



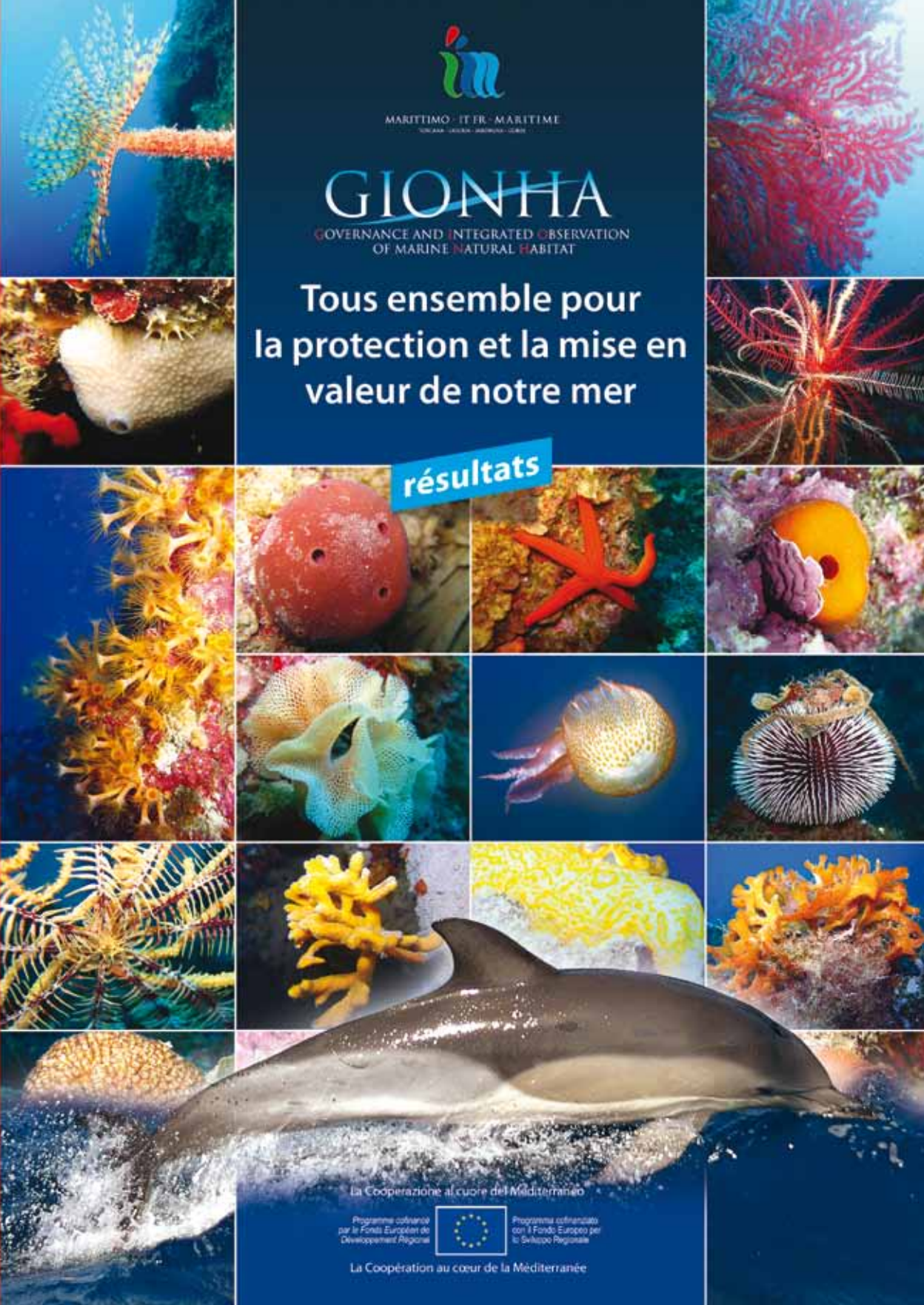
MARITIMO · IBER · MARITIME
TUNISIA · LIGURIA · SARDEGNA · CORSE

GIONHA

GOVERNANCE AND INTEGRATED OBSERVATION
OF MARINE NATURAL HABITAT

**Tous ensemble pour
la protection et la mise en
valeur de notre mer**

résultats



La Cooperazione al cuore del Mediterraneo

Programma cofinanziato
dal Fondo Europeo di
Sviluppo Regionale



Programma cofinanziato
dal Fondo Europeo per
lo Sviluppo Regionale

La Coopération au cœur de la Méditerranée

**Tous ensemble pour
la protection et la mise en
valeur de notre mer**

résultats

GIONHA
GOVERNANCE AND INTEGRATED OBSERVATION
OF MARINE NATURAL HABITAT



MARITTIMO - IT FR - MARITIME
TOSCANA - LIGURIA - SARDEGNA - CORSE

GIONHA
GOVERNANCE AND INTEGRATED OBSERVATION
OF MARINE NATURAL HABITAT

Tous ensemble pour la protection et la mise en valeur de notre mer

résultats

la cooperazione al cuore del Mediterraneo

Programme cofinancé
par le Fonds Européen de
Développement Régional



Programma cofinanziato
con il Fondo Europeo per
lo Sviluppo Regionale

la coopération au coeur de la Méditerranée



ARPAT
Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana



Regione Toscana



REGIONE LIGURIA



**REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA**



**Provincia
di Livorno**

Tous ensemble pour la protection et la mise en valeur de notre mer. Le résultats

Partenaires du Projet:

ARPAT - Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana (capofila)

OEC - Office de l'Environnement de la Corse

Regione Liguria - Dipartimento Ambiente

Regione Autonoma della Sardegna - Assessorato alla Difesa dell'ambiente - Servizio Tutela della natura

Provincia di Livorno - U.S. Pianificazione, Difesa del Suolo e delle Coste

Sous la direction de:

G. Licitra, F. Serena, C. Mancusi, C. Grazzini - ARPAT

Groupe de travail:

G. Licitra, F. Serena, C. Mancusi, C. Grazzini - ARPAT

M. Cancemi, J.M. Culioli, M.C. Santoni - OEC

I. Fasce, E. Montepagano - Regione Liguria

L. Angius, E. Secci, P. Pala - Regione Autonoma della Sardegna

M. Tognotti, E. Ricevuto, N. Rossi - Provincia Livorno

Traduction: *Sacha Lomnitz* - NTL, Firenze

Il est possible de consulter les rapports techniques et scientifiques relatifs aux thèmes traités dans la publication sur le site www.gionha.eu/risorse.

© ARPAT 2012

Coordination éditoriale: S. Angiolucci, G. Rossi, ARPAT

Achevé d'imprimer sur les presses de la Tipolitografia Contini, Sesto Fiorentino

Conception graphique: noé

Photographies: ARPAT, OEC, Regione Liguria, Regione Autonoma della Sardegna, Provincia di Livorno, Artescienza, Parco Regionale di Porto Conte (SS)
ISBN 978-88-96693-99-4

Imprimé sur papier ayant obtenu le label écologique de l'Union européenne – Ecolabe

Remerciements

Collaboration et consultations techniques et scientifiques :

Acquario di Genova

Aree marine protette di "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre", "Tavolara - Punta Coda Cavallo", "Capo Carbonara", "Capo Caccia - Isola Piana"

CNR - Istituto di acustica e sensoristica "Corbino"

Centre Régional de Documentation

Pédagogique de Corse - CRDP

CORES onlus Cooperativa etico solidale

Geopolaris s.r.l.

Liguria Ricerche S.p.A.

MULTIMAGE

Naturalia Moulage France

Osservatorio Ligure Pesca Ambiente - OLPA

Osservatorio Toscano dei Cetacei - Regione Toscana

Parco nazionale "Arcipelago di La Maddalena"

Pelagos, società cooperativa a r.l.

Platybus s.r.l.

Promo PA Fondazione

Università degli Studi di Genova - Dip.to per lo

Studio del Territorio e delle sue Risorse

Università degli Studi di Padova - Dip.to di

Sanità pubblica, Patologia comparata, Igiene veterinaria

Università degli Studi di Pavia - CIBRA

Università degli Studi di Sassari - Facoltà di Medicina veterinaria

Università degli Studi di Siena - Dip.to di

Scienze ambientali

Collaborations externes :

Accademia navale di Livorno

CIBM

Guardia costiera, Direzione marittima di Livorno

Museo di Storia naturale e del Territorio -

Università degli Studi di Pisa

NURC

Services de communication :

HT&T srl

Meridiana Events & Education

noé snc

Nuovo Traduttore Letterario s.c.

Présentation

L'environnement marin est un élément indispensable à la vie sur terre: réservoir de biodiversité, il joue un rôle déterminant dans les équilibres climatiques et s'avère aussi être un important facteur de prospérité économique. La sauvegarde des écosystèmes marins fait l'objet de la Stratégie pour le milieu marin (*Marine Strategy*) de l'Union européenne, qui vise à lutter contre la détérioration progressive des habitats marins.

Au moyen du Programme de coopération transfrontalière Italie/France «Maritime» 2007-2013, les quatre régions qui bordent le Sanctuaire Pelagos ont lancé le Projet GIONHA (Governance and Integrated Observation of marine Natural Habitat), dont l'objectif est de favoriser la tutelle et la sauvegarde de l'écosystème de la plus grande aire marine protégée de la Méditerranée.

Dans ce but, l'Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana (ARPAT – Agence régionale pour la protection de l'environnement de la Toscane), en tant que chef de file, l'Office de l'Environnement de la Corse, la Région Ligure, la Région autonome de Sardaigne et la Province de Livourne – en tant qu'acteurs de la mise en œuvre du projet – ont collaboré à la réalisation de nombreuses activités techniques et scientifiques qui visaient à approfondir la connaissance de l'état écologique de l'aire marine et à promouvoir des instruments et des actions de sensibilisation pour sa sauvegarde.

On a de nouveau pu constater que la complexité et la richesse de l'écosystème du Sanctuaire Pelagos exigent une approche écosystémique de la gestion des ressources marines et des activités humaines qui y exercent diverses pressions. Le Projet GIONHA a défini un parcours précis qui a permis de connaître l'état écologique de l'aire transfrontalière afin de mettre au point des politiques maritimes avisées à l'échelle de la région et des sous-régions marines, conformément à la stratégie communautaire de la *Marine Strategy*.

La présente publication propose une synthèse des multiples activités qui ont été menées dans le cadre du projet au cours des trois dernières années. Les diverses activités visaient à analyser les relations sociales, économiques et environnementales qui ont une incidence sur les habitats marins et côtiers, ainsi que sur la présence des cétacés et des tortues marines dans l'aire transfrontalière.

Giovanni Barca
Directeur général de l'ARPAT

	Objectifs et résultats du Projet GIONHA	5
pressions	Pressions: sources de nuisance sur l'habitat marin-côtier	
	Pêche	8
	Pollution acoustique sous-marine	10
	Déchets anthropiques en mer	12
état	État de l'habitat marin-côtier transfrontalier - Méthodologies	
	Suivi de l'habitat marin: <i>Posidonia oceanica</i>	16
	Suivi de la pollution acoustique	18
	Modélisation des Réseaux trophiques	20
	Photo-identification des cétacés	24
	Suivi des échouages de cétacés et de tortues	26
état	État de l'habitat marin-côtier transfrontalier – Résultats du suivi	
	État de santé de l'habitat marin	32
	La cartographie de la <i>Posidonia oceanica</i> en Toscane	36
	Cartographie des déchets	40
	Cartographie de la route suivie par les navires dans la mer Tyrrhénienne septentrionale	42
	Abondance de la population de grands dauphins: estimations numériques et répartition spatiale dans l'aire transfrontalière	44
	Plate-forme INTERCET	46
	La base de données du Projet GIONHA	48
impacts	Impacts sur l'habitat marin-côtier	
	Réduction de la biodiversité marine	52
	État de santé des populations de cétacés et de tortues	54
	Effets de la pollution acoustique sur les cétacés	56
réponses	Réponses: instruments vivant la sauvegarde et la gestion	
	Méthodologies et actions visant la réduction des impacts	60
	Actions pilotes visant la réduction des impacts. Collecte des déchets sur les fonds marins de la Mer Ligure	62
	Modèle prévisionnel relatif au déplacement de la limite supérieure de l'herbier de <i>Posidonia oceanica</i> en fonction de l'hydrodynamique côtière	64
	Protocole d'intervention pour la récupération des tortues marines et cétacés	68
	Actions de sensibilisation. «Mer et fonds marins propres»	70
	Actions de sensibilisation. «L'homme et le dauphin»	72
	Actions de sensibilisation. Campagnes d'information sur le sauvetage, la récupération et la mise en valeur dans les musées des cétacés et des tortues marines	76
	Actions de sensibilisation. «La Journée de la Baleine»	80
	Focus	
	Le grand dauphin et la tortue caouanne, indicateurs biologiques à l'appui de la tutelle et de la mise en valeur de l'environnement marin. Perspectives d'avenir	82

Objectifs et résultats du Projet GIONHA

Le Projet de coopération transfrontalière GIONHA (Governance and Integrated Observation of marine Natural Habitat) encourage la tutelle et la mise en valeur de l'écosystème marin et côtier de l'aire marine protégée la plus vaste de la Méditerranée: le Sanctuaire Pelagos.

Conformément à la Directive cadre de l'Union européenne sur la stratégie pour le milieu marin (DIR 2008/56/CE), qui encourage une utilisation durable des mers et vise à obtenir, d'ici à 2012, un bon état écologique des écosystèmes marins, le Projet GIONHA s'est fixé les objectifs suivants:

- approfondir la connaissance de la situation environnementale de l'aire marine et côtière transfrontalière (corse, ligurie, toscane et sarde), en particulier en ce qui concerne l'état et l'évolution des habitats sensibles qui s'y trouvent (herbiers de la phanérogame marine *Posidonia oceanica*) et des espèces marines protégées (cétacés et tortues);
- mettre en œuvre l'évaluation des pressions et des impacts qui ont pour origine les activités humaines, en particulier la pêche, la présence de déchets et la pollution acoustique sous-marine;
- promouvoir une action de sensibilisation des opérateurs et des usagers de la mer, ainsi qu'un projet d'éducation environnementale destiné aux jeunes générations, dont le but est de mettre en place une collaboration commune permettant de diffuser la culture de sauvegarde de notre mer.

Dans le cadre des activités du projet, on a analysé le niveau des principales pressions qui pèsent de façon critique sur l'écosystème (déchets et pollution acoustique sous-marine), ainsi que l'état des indicateurs biologiques les plus significatifs en prenant pour base certains des onze descripteurs qualitatifs présents dans la liste des exigences de la Directive afin d'arriver à un bon état écologique d'une région marine. On a en outre expérimenté certains outils utiles aux activités de suivi et d'appui technique, qui permettent une évaluation continue de l'état écologique de l'aire, notamment les instruments suivants:

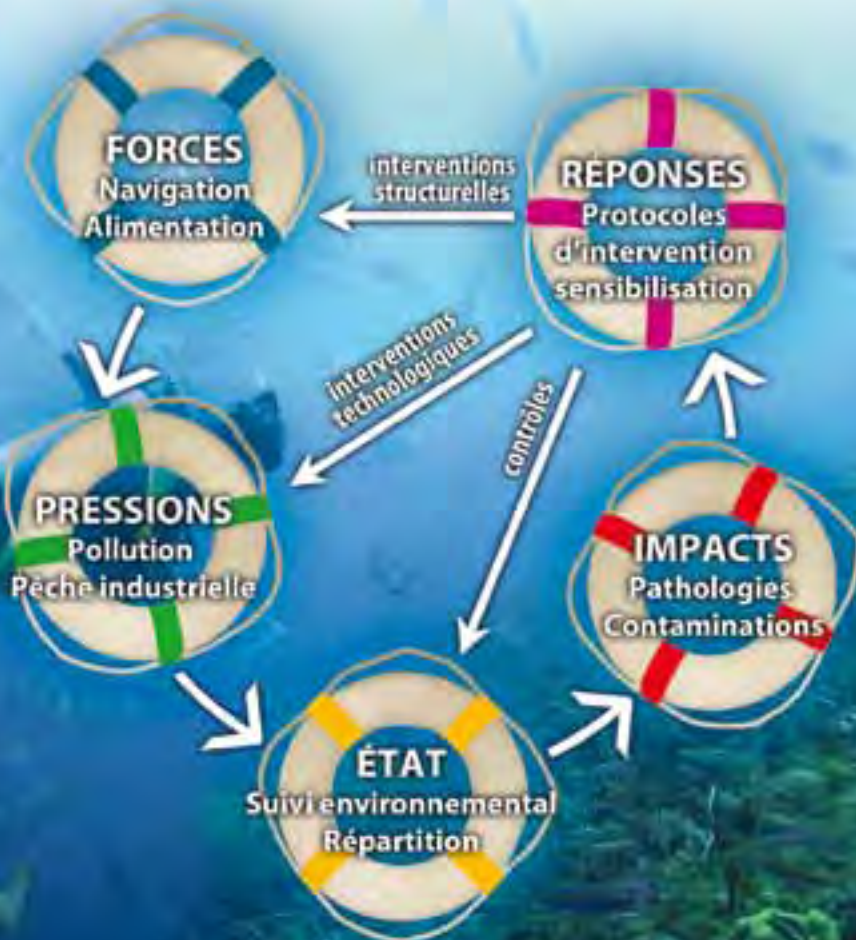
- modèles pour la gestion et la sauvegarde des prairies de posidonies;
- lignes directrices pour la réduction des impacts, accompagnées d'actions pilotes visant la réduction des déchets sur les fonds marins;
- base de données géo-référencées sur les données collectées relatives à la flore, à la faune et aux principales sources de perturbation;
- plateforme web – Intercet – visant à créer un réseau de mise en commun des données sur les mammifères marins présents dans l'aire.

Les activités menées dans le cadre du Projet GIONHA ont été centrées sur l'étude du rôle des grands vertébrés (des cétacés et des tortues marines en particulier) en tant qu'indicateurs significatifs du bon état sanitaire de l'aire marine transfrontalière. Un des principaux objectifs a été de quantifier la présence des mammifères

marins dans l'aire et d'enregistrer leurs déplacements (notamment en relation à la disponibilité d'aliments) afin de reconstruire le réseau trophique au moyen de l'étude des habitudes des organismes marins concernés à différents niveaux, dans une réalité où les mammifères se trouvent au sommet de la chaîne alimentaire. Au moyen d'activités d'information, on a aussi voulu définir et mettre en commun des protocoles d'intervention pour la récupération et le sauvetage des cétacés et des tortues en difficulté, avec la collaboration de ceux qui, à divers titres, travaillent à la récupération et à l'étude des exemplaires échoués.

Le thème de la relation «homme-dauphin» a en outre été le fil conducteur des activités de sensibilisation et du projet didactique dans lequel de nombreux établissements scolaires de l'aire transfrontalière se sont engagés.

Les résultats du projet sont illustrés dans cette publication suivant la logique du modèle DPSIR (*Driver-Pressures-State-Impacts-Response*, c'est-à-dire «Forces motrices-Pressions-État-Impacts-Réponses») qui permet de représenter, au moyen d'une approche écosystémique, les relations de cause à effet entre les actions de l'homme et l'état sanitaire de l'écosystème. Dans le cas du Projet GIONHA, il s'agit des relations sociales, économiques et environnementales qui ont une incidence sur la présence des cétacés et des tortues marines dans l'aire transfrontalière.





***Sources de nuisance
sur l'habitat
marin-côtier***



Au fil des siècles, les activités anthropiques ont commencé à faire partie des principales causes de modification des écosystèmes marins et ont parfois eu des effets catastrophiques. Outre les phénomènes de pollution produits par des rejets de natures diverses, il faut aussi prendre en compte l'activité de pêche qui agit directement sur les espèces marines en modifiant profondément leur abondance et la dynamique des populations.

Dans l'habitat marin, la pêche professionnelle est la plus importante activité de prélèvement d'organismes, que ce soit la pêche au chalut de fond, celle qui consiste à poser des filets à proximité des côtes ou celle pratiquée à l'aide de sennes tournantes qui ciblent les poissons pélagiques.

Dans l'aire du Sanctuaire de Pelagos, on estime que 15000 tonnes de poisson sont pêchées chaque année (3700 tonnes en Ligurie, 10600 tonnes en Toscane et moins de 1000 tonnes en Corse, auxquelles on peut ajouter plus de 8100 tonnes en Sardaigne). L'activité de pêche est réalisée au moyen d'une flottille d'environ 2000 bateaux. Il s'agit essentiellement d'embarcations de petites dimensions, qui font en moyenne moins de 10 m de long et qui ne dépassent que très rarement 30 m.

Il s'agit donc typiquement d'une pêche artisanale, même si les engins utilisés entrent dans les trois typologies classiques: chalutage (chalut de fond allant jusqu'à 400-500 m de profondeur), pêche artisanale (palangres, nasses et divers filets tramails ou monofilament) et encerclement à l'aide de lamparos (sennes tournantes souvent utilisées de nuit avec des projecteurs pour encercler et emprisonner les bancs de poissons). Parmi les 200 espèces habituellement pêchées, exception faite des poissons



Un rouget de roche pêché au moyen d'un filet tramail

bleus (anchois, sardines et maquereaux) qui sont capturés à l'aide de sennes tournantes, les principales prises sont constituées de merlans, de cigales de mer, de seiches et de rougets. À certaines périodes de l'année, des captures particulières peuvent atteindre des niveaux très élevés; c'est par exemple le cas du rouget et du poulpe musqué. On le vérifie à l'automne pour le rouget, quand l'espèce se concentre dans la zone côtière. Les plus grandes prises de poulpe musqué ont lieu à la fin du printemps et pendant l'été dans des eaux plus profondes, entre 60 et 100 m.

Dans des eaux encore plus profondes, au-delà de 200 m, l'espèce la plus importante, notamment du point de vue commercial, est la langoustine, qui peut représenter 40 % des espèces débarquées, suivie des crevettes et d'autres espèces à la valeur commerciale inférieure comme la mostelle et le merlan bleu. Parmi les espèces qui vivent sur les fonds, la sole est le poisson le plus recherché. On note aussi d'importantes captures de raies, de flétans et de lottes dans des endroits précis.

En ce qui concerne la pêche artisanale, en particulier celle qui est la plus répandue au filet tramail, les rascasses représentent environ 20% des captures, suivies des seiches (17%) et du poulpe de roche (17%). Avec le filet monofilament, environ 27% des captures sont constituées de mulets, 15% de saupes et 8% de marbrés. Les espèces les plus capturées au moyen de palangres sont les sars, les merlus, les dentés, les pageots, les dorades grises, les congres, les grondins et les homards. Celles qui le sont le plus à l'aide de nasses sont les seiches, les poulpes, les langoustes et les homards. Les congres, les murènes, les serranidés et les sparidés peuvent faire l'objet de prises accessoires.

