

Yeu - Croisic

Inspection des récifs artificiels
des sites expérimentaux
de l'île d'Yeu et du Croisic



Région
PAYS DE LA LOIRE



COREPEM
Comité Régional des Pêches et des
Elevages Marins des Pays de Loire



.EVIVO



INSPECTION DES RECIFS ARTIFICIELS DES SITES EXPERIMENTAUX DE L'ILE D'YEU ET DU CROISIC

Bilan après 5 années d'immersion

RAPPORT DEFINITIF



Juillet 2010

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable : en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations de *In Vivo* ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.

Crédit photographique : In Vivo (sauf mention particulière)

Auteurs

Florian Labadie
Julien Dubreuil

Chargé d'études, océanologue
Chargé de projets, océanologue

IN VIVO ENVIRONNEMENT
ZA La grande Halte
29940 La FORET FOUESNANT
Tel : 02.98.51.41.75
Fax : 02.98.51.41.55



IN VIVO MEDITERRANEE
94 avenue de la Sarriette
Zone Athélia 2
13600 La Ciotat
Tel : 04.42.71.31.25
Fax : 04.42.08.04.65

mail : info@invivo-environnement.com
Site web : www.invivo-environnement.com

Table des matières

1	INTRODUCTION	6
2	DEROULEMENT DES OPERATIONS – SITES DE L'ILE D'YEU	6
2.1	DATES D'INTERVENTION.....	6
2.2	MOYENS A LA MER	7
2.3	EQUIPE D'INTERVENTION.....	7
3	DEROULEMENT DES OPERATIONS – SITES DU CROISIC	8
3.1	DATES D'INTERVENTION.....	8
3.2	MOYENS A LA MER	8
3.3	EQUIPE D'INTERVENTION.....	9
4	MATERIEL ET METHODES	9
4.1	PROTOCOLES D'ETUDE	10
4.1.1	<i>Prises de vue photographiques</i>	10
4.1.2	<i>Grattage des parois</i>	10
4.1.3	<i>Observations globales en plongées</i>	11
4.1.4	<i>Mesures au sondeur acoustique</i>	11
5	LES STADES DE DEVELOPPEMENT DES BIOCENOSSES SUR DES RECIFS ARTIFICIELS	12
6	RESULTATS	13
6.1	ILE D' YEU - GROS MODULE 47M	13
6.1.1	<i>Evolution structurelle du module</i>	13
6.1.2	<i>Description des peuplements biologiques</i>	15
6.1.3	<i>Comparaison avec les années précédentes</i>	19
6.2	ILE D'YEU - AMAS CHAOTIQUE 47M.....	20
6.2.1	<i>Evolution structurelle du module</i>	20
6.2.2	<i>Description des peuplements biologiques</i>	20
6.2.3	<i>Comparaison avec les années précédentes de suivis</i>	23
6.3	ILE D'YEU - AMAS CHAOTIQUE 20 M	24
6.3.1	<i>Description générale de l'état du module</i>	24
6.3.2	<i>Description des peuplements biologiques</i>	24
6.3.3	<i>Comparaison avec les années précédentes de suivis</i>	26
6.4	ILE D'YEU - AMAS ORGANISE 20M	27
6.4.1	<i>Description générale de l'état du module</i>	27
6.4.2	<i>Description des peuplements biologiques</i>	27
6.4.3	<i>Comparaison avec les années précédentes de suivis</i>	28
6.5	ILE D'YEU - GROS MODULE 20M	28
6.6	LE CROISIC - GROS MODULE 30M	29
6.6.1	<i>Evolution structurelle du module</i>	29
6.6.2	<i>Description des peuplements biologiques</i>	31
6.6.3	<i>Observations particulières</i>	34
6.6.4	<i>Comparaison avec les années précédentes</i>	34
6.7	LE CROISIC - AMAS CHAOTIQUE 30M	35
6.7.1	<i>Evolution structurelle du module</i>	35
6.7.2	<i>Description des peuplements biologiques</i>	35
6.7.3	<i>Comparaisons avec les années précédentes</i>	38
6.8	LE CROISIC - AMAS ORGANISE 30M.....	39
6.8.1	<i>Evolution structurelle du module</i>	39
6.8.2	<i>Description biologique des peuplements</i>	40
6.8.3	<i>Comparaison avec les années précédentes</i>	42
7	DISCUSSION	43
8	CONCLUSION	45
9	FICHE SIGNALÉTIQUE ET DOCUMENTAIRE	47

Liste des figures

Figure 1 : Navires de la société IN VIVO : Talenduc (à gauche) et Zeus faber (à droite).	7
Figure 2 : Barge de plongeurs affrétée pour l'intervention.	8
Figure 3 : Macrophotographies (photo de gauche) et photographies d'ambiance (photo de droite).	10
Figure 4 : Opérations de grattage sur l'un des modules.	10
Figure 5 : Inspection visuelle du récif.	11
Figure 6 : Prise de mesure au sondeur acoustique.	11
Figure 7 : Illustration du gros module (6 mètres de hauteur) lors de la pose en 2003.	13
Figure 8 : Vue schématique du bord latéral Est du gros module et des points de fracture.	14
Figure 9 : Vue schématique du bord latéral Sud du module et des points de fracture.	14
Figure 10 : Illustration de l'évolution des plaques horizontales.	15
Figure 11 : Illustration de la colonisation sur une surface réduite (~10cm ²).	16
Figure 12 : Aperçu à la loupe binoculaire d'individus d' <i>Epizoanthus couchii</i> (anémone encroûtante)	18
Figure 13 : Passage de lieux de grande taille sous les plongeurs.	18
Figure 14 : Vue schématique de l'amas chaotique 47m.	20
Figure 15 : Illustration des poissons gravitant autour des amas : tacauds (à G) et congre (à D).	23
Figure 16 : Peuplement à alcyons (<i>Alcyonium digitatum</i>) bien développé.	24
Figure 17 : Illustration de la colonisation sur un des modules.	25
Figure 18 : Vue schématique du gros module 30M.	29
Figure 19 : Illustration de la mise à nu de fers à béton lors de la chute de plaques.	30
Figure 20 : Illustration des deux espèces majoritaires : alcyons et anémones plumeuses.	31
Figure 21 : L'anémone bijou <i>Corynactis viridis</i> et le crinoïde <i>Antedon bifida</i> .	32
Figure 22 : Illustration du peuplement type d'une paroi du gros module 30M.	32
Figure 23 : Espèces de crustacés (fourteaux et étrilles) rencontrés sur le gros module 30M.	33
Figure 24 : Pontes de mollusques nudibranches.	33
Figure 25 : Illustration de la limite avec le sédiment : enfouissement de 30 à 40 cm.	35
Figure 26 : Illustration des principales espèces des amas chaotiques 30M.	36
Figure 27 : Tourteau sur le rebord d'un module de l'amas chaotique.	37
Figure 28 : Ensamblage de l'amas organisé : nul (en haut) à faible (en bas).	39
Figure 30 : Tourteau sous l'arête d'un module de l'amas organisé 30M.	41
Figure 31 : Tacauds et congre dans les amas organisés 30M.	41
Figure 32 : Présence de juvéniles de poissons à l'intérieur d'un module de l'amas organisé 30M.	42

