

Laboratoire Environnement Ressources (LER)  
 Provence Azur Corse (PAC)  
 Ifremer – 83500 La Seyne sur Mer

L. PEDEL, LER/PAC, [laura.pedel@ifremer.fr](mailto:laura.pedel@ifremer.fr)

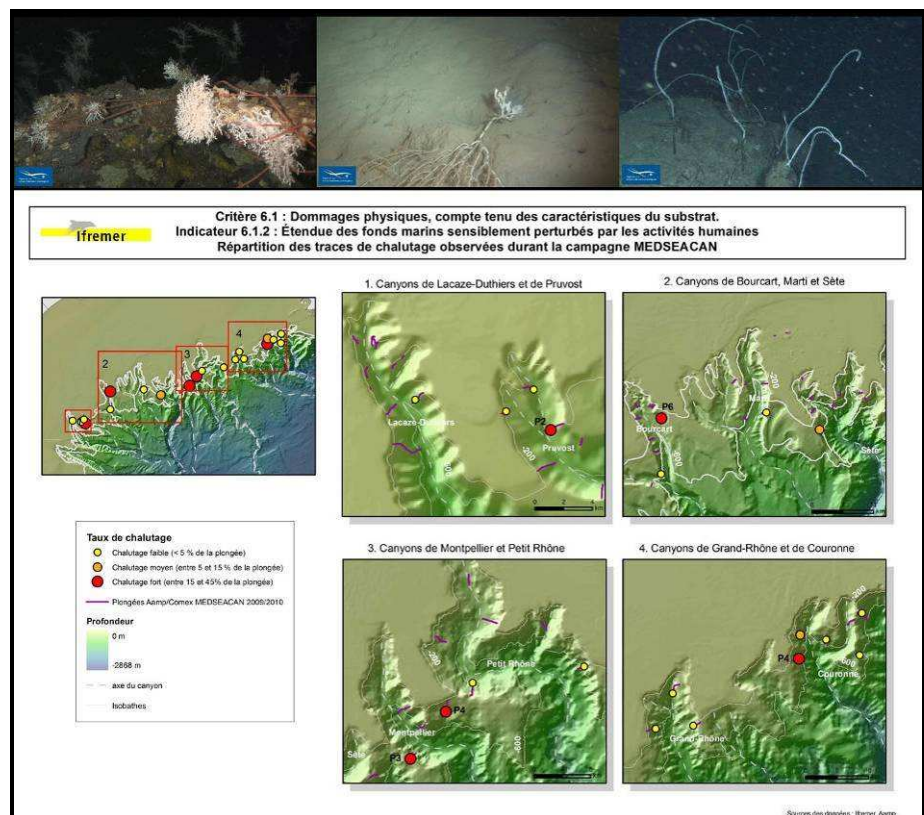
M-C. FABRI, LER / PAC, [mcfabri@ifremer.fr](mailto:mcfabri@ifremer.fr)

2012-RST.ODE / LER-PAC / 12-26

Rapport final

## Caractérisation de l'état écologique des Ecosystèmes Marins Vulnérables (VME) bathyaux benthiques de Méditerranée française (Mégafaune)

Convention MEDDTL - Ifremer pour la DCSMM : Etat Ecologique





## Fiche documentaire

<b>Numéro d'identification du rapport :</b> <b>Diffusion :</b> libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/>		<b>date de publication :</b> Déc 2012 <b>nombre de pages :</b> 57 <b>bibliographie :</b> Oui <b>illustration(s) :</b> Oui <b>langue du rapport :</b> Français	
<b>Validé par :</b> Bruno Andral Adresse électronique : Bruno.Andral@ifremer.fr			
Titre de l'article: Caractérisation de l'état écologique des Ecosystèmes Marins Vulnérables (VME) bathyaux benthiques de Méditerranée française			
Contrat n° 12/1219956/NYF		Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/>	Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Auteur(s) principal (aux) :</b> Laura PEDEL Marie-Claire FABRI		<b>Organisme / Direction / Service, laboratoire</b> Ifremer Toulon, LER / PAC	
Encadrement(s) :			
Cadre de la recherche : DCSMM - Etat Ecologique			
Destinataire		Diffusion libre	
<b>Résumé</b> Ce document rapporte un état des lieux concernant les écosystèmes marins vulnérables (VME) du domaine bathyal dans les canyons des côtes méditerranéennes françaises. Il a été réalisé à partir d'informations disponibles à la date de sa réalisation, informations extraites de l'imagerie optique (photos et vidéos) enregistrées à partir de différents submersibles.			
<b>Abstract</b>			
<b>Mots-clés</b> DCSMM; Méditerranée; BEE; Bathyal; Vidéos; Photos ; Indices ;			
<b>Words keys</b>			



## **TABLE DES MATIERES**

<b>1</b>	<b>CONTEXTE ET PROBLEMATIQUES.....</b>	<b>1</b>
1.1	LE CONCEPT D'ECOSYSTEMES MARINS VULNERABLES (VME).....	1
1.2	LE BON ETAT ECOLOGIQUE (BEE) DANS LA DIRECTIVE CADRE STRATEGIE POUR LE MILIEU MARIN (DCSMM).....	2
1.2.1	<i>Descripteurs 1 - Biodiversité</i> .....	2
1.2.2	<i>Descripteurs 6 - Intégrité des fonds marins</i> .....	3
1.3	LE BON ETAT ECOLOGIQUE (BEE) DES ECOSYSTEMES BENTHIQUES PROFONDS.....	4
<b>2</b>	<b>CARACTERISATION DE L'ETAT ECOLOGIQUE DES VME MEDITERRANEENS. DESCRIPTEUR 1</b>	
	<b>BIODIVERSITE.....</b>	<b>5</b>
2.1	DONNEES DISPONIBLES.....	5
2.2	LISTE DE VME POUR LA SOUS-REGION MEDITERRANEE OCCIDENTALE.....	6
2.3	COMMUNAUTE DES CORAUX D'EAU FROIDE.....	7
2.3.1	<i>Description de la communauté des coraux d'eau froide</i> .....	7
2.3.2	<i>Répartition – Schéma de répartition de la communauté des coraux d'eau froide (Indicateur 1.4.2)</i> .....	8
2.3.3	<i>Etendue de l'habitat- Zone d'habitat (Indicateur 1.5.1), communauté des coraux d'eau froide</i> .....	10
2.3.4	<i>Etats des habitats- Etat des espèces et des communautés typiques (Indicateur 1.6.1), Communauté des coraux d'eau froide</i> .....	11
2.4	FACIES DES ROCHES BATHYALES A <i>CALLOGORGIA VERTICILLATA</i> .....	14
2.4.1	<i>Description du faciès des roches bathyales à Callogorgia verticillata</i> .....	14
2.4.2	<i>Répartition – Schéma de répartition (Indicateur 1.4.2), faciès à Callogorgia verticillata</i> .....	14
2.4.3	<i>Etendue de l'habitat- Zone d'habitat (Indicateur 1.5.1), faciès à Callogorgia verticillata</i> .....	16
2.4.4	<i>Etats des habitats- Etat des espèces et des communautés typiques (Indicateur 1.6.1), faciès à Callogorgia verticillata</i> .....	16
2.5	FACIES DES ROCHES BATHYALES A <i>VIMINELLA FLAGELLUM</i> .....	18
2.5.1	<i>Description du faciès des roches bathyales à Viminella flagellum</i> .....	18
2.5.2	<i>Répartition – Schéma de répartition (Indicateur 1.4.2), faciès à Viminella flagellum</i> .....	18
2.5.3	<i>Etendue de l'habitat- Zone d'habitat (Indicateur 1.5.1), faciès à Viminella flagellum</i> .....	18
2.5.4	<i>Etats des habitats- Etat des espèces et des communautés typiques (Indicateur 1.6.1), faciès à Viminella flagellum</i> .....	20
2.6	FACIES DES ROCHES BATHYALES A <i>NEOPYCNODONTE ZIBROWII</i> .....	22
2.7	FACIES DES VASES COMPACTES A <i>ISIDELLA ELONGATA</i> .....	24
2.7.1	<i>Description du faciès des vases compactes à Isidella elongata</i> .....	24
2.7.2	<i>Répartition – Schéma de répartition du faciès à Isidella elongata (Indicateur 1.4.2)</i> .....	24
2.7.3	<i>Etendue de l'habitat- Zone d'habitat (Indicateur 1.5.1), faciès à Isidella elongata</i> .....	27
2.7.4	<i>Etat des habitats- Etat des espèces et des communautés typiques (Indicateur 1.6.1), Faciès à Isidella elongata</i> .....	29
2.8	FACIES DES VASES MOLLES A <i>FUNICULINA QUADRANGULARIS</i> .....	31
2.8.1	<i>Description du faciès des vases molles à Funiculina quadrangularis</i> .....	31
2.8.2	<i>Répartition – Schéma de répartition du faciès à Funiculina quadrangularis (Indicateur 1.4.2)</i> .....	31
2.8.3	<i>Etendue de l'habitat- Zone d'habitat (Indicateur 1.5.1), faciès à Funiculina quadrangularis</i> .....	33
2.8.4	<i>Etats des habitats- Etat des espèces et des communautés typiques (Indicateur 1.6.1), faciès à Funiculina quadrangularis</i> .....	33
2.9	FACIES DES FONDS DETRITIQUES A <i>LEPTOMETRA PHALANGIUM</i> .....	35
2.10	COMMUNAUTE DES SABLES DETRITIQUES BATHYAUX A <i>GRYPHUS VITREUS</i> .....	36
<b>3</b>	<b>CARACTERISATION DES PRESSIONS S'EXERÇANT SUR LES VME MEDITERRANEENS. DESCRIPTEUR 6</b>	
	<b>INTEGRITE DES FONDS.....</b>	<b>38</b>
3.1	LISTE DES PRESSIONS S'EXERÇANT SUR LES VME AU SEIN DE LA SOUS-REGION MEDITERRANEE OCCIDENTALE.....	38
3.2	DOMMAGES PHYSIQUES - TYPE, ABONDANCE, BIOMASSE ET ETENDUE DU SUBSTRAT BIOGENIQUE CONCERNE (6.1.1)....	39
3.3	ÉTENDUE DES FONDS MARINS SENSIBLEMENT PERTURBES PAR LES ACTIVITES HUMAINES (6.1.2).....	41
3.3.1	<i>Pression : Abrasion par les arts trainants</i> .....	41
3.3.2	<i>Pression : abrasion par les engins de pêches dormants</i> .....	44
3.3.3	<i>Pression : Rejets en mer</i> .....	46
<b>4</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>48</b>
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>49</b>



# 1 Contexte et problématiques

## 1.1 Le concept d'Ecosystèmes Marins Vulnérables (VME)

Le concept d'écosystèmes marins vulnérables (VME) pour la première fois introduit dans la résolution 61/105 des Nations Unies en 2006 est décrit dans les directives de la FAO en 2009 :

« Un écosystème marin devrait être classé «vulnérable» sur la base des caractéristiques qu'il possède. Les caractéristiques énumérées ci-après devraient être utilisées comme critères pour l'identification des écosystèmes marins vulnérables :

i. **Caractère unique ou rareté** – zone ou écosystème qui est unique ou qui contient des espèces rares dont la perte ne pourrait pas être compensée par des zones ou écosystèmes analogues. Il s'agit notamment:

- des habitats qui contiennent des espèces endémiques;
- des habitats d'espèces rares, menacées ou menacées d'extinction qui ne sont présentes que dans des zones distinctes; ou
- des zones de reproduction ou des zones distinctes d'alimentation, de reproduction et de repeuplement.

ii. **Importance fonctionnelle de l'habitat** – zones distinctes ou habitats qui sont nécessaires à la survie, au fonctionnement, au repeuplement/à la reproduction ou au rétablissement des stocks de poisson, stades biologiques particuliers (par exemple, zones de développement des jeunes ou zones de repeuplement), ou d'espèces marines rares, menacées ou menacées d'extinction.

iii. **Fragilité** – un écosystème qui est fortement susceptible d'être endommagé par des activités par des activités anthropiques.

iv. **Caractéristiques du cycle biologique des espèces** qui le composent et qui en rendent difficile la récupération – écosystèmes qui sont caractérisés par des populations ou des assemblages d'espèces ayant une ou plusieurs des caractéristiques ci-après:

- faible vitesse de croissance;
- maturité à un âge tardif;
- recrutement faible ou imprévisible; ou
- longévité.

v. **Complexité structurelle** – un écosystème qui est caractérisé par des structures physiques complexes créées par des concentrations significatives d'éléments biotiques et abiotiques. Dans ces écosystèmes, les processus écologiques sont en général fortement tributaires de ces systèmes structurés. De surcroît, ces écosystèmes ont souvent une forte diversité, qui dépend des organismes structurants. » (FAO 2009)

La FAO a également donné des exemples de communautés et d'espèces créatrices d'habitats, considérées comme sensibles et susceptibles de contribuer à la formation d'écosystèmes marins vulnérables :

« i. coraux d'eau froide de différents types, par exemple coraux formant récif et forêts de coraux, y compris les madréporaires (Scleractinia), alcyonaires et gorgonaires (Octocorallia), les coraux noirs (Antipatharia) et hydrocoraux (Stylasteridae);

ii. certains types de communautés colonisées par les éponges;

iii. communautés composées de faunes denses émergentes où les grands protozoaires sessiles (xénophyophores) et invertébrés (par exemple, hydroïdes et bryozoaires) représentent une partie structurelle importante de l'habitat;

iv. communautés vivant dans des zones d'infiltration et de cheminées hydrothermales, comprenant des espèces invertébrées et microbiennes qui ne se trouvent nulle part ailleurs (population endémique). » (FAO 2009)

Ces listes de critères que devraient utiliser les organisations régionales de gestion des pêches pour désigner les VME sont une première étape vers la protection des écosystèmes par rapport à l'impact de la pêche dans le domaine profond. Cependant aucune zone géographique n'est explicitement listée du fait du manque de données disponibles sur la répartition spatiale de ces organismes.

## 1.2 Le Bon Etat Ecologique (BEE) dans la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM)

La Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) de juin 2008 constitue une avancée majeure en matière d'approche intégrée des mers et des océans. Elle définit, pour la première fois, une politique globale de protection de l'environnement marin, axée sur les **écosystèmes** (intégration notamment des activités anthropiques et de leurs impacts) et les **habitats** (dont des zones marines protégées). Publiée le 17 juin 2008, la DCSMM (2008/56/CE) définit une politique européenne globale de protection de l'environnement marin des eaux placées sous la juridiction des Etats membres (sauf l'outre-mer). Elle introduit la notion fondamentale de bon état écologique pour le milieu marin (BEE) à atteindre à l'horizon 2020.

La DCSMM promeut une approche écosystémique pour la gestion des mers et océans. Dans cette logique, elle impose d'évaluer et de suivre les pressions qui s'exercent sur le milieu marin. Elle recommande aussi une approche par régions, sous-régions et éventuellement subdivisions cohérentes au plan écosystémique. La France est concernée par 4 sous-régions définies dans la directive : mer du Nord/Manche, mers Celtiques, golfe de Gascogne et côtes ibériques, Méditerranée occidentale. Pour caractériser le bon état écologique (BEE) des écosystèmes, la DCSMM fait appel à 11 Descripteurs, déclinés en indicateurs.

Pour guider la définition du bon état des différents descripteurs, la Commission Européenne a défini, pour chacun d'entre eux (Décision du 01/09/2010), un certain nombre de « critères », eux-mêmes déclinés en « indicateurs ». L'Europe demande aux états membres d'utiliser ces indicateurs pour définir le bon état de chaque descripteur, ou de justifier des raisons de leur non utilisation. Les indicateurs, au sens de la DCSMM, sont les attributs spécifiques de chaque critère du bon état écologique (BEE) qui peuvent être à la fois qualitatifs ou quantitatifs, et qui permettent de déterminer si chaque critère correspond à un bon état écologique ou de déterminer dans quelle mesure chaque critère s'écarte du BEE (OSPAR 2012).

Les deux descripteurs qui traitent des écosystèmes benthiques sont le Descripteur 1 sur la biodiversité et le Descripteur 6 sur l'intégrité des fonds. Ils sont listés ci-dessous.

### 1.2.1 Descripteurs 1 - Biodiversité

- **Descripteur 1 : Maintien de la diversité biologique. La qualité des habitats et leur nombre, ainsi que la distribution et l'abondance des espèces sont adaptés aux conditions physiographiques, géographiques et climatiques existantes.**

Le descripteur 1 est organisé autour de différents niveaux d'organisation biologiques :

- Espèces : espèces individuelles listées dans les Directives ou identifiées comme espèces clés pour l'analyse d'un groupe fonctionnel plus large (par exemple certains oiseaux, mammifères marins, reptiles, poissons et céphalopodes),
- Types d'habitats : types prédominant et listés, benthiques et pélagiques, incluant leurs communautés biologiques associées,
- Ecosystèmes : l'analyse d'habitats multiples et de groupes fonctionnels comme faisant partir d'écosystèmes plus larges est envisagée

Critères et indicateurs du Descripteur 1, selon la Décision 2010/477/UE :

Au niveau des espèces

1.1 Répartition des espèces

Aire de répartition (1.1.1)

Schéma de répartition dans ladite aire, le cas échéant (1.1.2)

Aire couverte par les espèces [pour les espèces sessiles et benthiques] (1.1.3)

1.2 Taille des populations

Abondance et/ou biomasse des populations, selon le cas (1.2.1)

1.3 État des populations

Caractéristiques démographiques des populations [p. ex. structure par taille ou par âge, répartition par sexe, taux de fécondité, taux de survie/mortalité] (1.3.1)

Structure génétique des populations, le cas échéant (1.3.2)



Au niveau des habitats

#### 1.4 Répartition des habitats

Aire de répartition (1.4.1)

Schéma de répartition (1.4.2)

#### 1.5 Etendue des habitats

Zone d'habitat (1.5.1)

Volume de l'habitat, le cas échéant (1.5.2)

#### 1.6 État des habitats

État des espèces et communautés typiques (1.6.1)

Abondance relative et/ou biomasse, selon le cas (1.6.2)

Conditions physiques, hydrologiques et chimiques (1.6.3)

Au niveau des écosystèmes

#### 1.7 Structure des écosystèmes

Composition et proportions relatives des composants des écosystèmes [habitats et espèces] (1.7.1).

Le rapport de synthèse de l'exercice 2011 au niveau français pour le D1 « Biodiversité » et le D2 « Espèces non indigènes » présente des conclusions quant à la pertinence des indicateurs recommandés dans la Décision pour juger de l'atteinte du BEE (Guérin et al. 2012). Pour le compartiment benthique qui nous intéresse ici, seuls certains critères et indicateurs sont pertinents, ils sont listés en noir ci-dessus, les autres sont grisés. (voir Guérin et al., 2012 pour la discussion). Le critère 1.7 « Structure des écosystèmes » est quant à lui jugé très pertinent, mais il n'y a pas encore de consensus au sein des experts quant à la façon dont il sera renseigné.

### 1.2.2 Descripteurs 6 - Intégrité des fonds marins

- Descripteur 6 : Le niveau d'intégrité des fonds marins garantit que la structure et les fonctions des écosystèmes sont préservées et que les écosystèmes benthiques, en particulier, ne sont pas perturbés.

Critères et indicateurs du Descripteur 6, selon la Décision 2010/477/UE :

#### 6.1. Dommages physiques, compte tenu des caractéristiques du substrat

- Type, abondance, biomasse et étendue du substrat biogénique concerné (6.1.1)
- Étendue des fonds marins sensiblement perturbés par les activités humaines, pour les différents types de substrats (6.1.2).

#### 6.2. État de la communauté benthique

- Présence d'espèces particulièrement sensibles et/ou tolérantes (6.2.1)
- Indices multimétriques évaluant l'état et la fonctionnalité de la communauté benthique, tels que la diversité et la richesse spécifiques et la proportion d'espèces opportunistes par rapport aux espèces sensibles (6.2.2)
- Proportion de biomasse ou nombre d'individus de la population de macrobenthos au-dessus d'une taille précise (6.2.3)
- Paramètres décrivant les caractéristiques (forme, pente et intercept) du spectre de taille de la communauté benthique (6.2.4).

Le premier critère (6.1) souligne la préoccupation de connaître les sources de pressions et leur impact. Il sera abordé en détaillant ces sources de pressions, le processus et l'emprise des pressions physiques induites sur le fond (6.1.2), et dans la mesure du possible des impacts biologiques de ces pressions.

Le deuxième critère (6.2) est focalisé sur l'état de la communauté benthique au regard de ces pressions, par le biais de différentes métriques qui sont par ailleurs considérées dans les descripteurs d'état (D1 et D4) (Vinchon et al. 2011). Par ailleurs, les indicateurs du critère 6.2 « Etat de la communauté benthique » ne sont pas jugés pertinents dans leur formulation actuelle par les experts du D1 (Guérin et al. 2012). C'est pourquoi le critère 6.2 « Etat de la communauté benthique » est considéré identique au critère 1.6 « Etat des habitats » pour la suite des travaux.

### 1.3 Le Bon Etat Ecologique (BEE) des écosystèmes benthiques profonds

Un état des lieux concernant les écosystèmes marins vulnérables (VME) du domaine bathyal dans les canyons des côtes méditerranéennes françaises a été réalisé à partir des informations actuellement disponibles.

Le travail effectué sur les données vidéos et photos a permis :

- de présenter une première ébauche de la répartition des différents « habitats élémentaires » d'intérêt (communautés et faciès définis comme VME) à l'échelle des différents canyons de la sous-région Méditerranée occidentale grâce aux données existantes, afin de répondre à l'indicateur « Schéma de répartition » (1.4.2) du critère « Répartition des habitats » ,
- de mettre en évidence le manque de données exploitables pour évaluer les surfaces couvertes par les habitats, ne permettant pas de renseigner l'indicateur « Zone d'habitats » (1.5.1) du critère « Etendue des habitats » ,
- d'évaluer qualitativement, dans un premier temps, l'état des faciès et des communautés à partir de paramètres visibles sur les images comme la densité, la taille, la faune associée, etc., ce qui permet de renseigner une partie de l'indicateur État des espèces et communautés typiques (1.6.1) du critère « Etat des habitats » pour l'ensemble des VME considérés, mais également de renseigner une partie de l'indicateur « Type, abondance, biomasse et étendue du substrat biogénique concerné » (6.1.1) du critère « Dommages physiques compte tenu des caractéristiques du substrat » concernant les communautés de coraux d'eau froide,
- d'évaluer les zones où le fond est impacté par les activités anthropiques, en cartographiant la répartition des pressions à l'échelle des canyons pour renseigner l'indicateur Étendue des fonds marins sensiblement perturbés par les activités humaines (6.1.2) du critère « Dommages physiques compte tenu des caractéristiques du substrat » .