Même si la flottille de pêche a pratiquement été divisée par deux au cours des 20 dernières années, le niveau de captures n'a pratiquement pas varié, ce qui s'explique d'une part parce que les embarcations et les engins de pêche sont plus efficaces, et d'autre part parce que les populations de certaines espèces, qui étaient sans aucun doute surexploitées, ont pu se reconstituer.

Il faut enfin rappeler que l'action de la pêche a aussi une influence directe ou indirecte sur les populations d'espèces qui ne présentent aucun intérêt alimentaire ou commercial. L'utilisation illégale du chalut peut par exemple déplacer ou détruire sans discernement de nombreux organismes de la flore et de la faune qui vivent sur les fonds dans les zones côtières.



Produits de la pêche: sèches, rougets et merlus

L'environnement marin est un élément indispensable à la vie sur terre: réservoir de biodiversité, il joue un rôle déterminant dans les équilibres climatiques et s'avère aussi être un important facteur de prospérité économique.

La mer Méditerranée est un système complexe du point de vue acoustique: elle se caractérise par une grande diversité de signaux sonores, qui diffèrent quant à leur intensité, leurs caractéristiques spectrales, leur durée, etc.

Les sources sonores peuvent être classifiées, du point de vue de leur qualité, en deux groupes:

- sources naturelles,
- sources anthropiques.

Les sources naturelles, comme le vent, la pluie ou l'activité sismique et volcanique, occupent une vaste portion du spectre sonore, avec des fréquences caractéristiques qui vont de quelques Hz seulement jusqu'à des centaines de kHz.

Les sources anthropiques sont quant à elles différenciées en deux types, selon leur façon de libérer l'énergie sonore:

- sources impulsives (sonars, recherches géo-sismiques, etc.),
- sons continus (trafic naval).

Dans le cas des sources impulsives, l'énergie acoustique est relâchée très rapidement et à des niveaux plutôt élevés dont la valeur maximale peut dépasser 230 dB re 1 μ Pa @ 1m (re 1 μ Pa @ 1m = relatif à 1 μ Pa à 1 m de la source). Les sonars sont des systèmes qui permettent d'introduire volontairement l'énergie acoustique dans le milieu marin dans un but d'étude, afin d'obtenir des informations sur les objets présents dans la colonne d'eau, sur les fonds ou dans les sédiments marins. D'un point de vue pratique, en ce qui concerne la tutelle des mammifères marins, les sonars les plus dangereux sont les sonars actifs, c'est-à-dire les systèmes qui, à la différence des sonars passifs, émettent une énergie acoustique de haute intensité (jusqu'à 200 dB re 1 μ Pa @ 1m) et reçoivent l'énergie qui est renvoyée par les objets éventuellement présents. En ce qui concerne le spectre de fréquence, on va des sonars à basse fréquence (< 1 kHz) jusqu'à ceux à moyenne fréquence (1-20 kHz) et à haute fréquence (> 20 kHz). Les recherches géo-sismiques menées sur les sédiments marins sont réalisées au moyen de batteries de canons à air comprimé, qui sont tirées à une profondeur comprise entre 4 et 10 m, alors que la chaîne qui sert au relevé des signaux réfléchis est placée à environ 12 m de profondeur et à quelques km des sources sonores. Chaque canon à air comprimé est en mesure de produire une série d'impulsions sonores (niveaux: 215-230 dB re 1 μ Pa @ 1m; fréquences: 10-300 Hz) qui peuvent couvrir des aires allant jusqu'à 50-75 km (dans des eaux de 20 à 25 m de profondeur). Les systèmes acoustiques utilisés pour éloigner les mammifères marins des filets, dans lesquels les animaux pourraient être pris au piège, sont d'autres sources impulsives. Ils émettent des signaux acoustiques d'un niveau proche de 130-150 dB re 1 μ Pa @ 1m.

Les opérations de dragage ont elles aussi des effets importants: les sons produits (de 122 à 131 dB re 1 μ Pa @ 1m) sont en mesure de se répandre à plusieurs kilomètres de leur source. Les sources continues génèrent au contraire un bruit diffus et surtout en mesure d'altérer sensiblement le niveau du bruit de fond dans le champ des basses fréquences (jusqu'à 100 Hz).

L'énergie sonore produite par le trafic naval ne peut pas être limitée à une aire particulière car les basses fréquences émises par les embarcations, en présence de canaux de focalisation, peuvent se propager à une assez grande distance de leur source. Les aires côtières sont les zones où le bruit anthropique atteint le niveau le plus élevé (valeurs proches de 100 dB et jusqu'à 150 dB re 1 μ Pa @ 1m à proximité des ports) à cause d'un trafic naval intense (navires de pêche, bateaux de tourisme et embarcations commerciales). Environ 90 pour cent de l'énergie sonore que l'homme émet dans l'environnement marin est produit par les systèmes de propulsion des embarcations, dont le spectre est contenu dans un intervalle inférieur à 1 kHz. Les dimensions de l'embarcation, la vitesse et l'efficacité des composants mécaniques des moteurs sont tous des facteurs qui déterminent le niveau d'ensemble de bruit produit.

Plusieurs études ont mis en évidence que le bruit lié à la composante navale a augmenté de 16 dB environ au cours des cinquante dernières années, accompagnant ainsi la forte croissance du trafic (aussi bien du point de vue du nombre d'embarcations dans l'ensemble que du tonnage total).

Le Projet GIONHA a développé le thème de la pollution acoustique dans les milieux marins en analysant en détail le bruit produit par le trafic naval, afin de pouvoir définir, conformément aux indications communautaires, des zones éventuellement critiques pour les mammifères marins qui peuplent l'aire marine de la mer Tyrrhénienne septentrionale.

Des déchets et divers détritiques macroscopiques d'origine humaine ont été relevés dans la mer Ligure et la mer Tyrrhénienne septentrionale au moyen de campagnes de pêche scientifique menées à l'aide chaluts. La distribution, l'abondance et la nature des déchets correspondent aux routes que suivent les navires et indiquent par conséquent qu'il faut encore consentir des efforts pour réduire ce type de pollution marine. Outre la présence de plastique, de bouteilles, de boîtes et d'objets divers, on a relevé ces dernières années d'autres situations critiques et dangereuses liées à l'immersion (*dumping*), volontaire ou accidentelle, de containers et de fûts toxiques dans la zone de pêche de l'espace marin toscan.

La Commission générale des pêches pour la Méditerranée (CGPM) de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) affirme que plus de 6 millions de tonnes de matériaux solides et dangereux d'origine humaine sont jetées chaque année dans les mers du monde entier: ce sont en majorité des polluants d'origine industrielle, mais une bonne part du plastique et des déchets persistants provient des bateaux et d'actions de *dumping* (immersion volontaire de navires ou d'engins de pêche devenus inutilisables).

Les informations sur la qualité et la quantité des déchets présents sur le fond marin sont en général pauvres ou limitées à des aires très restreintes, qui sont utilisées pour des types de pratiques spécifiques de *dumping*. Cela est dû au coût très élevé des échantillonnages, surtout à partir de certaines profondeurs, par exemple à 500-800 mètres de profondeur. Pour contourner ce problème, une solution pourrait être de collecter les données alors que l'on réalise des échantillonnages marins à d'autres fins, par exemple au cours des campagnes de pêche scientifique qui visent le suivi de la faune marine.

Sur les fonds des zones de pêche dans la mer toscane, si on exclut les nombreuses épaves de navires ayant coulé pendant des tempêtes ou bien à cause des guerres, on relève malgré tout une présence préoccupante de divers résidus de la seconde guerre mondiale : bombes aériennes, mines, ogives, cartouches, ou plus fréquemment chariots pour le transport des mines, que les pêcheurs retrouvent parfois encore dans leurs chaluts et qui, au-delà du risque environnemental qu'ils représentent, constituent un sérieux problème technique pour l'activité de pêche.

Matériel et méthodes utilisés

De 1985 à 2010, pour le compte du Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (ministère des politiques agricoles, alimentaires et forestières) ou de l'Union européenne, plus de 50 campagnes de pêche ont été réalisées dans la mer Ligure et la mer Tyrrhénienne afin d'évaluer l'abondance et le niveau d'exploitation des poissons présents sur les fonds marins. Au moyen d'un bateau de pêche traditionnel et d'un simple chalut commercial, plus de 2000 pêches ont été réalisées dans l'aire du Sanctuaire Pelagos, entre la ligne côtière et une profondeur de 800 mètres. Chaque



Puisque la répartition statistique des quantités de déchets est d'un type log-normal prononcé (voir la figure), c'est-à-dire que les déchets sont en général en petites quantités (quelques kg) et rarement en quantités exceptionnelles (quintaux ou tonnes), on a utilisé, pour le calcul, la moyenne géométrique et non la moyenne arithmétique qui est plus commune. Enfin, la distribution de l'abondance a été cartographiée au moyen des algorithmes de kriging en utilisant des programmes SIG, suivant une technique habituellement réalisée pour cartographier la présence des poissons.

A histogram showing the frequency of stations across different classes on a logarithmic scale. The x-axis is labeled 'Classes en Kg/Km² (échelle logarithmique)' and has major ticks at 0,1, 0,2, 0,4, 0,6, 1,0, 1,6, 2,7, 4,5, 7,4, 12, 20, 33, 55, 90, 148, 245, 403, 665, 1097, 1808, and 2981. The y-axis is labeled 'Fréquence (nombre de stations)' and ranges from 0 to 60. The histogram bars are teal. A blue normal distribution curve is overlaid on the histogram, peaking at approximately 40 for the class 12.

14



*État de l'habitat
marin-côtier
transfrontalier*

Méthodologies



état

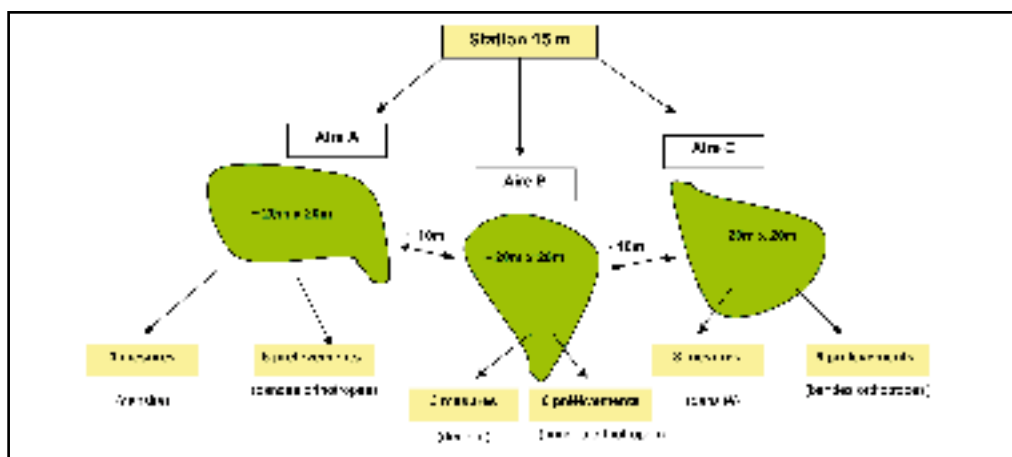
Suivi de l'habitat marin: *Posidonia oceanica*

Le suivi marin-côtier de la Toscane a commencé en 1997, conformément à la loi 979/82, et se poursuit encore aujourd'hui selon des modalités différentes. En outre, depuis juin 2001, les méthodologies en la matière ont été actualisées conformément au décret législatif 152/99, et à ses modifications ultérieures (152/06), et au décret ministériel n° 56 du 14 avril 2009. Avec la publication de la Délibération no 100 du 8 février 2010, la région Toscane a en outre approuvé le nouveau réseau de suivi des milieux aquatiques toscans conformément à la Directive européenne 2000/60.

Le suivi de la façade littorale, effectué avec le navire océanographique «Poseidon» de l'Agence, prévoit des échantillonnages dans la colonne d'eau pour des activités de recherche sur les paramètres physico-chimiques (chlorophylle, température, transparence, oxygène, azote total, ammoniac, salinité, turbidité, pH, phosphates, nitrites, nitrates, phosphore total, silicates, acide isophtalique, diphényle polychloré, titanate de tétrabutyle, bromophénols, métaux), sur le biote (plancton, coralligène et macro algues, benthos, prairies de *Posidonia oceanica* et mytilidés) et sur les sédiments (granulométrie, métaux, acide isophtalique, diphényle polychloré, titanate de tétrabutyle, bromophénols, carbone organique total). L'objectif du suivi est d'établir un cadre général cohérent et exhaustif de l'état écologique et chimique des eaux à l'intérieur de chaque bassin hydrographique, y compris les eaux marines et côtières de la compétence du district hydrographique dans lequel se déverse ce même bassin et permettre la classification de tous les milieux aquatiques.

Sur la base du Décret 152/06, on a défini deux régimes de suivi:

- de surveillance (SORV): pour les milieux aquatiques qui ne sont pas à risque (NAR) ou probablement à risque (PR).
- opérationnel (OP): pour les milieux aquatiques à risque.



Stratégie d'échantillonnage hiérarchique, nécessaire au suivi de *Posidonia oceanica* sur la station de 15 m.

En accord avec la région Toscane, l'ARPAT a effectué en 2010 le suivi *opérationnel* de 3 milieux aquatiques à risque (3 stations) et le suivi de *surveillance* de 8 milieux aquatiques probablement à risque (10 stations).

Les paramètres biologiques étudiés (biote) sont le phytoplancton, les macro-invertébrés benthoniques, les macro algues, le coralligène et l'angiosperme (*P. oceanica*). La détermination des paramètres relatifs aux différentes matrices est réalisée en respectant les méthodes officielles. La classification est effectuée sur la base de l'évaluation des Éléments de qualité biologique (EQB), des éléments physico-chimiques, chimiques (polluants spécifiques) et hydro-morphologiques. Le nouveau plan de suivi, qui a débuté en février 2010, a prévu des lieux d'échantillonnage placés à l'intérieur de 19 transects. En particulier, on peut voir la stratégie d'échantillonnage de *P. oceanica* sur la figure.

Au total, on effectue donc 9 mesures de densité et 3 mesures de recouvrement et on prélève 18 bandes orthotropes. Le descripteur synthétique le plus utilisé pour définir une prairie est la densité, qui est entendue comme le nombre de bandes feuillues au mètre carré, c'est-à-dire, de façon intuitive, le nombre de plantes par mètre carré. La mesure de la densité est effectuée en comptant les faisceaux présents à l'intérieur de carrés de 40 cm de côté situés à une profondeur de 15 m.

RQE	ÉTAT ÉCOLOGIQUE	CONDITIONS DE RÉFÉRENCE
1 - 0,775	ÉLEVÉ	Surface foliaire du faisceau 310 cm ² faisceau ⁻¹
0,774 - 0,550	BON	Biomassé épiphytes/Biomasse foliaire 0
0,549 - 0,325	MOYEN	Profondeur limite inférieure 38 m
0,324 - 0,100	INSUFFISANT	Densité 599 faisceaux m ⁻²
< 0,100 - 0	MAUVAIS	

Pour l'EQB *P. oceanica*, on applique l'indice PREI (*Posidonia oceanica* Rapid Easy Index). L'indice PREI comprend le calcul de cinq descripteurs: la densité de la prairie (faisceaux m⁻²), la surface foliaire du faisceau (cm² faisceau⁻¹), le rapport entre la biomasse des épiphytes (mg faisceau⁻¹) et la biomasse foliaire du faisceau (mg faisceau⁻¹), la profondeur de la limite inférieure et la typologie de la limite inférieure. La densité de la prairie, la surface foliaire du faisceau et le rapport entre la biomasse des épiphytes et la biomasse foliaire sont évalués à la profondeur standard de 15 m, sur substrat sablonneux. La valeur de l'indice PREI varie entre 0 et 1. Le résultat final de son application ne fournit pas une valeur absolue, mais directement le rapport de qualité écologique. Dans le système de classification, le mauvais état correspond à une «non survie» récente de *P. oceanica*, c'est-à-dire à sa disparition depuis moins de cinq ans.

Suivi de la pollution acoustique

La mise en place de la directive cadre «Stratégie pour le milieu marin» prévoit, entre autres, l'évaluation du niveau de pollution acoustique sur une base annuelle qui soit représentative de l'aire étudiée. Il s'agit donc d'une tâche qui exige le recours à une très grande quantité de ressources si elle est abordée de manière traditionnelle, c'est-à-dire au moyen de campagnes de mesures spécifiques. Il faut en plus effectuer un échantillonnage qui garantisse la représentativité tant spatiale que temporelle des données obtenues.

Une autre approche, qui a été adoptée au cours du projet, consiste à effectuer une évaluation de type systémique, c'est-à-dire qui soit basée sur la connaissance de la source du bruit et des lois physiques sur la propagation du son dans l'environnement marin. Cette méthode présente toutefois elle aussi des limites; la principale étant précisément liée à la connaissance de la source du bruit. Pour cette raison, on a choisi de limiter l'analyse à la seule composante relative au bruit produit par le trafic naval. Les raisons de ce choix sont liées à deux caractéristiques particulières: la disponibilité d'informations détaillées sur la présence des embarcations en mer et le fait que cette source de bruit, à la différence des autres, représente une composante toujours présente dans l'acoustique marine.

Dans le but de caractériser l'ampleur et la typologie du trafic naval, on a utilisé les systèmes AIS (*Automatic Identification System*) qui se trouvent à bord des embarcations.



Cartes du bruit dans le Sanctuaire Pelagos. Les cartes ont été mises au point à partir de calculs aux fréquences de 63 Hz (à gauche) et de 125 Hz (à droite), à 100 m de profondeur, et sont représentatives du bruit émis pendant l'année 2009.

Les signaux envoyés par les *transponders* ont été élaborés en fonction d'une série de paramètres significatifs du point de vue acoustique (type d'embarcation, vitesse, tonnage), et ont été utilisés pour reconstruire le parcours des embarcations à l'intérieur de l'aire du Sanctuaire en 2009 (données fournies par le centre NURC de La Spezia). L'étude de l'émission de la source sonore navale a été effectuée au moyen de mesures sur le terrain qui ont été réalisées sur la base des normes internationales les plus récentes (Norme ANSI/ASA 2009, adaptée à une situation avec des embarcations ne coopérant pas) et au moyen d'instruments entièrement numériques.

Lors de la phase successive, on a élaboré une analyse systémique des propriétés du volume de propagation à l'aide du code de calcul BELLHOP, un modèle mathématique qui appartient à la famille *ray-tracing* et qui est couramment utilisé dans le domaine scientifique. Cette approche a permis de décrire les caractéristiques acoustiques d'une aire très vaste dans des temps raisonnables. La gestion de la masse de données nécessaires pour la réalisation de la phase de simulation – en particulier celles sur la bathymétrie, les profils de vitesse du son et les caractéristiques acoustiques des fonds – a été obtenue au moyen d'un système automatique d'extraction et d'adaptation, qui correspondait aux besoins du modèle de simulation choisi. Le système subdivise l'aire du Sanctuaire en une grille source-récepteur et calcule l'atténuation des ondes le long de la grille en fonction du jour de l'année et de la fréquence du son.

En combinant entre elles les informations sur les volumes du trafic, les émissions sonores des différentes sources et la propagation des ondes, on a mis au point une série de cartes qui décrivent le bruit dans l'aire d'étude.

Les résultats obtenus ont été élaborés en tenant compte de ce qui est indiqué par la directive cadre «Stratégie pour le milieu marin» au sujet des sons continus à basse fréquence. Cette dernière précise que le niveau de bruit environnemental moyen pendant un an dans les bandes de tiers d'octave de 63 et 125 Hz ne doit pas dépasser la valeur limite de 100 dB re 1 μ Pa @ 1m.

En conclusion, l'étude a permis de montrer que le Sanctuaire des cétacés est plutôt menacé du point de vue de la pollution acoustique: l'ensemble de la zone s'avère être affecté par des niveaux sonores très élevés que l'on peut attribuer au trafic naval et la valeur limite de 100 dB est dépassée pratiquement partout, à toutes les profondeurs et pendant toute l'année.

Pour examiner les rapports qui existent entre les organismes marins qui caractérisent l'aire du Sanctuaire Pelagos, objet d'étude du Projet GIONHA, on a pris en compte la structure trophique de l'écosystème. En ce qui concerne les niveaux trophiques qui définissent le réseau, les éléments qui seront transformés en matière vivante (les nutriments) appartiennent au niveau inférieur.

De 1997 à 2010, dans le cadre du programme ministériel pour le suivi marin et côtier (Décret législatif 152/86), l'ARPAT a réalisé environ 3000 échantillonnages physico-chimiques dans 54 stations. L'information ainsi obtenue a permis d'estimer la présence moyenne de divers composants. L'analyse de la répartition de l'azote total montre que les concentrations moyennes sont de 9,3 $\mu\text{mol/l}$ l'été et de 10,4 $\mu\text{mol/l}$ l'hiver, avec une plus grande abondance le long du littoral de la Versilia. La répartition du phosphore total est par contre plus uniforme: 0,352 $\mu\text{mol/l}$ l'été et 0,366 $\mu\text{mol/l}$ l'hiver. La «production primaire» est assurée par les micro-algues que forme le phytoplancton et par d'autres végétaux comme les macro-algues benthoniques et les plantes marines comme *Posidonia oceanica*.

La biomasse provenant de la vaste prairie de posidonies représente aussi une source très importante de matière organique le long du littoral. Seulement une petite partie de cette production est utilisée par les herbivores, alors que la plus grande l'est par les organismes décomposeurs.

Les concentrations moyennes de chlorophylle observées dans l'aire s'élèvent à 0,58 $\mu\text{g/l}$ l'été et 1,05 $\mu\text{g/l}$ l'hiver, avec une plus grande abondance le long du littoral de la Versilia, surtout pendant la période hivernale. À partir des 1303 données relatives au phytoplancton qui ont été obtenues au moyen du suivi marin et côtier réalisé par l'Arpat pendant la période 2001-2010 dans 19 stations localisées le long de la côte toscane, on observe que les concentrations moyennes de cette matrice varient de quelques milliers de cellules par litre à plus d'un million. Les diatomées constituent 58% du phytoplancton, suivies des dinoflagellés.

Le second niveau du réseau trophique est constitué par les «consommateurs primaires» (méso-consommateurs), organismes qui s'alimentent des substances produites à partir des végétaux. Le zooplancton est la principale composante de ce niveau, même si certaines espèces benthoniques comme les moules et certains poissons, comme la saupe, contribuent au bilan énergétique de ce groupe.

D'après les échantillonnages effectués, les concentrations moyennes de zooplancton varient entre 300 et 6000 individus par mètre cube. Les crustacés copépodes dominent la composition par groupe et représentent 69% du zooplancton, suivis par les cladocères.

