simulation des pollutions marines montrent qu'il n'existe pas actuellement de solutions fiables et précises permettant d'obtenir le comportement des produits dans l'eau de mer¹¹, ni leur impact toxicologique¹².

8.1.4.3 Impact du projet - retombées scientifiques industrielles et économiques

Le projet CLARA II a pour ambition de combler en partie les vides existants notamment au travers de la modélisation de l'hydrodynamique méditerranéenne. La Méditerranée est un bassin mi-clos, parfois décrit comme « une piscine d'eau de mer à coefficient de marée nul », avec des caractéristiques hydrologiques et écologiques variées qui la rendent plus vulnérable aux effets de la pollution qu'une mer ouverte. Les modélisations hydrodynamiques proposées dans le cadre du projet CLARA II concerneront une zone côtière qui ira de la région Provence-Alpes Côte d'Azur à la région Languedoc-Roussillon et s'intéressera plus finement à la zone portuaire comprise entre Marseille et Fos sur Mer. Techniquement le projet CLARA II se démarquera fondamentalement du projet CLARA I. Si dans CLARA I les simulations peuvent être exécutées avec un ordinateur de bureau, CLARA II ira récupérer les résultats de simulations sur des serveurs. Ces simulations sont exécutées en temps réel de la même façon que ce que propose Météo-France en terme de prévision météorologique. Les modèles utilisés dans le CLARA

⁸ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2000. *Characteristic Coastal Habitats: A Guide for Spill Response Planning*. Seattle: Hazardous Materials Response Division, NOAA. 85 pp.

⁹ Thibodeaux L.G. - *Chemodynamics : environmental movement of chemicals in air, water, and soil*. - John Wiley & Sons, New York, 1979, 501p.

¹⁰ Asa. - *CHEMMAP ASA's Chemical Spill Model System. Technical Manual*. - Rapport technique, Applied Science Associates, INC, 2004.

¹¹ Chen, F.H. and Yapa, P.D. (2003). "A Model for Simulating Deepwater Oil and Gas Blowouts - Part II: Comparison of Numerical Simulations with "Deepspill" Field Experiments," *Journal of Hydraulic Research, IAHR, August, Vol. 41(4), 353-365*

¹² Yapa, P.D. and Chen, F.H. (2004). "Behavior of Oil and Gas from Deepwater Blowouts," *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, June, 540-553*

Il disposeront de plusieurs niveaux de précision, avec des modèles d'emprise différents selon les zones, des mailles de 400 m pour la zone côtière et des mailles de 1200 et 3000 m pour la pleine mer.

Concernant la compréhension de la physicochimie des produits étudiés et de leur mélange avec l'eau de mer, le projet permettra une amélioration notable des bases de données. En effet, littérature et bases de données comportent un grand nombre de renseignements sur les propriétés des corps purs (base de données du GESAMP par exemple) et des mélanges binaires ainsi que sur leur modélisation. Elles sont beaucoup plus rares sur les systèmes à plus de deux composants, à l'instar du milieu marin contaminé. Les tentatives de modélisation existantes ont besoin d'être réactualisées et approfondies. Ce projet permettrait d'amorcer un tel travail, et de commencer à prendre en compte des paramètres qui le sont rarement dans les mélanges, comme la température et la salinité. Si, plus tard, cette étude devait être élargie, de nouvelles collaborations seraient nécessaires, pour lesquelles des contacts ont déjà été pris (laboratoire polonais pour les aspects thermodynamiques, en particulier les effets de pression ; laboratoire portugais pour les effets des phénomènes de surface sur l'environnement ; laboratoire italien pour les effets photochimiques sur les aérosols pollués, laboratoire allemand pour le suivi des polluants dans la masse d'eau). Ces travaux permettront d'identifier et de quantifier les paramètres physico-chimiques qui influencent le devenir d'une substance chimique en phase aqueuse saline (viscosité, tension de surface, densité...). Ce projet permettra aussi de concevoir et d'équiper un outil expérimental unique au monde (la colonne d'essais du Cedre) et d'en définir une méthodologie précise d'utilisation afin de comprendre et prévoir le devenir d'un produit déversé accidentellement en mer. Ainsi, dans un contexte accidentel, les opérationnels chargés de la lutte antipollution disposeront d'un outil expérimental d'aide à la décision qui pourra être mobilisé, rapidement, à tout moment. A titre préventif, cet outil sera utilisé afin d'évaluer les réponses liées aux cargaisons piégées dans des épaves précisément identifiées. Il pourra également être utilisé pour caractériser le comportement des substances chimiques actuellement les plus transportées.

Au travers de la meilleure connaissance des phénomènes de transport et de transformation des produits chimiques, le projet CLARA II peut aboutir au développement d'outils spécifiques permettant de gérer plus efficacement les pollutions marines. Cette notion d'outils est très ouverte puisque cela peut concerner des capteurs de mesures de concentrations pouvant être adaptés sur un robot sous-marin tel que celui développé par la société Merclean et évitant ainsi à l'homme d'intervenir dans des milieux très toxiques. Cela peut concerner aussi le développement de nouveaux systèmes de récupération ou de neutralisation des produits permettant ainsi de limiter les conséquences humaines, environnementales et économiques qui peuvent être catastrophiques dans le cas d'un naufrage près des côtes. Cette meilleure connaissance permettra une approche technologique améliorée du confinement en mer des produits déversés et, plus généralement, du traitement de la pollution.

En outre, le projet CLARA II proposera une meilleure gestion de la pollution par l'amélioration des méthodologies sur les conduites à tenir et des méthodes d'intervention et des techniques de lutte, ce qui actuellement n'est pas disponible dans les logiciels concurrents (CHEMMAP, MOTHY,...). Des indices de sensibilité seront proposés et permettront de définir des facteurs propres aux environnements côtiers afin d'optimiser le déploiement des moyens de secours et le choix des zones prioritaires en terme d'intervention.

D'un point de vue économique, l'objectif du projet est de prévenir ou de limiter les conséquences pour le milieu aquatique dans le cas d'un déversement accidentel. Les retombées de cette étude s'évalueront en termes d'économies réalisées dans la gestion d'une crise et le traitement d'une pollution (retombées économiques sur les secteurs de l'aquaculture, du tourisme...). Les emplois maintenus seront ceux qui seraient perdus en l'absence de travail de prévention et de prévision de la pollution. Il y a là des enjeux économiques pour l'ensemble des

territoires côtiers. Dans le cas d'une catastrophe majeure, l'exemple récent de la Nouvelle Orléans est significatif. Concernant les emplois engendrés par le projet, les demandes des partenaires visent à assurer le financement de l'activité de personnes recrutées en CDD, post-doc ou Thèse.

Actuellement, il existe peu de logiciels rapides et spécifiques à cette région du monde de par la relative complexité des prévisions hydrodynamiques et le manque de connaissances sur le comportement des produits chimiques dans l'eau de mer. Le projet CLARA II doit permettre de lever un certain nombre de ces verrous technologiques afin de proposer un outil intégré de simulation et d'aide à la décision dans le cas d'un rejet de produit chimique ou hydrocarbure en Méditerranée. Par ailleurs, la problématique d'une pollution chimique en Méditerranée n'est pas spécifique à la France. Ce type de problème peut concerner l'ensemble du bassin Méditerranéen et engendrer d'un point de vue scientifique et technologique un développement des synergies entre les pays côtiers pour la mise en place de nouvelles solutions de lutte, de récupération mais aussi pour la mise en place d'un réseau d'étude européen.

MERCLEAN dispose de deux drones de surface autonomes nommés BASIL (issus d'un précédent programme R&D), capables de déployer des capteurs, d'acquérir et de transmettre des données en temps réel. Les BASIL sont équipés d'un logiciel de supervision intégrant une cartographie permettant un suivi en temps réel de plusieurs mobiles.



Figure 1 - drones de surface BASIL développé par la société Merclean

Dans le cadre du projet CLARA II, nous proposons d'adapter cet engin pour mesurer le comportement du polluant déversé *in situ*. Sous réserve des autorisations des autorités compétentes, MERCLEAN réalisera à l'aide des BASIL des mesures de paramètres environnementaux après déversement contrôlé de polluants. Ces essais en mer viennent compléter les essais réalisés en laboratoire et sur la Colonne Expérimentale du Cedre (C.E.C.). Pour ce faire, nous envisageons d'équiper les engins BASIL de capteurs adaptés :

- de mesure de variations de paramètres physico-chimiques de l'eau de mer et de l'atmosphère (ex. pH mètres, sondes CTD, etc.),
- de mesure des champs de courants dans la zone du déversement (ex. sonar doppler),

D'observation directe du comportement du produit déversé (ex. camera).

Nous étudierons également la possibilité d'équiper les BASIL d'instruments de prélèvement (ex. bouteille NISKIN pour les prélèvements d'eau de mer dans la zone du déversement).

Ces essais ont un double objectif :

- d'une part de tester et valider les modèles expérimentaux de comportement des polluants déversés développés dans CLARA II.

- d'autre part de **disposer d'engins autonomes capables de mesurer des paramètres significatifs de pollution** et d'évaluer ainsi le comportement des produits déversés dans un environnement comportant des risques pour l'homme.

En conclusion, le projet CLARA II est un challenge scientifique et technique d'envergure qui permet d'associer les acteurs incontournables de la lutte contre la pollution maritime tant au niveau académique qu'industriel, mais aussi les spécialistes de la gestion de crise. L'objectif final du projet est de proposer un outil pré-opérationnel permettant aux services de secours et aux acteurs de la lutte en mer de pouvoir intervenir le plus efficacement possible sur les zones de pollutions. Par ailleurs, cet outil pourra être utilisé pour la formation des services de secours ou la mise au point de nouveaux systèmes de récupération ou d'intervention.

8.2 ANNEXE 2 : DESCRIPTION DETAILLEE ET MODE DE CALCUL DE CHAQUE CRITERE

8.2.1 CRITÈRES PHYSIQUES

8.2.1.1 Morphologie de la côte

Description : indice de fermeture d'une zone

Source : Trait de côte du SHOM

Date : 18/01/2010 (dernière mise à jour IGN-SHOM)

Expression : pour chaque zone, on calcule le rapport entre le linéaire de côte et l'arc entre les deux extrémités de la zone.

Pour les zones concaves, plus ce rapport est élevé, plus la zone est fermée, donc plus elle est sensible. Pour les zones convexes, ce rapport est automatiquement rapporté à 1, on assimile sa sensibilité à celle d'une côte rectiligne (sensibilité minimale).

Saisonnalité : non

Remarques/hypothèses: Les valeurs de rapports calculés sont classées en 5 classes de sensibilité à partir de la méthode des seuils naturels (Jenks).»

8.2.1.2 Taux de renouvellement des masses d'eau

Description : nombre de fois où la masse d'eau (la zone marine) se renouvelle sur 1 an.

Source : Travail spécifique IFREMER (Nicolas Ganzin) réalisé à partir de méthode établie pour les masses d'eau DCE à partir des résultats du modèle Mars 3D.

Date : 05/10/2009 (calculs validés)

Expression : Rapport de la somme des flux entrants dans la masse d'eau pour l'année 2006 sur le volume de celle-ci.

Saisonnalité : non

Remarques/hypothèses : Plus le taux de renouvellement est élevé, moins la zone est sensible. Année de référence = 2006 . Résultat dépendant du zonage.

Les valeurs calculées sont classées en 5 classes de sensibilité à partir de la méthode des seuils naturels (Jenks).

2/ Nature de la côte

Description : Type de nature de côte

Source : Données EUROSION (BRGM)

Date : 19/01/2010 (dernière mise à jour)

Expression : typologie de nature de côte dominante par zone : sable, roche, galet, artificiel, mixte sable/roche.

Saisonnalité : non

Remarques/hypothèses :

1/ reclassement des faciès en 5 catégories : côte artificielle, plages de sables, plages de galets, roches et falaises, autres.

2/ regroupement par zone, et calcul du linéaire de nature dominante par zone. Affectation du type de nature de côte par zone.

8.2.2 CRITÈRES ÉCOLOGIQUES

8.2.2.1 Mesures de protection et inventaires écologiques

Description : indice de protection écologique basé sur la compilation par zone des mesures de protection et des inventaires écologiques littoraux et marins

Source : Agence des Aires Marines Protégées, DIREN/DREAL PACA, LR et Corse, Conservatoire du Littoral, BD SIREMCO (Corse), portail NATURA2000. Indice de protection du CEDRE (Sextant)

Date : 15/12/2009 (dernière mise à jour)

Expression : pour chaque zone les informations cartographiques ont été recensées en tenant du nombre de sites protégés ou inventoriés et du pourcentage de linéaire de chaque zone concerné pour les mesures littorales et du pourcentage de la surface pour les protections en mer. Les 15 descripteurs utilisés sont : ZNIEFF Terre, ZNIEFF Mer (type 1 et 2), Terrains du Conservatoire du Littoral, Sites Classés à Terre, Sites classés en mer, Sites inscrits à Terre, Parcs Naturels Régionaux, Parcs Nationaux, Réserves Naturelles, Arrêtés Protection Biotope, Opérations Grand Site, Zones NATURA 2000 : Direc. Oiseaux (ZPS Terre et ZPS Mer), Direc. Habitats (ZCS Terre et ZCS Mer)

Saisonnalité : non

Remarques/hypothèses: L'indice de protection écologique reflète le nombre et l'étendue des protections écologiques se superposant sur une même zone partant du principe simple que plus un site est protégé ou inscrit un inventaire écologique, plus son intérêt écologique est grand.

Pour chaque mesure, la valeur retenue par zone, notée de 1 à 10, est attribuée en fonction du nombre de sites dans la zone et de leur étendue cumulée. La somme des notes par zone donne un total qui reflète la valeur de l'indice de protection écologique. Le classement de l'indice final en 5 classes de sensibilité est obtenu à partir de la méthode des seuils naturels (Jenks).

8.2.2.2 Biocénoses benthiques

Description : indice de richesse écologique basée sur la présence et la surface occupée par zone des biocénoses benthiques à caractère patrimonial inventoriées dans la zone 0 - 50 m.

Source : Base de données Medbenth (Ifremer, AAMP) pour PACA et LR, données V. Pasqualini (Université de Corse) pour la Corse. Cartes scannées BRGM de nature des fonds. Etude SIAT 2001, contrat de baie de la Rade de Toulon. Classification des biocénoses benthiques de la région méditerranéenne. PNUE/PAM/CAR ASP

Date : 15/12/2009 (dernière mise à jour)

Expression : pour chaque zone, le pourcentage de surface occupé par chacune des biocénoses à caractère patrimoniale (sélectionnées en fonction des connaissances sur leur résilience face à une perturbation majeure) est calculé. Les biocénoses retenues sont :

- les peuplements algaux du médiolittoral
- les herbiers de Phanérogames
- les roches de l'infralittoral à algues photophiles
- les fonds et tombants coralligènes

Les faciès sédimentaires et les biocénoses qui y sont rattachés n'ont pas été pris en compte par manque de connaissance sur leur sensibilité écologique globale.

Saisonnalité : oui, essentiellement pour les peuplements de Phanérogames et d'algues photophiles dont le développement estival est bien marqué.