## 2 Caractérisation de l'état écologique des VME Méditerranéens. Descripteur 1 Biodiversité

### 2.1 Données disponibles

L'étude des communautés benthiques profondes nécessite des moyens à la mer coûteux (navires hauturiers, submersibles, robots filoguidés ou autonomes). Il est donc important de valoriser toutes les données actuellement disponibles. Les prélèvements constituent une technique très invasive pour des écosystèmes fragiles (abondance et résilience faibles), ils sont de plus impossibles à réaliser sur certains fonds (substrats durs). Les moyens optiques sous-marins sont donc les outils les plus adaptés et les moins intrusifs pour l'étude de ces communautés.

Pour ce travail préalable à l'évaluation de l'état des communautés, un premier recensement de leur distribution a été réalisé à partir de données vidéo existantes. Dans le cadre de l'acquisition de nouvelles données, il sera important de réaliser une acquisition optimisée pour les évaluations quantitatives de l'état écologique (Fabri et al. in prep.).

En Méditerranée française, les données disponibles sur le domaine profond sont peu nombreuses. Des données historiques, issues de plongées et de prélèvements ponctuels, datent de la fin des années 50 et 60. Ces données sont accompagnées de quelques cartographies souvent imprécises, et seulement qualitatives. Elles ne peuvent faire office de données « références » concernant l'état des VME. Ce sont toutefois des données intéressantes car elles complètent les données de répartition de certains VME (Laborel et al. 1961, Maurin 1962, Carpine 1964, Fredj 1964, Peres & Picard 1964, Vaissière & Carpine 1964, Vaissière & Fredj 1964, Maurin 1968, Bourcier 1969, Vacelet 1969, Reyss 1970, Bourcier & Zibrowius 1973). Entre les années 1970 et 2008 on observe une période pendant laquelle les communautés faunistiques du domaine profond méditerranéen français n'ont pas fait l'objet d'études scientifiques. Quelques campagnes scientifiques utilisant les moyens submersibles de l'Ifremer ont été menées dans les canyons mais l'objectif n'était pas l'étude de la faune (CYATOX 1995). L'étage bathyal de la Corse est quant à lui demeuré inexploité, mise à part la campagne CYLICE 1997 dont l'objectif était l'étude géologique des fonds. Quelques vidéos enregistrées au cours de campagnes d'essais récentes de l'Ifremer (ESSNAUT 2008, ESSROV 2010, ESSROV 2011) contiennent parfois de l'information sur les VME.

Ainsi les campagnes d'exploration des têtes de canyons en Méditerranée occidentale (MEDSEACAN 2009 et CORSEACAN 2010) réalisées par l'Agence des Aires Marines Protégées (Aamp) avec les moyens de la Comex (ROV super Achille et sous-marin Remora), constituent une source de données inestimable sur la faune fixée des têtes de canyons (200 m à 800 m) (Watremez 2012). Ces enregistrements vidéo sont les principales données qui ont permis la réalisation de ce travail préalable à l'évaluation de l'état écologique des VME Méditerranéens. Les données de la campagne CORSEACAN n'étant pas actuellement disponibles, la région Corse n'a pas été considérée, sauf pour les données historiques.

Les données vidéos de deux campagnes allemandes (MARUM 2009 et MARUM-Senckenberg 2011) réalisées avec les moyens de la Comex (ROV Super Achille et sous-marin Remora) viennent compléter les données dans les canyons de Lacaze-Duthiers et de Cassidaigne (Fabri et al. submitted).

#### Note:

*De façon générale les calculs de densité ont été effectués en divisant le nombre total de colonies et/ou d'organismes observés pendant une plongée par la longueur totale de la plongée, puis la densité est ramenée à 1000 m de transect. Cette méthode de calcul comporte un biais dû au fait que la plongée peut traverser plusieurs habitats différents, mais elle constitue une première approche quantitative utilisable sur les données existantes. Pour les travaux futurs d'évaluation de l'Etat Ecologique, ces calculs devront être effectués par rapport à la surface de l'habitat explorée (à condition que la vidéo soit acquise de façon adéquate).*

## 2.2 Liste de VME pour la sous-région Méditerranée occidentale

Plusieurs communautés et faciès méditerranéens profonds ont été proposés comme « habitats sensibles » par la Commission générale des pêches pour la Méditerranée (GFCM) et l'UNEP-CAR/ASP, dont les communautés de coraux d'eau froide, les faciès des vases compactes à *Isidella elongata*, les faciès des vases molles à *Funiculina quadrangularis*, ainsi que les fonds détritiques à *Leptometra phalangium* (GFCM 2009, UNEP-MAP-RAC/SPA 2010).

D'autres faciès particuliers, peu ou pas documentés dans la littérature, ont été observés durant la campagne MEDSEACAN. Nous les avons définis comme étant des VME par principe de précaution car ils répondent à au moins un des critères énoncés par la FAO, ceci étant donné la faible résilience des communautés profondes, la difficulté d'accès à ces habitats pour réaliser des études scientifiques et le manque de données actuellement disponibles.

### Liste des VME de la sous région Méditerranée occidentale considérés dans ce travail :

#### VME de substrats durs (Etage bathyal)

- Communauté des coraux d'eau froide
- Faciès des roches bathyales à *Callogorgia verticillata*
- Faciès des roches bathyales à *Viminella flagellum*
- Faciès des roches bathyales à *Neopycnodonte zibrowii*

#### VME de substrats meubles (Etage bathyal)

- Faciès des vases compactes à *Isidella elongata*
- Faciès des vases molles à *Funiculina quadrangularis*

#### VME de la zone de transition entre les étages circalittoral et bathyal (100-250 m)

- Fonds détritiques à *Leptometra phalangium*
- Communauté des sables détritiques bathyaux à *Gryphus vitreus*

#### Note :

Suite à une première comparaison des données d'imagerie optique sur les VME atlantiques (Golfe de Gascogne) et méditerranéens, il s'avère qu'il existe seulement trois d'habitats communs aux deux régions :

- les communautés de coraux d'eau froide formées par *Madrepora oculata* et *Lophelia pertusa*,
- les faciès de substrats meubles à *Isidella elongata*, et
- les faciès de substrats meubles à *Funiculina quadrangularis*.

## 2.3 Communauté des coraux d'eau froide

### 2.3.1 Description de la communauté des coraux d'eau froide

Les massifs de coraux blancs *Lophelia pertusa* et *Madrepora oculata* abritent des communautés très diversifiées et sont protégées au niveau européen (CE 734/2008) et international (ONU, CITES). Ils vivent entre 200 et 1500m de profondeurs, sur le talus continental ou sur des monts sous-marins, dans une eau préférentiellement à 4°C (Atlantique) mais en Méditerranée ils vivent exceptionnellement dans une eau à 13°C. Ils sont localisés entre 200 et 600 m de profondeur dans les canyons de Méditerranée française.

En Méditerranée, la communauté des coraux d'eau froide est composée des deux espèces de coraux blancs *Lophelia pertusa* et *Madrepora oculata* (ou uniquement de *M. oculata*), et du corail solitaire *Desmophyllum dianthus*. D'autres espèces sont associées aux coraux d'eau froide dont le polychète *Eunice norvegica*, des échinodermes, gastéropodes, crustacés, éponges, brachiopodes, bryozoaires, l'antipathaire *Leiopathes glaberrima*, l'huître *Neopycnodonte cochlear* et divers poissons. Les communautés des coraux d'eau froide constituent de véritables « hotspot » de biodiversité (Freiwald et al. 2009, Danovaro et al. 2010).

Les coraux forment une structure tridimensionnelle complexe et servent d'abris et de lieux de nutrition pour de nombreuses espèces associées (fig. 1). Ces massifs sont très vulnérables au chalutage en Atlantique Nord-Est. Mais dans la sous-région Méditerranée occidentale, leur répartition le long de pentes abruptes ou sur des crêtes au sein des canyons les protège du chalutage. Les communautés sont cependant impactées par les filets et les lignes de pêche car les canyons se situent près de la côte et sont donc facilement accessibles, même aux petits bateaux (pêche de loisir, pêche artisanale).

Répondant à tous les critères de la FAO, les communautés de coraux d'eau froide sont unanimement reconnues comme étant des VME (FAO 2009, GFCM 2009, UNEP-MAP-RAC/SPA 2010, Durán Muñoz & Sayago-Gil 2011, Weaver et al. 2011).



Figure 1 : Colonies de *Lophelia pertusa* et faune associée dans le canyon de Lacaze Duthiers (350 m)

### **2.3.2 Répartition – Schéma de répartition de la communauté des coraux d'eau froide (Indicateur 1.4.2)**

La communauté des coraux d'eau froide, telle qu'elle est décrite et rencontrée ailleurs en Méditerranée (Cap Creus en Espagne et Santa Maria di Leuca en Italie), est constituée de deux espèces de coraux blancs, *Lophelia pertusa* et *Madrepora oculata*, qui sont accompagnées par de nombreuses autres espèces (Freiwald et al. 2009).

Cette communauté a été observée dans 2 canyons de méditerranée française : Lacaze-Duthiers et Cassidaigne où seulement une des 2 espèces est présente (fig. 2).

Dans le canyon de Lacaze-Duthiers, la communauté est présente aussi bien sur le flanc Ouest que le flanc Est du canyon, entre 200 et 500m de profondeur. A noter que la communauté est particulièrement développée sur le flanc Ouest du canyon (plongée MEDSEACAN P15), où de gros massifs de *Lophelia pertusa* et de *Madrepora oculata* ont été observés, accompagnés par de nombreux coraux solitaires *Desmophyllum dianthus*.

En revanche, dans le canyon de Cassidaigne, l'assemblage d'espèces est totalement différent car il n'y a qu'une seule espèce de corail blanc, *Madrepora oculata*, qui est mélangée à plusieurs espèces que l'on trouve dans l'étage circalittoral (*Corallium rubrum*, *Paramuricea clavata*, *Eunicella cavolinii*). Cela s'explique en partie par la faible profondeur de la communauté qui est située sur une crête culminant à 200 m de profondeur (plongées MEDSEACAN P1, Ifremer pl 401-05, Marum D2, R1 et R4). La communauté des coraux d'eau froide a également été signalée en 1995 beaucoup plus profond (500 m de profondeur, plongée CYATOX pl 1214-03) sur une falaise plus au nord. D'après les vidéos de l'époque elle semble là aussi n'être composée que d'une seule espèce de corail blanc (*Madrepora oculata*) (Fabri et al. submitted). Cette zone est très impactée par le déversement de boues rouges qui sont rejetées à proximité par 320 m de profondeur (voir partie 3).

D'autres colonies ont été observées lors de la campagne Marum en 2009 plus au sud sur le flanc ouest vers la sortie du canyon (Fabri et al. submitted).

#### Limites :

Les données historiques sont imprécises et n'ont pas toujours été réactualisées. Les données récentes sont très ponctuelles, ne permettant pas d'estimer le taux de fragmentation de la communauté et la connectivité entre les différentes populations, ni même l'étendue complète de chaque population (indicateur 1.5.1), mais une tentative a été réalisée (Fabri et al. submitted).

Des études phylogénétiques permettraient de répondre à certaines hypothèses concernant la connectivité probable des populations de coraux blancs du canyon de Lacaze-Duthiers et celle du canyon de Cap Creus ; ainsi que d'avancer de nouvelles hypothèses sur une connectivité éventuelle avec les coraux blancs du canyon de Cassidaigne.

Des études de modélisation de l'habitat, à l'aide de données sur la géomorphologie (dérivées des levés acoustiques à haute résolution) et sur la courantologie des canyons (modèle de circulation), permettraient de mieux comprendre la répartition des coraux d'eau froide dans les canyons de Lacaze-Duthiers et de Cassidaigne.

Des études sur le taux de croissance et sur la résistance à l'acidification des océans sont en cours (Lartaud et al. 2012, Maier et al. 2012).

**Critère 1.4 : Répartition des habitats. Indicateur 1.4.2 : Schéma de répartition. Communauté des coraux d'eau froide**

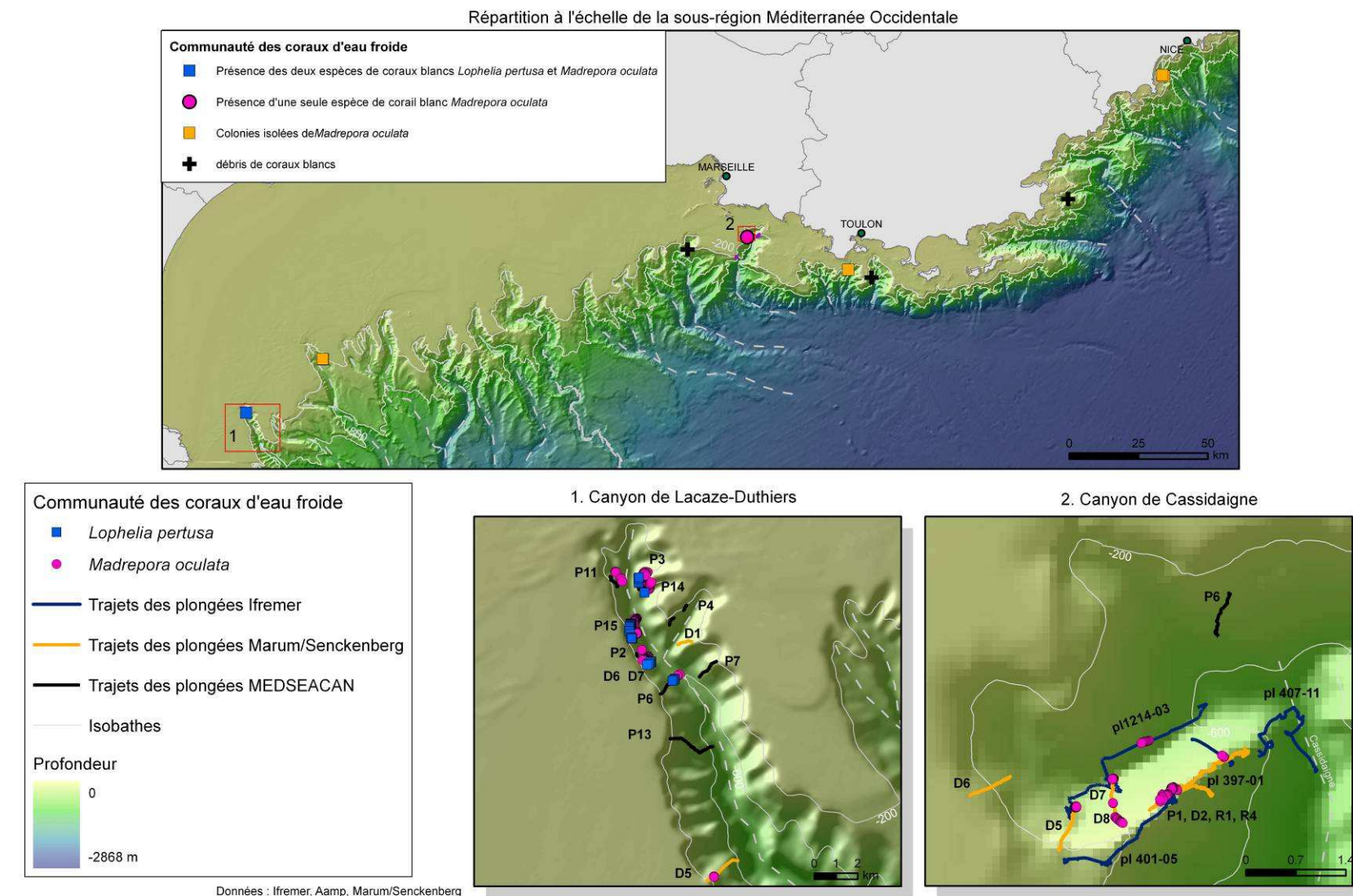


Figure 2 : Schéma de répartition de la communauté des coraux d'eau froide au sein de la sous région Méditerranée Occidentale

### 2.3.3 **Etendue de l'habitat- Zone d'habitat (Indicateur 1.5.1), communauté des coraux d'eau froide.**

Les données dont nous disposons sont très ponctuelles et ne permettent pas de renseigner cet indicateur en calculant la surface couverte par les communautés de coraux d'eau froide car les données existantes (campagne MEDSEACAN, MARUM et MARUM-Senckenberg) ont été acquises dans un but d'exploration le long d'un unique transect remontant la pente de -800 m à -150 m de profondeur.

Les communautés de coraux d'eau froide se développent et forment des structures en trois dimensions qui compliquent la mesure précise de la surface couverte par ces communautés (fig. 3). Une solution pourrait être de restreindre cette mesure à certaines « faces » ateliers plutôt qu'à l'ensemble du site, ce qui permettrait tout de même d'avoir des données quantitatives précises dans le cadre d'un suivi temporel.

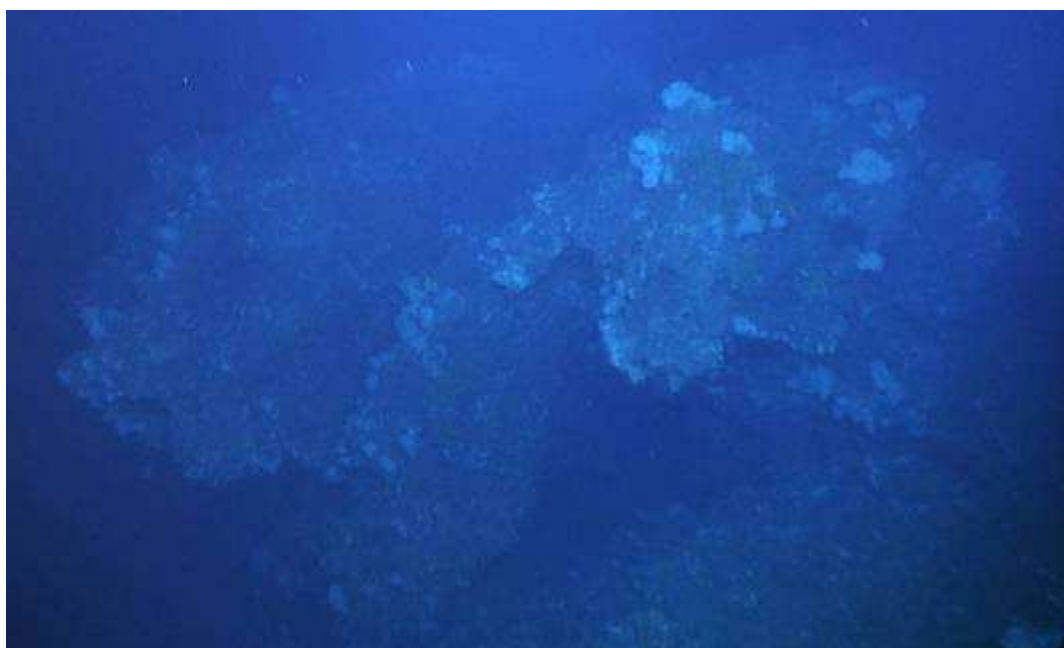


Figure 3 : Communauté de coraux d'eau froide sur une zone très accidentée dans le canyon de Cassidaigne (200 m).

Afin de pouvoir renseigner cet indicateur, il est nécessaire d'acquérir de nouvelles données *in situ* suivant un protocole prédéfini (Guide méthodologique d'acquisition vidéo (Fabri et al. in prep.)).

Cependant, sur cette zone accidentée, l'utilisation du ROV Victor 6000 de l'Ifremer n'est pas envisageable, car le robot est trop gros et la gestion du lest dans 200 m d'eau pose problème. L'utilisation de robots plus petits doit être envisagée, comme le ROV Super Achille de la Comex ou le nouveau ROV Hybride (H-ROV) en cours de développement par l'Ifremer (disponible en 2015).



### **2.3.4 Etats des habitats- Etat des espèces et des communautés typiques (Indicateur 1.6.1), Communauté des coraux d'eau froide**

L'évaluation de l'état des communautés de coraux d'eau froide est complexe, et ce pour plusieurs raisons :

- il n'existe pas de zones références non impactées par les activités anthropiques
- la communauté présente deux aspects très différents pour les deux seules localités où elle a été observée (canyon de Lacaze-Duthiers et canyon de Cassidaigne)
- les images existantes ne permettent pas un traitement quantitatif standardisé
- quantifier l'impact du aux engins de pêche sur les communautés de coraux d'eau froide est difficile,
- les impacts réels des boues rouges sur ces communautés ne sont pas connus.

Il serait possible de caractériser l'état des communautés de coraux d'eau froide grâce aux paramètres suivants, qui peuvent être mesurés à partir des données optiques :

- la densité des colonies
- la taille des colonies
- la proportion de colonies en mauvais état : mortes, cassées, détachées, étranglés par les engins de pêche,
- évolution temporelle du ratio parties vivantes / parties mortes pour les colonies et massifs de grandes tailles
- la variation de la composition des espèces accompagnatrices (notamment pour les communautés impactées par les boues rouges).

La mesure de ces paramètres est dépendante d'une acquisition d'images de bonne qualité, avec des repères tels que des lasers pour mesurer les tailles (Guide méthodologique d'acquisition vidéo (Fabri et al. in prep.)).

**En raison de la qualité des données disponibles pour cette étude et de l'absence d'indices pour mesurer l'état des communautés profondes, seule une estimation qualitative de l'état de la communauté des coraux d'eau froide à partir de la visualisation des données d'imagerie optique a pu être réalisée (tableau 1).**

Dans le canyon de Lacaze-Duthiers, la communauté des coraux d'eau froide, constituée de deux espèces de corail blanc *Madrepora oculata* et *Lophelia pertusa*, est principalement impactée par les engins de pêche dormants qui cassent des branches et qui détachent des colonies de la paroi (fig. 4E). Des macrodéchets, comme des sacs plastiques, ont aussi été observés emmêlés dans les colonies, ce qui peut potentiellement conduire à l'« étouffement » d'une partie de la colonie (fig. 4C). Des colonies vivantes, formant des massifs métriques de *Lophelia pertusa* ont été observées sur une paroi verticale lors de la plongée 15, ce qui est exceptionnel (fig. 4D). Ce site doit faire l'objet d'un suivi dans le cadre du bon état écologique de la DCSMM car il semble être impacté par la pêche.