Liste des tableaux

Tableau 1 : Déroulement des investigations en plongée sous-marine.	6
Tableau 2 : Composition de l'équipe d'intervention.	7
Tableau 3 : Déroulement des investigations en plongée sous-marine.	8
Tableau 4 : Composition de l'équipe d'intervention.	9
Tableau 5 : Opérations du protocole d'étude des récifs artificiels.	9
Tableau 6 : Abondance des 8 espèces échantillonnées par grattage sur 20cm ² .	17
Tableau 7 : Abondance des 14 espèces échantillonnées sur 20cm ² .	22
Tableau 8 : Bilan structurel et biologique des récifs artificiels de l'île d'Yeu.	44
Tableau 9 : Bilan structurel et biologique des récifs artificiels du Croisic.	44

Liste des planches

<i>Voir Planche 1 : Etat de la structure Gros Module 47M</i>	<i>13</i>
<i>Voir Planche 2 : Illustration des principales espèces échantillonnées par grattage.</i>	<i>18</i>
<i>Voir Planche 3 : Peuplements biologiques du module principal (47m).</i>	<i>18</i>
<i>Voir Planche 4 : Etat de la structure Amas chaotique 47M.</i>	<i>20</i>
<i>Voir Planche 5 : Peuplements biologiques de l'Amas Chaotique 47M.</i>	<i>21</i>
<i>Voir Planche 6 : Illustration des principales espèces échantillonnées par grattage.</i>	<i>22</i>
<i>Voir Planche 7 : Etat de la structure Amas chaotique 20M (1/2).....</i>	<i>24</i>
<i>Voir Planche 8 : Etat de la structure Amas chaotique 20M (2/2).....</i>	<i>24</i>
<i>Voir Planche 9 : Etat de la structure et espèces observées sur l'Amas Organisé 20M.</i>	<i>28</i>
<i>Voir Planche 10 : Etat de la structure Gros Module 30M.....</i>	<i>29</i>
<i>Voir Planche 11 : Description générale des peuplements.....</i>	<i>31</i>
<i>Voir Planche 12 : Illustration des peuplements de l'amas chaotique 30M.</i>	<i>35</i>
<i>Voir Planche 13 : Illustration des peuplements biologiques de l'amas organisé 30M.</i>	<i>41</i>

1 INTRODUCTION

Suite à l'expérimentation et au suivi durant 3 années après l'immersion des récifs artificiels à l'île d'Yeu (IN VIVO, 2004, 2005 et 2006), le COREPEM souhaite refaire un état des lieux de la colonisation après 5 années d'immersion. L'intervention n'ayant pas pu avoir lieu, pour des raisons techniques, à la suite de l'intervention à l'île d'Yeu (septembre 2009), et le suivi devant être réalisé en période estivale, l'intervention au Croisic a été réalisée au mois de juin 2010.

Le présent rapport présente les résultats attendants à l'état physique des récifs (évolution dans le temps d'un point de vue structurel) et à leur état écologique. Dans ce but, un inventaire de la colonisation a été réalisé, agrémenté de nombreuses prises de vues et des clichés pour évaluer une comparaison avec l'état en année 3 pour statuer sur la maturité des récifs des trois différentes zones.

2 DEROULEMENT DES OPERATIONS – SITES DE L'ILE D'YEU

2.1 DATES D'INTERVENTION

Les opérations à la mer se sont déroulé les 7, 8, 9 et 10 septembre 2009. Les plongées sur les sites profonds ont été réalisées en premier, suivies des investigations sur les sites moins profonds.

Le calendrier des opérations est le suivant :

Date	Site	Equipe de plongée	Travail effectué
7/09/2009 (AM)	GM 47	BP/GC	Repérage du récif - amarrage du support surface
7/09/2009 (PM)	GM 47	MD/DG/JD	Photographies - description générale de la structure
8/09/2009 (AM)	AC 47	MD/DG/JD	Photographies - description générale de la structure Grattages sur quadrat - Vidéo
9/09/2009 (AM)	GM 47	MD/DG/JD	Photographies en macro Grattages sur quadrat
9/09/2009 (PM)	AO 20	BP/GC	Description générale de la structure - Vidéo
9/09/2009 (PM)	AC 20	MD/JD	Description générale de la structure - Vidéo - Photographies

Tableau 1 : Déroulement des investigations en plongée sous-marine.

N.B : Le déroulement de la campagne a été modifié à la suite d'une panne moteur sur notre navire Talenduic à l'arrivée sur zone le 6/09/2009. La vidéo point fixe n'a pas pu être réalisée par manque de support surface pour une réalisation optimale.

2.2 MOYENS A LA MER

Le matériel suivant a été mobilisé par notre équipe, pour la réalisation de la mission :

- Affrètement de notre vedette survey, le *Talenduic* en polyster de 15 m x 3 m, moteur inbord de 220 CV diesel, armé en 4^{ème} catégorie, avec le 220 V à bord avec un DGPS (DMS) de précision submétrique.
- Affrètement de notre vedette plongeur, *Zeus faber*, de 7 m x 2 m, moteur hors bord de 115 CV diesel, armé en 5^{ème} catégorie (moins de 7 nautiques des côtes), avec un DGPS embarqué.



Figure 1 : Navires de la société IN VIVO : Talenduic (à gauche) et Zeus faber (à droite).

2.3 EQUIPE D'INTERVENTION

Equipe	Fonction	Formation	Rôle dans l'étude
Didier Grosdemange	Directeur associé	Océanographe	Spécialiste des substrats durs Plongeur Classe II B/COH
Philippe Bornens	Directeur scientifique	Océanographe	Chef des opérations à la mer Plongeur Classe I B/COH
Emmanuel Donfut	Société Balao	Photographe	Photographe Plongeur Classe II A/COH
Julien Dubreuil	Chargé d'études	Biologiste	Spécialiste des substrats durs Plongeur Classe II B/COH
Gwénaél Cosmao	Technicien supérieur	Chef d'atelier	Opérateur en mer Plongeur Classe II A/COH
Benoît Poyelle	Technicien supérieur	Hydrographe	Opérateur en mer Plongeur Classe II B/COH

Tableau 2 : Composition de l'équipe d'intervention.