Remarques/hypothèses : les données disponibles dans la base MedBenth sont incomplètes en PACA et Corse pour la bande littorale 0 - 50m. Les données du BRGM sont utilisées pour compléter la couverture après vectorisation et création de polygones. Les biocénoses sont créées par analogie à partir de la nature des fonds, de la bathymétrie et des biocénoses cartographiées sur des zones adjacentes. Là où l'information sur la nature des fonds manque, les biocénoses sont extrapolées uniquement à partir des limites bathymétriques.

8.2.3 CRITÈRES SOCIO-ÉCONOMIQUES

Liste des critères

- 1/ **Lien entre mer et étang**

- 2/ **Produits de la mer**
 - 2.1 Pêche côtière
 - 2.2 Aquaculture
 - 2.3 Transformation et conservation des produits de la mer
 - 2.4 Criées

- 3/ **Extraction de matériaux marins**
 - 3.1 Extraction du sel
 - 3.2 Ressource médicale - thalassothérapie
 - 3.3 Prise d'eau pour aquariums
 - 3.4 Prise d'eau pour piscines

- 4/ **Tourisme littoral, loisirs et activités récréatives**
 - 4.1 Hébergement
 - 4.2 Restauration
 - 4.3 Croisières
 - 4.4 Plaisance
 - 4.5 Whale watching
 - 4.6 Nautisme (dériveurs, aviron, canoë-kayak, ski nautique)
 - 4.7 Plongée subaquatique
 - 4.8 Sentiers marins
 - 4.9 Baignade
 - 4.10 Surf, planche à voile, kite surf
 - 4.11 Pêche de loisir
 - 4.12 Evénements sportifs

- 5/ **Entretien du littoral**

- 6 / **Recherche marine et activités éducatives**
 - 6.1 Centres de recherche
 - 6.2 Formation aux métiers liés à la mer, vulgarisation et sensibilisation

- 7/ **Attractivité de lieu**

- 8/ **Patrimoine maritime**

Abréviations utilisées dans les tableaux pour les activités socio-économiques

| | |
|-------|--------------------------------|
| AL | Attractivité de lieu |
| AQCS | Aquaculture - été |
| AQCW | Aquaculture - hiver |
| BAINS | Baignade - été |
| BAINW | Baignade - hiver |
| CRIE | Criées |
| CROI | Croisières |
| EL | Entretien du littoral |
| EMM | Extraction de matériaux marins |
| EVEN | Evénements sportifs |
| HS | Hébergement - été |
| HW | Hébergement - hiver |
| LME | Lien entre mer et étang |

| | |
|--------|---|
| NAUT | Nautisme |
| PATMAR | Patrimoine maritime |
| PCS | Pêche côtière - été |
| PCW | Pêche côtière - hiver |
| PLAIS | Plaisance - été |
| PLAIW | Plaisance - hiver |
| PLONGS | Plongée subaquatique - été |
| PLONGW | Plongée subaquatique - hiver |
| PLS | Pêche de loisir - été |
| PLW | Pêche de loisir - hiver |
| RESTOS | Restauration - été |
| RESTOW | Restauration - hiver |
| RMAE | Recherche marine et activités éducatives |
| SGS | Sensibilité « globale » - été |
| SGW | Sensibilité « globale » - hiver |
| SSMS | Sentiers marins - été |
| SSMW | Sentiers marins - hiver |
| SURF | Surf |
| TCP | Transformation et conservation des produits de la mer |
| WHALE | Whale watching (observation des cétacés) |

Autres abréviations utilisées

| | |
|--------|--|
| € | Euros |
| CA | chiffre d'affaire |
| CLARA2 | Calcul Liés aux Rejets Accidentels en Méditerranée (nom du projet ANR) |
| kg | kilogramme |
| LR | Languedoc-Roussillon |
| M€ | million d'Euros |
| max. | maximum |
| min. | minimum |
| nb | nombre |
| PACA | Provence-Alpes-Côte d'Azur |
| S | « summer » (été) |
| TCA | tranches de chiffre d'affaires |
| W | « winter » (hiver) |

8.2.3.1 Lien entre mer et étang

Description : Il s'agit de la présence d'une connexion importante et permanente entre la mer ouverte et l'étang.

Abréviation : LME

Source : Géoportail (www.geocatalogue.fr)

Date : 23/03/09

Expression : présence (oui ou non)

Saisonnalité : -

Remarques: (a) Dans le cas d'une pollution accidentelle, les activités socio-économiques liées à la qualité de l'eau dans l'étang peuvent être touchées par un transfert des substances polluantes via cette connexion.

(b) Certaines communes ont une partie de leurs activités socio-économiques en étang(e.g. Sète).

Classement :

| | |
|------------------|-----|
| sensibilité | |
| 0 (pas sensible) | non |
| 1 (sensible) | oui |

8.2.3.2 Produits de la mer

1 Pêche côtière

Description : L'activité de la pêche dépend de son intensité dans les zones côtières en mois-navires, du nombre de bateaux et de pêcheurs et comprend plusieurs techniques (filet, gangui, etc.).

Abréviation : PCS (pêche côtière-summer) et PCW (pêche côtière-winter)

Sources : IFREMER/SIH Méditerranée 2001 et 2009

Affaires Maritimes en Méditerranée - DRAM Corse/DDAM/DIR Service économie

Ministère de l'Agriculture et de la Pêche/Office National Interprofessionnel des Produits de la Mer et de l'Aquaculture (Bilan annuel de production 2007 des pêches et de l'aquaculture)

Dates : LR et PACA - distribution spatiale de l'activité en nombre de mois-navires SIH 2009

LR et PACA - autres infos SIH 2001 et OFIMER 2007

Corse - données sur la flotte de pêche/pêcheurs: 2008

Corse - données sur les chiffres d'affaires : 2006

Expressions : LR et PACA - (1) nb. de bateaux et de pêcheurs
(2) flotte de pêche (chalutiers, petit métiers)
(3) zones avec une faible/forte activité
(4) prix moyen d'un produit de la mer (Palourdes)

LR, PACA et la Corse (4) chiffres d'affaires

Saisonnalité : été/hiver

Remarques: (a) En raison du manque de données homogènes, l'estimation des CA pour les régions PACA et Languedoc-Roussillon diffère de celle pour la Corse.

(b) L'activité des thoniers-senneurs n'a pas été prise en compte (pêche lointaine)

(c) La zone 15 a été entièrement attribué à la région PACA.

Calcul :

LR et PACA- (a) estimation de l'activité par zone côtière : médiane du min. et max. de l'activité en nombre de mois-navires.

(b) chiffres d'affaires pour LR : CA chalutiers et une estimation pour les petit métiers (ca. 1000 marins avec un CA moyen de 21021€)

(c) chiffres d'affaires pour PACA : CA chalutiers, ganguis, fileyeurs, fileyeurs-palangriers, plongeurs ainsi qu'une estimation pour telliniers (ca. 300 tonnes*6€ par kilo ; OFIMER 2007)

(d) redistribution spatiale en utilisant le CA par médian mois-navire et par zone

(e) 75% de l'estimation des CA annuels ont été attribués à la période estivale ; 25% à la période hivernale.

Corse - a partir des fichiers « pêche Corse du Sud 14 août 2008 », « pêche haute Corse 14 août 2008 » et « Tablo Langouste 2 », on a attribué :

(a) tous les pêcheurs à une zone CLARA2

(b) les chiffres d'affaires à des pêcheurs ; dans le cas où l'information sur le CA n'a pas été disponible, une moyenne des chiffre d'affaires de la zone CLARA2 a été utilisé.

Ensuite, les chiffre d'affaires ont été calculés pour la saison estivale (75%) et pour la saison hivernale (25%) pour chacun des pêcheurs et agrégé par zone CLARA2. Pour la zone 49 il n'y a pas d'informations disponibles. Dans deux cas, la somme des CA représente deux zones (i.e. 39 et 40 ; 40 et 42), la moitié a été donc considéré pour chacune des zones.

Classement : pour tous les facteurs, le classement est effectué en déterminant les seuils de classes internes à la distribution des résultats de l'ensemble des zones : méthodes des « seuils naturels » (Jenks)

| sensibilité | été | hiver |
|--------------------|------------------------|------------------------|
| 1 (moins sensible) | < 300.000€ | < 250.000€ |
| 2 | 300.000 - 1.000.000€ | 250.000 - 500.000€ |
| 3 | 1.000.000 - 4.000.000€ | 500.000 - 1.000.000€ |
| 4 | 4.000.000 - 8.000.000€ | 1.000.000 - 2.500.000€ |
| 5 (très sensible) | > 8.000.000€ | > 2.500.000€ |

La zone où il n'y a pas de données disponibles (zone 49) a été considérée dans la catégorie «1, moins sensible » dans le classement.

2 Aquaculture

Description : L'activité de l'aquaculture en mer comprend la pisciculture et la conchyliculture.

Abréviation : AQCS (aquaculture-summer) et AQCW (aquaculture-winter)

Sources : CNRS-Géolittomer-LETG UMR 6554/Infomer : Extrait de l'Atlas permanent de la Mer et du Littoral n°5 : Littoral français 2000, p. 35

Scheurle & Thébaud, 2009

Base de données SIREMCO (Système Information Ressources Marines Corse)

Cépralmar 2008 : Guide de l'exploitation conchylicole en Languedoc-Roussillon

Section Régionale de la Conchyliculture de la Méditerranée (site web)

Dates : 23/02/09 (consultation site web)

Expression : (1) surface exploitée (en hectare)

(2) production par hectare

(3) prix moyens

(4) nb de concessions aquacoles

Saisonnalité : été/hiver

Remarques : (a) Selon les produits (poissons, moules, etc.) différents niveaux d'élevage, qui correspondent aux stades de l'espèce par année d'élevage jusqu'à la vente, sont représentés sur le même site aquacole. Dans le cas d'une pollution, le stock entier d'une ferme aquacole peut être concerné et la production de plusieurs (ca. 2-3) années est susceptible d'être affectée.

(b) Pérennité : Les données nécessitent une actualisation régulière car les valeurs sont uniquement liées à une ou aux deux entreprises par zone.

(c) La carte résultant montre des zones où se trouvent potentiellement des sites aquacoles.

Calcul : Pisciculture - estimation à partir de la surface exploitée par quartier maritime (e.g. Atlas permanent de la Mer et du Littoral) et une production moyenne par hectare (prix moyen de 9,13€/kg; cf. Scheurle & Thébaud, 2009). La répartition par zone CLARA2 a été effectuée selon le nombre de concessions (base de données SIREMCO).

Conchyliculture - estimation de la production de moules en mer ouverte par zone CLARA2 : (a) 6000 tonnes (Gruissan 20%, Vendres 15%, Marseillan 50%, Aresquier 15% ; Cépralmar ; Section Régionale de la Conchyliculture de la Méditerranée)

(b) 3000 tonnes (Port St. Louis ; Section Régionale de la Conchyliculture de la Méditerranée)

(c) 210 tonnes (Rade de Toulon ; Scheurle & Thébaud, 2009).

Ensuite multiplication par un tarif moyen de 2€ par kilogramme.

Pour évaluer l'activité de l'aquaculture, les valeurs annuelles de la pisciculture ont été additionnées avec celles de la conchyliculture. Ces valeurs ont été attribuées aux saisons en utilisant un pourcentage de 75% pour la saison estivale et 25% pour la saison hivernale.

Classement :

| sensibilité | été | hiver |
|--------------------|------------------------|----------------------|
| 1 (moins sensible) | < 30.000€ | < 10.000€ |
| 2 | 30.000 - 250.000€ | 10.000 - 50.000€ |
| 3 | 250.000 - 1.000.000€ | 50.000 - 200.000€ |
| 4 | 1.000.000 - 2.500.000€ | 200.000 - 1.000.000€ |
| 5 (très sensible) | > 2.500.000€ | > 1.000.000€ |

Les zones où il n'y a pas d'aquaculture ont été considérées dans la catégorie «1, moins sensible» dans le classement.

3 Transformation et conservation des produits de la mer

Description : L'activité comprend les segments de la préparation et conserves à base de poisson, du poisson frais, réfrigérés et congelés et de poissons fumés, séchés ou salés.

Abréviation : TCP

Sources : INSEE/SIRENE (Système Information pour le Répertoire des Entreprises et de leurs Etablissements)

Expression : présence ou absence

Saisonnalité : -

Remarque : Comme la transformation et conservation n'est pas uniquement liée à la production locale, seule la présence/absence des entreprises a été prise en compte.

Calcul : somme des présences en communes et par zone CLARA2

Classement :

| sensibilité | présences |
|--------------------|-----------|
| 1 (moins sensible) | <0,5 |
| 2 | 0,5-1 |
| 3 | 1-2 |
| 4 | 2-3 |
| 5 (très sensible) | >3 |

Les zones où il n'y a pas ce type d'activité ont été considérées dans la catégorie «1, moins sensible » dans le classement.

4 Criées

Description : La production des pêches maritimes est vendue dans les halles à marée.

Rang des ports dans le classement des criées Françaises en 2007 et évolution 2005-2006:

| Ports en façade méditerranée | Rang sur la valeur (milliers d'euros) et le tonnage | Rang sur l'évolution en 2005-2006 |
|------------------------------|---|-----------------------------------|
| Sète | 20 | 21 |
| Agde | 27 | 32 |
| Port-La-Nouvelle | 32 | 33 |
| Port-De-Bouc | 35 | 34 |
| Port-Vendres | 39 | 40 |
| Le Grau-du-Roi | - | - |

Abréviation : CRIE

Sources : Office d'intervention dans le secteur des pêches et de l'aquaculture (OFIMER, www.ofimer.fr) ; Association des Directeurs et Responsables des Halles à Marée en France (ADRHMF)

Date : 23/02/09

Expression : présence (oui ou non)

Saisonnalité : -

Remarque : Les criées dans les communes Port-Vendres (zone 1 et 2), Agde (zone 7 et 8) et Grau-du-Roi (zone 10 et 15) ont été valorisées dans les deux zones respectives.

Classement :

| | |
|------------------|-----|
| sensibilité | |
| 0 (pas sensible) | non |
| 1 (sensible) | oui |

8.2.3.3 Extraction de matériaux marins

1 Extraction du sel

Description : Le sel extrait de l'eau de mer : La production française de sel de mer, de l'ordre de 1 300 000 tonnes par an, soit près de 45 % de la production de tous types de sel en France, représente un chiffre d'affaires de près de 60 millions d'euros et concerne plus de 5000 emplois directs.

L'exploitation d'Aigues Mortes, en Camargue, produit chaque année 450 000 tonnes de sel. Ses ateliers de conditionnement lui permettent de couvrir plus du tiers des besoins du marché français en alimentation humaine et animale.

Sources : Comité des Salines de France (www.salines.com); Salins du Midi (www.salins.fr); Conservatoire du littoral (www.conservatoire-du-littoral.fr); Offices de Tourisme

Date : 23/03/09

Expression : présence/absence

Saisonnalité : En Méditerranée la récolte de sel s'étend août et octobre.

Pendant la période de production, l'eau est pompée à la mer en permanence.

Remarques : (a) La station de pompage pour les salines d'Aigues Mortes est dans la commune des Stes. Maries de la Mer.