La circulation cyclonique régionale et les apports particuliers du Rhône dans le Golfe du Lion induisent un drainage des sédiments du plateau vers les fonds bathyaux Méditerranéens via les canyons. Ce transport est accentué par des phénomènes de cascading (plongée d'eaux denses) qui sont particulièrement intenses dans les canyons de Lacaze-Duthiers et de Cap Creus (Palanques et al. 2009). La turbidité importante observée aux différents sites de plongées dans le canyon de Lacaze Duthiers est donc liée au fonctionnement naturel de la zone mais elle pourraient localement être augmentée en cas de chalutage intensif à proximité du canyon (Puig et al. 2012)

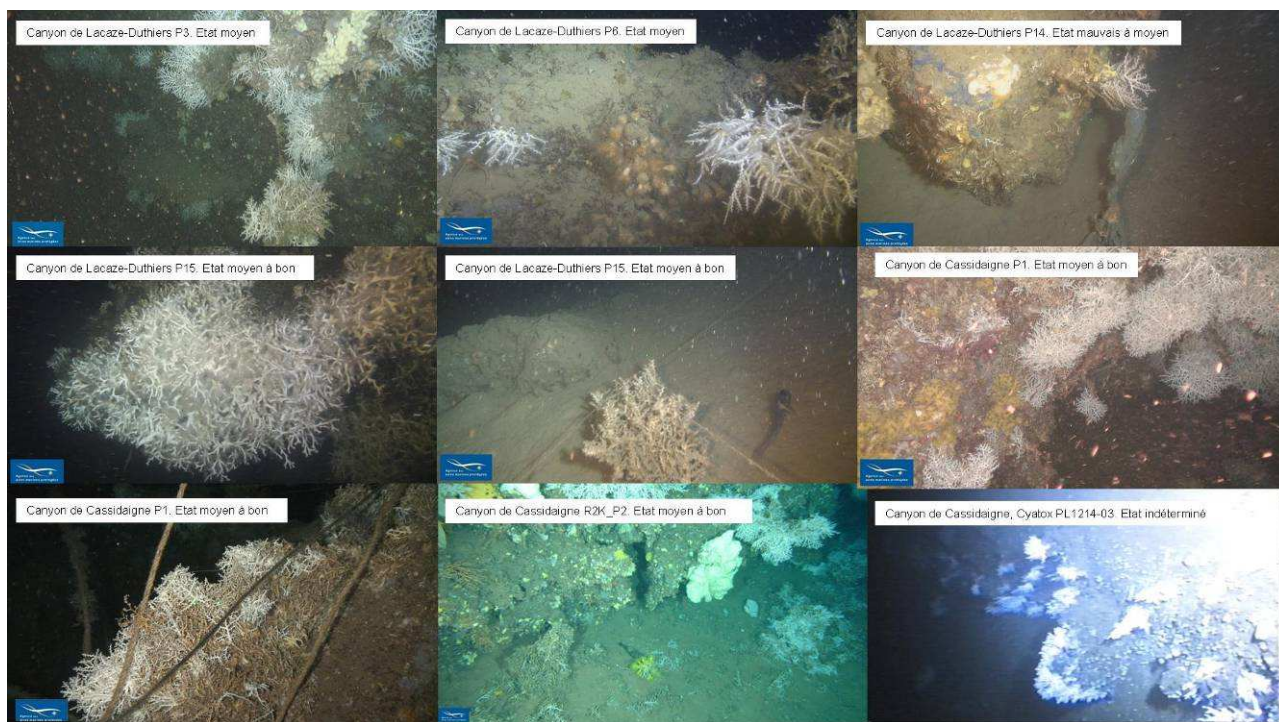


Figure 4 : Différents aspects des communautés de coraux d'eau froide dans les canyons de Lacaze-Duthiers (A à E) et Cassidaigne (F à I). Campagnes MEDSEACAN (A à H) et Cyatox (I)

Dans le canyon de Cassidaigne, la communauté des coraux d'eau froide, uniquement composée de l'espèce de corail blanc *Madrepora oculata*, est impactée par les engins de pêche dormants, qui « étranglent » les colonies, principalement sur le haut de la crête rocheuse située à 200m de profondeur, là où la densité des colonies est importante (fig. 4G). En ce qui concerne la communauté des coraux d'eau froide qui se situe à 515 m de profondeur au nord de l'arrête rocheuse sur une paroi verticale, la mauvaise qualité de la vidéo datant de 1995 empêche toute évaluation, même qualitative, de l'état de la communauté (fig. 4I). Le haut de la paroi et la paroi elle-même sont soumis à un important dépôt de boues rouges, d'après les commentaires audio de la bande vidéo. Ces colonies sont-elles toujours vivantes ? Comment va évoluer la communauté suite à l'arrêt du déversement des boues rouges programmé en 2015 ? Un suivi de cette communauté est nécessaire dans le cadre du bon état écologique de la DCSMM (Dauvin 2010, Fontanier et al. 2012, Fabri et al. submitted).

Tableau 1 : Estimation qualitative de l'état des communautés de coraux d'eau froide observées lors de la campagne MEDSEACAN

	Lacaze Duthiers P3	Lacaze Duthiers P6	Lacaze Duthiers P11	Lacaze Duthiers P14	Lacaze Duthiers P15	Cassidaigne P1	Cassidaigne R2K P2
<b>Espèces de coraux blancs présentes</b>	Majorité <i>Madrepora oculata</i> , quelques colonies de <i>Lophelia pertusa</i>	Majorité de <i>Lophelia pertusa</i> , quelques colonies de <i>Madrepora oculata</i>	Uniquement <i>Madrepora oculata</i>	Majorité <i>Madrepora oculata</i> , une colonie de <i>Lophelia pertusa</i>	Nombreuses colonies de <i>Madrepora oculata</i> et de <i>Lophelia pertusa</i>	Uniquement <i>Madrepora oculata</i>	Uniquement <i>Madrepora oculata</i>
<b>Abondance</b>	moyenne (> 50 colonies), plusieurs colonies sur une même paroi	faible (< 20 colonies), colonies éparées	très faible (< 10 colonies)	faible (< 20 colonies), colonies éparées	forte (> 100 colonies), colonies recouvrant quasi totalement la paroi	moyenne (> 50 colonies), plusieurs colonies sur une même paroi	moyenne (> 50 colonies), plusieurs colonies sur une même paroi
<b>Profondeur moyenne estimée (m)</b>	259	516	258	284	355	202	240
<b>Taille des colonies</b>	taille petite à moyenne (entre 10 et 30 cm)	taille moyenne à grande (entre 20 et 60 cm)	taille petite (< 10 cm)	taille petite à moyenne (entre 10 et 30 cm)	présence de massifs métriques et de colonies de grande taille (>40 cm)	taille moyenne à grande (entre 20 et 60 cm)	taille moyenne à grande (entre 20 et 60 cm)
<b>Colonies en mauvais état, traces d'impacts</b>	colonies de <i>L. pertusa</i> mortes ou en mauvais état, quelques colonies de <i>M. oculata</i> impactées par des engins de pêche	quelques petites colonies de <i>L. pertusa</i> mortes	pas de colonies en mauvais état	colonie de <i>L. pertusa</i> quasiment morte, une colonie de <i>M. oculata</i> prise dans un plastique	plusieurs colonies détachées, quelques colonies impactées par des engins de pêche.	plusieurs colonies détachées, nombreuses colonies impactées par des engins de pêche.	plusieurs colonies détachées
<b>Diversité et abondance des espèces accompagnatrices</b>	diversité et abondance fortes	diversité et abondance moyennes	diversité et abondance faible	diversité et abondance faible	diversité et abondance fortes	diversité et abondance fortes, exubérance des espèces accompagnatrices	diversité et abondance fortes
<b>Estimation qualitative de l'état écologique de la communauté</b>	La communauté semble être dans un <b>état moyen</b>	La communauté semble être dans un <b>état moyen</b>	La communauté semble être dans un <b>état mauvais à moyen</b>	La communauté semble être dans un <b>état mauvais à moyen</b>	La communauté semble être dans un <b>état moyen à bon</b>	La communauté semble être dans un <b>état moyen à bon</b>	La communauté semble être dans un <b>état moyen à bon</b>

## 2.4 Faciès des roches bathyales à *Callogorgia verticillata*

### 2.4.1 Description du faciès des roches bathyales à *Callogorgia verticillata*

Les communautés caractérisées par la gorgone *Callogorgia verticillata* (octocoralliaire) ont été étudiées en Atlantique où elles sont constituées notamment d'éponges Geodiidae et Hexactinellida ainsi que de cnidaires solitaires (Sánchez et al. 2009). Ces communautés n'avaient jamais fait l'objet d'études en Méditerranée jusqu'à récemment lorsque de nombreuses colonies ont été observées à 120 m de profondeur sur des roches au large de l'Italie (Bo et al. 2012). Certaines colonies présentaient des traces d'abrasion par les lignes de pêche et couvertes par des épibiontes. La communauté était également composée de nombreux antipathaires et de nombreuses gorgones.

Pendant la campagne MEDSEACAN 2009 (AAMP/Comex) les colonies de *Callogorgia verticillata* ont été observées à plusieurs reprises dans les canyons à des profondeurs comprises entre 250 et 400 m, sous la forme de colonies isolées de grande taille (fig. 5A). Une exception a été observée sur une marche rocheuse du canyon de Bourcart par 350 m de profondeur (plongée R2K) où les *Callogorgia verticillata* ont été filmées presque sans discontinuité sur toute la longueur de la plongée (1000 m). Cette marche rocheuse, en plus de l'exceptionnelle abondance de *C. verticillata*, abrite une importante diversité : nombreux poulpes, corail jaune (*Dendrophyllia cornigera*), corail solitaire (*Desmophyllupm dianthus*), corail blanc (*Madrepora oculata*), antipathaires de grande taille (*Leiopathes glaberrima*, *Antipathes* sp.), poissons (*Benthocometes robustus*), éponges, gorgones Plexauridae etc (fig. 5B). Une faune épibionte se développe parfois sur ces gorgones (gastéropodes, nudibranches, ophiures, crustacés, actiniaires et zoanthaires).

L'impact de la pêche sur ces communautés est visible sur les enregistrements vidéo, les palangres et les filets restant accrochées au substrat dur, causant parfois des dommages physiques aux colonies de *C. verticillata* et autre faune fixée.

S'agissant d'un faciès relativement rare, probablement fragile et à faible résilience, nous proposons que le faciès à *Callogorgia verticillata* soit considéré comme un VME de la sous-région Méditerranée occidentale en suivant le principe de précaution, étant donné le manque de données sur la biologie et la répartition de l'espèce.

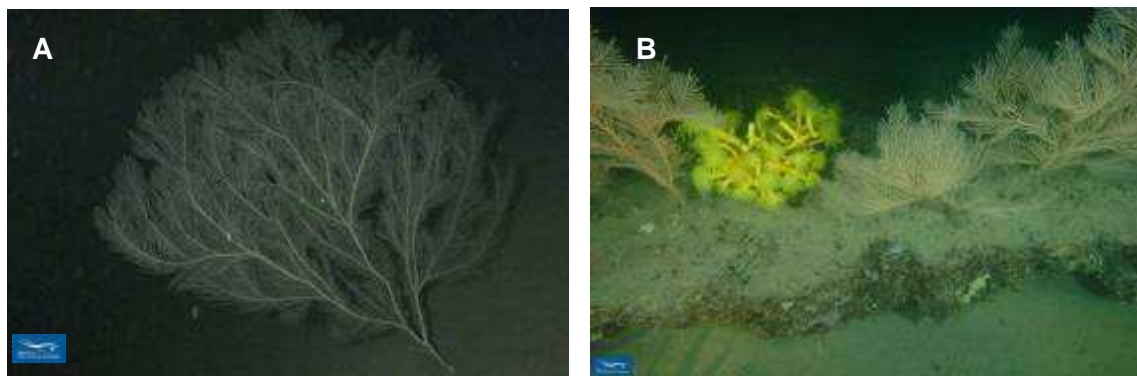


Figure 5 : Faciès des roches bathyales à *Callogorgia verticillata*. A) Grande colonie canyon de Cassidaigne (380 m), B) Marche rocheuse du canyon de Bourcart présentant une importante biodiversité (350 m)

### 2.4.2 Répartition – Schéma de répartition (Indicateur 1.4.2), faciès à *Callogorgia verticillata*.

Ce faciès a rarement été rencontré durant la campagne MEDSEACAN. Cependant, il est particulièrement exubérant sur un affleurement rocheux situé dans le canyon de Bourcart à 350m de profondeur (plongée R2K), où les gorgones sont présentes en grande densité (> 260 colonies par km). A la sortie du canyon de Cassidaigne (plongée 7), un faciès constitué d'une quarantaine de colonies a également été observé. Dans d'autres canyons (Planier, Sicié, Toulon, Porquerolles), seules quelques colonies (1 à 3) ont été observées mais pourraient indiquer la présence d'un faciès à proximité (Fabri et al. submitted).

Aucune colonie n'a été observée dans les canyons au large de la Côte d'Azur ni dans les autres canyons du Golfe du Lion (fig.6), en majorité constitués de vases.

#### Limites

Il n'existe pas de données historiques de répartition et les données récentes sont trop ponctuelles, ne permettant pas d'estimer le taux de fragmentation des faciès et la connectivité entre les différentes populations.

**Critère 1.4 : Répartition des habitats. Indicateur 1.4.2 : Schéma de répartition. Faciès des roches bathyales à *Callogorgia verticillata***

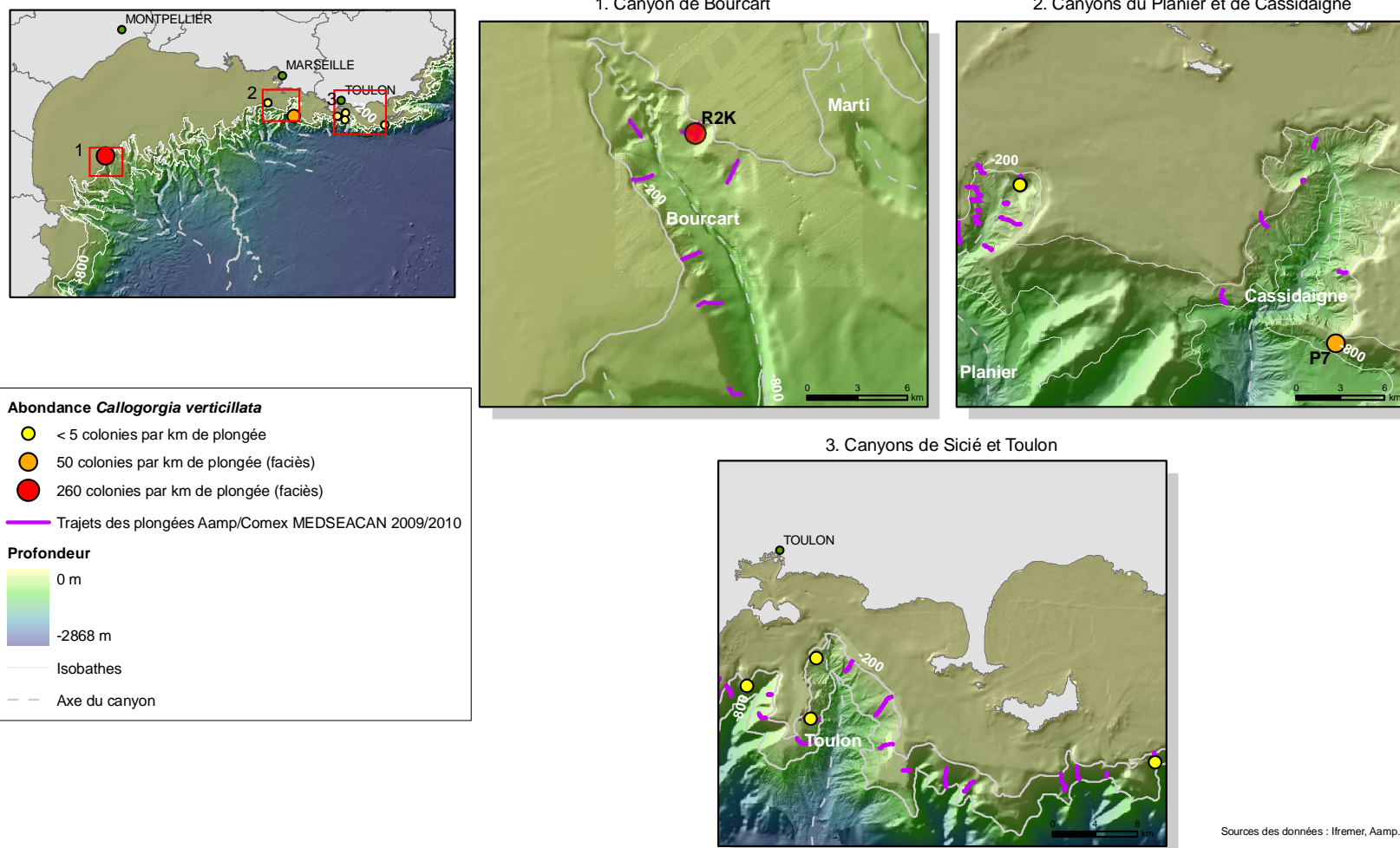


Figure 6 : Schéma de répartition du faciès des roches bathyales à *Callogorgia verticillata* au sein de la sous-région Méditerranée Occidentale (hors Corse)

#### **2.4.3 Etendue de l'habitat- Zone d'habitat (Indicateur 1.5.1), faciès à *Callogorgia verticillata*.**

Les données dont nous disposons sont trop ponctuelles et ne permettent pas de renseigner cet indicateur en calculant la surface couverte par le faciès des roches bathyales à *Callogorgia verticillata* car les données existantes (campagne MEDSEACAN) ont été acquises dans un but d'exploration le long d'un unique transect remontant la pente de -800 m à -150 m de profondeur.

Afin de pouvoir renseigner cet indicateur, il est nécessaire d'acquérir de nouvelles données *in situ* suivant un protocole prédéfini, en ciblant les marches et affleurements rocheux autour de l'isobathe 350 m, zones où les *C. verticillata* semblent se développer préférentiellement.

#### **2.4.4 Etats des habitats- Etat des espèces et des communautés typiques (Indicateur 1.6.1), faciès à *Callogorgia verticillata*.**

Concernant le faciès des roches bathyales à *Callogorgia verticillata*, deux cas distincts ont été observés durant la campagne MEDSEACAN. Dans un premier cas dans le canyon de Bourcart, les colonies ont été observées en grande densité (260 colonies par km), associées à un peuplement très riche et abondant. Dans l'autre cas, dans le canyon de Cassidaigne, le faciès présentait une densité de colonies beaucoup plus faible (50 colonies par km), sur des roches très peu colonisées. Les colonies présentaient parfois des épibiontes.

Le cas du canyon de Bourcart est-il une exception ou constitue-t-il un exemple de faciès en bon état écologique ? En raison du manque d'observations et de documentation sur ce faciès en Méditerranée Occidentale, il nous est impossible d'estimer les caractéristiques typiques (densités, espèces associées, etc.) d'un faciès en bon état écologique. L'acquisition de nouvelles données *in situ* permettra de combler ces manques. De nombreux engins de pêche ont été observés sur le site du canyon de Bourcart, notamment des filets et des fils de pêche, à proximité d'axes de gorgones ou d'antipathaires morts (fig. 7). Malgré ces impacts visibles, le faciès semble être en bon état écologique, avec de nombreuses gorgones de différentes tailles.

**Le site de Bourcart, qui présente un assemblage de nombreuses espèces et pas seulement un faciès à *Callogorgia verticillata*, nécessiterait des études scientifiques approfondies (cartographie fine, évaluation de la biodiversité, suivis temporels), en raison de son caractère unique, de sa fragilité (surface limitée, vulnérable au chalutage et à la pêche), de l'impact visible sur les vidéos existantes, de son importance fonctionnelle probable et de l'exceptionnelle diversité qu'il abrite : colonies de grande taille de *Dendrophyllia cornigera*, abondance de poulpes, anthipathaires dont *Leiopathes glaberrima* de grande taille, nombreuses petites gorgones Plexauridae, une colonie de *Madrepora oculata*, abondance de langoustes *Palinurus mauritanicus*, *Desmophyllum dianthus*, diversité des téléostéens etc.**

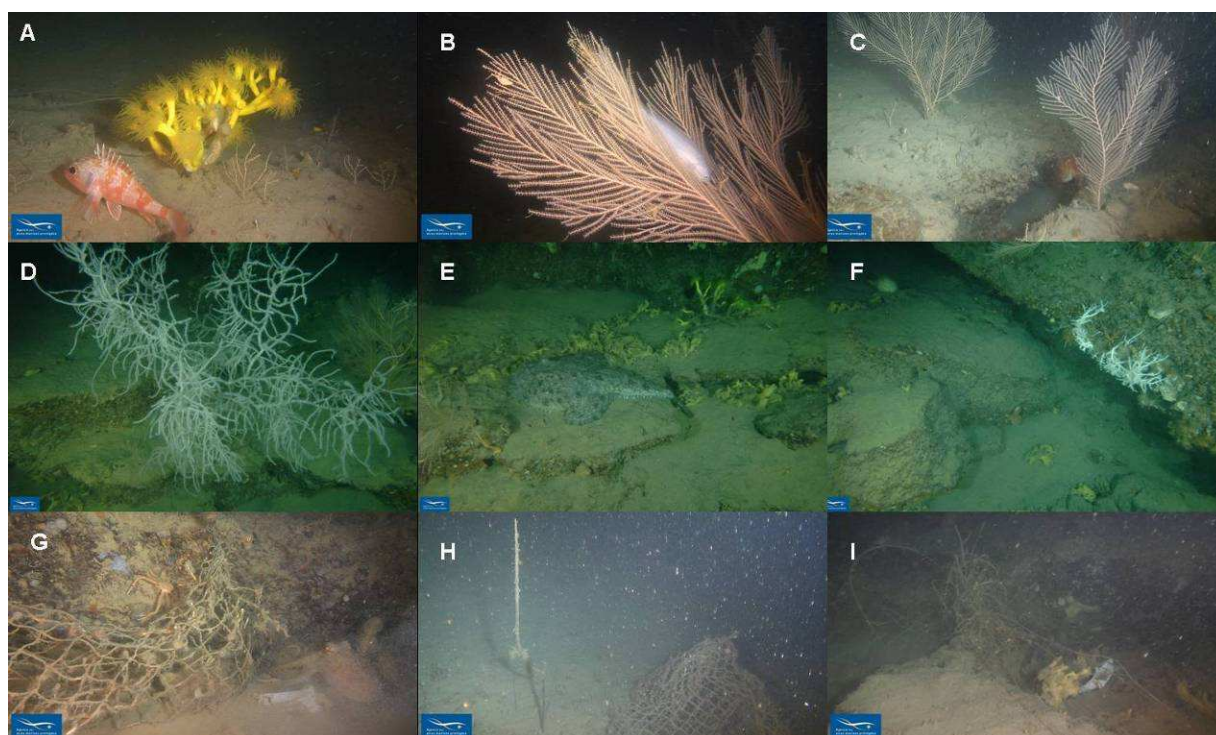


Figure 7 : Diversité de l'assemblage d'espèces et impacts anthropiques, canyon de Bourcart, plongée R2K, 350m.  
 A : corail jaune *Dendrophyllia cornigera* , *Helicolenus dactylopterus* et petites gorgones Plexauridae. B : *Callogorgia verticillata* et *Benthocometes robustus*. C : Faciès à *C. verticillata* et poulpe. D : Antipathaire *Leiopathes glaberrima*. E : *Lophius* sp. et Porifera. F : Colonie de *Madrepora oculata*. G à I : Impacts des engins de pêches.

## 2.5 Faciès des roches bathyales à *Viminella flagellum*

### 2.5.1 Description du faciès des roches bathyales à *Viminella flagellum*

Au sein de la sous région Méditerranée occidentale, les gorgones-fouet *Viminella flagellum* forment des « champs » assez denses mais recouvrant des surfaces limitées (quelques m<sup>2</sup>) sur les sommets horizontaux des roches profondes, exposées aux courants et peu envasées, entre 200 et 400 m de profondeur (fig. 8). Les communautés associées aux gorgones-fouet sont constituées entre autres d'éponges, de corail jaune et de brachiopodes.