Les «consommateurs secondaires» (méso-consommateurs) sont les animaux qui se nourrissent des consommateurs primaires. On y trouve des poissons comme le merlan bleu, la mostelle, l'anchois, diverses espèces bathypélagiques comme les myctophidés (petits poissons des profondeurs dotés de photophores), le merlan,

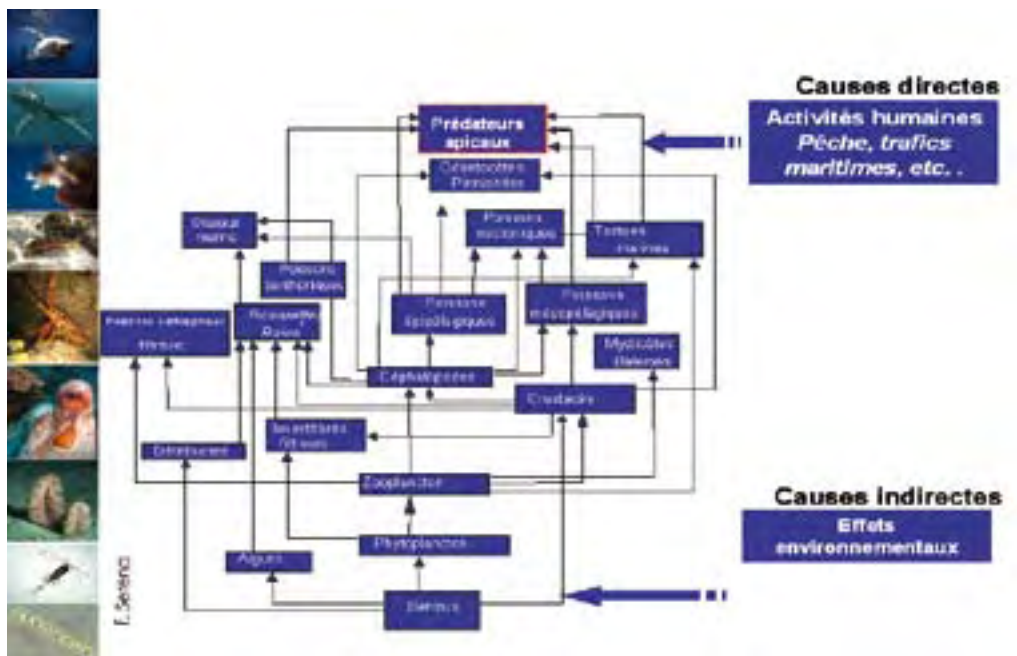
certains élasmobranches (raie, petite roussette), les tortues marines, etc.

D'autres consommateurs secondaires sont les espèces qui filtrent et mangent le zooplancton. Dans l'aire du Sanctuaire, il s'agit du requin pèlerin et des grands cétacés comme les rorquals.

Alors que le zooplancton constitue l'aliment fondamental de nombreuses espèces au cours de toute leur vie, d'autres (par ex. le merlan) ne le consomment que lors de la première phase de leur existence. Une fois adulte, ils se nourrissent principalement de poissons et de céphalopodes. Certaines espèces (par ex. les dauphins et certains requins) peuvent se nourrir aussi bien de consommateurs primaires que de ceux qui se trouvent à des niveaux trophiques supérieurs.

En ce qui concerne les milieux écologiques dans lesquels les rapports trophiques se développent, les espèces comme la mostelle, certains congres, les raies et des petits requins se nourrissent principalement de mollusques, de crustacés, d'échinodermes benthoniques, alors que d'autres comptent parmi leurs proies aussi bien les organismes benthoniques que les espèces démersales. D'autres encore, comme le poisson-scie, le merlan bleu ou le merlan, se nourrissent essentiellement d'espèces qui vivent dans la colonne d'eau (crevettes, céphalopodes, autres poissons).

L'étude menée dans le cadre du Projet GIONHA a permis d'identifier les proies qui étaient le plus souvent présentes dans les contenus gastriques de certaines espèces de cétacés et de tortues. Pour les dauphins (dauphin bleu et blanc et grand dauphin), on note une correspondance entre la composition des proies et l'habitat du prédateur. Le grand dauphin est une espèce essentiellement côtière qui se nourrit surtout d'espèces démersales (poissons ostéichthyens et céphalopodes) qui vivent à proximité de la côte.



Exemple d'un réseau trophique et de ses principaux éléments (rectangles) dans un environnement marin. Élaboration graphique: F. Serena (ARPAT).

Le dauphin bleu et blanc se nourrit par contre surtout d'espèces présentes dans la colonne d'eau qui réalisent des migrations verticales suivant un cycle nycthéral (alternance jour-nuit). On a en effet retrouvé dans l'estomac de ces dauphins aussi bien des espèces qui fréquentent les eaux superficielles, comme le nautilus, que des espèces typiques des environnements profonds comme les céphalopodes et les poissons. En définitive, le dauphin bleu et blanc se nourrit de préférence d'espèces qui appartiennent à la famille des myctophidés, de merlans et de certains gadidés (morues, etc.), et dans une moindre mesure de céphalopodes et de crustacés.

Dans certains cas, au moyen du programme de suivi MEDLEM sur les grands poissons cartilagineux, on a enregistré la prédation de dauphins de la part de gros requins. Les dauphins examinés présentaient d'amples traces de morsures de requin blanc sur leur corps, qui ont entraîné leur mort. Le requin est en effet le dernier maillon de la chaîne et occupe sans l'ombre d'un doute le sommet du réseau trophique.

Le modèle trophique illustré dans la figure précédente se base sur l'organisation et les relations qui existent entre les organismes marins qui caractérisent l'aire qui nous intéresse et qui correspond à celle du Sanctuaire Pelagos ou à une grande partie de celle-ci. Il s'agit d'un modèle méditerranéen, qui a été conçu dans une condition d'équilibre, mais nous savons qu'il est sujet à des variations de diverses valeurs et natures, dues à des causes naturelles ou non. Ces causes ont deux origines principales: l'environnement et l'homme. L'un des objectifs de GIONHA était d'établir la liste des sources de désordre et de les analyser pour envisager comment celles-ci influent sur l'équilibre de l'écosystème. L'étude du réseau trophique constitue peut-être le principal indicateur environnemental qui permet de suggérer des solutions et des parcours valides pour atteindre un bon état écologique de l'environnement marin, ou au moins de s'en approcher. Pour parvenir à cet objectif, il ne suffit pas de se limiter à mettre au point un modèle, il faut aussi placer les différents rectangles (voir la figure) au bon niveau et, surtout, il faut quantifier les transferts d'énergie entre un rectangle et l'autre. Dans cette phase, les transferts énergétiques sont seulement indiqués au moyen de flèches qui n'indiquent que la direction dans laquelle l'énergie se déplace. Chaque flèche est en effet d'une taille particulière en fonction de la quantité d'énergie transférée mais, pour réussir à quantifier le modèle, il est nécessaire de suivre un parcours long et complexe. Nous considérons en tout cas avoir réussi à jeter les bases qui permettront de mettre au point un processus logique et rationnel en vue d'atteindre l'objectif souhaité.



Photo-identification des cétacés

La photo-identification est une méthode de recensement largement appliquée aux mammifères marins. On utilise alors les marques naturellement présentes sur le corps de nombreuses espèces de cétacés. Les marques, comme des empreintes digitales, permettent de reconnaître chaque individu. La collecte des données est dans ce cas réalisée grâce à des «captures photographiques»: pendant chaque échantillonnage, on photographie la partie du corps la plus marquée de chaque animal. Un individu facile à reconnaître ne présente pas qu'une seule caractéristique mais un ensemble de signes distinctifs et univoques dans leur ensemble. Même si toutes les espèces de cétacés ne présentent pas communément des marques utiles à l'identification des individus, toutes peuvent porter des cicatrices dues à des interactions particulières, et souvent négatives, avec des embarcations ou des engins de pêche. Il n'est pas rare en effet que soient signalés des animaux avec des marques hélicoïdales ou des excoriations dues aux filets de pêche (formées de lignes parallèles et perpendiculaires) ou aux palangres (longue ligne de fond) dans lesquels ils ont été pris. Dans les cas les plus graves, on a relevé des blessures plus profondes, par exemple des portions manquantes de nageoire caudale ou une entaille de la nageoire dorsale.

Le recours à la technique de la photo-identification est très répandu pour le grand dauphin car cette espèce présente des marques naturelles souvent faciles à reconnaître. On photographie la nageoire et les flancs de l'animal. Il est important de photographier aussi bien le côté droit que le côté gauche de chaque individu car les marques y sont très souvent différentes. Le suivi du grand dauphin est l'un des principaux thèmes du Projet GIONHA. Pour cette activité, on a utilisé la méthode de la photo-identification, sous la responsabilité de l'Office de l'Environnement de la Corse (OEC) et avec la collaboration des autres partenaires : Cooperativa Pelagos et Dip.Te.Ris. (Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse) de l'Université de Gênes.

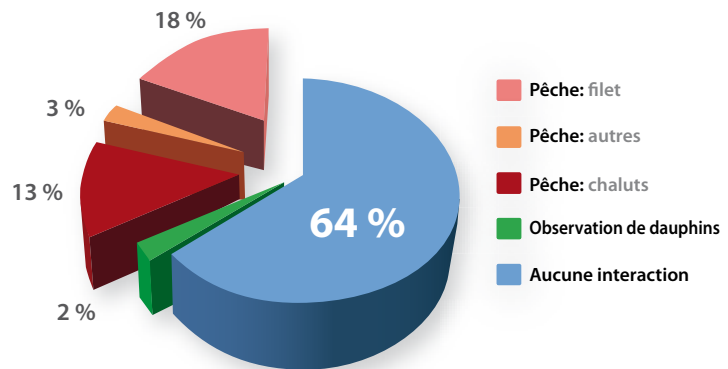


Photographies du côté droit et du côté gauche de la nageoire caractéristique d'un grand dauphin

Au cours du projet, on a réalisé 8 campagnes de photo-identification à l'intérieur de la Réserve des Bouches de Bonifacio, dans le parc national de l'Archipel de La Maddalena et de l'Archipel toscan. Elles se sont déroulées au cours de la période 2009-2011 suivant un protocole commun qui a été validé par le partenariat.

Outre les photos prises avec le plus grand soin on enregistre aussi les données de toutes les sorties en mer et, pour chaque observation, on reporte les coordonnées géographiques, le nom de l'animal éventuellement observé, la structure du groupe (en notant la présence possible de petits et leur nombre), les comportements et la durée de l'observation. Les comportements sont classés par catégories conformément à la nomenclature classique: déplacements, alimentation, repos, jeux, etc. Pendant le suivi, on enregistre aussi les interactions entre les dauphins et les activités de la pêche artisanale. À l'intérieur du périmètre du futur Parc marin international des Bouches de Bonifacio (PMIBB), situé entre la Corse et la Sardaigne, on a photo-identifié 96 dauphins durant 69 sorties au cours desquelles l'activité de suivi a duré en tout 212 heures. L'OEC a mis au point un catalogue complet qui comprend une analyse des données collectées entre 2009 et 2011. Les résultats ont permis de mieux connaître certains aspects du comportement des mammifères marins. Sur la base d'un tiers des observations réalisées à partir des bateaux de pêche traditionnels, on a pu démontrer que le grand dauphin a un comportement opportuniste et interagit avec les activités de la pêche artisanale pour son alimentation. L'étude, qui a été réalisée dans une zone à la fois touristique et sujette au trafic maritime, met en évidence que le comportement des animaux change et que les exemplaires qui sont gênés au cours de la période estivale adoptent des stratégies d'éloignement et quittent la zone.

*Répartition en pourcentages des diverses interaction entre les activités humaines et les groupes de grands dauphins, *Tursiops truncatus*, qui ont été observés pendant les années 2009, 2010 et 2011 (d'avril à octobre) dans l'aire du Parc marin international des Bouches de Bonifacio (PMIBB).*



Suivi des échouages de cétacés et de tortues

L'échouage des cétacés sur les plages est un phénomène très intéressant dont les causes restent encore mystérieuses sur bien des points. Il peut concerner un individu seul comme de grands groupes d'animaux. On établit une différence entre les cas où les animaux qui finissent sur le rivage sont en train de mourir ou déjà morts (à l'occasion de fortes tempêtes) et le véritable phénomène d'échouage qui concerne des animaux encore vivants, ou de grands groupes dans le cas d'espèces grégaires, qui finissent de façon autonome et volontairement à sec sur le rivage ou sur des fonds très peu profonds. L'animal meurt alors en peu de temps (quelques heures seulement), qu'il ait des pathologies ou non, à cause d'un choc thermique (hors de l'eau, il ne réussit plus à libérer la chaleur en excès que produit son organisme) et de la déshydratation de son épiderme. Il n'est pas rare non plus de découvrir une tortue morte ou en difficulté. En Sardaigne par exemple, la première cause de difficulté pour les tortues marines est due aux engins de pêche (ingestion d'hameçons et de parties de filets) alors que les cas de chocs avec les embarcations sont très rares.

Le Projet GIONHA a prévu le suivi des échouages, l'étude de l'état de santé des populations de tortues et de cétacés, et des recherches menées en laboratoire sur les exemplaires découverts dans l'aire transfrontalière, en particulier le long des côtes toscanes et sardes. Les activités ont été menées par les organes compétents, avec la collaboration de personnes qui s'occupent depuis longtemps des problématiques liées à ces espèces.

Le Réseau régional pour la conservation de la faune marine (tortues et mammifères marins) de la Sardaigne est un système d'organismes institutionnels engagés à divers titres dans le suivi, les soins, la réhabilitation et la gestion d'événements extraordinaires et de situations d'urgence sur les tortues et les mammifères marins, qui sont aussi impliqués dans des activités collatérales visant la tutelles de ces espèces. Le Réseau a été rendu opérationnel en 2004 par la Délégation à la défense de l'environnement de la Région autonome de Sardaigne et agit sur l'ensemble des côtes de l'île. À l'heure actuelle, elle compte parmi ses partenaires:

- le Service *Tutela della Natura*;
- les Aires marines protégées «Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre», «Capo Caccia - Isola Piana», «Isola dell'Asinara», «Tavolara - Capo Coda Cavallo», «Capo Carbonara», le Parc nationale de l'archipel de La Maddalena et la Commune de Pula, qui représentent les Nœuds du Réseau et qui sont organisés sous la forme de structures de premier accueil et de centres de récupération et réhabilitation;
- le *Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale* (CFVA) et les *Direzioni Marittime* de Cagliari et d'Olbia du *Corpo delle Capitanerie di Porto - Guardia Costiera* (CCPP);
- la Station zoologique Anton Dohrn de Naples, qui fournit un appui dans le domaine des activités de récupération, de suivi et de gestion des événements extraordinaires touchant les tortues marines.

Le Réseau dispose de son propre protocole opérationnel qui permet la standardisation de toutes les interventions. Son mode de fonctionnement et son organisation ont été reconnus par le Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (ministère de l'Environnement et de la tutelle du territoire et de la mer), qui a désigné la Région Sardaigne comme chef de file des aspects techniques concernant la rédaction du Plan d'action nationale pour la conservation des tortues marines.

En Toscane, l'Osservatorio Toscano dei Cetacei (Observatoire toscan des cétacés) a été créé en 2007, dans le but de réunir au sein d'un réseau de collaboration les différents organismes, répartis sur tout le territoire de la région, qui s'occupaient déjà depuis un certain temps du recensement et de la récupération des exemplaires de cétacés échoués sur les côtes toscanes. Dans ce cadre, l'ARPAT apparaît comme le coordinateur des interventions sur le terrain, dont se chargent les différents organismes adhérents au Projet.

En Toscane, la récupération des animaux a été possible en particulier grâce aux structures suivantes:

- le Musée d'histoire naturelle des *Fisiocritici* et le Département des sciences environnementales de l'université de Sienne, l'Institut zooprophyllactique du Latium et de la Toscane et l'Association CE.TU.S de Viareggio en ce qui concerne les cétacés;
- en ce qui concerne les tortues, la collaboration est surtout garantie par le Centre Tartanet de Talamone (clinique spécialisée dans les soins et l'assistance), l'Institut zooprophyllactique du Latium et de la Toscane, l'Aquarium communal de Grosseto, l'Aquarium M2 de l'île d'Elbe et le centre WWF «L'Assiolo» de Massa.

I dati

Au cours de ces années, le Réseau régional pour la conservation de la faune marine en Sardaigne est intervenu dans le suivi et la récupération de nombreuses tortues marines et de cétacés. Il s'est avéré être un système fonctionnel car il est composé d'acteurs extrêmement qualifiés qui ont comme premier objectif la conservation des espèces marines et qui sont en mesure d'intervenir suivant une procédure standard sur tous les exemplaires découverts dans l'aire côtière de l'île.

	Sardegna			Toscana			
Specie	2009	2010	2011	2009	2010	2011	TOTALE
<i>Caretta caretta</i>	53	42	25	37	47	42	260
<i>Stenella coeruleoalba</i>	9	9	2	11	21	11	62
<i>Luscinia maritima</i>	8	14	5	9	7	13	54
<i>Delphinus delphis</i>	1	2	1				4
<i>Phocoena phocaena</i>		2	2			1	5
<i>Delphinus</i>				2	2	1	5
<i>Stenella coeruleoalba</i>		2				2	4
<i>Phocoena phocaena</i>	2	1					3
<i>Delphinus</i>	2		1				3
<i>Caretta caretta</i>		1	2				3
<i>Grampus griseus</i>		1	1				2
<i>Ziphius cavirostris</i>						1	1
TOTALE	75	71	52	63	77	7	

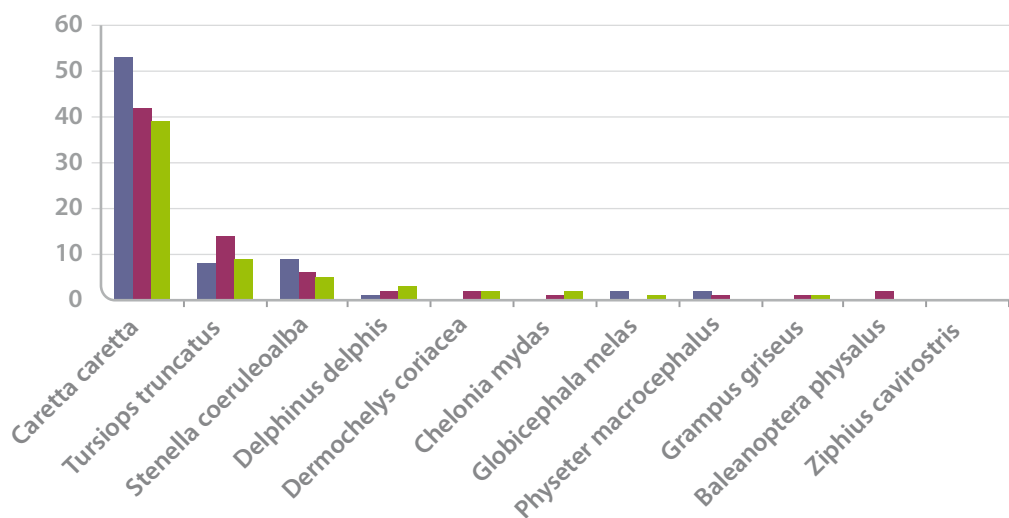
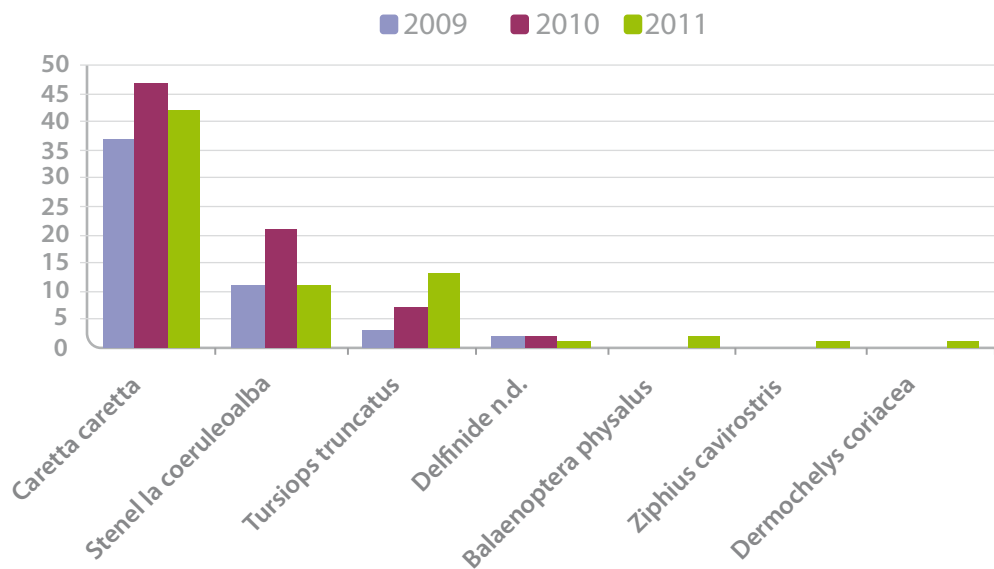
Au cours de la période d'activité du Réseau sarde (2006-2009), on a enregistré la récupération de 210 exemplaires de tortues en Sardaigne, dont 73% étaient vivantes et 25% mortes (on ne dispose pas d'informations sur les 2% restants). On a en outre enregistré 83 cétacés (cette fois entre 2005 et 2009) avec un pic de 28 animaux en 2007 (14 en 2009). Au cours de la période d'activité 2009-2011 du Projet GIONHA, on a enregistré 208 interventions sur des tortues et des cétacés. L'espèce la plus représentée a été la tortue caouanne (*Caretta caretta*) avec 134 exemplaires, suivi du grand dauphin (31 animaux) et du dauphin bleu et blanc (20 exemplaires). Il faut signaler la récupération puis la libération en mer de trois exemplaires de tortues vertes (*Chelonia mydas*).

Toujours en 2009, nous devons signaler la nidification de l'espèce *Caretta caretta* (tortue caouanne) sur la plage de Funtanazza (Costa verde, Sardaigne centro-occidentale), un événement extraordinaire qui a vu la collaboration de l'ensemble du Réseau avec le ministère et la Station zoologique afin de superviser les activités des chercheurs de l'IMAC-CNR d'Oristano.

Au cours des années 2009-2011, le résultat des activités de récupération sur les côtes toscanes a eu pour résultat des interventions sur 201 animaux (127 tortues et 74 cétacés). Parmi ces derniers, on a enregistré 43 dauphins bleus et blancs (*Stenella coeruleoalba*), 23 grands dauphins (*Tursiops truncatus*), 2 rorquals communs (*Balaenoptera physalus*), 1 grand cachalot (*Physeter macrocephalus*) et 5 cétacés qui n'ont pas pu être identifiés à cause de leur état avancé de décomposition. Plus particulièrement, on a enregistré 16 échouages en 2009, 30 en 2010 et 28 récupérations en 2011. Le résultat de 2010 est largement supérieur à la moyenne annuelle pour la Toscane, qui est de 14 échouages d'après les données collectées depuis 1986.