3 DEROULEMENT DES OPERATIONS – SITES DU CROISIC

3.1 DATES D'INTERVENTION

Les opérations à la mer se sont déroulé les 24 et 25 juin 2010. Les plongées ont été réalisées en palanquées de trois plongeurs composées à chaque fois d'un biologiste, d'un caméraman et d'un photographe.

Le calendrier des opérations est le suivant :

Date	Site	Equipe de plongée	Travail effectué
24/06/2010 (PM)	GM 30	JPD/YG/MD	Photographies, vidéo, description du peuplement
25/06/2010 (AM)	AO 30	FPL/YG/MD	Photographies, vidéo, description du peuplement
25/06/2010 (PM)	AC 30	JPD/YG/MD	Photographies, vidéo, description du peuplement

Tableau 3 : Déroulement des investigations en plongée sous-marine.

3.2 MOYENS A LA MER

Le matériel suivant a été mobilisé par notre équipe, pour la réalisation de la mission :

- Affrètement d'une vedette en aluminium de 10m spécialisée dans le transport de plongeurs.



Figure 2 : Barge de plongeurs affrétée pour l'intervention.

3.3 EQUIPE D'INTERVENTION

Equipe	Fonction	Formation	Rôle dans l'étude
Julien Dubreuil	Chargé de projets	Biologiste	Spécialiste des substrats durs Plongeur Classe II B/COH
Florian Labadie	Chargé d'études	Biologiste	Spécialiste des substrats durs Plongeur Classe II B/COH
Emmanuel Donfut	Société Balao	Photographe	Photographe Plongeur Classe II A/COH
Yves Gladu	Indépendant	Caméraman	Caméraman Plongeur Classe III B/COH
Alain Guerrier	Société Alain 3p	Plongeur	Plongeur Classe IIB/COH

Tableau 4 : Composition de l'équipe d'intervention.

4 MATERIEL ET METHODES

Le protocole suivi (matériel et méthode) est resté le plus proche possible de ceux réalisés entre 2004 et 2006. Dans le tableau ci-dessous sont répertoriées les différentes manipulations effectuées concernant l'état même des récifs artificiels pour déterminer la colonisation par les organismes des récifs artificiels.

Etat structural des récifs artificiels	Colonisation des récifs artificiels
Observations <i>in situ</i>	Observations <i>in situ</i>
Prises de vue photographiques	Grattages de surfaces normées
Mesures acoustiques	Prises de vue photographiques

Tableau 5 : Opérations du protocole d'étude des récifs artificiels.

Le grattage de surface normée (20x20 cm) sur l'Amas Chaotique et le Gros Module à 47 mètres CM avec la récupération de la totalité des espèces permettent de connaître (en plus des espèces fixées et leur densité) la composition exacte des peuplements. Bien que cette technique ne soit pas aussi efficace que celle des plaques mises en œuvre entre 2004 et 2006, elle reste tout de même la seule technique permettant une détermination postérieure fine en laboratoire. Concernant les plongées, les observations directes ont l'avantage de couvrir la totalité du récif et de voir l'état global des structures et la structuration des peuplements dans sa globalité.

4.1 PROTOCOLES D'ETUDE

4.1.1 Prises de vue photographiques

Les prises de vue ont été réalisées par Emmanuel Donfut, créateur de la société de prestation de service dans les prises de vue sous-marines : **BALAO**.



Figure 3 : Macrophotographies (photo de gauche) et photographies d'ambiance (photo de droite).

Des macrophotographies d'espèces benthiques, emblématiques et caractéristiques des récifs artificiels ont été faites en complément des photographiques d'ambiance, descriptives de l'architecture générale.

4.1.2 Grattage des parois

Afin de pouvoir caractériser les macro-espèces sessiles recouvrant les structures immergées, des grattages sur des surfaces normées ont été réalisés. Le grattage est réalisé sur une surface de 400 cm² (20x20) et l'ensemble de la matière grattée est récupérée dans une pelle percée au fond et emboîtée sur une bouteille de prélèvement. De cette manière, rien n'est perdu afin de récupérer l'ensemble des espèces pour une détermination ultérieure dans notre laboratoire de La Forêt-Fouesnant sous loupe binoculaire.

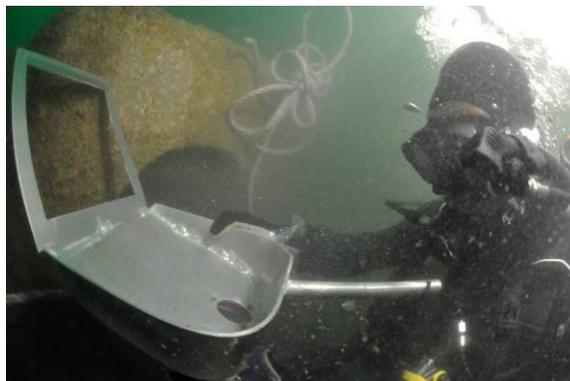


Figure 4 : Opérations de grattage sur l'un des modules.

4.1.3 Observations globales en plongées

Afin de compléter les photographies, des observations *in situ* ont été réalisées sur chaque récif afin de décrire précisément les espèces benthiques sessiles, les espèces macrobenthiques vagiles, les espèces caractéristiques des habitats cryptiques, l'état général de la structure, son état de conservation ainsi que sa colonisation globale.



Figure 5 : Inspection visuelle du récif.

4.1.4 Mesures au sondeur acoustique

Des prises de mesure au sondeur acoustique ont également permis d'évaluer les dimensions des structures et leur état de dégradation. Cela a permis d'établir des cotes sur les schémas des structures quand cela est possible (compte tenu de la visibilité).



Figure 6 : Prise de mesure au sondeur acoustique.