Ce faciès n'a été documenté ailleurs en Méditerranée que récemment en Italie, où il présente une faible densité sur des roches du circalittoral profond (entre 130 et 250 m) (Giusti et al. 2012). Il a également été observé en Atlantique aux Azores (Sampaio et al. 2012, Tempera et al. 2012).

S'agissant d'un faciès rare, couvrant de petites surfaces, fragile et présentant probablement une faible résilience, nous proposons que le faciès à *Viminella flagellum* soit considéré comme un VME de la sous-région Méditerranée occidentale en suivant le principe de précaution, étant donné le manque de données sur la biologie et la répartition de l'espèce.



Figure 8 : Faciès des roches bathyales à *Viminella flagellum* observé dans le canyon de Sicié (296 m)

### 2.5.2 Répartition – Schéma de répartition (Indicateur 1.4.2), faciès à *Viminella flagellum*

Le faciès des roches bathyales à *Viminella flagellum* se développe sur des roches peu envasées et exposées au courant, généralement entre 300 et 400m de profondeur. Ce faciès semble rare car il n'a été observé que dans les canyons « provençaux », de Cassidaigne à Porquerolles lors de la campagne MEDSEACAN (fig.9).

#### Limites :

Il n'existe pas de données historiques de répartition et les données récentes sont trop ponctuelles pour permettre d'estimer le taux de fragmentation des faciès et la connectivité entre les différentes populations.

### 2.5.3 Etendue de l'habitat- Zone d'habitat (Indicateur 1.5.1), faciès à *Viminella flagellum*

Les données dont nous disposons sont trop ponctuelles et ne permettent pas de renseigner cet indicateur en calculant la surface couverte par le faciès des roches bathyales à *Viminella flagellum* car les données existantes (campagne MEDSEACAN) ont été acquises dans un but d'exploration le long d'un unique transect remontant la pente de -800 m à -150 m de profondeur.

Afin de pouvoir renseigner cet indicateur, il est nécessaire d'acquérir de nouvelles données *in situ* suivant un protocole prédéfini (Guide méthodologique d'acquisition vidéo (Fabri et al. in prep.)).



**Ifremer** Critère 1.4 : Répartition des habitats. Indicateur 1.4.2 : Schéma de répartition. Faciès des roches bathyales à *Viminella flagellum*

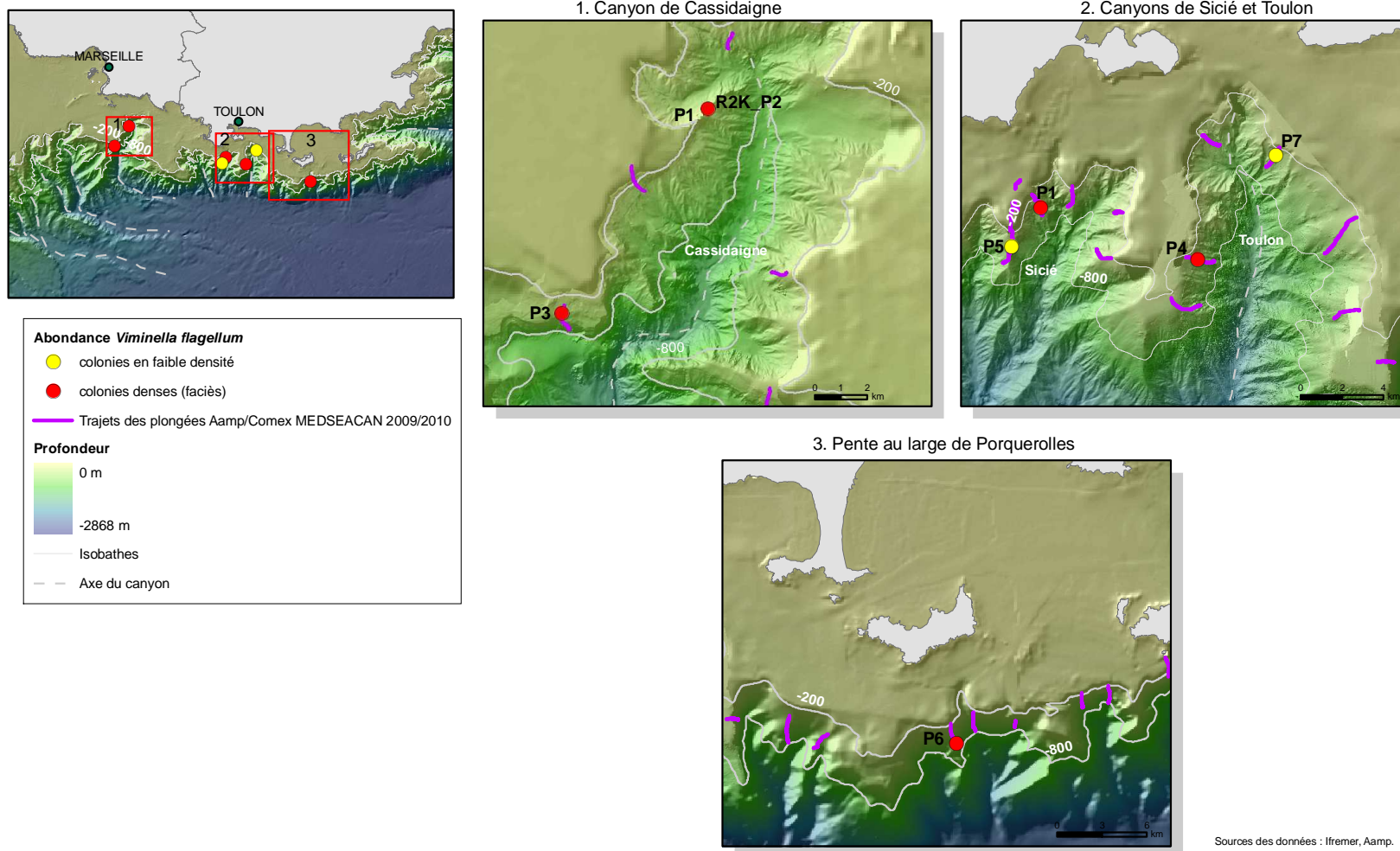


Figure 9 : Schéma de répartition du faciès des roches bathyales à *Viminella flagellum* au sein de la sous-région Méditerranée Occidentale

### 2.5.4 Etats des habitats- Etat des espèces et des communautés typiques (Indicateur 1.6.1), faciès à *Viminella flagellum*

Il est possible de caractériser l'état du faciès à *Viminella flagellum* grâce aux paramètres suivants, qui peuvent être mesurés sur les colonies à partir des données optiques :

- la densité des colonies au sein du faciès
- la taille des colonies
- la proportion de colonies en mauvais état : mortes, cassées, nécrosées ou parasitées
- la présence d'espèces accompagnatrices et d'épibiontes.

La mesure de ces paramètres est dépendante d'une acquisition d'images de bonne qualité, avec des repères tels que des lasers pour mesurer les tailles (Guide méthodologique d'acquisition vidéo (Fabri et al. in prep.)).

**En raison de la qualité des données disponibles pour cette étude et de l'absence d'indices pour mesurer l'état des communautés profondes, seule une estimation qualitative de l'état du faciès à partir de la visualisation des données d'imagerie optique a pu être réalisée (tableau 2).**

Le faciès des roches bathyales à *Viminella flagellum* a été observé dans un état mauvais à moyen dans le canyon de Cassidaigne (P3) où les gorgones étaient présentes en faible quantité, certaines étant mortes ou nécrosées (fig. 10). En revanche, le faciès à *Viminella flagellum* a été observé en bon état à 3 reprises, dans le canyon de Cassidaigne (P1 et R2K\_P2) où la densité des gorgones était importante, et pas ou peu de gorgones cassées ont été observées, et dans le canyon de Sicié (P1), où la densité des gorgones était également importante, accompagnées par d'autres espèces comme le corail jaune *Dendrophyllia cornigera* (fig. 10).

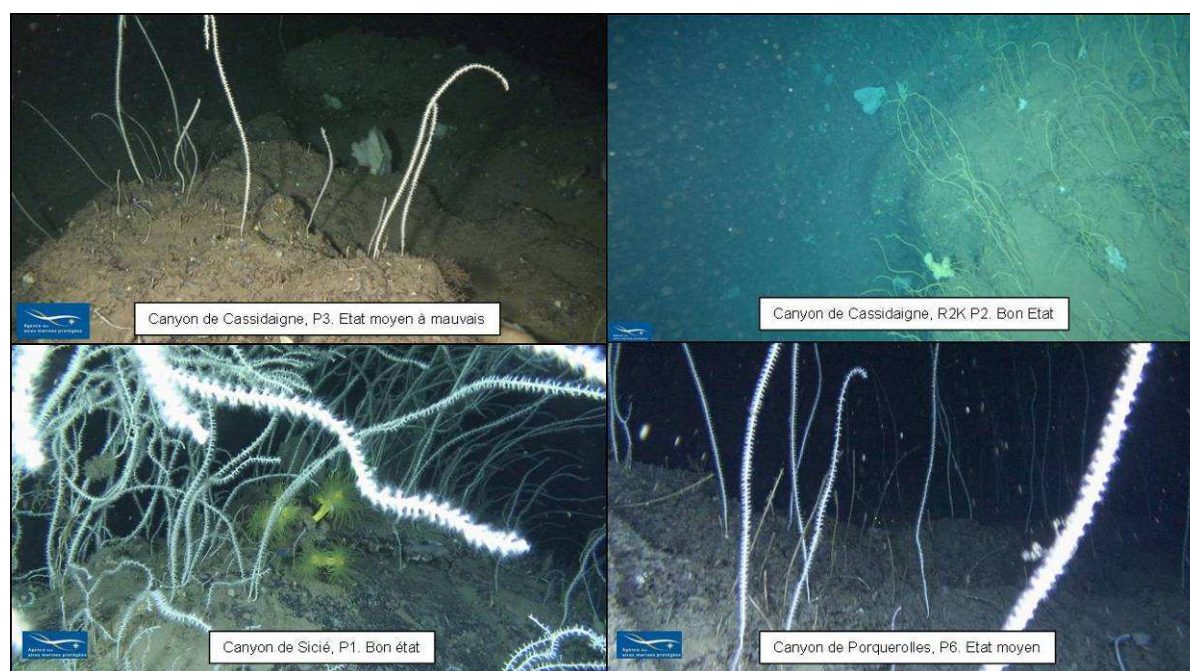


Figure 10 : Différents aspects du faciès des roches bathyales à *Viminella flagellum* observés lors de la campagne MEDSEACAN.

Tableau 2 : Estimation qualitative de l'état des faciès à *Viminella flagellum* au sein de la sous région Méditerranée Occidentale (hors Corse)

	Canyon de Cassidaigne, plongée 1	Canyon de Cassidaigne, plongée 3	Canyon de Cassidaigne, plongée R2K_P2	Canyon de Sicié, plongée 1	Canyon de Toulon, plongée 4	Canyon de Porquerolles, plongée 6
<b>Densité</b>	moyenne à forte	faible	forte	forte	moyenne	moyenne
<b>Profondeur moyenne (m)</b>	215	325	262	333	360	400
<b>Taille des colonies</b>	grandes (> 60 cm)	petite (< 20 cm) à moyenne (> 40 cm)	moyenne (> 40 cm) à grande (> 60 cm)	petite (< 20 cm) à grande (> 60 cm)	grande (> 60 cm)	moyenne (> 40 cm) à grande (> 60 cm)
<b>Proportion de colonies en mauvais état</b>	les colonies semblent en bon état	plusieurs colonies semblent cassées	les colonies semblent en bon état	quelques colonies cassées ou en partie nécrosées	les colonies semblent en bon état	beaucoup de colonies sont cassées
<b>Présence d'épibiontes ou d'espèces accompagnatrices</b>	Observations d'éponges dressées à proximité des colonies	Observations d'éponges dressées à proximité des colonies	Observations d'éponges dressées à proximité des colonies	Observations d'éponges dressées, de <i>Dendrophyllia corniegera</i> , de Brachiopoda à proximité des colonies	Observation de brachiopodes à proximité des colonies	Observation d'une autre espèce de gorgone et d'éponges à proximité des colonies
<b>Estimation qualitative de l'état écologique du faciès</b>	Le faciès semble être en <b>bon état</b>	Le faciès semble être dans un <b>état moyen à mauvais</b>	Le faciès semble être en <b>bon état</b>	Le faciès semble être en <b>bon état</b>	Le faciès semble être en <b>moyen à bon état</b>	Le faciès semble être dans un <b>état moyen</b>

## 2.6 Faciès des roches bathyales à *Neopycnodonte zibrowii*

Des huîtres géantes, dont la taille peut aller jusqu'à 30 cm, qui appartiennent à l'espèce *Neopycnodonte zibrowii*, ont été observées recouvrant les parois verticales et les surplombs des canyons méditerranéens de 350 à 750 m. Il est très difficile de savoir si elles sont vivantes ou sub-fossiles, car cette espèce peut vivre plusieurs siècles (Wisshak et al. 2009). Seuls un ou deux individus vivants ont pu être observés au milieu de grands bancs probablement morts (fig. 11 et 12). En Atlantique cette espèce a été observée formant des bancs d'individus vivants et abritant une importante biodiversité (Wisshak et al. 2009, Gofas et al. 2010, Van Rooij et al. 2010). Existe-t-il des zones similaires en Méditerranée, peut-être plus profondes que les zones explorées durant la campagne MEDSEACAN ? Pour quelles raisons cette espèce a-t-elle semblé pratiquement disparue de la Méditerranée Occidentale française ? Un faciès composé d'individus vivants présenterait-il une plus grande biodiversité, avec une faune associée plus riche, qu'un faciès composé d'individus morts ?

En raison de la probable rareté d'individus vivants en Méditerranée occidentale, le faciès des roches bathyales à *Neopycnodonte zibrowii* pourrait être considéré comme VME lorsqu'il est constitué en partie d'individus vivants.

Ces bancs créent une hétérogénéité importante de l'habitat au niveau des parois abruptes, permettant l'installation d'une faune diversifiée. Les coquilles d'huîtres sont ainsi souvent couvertes par des coraux solitaires (*Desmophyllum dianthus*, *Caryophyllia* sp.), des zoanthaires, des gorgonaires, des éponges encroûtantes, etc. et attirent de petits bancs de poissons (*Hoplostethus mediterraneus*).



Figure 11 : Huître géante (*Neopycnodonte zibrowii*) vivante, canyon du Planier (435m)

En raison du manque de données sur ce faciès, il ne sera pas traité en détail dans le cadre de cette étude, et se limitera à une cartographie des occurrences (fig. 12).

**Critère 1.4 : Répartition des habitats. Indicateur 1.4.2 : Schéma de répartition.**  
**Faciès des roches bathyales à *Neopycnodonte zibrowii***

Répartition à l'échelle de la sous-région Méditerranée Occidentale

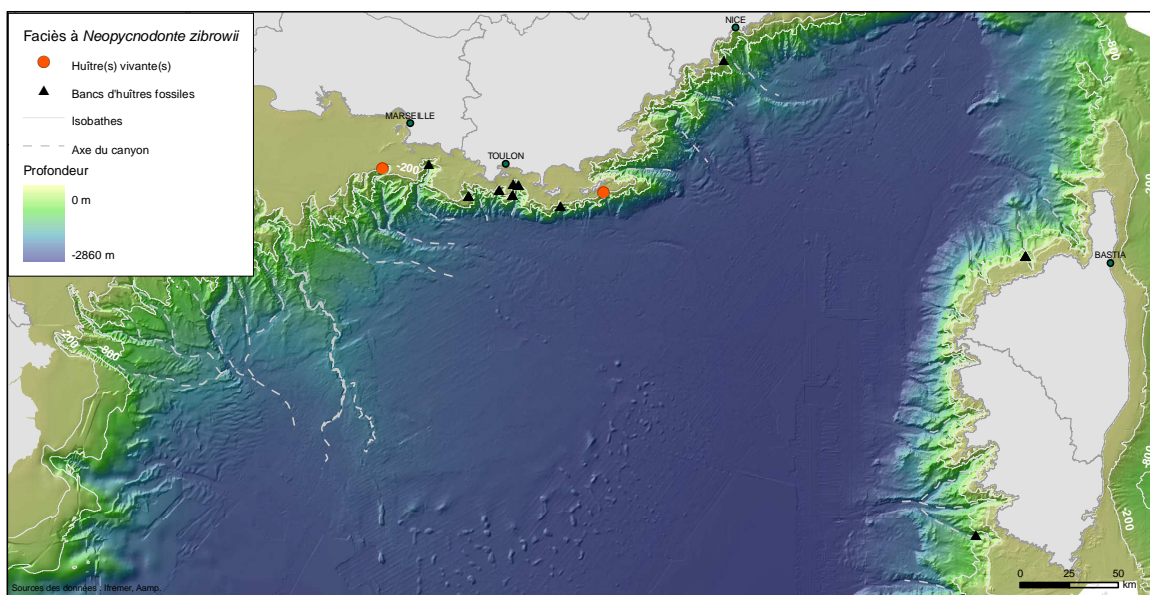


Figure 12 : Cartographie des occurrences du faciès des roches bathyales à *Neopycnodonte zibrowii* au sein de la sous-région Méditerranée occidentale.

Une autre espèce du même genre, *Neopycnodonte cochlear*, plus petite (5-10 cm) et ayant une durée de vie plus courte, a été observée dans le canyon de Lacaze-Duthiers formant des bancs d'individus vivants sur les parois rocheuses et colonisant les parties mortes des massifs de coraux (fig. 13). Cette espèce a également été observée entre 80 et 100 m de profondeur, sur des bancs rocheux exposés aux courants (Lacaze-Duthiers P1, Banc rocheux de la Nioulargue P3, Roches de Sète R2K). C'est une espèce qui a également été observée dans le Golfe de Gascogne (Van Rooij et al. 2010).

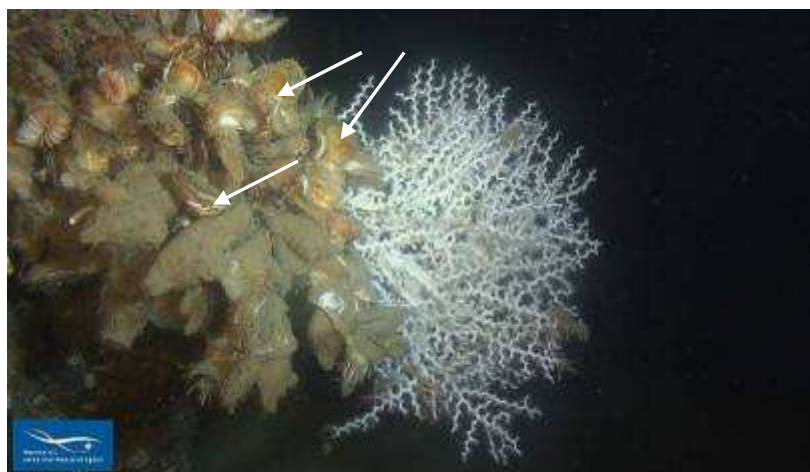


Figure 13 : Huîtres *Neopycnodonte cochlear* (flèches blanches), canyon de Lacaze Duthiers (P15, 346 m).

## 2.7 Faciès des vases compactes à *Isidella elongata*

### 2.7.1 Description du faciès des vases compactes à *Isidella elongata*

Les étendues de gorgones *Isidella elongata* constituent un faciès caractéristique de Méditerranée profonde (350-1900m, fig. 14) qui abrite des espèces commerciales comme les grandes crevettes rouges *Aristeus antennatus* et *Aristaeomorpha foliacea* et sont ainsi la cible de pêcheries de plus en plus profondes. Le chalutage du faciès à *Isidella elongata* cause des impacts directs sur les assemblages biologiques en supprimant les gorgones qui formaient un habitat, ce qui diminue la diversité des espèces d'invertébrés et affecte négativement la production des pêcheries sur le long terme (Maynou & Cartes 2011). Ce faciès s'est raréfié au cours des 30 dernières années au point que ces « habitats » profonds sont considérés comme « sensibles » par la Commission générale des pêches pour la Méditerranée (GFCM 2009).



Figure 14 : Faciès des vases compactes à *Isidella elongata*, canyon de Petit-Rhône (436 m).

### 2.7.2 Répartition – Schéma de répartition du faciès à *Isidella elongata* (Indicateur 1.4.2)

Les faciès des vases compactes à *Isidella elongata* se trouvent principalement dans le golfe du Lion sur les côtes françaises, entre 340 et au moins 1800 m de profondeur. Le faciès se développe à la sortie des canyons et sur les interfluves, zones planes entre deux canyons (fig.15 et 16). Les colonies d'*Isidella elongata* sont très vulnérables au chalutage si bien que ce faciès, historiquement commun (Rogers & Gianni 2010), est devenu rare. Observé à plusieurs reprises lors de la campagne MEDSEACAN, le faciès présentait une densité supérieure à 50 colonies par km exploré dans 4 zones seulement (Fabri et al. submitted). Quelques colonies isolées ont également été observées durant les différentes campagnes ayant eu lieu récemment (1997-2011), il est donc probable que d'autres champs existent mais ils ne sont pas encore référencés.

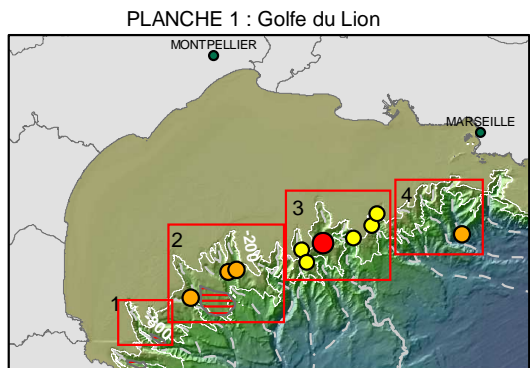
Contrairement à ce qui est communément admis, les *Isidella elongata* ne semblent pas être inféodées à des pentes inférieures à 5 %. En effet, le faciès le plus important, en termes d'abondance des colonies, a été observé sur une zone dont la pente maximale est estimée à 45 % dans le canyon de Petit-Rhône.

Les données historiques de répartition ont 50 ans et doivent être actualisées, notamment pour l'étendue signalée par Maurin en 1962 située entre les canyons de Bourcart et Marti, qui a probablement été impactée par les activités de chalutage. Il en est de même pour les étendues signalées à l'est de la Corse (fig. 15 et 16).