(b) L'étang de La Palme (et donc les salines) a un lien avec la mer dans la commune Leucate (www.geocatalogue.fr).

2 Ressource médicale - thalassothérapie

Description : La thalassothérapie implique l'usage thérapeutique de l'eau de mer naturelle et ses composants (e.g. oligoéléments). Un centre de thalassothérapie se situe donc obligatoirement en extrême bordure du littoral. L'activité comprend des soins et prestations variées dans le sens d'une cure pour le bien-être et la santé.

Sources : Syndicat national de la thalassothérapie (SNT ; www.thalassofederation.com); Qualicert

Date : 13/02/09

Expression : présence/absence d'un institut certifié

Saisonnalité : été/hiver

Remarques : (a) L'institut de thalasso se distingue des hôtels, spas et autres établissements thermaux et de remise en forme.

(b) Critères d'un institut certifié Qualicert: distance de la mer à 30 mètres, l'eau de mer utilisée est naturelle et systématiquement renouvelée, contrôle d'hygiène par la DDASS, suivi de curistes par un médecin et masseur-kinésithérapeute

(c) Selon le SNT, l'eau de mer ne se reconstitue pas et ne peut pas se conserver plus de 24 heures.

3 Prise de l'eau pour les piscines

Description : Les piscines en eau salée prélèvent directement l'eau dans la mer.

Il s'agit des établissements faisant l'objet du contrôle sanitaire dans un cadre public et « thalasso» (au sens plus large que dans la section 3.2) ainsi que des piscines dans le cadre des centres de remise en forme et rééducation fonctionnelle.

Source : Directions Régionales et Départementales des Affaires Sanitaires et Sociales (DRASS et DDASS)

Date : 02/04/09

Expression : présence/absence

Saisonnalité : été/hiver

Remarques : (a) Il s'agit des piscines qui n'appartiennent pas à un hôtel.

(b) Selon le fonctionnement de l'établissement : pompage en profondeur ou extraction sous la plage; renouvellement et traitement physique et chimique

4 Prise de l'eau pour les aquariums

Description : Les aquariums renouvellent l'eau de leurs bassins directement avec l'eau provenant de la mer.

Sources : Aquariums de France (membres.lycos.fr/aquafrce/Liste.html) ; Offices de Tourisme ; comm. perso.

Dates : 21/07/09

Expression : présence/absence

Saisonnalité : -

Remarques : (a) Cette activité contiens divers aspects/fonctions et pourrait être intégré dans différents volets, notamment dans les volets suivants : activité touristique, recherche et formation, préservation des espèces et patrimoine.

(b) Comme tout prélèvement de l'eau serait impossible en cas d'une éventuelle pollution, la période de bon fonctionnement des aquariums sans renouveler l'eau doit être prise en compte. Par exemple, à Cap d'Agde ensemble des aquariums/bassins peuvent « fonctionner » pendant environ un mois en circuit fermé.

Abréviation : EMM

Calcul : somme des présences (3.1, 3.2, 3.3 et 3.4) par commune et par zone CLARA2

Classement :

| sensibilité | présences |
|--------------------|-----------|
| 1 (moins sensible) | <0,5 |
| 2 | 0,5-1 |
| 3 | 1-2 |
| 4 | 2-3 |

| |
|-------------------|
| 5 (très sensible) |
|-------------------|

| |
|----|
| >3 |
|----|

Les zones où il n'y a pas ce type d'activité ont été considérées dans la catégorie «1, moins sensible» dans le classement.

8.2.3.4 Tourisme littoral, loisirs et activités récréatives

1 Hébergement

Description : L'activité comprend les hébergements touristiques (hôtel, résidences secondaires et campings).

Abréviation : HS (hébergement-summer) et HW (hébergement-winter)

Sources : INSEE/Direction du Tourisme :

(1) Tourisme - Capacité des communes en hébergement touristique au 1er janvier 2008 (nom du fichier Excel : « TO8cFRM » ; colonnes : « Nombre de résidences secondaires et de logement occasionnels au RP99/NSEC99 », « Nombre total d'emplacements dans campings classés/CPGE08 », « Nombre total chambres dans hôtels classés et hôtels de chaîne non classés/HTCH08 »)

(2) « Nombre de nuitées en hôtel, pour les communes du littoral méditerranéen en 2008 » et « Nombre de nuitées en camping, pour les communes du littoral méditerranéen pour la saison été 2008 » (communes regroupées selon le zonage CLARA2 ; communication personnelle M. Borély, INSEE)

Observatoire du littoral

SROAT Var/BVA Tourisme 2003

Agence du Tourisme Corse

CDT Bouches-du-Rhône (document « Le Tourisme dans les Bouches-du-Rhône Novembre 2008 » et conversation téléphonique le 28/05/09)

Touriscope CRT Riviera Côte d'Azur

Expression : (1) nb d'hébergement

(2) capacité d'hébergement

(3) taux d'occupation

(4) nuitées

(5) dépenses par jour (en moyenne)

Saisonnalité : été/hiver

Remarques : (a) Comme la liste des communes utilisée par l'INSEE pour le regroupement des nuitées par zone n'était pas exactement celle utilisée pour CLARA2, la répartition des valeurs a été adaptée en conséquences.

Calcul : A partir du « Nombre de résidences secondaires et de logement occasionnels au RP99/NSEC99 », du « Nombre total d'emplacements dans campings classés/CPGE08 » et du « Nombre total chambres dans hôtels classés et hôtels de chaîne non classés/HTCH08 », la capacité d'hébergement dans les communes a été calculée :

Capacité lits en résidences secondaires : *5 (5 lits par résidence secondaire ; Observatoire du littoral)

Capacité lits en campings : *3 (1 emplacement = 3 lits ; INSEE)

Capacité lits en hôtel : *2

Ensuite, la capacité d'hébergement (pour chaque type d'hébergement) a été calculée par zone CLARA2. Cette capacité d'hébergement correspond à une capacité théoriquement disponible à chaque jour de l'année.

L'étape suivante considère le calcul de la capacité d'hébergement par zone CLARA2 et par mois (pour le camping seulement de mai à septembre)

La capacité d'hébergement a servi pour estimer le taux d'occupation (taux d'occupation=nuitées/capacité*100). Le taux d'occupation des hôtels a été extrapolé pour l'occupation des résidences secondaires et des centres de vacances. Dans certain cas, ce taux excède les 100%, notamment:

(1) dans la zone 8; en août (101%)

(2) dans la zone 21; en août (105%)

Pour expliquer les taux d'occupation supérieurs à 100% : (1/première hypothèse) il est possible que pour passer du nombre de chambres au nombre de lits dans certaines zones l'été, un coefficient 2 soit insuffisant à cause des nombreuses familles (plus de personnes) ; (2/deuxième hypothèse) la capacité en lits est peut-être sous-estimée, en effet les capacités en chambre sont calculées au premier janvier. Il est possible que certains hôteliers augmentent le nombre de chambres en cours d'année ou bien que des hôtels ouvrent ou ferment en cours d'année. Il peut donc être utile de regarder comment varient les capacités pour ces deux zones entre 2008 et 2009.

Enfin, la zone 8 et la zone 21, sont très touristiques, il est probable que les taux d'occupation en août soient très proches de 100%. Donc même si les hypothèses ci-dessus ne jouent qu'à la marge, elles peuvent tout de même expliquer pourquoi on arrive à dépasser 100%.

Par ailleurs, les données fournies sont des données déclarées par les hôteliers, il se peut donc qu'il y ait quelques erreurs malgré les nombreuses vérifications effectuées.

Dans tous les cas, un taux d'occupation supérieur à 100%, a été remplacé par 100%.

En supposant que les nuitées correspondent à la « fréquentation », celles-ci ont été multipliées par les dépenses déclarées (par jour et par personne) pour évaluer (en Euros) l'activité par zone et par mois:

(1) pour le camping :

Les dépenses pour le camping ont été estimées à 11,2€ (SROAT Var/BVA Tourisme, 2003) sauf pour la Corse (12,60€ ; estimation, selon données de l'Agence du Tourisme Corse, 2007).

(2) pour l'hôtel :

Les dépenses pour le logement en hôtel ont été estimées à 28,70€ (SROAT Var/BVA Tourisme, 2003) sauf pour la Corse (23,80€ ; Agence du Tourisme Corse, 2007).

(3) pour les résidences secondaires :

Les dépenses pour les résidences secondaires ont été estimées à 9,75€ (25% (estimation) de 39€ de dépenses moyennes par jour en 2008 pour non marchand ; Touriscope CRT Riviera Côte d'Azur, 2008). Cette estimation a été affinée dans les cas où une information plus récente et/ou détaillée est disponible, notamment pour :

- les Bouches-du-Rhône : 10€ (CDT Bouches-du-Rhône, 2008)

- les Alpes-Maritimes : 13,50€ (estimation, selon données de Touriscope CRT Riviera Côte d'Azur, 2008)

- la Corse : 7,40€ (estimation, selon données de l'Agence du Tourisme Corse, 2007).

La somme des six mois d'été et d'hiver donne pour l'ensemble de l'activité hébergement, une valeur estivale et hivernale.

Classement :

| sensibilité | été | hiver |
|--------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1 (moins sensible) | < 25.000.000€ | < 5.000.000€ |
| 2 | 25.000.000 - 70.000.000€ | 5.000.000 - 15.000.000€ |
| 3 | 70.000.000 - 150.000.000€ | 15.000.000 - 55.000.000€ |
| 4 | 150.000.000 - 250.000.000€ | 55.000.000 - 100.000.000€ |
| 5 (très sensible) | > 250.000.000€ | > 100.000.000€ |

2 Restauration

Description : L'activité économique de cette catégorie touristique est basée sur le répertoire des entreprises et des établissements de restauration installés dans les communes littorales (données 2008).

Abréviation : RESTOS (restauration-summer) et RESTOW (restauration-winter)

Sources : INSEE/SIRENE (Système Information pour le Répertoire des Entreprises et de leurs Etablissements)
Répertoire et description du géocodage avec Téléalas
Cyrnea Info Géographie, Aurélie Maurin

Expression : (1) nb d'établissements
(2) chiffres d'affaires

Saisonnalité : été/hiver

Remarques : (a) une pollution éventuelle provoquera une baisse significative de la fréquentation des établissements de restauration

(b) dans la base SIRENE sélection des codes d'activités appropriés (APET700)

(c) les hôtels-restaurants ne peuvent pas être pris en compte car il n'y a pas une catégorie dans la base SIRENE de l'INSEE pour ce type d'établissement. La part de CA « restauration » des hôtels-restaurants n'a pu être estimée.

(d) pas de restaurant dans la zone 40, les restaurants sont sur la commune de Porto-Vecchio ou de Bonifacio

(e) pour les grandes villes comme Marseille, Toulon, Canne, Nice qui s'étendent dans l'arrière pays, la sélection des établissements de restauration a été limitée à la bande littorale des 300m

(f) Périodes de fermeture : les valeurs d'hiver sont probablement surestimées en raison des fermetures hivernales des établissements (en particulier pour la Corse et LR).

Calcul : (a) pour calculer les valeurs de CA, le chiffre retenu est le milieu des tranches de chiffre d'affaires (TCA), par ex. pour un restaurant dans la TCA 0 (0 - 0.5 M€) la valeur affectée est 0.25 M€. Les TCA sont les suivantes :

- " " non renseignée
- 0 : < 0.5 million d'€
- 1 : 0.5 - 1.0 M€
- 2 : 1 - 2 M€
- 3 : 2 - 5 M€

- 4 : 5 - 10 M€
- 5 : 10 - 20 M€
- 6 : 20 - 50 M€
- 7 : 50 - 100 M€
- 8 : 100 - 200 M€
- 9 : > 200 M€

(b) la catégorie « non renseigné » est comptée dans la première TCA (0.25 M€)

(c) pour mémoire, il s'agit des CA des entreprises et non ceux des établissements, ce qui pose problème pour les chaînes de restaurant. Pour 154 restaurants (sur 12140) dont la TCA dans la base SIRENE est supérieure à 4 et qui correspondent à des chaînes de grands groupes, leur TCA par établissement a été ramené à 4.

(d) pour le calcul du CA par zone, il a été nécessaire de changer l'affectation de quelques communes à la frontière entre deux zones, après visualisation des résultats et de l'emplacement majoritaire des restaurants:

- Port Vendres > zone 2
- Bormes les Mimosas > zone 24
- Théoule sur mer > 28
- Antibes > moitié zone 28, moitié zone 29
- Saint Jean-Cap Ferrat > zone 30
- Porto Vecchio > 39
- Bonifacio > 42

(e) Les valeurs résultantes de CA annuels ont été attribuées aux saisons en utilisant un pourcentage de 75% pour la saison estivale et 25% pour la saison hivernale.

Classement :

| sensibilité | été | hiver |
|--------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1 (moins sensible) | < 50.000.000€ | < 10.000.000€ |
| 2 | 50.000.000 - 100.000.000€ | 10.000.000 - 30.000.000€ |
| 3 | 100.000.000 - 150.000.000€ | 30.000.000 - 50.000.000€ |
| 4 | 150.000.000 - 250.000.000€ | 50.000.000 - 100.000.000€ |
| 5 (très sensible) | > 250.000.000€ | > 100.000.000€ |

La zone sans restaurants (zone 40) a été considérée dans la catégorie «1, moins sensible » dans le classement.

3 Croisières

Description : Ce secteur touristique comprend les lignes régulières avec des escales dans un port adapté.
 Par exemple, à Marseille : 436 000 passagers en 2007
 291 escales en 2007
 30 compagnies de croisières
 49M€ de dépenses pour l'économie marseillaise en 2004 et 60M€ en 2007.
 Un croisiériste rapporte en moyenne 140€ à la Ville de Marseille. Lors d'une escale il dépense en moyenne 42€.

Abréviation : CROI

Sources : INSEE (www.insee.fr) ; Chambres de Commerce et d'Industrie
 Date : 13/02/09
 Expression : présence (oui ou non)
 Saisonnalité : été/hiver
 Remarques : ce secteur d'activité n'est pas directement menacé par une pollution accidentelle : il existe des escales alternatives et le trafic maritime ne serait probablement interrompu que peu de temps. L'activité a donc été recensée en présence/absence et non sur sa valeur économique

Classement :

| | |
|------------------|-----|
| sensibilité | |
| 0 (pas sensible) | non |
| 1 (sensible) | oui |

4 Plaisance

Description : Ce secteur d'activité représente un CA direct lié à la location des places de ports et des services associés.