L'activité du Réseau régional coordonné par l'ARPAT représente aussi une expérience fondamentale pour la protection, la sauvegarde et la récupération des tortues marines, ainsi que pour la collecte des données et des informations sur la présence, la densité et la distribution de ces animaux dans les mers toscanes. L'activité des centres et des instituts impliqués dans le projet, qui fonctionnent depuis plus de vingt ans, a permis de constituer des archives de données importantes sur les captures accidentelles et sur les échouages de tortues marines le long des côtes toscanes. Entre 2009 et 2011, en même temps que se déroulait le projet GIONHA, on a récupéré 146 tortues (37 en 2009, 47 en 2010 et 61 en 2011). Elles appartenaient toutes à l'espèce *Caretta caretta* (tortue caouanne), exception faite d'un exemplaire très rare de *Dermochelys coriacea* (tortue-luth), récupérée à Portoferraio le 1er août 2011. Plus particulièrement, 58 tortues ont été récupérées par l'Aquarium communal de Grosseto, grâce à l'activité et à l'engagement de ses bénévoles, 22 par le Centre Tartanet de Talamone et 65 par l'ARPAT. Parmi toutes ces tortues, 31 étaient mortes et 72 encore vivantes. Dans ce cas, après une période d'observation, de soins et de réhabilitation si nécessaire, avec souvent un marquage, les exemplaires ont été relâchés en mer.





Résumé des échouages en Toscane (à gauche) et en Sardaigne (à droite) pendant la période de 2009-2011.



***État de l'habitat
marin-côtier
transfrontalier***

Résultats du suivi



La tutelle de l'environnement marin et l'équilibre hydrologique des aires côtières font partie des tâches prioritaires que la Région Toscane a pris en charge ces dernières années. L'activité prévue dans le PRAA 2007-2010 a été centrée sur la mise en œuvre du Plan de tutelle des eaux, dont le suivi environnemental de l'espace marin-côtier (Loi no 979/82, Décret législatif no 152/06, Directive 2000/60/CE) représente l'un des aspects de plus grande importance, notamment en référence aux nouveaux standard établis dans la Directive «eaux» 2000/60/CE. Cette activité de suivi est orientée vers la collecte des paramètres physico-chimiques et biologiques nécessaires pour garantir aussi bien la baignade que le contrôle environnemental de l'espace marin-côtier, le plus sujet aux effets anthropiques. Les phases de mise à jour prévues par la réglementation (classification par type, sélection et caractérisation des milieux aquatiques) ont amené à la mise en œuvre d'un nouveau système de suivi dont les premiers résultats seront rapidement disponibles. En outre, la prise en compte de la Directive 2008/56/CE «Directive cadre sur la stratégie de l'environnement marin» (Marine Strategy) représente un nouvel enjeu en ce qui concerne la tutelle de l'environnement marin. Elle offre l'opportunité d'insérer le thème de la tutelle des eaux marines dans le cadre d'actions coordonnées.

À partir de l'analyse et de l'évaluation de la diversité biologique des aires marines prises en compte, il est apparu que les zones les plus riches en termes de biodiversité se trouvent entre l'île d'Elbe et le golfe de San Vincenzo, autour de l'île de Capraia et dans les zones profondes situées au nord de la Corse, où l'activité de l'homme est négligeable ou bien n'a pas d'incidences négatives. Au contraire, dans les zones



Prairies de Posidonia oceanica



Faisceaux foliaires de P. oceanica

Localité	EQR 2008	EQR 2010	EQR 2011
Île d'Elbe (Nord)	0,598 (bon)		0,654 (bon)
Antignano (Livourne)	0,626 (bon)	0,688 (bon)	
Carbonifera	0,579 (bon)		0,562 (bon)
Salivoli		0,544 (modéré)	
Île d'Elbe (Sud)			0,596 (bon)
Porto Santo Stefano			0,806 (élevé)

Valeurs d'EQR calculées pour *P. oceanica* dans les stations intermédiaires situées à 15 m de profondeur.

côtières de moins de 50 m de profondeur (surtout devant Viareggio) et entre des profondeurs de 100 à 200 m, les altérations sont significatives, avec une réduction évidente de la biodiversité marine. Les données 2010 confirment la situation déjà relevée les années précédentes aussi bien en ce qui concerne l'état actuel qu'en termes de tendances: la situation de la biodiversité marine est stable et s'améliore légèrement en Toscane.

En ce qui concerne l'état trophique qui est évalué au moyen du calcul de l'indice TRIX, on a trouvé une valeur correspondant à un état très bon (TRIX < 4) ou bon (TRIX < 5) dans toutes les stations suivies en Toscane au cours de la période 2007-2010. Pour ce qui est de l'état écologique (combinaison des éléments de Qualité biologique, phytoplancton, macro-invertébrés benthoniques, macro algues, angiosperme) et de l'état chimique, le résultat s'avère être très bon ou bon pour toute la Toscane, alors qu'en ce qui concerne l'état biologique, le résultat n'est «pas bon» dans l'ensemble des milieux aquatiques étudiés.

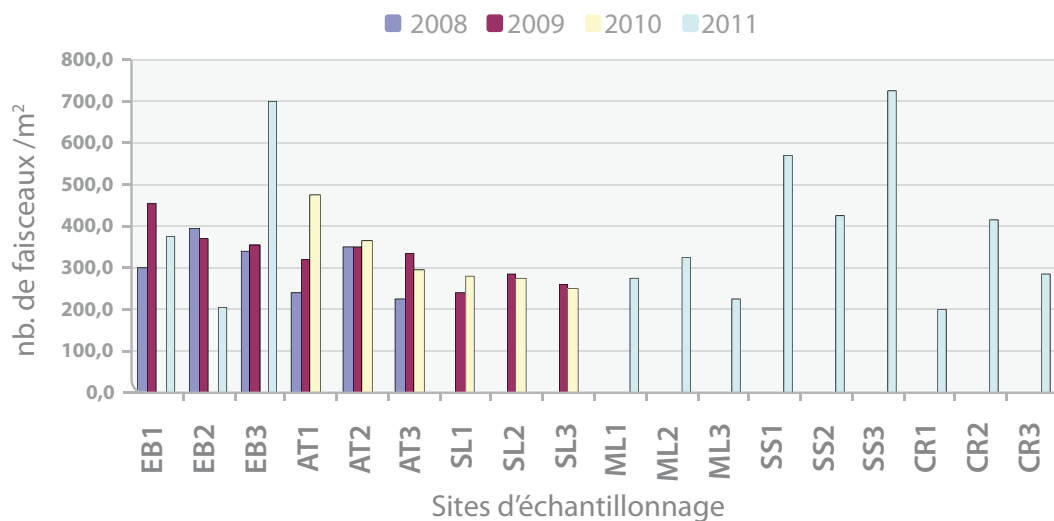
En ce qui concerne *P. oceanica*, le descripteur synthétique le plus utilisé pour définir une prairie est la densité, qui est entendue comme le nombre de bandes feuillues au mètre carré, c'est-à-dire, de façon intuitive, le nombre de plantes par mètre carré. La mesure de la densité est effectuée en comptant les faisceaux présents à l'intérieur de carrés de 40 cm de côté situés à une profondeur de 15 m.

L'évolution de la densité des stations soumises à un suivi s'est avérée constante au fil des ans. Les résultats de densité de la prairie de posidonies ne présentent pas de différence significative entre les prairies, aussi bien en ce qui concerne la dynamique de leur limite que des variables phénologiques.

Les données de suivi des prairies de posidonies ont surtout été analysées en relation aux sites de suivi échantillonnés au cours de la période 2008-2011. Conformément à

la nouvelle norme 152/06, de nouveaux lieux de suivi ont été ajoutés en 2010 à ceux de Livourne (Antignano), de l'Île d'Elbe (Portoferraio) et de Carbonifera qui ont été échantillonnés en 2008 et 2009.

Le site de Carbonifera s'est révélé être très affecté par l'activité de pêche au fil du temps: de nombreuses balises (corps morts positionnés le long de la limite inférieure de la prairie) ont été déplacés ou même retirés par des engins de pêche, tout comme la sonde permettant le relevé des données relatives à la luminosité et à la température. Pour cette raison, on l'a abandonné et remplacé par un nouveau site de suivi qui se trouve à proximité de Punta Ala. La densité des différentes prairies varie entre 197,92 faisceaux/m² et 725,0 faisceaux/m².



Densité des faisceaux de Posidonia oceanica (en nombre de faisceaux par mètre carré) relevée dans les stations situées à 15 m de profondeur des différents sites d'échantillonnage au cours de la période 2008-2011. EB : Elbe Nord (Portoferraio) ; AT : Antignano ; SL : Salivoli (Cala Moresca) ; SS : Porto Santo Stefan ; CR : Costa Follonica (Punta Ala).



La cartographie de la *Posidonia oceanica* en Toscane

Les prairies de *Posidonia oceanica* constituent l'un des écosystèmes caractéristiques et écologiquement parmi les plus importants de la Méditerranée. *Posidonia oceanica* est considéré comme étant un excellent indicateur de santé de l'environnement marin et l'étude de l'évolution de la structure et de l'extension des prairies de cette plante peut permettre d'évaluer les conditions environnementales des aires côtières. La cartographie géo-référencée des prairies est un instrument fondamental pour le suivi et la gestion de l'environnement. La cartographie des prairies des côtes et des îles toscanes a été effectuée au cours des années 1990. Le temps écoulé depuis et les outils alors utilisés pour son élaboration rendent aujourd'hui nécessaire une mise à jour des cartes. Le Projet GIONHA a prévu pour cette raison une activité de cartographie des prairies toscanes.

La cartographie a été réalisée par l'entreprise Geopolaris de Livourne pour le compte de l'ARPAT. Deux aires ont été sélectionnées : l'une au sud de Livourne, d'environ 7 milles marins carrés (nm²), et l'autre au nord de Piombino, d'environ 4,6 milles marins carrés (nm²). La cartographie a été obtenue grâce à un sonar à balayage latéral. On a aussi mené une enquête de reconnaissance ponctuelle, effectuée avec un véhicule télécommandé (ROV - *Remoted Operated Vehicle*) le long de six transects perpendiculaires à la côte (pour un total de 17 points d'échantillonnage), dans le but de vérifier l'interprétation des enregistrements. Les relevés ont été effectués à l'aide du bateau océanographique Poseidon de l'ARPAT, d'un système de positionnement GPS différentiel Seres et d'un sonar à balayage latéral Edgetech 272 TD d'une fréquence de 100 kHz. On a utilisé un écart de 150 m par canal, qui permet une superposition de 20% entre deux lignes adjacentes.

Résultats

Le relevé a permis d'obtenir une cartographie à l'échelle 1:5.000; au total, on a élaboré 10 cartes différentes.

On a sélectionné dans l'aire de Livourne cinq zones aux caractéristiques différentes. Dans la première, qui va du sud de Livourne (digue de la Vegliaia) jusqu'à Ardenza, *Posidonia oceanica* est abondante et pousse sur des mattes (structure constituée de l'enchevêtrement de plusieurs couches de rhizomes, et racines et de sédiments liés et compacts). Entre Antignano et l'embouchure du Chioma, la prairie est discontinue, sur des rochers caractérisés par des constructions biologiques. Du Chioma jusqu'à Fortullino, la prairie présente une morphologie éparse sur un substrat rocheux non caractérisé par des constructions biologiques. Le substrat d'implantation se caractérise de nouveau par des constructions biologiques à proximité de Castiglioncello alors que la prairie se trouve sur des mattes au sud de Punta Righini. Dans cette aire, on a estimé la superficie des posidonies sur des mattes à environ 0,9 nm² (13% de la superficie totale étudiée), celle des posidonies sur des rochers à 0,16 nm² (3%) et celle des posidonies sur du coralligène à 1,2 nm² (17%). Les prairies de posidonies



Instruments utilisés pour les relevés en mer : le sonar.

observées au sud de Livourne recouvrent donc 33 % de l'aire étudiée. Dans la zone de Piombino, on peut distinguer deux situations différentes. Dans la partie méridionale, de Punta Falcone à Punta Saltacavallo, la prairie est implantée sur des mattes jusqu'à 300 m de la côte et continue sur le sable. Dans la partie septentrionale, du golfe de Baratti jusqu'à Riva degli Etruschi, elle est bien structurée sur des mattes. Dans cette aire, on peut estimer la présence des posidonies sur du sable sur une superficie d'environ 0,6 nm² (13%) et celle sur des mattes à environ 1,5 nm² (32 %). La seule matte morte représente quant à elle environ 0,6% de l'ensemble (soit 0,03 nm²). Dans cette aire, les prairies de posidonies représentent 46% de toute l'aire étudiée.

L'étude a permis d'obtenir une cartographie détaillée des deux aires d'échantillonnage, qui peut s'avérer être un instrument utile dans le cadre du suivi des eaux marines du littoral toscan. Les cartes peuvent en effet permettre de préparer non seulement d'autres études sur les aires considérées sensibles, mais aussi constituer des informations supplémentaires à celles obtenues à partir du suivi côtier, en particulier à partir de l'étude de la dynamique de la limite inférieure des prairies. La disponibilité d'une cartographie biodynamique peut offrir la possibilité de déterminer la structure de la prairie en mettant en évidence la présence de clairières et de canaux, et d'en évaluer l'évolution au moyen de la superposition de plusieurs relevés effectués d'une année

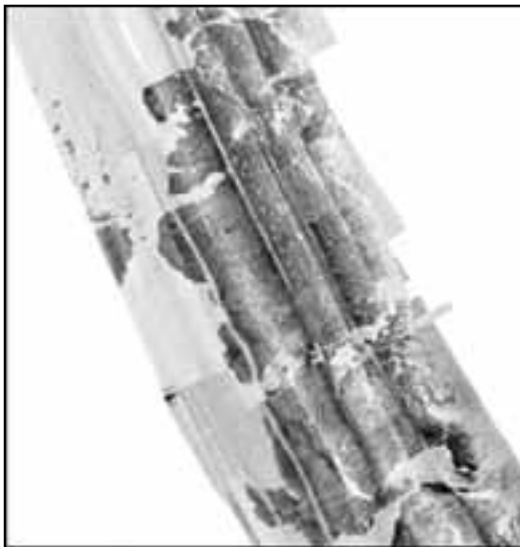


Instruments utilisés pour les relevés en mer: le ROV.

sur l'autre. En général, la cartographie réalisée pendant les années 1990 représente une aire moins étendue que celle élaborée dans le cadre du Projet GIONHA. Dans l'aire de Piombino, la superficie occupée par les posidonies était par le passé de 2,3 nm² alors qu'actuellement elle semble s'être réduite et représenter une superficie de seulement 2,1 nm². La limite supérieure semble elle aussi s'être particulièrement déplacée vers le large: elle se trouve à 430 m de la côte à l'heure actuelle contre 225 m par le passé.

Les résultats de l'étude montrent qu'il est nécessaire et prioritaire de réaliser une nouvelle cartographie des prairies en utilisant des instruments de nouvelle génération.

« Trace » enregistrée par le ROV (à côté) et cartographie détaillée au 1:5 000 (dans le bas), obtenue en interprétant également les données à l'aide des films de la recherche réalisée avec le ROV.



Abondance

La quantité totale des déchets pêchés dans l'aire du Sanctuaire Pelagos s'élève à plus d'une tonne en Ligurie et à quatre tonnes en Toscane. Il est intéressant de noter qu'elle correspond à environ 7% du poids total de poissons pêchés.

Même si la moyenne arithmétique a peu de sens avec ce type de données, les valeurs obtenues pour la Ligurie (57,6 kg/km²) et pour la Toscane (67,5 kg/km²) sont très proches (elles sont même palindromiques par le plus grand des hasards).

Plus précisément, en utilisant la méthode de l'aire chalutée et les données log-transformées, on obtient une estimation de la moyenne géométrique qui donne un résultat de 13,6 kg/km² pour la Ligurie et de 18,4 kg/km² pour la Toscane. Du point de vue statistique, ces deux valeurs doivent être considérées comme équivalentes car l'intervalle de confiance (c'est-à-dire 95% des cas) est compris entre 0,5 et 420 kg/km² pour la Ligurie et 1 et 342 kg/km² pour la Toscane.

Composition

Dans le rapport final *Les déchets marins - un défi mondial* (PNUE, avril 2009), résultat de recherches qui ont duré cinq ans, le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) a relevé que le plastique était l'un des déchets les plus répandus (80%) dans les mers et les océans. Ce résultat correspond à nos relevés: on a en effet trouvé des sacs plastiques dans 73% des sites. Viennent ensuite les bouteilles (57%), les canettes alimentaires (30%), les boîtes alimentaires (25%) et différents produits synthétiques (20%). On a aussi relevé dans moins de 10 sites des produits appartenant à d'autres catégories: chaussures, lunettes, couverts, filets de pêche, pièces de tissus ou torchons. Parmi les curiosités, on peut citer une vieille bicyclette, un robinet d'incendie encore dans sa boîte, un appareil photographique et des parties d'amphores romaines.

On a aussi parfois observé la présence de déchets de grande taille (plus de 50 kg), comme des fûts, des mines, des pneumatiques et des matelas, dans des lieux bien précis, par exemple dans une zone de décharge des dragages portuaires, ou bien au contraire dispersés suite à des immersions (*dumpings*) accidentelles.

Distribution

On n'a observé aucune corrélation évidente entre la densité de déchets et la profondeur: tous les fonds marins sont plus ou moins pollués indépendamment de leur profondeur. On relève simplement des valeurs un peu plus élevées le long de la côte. En Toscane, on n'a pas trouvé davantage de corrélation en la matière avec la proximité des embouchures de cours d'eaux, phénomène qui a par contre été observé

dans la mer Ligure, probablement à cause de la configuration particulière de la côte dans cette aire. La distribution spatiale des déchets correspond aux routes les plus fréquemment suivies par les cargos et les ferries: on observe en effet une plus grande abondance de déchets le long du parcours des navires ou près des côtes, là où les bateaux de plaisance sont plus fréquemment présents. Une estimation préliminaire indique que les déchets se répandent sur une bande d'une largeur de 3 à 5 milles marins par rapport à la route suivie par les navires : les sacs en plastique, plus légers, se déplacent plus ou moins dans toutes les directions et sont transportés par les vagues et les courants, alors que les bouteilles, les boîtes et les canettes plongent pratiquement à l'endroit où elles tombent en mer.

Conclusions

Chaque année, des milliers de traversées sont effectués par les cargos et les ferries qui relient Gênes, La Spezia et Livourne aux îles situées non loin (île d'Elbe, Corse et Sardaigne), ainsi qu'aux autres ports de la Méditerranée occidentale et méridionale. Ces activités peuvent être envisagées comme la cause la plus importante de la présence de déchets anthropiques sur les fonds marins, même si la navigation de plaisance a aussi des effets importants le long de la côte. Le risque que les déchets représentent pour l'environnement est encore sujet à débat même si leurs effets dangereux pour les tortues, les oiseaux marins, les cétacés et diverses espèces en danger ont déjà été décrits. L'objectif doit être de sensibiliser l'opinion publique sur l'importance du problème, notamment à une échelle locale, et de décourager les actes inciviques qui considèrent la mer comme une poubelle simplement parce qu'elle cache tout ce que l'on y jette. Il faut intervenir sur le plan juridique et en termes de bonne gouvernance, en engageant non seulement les parties prenantes mais aussi les autorités côtières



Distribution spatiale de l'abondance des déchets anthropiques en mer (kg/heure)

et les responsables des administrations publiques à mettre en place, par exemple, des services de collecte des déchets qui soient plus faciles d'accès et plus efficaces que ceux qui existent actuellement dans les ports

Cartographie de la route suivie par les navires dans la mer Tyrrhénienne septentrionale

La connaissance du volume et de la typologie du trafic naval peut être obtenue en utilisant le Système d'identification automatique (AIS - *Automatic Identification System*). L'AIS est un système à rayon court de suivi côtier, qui est utilisé par les Services de trafic maritime (STM) pour l'identification et la localisation en temps réel des navires au moyen de l'échange de données aussi bien avec les embarcations voisines qu'avec les stations STM ou AIS les plus proches. Sur la base des conventions internationales, les dispositifs AIS sont obligatoirement présents à bord de:

- tous les navires d'au moins 300 tonneaux effectuant des navigations internationales;
- tous les cargos d'au moins 500 tonneaux indépendamment de leur zone de navigation;
- tous les navires à passagers indépendamment de leur taille.

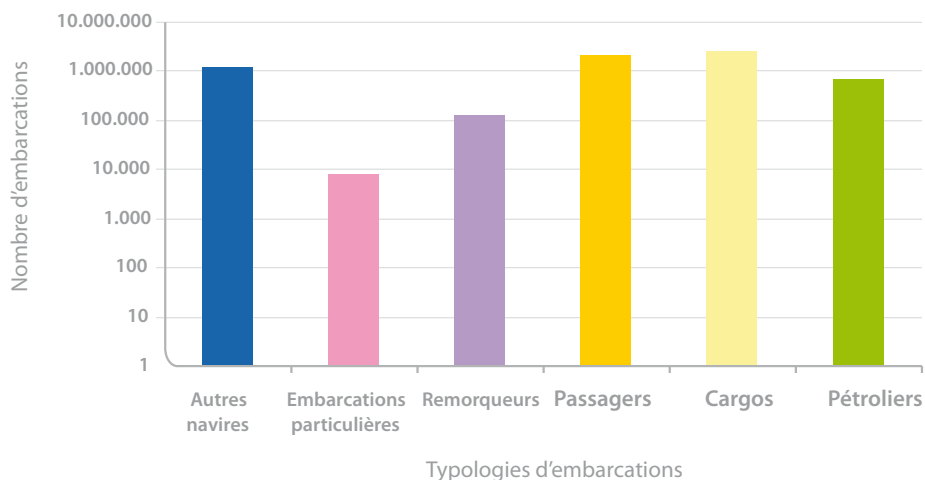
Depuis que cette obligation est entrée en vigueur (le 31 décembre 2004), on estime que 40000 embarcations se sont dotées d'un dispositif AIS.

L'information contenue dans les données AIS est réunie dans une série de messages standard qui sont transmis à intervalles réguliers: ils sont exprimés en utilisant une norme de communication des données appelée NMEA qui est surtout utilisée dans le secteur maritime et dans la communication des données satellitaires GPS.

Les messages AIS transmis par un *transponder* peuvent être rassemblés sous trois formes: statique, dynamique et relatives au voyage. Les messages de type statique reportent essentiellement les informations typiques de chaque navire et sont établis au moment de l'installation de l'appareillage AIS. Les messages de type dynamique décrivent la route suivie par le navire: ils sont donc transmis très fréquemment de façon à garantir la sécurité de la navigation. Enfin, les messages relatifs au voyage sont des données qui concernent les conditions de voyage de l'embarcation et ne présentent pas de caractères particuliers pour garantir la sécurité de la navigation.