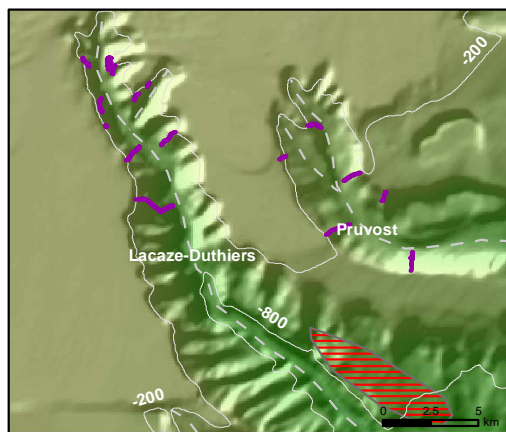
#### Limites

Les données historiques sont imprécises et les données récentes trop ponctuelles pour permettre d'estimer le taux de fragmentation des faciès et la connectivité entre les différentes populations, ni même l'étendue complète de chaque population (indicateur 1.5.1).

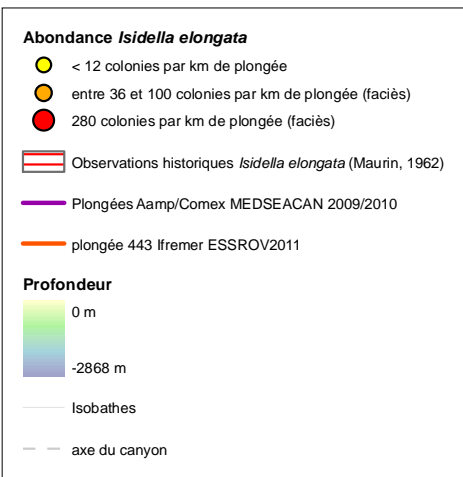
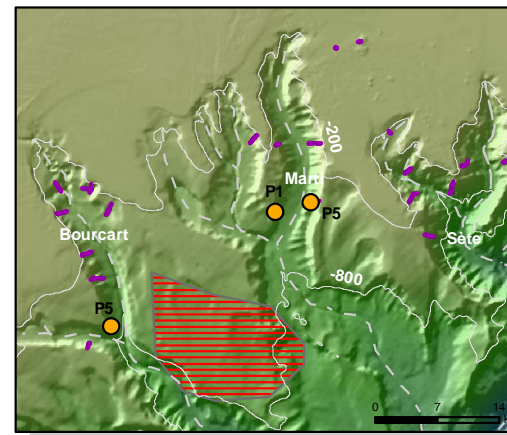
**ifremer** Critère 1.4 : Répartition des habitats. Indicateur 1.4.2 : Schéma de répartition. Faciès des vases compactes à *Isidella elongata*



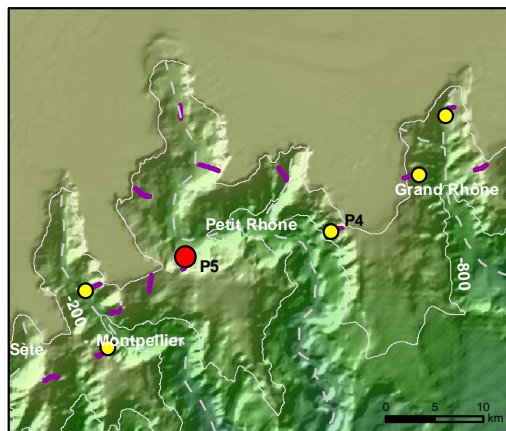
1. Canyons de Lacaze Duthiers et Pruvost



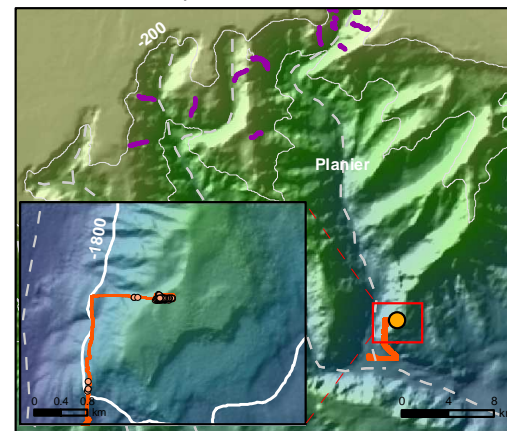
2. Canyons de Bourcart, Marti et Sète



3. Canyons de Montpellier, Petit Rhône et Grand-Rhône



4. Canyons de Couronne et Planier



Sources des données : Ifremer, Aamp.

Figure 15 : Schéma de répartition du faciès des vases compactes à *Isidella elongata* dans le Golfe du Lion.

**lfremer** Critère 1.4 : Répartition des habitats. Indicateur 1.4.2 : Schéma de répartition. Faciès des vases compacts à *Isidella elongata*

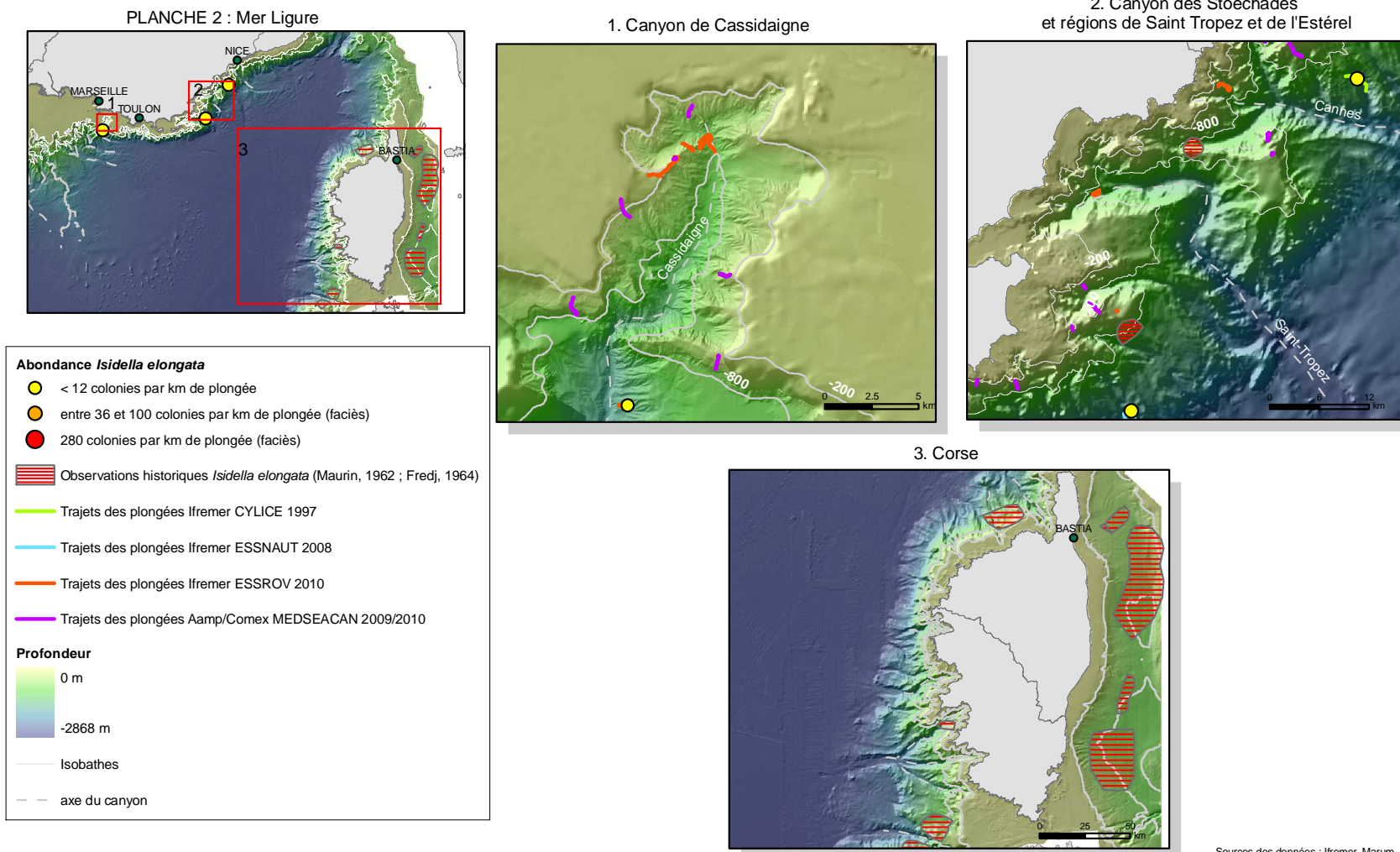


Figure 16 : Schéma de répartition du faciès des vases compacts à *Isidella elongata* au sein de la mer Ligure.



### **2.7.3 Etendue de l'habitat- Zone d'habitat (Indicateur 1.5.1), faciès à *Isidella elongata*.**

Les données dont nous disposons ne permettent pas de renseigner cet indicateur pour le faciès des vases compactes à *Isidella elongata* car les données existantes (campagne MEDSEACAN) ont été acquises dans un but d'exploration le long d'un unique transect remontant la pente de -800 m à -150 m de profondeur.

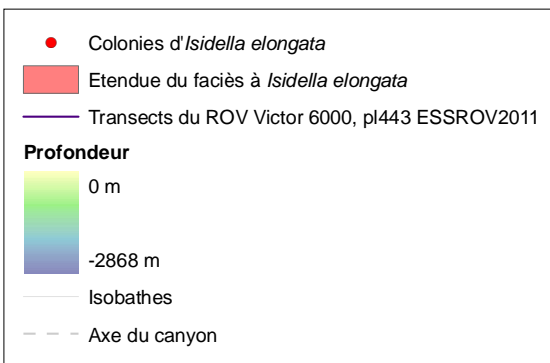
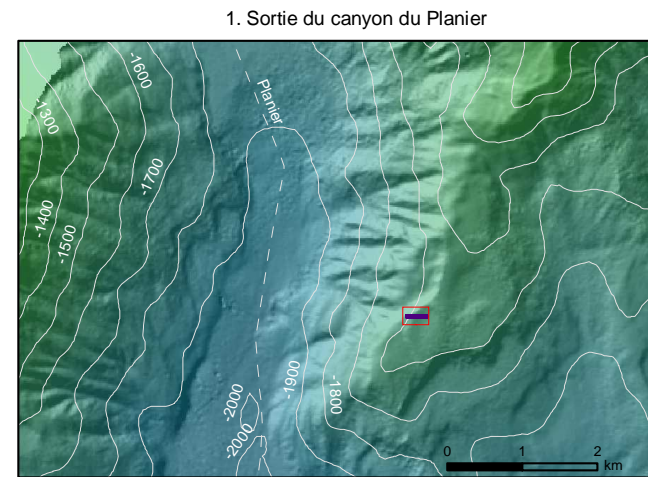
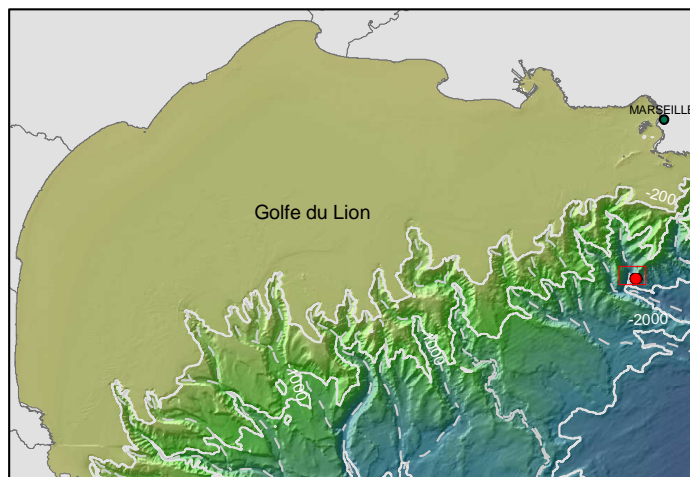
Afin de pouvoir renseigner cet indicateur, il est nécessaire d'acquérir de nouvelles données *in situ* suivant un protocole prédéfini (Guide méthodologique d'acquisition vidéo (Fabri et al. in prep.)).

Lors de la mission ESSROV2011, des données vidéo ont été enregistrées le long de dix transects parallèles dans le but de tester le logiciel MATISSE sur des enregistrements vidéo HD. Il se trouve que cette couverture systématique a été effectuée sur un champ d'*Isidella elongata*. Les mosaïques générées par le logiciel ne sont pas de qualité suffisante pour distinguer clairement les colonies d'*Isidella elongata*. Cependant, la vidéo acquise par la caméra principale le long de ces transects a permis de cartographier les colonies et d'estimer que le faciès à *Isidella elongata* occupe une surface de 0.47 ha sur la zone explorée méticuleusement (fig. 17), soit une densité de 2064 colonies au km<sup>2</sup>.

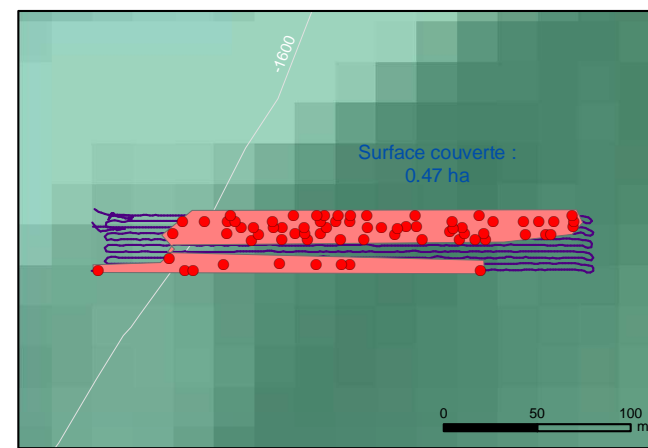
#### Limites

Il est probable que les faciès à *Isidella elongata* couvrent de trop grandes surfaces pour qu'ils soient entièrement cartographiés selon le protocole décrit ci-dessus. Il pourrait alors être intéressant de suivre l'évolution temporelle des limites (principalement supérieures) comme proxy de l'étendue du faciès, ou d'utiliser des méthodes acoustiques comme le sonar à balayage latéral pour délimiter l'étendue, si la signature renvoyée par le faciès peut être distinguée sur les données de réflectivité.

**Ifremer** Critère 1.5 : Etendue des habitats. Indicateur 1.5.1 : Zone d'habitat  
 Faciès des vases compactes à *Isidella elongata*



2. Etendue du faciès des vases compactes à *Isidella elongata*



Source des données : Ifremer

Figure 17 : Exemple d'acquisition de données sur la surface couverte par un faciès à *Isidella elongata*. Campagne ESSROV2011.

### 2.7.4 Etat des habitats- Etat des espèces et des communautés typiques (Indicateur 1.6.1), Faciès à *Isidella elongata*.

Il est possible de caractériser l'état du faciès à *Isidella elongata* grâce aux paramètres suivants, qui peuvent être mesurés sur les colonies à partir des données optiques :

- la densité des colonies au sein du faciès
- la taille des colonies
- la proportion de colonies en mauvais état : mortes, renversées, nécrosées ou parasitées, branches cassées
- la présence d'espèces accompagnatrices et d'épibiontes.

La mesure de ces paramètres est dépendante d'une acquisition d'images de bonne qualité, avec des repères tels que des lasers pour mesurer les tailles (Guide méthodologique d'acquisition vidéo (Fabri et al. in prep.)).

**En raison de la qualité des données disponibles pour cette étude et de l'absence d'indices pour mesurer l'état des communautés profondes, seules une estimation qualitative de l'état du faciès et une tentative de calcul de densité à partir de la visualisation des données d'imagerie optique ont pu être réalisées (tableau 3).**

Les faciès présents dans les canyons de Bourcart (plongée 5) et de Petit Rhône (plongée 5) semblent être en meilleur état que ceux présents dans le canyon de Marti (plongées 1 et 5) car ils présentent des densités de colonies plus élevées et des colonies de grandes tailles (fig. 18). L'observation de colonies de grande taille peut être un indicateur de stabilité de l'habitat dans le temps car les gorgones *I. elongata* ont une vitesse de croissance lente ainsi qu'une longévité de plusieurs décennies (Maynou & Cartes 2011), empêchant une récupération rapide après une perturbation importante. Ces faciès en bon état ont été observés dans des zones pentues, constituant probablement un refuge difficilement accessible aux chalutiers.

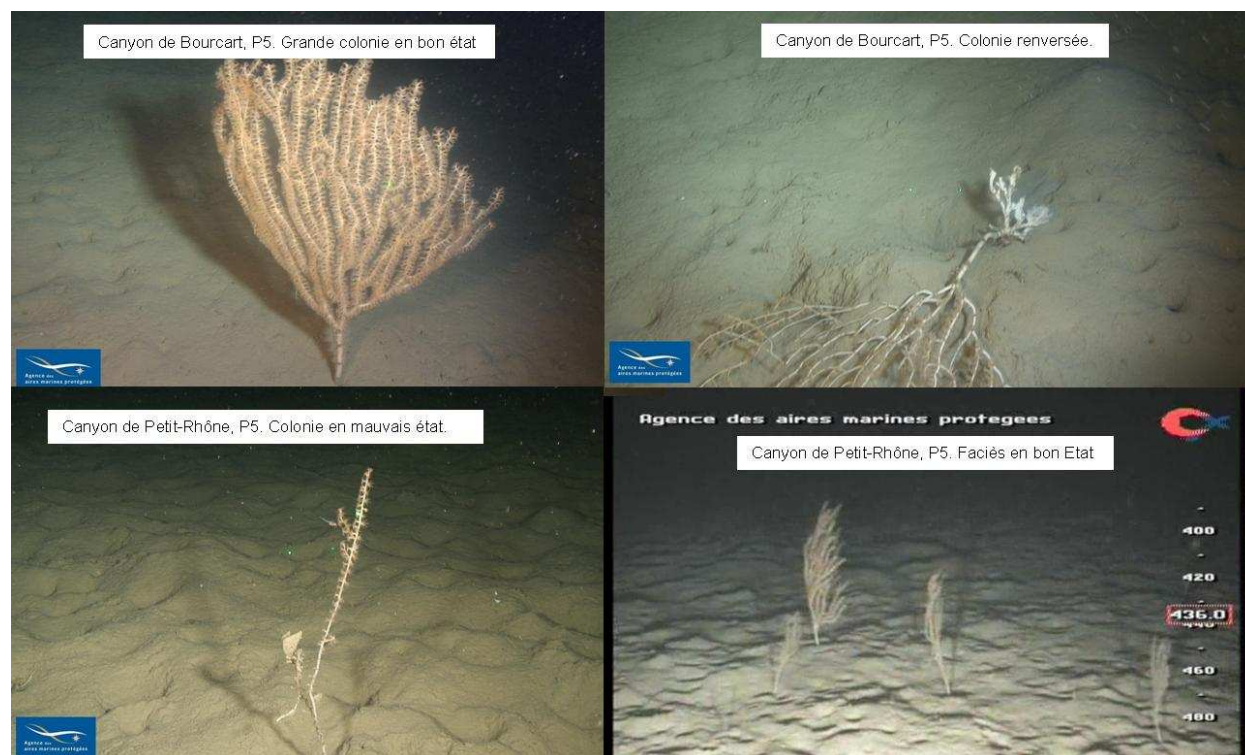


Figure 18 : Différents aspects du faciès des vases compactes à *Isidella elongata* observés lors de la campagne MEDSEACAN.

Tableau 3 : Estimation qualitative de l'état des faciès à *Isidella elongata* au sein de la sous région Méditerranée Occidentale (hors Corse)

	Canyon de Bourcart, plongée 5	Canyon de Marti, plongée 1 (flanc Ouest)	Canyon de Marti, plongée 5 (flanc Est)	Canyon de Petit-Rhône, plongée 5	Canyon de Planier, plongée 443
<b>Densité (nb colonies par km)</b>	84	59	55	172	37 colonies par km ou 2064 colonies.km <sup>2</sup>
<b>Profondeur moyenne estimée (m)</b>	522	490	595	420	1520
<b>Taille des colonies</b>	quelques petites (< 20-30 cm) et nombreuses grandes (40-60 cm)	petites (< 20-30 cm)	petites (< 20-30 cm)	petites en majorité (< 20-30 cm), quelques grandes (40-60 cm)	en majorité des grandes (> 40 cm)
<b>Proportion de colonies en mauvais état</b>	environ 10 %, présence de colonies renversées	rare, une colonie parasitée par des hydraires et des zoanthaires	très rares	rare, une petite colonie morte encore dressée, 2 colonies en grande partie nécrosées ou avec des branches cassées	Rare, quelques colonies renversées
<b>Présence d'épibiontes ou d'espèces accompagnatrices</b>	Absence d'épibiontes sur les photos. Observations de <i>Plesionika</i> sp., <i>Phycis blennoides</i> .	Absence d'épibiontes sur les photos. Observations de <i>Macrouridae</i> et de <i>Nephrops norvegicus</i>	Présence de 2 crustacés <i>Majoidea</i> sur les branches d'une colonie. Observations de <i>Plesionika</i> sp., <i>Phycis blennoides</i> .	Présence d'un crinoïde <i>Antedonidae</i> sur une colonie et d' <i>Anamathia rissoana</i> sur une autre colonie. Observations de plusieurs <i>Phycis blennoides</i> , de <i>Macrouridae</i> , d'une <i>Asteroidea</i> .	Non visibles à l'altitude d'enregistrement (2.5 m). Présence de <i>Tripterygion</i> sp. à proximité des colonies.
<b>Estimation qualitative de l'état écologique du faciès</b>	Le faciès semble être en <b>bon état</b> .	Le faciès semble être dans un <b>état moyen</b> .	Le faciès semble être dans un <b>état moyen</b> .	Le faciès semble être en <b>bon état</b> .	Le faciès semble être en <b>bon état</b> .

## 2.8 Faciès des vases molles à *Funiculina quadrangularis*

### 2.8.1 Description du faciès des vases molles à *Funiculina quadrangularis*

Le faciès comportant les pennatulaires *Funiculina quadrangularis* est essentiellement localisé sur le haut de la pente continentale (150-350m, fig. 19). Il constitue un habitat essentiel pour certaines espèces de crustacés commerciaux, en particulier la grande crevette rose profonde *Parapenaeus longirostris* et la langoustine *Nephrops norvegicus* ainsi que pour des céphalopodes (poulpes, seiches) (Sarda et al. 2004). La Commission générale des pêches pour la Méditerranée (GFCM) considère ces champs de pennatulaires comme un Habitat Marin Essentiel (EMH) ayant un rôle dans la productivité des pêches (GFCM 2009). Ce faciès est très vulnérable au chalutage et a été quasiment totalement détruit dans de nombreuses zones de la Méditerranée (Sarda et al. 2004).



Figure 19 : Vase molle à *Funiculina quadrangularis* (à droite) et *Kophobelemnon leucharti*. (à gauche) dans le canyon de Marti, P4 (228 m).

### 2.8.2 Répartition – Schéma de répartition du faciès à *Funiculina quadrangularis* (Indicateur 1.4.2)

Très peu de colonies de *Funiculina quadrangularis* ont été observées lors de la campagne MEDSEACAN, sauf dans une zone accidentée du canyon de Marti, alternant zones planes et pente importante, où ce faciès a pu être observé avec une densité importante (69 colonies au total) entre 350 et 150 m de profondeur (Fabri et al. submitted). Ce faciès serait principalement présent dans le Golfe du Lion, mais quelques occurrences de *Funiculina quadrangularis* ont été relevées au large des Alpes Maritimes où les vases molles semblent courantes dans le haut de la pente (fig. 20).