Abréviation : PLAIS (plaisance-summer) et PLAIW (plaisance-winter)

Sources : Chambre de Commerce et d'Industrie Var (comm. perso.);
 Bloc côtier 2008 -Méditerranée et Bloc marine 2008 -Méditerranée

Expression : (1) capacité de ports
 (2) tarifs pour bateaux de 8 à 10m (journalier et annuel)

Saisonnalité : été/hiver

Remarques : (a) toute l'activité n'est pas concernée par une pollution accidentelle de courte durée
 (b) 1,36 emplois ETP/100 bateaux (emplois dans les ports ; ETP=équivalent temps plein ; selon Fédération Française de Ports de Plaisance, « Les Ports de Plaisance en chiffres, 2005)

Calcul : (a) places pour bateaux résident à l'année : moitié en été et l'autre moitié en hiver
 (b) places pour les bateaux visiteurs/anneaux de passage: 75% en été et 25% en hiver (comm. perso. auprès CCI Var)
 (c) mouillages aménagés mis à disposition qu'en été
 (d) si disponible tarifs pour chacun des ports, si non, une moyenne des tarifs de la même zone CLARA2
 (e) tarifs port à sec : e.g. pour Gruissan une moyenne entre places à l'intérieur et l'extérieur
 (f) places visiteurs supplémentaires pour l'été mis à disposition qu'en juin, juillet, août et septembre (cf. Bloc côtier, 2008)

été : $x = (\text{nb places bateaux résident} \cdot \text{tarif annuel} / 2) + (\text{nb places visiteurs} \cdot 0,75 \cdot \text{tarif journalier} \cdot 183 \text{ jours}) + (\text{nb places visiteurs supplémentaires pour l'été} \cdot \text{tarif journalier} \cdot 122 \text{ jours})$

hiver : $x = (\text{nb places bateaux résident} \cdot \text{tarif annuel} / 2) + (\text{nb places visiteurs} \cdot 0,25 \cdot \text{tarif journalier} \cdot 182 \text{ jours})$

Classement :

| sensibilité | été | hiver |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 (moins sensible) | < 1.000.000€ | < 1.000.000€ |
| 2 | 1.000.000 - 5.000.000€ | 1.000.000 - 3.000.000€ |
| 3 | 5.000.000 - 10.000.000€ | 3.000.000 - 5.000.000€ |
| 4 | 10.000.000 - 20.000.000€ | 5.000.000 - 10.000.000€ |
| 5 (très sensible) | > 20.000.000€ | > 10.000.000€ |

Les zones où il n'y a pas de données (zone 40 et 49) ont été considérées dans la catégorie «1, moins sensible» dans le classement.

5 Whale watching

Description : L'expression « whale watching » désigne l'observation des cétacés dans leur milieu naturel. Cette expression anglosaxonne est mondialement utilisée pour qualifier cette pratique. Un opérateur de whale watching, organise l'activité d'observation des dauphins et baleines sur site.

Abréviation : WHALE

Source : Mayol et Beaubrun , 2005

Expression : (1) nb d'opérateurs de statut français exerçant régulièrement dans la zone d'étude en Méditerranée

Saisonnalité : été - Le whale watching constitue une activité résolument saisonnière qui débute en avril/mai pour battre son plein entre juin et septembre (période de plus forte abondance de cétacés et, notamment, de Rorquals communs).

Remarques : (a) « Pour 2005, en Méditerranée française, les dépenses directes minimales des « whale watcher » s'élèvent à 465 000€. Elles atteignent 495 000€ lorsqu'on les majore de la composante « cétacés » des sorties pêche au gros. Les dépenses totales minimales (dépenses directes + dépenses indirectes ; e.g. frais d'hébergement, déplacements, achats de souvenirs, ...) atteignent ainsi la somme de 1,730 M€.

(b) En 2005, en Méditerranée française, au moins 4 841 personnes ont pratiqué l'activité de whale watching pour une capacité d'accueil de 517 places.

(c) Chiffres d'affaires ou budgets pour les associations, relatifs au whale watching : 23 600€ (en moyenne).

Calcul : somme du nombre d'opérateurs en communes et par zone CLARA2

Classement :

| sensibilité | présences |
|--------------------|-----------|
| 1 (moins sensible) | <0,5 |
| 2 | 0,5-1 |
| 3 | 1-2 |
| 4 | 2-3 |
| 5 (très sensible) | >3 |

Les zones où il n'y a pas ce type d'activité ont été considérées dans la catégorie «1, moins sensible» dans le classement.

6 Nautisme

Description : La catégorie « clubs nautiques » prend en compte les clubs avec une activité dériveurs, mais également les activités comme l'aviron, canoë-kayak et ski nautique.

Abréviation : NAUT

Sources : Escales - Méditerranée 2009

Expression : (1) nb de clubs par zone côtière

Saisonnalité : été/hiver

Remarques : -

Calcul : addition des présences par zone CLARA2

Classement :

| sensibilité | présences |
|--------------------|-----------|
| 1 (moins sensible) | <3 |
| 2 | 3-6 |
| 3 | 6-9 |
| 4 | 9-12 |
| 5 (très sensible) | >12 |

Les zones où il n'y a pas de données sur ce type d'activité (zone 42, 46, 49 et 50) ont été considérées dans la catégorie «1, moins sensible» dans le classement.

7 Plongée subaquatique

Description : L'activité comprend la plongée sportive et de loisir.

Abréviation : PLONGS (plongée subaquatique-summer) et PLONGW (plongée subaquatique-winter)

Sources : Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marins et ses comités régionales (FFESSM, <http://www.ffessm.fr/>)

Ministère de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative, 2005 : Etude socio-économique relative à la plongée subaquatique de loisir en 2004-2005.

Scheurle & Thébault, 2009

Enquête directe auprès des clubs et structures commerciales (SCA)

Dates : 04/05/09 - consultation des sites web des comités régionaux pour le renseignement du nombre de clubs et structures commerciales agréés de plongée

Réponses du questionnaire envoyé le 23/06/09 et le 07/07/09, reçu entre 23/06/09 et 20/07/09

Expression : (1) nb de clubs et SCAs de plongée agréés par la FFESSM (par commune et par zone)

(2) nb moyen de 3250 plongées par an et par structure

(3) tarif moyen de 35€ par plongée

Saisonnalité : été/hiver

Remarque : La plongée se pratique à la fois hors structure et en structure.

Calcul : (a) le nombre de clubs et SCAs de plongée a été multiplié par le nombre moyen de plongées par an et par structure (3250 plongées) ainsi que par un tarif moyen de 35€ par plongée.
 (b) à partir de ce montant résultant pour la saison 2007-2008, l'activité estivale a été estimée à 75%.

Classement :

| sensibilité | été | hiver |
|--------------------|------------------------|--------------------|
| 1 (moins sensible) | < 500.000€ | < 80.000€ |
| 2 | 500.000 - 1.000.000€ | 80.000 - 200.000€ |
| 3 | 1.000.000 - 2.000.000€ | 200.000 - 400.000€ |
| 4 | 2.000.000 - 3.000.000€ | 400.000 - 600.000€ |
| 5 (très sensible) | > 3.000.000€ | > 600.000€ |

Les zones où il n'y a pas de données sur ce type d'activité (zone 49 et 50) ont été considérées dans la catégorie «1, moins sensible » dans le classement.

8 Sentiers marins

Description : Un sentier (sous-)marin est un espace subaquatique aménagé au profit de visiteurs équipés de matériel de plongée, i.e. palmes-masque-tuba (e.g. Parc National de Port Cros, Réserve Marine de Cerbère-Banyuls).

Abréviation : SSMS (sentiers sous-marins-summer) et SSMW (sentiers sous-marins-winter)

Source : Scheurle et al. (en préparation): Sentiers sous-marins en Méditerranée française - une évaluation socio-économique de l'activité.

Dates : Enquête téléphonique et par courriel auprès des acteurs entre octobre 2008 et novembre 2009.

Expression : (a) nb de personnes (fréquentation)
 (b) tarifs de l'activité accompagnée et non accompagnée (adultes et enfants)
 (c) tarifs de la location de matériel

Saisonnalité : été/hiver

Remarques :

(a) un des objectifs principaux de l'activité « sea-watching » est de transmettre des connaissances. Cette activité pourrait donc se retrouver également dans la catégorie « recherche marine et activités éducatives ».

(b) certains acteurs proposent des sorties sur d'autres sites que des « sentiers marins ». Pour cette raison, toutes les zones « sans » sentier marin sont considérées comme « moins sensible » (1 ; pour les deux saisons ; cf. ci-dessous).

(c) à noter, dans l'estimation pour les zones 18 et 29 il manque des informations sur l'activité non accompagnée et/ou sur la location du matériel.

Calcul : En respectant les spécificités de chaque sentier sous-marin, l'activité accompagnée (adultes et enfants), l'activité non accompagnée et la location de matériel ont été prises en compte.

(a) La valeur monétaire de l'activité accompagnée a été calculée selon l'équation suivante : $Aa = F * r * ta$.

(b) Pour l'activité non accompagnée une valeur monétaire a également été calculée : $An = F * tn$.

(c) Ensuite, l'équipement avec du matériel de location a été estimé : $M = F/3 * tl$.

(d) En sommant les valeurs monétaires de ces types d'activité ainsi que le montant de la location, il en résulte un total pour chaque site : $SSM = Aa + An + M$.

F : fréquentation (adultes/enfants ; nombre de personnes)

r : répartition (adultes/enfants)

ta : tarif pour une sortie accompagnée (adultes/enfants ; en Euro)

tn : tarif attribué à une sortie non encadrée (en Euro)

tl : tarif de location (en Euro)

Aa : activité accompagnée (adultes/enfants, en Euro)

An : activité non accompagnée (en Euro)

M : location de matériel (en Euro)

SSM : valeur monétaire pour un sentier sous-marin (en Euro)

(e) L'activité estivale a été estimée à 75%.

Classement :

| sensibilité | été | hiver |
|--------------------|-------------------|------------------|
| 1 (moins sensible) | < 1.500€ | < 500€ |
| 2 | 1.500 - 10.000€ | 500 - 3.000€ |
| 3 | 10.000 - 20.000€ | 3.000 - 10.000€ |
| 4 | 20.000 - 100.000€ | 10.000 - 30.000€ |
| 5 (très sensible) | > 100.000€ | > 30.000€ |

Les zones où il n'y a pas de sentiers marins ont été considérées dans la catégorie «1, moins sensible» dans le classement.

9 Baignade

Description : L'activité de baignade, loisir en plein air.

Abréviation : BAINS (baignade-summer)

Sources : Cyrnea Info Géographie, Aurélie Maurin

SIAT, 1998 ; Robert et al., 2008 ; Polomé et al. (2005)

Ministère des Transports de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer

Ministère de la Santé et des Sports (<http://baignades.sante.gouv.fr/editorial/fr/accueil.html>)

Observations personnelles en été 2009

Dates : 04/11/09 (consultation site web)

Expression : (a) plages et leur surface en m²

(b) nb de sites de surveillance de la qualité de l'eau de la baignade

Saisonnalité : activité d'été

Remarques/hypothèses :

(a) l'activité de baignade ne se pratique qu'en été.

(b) le nombre de sites de surveillance de la qualité de l'eau indique une fréquentation, c'est-à-dire que la densité des points de suivi est une conséquence de la fréquentation et que celle-ci conditionne la surface (en m²) disponible par personne. L'estimation est basée sur les informations du SIAT (1998 ; selon DDE Var 1980) et de Robert et al. 2008 ainsi que d'observations personnelles en été (2009).

(c) la capacité d'accueil par superficie : chaque place de baignade est disponible pendant les mois d'été et est occupée une seule fois par jour.

(d) fréquentation : le pourcentage d'occupation ne varie pas uniquement selon des zones, mais également au cours de la saison balnéaire. Les estimations sont basées sur l'avis d'experts, les informations données dans Robert et al. (2008) et par le Ministère des Transports de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer (Mobilité touristique et population présente) ainsi que des comptages sur certaines plages (en particulier, à Villefranche et La Seyne sur mer) (voir aussi Scheurle & Thébault, 2009).

(e) une valeur de 6€ a été attribuée par jour et par visiteur (cf. Polomé et al. 2005, « value of enjoyment »)

Calcul : Superficie des plages : exploitation des données EUROSION : Toutes les plages font 30 m de profondeur.

1/ Extraction des données « PLAGES DE SABLES » et « PLAGES DE GALETS » de la couche géographique issue d'Eurosion et créée pour le projet CLARA II.

2/ Création d'une zone tampon de 30 m de part et d'autre de ce fichier (soit une large de plage de 60 m dont 30 m dans la mer) ;

3/ Découpage de la zone tampon par les Zones Homogènes CLARA pour conserver la bande des 30 m de la partie terrestre ;

4/ Agrégation des plages en fonction du numéro de la Zone Homogène CLARA ;

5/ Calcul des surfaces (en m²) des plages par Zone Homogène CLARA ;

6/ Plages rajoutées car leur surface (m²) n'apparaît pas dans la base EUROSION: plage de la Couronne (Martigues), plages du Prado (Marseille), plage de Bonne Grace (Six-Fours), plages du Mourillon (Toulon), plage de l'Aiguade (Hyères), plage d'Agay (St. Raphaël), plage des Marinières (Villefranche), plage de Nonza (Nonza)

Nombre de places baignade - à partir du nombre de sites de surveillance de la qualité de l'eau de la baignade nous avons attribué une estimation d'une valeur en m² par personne pour chacune de zones CLARA2 :

| nb sites de surveillance de la qualité de l'eau | M ² par personne* |
|---|------------------------------|
| < 10 | 16 |
| 10-20 | 13 |
| 20-30 | 10 |
| 30-40 | 7 |
| > 40 | 4 |

* sauf pour la zone 15 où l'estimation est de 20m² par personne.

Ensuite, les calculs pour estimer le nombre de places baignade et la capacité d'accueil sont les suivants :

nb de places baignade = superficie (m²) de plage / m² par personne

capacité d'accueil par superficie = nb de places baignade par famille * nb de jours par mois

L'étape suivante est l'évaluation de la fréquentation. Un pourcentage d'occupation des plages a été estimé par zone CLARA2 et pour chaque mois d'été :

| zones CLARA2 | avril | mai | juin | juillet | août | septembre |
|--|-------|-----|------|---------|------|-----------|
| 1, 2, 7 | 5% | 10% | 30% | 80% | 80% | 40% |
| 8, 10, 16 | 5% | 10% | 20% | 60% | 60% | 30% |
| 15 | 1% | 5% | 20% | 40% | 50% | 20% |
| 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 | 5% | 20% | 50% | 100% | 100% | 60% |
| 26, 27, 28, 29, 30 | 5% | 20% | 60% | 100% | 100% | 70% |
| 31 | 1% | 5% | 20% | 60% | 60% | 40% |
| 32, 39 | 5% | 5% | 40% | 80% | 80% | 50% |
| 34 | 1% | 5% | 20% | 50% | 60% | 30% |
| 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50 | 5% | 5% | 40% | 80% | 80% | 50% |

Finalement, la fréquentation totale par zone CLARA2 a été calculée et une valeur de 6€ a été attribuée par jour par visiteur.

Classement :

| sensibilité | été |
|--------------------|-----------|
| 1 (moins sensible) | < 50 K€ |
| 2 | 50-200K€ |
| 3 | 200-400K€ |
| 4 | 400-700K€ |
| 5 (très sensible) | > 700K€ |

10 Surf

Description : L'activité comprend le funboard, kitesurf et le surf.

Abréviation : SURF

Sources : Les plages de France (www.maplage.fr); www.wannasurf.com

Dates : 09/02/09
 Expression : nb de plages/sites
 Saisonnalité : activité d'été, mais également pratiqué en hiver
 Remarques : -
 Calcul : somme des présences par zone CLARA2
 Classement :

| sensibilité | présences |
|--------------------|-----------|
| 1 (moins sensible) | <0.5 |
| 2 | 0.5-3 |
| 3 | 3-6 |
| 4 | 6-12 |
| 5 (très sensible) | >12 |

Les zones où il n'y a pas de données sur ce type d'activité ont été considérées dans la catégorie «1, moins sensible» dans le classement.