5 LES STADES DE DEVELOPPEMENT DES BIOCENOSSES SUR DES RECIFS ARTIFICIELS

Comme lors des suivis entre 2004 et 2006, les travaux du Dr Annie Castric du MNHN ont été utilisés pour définir l'état de maturation des peuplements fixés. Nous rappelons ici les grands principes de colonisation d'une structure nouvellement immergée. Le développement des biocénoses sessiles sur substrat dur vierge est phasé en 5 stades :

- **Phase de recrutement (0 à 16 mois) ou stade initial transitoire**, dépendant essentiellement de la période d'immersion. C'est le rassemblement des larves présentes dans le plancton à ladite période, et susceptibles de se fixer. Ce rassemblement d'espèces est donc fortuit, sans interrelation biologique entre elles. Le nombre des espèces peut être relativement important par rapport aux phases suivantes. En effet, certaines larves se fixeront sur le substrat, mais n'évolueront pas. Le peuplement définitif n'est nullement conditionné par lui. Cette phase est donc dépendante uniquement des facteurs physiques, et principalement de la température ;
- **Stade de prédominance (12 à 24 mois)**, dépendant essentiellement de la combinaison des phénomènes physiques et biologiques (présence ou non dans le plancton des larves de telle espèce au moment de l'immersion, préférence des espèces pour un degré de colonisation donné...). Il apparaît ainsi une régulation sélective du fait des interrelations biologiques. Cette sélection efficace est orientée vers le peuplement final ;
- **Stade de prédestination (vers 16 mois)** : Les facteurs biologiques d'interrelation (compétition pour l'espace disponible, la lumière, la nourriture, la prédation) ont pris le pas sur les facteurs physiques. Il existe alors une apparente détermination fatale des événements, avec la domination des espèces pérennantes. Toutes les caractéristiques quantitatives et qualitatives principales du peuplement sont en place ;
- **Stade de maturation (de 24 à 48 mois), ou phase de climax qualitatif** : Cet état « préclimacique », atteint vers deux ans, correspond au stade où presque toutes les espèces de la roche sont représentées, mais où elles ne sont pas dans leur rapport d'abondance, de taille et de structure de population observé dans les peuplements naturels de la roche en place. Le stade de climax qualitatif peut être défini par la présence de 95 % des espèces du milieu naturel avoisinant, 50 % des espèces ayant atteint l'abondance et la taille qu'elles ont sur une paroi naturelle homologue. C'est un stade dit de maturation, se distinguant difficilement du stade final, où seulement quelques derniers ajustements sont nécessaires. Il se caractérise donc par une stabilité incomplète des caractères essentiels ;
- **Stade climacique ou final (> 48 mois)** : C'est la phase finale où le peuplement est équivalent à celui d'un peuplement sur un substrat rocheux analogue.

Il faut quelques années pour que se mette en place une communauté au stade climacique. Une structure de peuplement stable est alors en place et un nouvel écosystème résulte de cette colonisation.

6 RESULTATS

6.1 ILE D' YEU - GROS MODULE 47M

6.1.1 Evolution structurelle du module

Les observations et mesures effectuées *in situ* sur ces modules ont révélé une évolution de la structure dans le temps. Cette évolution va dans le sens d'une dégradation générale de la structure.



Figure 7 : Illustration du gros module (6 mètres de hauteur) lors de la pose en 2003.

Voir Planche 1 : Etat de la structure Gros Module 47M

La taille générale du récif est également en régression par rapport aux observations des années précédentes. La taille du module est de 3.5m du côté le plus haut et 2.2m du côté le plus affaissé. Plusieurs points de fracture ont été recensés sur le module (voir flèches sur les schémas ci-après). La destruction d'un pan extérieur du module est également à noter (pointillés).

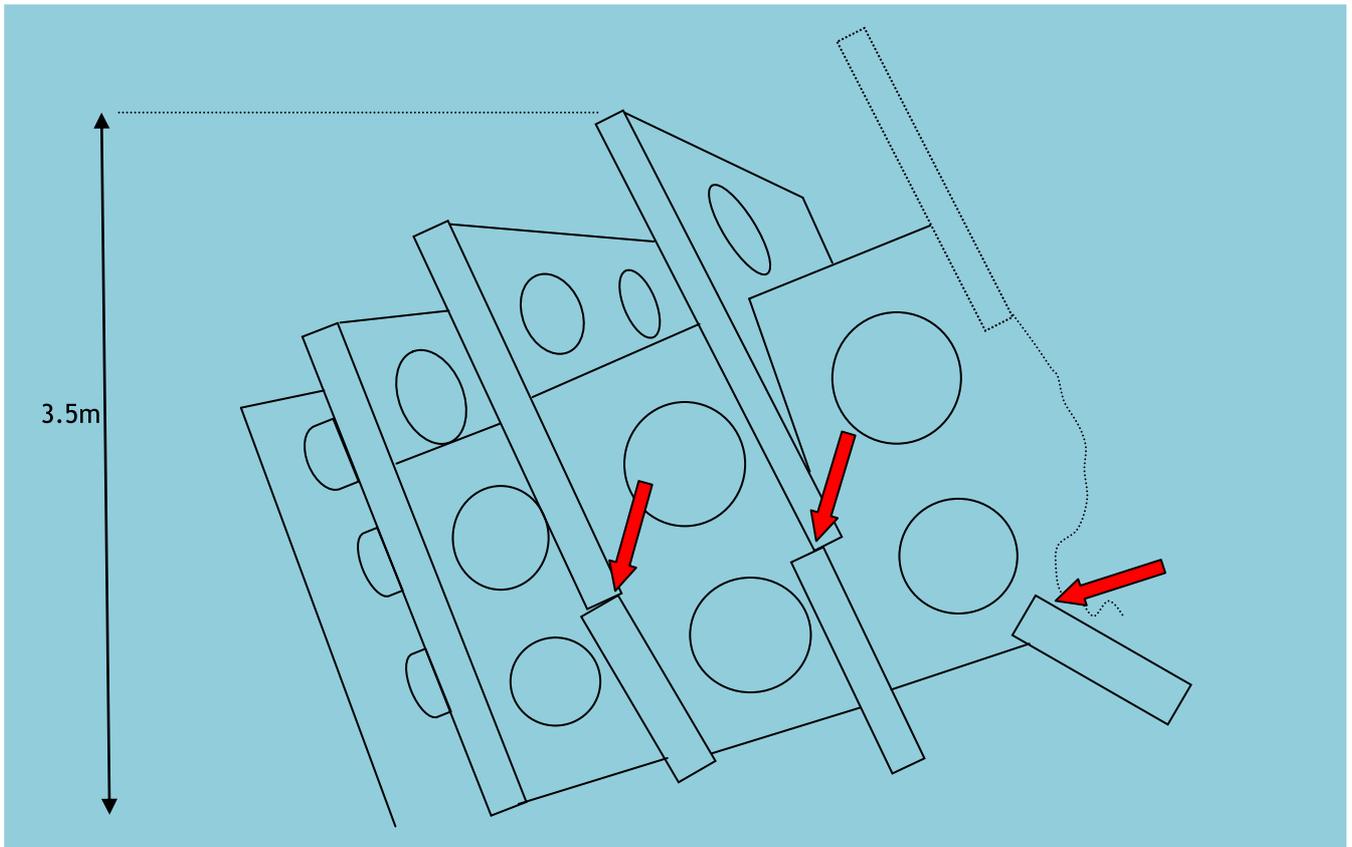


Figure 8 : Vue schématique du bord latéral Est du gros module et des points de fracture.