Dans le cadre du projet, on a rassemblé puis élaboré les données AIS collectées pendant toute l'année 2009 par le centre NURC de La Spezia. Grâce à ce travail, on a pu constituer une banque de données de toutes les embarcations dotées de dispositifs AIS qui sont passées par la mer Tyrrhénienne septentrionale. Les informations portent sur le nom de l'embarcation, le code MMSI de l'OMI (Organisation maritime internationale), les dimensions du navire, le type de l'embarcation, l'estimation du tonnage ainsi que, évidemment, la position et la vitesse de croisière du navire. Après une phase d'écramage des données, qui a permis d'éliminer les informations redondantes, on s'est livré à un travail d'interpolation visant à intégrer des informations manquantes. L'information initiale, formée de 172 millions de messages AIS environ, a ainsi été réunie dans une base de données de 26 millions d'enregistrement.

L'analyse qui a suivi s'est articulée en deux phases: on a tout d'abord mené une analyse statistique spatiale des informations, puis une analyse temporelle. L'analyse spatiale a permis de subdiviser le trafic total présent dans l'aire par type d'embarcation



Nombre d'embarcations par typologie de navire. Figure A.

(Fig. A) l'histogramme ainsi obtenu montre une prévalence importante des navires à passagers et des cargos.

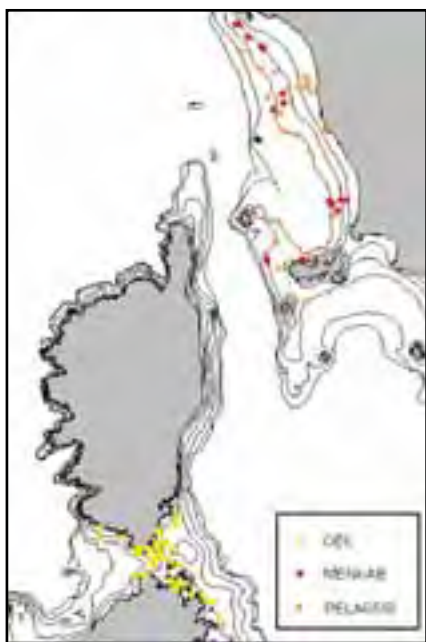
Au moyen des coordonnées géographiques de chaque point AIS, on a en outre pu élaborer des cartes spécifiques qui montrent les principales routes suivies par les navires (Fig. B). Grâce à l'analyse temporelle, on a aussi cherché à mettre en évidence le caractère éventuellement cyclique du trafic naval, de façon à utiliser la donnée quotidienne pour extrapoler une information de portée plus vaste. Le travail exécuté sur les données AIS a permis d'obtenir une vision quantitative de la pression anthropique que constitue le trafic naval dans le nord de la mer Tyrrhénienne. La définition des principales routes, la connaissance de la typologie des différentes embarcations et la répartition temporelle des navires permettent de décrire de façon exhaustive la source de bruit dans le Sanctuaire des cétacés. Cette information constituera la donnée d'entrée de la modélisation acoustique successive.



Trafic passagers dans la mer Tyrrhénienne septentrionale. Figure B.

Abondance de la population de grands dauphins: estimations numériques et répartition spatiale dans l'aire transfrontalière

La collecte des données au cours de la période 2009-2011 a été effectuée au moyen de «captures photographiques» (technique de la photo-identification). Dans l'aire de l'Archipel toscan, la coopérative Pelagos a effectué 36 sorties quotidiennes, au cours desquelles 1500 milles nautiques ont été parcourus. Elle a réalisé 27 observations de grands dauphins (212 individus photo-identifiés dont 60 recaptures). L'Université de Gênes (Dip.Te.Ris. et association MENKAB) a quant à elle effectué 12 sorties quotidiennes et a parcouru 1696 milles nautiques pour un total de 27 observations (159 individus photo-identifiés dont 31 recaptures). Dans l'aire Corse, et en particulier dans le secteur des Bouches de Bonifacio, l'OEC (Office de l'Environnement de la Corse) a effectué 34 sorties quotidiennes, a parcouru 1000 milles nautiques et a réalisé 38 observations (95 individus photo-identifiés dont 65 recaptures) (Fig. A). Pour obtenir une vue à plus long terme, les mêmes analyses ont été effectuées en intégrant les données contenues dans la base de données chronologiques du Dipartimento per lo Studio del territorio e delle sue Risorse (Dip.Te.Ris - Département d'étude du territoire et de ses ressources) de l'Université de Gênes. La base de données, qui rassemble les données de cinq années de suivi (2005-2010), a en outre permis d'intégrer l'étude de la structure sociale aux analyses chronologiques. Les exemplaires sont reconnus («recapturés») à partir du profil de leur nageoire dorsale et de la présence

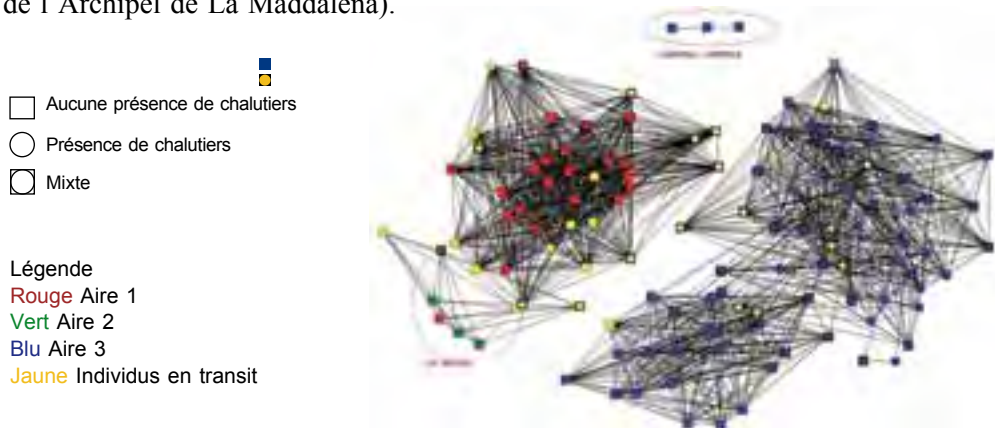


Observations de grands dauphins enregistrées pendant le Projet GIONHA. Figure A

de marques naturelles (*natural mark*) sur la nageoire elle-même et sur les flancs. Chaque photographie a été cataloguée dans la plateforme INTERCET. Quand plusieurs animaux sont présents sur une même photo, l'animal en question est indiqué au moyen d'une flèche. Chaque photographie a été archivée avec un code qui contient le code de l'individu, l'indication du côté (droit DX ou gauche SX), la date du cliché, le code d'observation et le code attribué automatiquement par l'appareil photographique. Après son insertion dans INTERCET, chaque photographie est étudiée et comparée avec les autres photographies présentes dans la plate-forme. Cette opération dite de «matching» photographique permet de relever des correspondances entre deux photographies (et de repérer le même individu). L'estimation de l'abondance de la population de grands dauphins dans l'aire de l'Archipel toscan et de la mer Ligure confirme en gros

les estimations obtenues par d'autres auteurs (Gnone *et al.*, 2011). En particulier, on a obtenu l'estimation la plus élevée dans cette aire (431 individus) avec le modèle de population fermée *Schnabel*. Le modèle de population ouverte *Mortality* a donné une estimation bien inférieure (égale à 242 individus). Dans les deux cas, le taux de mortalité restitué par le modèle est très faible: 0,02. Dans la zone des Bouches de Bonifacio, l'estimation la plus élevée (environ 139 individus) a été obtenue avec le modèle de population fermée *Schnabel*. On a obtenu des résultats très proches en appliquant le modèle de population ouverte *Mortality* (136 individus). Ce modèle reporte des valeurs étonnamment faibles du taux de mortalité (0 - 0,1) et laisse supposer qu'il n'y a pas d'émigration à partir de cette zone. En ce qui concerne la structure sociale, l'analyse des données indique qu'un plus grand nombre d'individus résidents en Ligure forme des associations «fortes» par rapport aux animaux qui résident en Toscane. L'algorithme utilisé a subdivisé l'échantillon entre communautés: deux de plus grandes dimensions et un petit groupe isolé (Fig. B).

La séparation entre les individus de la mer Ligure et ceux de l'Archipel toscan est évidente, en particulier en ce qui concerne les îles. Les individus de Toscane, comme les communautés de Ligure, présentent une association avec les chalutiers. La population étudiée vit en groupes composés d'individus qui forment des associations pendant peu de temps. Le nombre d'associations diminue sensiblement au bout de dix jours. En effet, même si certains couples forment des associations stables, la majorité d'entre eux est guidée par des interactions casuelles qui durent très peu de temps. La disponibilité des proies pourrait jouer un rôle fondamental dans la détermination des changements brusques de composition et de taille des groupes. Les groupes deviennent de fait denses quand les proies sont disponibles. On a observé des grands groupes de plus de 30 exemplaires, en correspondance des bancs de sable, qui chassaient de façon coordonnée en adoptant des techniques de coopération. L'association en groupes plus denses peut durer seulement quelques heures. La cartographie de la distribution spatiale, qui pourrait être un instrument utile de gouvernance, montre un pic de concentration de grands dauphins dans les eaux de l'Archipel toscan, dans celles des Bouches de Bonifacio et dans les eaux de l'île de Mortorio (Parc national de l'Archipel de La Maddalena).



Subdivision en communautés au moyen de l'algorithme de Girvan-Newman. Figure B

INTERCET est un instrument qui entre dans le cadre du Projet GIONHA. Il a été mis au point pour favoriser la coopération entre les chercheurs qui étudient les cétacés et les tortues marines. Élaboré par la Région Ligure avec la consultation technique et scientifique de l'Aquarium de Gênes, INTERCET est une plate-forme SIG (Système d'information géographique) sur le web (www.intercet.it) qui permet la mise en commun et l'analyse intégrée des données géoréférencées et photographiques relatives aux espèces cibles observées.



Matériaux et méthodes

La plate-forme INTERCET a été élaborée au moyen du logiciel ArcGIS Server qui a été mis au point et conçu par la société ESRI. Il s'agit d'un SIG complet basé sur la technologie web (Fu et Sun, 2010)¹. ArcGIS Server fournit une plate-forme au moyen de laquelle les utilisateurs peuvent publier et rendre disponibles leurs informations géographiques à la communauté des utilisateurs.

Les données sont directement téléchargées par chaque utilisateur dans une base de données commune à laquelle chacun peut accéder pour ses recherches et ses mises à jour. Le partage des informations est complet: chaque utilisateur a accès (en consultation) à la totalité des données qui ont été mises sur la plate-forme.

INTERCET est mis au point pour gérer 3 catégories de données fondamentales:

1. le tracé des divers relevés;
2. le tracé des observations associé à celui des relevés;
3. les images photographiques associées au tracé des observations.

Chaque donnée est archivée avec un code d'identification progressif qui permet d'identifier le type de donnée et de remonter à l'organisme de recherche qui l'a élaborée. Pendant la phase de téléchargement, on enregistre les données connexes aux données fondamentales: conditions de la mer, nombre d'observateurs à bord, typologie du tracé (visuel ou acoustique), espèce cible observée, éventuelles espèces associées, nombre total d'individus présents, nombre de petits, éventuelle association avec une activité anthropique, etc. Le système permet en outre d'associer une image photographique à un individu identifié pour créer et gérer des catalogues de photo-identification (Wursig et Jefferson, 1990)². Il est possible de comparer les catalogues élaborés par différents partenaires connectés à la plate-forme afin de sélectionner la présence d'animaux communs. Dans le cas où un même individu est identifié dans deux ou plusieurs catalogues, le système lui attribue un code supérieur (code INTERCET) qui relie et identifie les codes originaux et permet de suivre le déplacement de l'animal dans l'aire d'étude qui est couverte par différents organismes de recherche.

Les interfaces mises au point pour le téléchargement et l'interrogation des données rendent les procédures extrêmement simples et faciles à comprendre.

²Wursig B. & Jefferson T.A., *Methods of photo-identification for small cetaceans. Report International Whaling Commission, 12 (special issue) 43-52., 1990*

Restitutions

INTERCET est en mesure de restituer toutes les informations mises sur la plate-forme par tout utilisateur qui y est inscrit. Le système de codes permet de mener des interrogations croisées des données archivées dans la base de données partagée. Grâce au travail de photo-identification, la plate-forme est en outre en mesure de fournir des informations relatives au lieu d'observation d'un animal ou à la présence d'animaux identifiés



Exemplaire de grand dauphin photo-identifié

dans le cadre d'une observation. L'analyse intégrée des données mises en commun sur la plate-forme permet d'obtenir des informations sur la distribution, l'*home range* et l'abondance des espèces cibles à l'intérieur des aires d'étude couvertes par les organismes de recherches qui sont connectés au système.

La plate-forme permet aussi au simple utilisateur d'Internet d'accéder librement à une cartographie publique qui présente une synthèse des données géo-référencées téléchargées par les partenaires scientifiques (position des observations, espèces observées, nombre d'individus, organisme propriétaire de la donnée).

Conclusions

INTERCET est un instrument qui a été conçu pour favoriser le développement d'un réseau de recherche capable de produire des informations sur la présence de cétacés et de tortues marines à un niveau que chaque partenaire ne pourrait pas atteindre seul. La logique fondamentale qui a guidé la mise au point de la plate-forme est celle de la mise en commun maximale des données scientifiques et de leur mise en valeur.

Un nombre pratiquement illimité de partenaires pourra rejoindre la plate-forme INTERCET et le réseau de collaboration pourra s'étendre, du point de vue géographique, à de nouvelles aires d'étude.

La plate-forme pourra également comprendre d'autres thèmes de recherche et élargir le réseau de suivi à de nouvelles espèces en s'intégrant à des plates-formes analogues qui existent déjà.

Au moyen de la plate-forme INTERCET, on vise aussi une plus grande uniformité des systèmes de collecte des données, en définissant un terrain commun en ce qui concerne les activités de recherche des différents acteurs concernés.

La plate-forme INTERCET pourra enfin être utilisée en tant qu'instrument de suivi par les organismes qui se consacrent à la gestion de la faune marine, en particulier à celle des cétacés et des tortues marines.

La base de données du Projet GIONHA

Une application SIG (système d'information géographique) est prévue sur le site web du Projet GIONHA. À partir d'une base de données spécifiques, elle permet de visualiser, sous forme de cartes, un grand nombre d'informations environnementales et biologiques qui sont liées d'une façon ou d'une autre à la présence des cétacés dans l'aire du Sanctuaire Pelagos.

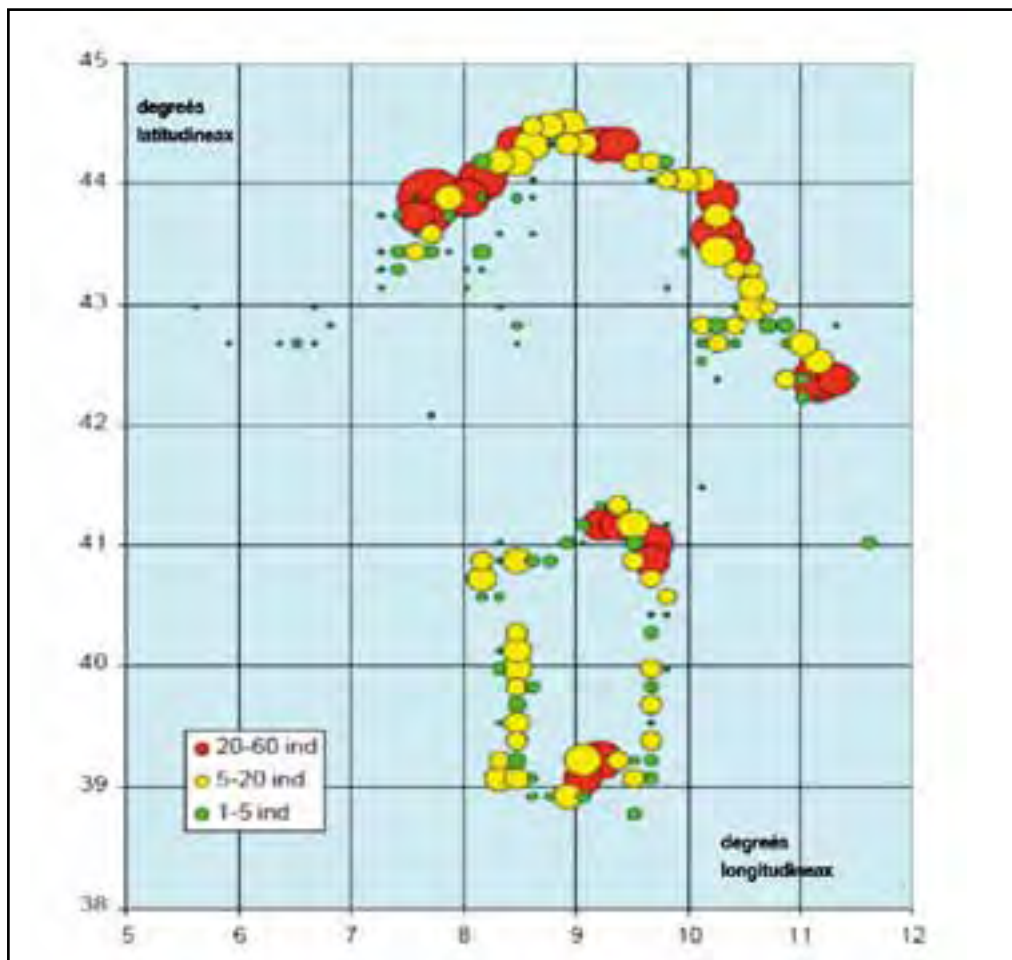
La base de données a été enrichie avec les informations qui étaient déjà disponibles avant le début du Projet GIONHA (archives Arpalab, Biomart, Medlem, BDS, etc.). On y a ensuite ajouté les nouvelles données qui étaient collectées au fur et à mesure pendant l'exécution du projet (observations, échouages, bruit, trafic maritime, etc.). Comme l'objectif de la collecte de données est de fournir une représentation spatiale, les informations ont été regroupées sur l'axe temporel en utilisant des périodes d'une durée variable selon la disponibilité des informations relatives à différents paramètres. Les paramètres représentés sont les suivants:

- cétacés (14 espèces, observations et échouages)
- tortues (3 espèces)
- requins pouvant être en compétition avec les cétacés (5 espèces)
- poissons-proies des dauphins (32 espèces)
- phytoplancton (total + 2 taxons spécifiques)
- zooplancton (total + 2 taxons spécifiques)
- nutriments (phosphore total et azote total)
- chlorophylle
- paramètres physiques (température et oxygène superficiels)
- déchets (600 points environ)
- bruit (dB et indice qualité sur une grille d'environ 16 km)
- trafic maritime (sur une grille sur d'environ 20 km)

Certains paramètres ne concernent que l'espace côtier, d'autres s'étendent à toutes les eaux territoriales; les données sont le plus souvent relatives à l'aire marine toscane mais, dans certains cas, elles couvrent toute l'aire transfrontalière (par ex. pour les cétacés, les tortues et les requins).

Chaque valeur est géo-référencée avec sa latitude et sa longitude WGS84. Les valeurs sont des moyennes (moyenne géométrique dans le cas d'une distribution log-normale), pouvant porter sur 10 à 20 ans, car la variation temporelle est insignifiante par rapport à la valeur spatiale. Dans certains cas (plancton, nutriments, chlorophylle), les valeurs sont saisonnières et relatives à un semestre estival (avril-septembre) et à un semestre hivernal (octobre-mars).

Les quatre champs suivants constituent le cœur de la base de données: paramètre, latitude, longitude, valeur. On y ajoute d'autres paramètres complémentaires comme la source des données, les années, l'unité de mesure, la saison, etc.



Exemples d'élaboration relative aux échouages de cétacés.

Les valeurs sont représentées sur le SIG par des points de dimension linéaire qui est proportionnelle à la racine carrée de la valeur du paramètre. Les valeurs peuvent aussi être mieux représentées au moyen d'icônes ou de visuels (poisson, tortue, dauphin, etc.). Dans certains cas (par ex. les observations), on a prévu dans l'application SIG, en plus de la représentation des valeurs ponctuelles, un regroupement sur une grille qui permet de mieux mettre en évidence les aires de concentration. Les données originales ont aussi été regroupées sur une grille de 0,25 degrés de longitude et de latitude (environ 20 x 28 km). Sur la carte ci-après, on a reporté un exemple d'élaboration des données relative aux échouages de cétacés dans l'aire transfrontalière.

À partir de cette élaboration préliminaire, par exemple, il est assez évident que les échouages de cétacés se concentrent dans des zones particulières (Toulon, Portofino, Versilia, Argentario, Olbia, Cagliari), et il est intéressant d'analyser de façon plus approfondie leur éventuelle corrélation avec la présence de nutriments, de plancton, de proies, d'activités de pêche, de fréquentations anthropiques, etc., y compris en relation suivant les différentes espèces.