Les données de répartition historiques du faciès à *Funiculina quadrangularis* ont 50 ans et doivent être actualisées, notamment pour l'étendue signalée par Maurin en 1962 située entre les canyons de Bourcart et Marti, qui a probablement été impactée par les activités de chalutage. Il en va de même pour les étendues signalées à l'est de la Corse.

#### Limites

Les données historiques sont imprécises et les données récentes trop ponctuelles pour permettre d'estimer le taux de fragmentation des faciès et la connectivité entre les différentes populations.

**Ifremer** Critère 1.4 : Répartition des habitats. Indicateur 1.4.2 : Schéma de répartition. Faciès des vases molles à *Funiculina quadrangularis*

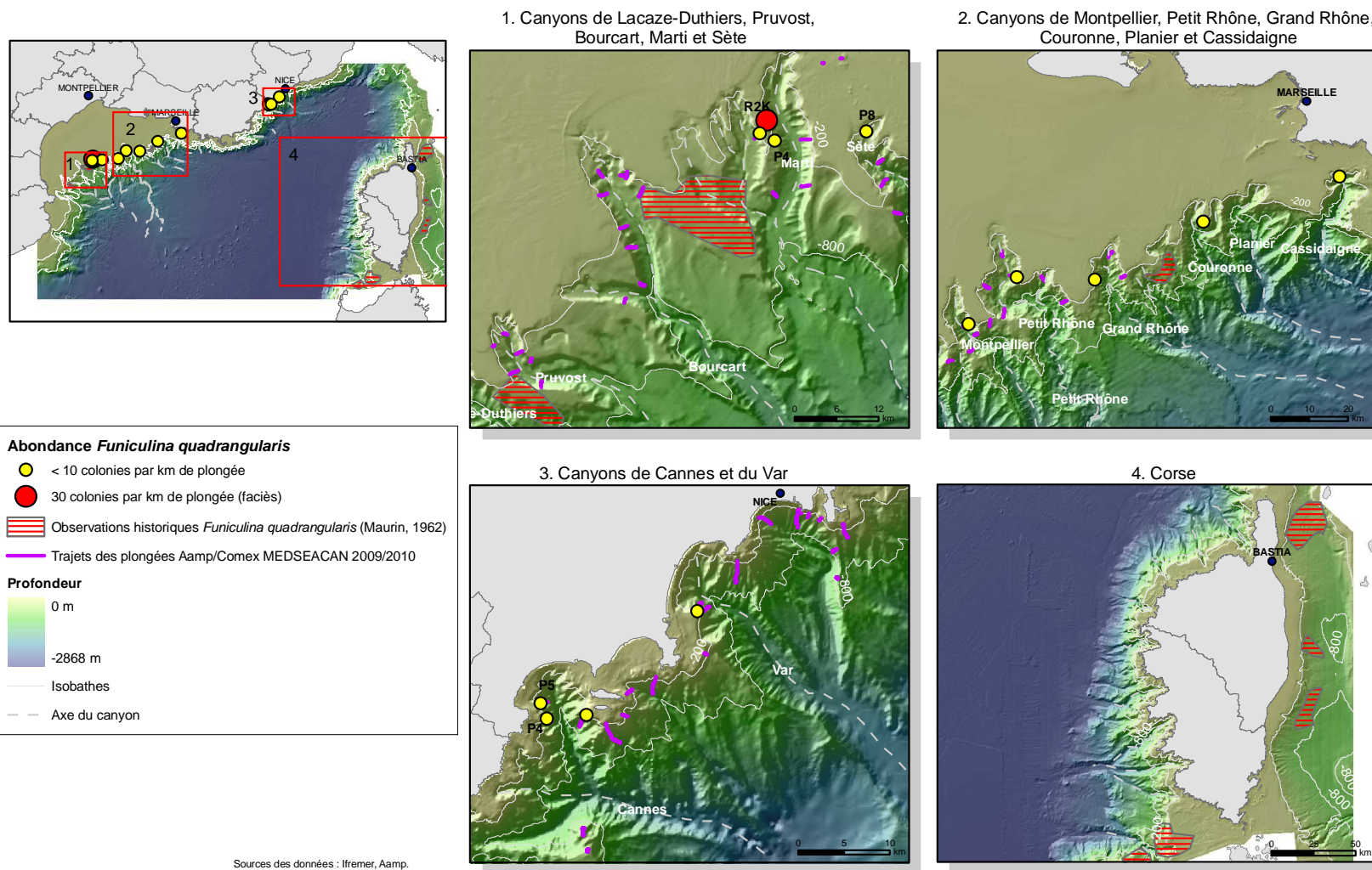


Figure 20 : Schéma de répartition du faciès des vases molles à *Funiculina quadrangularis* au sein de la sous-région Méditerranée Occidentale.

### 2.8.3 Etendue de l'habitat- Zone d'habitat (Indicateur 1.5.1), faciès à *Funiculina quadrangularis*.

Les données dont nous disposons sont trop ponctuelles et ne permettent pas de renseigner cet indicateur en calculant la surface couverte par le faciès des vases molles à *Funiculina quadrangularis* car les données existantes (campagne MEDSEACAN) ont été acquises dans un but d'exploration le long d'un unique transect remontant la pente de -800 m à -150 m de profondeur.

Afin de pouvoir renseigner cet indicateur, il est nécessaire d'acquérir de nouvelles données *in situ* suivant un protocole prédéfini (Guide méthodologique d'acquisition vidéo (Fabri et al. in prep.)).

### 2.8.4 Etats des habitats- Etat des espèces et des communautés typiques (Indicateur 1.6.1), faciès à *Funiculina quadrangularis*.

Il est possible de caractériser l'état du faciès à *Isidella elongata* grâce aux paramètres suivants, qui peuvent être mesurés sur les colonies à partir des données optiques :

- la densité des colonies au sein du faciès
- la taille des colonies
- la proportion de colonies en mauvais état : mortes, renversées, nécrosées ou parasitées
- la présence d'espèces accompagnatrices et d'épibiontes.

La mesure de ces paramètres est dépendante d'une acquisition d'images de bonne qualité.

**En raison de la qualité des données disponibles pour cette étude et de l'absence d'indices pour mesurer l'état des communautés profondes, seule une estimation qualitative de l'état du faciès à partir de la visualisation des données d'imagerie optique a pu être réalisée (Tableau 4).**

Tableau 4 : Estimation qualitative de l'état des colonies et des faciès à *Funiculina quadrangularis* au sein de la sous région Méditerranée Occidentale (hors Corse)

	Canyon de Marti, plongée 4	Canyon de Marti, plongée R2K	Canyon de Sète, plongée 8	Canyon de Cannes, plongée 4	Canyon de Cannes, plongée 5
Nombre de colonies observées	7	67	3	6	5
Longueur de la plongée (m)	672	2250	338	2440	1680
Densité (colonies/km)	10	30	9	2	3
Profondeur moyenne estimée (m)	227	160	216	235	220
Taille des colonies	moyenne (50 cm) à grande (> 80 cm)	moyenne (50 cm) à grande (> 80 cm)	petite (<50 cm)	grandes (> 80 cm)	moyenne (50 cm) à grande (> 80 cm)
Proportion de colonies en mauvais état	toutes les colonies semblent en bon état	une colonie renversée	toutes les colonies semblent en bon état	toutes les colonies semblent en bon état	toutes les colonies semblent en bon état
Présence d'épibiontes ou d'espèces accompagnatrices	Observations d'Antedonidae et de <i>Kophobelemnion leucharti</i> à proximité des colonies	Observations de nombreux <i>Kophobelemnion leucharti</i> à proximité des colonies	Observations de <i>Kophobelemnion leucharti</i> à proximité des colonies	Observations de <i>Kophobelemnion leucharti</i> à proximité des colonies	Observation d'un Triglidae et d'une Asteroidea à proximité des colonies
Estimation qualitative de l'état écologique du faciès	Les colonies ne sont pas assez nombreuses pour former un faciès	Le faciès semble être en <b>bon état</b>	Les colonies ne sont pas assez nombreuses pour former un faciès	Les colonies ne sont pas assez nombreuses pour former un faciès	Les colonies ne sont pas assez nombreuses pour former un faciès

Il est probable que le faciès à *Funiculina quadrangularis* ait été sous-échantillonné durant la campagne MEDSEACAN car il semble que ce faciès soit réparti principalement entre 100 et 200 m

dans le Golfe du Lion, zone bathymétrique qui n'a pas été systématiquement explorée lors de la campagne. Par ailleurs, il n'existe aucune donnée quantitative qui permette de définir un seuil de densité pour la caractérisation de ce « faciès ». Le faciès rencontré dans le canyon de Marti lors de la plongée R2K sur le plateau (150 m de profondeur) est-il un exemple de faciès typique en termes de densité de colonies ou est-il déjà impacté ? En absence de données supplémentaires, ce faciès pourrait constituer un exemple de faciès à *F. quadrangularis* en bon état écologique. Les autres colonies rencontrées ne présentaient pas une densité suffisante pour être considérées comme formant un faciès.

### Limites

Les longueurs des plongées comme les gammes bathymétriques explorées ne sont pas identiques d'une plongée à l'autre, si bien que les densités ne sont pas toujours robustes et comparables entre elles (exemple : pour la plongée 8 du canyon de Sète, seule 3 colonies ont été observées sur une plongée d'environ 350 m de long, alors que pour la plongée 4 dans le canyon de Cannes, 6 colonies ont été observées sur une plongée d'environ 2440 m). Les longueurs des plongées de la campagne MEDSEACAN varient ainsi de 350 m (canyon de Sète P8) à plus de 4000 m (canyon du Var, P11).



## 2.9 Faciès des fonds détritiques à *Leptometra phalangium*

Les communautés associées aux fortes densités du crinoïde *Leptometra phalangium* se rencontrent principalement sur le plateau continental (100-200 m) en Méditerranée, sur des fonds détritiques (salbes, graviers) où il y a un fort courant et un apport important en matière organique (fig.21). Elles sont constituées de nombreux organismes suspensivores. Cet habitat est essentiel pour de nombreuses espèces de poissons commerciaux comme le merlu *Merluccius merluccius* et le rouget *Mullus barbatus* (Colloca et al. 2004) si bien qu'il est reconnu comme un habitat sensible par la GFCM (GFCM 2009). Les *Leptometra phalangium* sont très fragiles et sont impactés par le chalutage.



Figure 21 : Fonds détritiques à *Leptometra phalangium*, canyon de Grand-Rhône, plongée 2, 198 m

Durant la campagne MEDSEACAN, peu de plongées sont remontées au-dessus des 200m de profondeur, si bien que peu de données optiques ont pu être acquises sur ces communautés de transition. C'est pourquoi nous nous limiterons à une cartographie des occurrences observées.

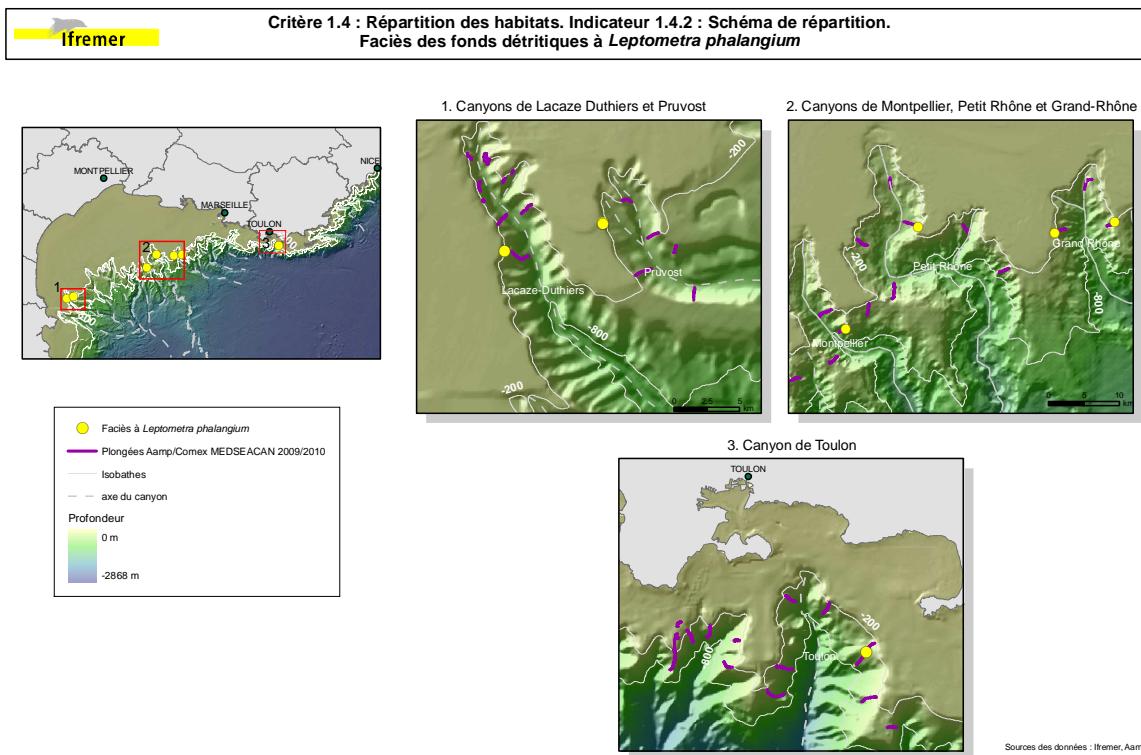


Figure 21 : Cartographie des faciès à *Leptometra phalangium* observés durant la campagne MEDSEACAN.

## 2.10 Communauté des sables détritiques bathyaux à *Gryphus vitreus*

Les communautés de brachiopodes *Gryphus vitreus* sont très diversifiées, elles hébergent jusqu'à 200 espèces, notamment sur le banc du Magaud où la densité des individus augmente avec le courant (de 5 à 600 individus.m<sup>-2</sup>) (Falconetti 1980, Emig 1987).

Les communautés à *Gryphus vitreus* s'établissent sur un sédiment détritique (fig.22) qui contient de petits morceaux de substrats durs (cailloux, débris coquillers, etc.) à la limite des étages circalittoral et bathyal (entre 100 et 250 m). Dans ces zones, le fort courant induit un taux de sédimentation faible mais un apport en nutriment conséquent, conditions indispensables à l'installation des suspensivores épibiontes. Les communautés à *Gryphus vitreus* s'étalent sous forme de ceinture sur les promontoires délimités par les échancrures des canyons ou au pied des bancs rocheux du plateau continental. Les *Gryphus vitreus* sont aussi présents au delà du rebord du plateau sur les fonds rocheux entre 400 et 700 m. En 1980, les communautés à *Gryphus vitreus* étaient décrites comme largement réparties dans toute la Méditerranée, tandis qu'en 1985, elles auraient fortement régressées suite à un envasement rapide et récent, comme par exemple au large de Marseille (Falconetti 1980, Emig 1987). Aucune étude récente n'a été réalisée sur les côtes françaises. Cet habitat est décrit comme sensible (Rogers & Gianni 2010).

La communauté des sables détritiques bathyaux à *Gryphus vitreus* n'a été observée qu'à 4 reprises durant la campagne MEDSEACAN (fig. 23).



Figure 22 : Communauté des sables détritiques bathyaux à *Gryphus vitreus*, au large des îles d'Hyères, plongée 11, 213 m.

Durant la campagne MEDSEACAN, peu de plongées sont remontées au-dessus des 200m de profondeur, si bien que peu de données optiques ont pu être acquises sur ces communautés de transition. C'est pourquoi nous nous limiteront à une cartographie des occurrences historiquement et récemment observées.

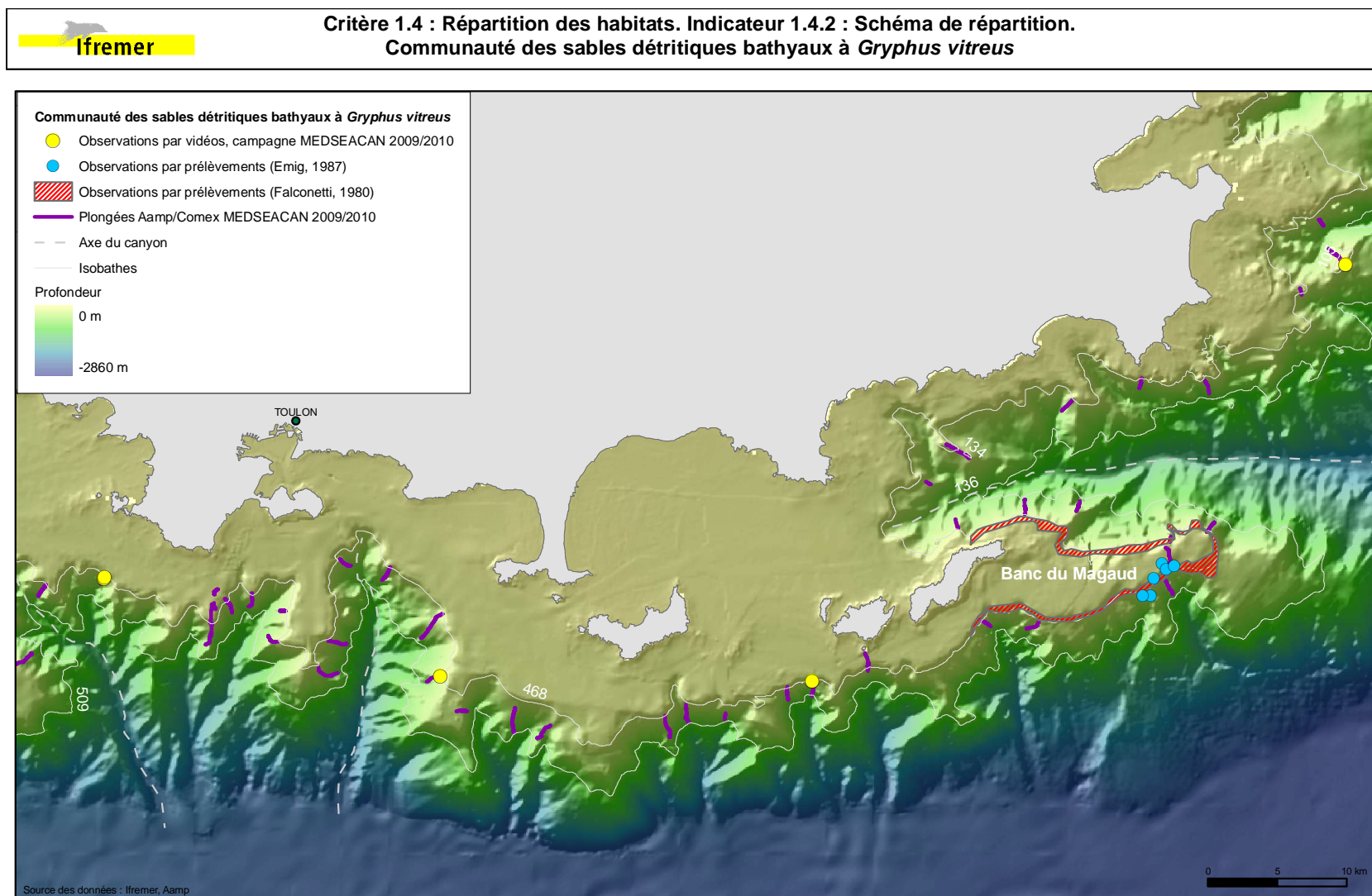


Figure 23 : Cartographie des occurrences connues de la communauté des sables détritiques bathyaux à *Gryphus vitreus* pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale (hors Corse).

### 3 Caractérisation des pressions s'exerçant sur les VME Méditerranéens. Descripteur 6 Intégrité des fonds.

#### 3.1 Liste des pressions s'exerçant sur les VME au sein de la sous-région Méditerranée occidentale

Les principales pressions s'exerçant sur les fonds benthiques bathyaux et les VME au sein de la sous-région Méditerranée occidentale sont l'abrasion et la remise en suspension du sédiment par les arts trainants puis dans une moindre mesure l'abrasion par les engins de pêche dormants, et les apports en contaminants et en particules solides des rejets industriels en mer (tableau 5).

Tableau 5 : Liste des principales pressions s'exerçant sur les VME profonds en Méditerranée française.

	<b>Pêche</b>	<b>Pêche</b>	<b>Industrie</b>	<b>Industrie</b>
<b>Source</b>	Arts trainants	Engins dormants	Rejets chimiques	Rejets solides
<b>Pression</b>	Abrasion Remise en suspension (turbidité au fond et dans la colonne d'eau)	Abrasion Ecrasement Enchevêtrement	Contamination	Modification sédimentaire
<b>Impacts</b>	Enlèvement des espèces benthiques Etouffement, Modification de la nature du substrat	Enlèvement des espèces benthiques, Etouffement des colonies	Génotoxicité Bioaccumulation Mortalités	Etouffement des communautés benthiques Colmatage du fond

On classe les engins de pêche en deux grandes familles : les engins passifs et les engins actifs. L'engin passif ne bouge pas, d'où son nom d'engin « dormant ». Les engins de pêche dormants sont les filets, les casiers/nasses et les palangres (source <http://www.ifremer.fr/peche/Le-monde-de-la-peche/La-peche/comment/Les-engins>). Lors de leur pose et de leur relevage, les engins de pêche dormants peuvent accrocher le fond, produisant des dommages physiques aux espèces sessiles qui s'y trouvent soit par abrasion (mouvements de l'engin), écrasement (en cas de perte d'un engin) ou enchevêtrement (les fils s'emmêlent dans les colonies).

Les problématiques de réchauffement des eaux et d'acidification des océans (non prises en compte dans la DCSMM) pourraient avoir un impact sur les communautés profondes, notamment les communautés de coraux d'eau froide. C'est actuellement un thème de recherche prioritaire de la communauté scientifique internationale (Roberts et al. 2006, Ramirez-Llodra et al. 2011, Form & Riebesell 2012, Maier et al. 2012).

### 3.2 Dommages physiques - Type, abondance, biomasse et étendue du substrat biogénique concerné (6.1.1)

Au sein de la sous région Méditerranée occidentale, les substrats biogéniques bathyaux soumis aux pressions anthropiques sont principalement constitués par les coraux d'eau froide (*Madrepora oculata* et *Lophelia pertusa*). Les coraux forment une structure tridimensionnelle complexe et servent d'abris et de lieux de nutrition pour de nombreuses espèces associées (Freiwald et al. 2009).

L'étendue des communautés de coraux d'eau froide formant un substrat biogénique n'est pas connue de façon exhaustive mais deux canyons (Lacaze-Duthiers et Cassidaigne) sont connus pour être des zones d'habitat privilégiées pour ces écosystèmes structurants. Les campagnes récentes d'exploration des canyons ont permis de cartographier au mieux la présence de ces coraux dans les deux canyons (Fabri et al. submitted) (fig. 24).

Les pressions qui s'exercent sur eux sont essentiellement l'abrasion par les engins de pêche dormants et les rejets en mer de boues rouges.