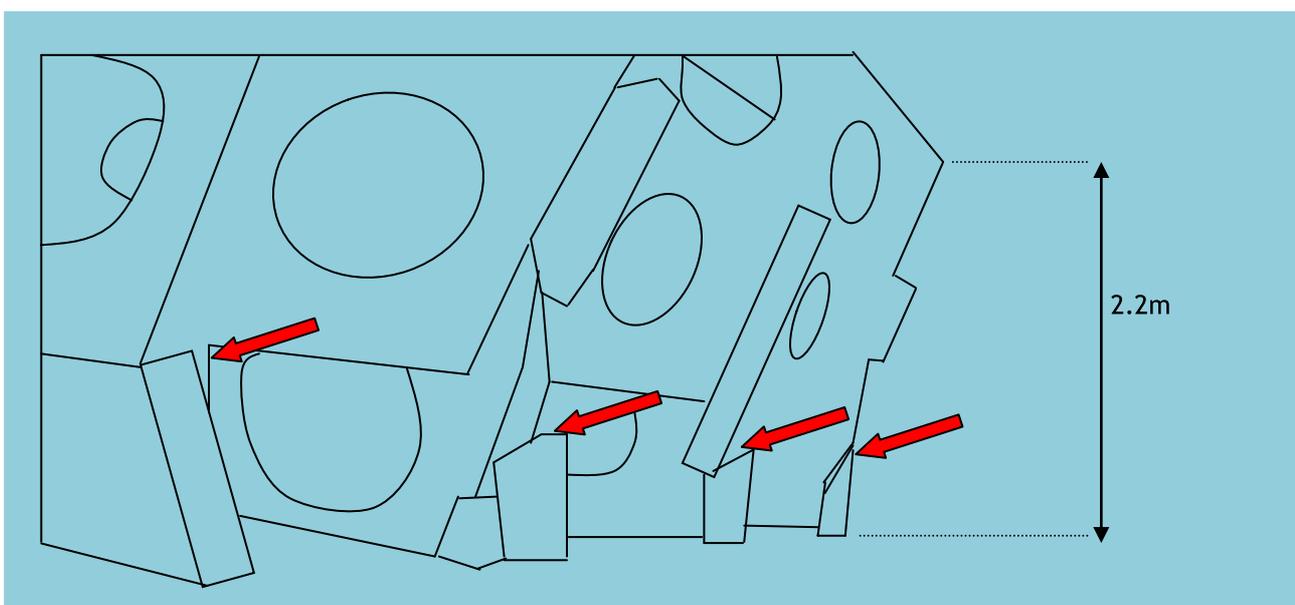


Figure 9 : Vue schématique du bord latéral Sud du module et des points de fracture.

Une plaque intérieure horizontale a été observée dépassant à l'extérieur de la structure. Cela n'avait pas été observé lors des investigations précédentes.



Figure 10 : Illustration de l'évolution des plaques horizontales.

Le gros module 47m évolue dans le sens d'une dégradation. Un affaissement général de la structure est observé ainsi que la présence de nombreuses fractures. La ligne de fracture précédemment observée s'est accentuée. Un mouvement des plaques horizontales est également apparent. D'une hauteur de 6m à la pose, le module dépasse désormais du fond de 3.5m en son point le plus haut. En revanche, aucun phénomène d'affouillement (cuvette) n'est apparent en pied de récif.

6.1.2 Description des peuplements biologiques

6.1.2.1 Faune fixée

Au niveau de la faune sessile (fixée sur le béton), le peuplement de l'anémone plumeuse *Metridium senile* est localement bien développé et constitue le peuplement majoritaire observé sur le module. Deux couleurs sont présentes pour cette anémone de mer : blanc et orange. Des patches localisés de l'anémone bijou *Corynactis viridis* en phase d'extension ont aussi été remarqués sur certaines parois. Ces espèces, pluri-annuelles, sont caractéristiques généralement d'un peuplement bien implanté et établi. Quelques individus de l'anthozoaire *Actinothoe sphyrodeta* (anémone marguerite) et de l'ascidie *Ciona intestinalis* ont été observés ponctuellement.

D'autre part, l'absence d'espèces pionnières de type annélides polychètes à tube calcaire (*Pomatoceros triqueter*, *Serpula* sp.) confirme l'hypothèse d'un début de stabilisation de l'état du peuplement. Toutefois, les tubes calcaires vides recouvrent encore l'intégralité du module (~100%). Cela témoigne de l'évolution de la maturité du récif (peu d'espèces pionnières) mais relativement récente (les tubes

calcaires sont toujours présents et le substrat pas encore recolonisé par d'autres espèces). D'autres espèces pionnières de bivalves telles que les Anomies et modioles sont de moins en moins fréquentes sur la structure.

Principales espèces fixées sur le gros module 47m :

- Annelides (espèce pionnière en régression)
 - o *Pomatoceros triqueter*
 - o *Serpula sp.*
- Cnidaires
 - o *Epizoanthus couchii* (anémone brune)
 - o Hydraires indet.
- Mollusques (espèces pionnières en régression)
 - o *Modiolarca subpicta* (modiole, mollusque bivalve)
- Tuniciers (en expansion)
 - o *Actinothoe sphyrodeta* (anémone marguerite)
 - o *Ciona intestinalis* (ascidie)
 - o *Corynactis viridis* (anémone bijou)
 - o *Metridium senile* (œillet de mer, anémone plumeuse)
 - o *Ascidia mentula* (ascidie rose)
 - o *Botryllus schlosseri* (botrylle étoilé, ascidie)