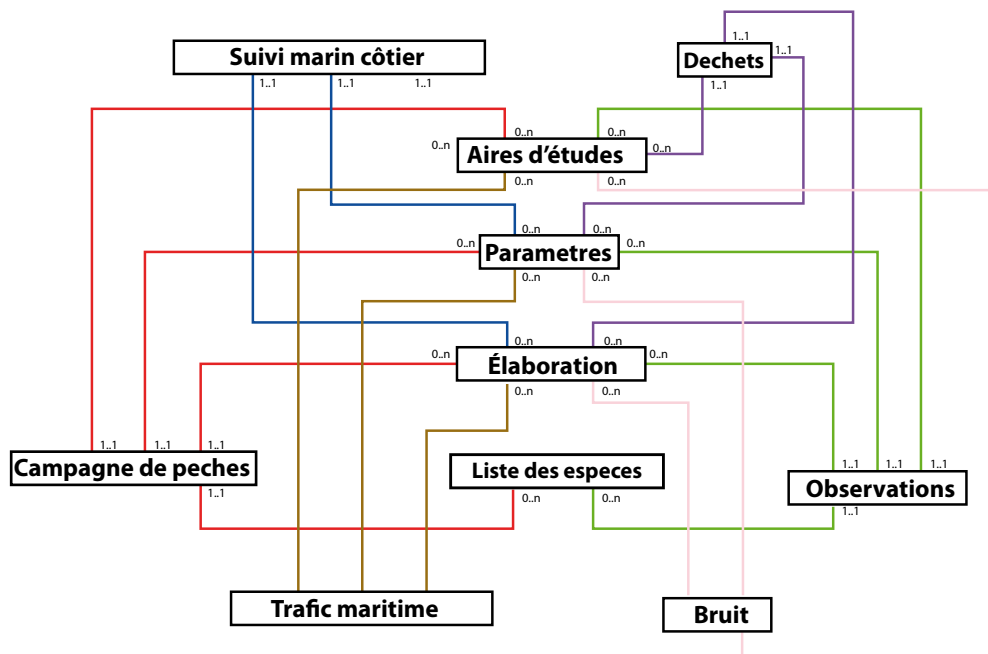


Schéma des relations de la base de données GIONHA

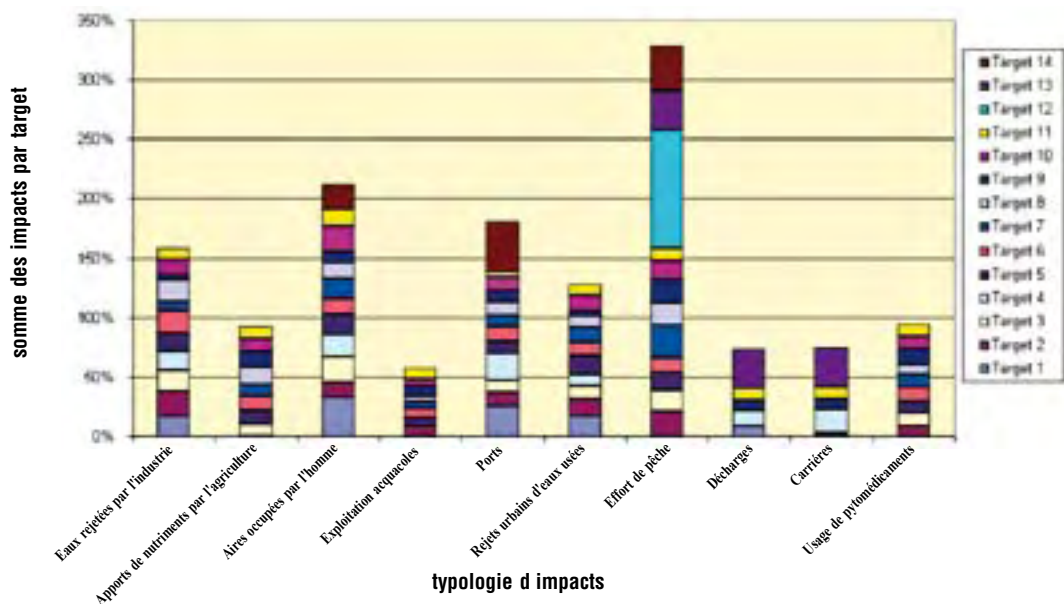


Réduction de la biodiversité marine

Il existe un consensus général au sujet du mauvais état de la biodiversité marine, qui est considérée comme étant sérieusement menacée par les activités humaines. Les principaux dangers proviennent des activités de pêche, de la pollution et de l'eutrophisation, de l'altération des habitats, des invasions d'espèces exotiques et du changement climatique mondial.

La FAO souligne que plus de 70% des principaux stocks de poissons ont été évalués comme surexploités. Les tentatives visant à réduire la pression de la pêche ont en général donné des résultats décevants. Il existe en outre des pratiques de pêche qui sont considérées comme étant extrêmement nuisibles pour le milieu marin (par ex. la pêche à l'explosif, à la drague ou au chalut). La capture d'espèces non ciblées (reptiles, mammifères marins et autres espèces menacées d'extinction) est un autre facteur qui a des effets négatifs sur les écosystèmes marins.

Diverses sources de pollution sont identifiées comme étant très néfastes: le déversement délibéré ou accidentel de dérivés du pétrole, les rejets urbains, industriels et agricoles, les substances inertes, les métaux lourds, etc. La dégradation de l'habitat marin peut être causée par des modifications volontaires des habitats physiques pour diverses raisons. Principalement dans l'aire côtière, on relève les activités fréquentes de dragage des ports, la création de nouvelles aires émergées, la collecte de sédiments inertes, le rechargement des plages qui déstabilise le rivage, le développement de l'aquaculture, etc. La sédimentation excessive peut détruire des habitats benthoniques entiers comme les herbiers de phanérogames marines, les coraux ou d'autres invertébrés, en particulier certains filtreurs très vulnérables. L'invasion d'organismes marins exotiques, qui est favorisée par le réchauffement de la mer, est due non seulement à la destruction de barrières géographiques comme le canal de Suez, mais aussi au transport maritime et au développement de l'aquaculture et de l'aquariophilie. Le réchauffement climatique mondial a en outre entraîné une augmentation de la température et du niveau de la mer, qui ont à leur tour modifié les modèles de précipitations. Cela a des influences sur les courants marins aussi bien de surface que de profondeur, en modifiant l'apport d'eau douce des rivières, la fréquence des inondations et l'apport de terre dans la mer. Lors du Sommet mondial sur le développement durable des Nations Unies de Johannesburg (2002), il a été décidé d'élaborer des actions visant à réduire significativement la perte de biodiversité aux niveaux local, régional et mondial. Au niveau régional, les gouvernements de l'Union européenne ont défini des actions visant à endiguer le déclin de la biodiversité. La directive cadre I 2008/56/CE (Stratégie pour le milieu marin) a mis en place le sixième programme communautaire d'action en matière d'environnement, qui comporte une stratégie thématique développée pour la protection et la conservation de l'environnement marin destinée à promouvoir l'usage durable des mers et la conservation des écosystèmes. Le 21 juin 2011, le Conseil européen des ministres de l'environnement des 27 pays de l'UE a approuvé la nouvelle Stratégie européenne pour la conservation de la biodiversité au cours des dix années suivantes. Depuis le 7 octobre 2010, l'Italie a en outre sa propre Stratégie nationale relative à la biodiversité, qui a été mise au point suite à un vaste débat



entre les associations scientifiques, les associations environnementales et diverses catégories économiques. C'est dans ce cadre que la Région Toscane a lancé la rédaction du PAER-Aree protette e Biodiversità (Plan environnemental et énergétique régional-Aires protégées et biodiversité) afin de conserver efficacement la biodiversité. Signé en mai 2008 avec la branche italienne du WWF, cet accord spécifique est un instrument qui vise à définir les actions les plus urgentes à l'échelle régionale et à les mettre en œuvre jusqu'en 2010 pour lutter contre la perte de la biodiversité et des services écosystémiques que la biodiversité offre, aussi bien dans les milieux terrestres que marins. Le PAER- Aree protette e Biodiversità 2012-2020 constitue aussi une réponse de la Région Toscane aux résultats de l'analyse des données qui ont été collectées pendant de longues années par l'ARPAT et les différents acteurs scientifiques qui étudient le milieu marin en Toscane. Ce travail a été dans un premier temps organisé dans la base de données du projet Biomart. On a ainsi pu déterminer la composition, l'état et la répartition des situations d'urgence naturelles marines en Toscane et mettre en évidence les principales caractéristiques qui menacent leur survie. La méthodologie suivie prévoyait la rédaction d'une liste des différents habitats et des espèces marines sur lesquels concentrer l'attention, puis la mise au point d'une liste des facteurs de perturbation spécifiques à l'environnement marin, en considérant plus particulièrement les rejets urbains ou industriels, les exploitations aquacoles, l'effort de pêche, les ports, les aires occupées par l'homme, l'utilisation de phyto-médicaments, l'apport de nutriments par l'agriculture, les carrières et les décharges. Pour chaque cible et pour chaque espèce (500 cas environ), on a ensuite associé l'intensité avec laquelle chaque facteur a des effets sur les différentes espèces (de 1 = intensité faible à 5 = intensité forte). À partir de l'analyse des données normalisées, il résulte que les effets de l'effort de pêche et des aires côtières anthropiques sont ceux qui ont dans l'ensemble l'incidence la plus élevée; l'impact des carrières et des décharges est par contre moins influent.

Prémisses

L'ARPAT a stipulé avec les universités de Sienne et de Padoue un contrat de recherche visant à étudier l'état sanitaire des populations de cétacés et de tortues dans les mers toscanes, à partir d'analyses en laboratoire des échantillons prélevés sur les animaux échoués. Tous les exemplaires de tortues ou de cétacés qui se sont échoués le long des côtes toscanes, et qui ont été récupérés par le personnel spécialisé des deux universités, ont été transportés, disséqués et analysés dans le laboratoire «Biomarkers e analisi dei residui» de l'université de Sienne. On a suivi à cette fin le vade-mecum relatif aux interventions sur les tortues ou cétacés échoués (animal vivant, vivant puis décédé ou décédé), intégré à un «protocole toxicologique» qui permet de réaliser des prélèvements et de conserver comme il faut le matériel biologique à des fins de recherches éco-toxicologiques. La méthode diffère selon l'état de l'animal échoué: encore vivant puis décédé (ou mort depuis peu de temps, c'est-à-dire entre 12 et 24 h) ou au contraire décédé depuis longtemps. La nécropsie n'a été réalisée qu'une seule fois sur le lieu de l'échouage: dans le cas du rorqual commun à Migliarino - San Rossore. Il était en effet impossible de transporter l'animal ailleurs.

Résultats

Les universités de Sienne et de Padoue ont pu examiner 8 cétacés et 14 tortues qui se sont échoués le long des côtes de Toscane entre octobre 2010 et décembre 2011. En ce qui concerne les cétacés, la majorité des exemplaires étaient des animaux jeunes et encore immatures sexuellement. Dans le cas des grands dauphins, les dimensions des individus laissent supposer qu'ils n'étaient pas encore totalement indépendants de leur mère. Dans la majorité des cas, les carcasses présentaient un assez bon état de conservation, qui a permis de mener un grand nombre des recherches prévues, exception faite de l'étude microbiologique et, dans certains cas, de l'étude microscopique. Il n'a toutefois pas été possible, dans la plupart des cas, de déterminer la cause de la mort et/ou de l'échouage de l'animal. Des recherches ont tout de même été menées afin de déterminer la présence éventuelle des principaux pathogènes décrits dans la littérature spécialisée comme responsables de la mortalité des espèces (*Morbillivirus*, *Herpesvirus*, *Brucella spp.* et *Toxoplasma gondii*). On a pu déterminer avec certitude la cause de la mort ou de l'échouage de seulement trois exemplaires (37,5% des cas) alors que l'on a simplement émis des hypothèses à ce sujet pour trois autres (37,5%). Pour deux exemplaires échoués (25%), il n'a pas été possible d'indiquer une cause probable de la mort ou de l'échouage, essentiellement en raison des conditions de conservation de l'animal.

En ce qui concerne les tortues, tous les exemplaires de *Caretta caretta* analysés sont des animaux jeunes et immatures sexuellement (subadultes). L'état de conservation des carcasses se subdivise également entre carcasses fraîches, en décomposition

modérée et en décomposition avancée. Un animal seulement était momifié. On a aussi récupéré un exemplaire vivant de *D. coriacea* qui est mort ensuite. On a mené sur tous les exemplaires des recherches visant à déterminer la présence éventuelle des principales causes de mort d'origine anthropique, qui sont connues comme responsables de mortalité chez ces espèces. On a aussi recherché la présence de lésions indiquant des pathologies d'origine bactérienne, virale ou fongique, qui auraient pu compromettre l'état sanitaire de l'animal vivant et mettre ce dernier dans des situations à risque ou entraîner chez lui un grave affaiblissement. Quand il a été possible de déterminer l'état nutritionnel des animaux (dans 5 cas sur 13, soit 38%), on a pu constater que celui-ci était bon pour quatre exemplaires et insuffisant pour un seul. Ce résultat confirme que *C. caretta* utilise les aires de la mer toscane comme zones de fourrage. Trois des quatre animaux présentant un bon état nutritionnel portaient des lésions caractéristiques dues à un choc avec des navires. Cela indique que la collision peut facilement avoir lieu même avec des individus sains durant les phases de reconnaissance, c'est-à-dire sans que l'animal soit dans un état d'affaiblissement qui compromet sa nage ou sa vigilance.

En comparant les données obtenues à partir des tortues marines comme des cétacés échoués, il apparaît que l'homme et les activités anthropiques restent les principaux dangers qui menacent la conservation de ces espèces. Les pièces post-mortem mettent en évidence des liens entre le décès de l'animal et les activités anthropiques, surtout en relation à :

- *la pêche*: capture accidentelle (ou prise accessoire) certaine pour au moins deux grands dauphins, soit 22,2% des cétacés et 9,1% des animaux échoués;
- *la collision directe avec des navires*: cause diagnostiquée ou émise comme hypothèse pour 54 % des tortues, soit 31,8% des animaux échoués;
- *l'ingestion de plastique*: présence de matières plastiques dans le tube gastro-intestinal chez deux tortues, soit 9,1% des animaux échoués.



Grand dauphin retrouvé mort en mer: préparation pour la nécropsie et la dissection afin de chercher les causes possibles de la mort

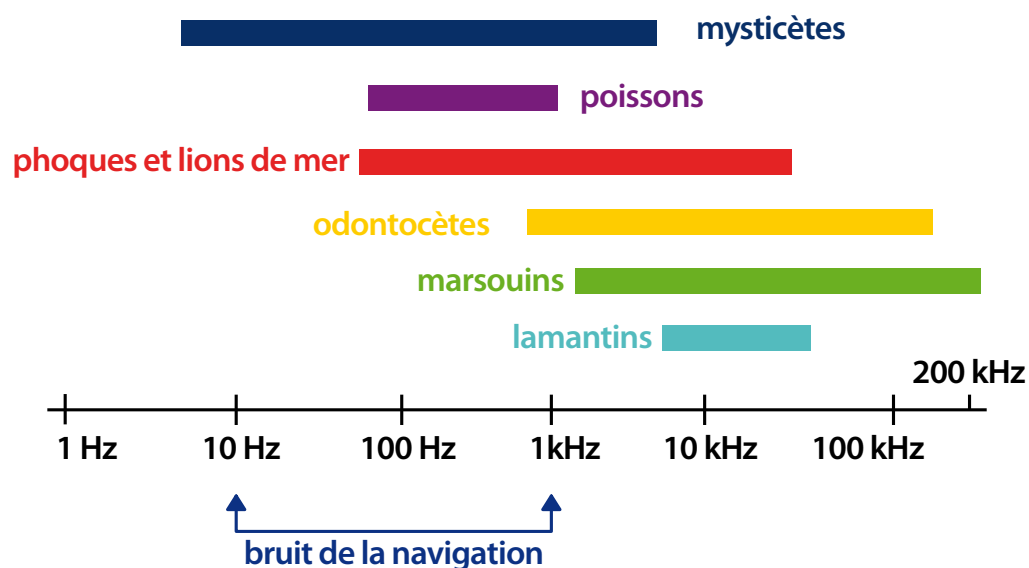
Effets de la pollution acoustique sur les cétacés

Les mammifères marins ont développé au cours de leur histoire évolutive une adaptation presque parfaite à l'environnement sous-marin et à ses propriétés acoustiques. Le passage d'un environnement terrestre au milieu aquatique, qui a eu lieu il y a environ 35 millions d'années, a favorisé le développement de l'ouïe, en tant que sens primordial, étant donné que, dans la mer, l'absorption de la lumière par l'eau rend la vision difficile (la lumière est en moyenne pratiquement inexistante au-delà de 200 m de profondeur). L'efficacité de l'odorat est aussi limitée à cause du mouvement lent des masses d'eau.

Les cétacés ont donc développé une «instrumentation acoustique» très précise et sophistiquée au moyen de laquelle ils s'orientent, repèrent leurs proies et leurs prédateurs, communiquent, trouvent leur partenaire sexuel ou encore maintiennent la cohésion du groupe et les interactions sociales.

Les grands cétacés comme les mysticètes (rorquals, jubartes, etc.) utilisent des sons à basse fréquence (15-1000 Hz) grâce auxquels ils communiquent sur de longues distances (plusieurs centaines de km), alors que les odontocètes (dauphins, ziphius, cachalots, etc.) utilisent des sons à moyenne et haute fréquences (5-20 kHz) pour communiquer et des ultrasons (de 30 à plus de 150 kHz) pour l'écholocalisation.

Avec l'écholocalisation, les sons émis sont reflétés par les obstacles qu'ils rencontrent en cours de route et les animaux sont en mesure de localiser les objets avec une



Gamme des fréquences utilisées par certains organismes marins



grande précision grâce à l'analyse des échos reçus. Ils peuvent saisir les dimensions d'objets de quelques centimètres à une distance de quelques dizaines de mètres et mesurer les distances.

Les nombreuses sources anthropiques de bruit, qui sont toujours plus densément présentes dans les environnements marins, constituent des facteurs de pression et de stress pour une grande partie des mammifères marins.

L'exposition à des niveaux de bruit particulièrement élevés, qui peuvent dépasser le décalage permanent du seuil auditif (PTS, *Permanent Threshold Shift*) sont susceptibles de provoquer une série de dommages mécaniques à l'appareil auditif aux effets immédiats qui, dans les cas les plus graves, peuvent entraîner la mort des animaux. On le vérifie en particulier dans les cas où la source produit un son dont le niveau est supérieur à 250 dB re 1 μ Pa @ 1 m et alors que l'animal perçoit un son supérieur à 160 dB re 1 μ Pa @ 1 m, à des intervalles de temps relativement courts.

Le thème de l'exposition aiguë des mammifères marins à des sources sonores impulsives attire l'attention depuis que des échouages en masse ont eu lieu en même temps que des exercices navals ayant recours aux sonars, comme en témoignent les épisodes d'échouages en masse de ziphiidés (Grèce 1996, Bahamas 2000, îles Canaries 2002). Les niveaux sonores relevés pendant ces exercices étaient très élevés: 226-228 dB re 1 μ Pa @ 1 m dans le cas de la Grèce et 235 dB re 1 μ Pa @ 1 m aux Bahamas.

Les examens qui ont été menés sur certains exemplaires échoués ont révélé la présence d'hémorragies rénales, cérébrales et du canal auditif, qui étaient probablement liées à un fort traumatisme acoustique. Les traumatismes pourraient avoir été provoqués par une exposition à un son très intense et fort qui, à certaines fréquences, a produit un phénomène de résonance dans les espaces qui contiennent de l'air dans le crâne des cétacés. D'autres dommages physiques sont aussi imputables à des phénomènes d'embolie qui apparaissent à la suite de la rapide remontée à la surface de l'animal qui a été effrayé et s'est senti menacé par ces sons de forte intensité.

Les troubles temporaires se vérifient quant à eux en présence de sons moins intenses: le niveau de bruit perçu se situe autour de 150 dB re 1 μ Pa @ 1 m et peut provoquer une perte momentanée de la capacité auditive (*TTS*, *Temporary Threshold Shift*), qui s'accompagne d'un ensemble de conséquences négatives sur toutes les activités liées à la production et à la réception des sons chez les cétacés, ainsi que sur l'alimentation, la reproduction, l'orientation et les relations sociales.



***Instrument vivant
la sauvegarde et
la gestion***

réponses

La question de la réduction de l'impact acoustique marin et de la définition de méthodologies visant l'atténuation des effets du bruit a été confiée au Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali (CIBRA—Centre interdisciplinaire de bioacoustique et recherche environnementale) de l'Université de Pavie, sous la direction du professeur Gianni Pavan.

Dans le rapport qui a été rédigé sur la question, on propose un examen approfondi des différents types de sources sonores d'origine humaine ainsi que des actions qui visent à limiter leurs effets sur la faune, en particulier sur les cétacés qui sont des animaux extrêmement sensibles à cette forme de nuisance.

En ce qui concerne les méthodologies adoptées, on fait une première distinction importante entre les sources qui émettent volontairement des niveaux sonores intenses en relation au type d'activité produit (sonars ou batteries de canons à air comprimé utilisées pour les recherches éco-sismiques) et les sources où la présence de bruit est le résultat non intentionnel de l'activité humaine.

Dans le premier cas, il est clair que la programmation des activités et une exécution attentive de ces dernières peuvent permettre de limiter au minimum leur impact sur les espèces animales présentes. Sans entrer dans les détails de la procédure décrite dans le rapport, la ligne directrice se fonde sur trois phases fondamentales:

- la connaissance de la présence des cétacés dans l'aire d'intervention. Les informations disponibles dans la bibliographie sur la distribution spatiale et saisonnière des cétacés doivent être intégrées à un plan de suivi mixte (observations visuelles et acoustiques), qui permet d'envisager la présence possible de cétacés. L'éventuelle confirmation de la présence de cétacés dans l'aire concernée par les opérations peut déterminer l'interruption des opérations;
- la modélisation du champ acoustique présent autour de l'aire des opérations, dans le but de définir la « zone d'exclusion » et, par conséquent, l'aire dans laquelle l'absence des cétacés doit être garantie pendant les opérations au moyen de la surveillance;
- la mise en œuvre de procédures de *ramp-up* (accélération) qui permettent aux cétacés de s'éloigner de la zone dangereuse pour leur santé au moyen d'une augmentation progressive des émissions sonores.

La situation est différente en ce qui concerne les sources pour lesquelles la production de bruit n'est pas nécessairement liée à l'activité visée, mais représente un véritable effet collatéral. Dans ce cas aussi, les méthodologies distinguent deux cas : les sources fixes de bruit (comme les plates-formes pétrolières et les générateurs éoliens) et les sources mobiles liées au trafic naval.

Ces sources de bruit se distinguent également suivant leur émission pratiquement ininterrompue ou non des sons, même à des niveaux bien moins intenses que dans le cas précédent. Dans les rares cas où les sources ne produisent du bruit que pendant des périodes limitées de temps (forages sous-marins), il est possible de mettre en œuvre

des techniques analogues à celles qui sont prévues pour les sources de production volontaire de sons (suivi et procédures de *ramp-up*). On peut alors programmer les interventions de façon à tenir compte de la présence saisonnière des cétacés dans la zone en question.

En ce qui concerne les sources fixes, une étude préventive de la propagation du bruit peut aider à positionner les installations off-shore de façon à améliorer leur compatibilité du point de vue acoustique. Dans tous les cas, il serait bon de recourir aux technologies qui sont susceptibles de réduire au minimum la production de bruit dans l'environnement marin.

En ce qui concerne le trafic naval, il est difficile de prévoir une intervention d'atténuation du bruit autre que l'emploi de technologies plus respectueuses de l'environnement.

Pour cette raison, les seules interventions définies dans les méthodologies concernent en particulier la navigation de plaisance et le renforcement des politiques de protection de l'environnement, surtout à l'intérieur des aires marines protégées, au moyen d'une limitation effective du nombre d'embarcations présentes et de l'adoption de règles sur la limitation de leur vitesse.

Actions pilotes visant la réduction des impacts. Collecte des déchets sur les fonds marins de la Mer Ligure

La présence de déchets dans l'environnement marin, jetés intentionnellement ou abandonnés par négligence, peut provoquer des dommages aux organismes vivants qui y sont présents, en particulier à la biocénose des fonds, en raison de divers mécanismes. Le plus évident et le plus facile à repérer de ces derniers est l'asphyxie des populations de gorgones qui se trouvent sur les fonds rocheux à proximité des côtes, à cause de la présence de filets de pêche abandonnés (voir photo). Dans le cadre du Projet GIONHA, le problème de la présence des déchets en mer a été affronté dans les fonds de la mer Ligure au moyen de deux types différents de récupération : le premier en mettant à contribution les pêcheurs des chalutiers sur des fonds dont la profondeur est comprise entre 50 et 1000 m; le second avec les plongeurs des clubs de plongée présents le long des côtes ligures, à des profondeurs comprises entre 0 et 50 m. Coordinée par la Région Ligure et l'Observatoire ligure de la pêche et de l'environnement (OLPA) en 2010 et 2011, l'activité de collecte des déchets présents sur les fonds marins, a dans l'ensemble été très bien accueillie par tous les acteurs concernés (communes, capitaineries de port, plongeurs, pêcheurs et organismes



Filet abandonné. Photo OLPA.

locaux). Au vu de son succès, on peut imaginer qu'elle sera poursuivie, avec des innovations qui la rendront encore plus efficace et plus présente sur le territoire.