11 Pêche de loisir

Description : L'activité pêche de loisir en mer comprend la pêche récréative et sportive (pêche à pied, pêche d'été du bord, etc.).

Selon la Commission Générale des Pêches pour la Méditerranée (2008):

« Pêches récréatives/de loisirs : pêche non commerciale (c'est-à-dire non axée sur le commerce, le troc ou la vente), pratiquée à des fins personnelles, comme une activité récréative, touristique ou sportive. Dans la pêche récréative, les captures sont remises à l'eau ou conservées pour la consommation personnelle. Les pêches récréatives/de loisirs se subdivisent en trois catégories:

- a) Pêche amateur : activité de pêche non organisée, pratiquée comme passe-temps et non associée à des événements ou à des compétitions spécifiques.
- b) Pêche sportive : pêche organisée impliquant une compétition libre entre des pêcheurs, en vue de capturer le plus gros poisson de certaines espèces, le plus grand nombre de spécimens ou le poids total le plus élevé, suivant les règles de chaque compétition.
- c) Pêche touristique : pêche conduite par des pêcheurs commerciaux ("pescaturismo") ou par des professionnels de la pêche récréative pouvant être considérés comme des tiers qui organisent des expéditions de pêche pour des touristes.

Abréviation : PLS (pêche de loisir-summer) et PLW (pêche de loisir-winter)

Sources (valeurs et pourcentages): INSEE ; Ministère de l'agriculture et de la pêche, IFREMER et BVA (2007) : Etude relative à la pêche de loisir (récréative et sportive) en mer en Métropole et dans les DOM - Synthèse des résultats intermédiaires.

Sources (répartition) : Fédération Française des Pêcheurs en Mer (www.ffpm-national.com);

Offices du tourisme ; Mairies des communes

Date (consultation sites web) : 09/02/09

Expression : (1) nb de personnes pratiquant la pêche de loisir en mer (résidents et touristes)
 (2) nb de sorties

(3) dépenses autour les sorties

(4) dépenses annuelles

(5) concours de pêche en 2009

(6) écoles de pêche en mer

Saisonnalité : été/hiver

Remarque : En raison de la morphologie de la côte ainsi que pour des aspects économiques, la pêche au gros/en hauturier se pratique plus dans la région PACA.

Calcul : (a) pêcheurs « résidents » :

(aa) estimation du nombre de personnes qui habite dans un département du littoral à partir de la population (INSEE 2006).

(ab) estimation du nombre de personnes qui pratique la pêche de loisir (5,9 %) ainsi que du nombre de leurs sorties (en moyenne 22 sorties par an).

(ac) estimation du nombre de sorties en été (75% pour la Corse et PACA; 84% pour LR) ainsi qu'en hiver (25% pour la Corse et PACA; 16% pour LR).

(ad) les dépenses déclarées par sortie ont été valorisées avec 6€ par sortie pour les déplacements. Les dépenses pour le matériel, vêtements, guides, revues représentent 73,50€/an/personne. Pour l'usage d'un bateau 61% du coût annuel (1085€) ont été attribué à cette activité.

(ae) la répartition des valeurs « régionales » des « résidents » par zone a été effectué en prenant en compte les activités « concours et écoles ».

(b) pêcheurs « touristes » :

(ba) en ce qui concerne la fréquentation touristique, nous nous avons basé sur le chiffres utilisés pour l'« hébergement » (cf. 4.1 ; nuitées en résidences secondaires, hôtels et campings ; été et hiver)

(bb) estimation du nombre de « touristes » qui pratiquent la pêche de loisir (5,1 %) ainsi que du nombre de leurs sorties en été et en hiver.

(bc) nous considérons qu'un pêcheur « touriste » séjourne (en moyenne) 4 semaines en été et 15 jours en hiver.

(bd) en supposant que les pêcheurs « touristes » achètent leur matériel etc. là où ils habitent et amènent la plupart de l'équipement, leur dépenses comprennent uniquement les dépenses par sortie pour le déplacement.

(c) addition de l'activité des pêcheurs « résidents » et « touristes » par zone.

Classement :

| sensibilité | été | hiver |
|--------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 (moins sensible) | < 2.500.000€ | < 200.000€ |
| 2 | 2.500.000 - 5.000.000€ | 200.000 - 600.000€ |
| 3 | 5.000.000 - 10.000.000€ | 600.000 - 1.000.000€ |
| 4 | 10.000.000 - 15.000.000€ | 1.000.000 - 2.000.000€ |
| 5 (très sensible) | > 15.000.000€ | > 2.000.000€ |

12 Événements sportifs

Description : L'activité comprend les événements sportifs liés à la mer et/ou à la plage ; par exemple, « Les Voiles de St. Tropez » mais également des événements avec « une partie mer » comme e.g. le triathlon (e.g. à Nice), attirant des participants et spectateurs.

Abréviation : EVEN

Sources : Sites web des Offices du tourisme et des Mairies des communes

Dates : 06/02/09

Expression : présence (oui ou non)

Saisonnalité : été/hiver

Remarques : (a) Les événements affichés sur les sites web et attribuable à la saison 2007-2008/2009 ont été pris en compte, tout en évitant un double comptage.

(b) Etant donné une mise à jour variable des sites web ainsi que des grandes différences en ce qui concerne le détail d'information et « la politique des organismes et des organisateurs », à ce stade, l'expression « présence oui ou non » semble la plus adaptée.

Classement :

| | |
|------------------|-----|
| sensibilité | |
| 0 (pas sensible) | non |
| 1 (sensible) | oui |

8.2.3.5 Entretien du littoral

Description : « Pavillon Bleu » - cet écolabel récompense les communes qui ont mené une politique de développement touristique en plaçant l'environnement en tête de leur préoccupation. Outre la qualité des eaux de baignade, le jury européen du Pavillon Bleu examine l'état de l'environnement de la commune et les actions engagées pour le préserver et le mettre en valeur. Parmi les de critères sont : la gestion de l'eau et la gestion des déchets.

Abréviation : EL

Sources : Pavillon Bleu (www.pavillonbleu.org; plages) et Bloc côtier 2008 (ports de plaisance)

Date : 06/02/09 (consultation du site web)

Expression : présence/absence

Saisonnalité : -

Remarques/hypothèses: -

Calcul : somme de la présence de l'écolabel « Pavillon Bleu » par zone CLARA2

Classement :

| | |
|--------------------|-----------|
| sensibilité | présences |
| 1 (moins sensible) | <0,5 |
| 2 | 0,5-2 |
| 3 | 2-5 |
| 4 | 5-10 |

| | |
|-------------------|-----|
| 5 (très sensible) | >10 |
|-------------------|-----|

Les zones où il n'y a pas ce type d'activité ont été considérées dans la catégorie «1, moins sensible » dans le classement.

8.2.3.6 Recherche marine et activités éducatives

1 Recherche marine

Description : Organismes de recherche marine

Sources : IFREMER (www.ifremer.fr); Réseau français de recherche côtière (RFRC ; www.cetmef.equipement.gouv.fr); comm. perso.

Date : 09/02/09

Expression : présence ou absence

2 Formation aux métiers liés à la mer, vulgarisation et sensibilisation

Description : Cette activité comprend la formation concernant les métiers de la mer (domaine portuaire, transports maritimes, construction et réparation navales, plaisance, sports et loisirs nautiques, recherche et protection de l'environnement marin, pêche et aquaculture). Elle comprend également des projets pédagogiques et des campagnes de sensibilisation liés à la mer.

Sources : Institut de promotion et de formation aux métiers mer (IPFM ; La Seyne); Observatoire régional des métiers (ORM) ; Réseau Mer « Education à l'Environnement » (<http://www.reseaumer.org>); Offices de Tourisme ; Mairies des communes

Date: 09/02/09

Expression : présence/absence

Saisonnalité : -

Remarques/hypothèses: -

Abréviation : RMAE

Calcul : somme des présences (6.1 et 6.2) par zone CLARA2

Classement :

| sensibilité | présences |
|--------------------|-----------|
| 1 (moins sensible) | <0,5 |
| 2 | 0,5-2 |
| 3 | 2-4 |
| 4 | 4-6 |
| 5 (très sensible) | >6 |

Les zones où il n'y a pas ce type d'activité ont été considérées dans la catégorie «1, moins sensible » dans le classement.

8.2.3.7 Attractivité de lieu

Description : Prix de l'immobilier sur le littoral.

Abréviation : AL

Sources : « Le nouvel observateur », n° 2338, 27 août au 2 septembre 2009, spécial immobilier, 72-84.
Observatoire du littoral, rédaction Ifen - Indicateur : prix de l'immobilier dans les communes littorales métropolitaines : le cas des appartements anciens (analyse sur la période 01-10-2004/30-09-2005).

Expression : (1) prix de l'immobilier (€/m² ; appartements anciens ; en moyenne)

Saisonnalité : -

Remarques : (a) En s'inspirant de l'approche de Costanza et al. (1997) qui utilisent la différence du prix immobilier à l'intérieur du pays et sur la côte comme manifestation économique de consentement à payer pour les valeurs culturelles liées au littoral, on peut supposer que le prix d'immobilier est révélateur de « l'attractivité culturelle » d'une zone relative à une autre.
(b) Le choix de domicile n'est pas uniquement dépendant de du paysage ou des offres culturelles mais est également liée aux facteurs comme : le mode de vie, liens familiaux, offres d'emplois etc.
(c) Dans la proximité d'une grande ville comme Montpellier ainsi que sur les littoraux touristiques et attrayants les prix sont élevés. En revanche, les prix sont plus bas dans l'agglomération toulonnaise et la banlieue niçoise.

Calcul : (a) Les prix moyens d'immobilier par commune ont servi à calculer un prix moyen par zone CLARA2.
(b) Là où les informations manquent pour toute une zone (e.g. pour les zones 1 et 2), le prix a été estimé en utilisant les prix actuels en relation avec ceux en 2006 (cf. indicateurs de l'Observatoire du littoral).

Classement :

| sensibilité | prix immobilier (€/m ² , en moyenne) |
|--------------------|--|
| 1 (moins sensible) | <2000 |
| 2 | 2000-3000 |
| 3 | 3000-3500 |
| 4 | 3500-4500 |
| 5 (très sensible) | >4500 |

8.2.3.8 Patrimoine maritime

Description : « Le patrimoine maritime comprend l'ensemble des éléments matériels ou immatériels liés aux activités humaines qui ont été développées dans le passé, récent ou plus lointain, en relation avec les ressources et le milieu maritimes. » (Schmit & Lemarchand, 2005).

Dans le cadre de cette étude, nous prenons en compte certaines activités pour sauvegarder et valoriser le patrimoine (e.g. dans le cadre des associations) ainsi que certaines manifestations culturelles et traditionnelles (e.g. festivals).

Abréviation : PATMAR

Sources : Fédération Patrimoine Maritime Méditerranéen ; Association du Sauvegarde du Patrimoine Maritime de Villefranche; Conseil Général 66 ; Offices de Tourisme ; Maires des communes ; Fédération Française de Joute et de Sauvetage Nautique (www.ffjsn.com) ; Le Site de la Jeune Lance Sportive Mézoise et des Joutes Languedociennes (www.joutes.com) ; Association des Pointus de Sanary ; Association Lou Capian

Dates : 16/03/09

Expression : présence/absence

Saisonnalité : -

Remarque : Certaines manifestations se déroulent quand même plutôt en été ...

Calcul : somme des présences par zone CLARA2

Classement :

| sensibilité | présences |
|--------------------|-----------|
| 1 (moins sensible) | <1 |
| 2 | 1-2 |
| 3 | 2-4 |
| 4 | 4-6 |
| 5 (très sensible) | >6 |

Les zones où il n'y a pas de données sur ce type d'activité ont été considérées dans la catégorie «1, moins sensible » dans le classement.

8.3 REFERENCES ANNEXE 2

Bloc côtier 2008-Méditerranée (3^{ème} édition, Editions Grafocarte s.a.s., directeur de la publication : J.-F. Lecaille).

Bloc marine 2008-Méditerranée, Collection Livre de Bord, Interval Editions.

Cépralmar 2008 : Guide de l'exploitation conchylicole en Languedoc-Roussillon

CNRS-Géolittomer-LETG UMR 6554/Infomer : Extrait de l'Atlas permanent de la Mer et du Littoral n°5 : Littoral français 2000, p. 35

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. & van den Belt, M. (1997) : The value of world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260.

Escales - Méditerranée 2009, Guide Chagnon, Les Editions de Chabassol.

- Hall, D.C., Hall, J.V. & Murray, S.N. (2002): Contingent Valuation of Marine Protected Areas : Southern California Rocky Intertidal Ecosystems. *Natural Resource Modeling*. Vol. 15, No. 3, 335-368.
- Le nouvel observateur, n° 2338, 27 août au 2 septembre 2009, spécial immobilier, 72-84.
- Mayol, P. & Beaubrun, P (2005) : Le Whale Watching en Méditerranée Française : Etat des lieux et perspectives. Recensement des opérateurs, diagnostic socio-économique et écologique de l'activité, proposition préliminaires de gestion. Rapport réalisé pour le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (Sanctuaire Pelagos pour les Mammifères marins en Méditerranée), 116p.
- Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Office National Interprofessionnel des Produits de la Mer et de l'Aquaculture/Division Observatoire Economique Etudes/DPMA-BCS: Bilan annuel de production 2007 des pêches et de l'aquaculture, 85p.
- Ministère de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative, 2005 : Etude socio-économique relative à la plongée subaquatique de loisir en 2004-2005.
- Ministère des Transports de l'Equipement, du Tourisme et de la Mer, 2006 : Mobilité touristique et population présente - les bases de l'économie présentielle des départements. Ouvrage réalisé sous la direction de Christophe Terrier, 128p.
- Observatoire du littoral, rédaction Ifen - Indicateur : prix de l'immobilier dans les communes littorales métropolitaines : le cas des appartements anciens (analyse sur la période 01-10-2004/30-09-2005).
- Polomé, P., Marzetti, S. & van der Veen, A. (2005) Economic and social demands for coastal protection. *Coastal Engineering* 52: 819-840
- Robert, S., Sillère, G. & Liziard, S. (2008) : Evaluer et représenter le nombre d'usagers sur une plage urbaine (Les Ponchettes, Nice). *M@ppemonde* 91, 20p.
- Scheurle, C. & Thébault, H. (2009): Conséquences radioécologiques sur l'environnement marin d'un accident dans le port de Toulon. Activités humaines - sensibilité socio-économique face à une pollution marine. Rapport DEI/SESURE 2009-44, 34p.
- Scheurle, C., Ami, D., Thébault, H. & Boissery, P. : Sentiers sous-marins en Méditerranée française - une évaluation socio-économique de l'activité. (soumis à Mer et Littoral)
- Schmit, P. & Lemarchand, N. (2005) : Le patrimoine maritime en Basse-Normandie : Réflexions sur deux décennies d'actions publiques et privées, Caen.
- SIAT (1998 ; selon DDE Var 1980)
- Système d'Informations Halieutiques (SIH, 2001) : Synthèse des Pêcheries 2001. Flotte Méditerranée : PACA et Languedoc-Roussillon. Ifremer, Direction des Ressources Vivantes, Département des Ressources Halieutiques, Service d'Economie Maritime, 25p.
- Système d'Informations Halieutiques (SIH, 2009) : Synthèse des flottilles de pêche 2007, Flotte de la façade Méditerranée (Hors Corse). Ifremer, 5p.