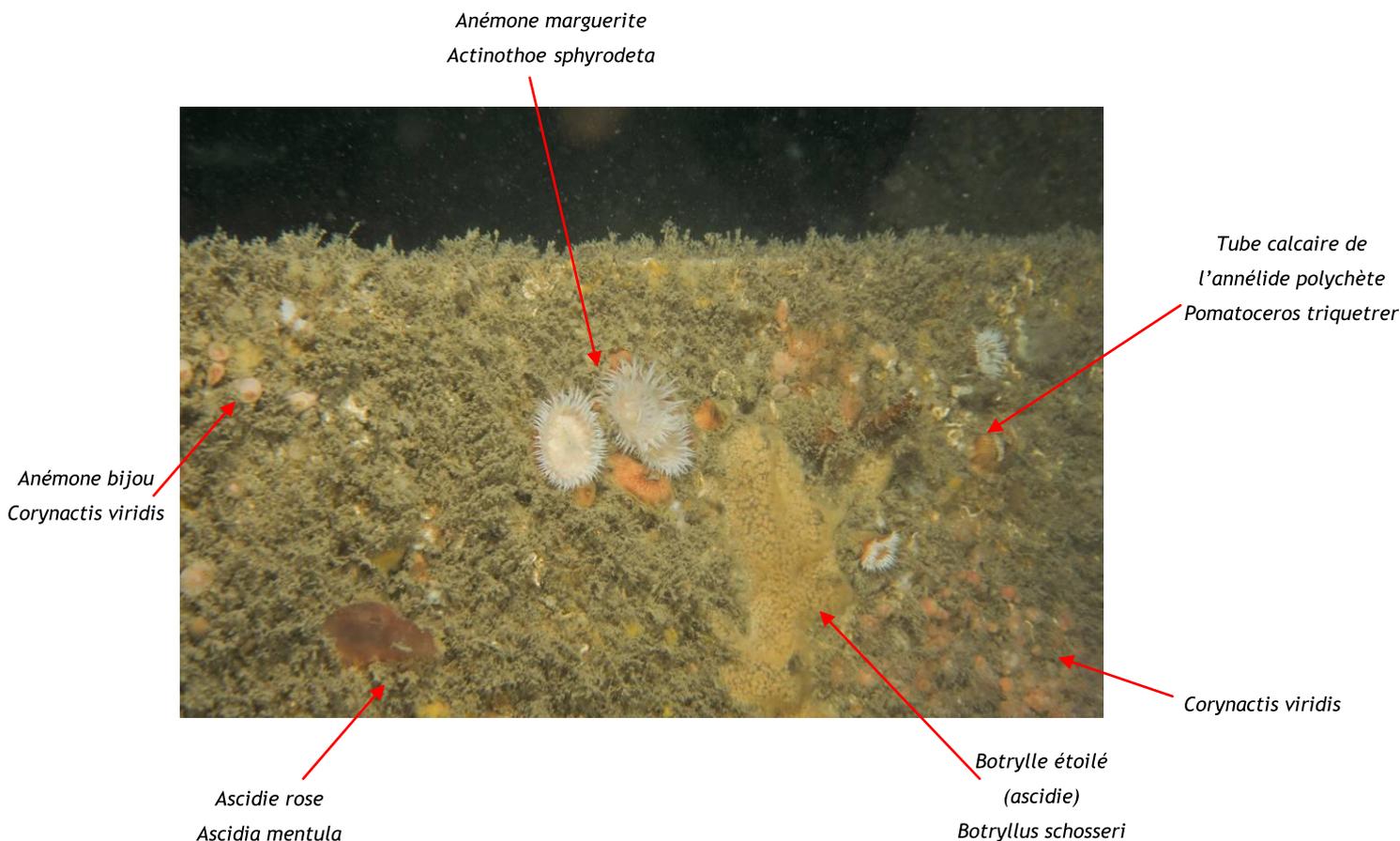


Figure 11 : Illustration de la colonisation sur une surface réduite (~10cm²).

Les grattages effectués sur les parois ont permis l'identification de 8 espèces appartenant à 5 groupes zoologiques ont été échantillonnées sur une surface de 0.4 m².

Groupes	Espèces	Nom vernaculaire	Abondance
Annélides	<i>Pomatoceros triqueter</i>	Ver tube calcaire	2
Cindaires	<i>Hydriaires indet.</i>	Hydriaires	+
	<i>Epizoanthus couchii</i>	Anémone bouquet	+++
Crustacés	<i>Galathea intermedia</i>	Petite Galathée	1
Echinodermes	<i>Ophiothrix fragilis</i>	Ophiure fragile	1
	<i>Ophiura albida</i>	Ophiure blanche	1
Mollusques	<i>Nassarius reticulatus</i>	Nasse	2
	<i>Modiolarca subpicta</i>	Modiole	3

Tableau 6 : Abondance des 8 espèces échantillonnées par grattage sur 20cm².

Les grattages ont permis de constater que le substrat est recouvert en majorité des anthozoaires de petite taille *Epizoanthus couchii* (<1cm) (anémone encroûtante) qui forment un véritable tapis. Associé à cette espèce, différentes espèces d'hydriaires indéterminés ont été recensés mais en densité moindre. Parmi les autres espèces, ont été dénombrées 2 espèces de mollusques : le gastéropode *Nassarius reticulatus* (nasse) et le bivalve *Modiolarca subpicta* (modiole), les ophiures *Ophiothrix fragilis* et *Ophiura albida*, le crustacé *Galathea intermedia* (petite galathée) et l'annélide polychète *Pomatoceros triqueter*. Il est à noter que la faible densité de *Pomatoceros triqueter* (5 individus/m²) confirme les observations *in situ* faites en plongée et que les tubes calcaire observés sont essentiellement vides.

Les pesées ont été effectuées sur les échantillons récoltés. Elles révèlent les résultats suivants :

- Poids frais : 9.866g
- Poids sec : 3.467g
- Hygrométrie : 64.9%

L'extrapolation des résultats échantillons récoltés révèlent une biomasse en poids frais d'environ 250gPF/m². En poids sec, cela représente environ 87gPS/m². Ces résultats sont inférieurs des derniers échantillonnages réalisés dans les suivis précédents.

Les résultats de ces pesées réalisées en septembre 2009 révèlent une diminution dans la biomasse par rapport aux suivis précédents (juin 2006). La forte proportion de bivalves et de vers à tubes calcaires (espèces pionnières), lors des premiers suivis, induisait une biomasse relativement importante. En revanche, l'évolution vers un stade climacique induit une baisse de la densité de ces groupes zoologiques au profit d'espèces plus diversifiées aux compositions biologiques différentes. En effet, des groupes comme les cœlentérés ou les cnidaires sont des organismes constitué d'une forte proportion d'eau (Alcyons, Anémones) et ne possèdent aucun élément calcaire (coquille, squelette). De ce fait, la biomasse en présence est moins importante. Cependant, malgré une diminution de la biomasse, la fonctionnalité écologique du récif réside dans la diversification des formes de vie et dans l'établissement d'un réseau trophique fonctionnel (diversité des régimes trophiques). Ainsi, par

rapport à 2006, on note une diversification des formes de vie au profit d'espèces longévives (Alcyons, anémones) et au détriment d'espèces pionnières (bivalves, vers).

Voir Planche 2 : Illustration des principales espèces échantillonnées par grattage.



Figure 12 : Aperçu à la loupe binoculaire d'individus d'*Epizoanthus couchii* (anémone encroûtante) .