Méthodologie

L'activité a été organisée et mise en œuvre grâce à la collaboration des acteurs suivants:

- les communes ayant adhéré au projet, qui se sont engagées dans le tri sélectif et l'élimination des déchets;
- les ports, qui ont mis à disposition les espaces nécessaires au stockage temporaire des déchets récupérés;
- les pêcheurs des chalutiers et les clubs de plongée présents le long de la côte ligure (17 équipages de chalutiers, 77 plongeurs et 10 petits pêcheurs côtiers), qui ont matériellement effectué la collecte des déchets en mer;
- les capitaineries de port, qui ont émis les permis relatifs aux activités en mer;
- les organismes de secours, qui ont garanti leur présence sur le terrain afin d'intervenir dans les plus brefs délais en cas de besoin de la part des plongeurs;
- les opérateurs à terre, qui ont expliqué au public les activités mises en œuvre;
- les établissements scolaires locaux, qui ont participé à l'initiative en suivant les activités du continent.

Résultats obtenus

L'important volume total de déchets collectés par les pêcheurs à bord des chalutiers (83.100 litres) indique d'une part que le phénomène d'abandon de divers détritiques dans l'environnement est substantiel, et d'autre part que la participation des pêcheurs a été très active et efficace. Ces derniers ont récupéré de nombreux déchets et leur action a permis de souligner la gravité de ce problème environnemental. Leur activité s'inscrit parfaitement dans le cadre du développement du Sanctuaire des Cétacés et du processus de durabilité croissante de l'activité halieutique qui y est pratiquée.

La collecte des déchets sur les fonds marins d'une profondeur inférieure à 50 m a produit en tout 3.250 kg de détritiques de différents types. Cette activité spécifique a mis en évidence le problème des filets pris dans les fonds rocheux, qui causent de graves dommages à la biocénose en étouffant et en enterrant les organismes vivants qui s'y trouvent. L'intervention a permis de régler le problème sur les fonds des localités concernées et s'inscrit dans la perspective d'une récupération progressive des précieux habitats endommagés et de la possibilité pour les plongeurs de profiter de fonds marins intacts.

Modèle prévisionnel relatif au déplacement de la limite supérieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* en fonction de l'hydrodynamique côtière

La gestion des sites d'intérêt communautaire marins et la conservation des prairies de *Posidonia oceanica*, phanérogame marine endémique de la Méditerranée (Fig. A), sont fondamentales dans le cadre d'une gestion intégrée de la façade côtière.

Dans des études précédentes, le Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle Risorse (DipTeRis) de l'Université de Gênes a mis en évidence l'existence d'une corrélation entre les caractéristiques morphodynamiques des littoraux, la limite supérieure des herbiers et leur état de conservation (Vacchi *et al.*, 2010; Lasagna *et al.*, 2011)* (Fig. B). La corrélation mise en évidence par les recherches a suggéré qu'il était possible de mettre au point un modèle prédictif permettant de définir théoriquement la limite supérieure de l'herbier selon les caractéristiques morphodynamiques de la



Limite supérieure d'un herbier de *Posidonia oceanica*. Photo: M. Montefalcone (DipTeRis, Université de Gênes). Figure A

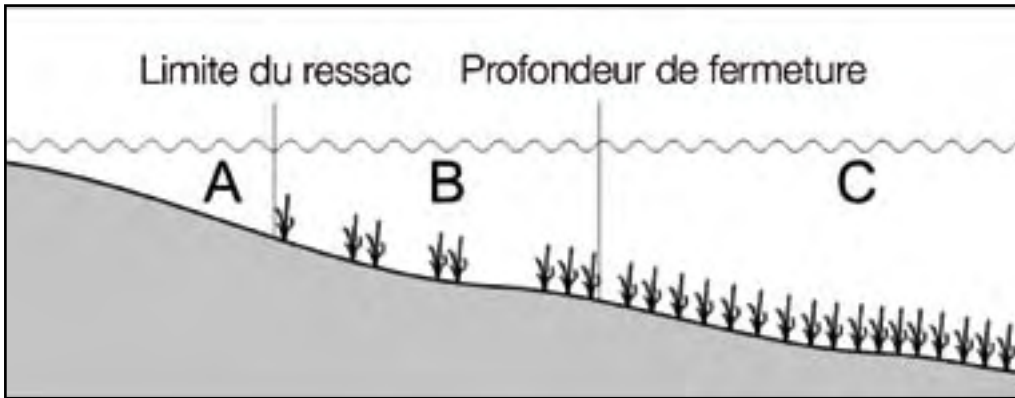
*Vacchi M. et al.; *The influence of coastal dynamics on the upper limit of Poseidonia oceanica meadow*. Marine Ecology 31, 546-554, 2010.

Lasagna R. et al.; *Much damage for little advantage: field studies and morphodynamic modeling highlight the environmental impact of an apparently minor costal mismanagement*. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 94: 255-262, 2011.

zone sur laquelle il pousse et selon le climat météo-marin de l'espace côtier. Ce modèle pourrait être un instrument de gestion utile qui permettrait de comprendre quelle est l'influence des facteurs anthropiques et des conditions environnementales des secteurs littoraux sur le développement des herbiers de *Posidonia oceanica*. Il permettrait en outre d'obtenir des informations sur les fonds où des prairies de *Posidonia oceanica* ne sont pas en mesure de survivre et sur ceux où, au contraire, les conditions naturelles permettent leur développement. Cet aspect est fondamental car les herbiers de *Posidonia oceanica* sont classés parmi les habitats prioritaires par la directive communautaire 92/43/CEE.

Dans le cadre du Projet GIONHA, et pour le compte de la Région Ligure, le DipTeRis s'est proposé d'analyser des secteurs spécifiques de la côte ligure qui ont été opportunément sélectionnés sur la base de leurs caractéristiques morphodynamiques, sédimentaires et biologiques. À partir de l'analyse des données obtenues, on a mis au point un modèle prédictif relatif aux prairies de *Posidonia oceanica*, qui permet de déterminer la position naturelle théorique de la limite supérieure d'un herbier en fonction de l'hydrodynamique côtière et du régime météo-marin de l'aire.

Les sites pilotes pris en considération au sein du Projet GIONHA ont été sélectionnés sur la base des conditions morphodynamiques qui caractérisent la côte ligure et en relation à la présence de prairies de *Posidonia oceanica*. Les onze sites pris en considération sont les suivants: Ospedaletti, Bussano-Arma di Taggia, Imperia, Alassio, Ceriale, Spotorno-Noli, Arenzano, Pieve Ligure, Camogli, Framura et Monterosso. Dans ces 11 sites, le DipTeRis a réalisé des relevés directs visant leur caractérisation morphodynamique, l'évaluation de l'état des prairies de *Posidonia oceanica* et l'acquisition de données utiles pour le développement du modèle prédictif/prévisionnel.



Démarcation de la limite supérieure de la prairie de *Posidonia oceanica* en fonction de l'hydrodynamique côtière. Figure B

Les données obtenues à partir des analyses morpho-dynamiques, des études des sédiments, des campagnes bathymétriques et des relevés directs en immersion ont ensuite été élaborées au moyen de deux analyses statistiques différentes. Pour chaque aire, la distance de la limite supérieure entre la prairie et le rivage ainsi que la

profondeur de la limite supérieure ont été corrélées avec les indices morphodynamiques Surf Scaling, Surf Similarity et Indice de Dean. En outre, au moyen d'une analyse à variables multiples, on a étudié les variables qui caractérisent les différents secteurs considérés des plages sous-marines.

La mesure de la distance entre la limite supérieure de la prairie et le rivage dans les 11 sites pilotes a mis en évidence d'importantes différences selon l'état morphodynamique de la plage. En particulier, l'éloignement de la prairie du rivage correspond à l'état dissipateur.

À partir des données relatives aux corrélations entre les paramètres morphodynamiques et les distances relatives de la limite supérieure de *Posidonia oceanica* et à partir des données obtenues au moyen de l'analyse à variables multiples, on a défini la formule ci-après qui permet d'établir la relation prédictive de la distance entre la limite supérieure des prairies et le rivage:

$$y = -0,0018x^2 + 1,4389x + 28,916$$

Pour faciliter l'application de l'équation, aussi bien dans des études inhérentes aux effets de l'anthropisation côtière sur les habitats marins, que dans la phase d'élaboration du projet avant la réalisation d'interventions le long de la côte, on a eu recours à un logiciel de base Matlab®.

La validité du modèle proposé, même s'il est élaboré sur une grande échelle, reste limitée à la région ligure. Il faudra donc disposer de nouvelles intégrations et d'un plus grand nombre de cas provenant des autres aires géographiques de la Méditerranée pour pouvoir obtenir sa formulation au niveau global. La distance de la limite supérieure de l'herbier par rapport au rivage résulte être en outre la variable la plus appropriée pour l'élaboration du modèle si on considère la réalité ligure; dans d'autres aires, qui sont par exemple caractérisées par des vagues plus hautes, il pourrait être plus opportun d'utiliser la distance entre la limite supérieure de l'herbier et la profondeur de breaking (déferlement).

Le modèle s'est révélé être plus approprié pour déterminer la position théorique de la limite supérieure des prairies dans les aires caractérisées par un sédiment meuble comme substrat d'implantation; les prairies au contraire implantées sur un substrat rocheux semblent s'éloigner davantage de la côte que ce qui était prévu par le modèle.



Protocole d'intervention pour la récupération des tortues marines et cétacés

Le Réseau régional pour la conservation de la faune marine (tortues marines et cétacés) de la région Sardaigne intervient sur la base d'un protocole opérationnel spécifique, ainsi que sur la base de ce qui est prévu dans le protocole national et les protocoles internationaux. Le protocole est adapté à la réalité régionale dans laquelle le réseau intervient afin de rendre son action plus efficace: les activités mises en œuvre dès qu'un animal en difficulté ou mort est signalé y sont toutes définies.

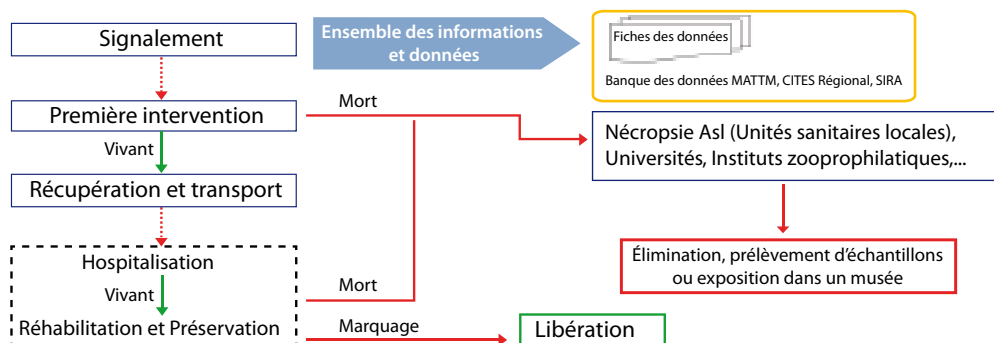


Schéma conceptuel de la procédure d'intervention du protocole opérationnel

Signalement

Le signalement qui lance la procédure d'intervention du Réseau est reçu par la salle opérationnelle du Corpo Forestale e di Vigilanza ambientale (CFVA – Office des forêts et de la surveillance environnementale) de la région et par le Corpo delle Capitanerie di Porto - Guardia Costiera (CCPP – Corps des capitaineries de port – Gardes côtes) au moyen respectivement des numéros de téléphone 1515 et 1530, opérationnels 24 h sur 24. Les «nœuds» du réseau et la coordination régionale sont immédiatement alertés. Dans le même temps, on vérifie la source, on enregistre le contact et on collecte toutes les informations possibles relatives au signalement sur une fiche spéciale (Scheda Monitoraggio Recuperi – SMR – Fiche de suivi des récupérations). Cette fiche est archivée en temps réel dans la base de données régionale.

Première intervention

La reconnaissance et la première intervention sont effectuées par le CCPP ou le CFVA, conjointement au «nœud» du réseau compétent pour la zone où a eu lieu le signalement, avec la coordination régionale et en accord avec les autorités qui interviennent conformément à leurs compétences institutionnelles. L'objectif principal est d'effectuer l'inspection de l'aire où l'animal a été découvert/signalé pour obtenir davantage d'informations, intervenir sur l'exemplaire et éventuellement sécuriser le site. Les informations collectées permettent de planifier les activités ultérieures et de définir le calendrier et les modalités de l'intervention, ainsi que les instruments nécessaires. La procédure prévoit différentes approches suivant l'état de l'animal (mort ou encore vivant).

Nécropsie et élimination (animal mort)

Il s'agit de deux phases spécialisées qui doivent être menées par un personnel qualifié et accrédité, sur la base des normes nationale et régionale en vigueur. On détermine à cette occasion les causes de la mort de l'animal et, si les conditions de ce dernier le permettent, on effectue une nécropsie et on prélève divers tissus et échantillons.

Récupération et transport (animal vivant)

On doit évaluer s'il faut récupérer l'animal et le transporter vers un centre d'hospitalisation afin d'effectuer des vérifications ultérieures et, si nécessaire, lui administrer des soins vétérinaires ou intervenir sur place. En ce qui concerne les tortues marines, la récupération et le transport sont relativement simples. Dans le cas des cétacés, même s'ils sont de petite taille, il est préférable, selon leurs conditions, d'intervenir sur place avec, pour premier objectif, de leur permettre de regagner le large. Comme il s'agit d'animaux marins, le transport doit être effectué avec des équipements spécifiques (conteneurs ou brancards) qui garantissent des conditions appropriées pour limiter au maximum le stress de l'animal (contrôle de la température, de l'humidité, des chocs, etc.). Il faut aussi toujours respecter les procédures exigées par le Bureau CITES.

Hospitalisation

Si l'animal qui a été récupéré et transporté est vivant mais en difficulté, il est admis au centre de récupération où le personnel vétérinaire qualifié procède au diagnostic détaillé du problème et soumet l'animal à des soins et thérapies spécifiques, et éventuellement à une intervention chirurgicale si cela s'avère nécessaire (surtout pour les tortues).

Réhabilitation et préservation

Normalement, la phase de réhabilitation est la plus longue. Elle est nécessaire pour que l'animal recouvre ses conditions physiques et que l'on puisse réintroduire ce dernier dans la nature. Pendant cette phase, il faut collecter et évaluer tous les paramètres relatifs à son état sanitaire.

Libération et marquage

La libération est la phase pendant laquelle l'animal est remis en liberté après avoir été soumis aux phases de soins et de réhabilitation. Elle peut avoir lieu quand on estime que l'animal a récupéré toutes ses fonctions. On évalue alors les conditions météorologiques et on sélectionne l'aire où l'animal sera relâché, si possible à proximité du lieu où celui-ci a été retrouvé. On en profite souvent pour organiser des manifestations de sensibilisation auxquelles participent les habitants de la zone et les écoles. Pour les tortues, on procède en général au marquage de l'exemplaire au moyen d'une petite plaque de reconnaissance qui porte un numéro progressif. Cette dernière peut être retrouvée à tout moment et renvoie à toutes les informations sur l'animal, qui ont été rassemblées dans une base de données spécifique (date et lieu de capture, pathologies ou traumatismes éventuels, soins administrés, etc.).

Actions de sensibilisation. «Mer et fonds marins propres»

L'action de sensibilisation «Mer et fonds marins propres», mise en œuvre par l'Observatoire ligure de la pêche et de l'environnement au cours des années 2010 et 2011 pour la Région Ligure, a été réalisée le long de toute la côte ligure au moyen de campagnes d'information destinées à un large public, qui se concentraient sur le problème de l'abandon des déchets dans l'environnement. Dans l'ensemble, l'activité a été très bien accueillie par le public, grâce à plusieurs facteurs qui ont permis d'organiser et de réaliser une initiative de haut niveau. On peut notamment citer l'enjeu crucial et l'actualité que représentent les thèmes traités, la collaboration active des communes et des ports, l'engagement des intervenants (spécialisés dans différentes disciplines scientifiques), le rôle actif des plongeurs et des pêcheurs professionnels ou encore le soutien des sponsors et des partenaires.

Étant donné le succès rencontré par cette activité, on peut penser qu'elle pourra continuer à l'avenir. Grâce à des innovations qui la rendront encore plus intéressante et motivante, elle pourrait être poursuivie pour que ses aspects informatifs et didactiques touchent un éventail de personnes toujours plus large.

Méthodologies et contenus

La formule choisie pour la réalisation de la campagne de sensibilisation prévoyait la mise en place d'un stand d'information dans une ou deux localités pendant les fins de semaine de la mi juin et jusqu'à début septembre. Le stand était à chaque fois



Stand d'information. Photo OLPA.

tenu par deux ou trois animateurs, spécialisés dans des disciplines scientifiques, qui ont illustré les contenus du projet pour le plus grand nombre de personnes possibles. Les animateurs ont invité le public adulte à participer à l'activité de collecte des déchets sur les plages et en mer, et à répondre à un questionnaire (sous la forme d'un formulaire) relatif à leurs habitudes en matière d'élimination des déchets urbains. Pour les plus jeunes, ils ont organisé des ateliers didactiques, des concours de dessin et des activités centrées sur le respect de l'environnement et sur le tri sélectif. Grâce à la participation des pêcheurs professionnels, il a aussi été possible de réaliser des ateliers sur la pêche qui ont permis de présenter aux participants les principaux équipements de leur métier, les instruments de bord et les espèces animales qui sont capturées dans la mer Ligure. Grâce à la disponibilité des sponsors et à la création de gadgets avec le logo du Projet, on a aussi pu offrir à tous les participants un petit souvenir des activités réalisées.

La collaboration des communes du littoral ligure a représenté une valeur ajoutée et a permis d'éliminer de façon sélective tous les déchets récupérés.



*Dessin lauréat du concours «Disegna il tuo mare pulito»
 («Dessine ta mer propre»)*

Risultati

La campagne d'information sur les thèmes relatifs à la protection de l'environnement a été mise en œuvre pendant les saisons estivales 2010 et 2011 dans 23 localités différentes et pendant 26 semaines au total. Les thèmes proposés ont été très bien accueillis par les personnes sollicitées. La forte participation à cette initiative a permis de récupérer un total de 2750 kg de déchets divers (plastique, verre, métaux, etc.) sur les plages. Au total, 854 personnes ont participé à la collecte des déchets. Il s'agissait surtout de jeunes qui avaient entre 5 et 15 ans. C'est en effet dans cette tranche d'âge que l'on a trouvé les personnes les plus disponibles et les plus ouvertes aux nouvelles propositions et aux thèmes traités.

On a enfin rassemblé 425 dessins d'enfants et d'adolescents qui ont participé au concours «Disegna il tuo mare pulito» («Dessine ta mer propre») et aux différents ateliers didactiques organisés sur le stand par les 23 intervenants/animateurs concernés.

Actions de sensibilisation. «L'homme et le dauphin»

La relation entre «l'homme et le dauphin» est le thème du parcours d'éducation environnementale qui a permis aux élèves des écoles primaires corses, toscanes et sardes de connaître les cétacés qui vivent dans le Sanctuaire Pelagos, l'habitat naturel des animaux et les interactions entre ces derniers et les activités anthropiques en mer. Coordonné par l'Office de l'Environnement de la Corse (OEC), avec la collaboration de la Province de Livourne et la Région autonome de Sardaigne, le projet a été réalisé en utilisant un matériel didactique qui a été spécialement conçu pour l'occasion et qui comprend:

- Un écorché de l'espèce de dauphin *Tursiops truncatus*. Réalisé artisanalement et décoré à la main, sur le modèle expérimenté dans le cadre du projet LIFE LINDA, il reproduit fidèlement les caractéristiques et l'anatomie interne de l'animal à partir des photos prises pendant la biopsie de certains exemplaires.
- Un kit didactique destiné aux enseignants et aux élèves. Il est composé d'un cahier avec des fiches techniques relatives aux différentes espèces, des informations géographiques sur le Sanctuaire Pelagos, des informations sur le futur Parc marin international des Bouches de Bonifacio (entre la Corse et la Sardaigne) et sur le Parc de l'Archipel toscan, des instruments utiles pour les activités sur le terrain et une carte de la Méditerranée.



Écorché didactique du grand dauphin, réalisé par l'OEC dans le cadre du Projet GIONHA, et cahier didactique, également réalisé par l'OEC.

Le programme d'étude s'est déroulé pendant toute l'année scolaire et a vu la participation d'une centaine de classes de toute l'aire transfrontalière. Les élèves ont découvert les habitants du Sanctuaire grâce à un concours et aux activités menées sur le terrain.

Dans l'aire corse, le programme a été expérimenté en classe et sur le terrain pendant

les années scolaires 2010 et 2011 au moyen de cinq modules auxquels 96 élèves ont participé. Un animateur pédagogique de la Réserve des Bouches de Bonifacio a pris part aux cinq modules dont les activités s'articulaient comme suit:

- les cétacés de la Méditerranée, biologie et écologie du dauphin (avec l'aide de l'écorché didactique);
- un parcours scientifique sur les dauphins au moyen de la photo-identification (diapositives et jeu de cartes);
- l'homme et le dauphin, interaction avec la pêche artisanale et rencontre avec les pêcheurs;
- une sortie en mer à la découverte de l'habitat des grands dauphins entre la Corse et la Sardaigne;
- une visite de l'Aquarium de Gênes (prix attribué dans le cadre du concours).

Les activités pédagogiques développées dans le cadre du Projet GIONHA ont servi de support pour la sensibilisation du grand public au cours de diverses manifestations: *Journée de la Science* (100 personnes), *Journée de la Mer* (150 enfants), *Fête de la science* (50 personnes) et *Cap mer* (200 enfants) en 2010 ; *Journée de la Biodiversité* (28 élèves), *Journée du patrimoine* (30 étudiants) et *Journée de la Mer* (150 enfants) en 2011.

Sur la côte toscane, le projet a vu la participation des élèves des cinq provinces de la région qui bordent la Méditerranée. Un groupe de travail formé de spécialistes de différents domaines (biologie, paléontologie, sociologie) a mis au point les lignes directrices des activités liées au projet:

- mise à jour permanente des professeurs au moyen d'une plate-forme d'enseignement à distance;
- concours d'idées destiné aux 56 classes inscrites au projet;
- séminaire scientifique pour décerner des prix aux idées les plus brillantes et lancement de la Journée de la baleine;



Activités didactiques menées dans le cadre du Projet GIONHA.