8.4 ANNEXE 3 RÉSULTATS DÉTAILLÉS DE SENSIBILITÉ

8.4.1 SENSIBILITÉ PHYSIQUE

| Numero zone | Longueur côte (m) | longueur arc (m) | rapport LC/LA | Rapp. LC/LA retenu | forme | sensibilité fermeture/confinement | Taux de renouvellement année 2006 | Sensibilité hydrodynamisme |
|-------------|-------------------|------------------|---------------|--------------------|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 1 | 30136,18 | 9423,64 | 3,20 | 3,20 | CONCAVE | 3 | 539 | 1 |
| 2 | 75554,07 | 45727,45 | 1,65 | 1,65 | CONCAVE | 1 | 238 | 3 |
| 7 | 77360,45 | 52045,18 | 1,49 | 1,49 | CONCAVE | 1 | 133 | 5 |
| 8 | 55186,90 | 25535,01 | 2,16 | 2,16 | CONCAVE | 2 | 268 | 3 |
| 10 | 83655,71 | 33579,35 | 2,49 | 2,49 | CONCAVE | 2 | 168 | 5 |
| 15 | 96140,72 | 59884,38 | 1,61 | 1,61 | CONCAVE | 1 | 163 | 5 |
| 16 | 126858,41 | 16466,06 | 7,70 | 7,70 | CONCAVE | 5 | 190 | 4 |
| 18 | 46260,12 | 21457,44 | 2,16 | 1,00 | CONVEXE | 1 | 214 | 4 |
| 19 | 118944,97 | 16430,84 | 7,24 | 7,24 | CONCAVE | 5 | 253 | 3 |
| 20 | 73702,19 | 22631,95 | 3,26 | 3,26 | CONCAVE | 3 | 176 | 5 |
| 21 | 90591,04 | 18467,65 | 4,91 | 4,91 | CONCAVE | 4 | 292 | 2 |
| 22 | 127668,35 | 24997,96 | 5,11 | 5,11 | CONCAVE | 4 | 202 | 4 |
| 23 | 190675,17 | 23334,62 | 8,17 | 8,17 | CONCAVE | 5 | 302 | 2 |
| 24 | 87937,54 | 27932,99 | 3,15 | 3,15 | CONCAVE | 3 | 195 | 4 |
| 26 | 74148,69 | 21573,68 | 3,44 | 3,44 | CONCAVE | 3 | 332 | 2 |
| 27 | 82551,62 | 21596,95 | 3,82 | 1,00 | CONVEXE | 1 | 313 | 2 |
| 28 | 72083,67 | 15642,76 | 4,61 | 4,61 | CONCAVE | 4 | 403 | 1 |
| 29 | 64573,27 | 21253,10 | 3,04 | 3,04 | CONCAVE | 3 | 234 | 3 |
| 30 | 56090,60 | 19963,96 | 2,81 | 2,81 | CONCAVE | 2 | 317 | 2 |
| 31 | 119934,51 | 12382,40 | 9,69 | 1,00 | CONVEXE | 1 | 217 | 4 |
| 32 | 44176,47 | 36607,78 | 1,21 | 1,21 | CONCAVE | 1 | 258 | 3 |
| 34 | 105974,75 | 77753,02 | 1,36 | 1,36 | CONCAVE | 1 | 208 | 4 |
| 39 | 63478,23 | 11354,51 | 5,59 | 5,59 | CONCAVE | 4 | 390 | 1 |
| 40 | 139052,35 | 29916,60 | 4,65 | 4,65 | CONCAVE | 4 | 231 | 3 |
| 42 | 158975,82 | 39039,81 | 4,07 | 4,07 | CONCAVE | 3 | 233 | 3 |
| 43 | 123943,39 | 23208,57 | 5,34 | 5,34 | CONCAVE | 4 | 185 | 4 |
| 44 | 111292,55 | 17541,17 | 6,34 | 6,34 | CONCAVE | 4 | 134 | 5 |
| 45 | 160622,45 | 38368,28 | 4,19 | 4,19 | CONCAVE | 3 | 215 | 4 |
| 46 | 94959,82 | 15888,69 | 5,98 | 5,98 | CONCAVE | 4 | 308 | 2 |
| 47 | 162553,07 | 47386,04 | 3,43 | 1,00 | CONVEXE | 1 | 405 | 1 |
| 49 | 40262,05 | 19986,95 | 2,01 | 1,00 | CONVEXE | 1 | 398 | 1 |
| 50 | 39163,38 | 11794,98 | 3,32 | 3,32 | CONCAVE | 3 | 242 | 3 |

| Nature de côte | NUMERO | ZONE | LONGUEUR(m) | % LINEAIRE | CÔTE | facies dominant |
|---------------------------|--------|------|-------------|------------|-------|---------------------------|
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 1 | | 18212,33 | | 79,84 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 1 | | 2649,22 | | 11,61 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 1 | | 1948,95 | | 8,54 | |
| PLAGES DE SABLES | 2 | | 36784,48 | | 44,13 | PLAGES DE SABLES |
| COTES ARTIFICIELLES | 2 | | 28776,97 | | 34,53 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 2 | | 13233,18 | | 15,88 | |
| AUTRES | 2 | | 4555,23 | | 5,47 | |
| PLAGES DE SABLES | 7 | | 56206,49 | | 77,73 | PLAGES DE SABLES |
| COTES ARTIFICIELLES | 7 | | 10972,84 | | 15,17 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 7 | | 4476,00 | | 6,19 | |
| AUTRES | 7 | | 653,63 | | 0,90 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 8 | | 22624,81 | | 47,18 | |
| PLAGES DE SABLES | 8 | | 20313,37 | | 42,36 | PLAGES DE SABLES |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 8 | | 5014,01 | | 10,46 | |
| PLAGES DE SABLES | 10 | | 46956,66 | | 68,35 | PLAGES DE SABLES |
| COTES ARTIFICIELLES | 10 | | 21575,90 | | 31,40 | |
| AUTRES | 10 | | 169,89 | | 0,25 | |
| PLAGES DE SABLES | 15 | | 75570,30 | | 92,59 | PLAGES DE SABLES |
| COTES ARTIFICIELLES | 15 | | 5337,23 | | 6,54 | |
| AUTRES | 15 | | 713,38 | | 0,87 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 16 | | 63625,40 | | 55,30 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| AUTRES | 16 | | 20247,19 | | 17,60 | et |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 16 | | 17249,05 | | 14,99 | PLAGES DE SABLES |
| PLAGES DE SABLES | 16 | | 13931,16 | | 12,11 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 18 | | 30072,08 | | 81,03 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| COTES ARTIFICIELLES | 18 | | 5665,86 | | 15,27 | |
| PLAGES DE SABLES | 18 | | 905,51 | | 2,44 | |
| PLAGES DE GALETS | 18 | | 468,06 | | 1,26 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 19 | | 51774,55 | | 62,68 | COTES ARTIFICIELLES |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 19 | | 28113,87 | | 34,03 | |
| PLAGES DE SABLES | 19 | | 2714,96 | | 3,29 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 20 | | 60223,02 | | 96,00 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 20 | | 1333,64 | | 2,11 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 20 | | 1195,26 | | 1,89 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 21 | | 37623,39 | | 52,10 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| COTES ARTIFICIELLES | 21 | | 23460,73 | | 32,49 | |
| PLAGES DE SABLES | 21 | | 9208,57 | | 12,75 | |
| AUTRES | 21 | | 1923,92 | | 2,66 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 22 | | 50634,91 | | 47,40 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 22 | | 44314,91 | | 41,49 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 22 | | 10023,26 | | 9,38 | |
| AUTRES | 22 | | 1848,10 | | 1,73 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 23 | | 98978,57 | | 70,51 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 23 | | 20870,19 | | 14,87 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 23 | | 13311,49 | | 9,48 | |
| AUTRES | 23 | | 7211,85 | | 5,14 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 24 | | 37861,10 | | 59,94 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 24 | | 17706,35 | | 28,03 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 24 | | 7596,70 | | 12,03 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 26 | | 26975,85 | | 37,93 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| COTES ARTIFICIELLES | 26 | | 23169,82 | | 32,58 | |
| PLAGES DE SABLES | 26 | | 20261,12 | | 28,49 | |
| AUTRES | 26 | | 712,51 | | 1,00 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 27 | | 30292,39 | | 60,55 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| COTES ARTIFICIELLES | 27 | | 10983,92 | | 21,96 | et |
| PLAGES DE SABLES | 27 | | 6203,86 | | 12,40 | PLAGES DE SABLES |
| AUTRES | 27 | | 1580,96 | | 3,16 | |
| PLAGES DE GALETS | 27 | | 966,56 | | 1,93 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 28 | | 30711,68 | | 45,21 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 28 | | 22790,46 | | 33,55 | et |
| PLAGES DE SABLES | 28 | | 13153,62 | | 19,36 | PLAGES DE SABLES |
| AUTRES | 28 | | 1277,32 | | 1,88 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 29 | | 32958,21 | | 49,33 | PLAGES DE GALETS |
| PLAGES DE GALETS | 29 | | 16446,66 | | 24,62 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 29 | | 14424,53 | | 21,59 | |
| PLAGES DE SABLES | 29 | | 2425,07 | | 3,63 | |
| AUTRES | 29 | | 550,60 | | 0,82 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 30 | | 25159,41 | | 48,50 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 30 | | 17007,08 | | 32,79 | |
| PLAGES DE GALETS | 30 | | 6318,92 | | 12,18 | |
| PLAGES DE SABLES | 30 | | 3386,99 | | 6,53 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 31 | | 85545,46 | | 86,53 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 31 | | 5720,75 | | 5,79 | |
| AUTRES | 31 | | 3981,14 | | 4,03 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 31 | | 2240,47 | | 2,27 | |
| PLAGES DE GALETS | 31 | | 1370,10 | | 1,39 | |
| PLAGES DE SABLES | 32 | | 34683,04 | | 80,81 | PLAGES DE SABLES |
| COTES ARTIFICIELLES | 32 | | 4454,42 | | 10,38 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 32 | | 3781,95 | | 8,81 | |
| PLAGES DE SABLES | 34 | | 67008,50 | | 69,77 | PLAGES DE SABLES |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 34 | | 21643,90 | | 22,54 | |
| PLAGES DE GALETS | 34 | | 3729,11 | | 3,88 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 34 | | 3380,49 | | 3,52 | |
| AUTRES | 34 | | 282,10 | | 0,29 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 39 | | 30562,66 | | 58,47 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 39 | | 16868,54 | | 32,27 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 39 | | 3318,98 | | 6,35 | |
| AUTRES | 39 | | 1519,40 | | 2,91 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 40 | | 80076,64 | | 81,90 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 40 | | 16945,77 | | 17,33 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 40 | | 751,01 | | 0,77 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 42 | | 96747,65 | | 88,28 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 42 | | 12310,22 | | 11,23 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 42 | | 362,91 | | 0,33 | |
| AUTRES | 42 | | 171,48 | | 0,16 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 43 | | 67527,52 | | 79,41 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 43 | | 13906,44 | | 16,35 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 43 | | 2486,45 | | 2,92 | |
| AUTRES | 43 | | 1112,47 | | 1,31 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 44 | | 60267,24 | | 72,11 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 44 | | 13958,21 | | 16,70 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 44 | | 9354,13 | | 11,19 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 45 | | 98466,28 | | 88,04 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 45 | | 12249,58 | | 10,95 | |
| AUTRES | 45 | | 1122,26 | | 1,00 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 46 | | 71858,74 | | 97,71 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 46 | | 1687,43 | | 2,29 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 47 | | 104818,54 | | 86,92 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 47 | | 6061,37 | | 5,03 | |
| PLAGES DE GALETS | 47 | | 5700,16 | | 4,73 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 47 | | 4012,86 | | 3,33 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 49 | | 29531,79 | | 86,06 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 49 | | 4783,46 | | 13,94 | |
| COTES ROCHEUSES, FALAISES | 50 | | 24962,17 | | 70,84 | COTES ROCHEUSES, FALAISES |
| PLAGES DE SABLES | 50 | | 5140,70 | | 14,59 | |
| COTES ARTIFICIELLES | 50 | | 2668,80 | | 7,57 | |
| PLAGES DE GALETS | 50 | | 1618,39 | | 4,59 | |
| AUTRES | 50 | | 848,23 | | 2,41 | |

8.4.2 SENSIBILITÉ ÉCOLOGIQUE

Notation par zone de l'importance des mesures de protection et des inventaires écologiques

| Zone | ZNIEFF Terre | ZNIEFF Mer | Conservatoire littoral | Site Classé Terre | Site Classé Mer | Site Inscrit Terre | Parc Naturel Régional | Parc National | Réserve Naturelle | APB | OGS | DH ZCS Terre | DH ZCS Mer | DO ZPS Terre | DO ZPS Mer | Total | sensibilité protection |
|------|-----------------|---------------|---------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|----------------------|-----|-----|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-------|---------------------------|
| 1 | 8 | 1 | 2 | | | | | | 1 | | | 5 | 2 | 9 | 9 | 37 | 4 |
| 2 | 2 | | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 19 | 3 |
| 7 | 6 | | 2 | | | 1 | 3 | | | | | 3 | 2 | 4 | 3 | 24 | 3 |
| 8 | 1 | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | 1 | 1 | 5 | 11 | 2 |
| 10 | 5 | | 4 | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 1 | 5 | 4 | 22 | 3 |
| 15 | 9 | 3 | 1 | 1 | | | 8 | | | | | 10 | 4 | 9 | 8 | 53 | 5 |
| 16 | 5 | 2 | 1 | | | | | | | | | 1 | 4 | 1 | 3 | 17 | 2 |
| 18 | 5 | 2 | 4 | | | | 1 | | | | | | 7 | 1 | | 20 | 3 |
| 19 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 1 | 5 | | 5 | 17 | 2 |
| 20 | 8 | 4 | 2 | 9 | 9 | | | | | | | 9 | 8 | | 7 | 56 | 5 |
| 21 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 4 | 2 | | | 13 | 2 |
| 22 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | | 1 | 2 | 1 | 2 | 14 | 2 |
| 23 | 8 | 4 | 2 | 2 | 2 | | | 2 | | 1 | | 2 | 6 | 2 | 6 | 36 | 4 |
| 24 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | | 7 | | 1 | 17 | 2 |
| 26 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 1 | 4 | | | 14 | 2 |
| 27 | 3 | 9 | 1 | 2 | 4 | | | | | | | 2 | 4 | | | 25 | 3 |
| 28 | 2 | 2 | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | 3 | | | 10 | 1 |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 1 | 3 | 1 | | 10 | 1 |
| 30 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 1 | 3 | | | 10 | 1 |
| 31 | 3 | | 1 | | | | | | 1 | | | 2 | 7 | 1 | 5 | 20 | 3 |
| 32 | 3 | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | 2 | 6 | 1 | | 15 | 2 |
| 34 | 6 | | 2 | 1 | | 1 | | | | 1 | | 2 | 4 | 1 | | 18 | 2 |
| 39 | 3 | | 1 | | | | | | | | | 1 | 2 | | | 7 | 1 |
| 40 | 6 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 9 | | 9 | 9 | | 4 | 8 | | 9 | 63 | 5 |
| 42 | 6 | 1 | 7 | 1 | 1 | 1 | 6 | | 6 | 2 | | 5 | 7 | | 6 | 49 | 5 |
| 43 | 7 | | 3 | 2 | | | | | | | | 1 | 2 | | | 15 | 2 |
| 44 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 6 | | | | | | 1 | 9 | 1 | 9 | 30 | 4 |
| 45 | 4 | | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | 2 | 4 | | 4 | 21 | 3 |
| 46 | 7 | 1 | 3 | 10 | 10 | 1 | 1 | | | 1 | | 10 | 1 | 10 | 3 | 58 | 5 |
| 47 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 | | | 2 | 1 | | 5 | 3 | 3 | 6 | 34 | 4 |
| 49 | 9 | | 9 | 1 | | 8 | | | | 1 | | 8 | 3 | | | 39 | 4 |
| 50 | 4 | | 3 | 1 | | 1 | | | | 1 | | 5 | 6 | | | 21 | 3 |

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique Floristique ; APB : Arrêté Protection Biotope ; OGS : Opération Grand Site ; DH ZCS : Direction « Habitats » Zone de Conservation Spéciale ; DO ZPS : Directive « Oiseaux » Zone de Protection Spéciale.