6.1.2.2 Faune vagile

Au niveau de la faune vagile, la présence de nombreux crustacés nécrophages est avérée (l'étrille *Necora puber*, l'araignée de mer *Maja squinado*, le tourteau *Cancer pagurus*) au niveau des quelques grandes failles. Parmi les espèces cryptiques de vertébrés, le congre *Conger conger* a été observé en pleine eau. A l'intérieur de la structure, de nombreux tacauds (*Trisopterus luscus*) forment des bancs denses (plusieurs centaines d'individus). A l'extérieur de la structure, l'observation de lieus jaunes (*Pollachius pollachius*) de grande taille (sup. à 80 cm) a été faite systématiquement.



Figure 13 : Passage de lieus de grande taille sous les plongeurs.

La totalité des espèces mobiles observées sont des espèces présentant un intérêt commercial (plus ou moins important selon les espèces).

Voir Planche 3 : Peuplements biologiques du module principal (47m).

6.1.3 Comparaison avec les années précédentes

Concernant le gros module de la zone profonde, il semble que le peuplement n'a pas beaucoup évolué depuis le dernier inventaire en 2006. Le même cortège d'espèces vagiles a été observé avec une densité ichtyologique monospécifique importante du tacaud *Trisopterus luscus* et l'observation de quelques congres (*Conger conger*) et de lieux jaunes (*Pollachius pollachius*). Concernant les peuplements benthiques, les mêmes espèces pérennes sont répertoriées : les anémones *Actinotheroe sphyrodeta*, *Metridium senile* et *Corynactis viridis* dans des densités plus importantes ainsi que le cortège associé d'hydrides, de bryozoaires encroûtants et de macroinvertébrés vagiles (étoiles de mer, ophiures).

L'observation d'espèces pionnières est de plus en plus ponctuelle, laissant supposer une tendance vers l'implantation d'espèces longévives sur l'ensemble des surfaces disponibles. La couverture en tubes calcaires vides (*Pomatoceros sp.*) est encore importante mais tend à diminuer. On peut supposer que le récif va encore se développer avec une proportion de plus en plus importante d'espèces pluri-annuelles, couvrant une surface croissante. Le récif est encore dans une phase de maturation préclimacique (état précédent l'état final d'équilibre).

6.2 ILE D'YEU - AMAS CHAOTIQUE 47M

6.2.1 Evolution structurelle du module

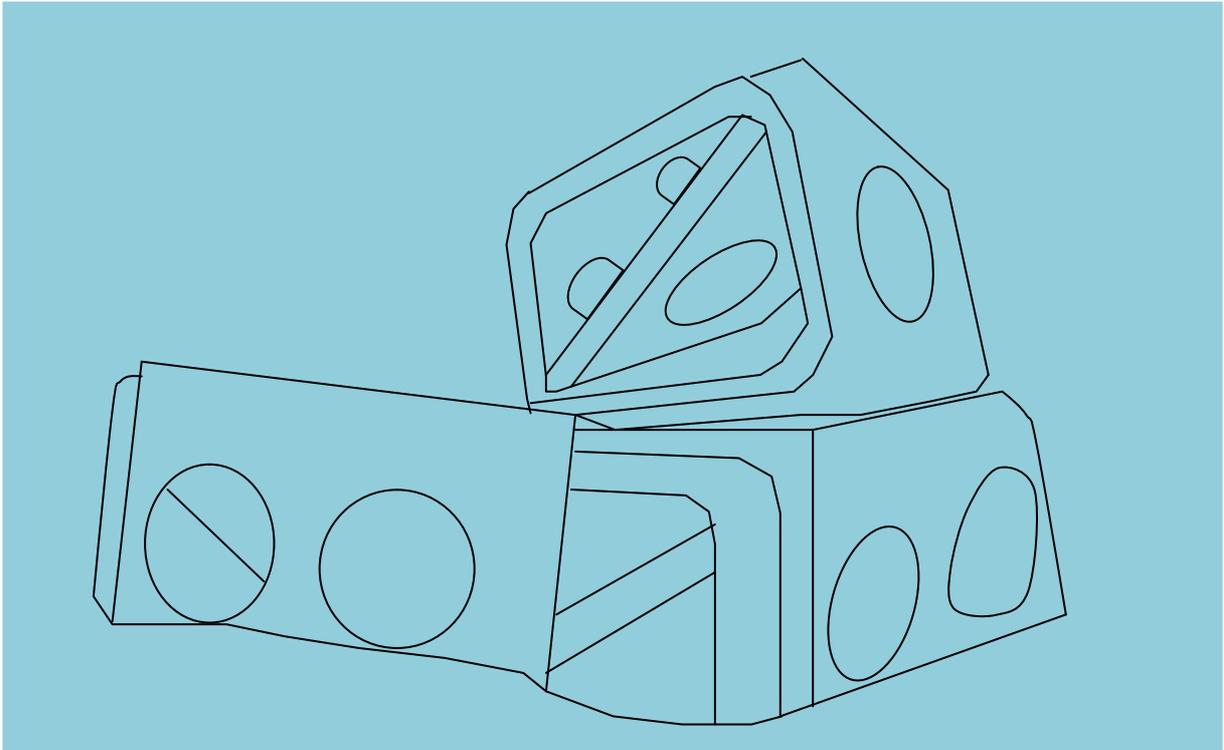


Figure 14 : Vue schématique de l'amas chaotique 47m.

Peu de dégradations structurelles ont été observées sur les amas chaotiques (brisures, zones de fracture). En revanche, l'enfouissement des modules est bien réel. Il est estimé à environ 50cm en moyenne.

Voir Planche 4 : Etat de la structure Amas chaotique 47M.

6.2.2 Description des peuplements biologiques

6.2.2.1 Faune fixée

Comme sur le Gros Module 47M, la présence de nombreux tubes vides d'espèces pionnières de type annélides polychètes à tube calcaire recouvre l'intégralité du module (~100%). On note aussi la présence de plusieurs espèces planctonophages-carnivores telles que les anémones et les ascidies.

Principales espèces fixées sur le gros module 47m :

- Annélides
 - o *Nerillidae*
 - o *Pomatoceros triqueter* (ver à tube calcaire)
 - o *Hydroides elegans*
 - o *Serpula sp.* (serpule)
- Bryozoaires
 - o *Membranipora membranacea* (bryzoaire encroûtant)
 - o *Tubulipora sp.*
- Cnidaires
 - o *Actinothoe sphyrodeta* (anémone marguerite)
 - o *Caryophyllia smithii* (dent de chien)
 - o *Metridium senile* (anémone plumeuse)
 - o *Corynactis viridis* (anémone bijou)
 - o *Tubularia indivisa*
 - o Hydraires indet.
- Crustacés
 - o *Conilera cylindracea*
- Mollusques
 - o *Modiolarca turbica* (modiole, bivalve)
 - o *Nassarius reticulatus* (nasse)
- Tuniciers
 - o *Ascidia mentula* (ascidie rose)
 - o *Ascidia virginea*

Voir Planche 5 : Peuplements biologiques de l'Amas Chaotique 47M.