- collaboration des écoles et instituts graphiques du littoral pour la création du logo de la Journée de la baleine à partir des propositions des classes des écoles primaires
- et des collèges qui ont été récompensées;
sortie sur un voilier, prix aux classes des écoles primaires et des collèges des cinq provinces littorales ayant remporté le concours (275 élèves).

En Sardaigne, les activités programmées dans le cadre du projet didactique ont été réalisées grâce à la collaboration de l'Aire marine protégée Capo Caccia - Isola Piana, partenaire du Réseau régional pour la conservation de la faune marine.

Afin d'établir un rapport privilégié avec les communautés dont la réalité culturelle se caractérise, en premier lieu, par leur relation à la mer et aux ressources halieutiques, les activités ont été menées dans les communes côtières de Castelsardo, Porto Torres, Alghero, Bosa, Arbus, Guspini, Tortolì, Dorgali, Orosei et Siniscola. Elles ont réuni les professeurs et 400 élèves de 22 classes de 20 écoles primaires.

Les actions d'éducation environnementale ont été mises en œuvre sur la base de méthodologies spécifiques en utilisant aussi bien le matériel didactique que des silhouettes de cétacés et de tortues marines acquises par la Région et mises à disposition gratuitement. L'ouvrage *Alla scoperta dei cetacei e delle Tartarughe del Mar Mediterraneo* (À la découverte des cétacés et des tortues de la mer Méditerranée) a aussi été publié à cette occasion. Toutes les classes concernées ont participé à la Journée de la baleine, conclusion du projet didactique «L'homme et le dauphin».



Activités didactiques menées dans le cadre du Projet GIONHA.



Actions de sensibilisation. Campagnes d'information sur le sauvetage, la récupération et la mise en valeur dans les musées des cétacés et des tortues marines

Les campagnes d'information et de sensibilisation consacrées au thème du sauvetage et de la récupération des cétacés et des tortues marines étaient destinés aux professionnels de la mer – en particulier aux personnels des corps chargés de la surveillance en mer, aux associations de pêcheurs, à la communauté scientifique – et au grand public. Les activités d'information et de mise à jour scientifique ont été coordonnées par la Région autonome de Sardaigne avec la collaboration de la Province de Livourne. En Sardaigne, les Aires marines protégées de Capo Carbonara - Villasimius et de Tavolara - Punta Coda Cavallo ont mis au point le cycle d'ateliers destinés aux intervenants du Réseau régional pour la conservation de la faune marine, aux corps chargés de la surveillance en mer et aux professionnels du secteur de la pêche. L'objectif était de contribuer à une diffusion conjointe de la mission institutionnelle du Réseau, de la gestion standardisée des opérations de suivi et de récupération des animaux ainsi que des contenus et de la valeur du Projet GIONHA.



Stand GIONHA au Festival de la Science de Cagliari en 2011

À l'occasion de la cinquième édition de la «Semaine de la science», qui s'est tenue à l'Ex-Mà de Cagliari du 4 au 12 novembre 2011, on a organisé un atelier d'information et de sensibilisation destiné aux élèves de différentes tranches d'âge des écoles et à tous les visiteurs de la manifestation.

Les principaux sujets qui ont été abordés sont les suivants:

- le Projet GIONHA et les activités du Réseau régional pour la conservation de la faune marine de la Région autonome de Sardaigne;
- les cétacés et les tortues marines, en particulier les espèces présentes en Méditerranée;
- l'anatomie des animaux et l'adaptation de ces derniers à l'environnement aquatique;
- les principales problématiques et les stratégies de conservation;
- l'information sur les activités de premier secours mises en place par le Résea;
- le rôle des habitants dans la collaboration aux activités de signalisation des exemplaires en difficulté.

La description des caractéristiques qui permettent de reconnaître les espèces les plus fréquemment observées en Méditerranée a notamment été faite en ayant recours à des écorchés et des silhouettes anatomiques en trois dimensions, qui ont aussi été employés pour repérer le mode d'émersion et la taille des animaux. On a projeté des films sur les activités de premier secours qui sont mises en œuvre quand on découvre des cétacés et des tortues marines en difficulté ainsi que sur la libération ultérieure des animaux en mer. On a aussi accordé un vaste espace aux questions et aux interventions des participants sur les différentes espèces.

Une campagne de sensibilisation analogue a été réalisée par la Province de Livourne dans la nouvelle structure de l'Aquarium de Livourne. Un point d'information sur le sauvetage des tortues marines y a été installé pour les visiteurs les plus jeunes. On a en particulier mis au point des panneaux d'information qui, le long du parcours thématique de l'aquarium, illustrent les points les plus importants du Projet GIONHA



Panneaux d'information et jeu de société relatifs au Projet GIONHA disponibles sur le stand de l'Aquarium de Livourne.

sur les espèces de tortues marines présentes dans nos mers et sur les moyens d'action en cas de signalement d'un animal. On a en outre mis au point des brochures en italien, en français et en anglais, qui peuvent être retirées à l'entrée de l'aquarium, et un jeu passionnant que les enfants peuvent rapporter chez eux pour acquérir de façon ludique des notions importantes sur les chéloniens protégés.

Le Projet GIONHA a été présenté au cours d'une session d'information qui s'est tenue dans le cadre du 42^e Congrès de la société italienne de biologie marine (SIBM), organisée dans l'Aire marine protégée de Tavolara - Punta Coda Cavallo (23-28 mai 2011). Pendant l'atelier, de nombreuses interventions ont permis d'illustrer les particularités du Projet GIONHA, notamment dans le cadre du Réseau régional sarde, et les résultats des recherches et des activités de sensibilisation menées dans le cadre du Projet. Le traditionnel Congrès annuel, auquel ont participé 200 congressistes et de nombreux auditeurs, a représenté cette année encore l'une des principales occasions de rencontre et d'échanges entre les professionnels du secteur, aux niveaux national et international. Le Congrès s'est conclu par la visite en bateau de l'Aire marine protégée de Tavolara - Punta Coda Cavallo, à l'occasion de laquelle un exemplaire de *Caretta caretta* (tortue caouanne) a été relâché dans les eaux baignant l'île de Molara, au cœur de l'Aire marine protégée. L'animal a ainsi pu recouvrer la liberté après avoir été hospitalisé dans le centre de récupération de l'Aire marine protégée Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre. Cette opération a représenté un moment



Chartreuse de Calci, siège du Musée d'histoire naturelle et du territoire

fort en termes d'information, qui a permis de mettre en évidence l'importance des activités menées par le Réseau régional. Toujours dans le domaine scientifique, la Province de Livourne a réalisé une action de valorisation muséale, ouverte au public, en organisant un cycle de séminaires dont les titres étaient «Il recupero delle tartarughe marine in Toscana: aspetti gestionali e sanitari» («La récupération des tortues marines en Toscane: questions de gestion et aspects sanitaires») et «Lo spiaggiamento dei cetacei: possibili destini» («L'échouage



des cétacés : destins possibles»). Cette manifestation a eu lieu au Musée d'histoire naturelle et du territoire qui se trouve dans la chartreuse de Calci, édifice du XVIII^e siècle de la Province de Pistoia. Plus de 80 personnes y ont participé et ont pu en outre profiter d'une visite guidée de la célèbre galerie des cétacés du musée. Cette dernière propose un aménagement unique en Europe, dans un espace long de 110 mètres et large de 7 mètres, qui compte une trentaine de cétacés (d'une taille allant jusqu'à 26 mètres), dont la plus grande partie a été réunie à la fin du XIX^e siècle par le professeur Sebastiano Richiardi.

On a enfin mis en valeur les activités de de l'Osservatorio Toscano dei Cetacei (OTC – Observatoire toscan des cétacés), avec l'organisation de deux événements qui se sont déroulés dans les points d'information de Viareggio, à la Villa Borbone, et de l'île d'Elbe, dans le cadre magnifique de la conserverie de thon à Enfolà, qui a été inaugurée dans le cadre du Projet GIONHA, sur initiative de la Province de Livourne. On a abordé les thèmes liés à la conservation des espèces vulnérables comme les tortues marines et les cétacés, leur sauvetage, leur étude et leur mise en valeur, autant de thèmes qui relèvent du mandat de l'Observatoire. Plus généralement, l'OTC a contribué à la définition des lignes directrices et des appels d'offres régionaux, conformément aux exigences de qualité en termes de prestation, qui sont définis dans les actions de recherche du Projet GIONHA, pour que les actions visées puissent être permanentes dans le périmètre du Sanctuaire Pelagos et, en particulier, le long des côtes toscanes. L'Observatoire a fourni ses propres fiches de photo-identification à la plate-forme Intercet et y a inséré les données d'archives collectées grâce à l'apport de toutes les autres régions. Il a réalisé ses propres mesures de la pollution sonore. Il est aussi intervenu, grâce à des ressources supplémentaires et régionales, dans la récupération des mammifères de grande taille échoués dans des conditions exceptionnelles. Au moyen de ses activités institutionnelles, l'Observatoire diffuse et promeut actuellement la Charte de partenariat entre les Parties contractantes à l'Accord pour le Sanctuaire Pelagos visant à exécuter la Résolution COP4/REC9 qui a été adoptée formellement par la Conférence des Parties, qui s'est tenue en 2009 (Italie, France, Principauté de Monaco).

Actions de sensibilisation. «La Journée de la Baleine»

*«En harmonie avec son rêve
la baleine flotte dans la mer.
Au-delà des limites de son rêve
la baleine lance des jets d'eau.
Avec tout le poids de son rêve
la baleine plonge au fond de la mer.»*

M. Nayagama

L'expérience du projet didactique et de la campagne de sensibilisation menés dans le cadre du Projet GIONHA s'achève avec la célébration de la Journée de la baleine, un rendez-vous visant à faire connaître à tous le monde des cétacés et l'importance de ces animaux pour la conservation de la biodiversité. Dans l'espoir que cette manifestation devienne «La Journée européenne de la baleine», la Province de Livourne a mené, avec la collaboration scientifique de l'université de Sienne, une recherche scrupuleuse afin de déterminer une date de célébration qui ait les cétacés pour protagonistes. Étant donné le caractère transfrontalier du projet, cette «exploration» a porté sur des événements culturels et historiques importants au niveau international.

On a sélectionné plusieurs catégories : les dates consacrées à des manifestations similaires dans d'autres pays (Journée de la Terre, Journée internationale de la biodiversité, Journée mondiale des océans, Journée nationale de la Baleine en Australie, Journée mondiale contre la chasse à la baleine), les dates importantes en ce qui concerne la connaissance des mammifères marins (Publication du *Systema Naturae*, découvertes de fossiles à Montalcino, phénomènes rares d'échouage de baleines le long des côtes de la péninsule italienne, comme l'échouage récent et exceptionnel du rorqual commun «Regina» à San Rossore, près de Pise), les dates de création des organismes ou instituts nationaux et étrangers visant la sauvegarde des cétacés (Sanctuaire Pelagos, ACCOMBAS, Sanctuaire des baleines, IWC), les dates de publication de romans ou de distribution de films sur le thème (*Moby Dick*, etc.). Les résultats de la recherche ont été présentés à l'occasion du séminaire scientifique «La Journée de la Baleine: travail en cours», qui s'est tenu le 7 juin 2011. Grâce à la participation de représentants de la communauté scientifique, d'associations environnementales et des principaux organismes de la côte toscane, on a pu mettre en commun les bases scientifiques de l'initiative et commencer à promouvoir la manifestation de la «Journée européenne de la Baleine».

Le choix de la date du 8 juin satisfait tous ceux qui ont été consultés: l'assemblée populaire de 300 élèves environ qui étaient présents au séminaire, le groupe d'experts et les enseignants des écoles concernées. Ils ont fait leur choix parmi les dates significatives qui concerne la connaissance et la défense des mammifères marins et

les célébrations internationales liées au monde de la mer. Depuis 2008, le 8 juin est en effet le jour où l'on célèbre la journée des océans. C'est aussi un 8 juin, le 8 juin 2007, que la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) a été renforcée, l'accent étant alors mis sur l'interdiction de la chasse à la baleine après le moratoire. Tout cela dans le but de sensibiliser le public sur la nécessité de sauvegarder la mer, élément dans lequel les cétacés vivent mais aussi auquel nombre d'entre nous ont le sentiment d'appartenir d'une façon ou d'une autre, et qui représente métaphoriquement l'origine de la vie.



Logo de la manifestation «La Journée européenne de la Baleine»

FOCUS

Le grand dauphin et la tortue caouanne, indicateurs biologiques à l'appui de la tutelle et de la mise en valeur de l'environnement marin. Perspectives d'avenir

La tortue *Caretta caretta* et le dauphin *Tursiops truncatus*, tous les deux très communs dans les mers italiennes, sont des espèces protégées au titre de la Convention de Berne (Annexe II) – ratifiée par l'Italie par la loi no 503/81 – en tant qu'«espèces de faune strictement protégées» (Article 6); de la Convention de Bonn (Annexes I et II) – ratifiée par l'Italie par la loi no 42/83 – en tant qu'espèces migratrices menacées et espèces migratrices objets d'accords internationaux pour la conservation et la gestion; et de la Convention de Washington (Annexe I – Appendice A) sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (Convention CITES), reconnue par l'Italie par la loi no 150/92 puis amendée par le décret législatif no 275 de 2001. La loi no 175/99, qui ratifie l'acte final de la Convention de Barcelone, prévoit quant à elle l'institution d'Aires spécialement protégées d'importance méditerranéenne (ASPIM), notamment en vertu de la présence d'espèces menacées (la tortue caouanne et le grand dauphin sont présents en Annexe II), et l'élaboration d'un plan d'action pour la conservation des tortues marines dans le cadre de l'adoption du Plan d'action pour la Méditerranée (PAM). Enfin, le décret présidentiel 357/97 (règlement instaurant l'exécution de la directive «Habitat» 92/43/CEE), inscrit les tortues marines et les cétacés dans l'annexe D en tant qu'espèces animales qui exigent une protection rigoureuse.

Les informations dont on dispose montrent que l'état de conservation des populations de tortues marines présentes dans les mers territoriales italiennes est critique. Il est impératif et inéluctable que toutes les administrations compétentes approuvent et mettent en place une politique coordonnée qui définisse des actions urgentes en la matière, notamment en ce qui concerne le suivi, la gestion des conflits avec les activités anthropiques, la tutelle de l'environnement et le confinement des facteurs de menace.

Le projet Gionha s'inscrit dans ce cadre général et a permis de mettre en œuvre des actions concrètes de suivi des échouages de tortues et de cétacés dans l'aire transfrontalière grâce à la mise en place et au renforcement des réseaux régionaux d'intervention, ainsi qu'à l'étude des principaux facteurs de menace et des activités humaines dont les effets les plus graves sont souvent la cause directe de la mort des animaux. Parallèlement, et comme pour les cétacés, on a mené des études toxicologiques qui visaient à fournir des informations sur les principaux polluants environnementaux que les tortues marines, qui sont elles aussi des prédateurs au sommet du réseau trophique, accumulent dans leurs tissus.

Le grand dauphin *Tursiops truncatus*, en tant que prédateur qui se trouve au sommet du réseau trophique, et en tant que mammifère à respiration pulmonaire, a une capacité très limitée à éliminer au moyen de la respiration les polluants liés aux lipides: une grande quantité de polluants est dès lors susceptible de se concentrer dans

son tissu adipeux sous-cutané (*blubber*). En outre, de nombreux polluants semblent compromettre la reproduction et menacer le système immunitaire des dauphins. La reproduction et le système immunitaire étant des éléments fondamentaux pour le maintien d'une population à long terme, l'étude de l'évolution des polluants chez le grand dauphin est donc d'une double importance: elle permet d'une part de suivre l'état de l'écosystème et d'autre part d'évaluer le niveau d'exposition aux polluants d'une espèce potentiellement à risque. Il est dès lors évident que les cétacés sont communément considérés comme des indicateurs de différents stress anthropogéniques dans les aires marines. L'un des objectifs du projet Gionha était aussi de mettre en place la *Marine Strategy* en fournissant des données qui confirment que le grand dauphin et la tortue caouanne doivent être considérés comme de bons indicateurs biologiques. Pendant toute la durée du projet (2009-2011), on a mené deux activités fondamentales qui visaient à atteindre cet objectif:

- le suivi des échouages au moyen de l'échantillonnage des exemplaires décédés, dans le but de chercher les polluants et d'évaluer les causes de stress susceptibles d'entraîner la mort des animaux;
- le suivi des populations en liberté (*free ranging*) au moyen des techniques de photo-identification.

Le grand dauphin nécessite un plan de conservation particulier à cause d'innombrables facteurs de stress anthropiques. C'est d'ailleurs ce qui est indiqué dans l'Annexe II de la Directive habitat (92/43/CEE), où il figure parmi les «espèces animales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones spéciales de conservation». Il est par conséquent nécessaire d'estimer l'abondance de la population dans une aire donnée et d'analyser la structure sociale des dauphins, au moyen d'une analyse chronologique des associations, afin d'évaluer l'évolution des relations entre les individus. Toutes ces actions permettent de définir des habitats critiques en vue de préserver l'espèce.

La cartographie de la distribution spatiale des animaux s'avère être un instrument utile en vue d'atteindre cet objectif car elle représente une aide valide pour la gouvernance et permet de définir les frontières des Zones spéciales de conservation (ZSC).

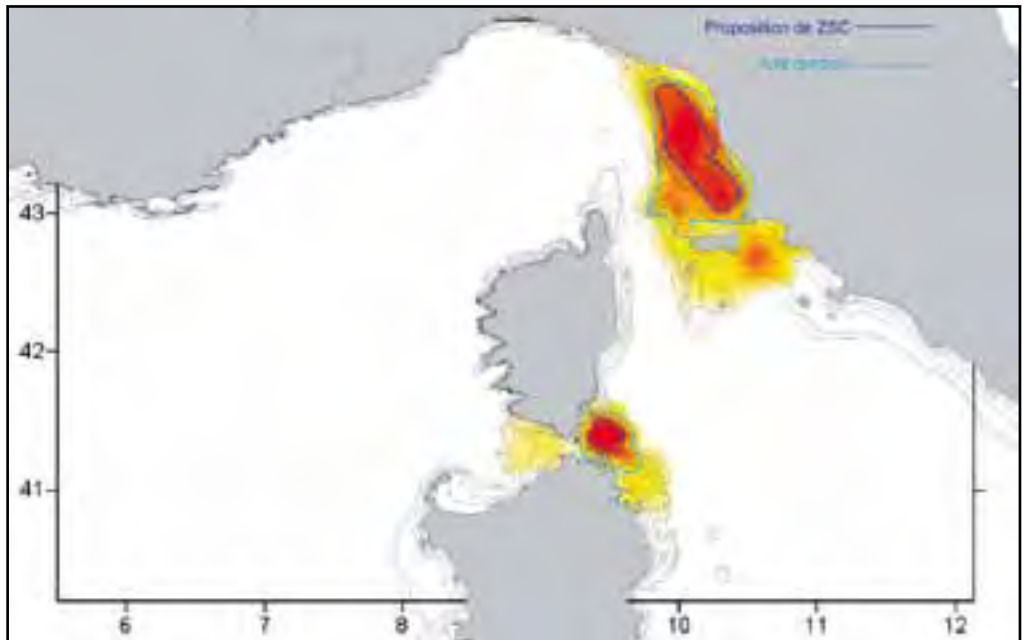
À partir des données collectées dans le cadre du projet Gionha, des données de la période 2005-2009 et des analyses effectuées sur les données collectées dans la zone comprise à l'intérieur du Sanctuaire international des cétacés, et plus précisément dans les eaux baignant la Ligure, la Toscane, le nord de la Sardaigne et le sud de la Corse, on a pu mettre au point une carte de distribution continue en utilisant des techniques géostatistiques dans l'algorithme spécifique kriging.

La carte ainsi obtenue (Fig. A) montre un pic de concentration maximale dans la zone comprise entre l'embouchure du Magra et les eaux qui se trouvent au sud-est de l'île d'Elbe. Un second pic est visible dans les eaux du Parc naturel des Bouches de Bonifacio et dans celles qui baignent les îles qui se trouvent au nord du Parc national de l'Archipel de La Maddalena. On pourrait envisager la création d'une ZSC dans ces espaces marins. La cartographie élaborée grâce au projet Gionha pourrait dès lors

servir d'illustration à une proposition concrète soumise aux administrations régionales et nationales, notamment en réponse et à l'appui de la *Marine Strategy*.

En conclusion, on peut affirmer que le cétacé *Tursiops truncatus* et la tortue *Caretta caretta* sont des espèces animales particulièrement adaptées pour être considérées comme des indicateurs environnementaux, ce que confirment de nombreuses études scientifiques d'éco-toxicologie. Il est par conséquent souhaitable de voir ces deux espèces inscrites en tant qu'indicateurs biologiques dans le cadre de la Directive 2008/56/EC, conformément à ce qu'y est énoncé dans l'article 1 (point 3): «Les stratégies marines appliquent à la gestion des activités humaines une approche fondée sur les écosystèmes, permettant de garantir que la pression collective résultant de ces activités soit maintenue à des niveaux compatibles avec la réalisation du bon état écologique et d'éviter que la capacité des écosystèmes marins à réagir aux changements induits par la nature et par les hommes soit compromise, tout en permettant l'utilisation durable des biens et des services marins par les générations actuelles et à venir.»

Il est donc fondamental de poursuivre les activités de suivi des cétacés et des tortues dans l'aire transfrontalière, au moins au niveau régional. Ces activités devraient permettre d'enrichir la base de données des échouages et des observations des animaux, de prélever des échantillons utiles, en vue d'augmenter la connaissance biologique des différentes espèces, et d'approfondir les caractéristiques sanitaires et éco-toxicologiques de ces importants organismes marins.



Cartographie de la distribution de l'espèce *Tursiops truncatus* au moyen de l'algorithme kriging. Figure A.





ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

Via Nicola Porpora, 22 - 50144 Firenze - tel. 055.32061



Le fil conducteur du parcours, soutenu par le Projet GIONHA, qui permet de connaître l'état écologique de l'écosystème du sanctuaire Pelagos réside, en particulier, dans la sélection du grand dauphin (*Tursiops truncatus*) et de la tortue caouanne (*Caretta caretta*) comme indicateurs biologiques de l'état sanitaire de l'habitat marin et côtier.

Avec cette publication, le Projet de coopération transfrontalière propose au lecteur de découvrir les résultats des études qui ont été menées sur les relations sociales, économiques et environnementales qui ont une incidence sur les habitats marins et côtiers, ainsi que sur la présence des cétacés et des tortues marines dans la plus grande aire spécialement protégée d'intérêt méditerranéen. On propose en même temps des méthodologies, des instruments et des actions de sensibilisation qui visent la sauvegarde et la mise en valeur de ces espèces marines particulières, ainsi que l'utilisation durable de l'environnement marin et côtier dans son ensemble.