Données détaillées sur les biocénoses benthiques patrimoniales

| Zone | Biocénose | SURF_BIOC_PAR_ZH | SURF_BATHY_0_50 M | %_OCCUP_BIOC | Ponderation | % Occup_Pond | % Occup_Tot | Sensibilité Biocénoses |
|------|---|------------------|-------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|------------------------|
| 1 | CORALLIGÈNE | 77,15 | 1692,35 | 4,56 | 3 | 13,68 | 33,99 | 2 |
| 1 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 45,66 | 1692,35 | 2,70 | 2 | 5,40 | | |
| 1 | ROCHES DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 252,50 | 1692,35 | 14,92 | 1 | 14,92 | | |
| 2 | CORALLIGÈNE | 0,27 | 40600,49 | 0,00 | 3 | 0,00 | 1,03 | 1 |
| 2 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 35,63 | 40600,49 | 0,09 | 2 | 0,18 | | |
| 2 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 344,21 | 40600,49 | 0,85 | 1 | 0,85 | | |
| 7 | CORALLIGÈNE | 1,43 | 78888,20 | 0,00 | 3 | 0,01 | 0,24 | 1 |
| 7 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 63,94 | 78888,20 | 0,08 | 2 | 0,16 | | |
| 7 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 54,33 | 78888,20 | 0,07 | 1 | 0,07 | | |
| 8 | CORALLIGÈNE | 721,59 | 34694,30 | 2,08 | 3 | 6,24 | 7,50 | 1 |
| 8 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 19,57 | 34694,30 | 0,06 | 2 | 0,11 | | |
| 8 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 397,82 | 34694,30 | 1,15 | 1 | 1,15 | | |
| 10 | CORALLIGÈNE | 703,39 | 44690,01 | 1,57 | 3 | 4,72 | 11,95 | 1 |
| 10 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 213,97 | 44690,01 | 0,48 | 2 | 0,96 | | |
| 10 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 2803,38 | 44690,01 | 6,27 | 1 | 6,27 | | |
| 15 | | | | | | | | 1 |
| 16 | CORALLIGÈNE | 545,66 | 14030,27 | 3,89 | 3 | 11,67 | 20,22 | 1 |
| 16 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 503,61 | 14030,27 | 3,59 | 2 | 7,18 | | |
| 16 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 192,98 | 14030,27 | 1,38 | 1 | 1,38 | | |
| 18 | CORALLIGÈNE | 47,62 | 3242,01 | 1,47 | 3 | 4,41 | 62,41 | 3 |
| 18 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 899,43 | 3242,01 | 27,74 | 2 | 55,49 | | |
| 18 | ROCHES DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 81,67 | 3242,01 | 2,52 | 1 | 2,52 | | |
| 19 | CORALLIGÈNE | 155,11 | 5953,31 | 2,61 | 3 | 7,82 | 41,20 | 2 |
| 19 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 872,14 | 5953,31 | 14,65 | 2 | 29,30 | | |
| 19 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 243,35 | 5953,31 | 4,09 | 1 | 4,09 | | |
| 20 | CORALLIGÈNE | 84,89 | 2250,52 | 3,77 | 3 | 11,32 | 80,47 | 3 |
| 20 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 668,34 | 2250,52 | 29,70 | 2 | 59,39 | | |
| 20 | ROCHES DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 219,66 | 2250,52 | 9,76 | 1 | 9,76 | | |
| 21 | CORALLIGÈNE | 66,87 | 5444,35 | 1,23 | 3 | 3,68 | 91,48 | 4 |
| 21 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 2379,35 | 5444,35 | 43,70 | 2 | 87,41 | | |
| 21 | ROCHES DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 20,95 | 5444,35 | 0,38 | 1 | 0,38 | | |
| 22 | CORALLIGÈNE | 107,16 | 7884,78 | 1,36 | 3 | 4,08 | 81,75 | 3 |
| 22 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 2923,11 | 7884,78 | 37,07 | 2 | 74,15 | | |
| 22 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 278,22 | 7884,78 | 3,53 | 1 | 3,53 | | |
| 23 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 10827,61 | 21560,98 | 50,22 | 2 | 100,44 | 100,94 | 5 |
| 23 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 109,39 | 21560,98 | 0,51 | 1 | 0,51 | | |
| 24 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 3393,40 | 6127,37 | 55,38 | 2 | 110,76 | | 5 |
| 26 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 3798,81 | 7406,52 | 51,29 | 2 | 102,58 | 102,58 | |
| 27 | CORALLIGÈNE | 5,89 | 2982,76 | 0,20 | 3 | 0,59 | 45,18 | 5 |
| 27 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 641,57 | 2982,76 | 21,51 | 2 | 43,02 | | 2 |
| 27 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 46,93 | 2982,76 | 1,57 | 1 | 1,57 | | |
| 28 | CORALLIGÈNE | 74,38 | 3849,55 | 1,93 | 3 | 5,80 | 122,99 | 5 |
| 28 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 2126,35 | 3849,55 | 55,24 | 2 | 110,47 | | |
| 28 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 258,72 | 3849,55 | 6,72 | 1 | 6,72 | | |
| 29 | CORALLIGÈNE | 17,41 | 2030,97 | 0,86 | 3 | 2,57 | 37,09 | 2 |
| 29 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 268,29 | 2030,97 | 13,21 | 2 | 26,42 | | |
| 29 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 164,41 | 2030,97 | 8,09 | 1 | 8,09 | | |
| 30 | CORALLIGÈNE | 23,80 | 2688,66 | 0,89 | 3 | 2,66 | 72,51 | 3 |
| 30 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 872,20 | 2688,66 | 32,44 | 2 | 64,88 | | |
| 30 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 133,76 | 2688,66 | 4,97 | 1 | 4,97 | | |
| 31 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 6641,38 | 13918,00 | 47,72 | 2 | 95,44 | 97,11 | 4 |
| 31 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 232,42 | 13918,00 | 1,67 | 1 | 1,67 | | |
| 32 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 10349,14 | 17396,00 | 59,49 | 2 | 118,98 | 119,15 | 5 |
| 32 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 28,48 | 17396,00 | 0,16 | 1 | 0,16 | | |
| 34 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 13758,18 | 29022,00 | 47,41 | 2 | 94,81 | 95,25 | 4 |
| 34 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 127,23 | 29022,00 | 0,44 | 1 | 0,44 | | |
| 39 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 2279,16 | 4381,00 | 52,02 | 2 | 104,05 | 107,03 | 5 |
| 39 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 130,54 | 4381,00 | 2,98 | 1 | 2,98 | | |
| 40 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 7365,90 | 12562,00 | 58,64 | 2 | 117,27 | 120,38 | 5 |
| 40 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 390,23 | 12562,00 | 3,11 | 1 | 3,11 | | |
| 42 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 4092,93 | 9726,00 | 42,08 | 2 | 84,16 | 89,68 | 4 |
| 42 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 536,53 | 9726,00 | 5,52 | 1 | 5,52 | | |
| 43 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 2057,91 | 4970,00 | 41,41 | 2 | 82,81 | 94,03 | 4 |
| 43 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 557,45 | 4970,00 | 11,22 | 1 | 11,22 | | |
| 44 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 2803,59 | 6025,00 | 46,53 | 2 | 93,07 | 102,17 | 5 |
| 44 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 548,50 | 6025,00 | 9,10 | 1 | 9,10 | | |
| 45 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 4690,80 | 10607,00 | 44,22 | 2 | 88,45 | 95,53 | 4 |
| 45 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 751,32 | 10607,00 | 7,08 | 1 | 7,08 | | |
| 46 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 1110,97 | 2829,00 | 39,27 | 2 | 78,54 | 91,61 | 4 |
| 46 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 369,71 | 2829,00 | 13,07 | 1 | 13,07 | | |
| 47 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 3814,19 | 8655,00 | 44,07 | 2 | 88,14 | 93,83 | 4 |
| 47 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 492,73 | 8655,00 | 5,69 | 1 | 5,69 | | |
| 49 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 2747,12 | 5997,00 | 45,81 | 2 | 91,62 | 93,71 | 4 |
| 49 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 125,54 | 5997,00 | 2,09 | 1 | 2,09 | | |
| 50 | HERBIER DE PHANEROGAMMES | 2092,07 | 3730,00 | 56,09 | 2 | 112,18 | 114,41 | 5 |
| 50 | ROCHÈ DE L'INFRA-LITTORAL A ALGUES PHOTOPHILES | 83,20 | 3730,00 | 2,23 | 1 | 2,23 | | |

8.4.3 SENSIBILITÉ ÉCONOMIQUE

Évaluation monétaire des activités économiques en hiver par zone

| zone | activités directement liées à la qualité de l'eau | | | | | | activités bénéficiant de la proximité de la mer | | |
|------|---|------------------|----------------|--------------------------|---------------------------|---------------|---|------------------|------------------|
| | activités marchandes | | | activités non-marchandes | | | activités marchandes | | |
| | pêche côtière (K€) | aquaculture (K€) | plaisance (K€) | plongée (K€) | sentiers sous-marins (K€) | baignade (K€) | pêche de loisir (K€) | hébergement (M€) | restaurants (M€) |
| 1 | 23,0 | 0,1 | 5,5 | 1,1 | 48,0 | | 4,01 | 4,0 | 4,1 |
| 2 | 16,4 | 0,1 | 67,5 | 5,1 | | | 16,45 | 66,6 | 75,9 |
| 7 | 35,3 | 10,5 | 53,7 | 3,3 | | | 31,13 | 74,2 | 36,6 |
| 8 | 39,4 | 15,0 | 23,0 | 3,0 | 18,6 | | 3,45 | 54,4 | 34,9 |
| 10 | 49,3 | 4,5 | 90,2 | 3,0 | | | 19,61 | 94,2 | 69,9 |
| 15 | 9,4 | | 33,6 | 0,4 | | | 5,99 | 9,5 | 12,3 |
| 16 | 9,4 | 15,0 | 41,0 | 1,8 | | | 23,28 | 9,6 | 17,9 |
| 18 | 9,4 | | 14,5 | 3,6 | 2,3 | | 9,93 | 8,6 | 12,3 |
| 19 | 9,4 | 1,3 | 74,2 | 13,9 | | | 13,00 | 47,1 | 80,5 |
| 20 | 6,2 | | 17,0 | 1,7 | 5,6 | | 3,96 | 3,7 | 18,8 |
| 21 | 5,9 | | 63,4 | 3,1 | 9,0 | | 6,91 | 68,2 | 55,8 |
| 22 | 1,2 | 5,3 | 37,5 | 7,8 | 4,6 | | 9,30 | 38,8 | 85,9 |
| 23 | 1,8 | | 71,5 | 3,7 | 39,7 | | 10,30 | 16,3 | 21,5 |
| 24 | 1,2 | | 41,0 | 3,3 | 12,7 | | 2,39 | 10,9 | 59,8 |
| 26 | 2,7 | | 114,4 | 3,4 | | | 3,17 | 28,6 | 40,8 |
| 27 | 2,7 | 5,6 | 57,5 | 3,0 | | | 5,21 | 73,3 | 35,1 |
| 28 | 2,7 | 10,0 | 205,7 | 4,7 | 4,9 | | 17,46 | 129,1 | 117,4 |
| 29 | 1,9 | 6,7 | 92,1 | 9,5 | 2,3 | | 43,10 | 224,3 | 149,1 |
| 30 | 1,1 | | 56,9 | 1,6 | | | 17,61 | 72,2 | 39,2 |
| 31 | 1,2 | | 6,1 | 0,9 | | | 0,04 | 0,7 | 9,2 |
| 32 | 1,3 | | 5,9 | 1,4 | | | 5,69 | 8,6 | 25,7 |
| 34 | 0,8 | | 7,6 | 1,4 | | | 5,41 | 3,0 | 14,5 |
| 39 | 0,7 | | 4,0 | 1,1 | | | 0,29 | 4,9 | 14,8 |
| 40 | 1,1 | 0,4 | | 1,6 | 2,8 | | 0,11 | 2,1 | |
| 42 | 1,5 | 1,3 | 3,9 | 1,0 | | | 0,11 | 2,1 | 11,8 |
| 43 | 0,9 | 0,9 | 4,7 | 1,7 | 0,6 | | 0,30 | 6,0 | 6,4 |
| 44 | 1,9 | 0,9 | 5,1 | 2,3 | | | 0,30 | 6,0 | 25,1 |
| 45 | 0,6 | 0,9 | 6,8 | 3,1 | | | 0,04 | 0,8 | 5,7 |
| 46 | 0,4 | | 1,1 | 0,6 | | | 0,04 | 0,8 | 3,7 |
| 47 | 1,3 | 0,2 | 7,9 | 3,7 | 2,6 | | 0,20 | 3,9 | 17,9 |
| 49 | | | | | | | 0,04 | 0,7 | 1,1 |
| 50 | 0,1 | | 5,8 | | | | 0,04 | 0,7 | 1,0 |