En l'état actuel des connaissances, l'ensemble des substrats biogéniques formés par les coraux d'eau froide semble être concerné par des dommages physiques à l'échelle du canyon, que ce soit le pêche et/ou l'envasement (fig.24). A plus fine échelle (ordre de la dizaine de mètres), les impacts de l'abrasion par les engins de pêche dormants semblent être localisés au voisinage immédiat des engins observés perdus au fond.

L'acquisition de nouvelles données *in situ* permettrait d'estimer la proportion de substrat biogénique réellement impacté par les pressions anthropiques (abrasion et déversement de boues rouges).

En ce qui concerne l'étendue des boues rouges dans le canyon de Cassidaigne, une cartographie générale correspondant à l'étendue des boues rouges en 2002 a été effectuée par extrapolation à partir de carottages de surface (Dauvin 2010). Une cartographie plus fine a été réalisée au niveau de la tête du canyon à partir d'imagerie optique enregistrée par submersibles (Fabri et al. submitted) (fig. 24).

**Ifremer** Critère 6.1 : Dommages physiques.  
Indicateur 6.1.1 : Type, abondance, biomasse et étendue du substrat biogénique concerné

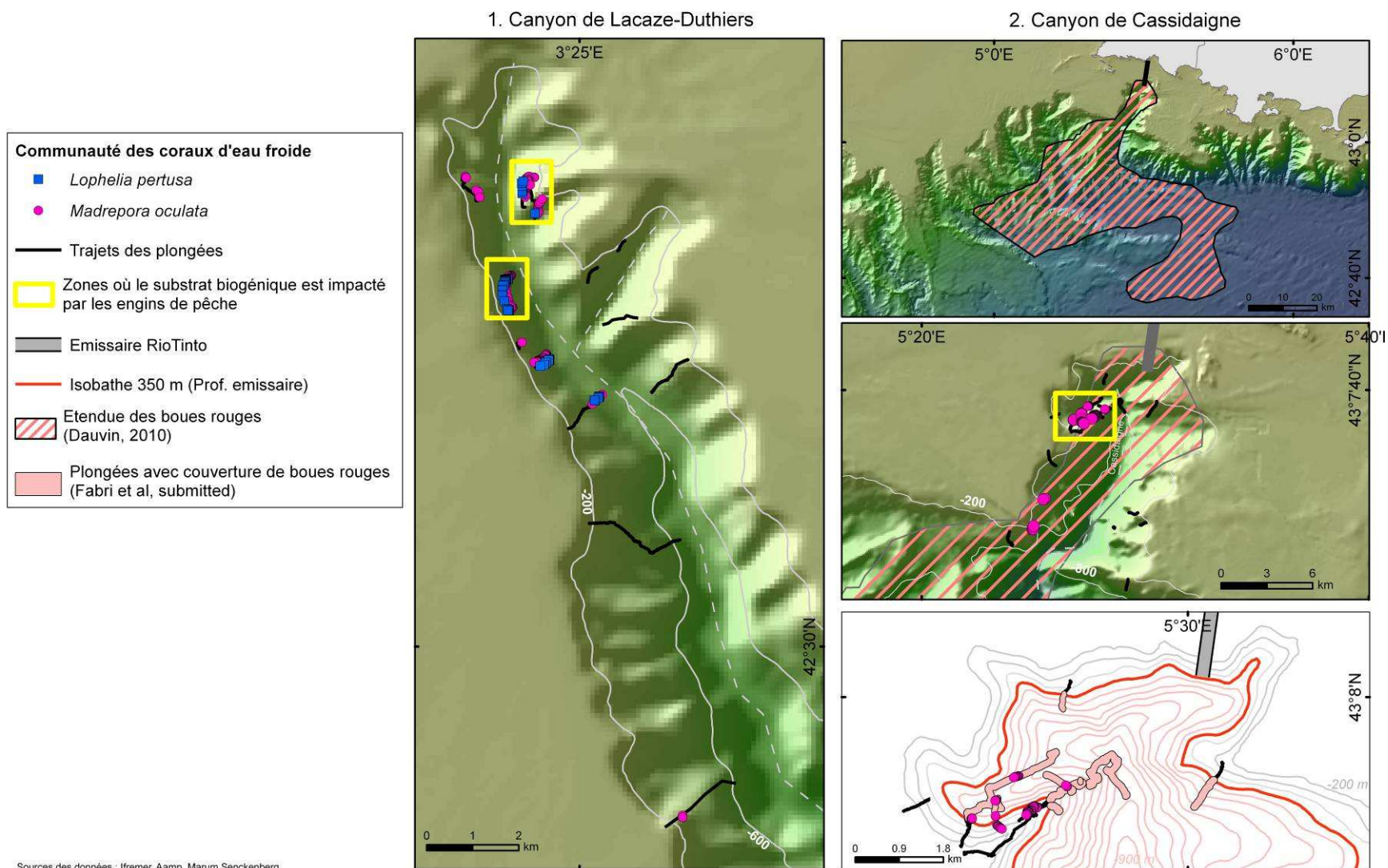


Figure 24 : Cartographie des zones où du substrat biogénique (massifs de coraux blancs) a été observé et localisation des zones de pression.

### 3.3 Étendue des fonds marins sensiblement perturbés par les activités humaines (6.1.2).

#### 3.3.1 Pression : Abrasion par les arts trainants

Parmi les conséquences du chalutage sur les habitats profonds de Méditerranée, les impacts suivants peuvent être soulignés :

- les organismes sessiles sont immédiatement extraits de leur habitat durant le chalutage. Ils mettront du temps à se réinstaller. Des espèces endémiques peuvent disparaître suite à la destruction de leurs habitats.
- les organismes localisés autour de la zone de chalutage subissent une augmentation de la turbidité et du taux de sédimentation, ce qui impacte les suspensivores
- l'équilibre de l'écosystème peut être modifié suite à l'apport de matière organique par les rejets de pêches (dominance des charognards et de la faune opportuniste).

Le chalutage des substrats meubles peut aussi avoir des conséquences sur les écosystèmes de substrats durs localisés aux alentours et plus bas en raison de la remise en suspension sédimentaire et de l'augmentation de la sédimentation (WWF/IUCN 2004). Ainsi, dans le Golfe du Lion, le chalutage contribuerait à l'export de particules fines du plateau vers les zones profondes en plus des crues importantes, des tempêtes marines ou des formations d'eaux denses (Ferré et al. 2008).

Le chalutage modifie également la morphologie du haut de la pente continentale. Dans cette portion de la marge, la complexité morphologique ainsi que l'hétérogénéité de l'habitat peuvent être drastiquement réduites, affectant la diversité spécifique. De telles altérations des fonds marins sont susceptibles d'affecter également le fonctionnement de l'écosystème car les écosystèmes profonds ont évolué dans ces environnements pour répondre à la complexité morphologique originelle et aux propriétés biogéochimiques des sédiments de surface non chalutés (Puig et al. 2012).

Apport des données VMS (Vessel Monitoring Systems) pour la quantification de l'effort de pêche.

En Méditerranée, les données à haute résolution issues du système de suivi satellitaire (Vessel Monitoring System, VMS) sont obligatoires pour les navires de plus de 15 m. L'utilisation du chalut est limitée aux navires de plus de 18m en Méditerranée continentale et de plus de 11,5m en Corse. Il n'y a pas en Méditerranée de données spatialisées pour les navires de plus petite taille. Les données VMS ont permis d'estimer la distribution spatiale de l'effort de pêche à la résolution de rectangles de 10' par 10' (fig. 25) (Lorance & Leonardi 2011). L'accès à des données plus précises est cependant nécessaire pour quantifier les pressions à l'échelle des VME et aider au développement d'indicateurs pour le BEE de ces écosystèmes.

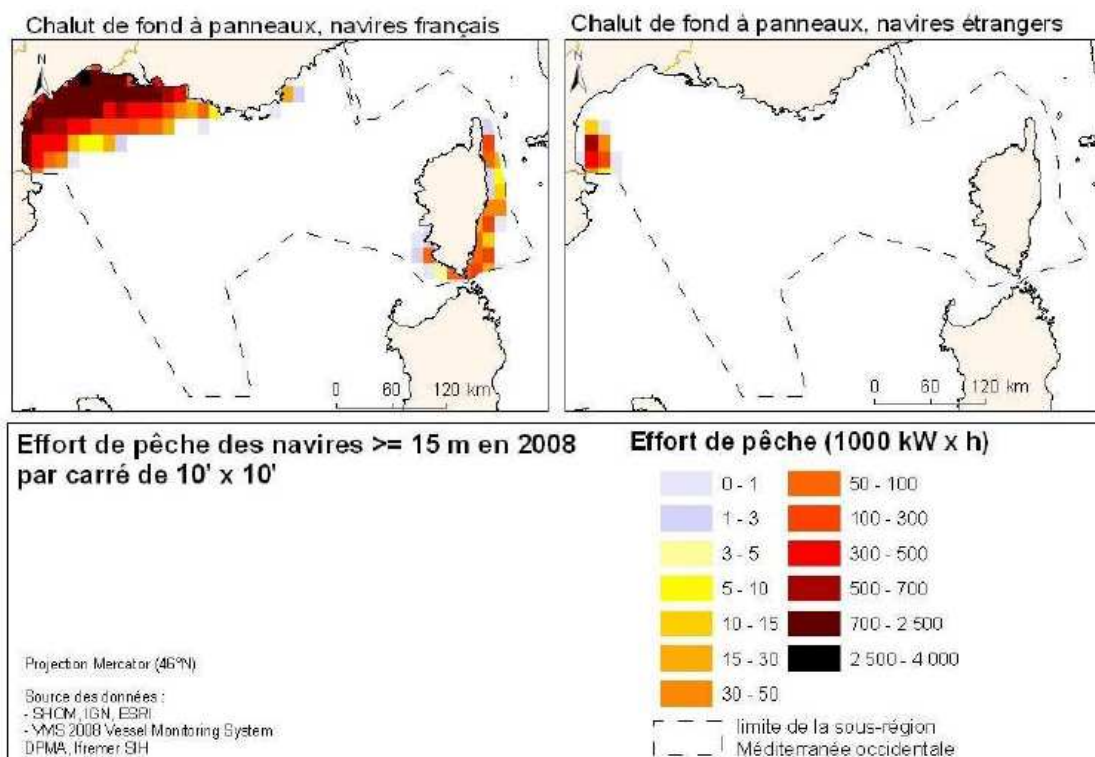


Figure 25 : Répartition spatiale de l'effort de pêche des principales activités des navires français et étrangers de plus de 15m. Extraite de Lorange & Leonardi (2011).

Les données VMS précises pour la Méditerranée n'ayant pas pu être obtenues, seules les données liées à l'observation de traces de chalutage durant la campagne MEDSEACAN peuvent aider à renseigner l'indicateur 6.1.2. Ces données sont toutefois trop ponctuelles pour être extrapolées à une surface plus large.

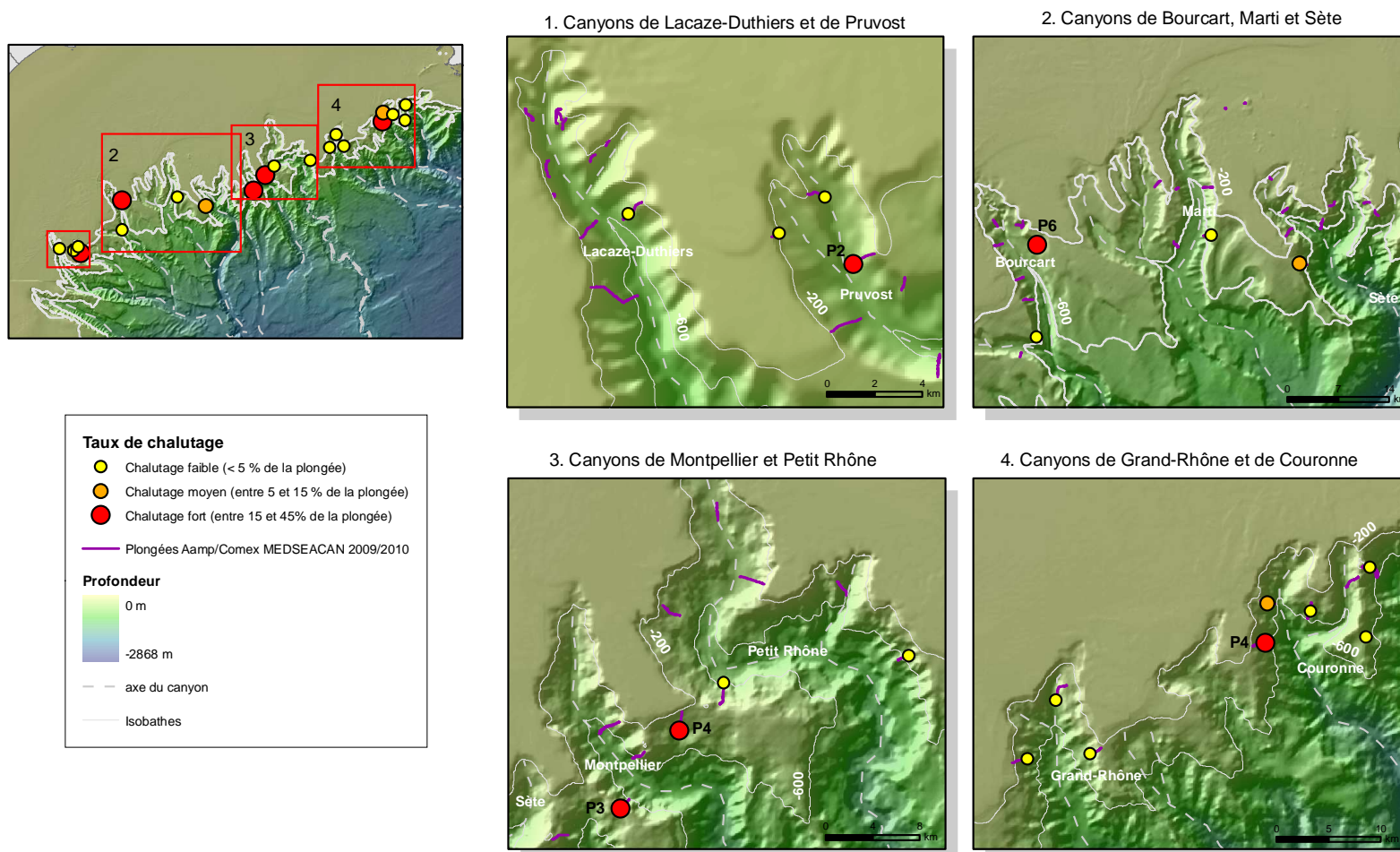
Les zones les plus impactés par le chalutage parmi les zones explorées durant la campagne MEDSEACAN semblent être des zones situées à la sortie des canyons (Pruvost P2 et Bourcart P6), au niveau des interfluves entre les canyons de Montpellier (fig. 26) et de Petit-Rhône ainsi que le flanc ouest du canyon de Couronne (fig. 27).



Figure 26 : Observation d'une surface impactée par le chalutage, canyon de Montpellier 294 m.



**critère 6.1 : Dommages physiques, compte tenu des caractéristiques du substrat.**  
**Indicateur 6.1.2 : Étendue des fonds marins sensiblement perturbés par les activités humaines**  
**Répartition des traces de chalutage observées durant la campagne MEDSEACAN**



Sources des données : Ifremer, Aamp.

Figure 27 : Répartition des traces de chalutage observées durant la campagne MEDSEACAN au sein de la sous-région marine Méditerranée Occidentale (hors Corse)

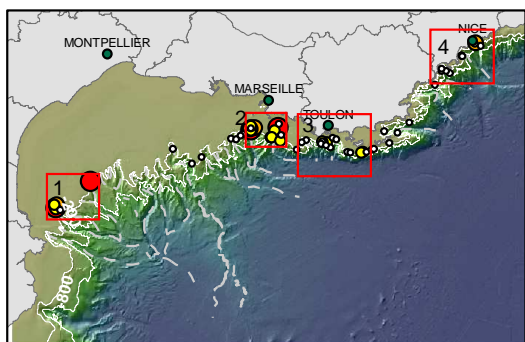
### 3.3.2 Pression : abrasion par les engins de pêches dormants

Bien que la pêche à la palangre ou au filet ait moins de conséquences directes sur les habitats benthiques que le chalutage, les plombs des lignes et les lignes elles-mêmes peuvent provoquer des dommages à la faune benthique, principalement sur les espèces fixées érigées (coraux, gorgones, éponges). Ces conséquences n'ont pas jamais été quantifiés mais, comme pour le chalutage, ils dépendront de l'intensité de la pêche et de la répartition spatiale de l'effort de pêche en relation avec les habitats sensibles, comme les zones riches en coraux (Ramirez-Llodra et al. 2011).

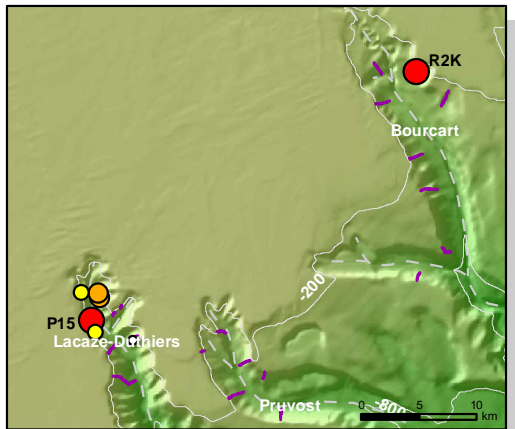
Pour renseigner l'indicateur 6.1.2 concernant l'étendue de substrat concerné par l'abrasion par les engins de pêche dormants, seules les données liées à l'observation d'engins de pêche accrochés au fond durant la campagne MEDSEACAN sont disponibles. Ces données sont toutefois trop ponctuelles, pour être extrapolées à une surface plus large.

Les zones les plus impactées par les engins de pêches dormants se situent là où les substrats rocheux présentent des morphologies accidentées (fig.28), qui retiennent certains engins de pêche (filets, fils et cordes). Les abondances maximales d'engins de pêche dormants ont été observées conjointement à la présence de la communauté des coraux d'eau froide dans les canyons de Cassidaigne (plongée 1) et de Lacaze-Duthiers (plongées 3 et 15). De nombreux engins de pêche dormants ont également été observés au sein du faciès à *Callogorgia verticillata* se trouvant sur une marche rocheuse dans le canyon de Bourcart (plongée R2K P1 350 m), attestant de la connaissance de ce lieu productif par les pêcheurs. Enfin, dans le canyon du Planier, de nombreux engins de pêche dormants, principalement des filets, ont également été observés (plongée 12), perdus à cause de la morphologie très accidentée de la zone.

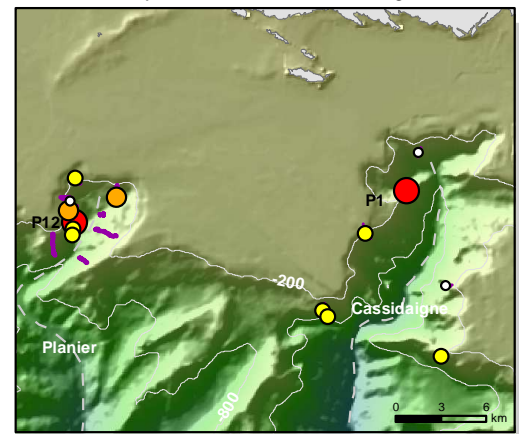
**Crère 6.1 : Dommages physiques, compte tenu des caractéristiques du substrat.**  
**Indicateur 6.1.2 : Étendue des fonds marins sensiblement perturbés par les activités humaines.**  
**Répartition des engins de pêche observés durant la campagne MEDSEACAN**



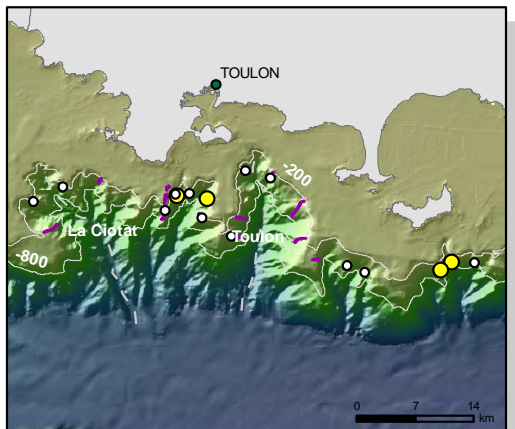
1. Canyon de Lacaze-Duthiers, Pruvost et Bourcart



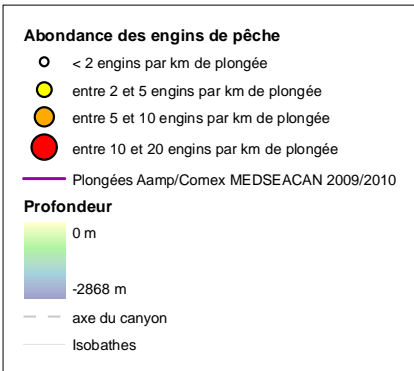
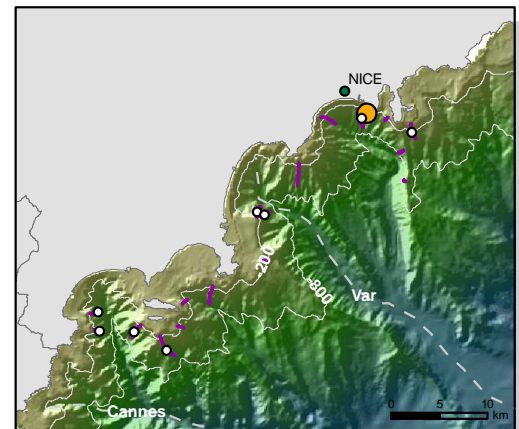
2. Canyons de Planier et Cassidaigne



3. Canyons de La Ciotat, Sicié et Toulon



4. Canyons de Cannes et du Var



Sources des données : Ifremer, Aamp.

Figure 28 : Répartition des engins de pêche dormants observés durant la campagne MEDSEACAN, pour la sous région Méditerranée Occidentale (hors Corse)

### 3.3.3 Pression : Rejets en mer.

L'homme a toujours considéré le milieu marin comme le réceptacle ultime de tous les types de déchets. Les rejets en mer ont toujours existé, que ce soient les rejets industriels dans les rivières qui aboutissent dans le milieu marin ou des rejets directs, d'eaux usées traitées ou non, etc. Ces rejets ont en général des conséquences sur le milieu marin côtier, cependant dans les zones où le plateau continental est étroit comme en Méditerranée, ces rejets sont rapidement drainés par les canyons et se retrouvent dans le domaine bathyal.

L'accumulation de sédiments sur les substrats rocheux est une source importante de stress et de perturbation. Cette accumulation de sédiments peut entraîner des modifications importantes de la nature du fond et interagir avec d'autres processus physiques et biologiques. Les impacts de la sédimentation sont complexes car ils impliquent à la fois des conséquences directes sur l'installation, le recrutement, la croissance ou la survie des espèces et des conséquences indirectes sur les interactions de compétition ou prédateur/proie (Airoldi 2003). Certains rejets industriels en mer véhiculent des particules solides en plus d'une phase liquide, dont la sédimentation modifie la nature et la morphologie du fond.

Un envasement de grande ampleur comme celui lié au déversement des boues rouges dans le canyon de Cassidaigne conduit à l'étouffement des communautés, notamment la macrofaune et la méiofaune (Bourcier 1969, Dauvin 2010, Fontanier et al. 2012), mais impacte également les communautés de substrats durs (Fabri et al. submitted).

Depuis 1967, plusieurs millions de tonnes de boues rouges, résidus de bauxite, ont été déversées à 320m de profondeur dans le canyon de Cassidaigne. Les boues rouges ont recouvert l'axe du canyon ainsi qu'une partie des flancs, jusqu'à plus de 2000 m de profondeur et jusqu'à plus de 50 km au large du point de rejet (fig. 29). D'après le suivi scientifique, le principal impact du déversement est la perturbation physique liée à la sédimentation des boues rouges et à leur instabilité, qui empêchent tout recrutement ou colonisation de la macrofaune (Dauvin 2010). Une étude récente s'est penchée sur l'impact du dépôt de boues rouges sur les assemblages benthiques de foraminifères (Fontanier et al. 2012). Les prélèvements effectués au plus près de l'émissaire ont mis en évidence la présence d'une communauté de foraminifères de très faible densité, dominée par seulement deux espèces (*Gyroidina umbonata* et *Bulimina marginata*), ce qui est inhabituel. Le stress mécanique lié au transport de boues rouges descendant la pente est une source de pollution hydro-sédimentaire empêchant l'établissement d'une faune diversifiée. En revanche, il semblerait que peu de métaux lourds soient actuellement biodisponibles (Fontanier et al. 2012). Cela pourrait changer dans le cas d'une variation des conditions d'oxydoréduction dans le milieu qui pourrait se produire suite à l'arrêt du rejet programmé en 2015.

Le déversement des boues rouges affecte probablement les communautés de mégafaune de substrats durs, comme les communautés de coraux d'eau froide qui sont présentes au sein du canyon de Cassidaigne à la fois dans une zone sans boues rouges (profondeur 210 m) et dans une zone où les boues rouges sont très présentes, située proche de l'émissaire à 500 m de profondeur et découverte lors d'une campagne scientifique en 1995. Cependant, ces communautés n'ont jamais fait l'objet de suivi scientifique si bien que l'impact des boues rouges sur ces communautés reste à mesurer.

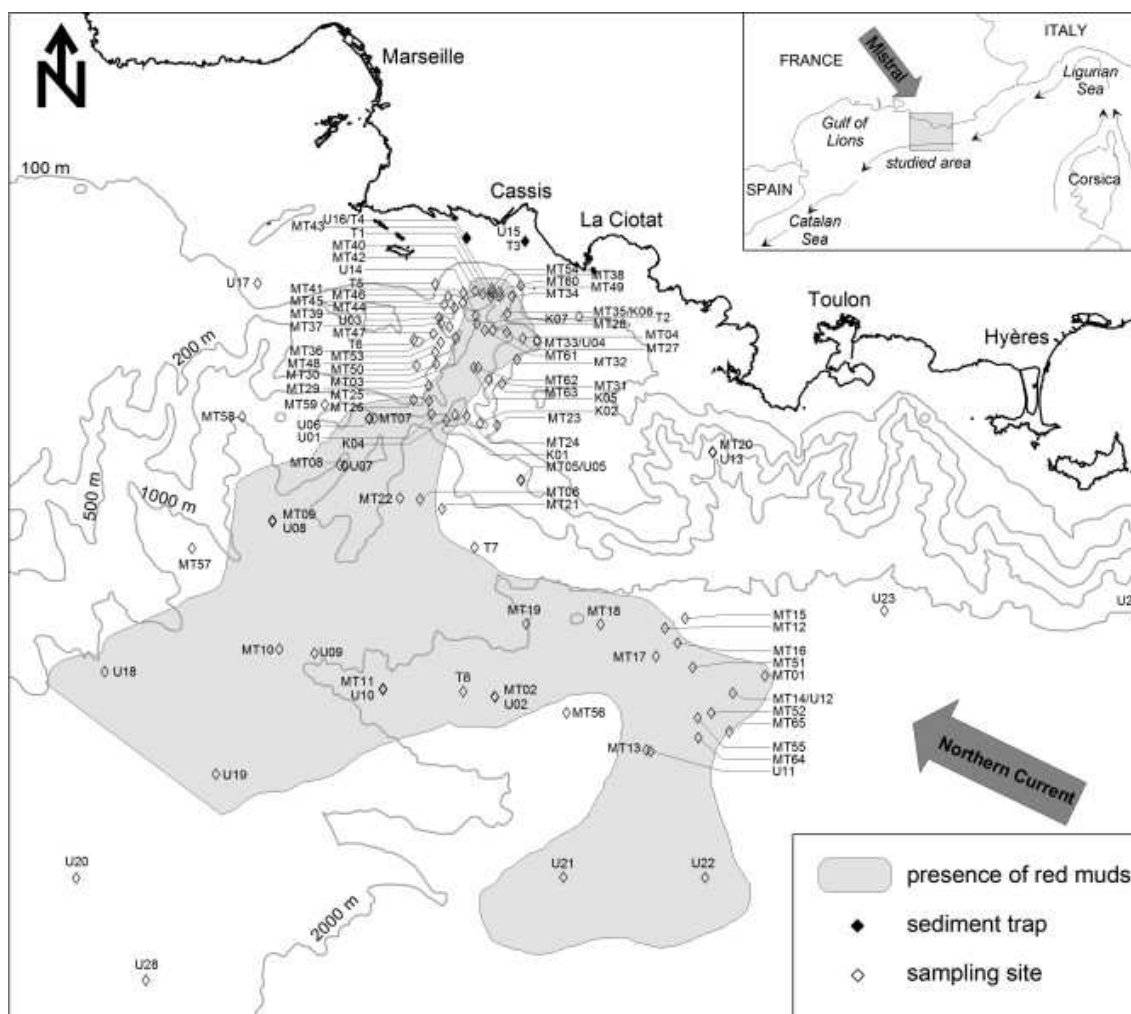


Figure 29 : Cartographie de l'étendue des boues rouges en 2002 et points de prélèvements du suivi scientifique (Dauvin, 2010)

Un autre exemple de rejets en mer de déchets solides industriels se situe en Corse où une mine d'amiante a rejeté des déblais pendant 15 ans directement sur le rivage, ce qui a conduit à la formation de nouvelles plages (Hervé et al. 1997). L'export de particules plus ou moins grossières vers le canyon voisin n'a jamais été étudié. Enfin, au large du Cap Corse, des déversements journaliers de boues rouges toxiques et très acides (3000 t) à partir de la surface ont été opérés par la société italienne Montedison de 1972 à 1974. L'impact de ces rejets sur les habitats benthiques bathyaux a été étudié dans le cadre d'expertises juridiques par le professeur Sara. La biocénose des vases bathyales de la zone de déversement (de -500 à -800 m de profondeur) a été « profondément modifiée dans la zone de déversement, avec l'absence de certaines espèces (lamellibranches, échinodermes) et la raréfaction de certaines autres (crustacés) » (Sara et al. 1972).

## 4 Conclusion

Ce bilan sur l'état des écosystèmes benthiques profonds de Méditerranée a été réalisé dans le cadre de la DCSMM à partir de données existantes, historiques ou récentes, qui n'ont pas été acquises dans l'objectif de réaliser un tel bilan. Ces données ont permis de réaliser un inventaire des distributions actuellement connues de certaines communautés considérées comme étant vulnérables au regard des pressions anthropiques pesant sur le milieu marin profond.

Evaluer l'état des écosystèmes est d'autant plus difficile lorsqu'il s'agit d'écosystèmes profonds, peu étudiés jusqu'à présent et pour lesquels nous manquons de données écologiques (biologie, répartition, composition spécifique, etc.). La qualité des données existantes rend également difficile des applications quantitatives telles que celles demandées pour le BEE (surface couverte par les habitats, étendue du substrat biogénique, etc.). Il n'existe pas encore d'indices quantitatifs pour mesurer l'état des VME. Dans le cadre de leur développement et de leur utilisation, il faut acquérir de nouvelles données *in situ* selon des protocoles standardisés, qui permettront ensuite l'utilisation d'approches quantitatives fiables.

Les canyons français de la sous-région Méditerranée occidentale présentent des zones à forte biodiversité et des zones plus pauvres. De nombreuses traces d'impacts anthropiques ont pu être observées au sein des écosystèmes profonds. Certains, très fragiles, sont désignés comme étant des Ecosystèmes Marins Vulnérables (VME) car leur rareté, leur fragilité et leur faible résilience impliquent qu'ils ne peuvent supporter qu'un très faible niveau de pressions anthropiques. Ainsi, la communauté des coraux d'eau froide, qui ne semble être présente qu'au sein de deux canyons des côtes méditerranéennes françaises, constitue un hot-spot de biodiversité qu'il convient de protéger et de suivre en priorité face aux pressions anthropiques. D'autres VME, comme les vases compactes à *Isidella elongata*, ont été historiquement fortement impactés par les activités de chalutage dans le Golfe du Lion. Dans le cadre d'atteinte du bon état écologique, préserver les dernières populations s'avère primordial, et pourrait, sur le long terme, permettre une restauration des pêcheries dans le Golfe du Lion.

Des approches nouvelles comme les études de modélisation de l'habitat, à l'aide de données sur la géomorphologie (dérivées des levés acoustiques à haute résolution) et sur la courantologie du canyon (modèle de circulation hydrodynamique), permettront de mieux comprendre la répartition à différentes échelles des coraux d'eau froide dans les canyons de Lacaze-Duthiers et de Cassidaigne. Dans le cadre de développement d'indices, il est également primordial de connaître l'ampleur et l'extension des pressions s'exerçant sur les écosystèmes. Ainsi l'accès aux données VMS à fine échelle permettrait d'estimer l'effort de pêche sur les VME de substrats meubles. De même, des recherches sont à engager sur les impacts du déversement de boues rouges sur la communauté des coraux d'eau froide dans le canyon de Cassidaigne.

## 5 Bibliographie

- Airoldi L (2003) The effects of sedimentation on rocky coast assemblages, Vol 41. CRC Press, Boca Raton, FL, ETATS-UNIS
- Bo M, Canese S, Spaggiari C, Pusceddu A, Bertolino M, Angiolillo M, Giusti M, Loreto MF, Salvati E, Greco S, Bavestrello G (2012) Deep Coral Oases in the South Tyrrhenian Sea. *Plos One* 7 (11):e49870
- Bourcier M (1969) Ecoulement des boues rouges dans le canyon de Cassidaigne (Décembre 1968). *Thehys* 1 (3):779-782
- Bourcier M, Zibrowius H (1973) Les "boues rouges" déversées dans le canyon de la Cassidaigne : Observations en soucoupe plongeante SP350 (Juin 1971) et résultats de draguages. *Thehys* 4 (4):811-842
- Carpine C (1964) La côte de l'Esterel, de la pointe des Lions à la pointe de l'Aiguille (Région A2) - Fascicule 3. *Bull Inst océanogr Monaco* 63 (1312A):1-52
- Colloca F, Carpentieri P, Balestri E, Ardizzone GD (2004) A critical habitat for Mediterranean fish resources: shelf-break areas with *Leptometra phalangium* (Echinodermata : Crinoidea). *Mar Biol* 145 (6):1129-1142
- Danovaro R, Company JB, Corinaldesi C, D'Onghia G, Galil BS, Gambi C, Gooday A, Lampadariou N, Luna GM, Morigi C, Olu K, Polymenakou P, Ramirez-Llodra E, Sabbatini A, Sarda F, Sibuet M, Tselepidis A (2010) Deep-sea Biodiversity in the Mediterranean Sea: The known, the Unknown, and the knowable. *Plos One* 5 (8):1-25
- Dauvin JC (2010) Towards an impact assessment of bauxite red mud waste on the knowledge of the structure and functions of bathyal ecosystems: The example of the Cassidaigne canyon (north-western Mediterranean Sea). *Marine Pollution Bulletin* 60 (2):197-206
- Durán Muñoz P, Sayago-Gil M (2011) An overview of cold-water coral protection on the high seas: The Hatton bank (NE Atlantic)—A case study. *Marine Policy* 35 (5):615-622
- Emig CC (1987) Offshore brachiopods investigated by submersible. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 108 (3):261-273
- Fabri MC, Menot L, Pedel L, Van den beld I (in prep.) Guide méthodologique pour l'acquisition d'imagerie optique dans le cadre du suivi du Bon Etat Ecologique des Ecosystèmes marins profonds benthiques, Ifremer
- Fabri MC, Pedel L, Beuck L, Galgani F, Hebbeln D, Freiwald A (submitted) Vulnerable Marine Ecosystems in French Continental Mediterranean Submarine canyons : Spatial Distribution and Anthropogenic Impacts. *Deep-Sea Research II*
- Falconetti C (1980) Bionomie benthique des fonds situés à la limite du plateau continental du banc du magaud (îles d'Hyères) et de la région de Calvi (Corse). *Docteur es Science, Nice*
- FAO (2009) International guidelines for the management of deep sea fisheries in the high seas. *FAO Fisheries report* 888:37
- Ferré B, Durrieu de Madron X, Estournel C, Ulses C, Le Corre G (2008) Impact of natural (waves and currents) and anthropogenic (trawl) resuspension on the export of particulate matter to the open ocean: Application to the Gulf of Lion (NW Mediterranean). *Continental Shelf Research* 28 (15):2071-2091
- Fontanier C, Fabri MC, Buscail R, Biscara L, Koho KA, Reichart GJ, Cossa D, Galaup S, Chabaud G, Pigot L (2012) Deep-sea foraminifera from the Cassidaigne Canyon (NW Mediterranean): Assessing the environmental impact of bauxite red mud disposal. *Marine Pollution Bulletin*
- Form AU, Riebesell U (2012) Acclimation to ocean acidification during long-term CO<sub>2</sub> exposure in the cold-water coral *Lophelia pertusa*. *Global Change Biology* 18 (3):843-853

- Fredj G (1964) La région de Saint-Tropez : du cap Taillat au cap de Saint-Tropez (Région A1) - Fascicule 2. Bull Inst océanogr Monaco 63 (1311A):1-55
- Freiwald A, Beuck L, Rueggeberg A, Taviani M, Hebbeln D (2009) The WHITE CORAL COMMUNITY in the Central Mediterranean Sea Revealed by ROV Surveys. *Oceanography* 22 (1):58-74
- GFCM SAC (2009) Criteria for the identification of sensitive habitats of relevance for the management of priority species (General Fisheries Commission for the Mediterranean), Malaga. p:3
- Giusti M, Bo M, Bavestrello G, Angiolillo M, Salvati E, Canese S (2012) Record of *Viminella flagellum* (Alcyonacea: Ellisellidae) in Italian waters (Mediterranean Sea). *Marine Biodiversity Records* 5:5
- Gofas S, Rueda JL, Salas C, Díaz-Del-Río V (2010) A new record of the giant deep-sea oyster *Neopycnodonte zibrowii* in the Gulf of Cadiz (south-western Iberian Peninsula). *Marine Biodiversity Records* 3:4
- Guérin L, Feunteun E, Lejart M, You H, Gonson C, Laurand S, Lavesque N (2012) Méthodes d'évaluation de l'état écologique, caractérisation du « bon état » pour la DCSMM et recommandations pour les travaux futurs.
- Hervé JP, Le Bars P, Juncy G, Lamy N, Cosqueric M (1997) Mine de Canari (Haute-Corse). Rejet des stériles en mer et évolution du trait de côte. BRGM/RR-39277-FR
- Laborel J, Peres JM, Picard J, Vacelet J (1961) Etude directe des fonds des parages de Marseille de 30 à 300m avec la soucoupe plongeante Cousteau. Bull Inst océanogr Monaco 1206:1-15
- Lartaud F, Pareige S, De Rafelis M, Feuillassier L, Bideau M, Peru E, Romans P, Alcalá F, Le Bris N (2012) A new approach for assessing cold-water coral growth *in situ* using fluorescent calcein staining. *Aquatic Living Resources*:1-10
- Lorance P, Leonardi S (2011) Contribution thématique DCSMM évaluation de l'état initial "pression et impact" - pression "Abrasion" dans la sous-région marine Méditerranée occidentale DCSMM/EI/MO., Ministère de l'Ecologie du Développement Durable des Transports et du Logement. p:7
- Maier C, Watremez P, Taviani M, Weinbauer MG, Gattuso JP (2012) Calcification rates and the effect of ocean acidification on Mediterranean cold-water corals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279 (1734):1716-1723
- Maurin C (1962) Etude des fonds chalutables de la Méditerranée occidentale (Écologie et Pêche). *Rev Trav Inst Pêche marit* 26:163-220
- Maurin C (1968) Ecologie ichthyologique des fonds chalutables atlantiques (de la baie ibéro-marocaine à la Mauritanie) et de la Méditerranée occidentale. *Rev Trav Inst Pêches marit* 32 (1):146
- Maynou F, Cartes JE (2011) Effects of trawling on fish and invertebrates from deep-sea coral facies of *Isidella elongata* in the western Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* FirstView:1-7
- OSPAR (2012) MSFD Advice Manual and Background Document on Biodiversity. A living document - Version 3.2 of 5 March 2012. Approaches to determining good environmental status, setting of environmental targets and selecting indicators for Marine Strategy Framework Directive descriptors 1, 2, 4 and 6.
- Palanques A, Puig P, Latasa M, Scharek R (2009) Deep sediment transport induced by storms and dense shelf-water cascading in the northwestern Mediterranean basin. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers* 56 (3):425-434
- Peres JM, Picard J (1964) Nouveau Manuel de Bionomie benthique de la mer Méditerranée. Recueil des travaux de la Station Marine d'Endoume 31 (47):1-137
- Puig P, Canals M, Company JB, Martin J, Amblas D, Lastras G, Palanques A, Calafat AM (2012) Ploughing the deep sea floor. *Nature* 489 (7415):286-289
- Ramirez-Llodra E, Tyler PA, Baker MC, Bergstad OA, Clark MR, Escobar E, Levin LA, Menot L, Rowden AA, Smith CR, Van Dover CL (2011) Man and the Last Great Wilderness: Human Impact on the Deep Sea. *Plos One* 6 (8):e22588
- Reyss D (1970) Bionomie benthique de deux canyons sous-marins de la mer Catalane: le Rech du Cap et le Rech Lacaze-Duthiers. Université de Paris VI



- Roberts JM, Wheeler AJ, Freiwald A (2006) Reefs of the Deep: The Biology and Geology of Cold-Water Coral Ecosystems. *Science* 312 (5773):543-547
- Rogers AD, Gianni M (2010) The Implementation of UNGA Resolutions 61/105 and 64/72 in the Management of Deep-Sea Fisheries on the High Seas, International Programme on the State of the Ocean, London, United Kingdom. p:97
- Sampaio Í, Braga-Henriques A, Pham C, Ocaña O, de Matos V, Morato T, Porteiro FM (2012) Cold-water corals landed by bottom longline fisheries in the Azores (north-eastern Atlantic). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 92 (07):1547-1555
- Sánchez F, Serrano A, Ballesteros MG (2009) Photogrammetric quantitative study of habitat and benthic communities of deep Cantabrian Sea hard grounds. *Continental Shelf Research* 29 (8):1174-1188
- Sara, Cognetti, Auteri, Sordi, Orlando, Stocchino. (1972) Relazione tecnica in tema di inquinamento ad opera delle sostanze immesse in mare dalle motonavi Scarlino 1 e Scarlino 2. Pretura di Livorno
- Sarda F, Calafat A, Flexas MM, Tselepides A, Canals M, Espino M, Tursi A (2004) An introduction to Mediterranean deep-sea biology. *Scientia Marina* 68:7-38
- Tempera F, Pereira JN, Braga-Henriques A, Porteiro FM, Morato T, De Matos V, Souto M, Guillaumont B, Serrao Santos R (2012) Cataloguing deep-sea biological facies of the Azores. In: Galparsoro I (ed) Using EUNIS Habitat Classification for Benthic Mapping in European Seas. AZTI Tecnalia, San Sebastian (Spain), p 21-70
- UNEP-MAP-RAC/SPA (2010) Fisheries conservation management and vulnerable ecosystems in the Mediterranean open seas, including the deep sea. By de Juan, S. and Leonart, J., Tunis
- Vacelet J (ed) (1969) Eponges de la roche du large et de l'étage bathyal de Méditerranée (Récoltes de la soucoupe plongeante cousteau et dragages), Vol
- Vaissière R, Carpine C (1964) Compte-rendu de plongées en soucoupe plongeante SP 300 (Région A1: Cap Camarat-St Tropez) - Fascicule 4. *Bull Inst océanogr Monaco* 63 (1314):1-32
- Vaissière R, Fredj G (1964) Etude photographique préliminaire de l'étage bathyal dans la région de Saint-Tropez - Fascicule 5. *Bull Inst océanogr Monaco* 64 (1323):1-70
- Van Rooij D, De Mol L, Le Guilloux E, Wisshak M, Huvenne VAI, Moeremans R, Henriët JP (2010) Environmental setting of deep-water oysters in the Bay of Biscay. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 57 (12):1561-1572
- Vinchon C, Sabourault P, Brivois O., Bulteau T., Cayocca F., De Lary de la Tour L., Desprez M., Le Bot S., Zaragoza S., H. M (2011) Proposition méthodologique pour définir le bon état écologique du fond marin (descripteur 6 de la Directive Cadre pour une Stratégie pour le Milieu Marin), Rapport final, BRGM/RP-60532-FR. p:98
- Watremez P (2012) Canyon heads in the French Mediterranean Sea - Overview of results from the MEDSEACAN and CORSEACAN campaigns (2008-2010). In: Wurtz M (ed) *Mediterranean Submarine Canyons : Ecology and Governance*. IUCN, Gland, Switzerland, p 105-112
- Weaver PPE, Benn A, Arana PM, Ardron JA, Bailey DM, Baker K, Billett, D.S.M., Clark MR, Davies AJ, Durán Muñoz P, Fuller SD, Gianni M, Grehan AJ, Guinotte J, Kenny A, Koslow JA, Morato T, Penney AJ, Perez JAA, Priede IG, Rogers AD, Santos RS, Watling L (2011) The impact of deep-sea fisheries and implementation of the UNGA Resolutions 61/105 and 64/72. Report of an international scientific workshop,, National Oceanography Centre, Southampton. p:45
- Wisshak M, López Correa M, Gofas S, Salas C, Taviani M, Jakobsen J, Freiwald A (2009) Shell architecture, element composition, and stable isotope signature of the giant deep-sea oyster *Neopycnodonte zibrowii* sp. n. from the NE Atlantic. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 56 (3):374-407
- WWF/IUCN (ed) (2004) *The Mediterranean deep-sea ecosystems: an overview of their diversity, structure, functioning and anthropogenic impacts, with a proposal for their conservation.*, Vol. IUCN and WWF, Rome