Données sur les activités non-monetarisées (été)

| zone | activités directement liées à la qualité de l'eau | | | | | activités indirectement liées à la qualité de l'eau | | | | | | |
|------|---|------------------|--------------------------|-----------|--------------------|---|-------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | activités marchandes | | activités non-marchandes | | | activités marchandes | | activités non-marchandes | | | | |
| | whale watching (nb) | prise d'eau (nb) | sports nautiques (nb) | surf (nb) | pavillon bleu (nb) | croisières (p/a) | transform. poissons(nb) | crise (p/a) | événements sportifs (p/a) | recherche et éducation (nb) | attractivité culturelle (€) | patrimoine maritime (nb) |
| 1 | | 3 | 2,5 | | 0,5 | non | | oui | non | 1 | 2400 | 2,5 |
| 2 | | 5,5 | 8,5 | 5 | 11,5 | non | 1 | oui | oui | | 2400 | 4,5 |
| 7 | | 3 | 11 | 6 | 8,5 | non | 1 | oui | oui | 0,5 | 2400 | 3 |
| 8 | | 0,5 | 5 | 1 | 1,5 | oui | 1 | oui | oui | 2,5 | 2595 | 4 |
| 10 | | 3,5 | 13 | 4 | 8 | oui | 1 | oui | non | 1 | 3490 | 5,5 |
| 15 | | 4 | 5 | 3 | 1 | oui | | oui | non | 0,5 | 2730 | 2 |
| 16 | | 1,5 | 3,5 | 4,5 | 4 | non | 1 | oui | oui | 1 | 1720 | 5,5 |
| 18 | 1 | | 4,5 | 3,5 | | non | | non | oui | 4,5 | 4520 | 3 |
| 19 | 1 | 1 | 21 | 4 | | oui | 0,5 | non | non | 1 | 2100 | 1 |
| 20 | 0,5 | 0 | 4 | 1,5 | 0,5 | non | 0,5 | non | non | 1,5 | 3800 | 4 |
| 21 | 2,5 | 2,5 | 8,5 | 6 | 3,5 | non | | non | non | 3 | 3960 | 4,5 |
| 22 | 5 | 3 | 18 | 14,5 | 4 | oui | 1 | non | oui | 7 | 3030 | 7 |
| 23 | 2 | 1,5 | 4,5 | 5,5 | 3,5 | non | | non | non | 1,5 | 4200 | 1 |
| 24 | | | 6 | 3 | 2,5 | non | | non | oui | 2 | 3750 | 2,5 |
| 26 | 1 | 2 | 8 | 5,5 | 3,5 | non | | non | oui | 0,5 | 4700 | 1,5 |
| 27 | 1 | 2 | 6 | 3 | 1,5 | non | | non | oui | 0,5 | 4085 | 2 |
| 28 | 2 | 1 | 12 | 1,5 | 3 | oui | 2 | non | oui | 2 | 3830 | 3 |
| 29 | 3,5 | 1 | 11,5 | 4,5 | 0,5 | oui | 1 | non | oui | 5,5 | 3740 | 4,5 |
| 30 | 1 | 1 | 5,5 | 1 | 4 | non | | non | oui | 0,5 | 4930 | 1 |
| 31 | | | 1 | 1 | | non | | non | non | | 1800 | 1 |
| 32 | | | 5 | | | non | | non | non | 2 | 1800 | |
| 34 | | 1 | 2 | | 2 | non | | non | oui | | 1800 | 1 |
| 39 | | 0,5 | 0,5 | 0,5 | | non | 1 | non | non | | 2210 | |
| 40 | | 0,5 | 0,5 | 2,5 | | oui | | non | oui | | 2210 | |
| 42 | | | | 2 | | oui | | non | oui | | 2210 | |
| 43 | | | 2 | 1 | | non | | non | non | | 2210 | |
| 44 | 1 | 2 | 2,5 | | | oui | 0,5 | non | oui | | 2560 | 0,5 |
| 45 | 1 | | 3,5 | | | oui | 0,5 | non | oui | | 2560 | 0,5 |
| 46 | | 1 | | | | non | | non | non | | 2560 | |
| 47 | | 1 | 2 | 3 | | non | | non | non | 3 | 2560 | 2 |
| 49 | | | | | | non | | non | non | | 2560 | |
| 50 | | | | | | non | | non | non | | 2210 | |

Sensibilité économique en hiver

| zone | activités directement liées à la qualité de l'eau | | | | | activités bénéficiant de la proximité de la mer | | | |
|------|---|-------------|-----------|---------|----------------------|---|-----------------|----------------------|-------------|
| | activités marchandes | | | | | activités non-marchandes | | activités marchandes | |
| | pêche côtière | aquaculture | plaisance | plongée | sentiers sous-marins | baignade | pêche de loisir | hébergement | restaurants |
| 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 5 | | 2 | 1 | 1 |
| 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | | 4 | 4 | 4 |
| 7 | 5 | 5 | 4 | 3 | 1 | | 5 | 4 | 3 |
| 8 | 5 | 5 | 2 | 3 | 4 | | 2 | 3 | 3 |
| 10 | 5 | 4 | 4 | 3 | 1 | | 4 | 4 | 4 |
| 15 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | | 2 | 2 | 2 |
| 16 | 3 | 5 | 3 | 2 | 1 | | 5 | 2 | 2 |
| 18 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | | 3 | 2 | 2 |
| 19 | 3 | 3 | 4 | 5 | 1 | | 4 | 3 | 4 |
| 20 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | | 2 | 1 | 2 |
| 21 | 3 | 1 | 4 | 3 | 3 | | 3 | 4 | 4 |
| 22 | 1 | 4 | 3 | 5 | 3 | | 3 | 3 | 4 |
| 23 | 1 | 1 | 4 | 3 | 5 | | 3 | 3 | 2 |
| 24 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | | 2 | 2 | 4 |
| 26 | 2 | 1 | 5 | 3 | 1 | | 2 | 3 | 3 |
| 27 | 2 | 4 | 4 | 3 | 1 | | 2 | 4 | 3 |
| 28 | 2 | 5 | 5 | 4 | 3 | | 4 | 5 | 5 |
| 29 | 1 | 4 | 4 | 5 | 2 | | 5 | 5 | 5 |
| 30 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | | 4 | 4 | 3 |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| 32 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | | 2 | 2 | 2 |
| 34 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | | 2 | 1 | 2 |
| 39 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | | 1 | 1 | 2 |
| 40 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | | 1 | 1 | 1 |
| 42 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | | 1 | 1 | 2 |
| 43 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | | 1 | 2 | 1 |
| 44 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | | 1 | 2 | 2 |
| 45 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| 46 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| 47 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | | 1 | 1 | 2 |
| 49 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| 50 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 |

Évaluation monétaire des activités économiques par unité de surface des zones marines (été ; valeur euro pour 100 km², sauf pour l'hébergement et la restauration en euro/km²)

| zone | activités directement liées à la qualité de l'eau | | | | | activités bénéficiant de la proximité de la mer | | | |
|------|---|-------------|-----------|---------|----------------------|---|-----------------|----------------------|--------------|
| | activités marchandes | | | | | activités non-marchandes | | activités marchandes | |
| | pêche côtière | aquaculture | plaisance | plongée | sentiers sous-marins | baignade | pêche de loisir | hébergement | restauration |
| 1 | 72050 | 335 | 6640 | 3565 | 1504 | 8944 | 41336 | 491952 | 129273 |
| 2 | 11168 | 73 | 20033 | 3481 | 0 | 70394 | 56596 | 781447 | 516414 |
| 7 | 13364 | 3974 | 7317 | 1238 | 0 | 34611 | 30740 | 310818 | 138629 |
| 8 | 34025 | 12950 | 7054 | 2578 | 161 | 11513 | 37649 | 649878 | 301616 |
| 10 | 32975 | 3012 | 22754 | 1999 | 0 | 36560 | 44888 | 564808 | 467690 |
| 15 | 3499 | 0 | 5123 | 158 | 0 | 8652 | 3380 | 35328 | 45394 |
| 16 | 11745 | 18656 | 17702 | 2299 | 0 | 11409 | 31565 | 63222 | 222314 |
| 18 | 13847 | 0 | 7513 | 5213 | 34 | 3552 | 18171 | 76348 | 180548 |
| 19 | 14092 | 1914 | 38526 | 20795 | 0 | 9108 | 30703 | 333412 | 1201322 |
| 20 | 5524 | 0 | 9691 | 1519 | 50 | 1667 | 5323 | 39156 | 167463 |
| 21 | 7025 | 0 | 29040 | 3702 | 106 | 29680 | 47161 | 759932 | 659849 |
| 22 | 1044 | 4579 | 14267 | 6724 | 39 | 25261 | 16729 | 190969 | 738366 |
| 23 | 757 | 0 | 13887 | 1596 | 172 | 10517 | 11727 | 133797 | 92818 |
| 24 | 1179 | 0 | 14913 | 3175 | 123 | 27223 | 21385 | 355290 | 580003 |
| 26 | 3774 | 0 | 63775 | 4773 | 0 | 68349 | 46425 | 809292 | 569964 |
| 27 | 3533 | 7278 | 26573 | 3910 | 0 | 19307 | 55385 | 956432 | 459974 |
| 28 | 4392 | 16285 | 121508 | 7639 | 80 | 86746 | 80505 | 1492252 | 1910809 |
| 29 | 2362 | 8342 | 39687 | 11916 | 29 | 97485 | 116957 | 1892697 | 1865293 |
| 30 | 1931 | 0 | 35601 | 2798 | 0 | 45352 | 62370 | 868534 | 700991 |
| 31 | 545 | 0 | 2411 | 403 | 0 | 3397 | 945 | 14759 | 43392 |
| 32 | 1428 | 0 | 2989 | 1506 | 0 | 33885 | 11975 | 100470 | 272054 |
| 34 | 403 | 0 | 2159 | 693 | 0 | 20561 | 5861 | 49112 | 70650 |
| 39 | 1858 | 0 | 6950 | 3031 | 0 | 43725 | 13911 | 203083 | 394645 |
| 40 | 816 | 317 | 0 | 1160 | 20 | 10411 | 3211 | 53996 | 0 |
| 42 | 873 | 725 | 1839 | 563 | 0 | 5818 | 2448 | 41163 | 66450 |
| 43 | 816 | 761 | 2287 | 1519 | 5 | 12058 | 5689 | 92747 | 56746 |
| 44 | 1662 | 767 | 2825 | 2040 | 0 | 16146 | 5732 | 93438 | 225311 |
| 45 | 311 | 482 | 2261 | 1765 | 0 | 9195 | 1764 | 29967 | 32096 |
| 46 | 527 | 0 | 624 | 677 | 0 | 1845 | 3720 | 63188 | 43878 |
| 47 | 816 | 139 | 3575 | 2398 | 17 | 7543 | 5471 | 92057 | 116347 |
| 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6952 | 3556 | 55540 | 18884 |
| 50 | 273 | 0 | 8058 | 0 | 0 | 10830 | 4048 | 63222 | 20232 |

Évaluation monétaire des activités économiques par unité de surface des zones marines (hiver ; euro pour 100 km², sauf pour l'hébergement et la restauration en euro/km²)

| zone | activités directement liées à la qualité de l'eau | | | | | activités bénéficiant de la proximité de la mer | | | |
|------|---|-------------|-----------|---------|----------------------|---|-----------------|----------------------|--------------|
| | activités marchandes | | | | | activités non-marchandes | | activités marchandes | |
| | pêche côtière | aquaculture | plaisance | plongée | sentiers sous-marins | baignade | pêche de loisir | hébergement | restauration |
| 1 | 23949 | 111 | 5751 | 1185 | 500 | | 4173 | 41716 | 41667 |
| 2 | 3724 | 24 | 15317 | 1161 | 0 | | 3731 | 150987 | 172336 |
| 7 | 4452 | 1324 | 6767 | 412 | 0 | | 3926 | 93591 | 46658 |
| 8 | 11325 | 4310 | 6602 | 858 | 53 | | 991 | 156375 | 100575 |
| 10 | 10997 | 1004 | 20123 | 667 | 0 | | 4376 | 210355 | 156250 |
| 15 | 1166 | 0 | 4150 | 53 | 0 | | 739 | 11782 | 14815 |
| 16 | 3918 | 6224 | 17027 | 767 | 0 | | 9662 | 40003 | 74689 |
| 18 | 4606 | 0 | 7076 | 1734 | 11 | | 4843 | 41937 | 58537 |
| 19 | 4698 | 638 | 36934 | 6933 | 0 | | 6469 | 234084 | 402985 |
| 20 | 1841 | 0 | 5036 | 506 | 17 | | 1176 | 10986 | 56380 |
| 21 | 2346 | 0 | 25070 | 1236 | 36 | | 2731 | 269552 | 221344 |
| 22 | 348 | 1526 | 10749 | 2241 | 13 | | 2665 | 111033 | 246418 |
| 23 | 252 | 0 | 10287 | 532 | 57 | | 1482 | 23504 | 31655 |
| 24 | 393 | 0 | 13265 | 1058 | 41 | | 775 | 35269 | 194175 |
| 26 | 1261 | 0 | 53461 | 1595 | 0 | | 1479 | 133843 | 191589 |
| 27 | 1178 | 2427 | 25111 | 1304 | 0 | | 2274 | 320079 | 152838 |
| 28 | 1466 | 5437 | 111778 | 2550 | 27 | | 9488 | 701623 | 635870 |
| 29 | 787 | 2779 | 38374 | 3969 | 10 | | 17959 | 934637 | 620833 |
| 30 | 642 | 0 | 33887 | 931 | 0 | | 10482 | 429504 | 232143 |
| 31 | 182 | 0 | 966 | 134 | 0 | | 6 | 1041 | 14173 |
| 32 | 477 | 0 | 2068 | 502 | 0 | | 2011 | 30268 | 91873 |
| 34 | 134 | 0 | 1235 | 231 | 0 | | 879 | 4855 | 24351 |
| 39 | 617 | 0 | 3515 | 1007 | 0 | | 255 | 43301 | 132743 |
| 40 | 272 | 106 | 0 | 387 | 7 | | 27 | 5278 | 0 |
| 42 | 291 | 242 | 738 | 188 | 0 | | 21 | 4023 | 22642 |
| 43 | 272 | 254 | 1385 | 506 | 2 | | 90 | 17685 | 17804 |
| 44 | 553 | 255 | 1517 | 679 | 0 | | 90 | 17791 | 74627 |
| 45 | 104 | 161 | 1281 | 588 | 0 | | 7 | 1417 | 11278 |
| 46 | 176 | 0 | 446 | 226 | 0 | | 15 | 2991 | 15873 |
| 47 | 272 | 46 | 1702 | 798 | 6 | | 42 | 8510 | 38877 |
| 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 21 | 3912 | 5917 |
| 50 | 91 | 0 | 3941 | 0 | 0 | | 24 | 4467 | 6757 |

8.4.4 SENSIBILITÉ GLOBALE

| Zone | Sensibilité physique | Sensibilité écologique | Sensibilité économique été | Sensibilité économique hiver | Sensibilité globale été | Sensibilité globale hiver |
|------|----------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 7 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 8 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 10 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 15 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 16 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 18 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 19 | 5 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 20 | 5 | 4 | 1 | 2 | 4 | 5 |
| 21 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 22 | 5 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 23 | 4 | 5 | 3 | 2 | 5 | 5 |
| 24 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 |
| 26 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 27 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 1 |
| 28 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 29 | 4 | 1 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 30 | 2 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| 31 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 32 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 34 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 39 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 40 | 4 | 5 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| 42 | 4 | 5 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| 43 | 5 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 44 | 5 | 5 | 2 | 2 | 5 | 5 |
| 45 | 4 | 4 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 46 | 4 | 5 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| 47 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 49 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 50 | 4 | 4 | 1 | 1 | 3 | 3 |