Une diversité plus importante d'espèces a été observé sur l'amas chaotique par rapport au Gros Module 47M puisque 14 espèces appartenant à 7 groupes ont été répertoriées dans les échantillons issus des grattages : cnidaires (Hydraires indet., bryozoaires (*Tubulipora sp.*)), annélides polychètes (*Hydroides elegans*, *Pomatoceros triqueter*, *Phyllodoce maculata*), Tuniciers (ascidie rose (*Ascidia mentula*)), échinodermes (ophiures (*Ophiothrix fragilis*, *Amphipholis squamata*)), mollusques (modiole : *Modiolarca subpicta*).

Les pesées ont été effectuées sur les échantillons récoltés. Elles révèlent les résultats suivants :

- Poids frais : 6.791g
- Poids sec : 2.509g
- Hygrométrie : 63.1%

Les résultats sont quasiment identiques à ceux du Gros Module 47M. Ils révèlent une biomasse d'environ 175gPF/m². L'hygrométrie de 63% reflète comme détaillé précédemment les caractéristiques structurales des peuplements en présence.

Groupes	Espèces	Nom vernaculaire	Abondance
Annélides	<i>Hydroides elegans</i>	Hydroïde	10
	<i>Pomatoceros triqueter</i>	Ver tube calcaire	2
	<i>Phyllodoce maculata</i>	Phyllodoce	2
	<i>Nerillidae</i>	Nerillidae	1
Bryozoaires	<i>Membranipora membranacea</i>	Membranipore	1
	<i>Tubulipora sp.</i>	Tubulipore	+
Cnidaires	<i>Hydraires indet.</i>	Hydraires	+
	<i>Tubularia indivisa</i>	Tubulaire	1
Crustacés	<i>Conilera cylindracea</i>	Isopode	1
Echinodermes	<i>Ophiothrix fragilis</i>	Ophiure fragile	3
	<i>Amphipholis squamata</i>	Grande ophiure	1
Mollusques	<i>Modiolarca tumida</i>	Moule	1
	<i>Nassarius reticulatus</i>	Nasse	2
Tuniciers	<i>Ascidia mentula</i>	Ascidie rouge	1

Tableau 7 : Abondance des 14 espèces échantillonnées sur 20cm².

Voir Planche 6 : Illustration des principales espèces échantillonnées par grattage.

6.2.2.2 Faune vagile

Concernant la faune vagile, les espèces similaires à ceux du Gros Module du 47M ont été observés : des crustacés (Etrille (*Necora puber*), araignée (*Maja squinado*), tourteau (*Cancer pagurus*), galathée striée (*Galathea strigosa*) et crevette bouquet (*Palaemon serratus*)), des échinodermes (l'oursin *Echinus esculentus*, les étoiles de mer *Marthasterias glacialis* et *Asterias rubens*, et la comatule *Antedon bifida*) et des vertébrés (congres (*Conger conger*), tacauds (*Trisopterus luscus*), lieus jaunes (*Pollachius pollachius*)).

La grande majorité des espèces vagiles sont des espèces d'intérêt commercial (crustacés et poissons).

La liste spécifique établie pour les espèces vagiles est la suivante :

- Annélides
 - o *Phyllodoce maculata*
- Echinodermes
 - o *Echinus esculentus* (oursin)
 - o *Marthasterias glacialis* (étoile de mer)
 - o *Asterias rubens* (étoile de mer commune)
 - o *Antedon bifida* (comatule)
 - o *Ophiothrix fragilis* (ophiure)

- *Amphipholis squamata* (ophiure)
- Crustacés
 - *Palaemon serratus* (crevette bouquet)
 - *Galathea strigosa* (galathée striée)
 - *Cancer pagurus* (tourteau)
 - *Maja squinado* (araignée)
 - *Necora puber* (étrille)
- Vertébrés
 - *Conger conger* (congre)
 - *Trisopterus luscus* (tacaud)
 - *Pollachius pollachius* (lieu jaune)



Figure 15 : Illustration des poissons gravitant autour des amas : tacauds (à G) et congre (à D).

6.2.3 Comparaison avec les années précédentes de suivis

Il semble que le peuplement est similaire à celui du Gros Module 47M en terme d'évolution depuis le dernier inventaire en 2006. Les peuplements benthiques sont constitués des mêmes espèces pérennes (les anémones *Actinotheroe sphyrodeta*, *Metridium senile* et *Corynactis viridis*) en densité plus importante avec un cortège associé d'hydrides, de bryozoaires encroûtants et de macroinvertébrés vagiles (oursins, étoiles de mer, ophiures). Concernant les espèces vagiles, le Tacaud (*Trisopterus luscus*) reste l'espèce majoritaire voire dominante sur le site et l'observation de Congres (*Conger conger*) est ponctuelle mais récurrente.

Le développement en taille et en densité des anémones plumeuses *Metridium senile* et une diminution des espèces pionnières révèlent une évolution du peuplement. On peut donc supposer que le récif va encore se développer pour tendre vers un stade de maturation plus avancé. Les phénomènes de compétition pour l'espace chez les espèces fixées pérennantes vont s'intensifier. La diversité observée des groupes trophiques, liés à des régimes alimentaires variés (suspensivores, détritivores, carnivores) est révélatrice de la mise en place d'un véritable réseau trophique complexe, caractéristique d'un stade de maturation tendant vers un état climacique.

6.3 ILE D'YEU - AMAS CHAOTIQUE 20 M

6.3.1 Description générale de l'état du module

Comme cela avait été décrit dès les investigations de 2005, l'amas chaotique est soumis à des problématiques d'ensablement et d'affouillement. Certains blocs périphériques sont ensouillés sur une hauteur d'environ 50cm. D'une manière générale, l'ensouillement est relativement lent car les différences observées entre juin 2006 et septembre 2009 ne sont pas très significatives. L'aspect global de l'amas est satisfaisant, pas de zone de fracture nettement identifiée. L'organisation chaotique des modules leur confère également une certaine stabilité, l'amas ne semble pas subir de mouvements majeurs.

Voir Planche 7 : Etat de la structure Amas chaotique 20M (1/2).

Voir Planche 8 : Etat de la structure Amas chaotique 20M (2/2).

6.3.2 Description des peuplements biologiques



*Figure 16 : Peuplement à alcyons (*Alcyonium digitatum*) bien développé.*

L'Amas Chaotique 20M présente des différences avec les récifs plus profonds au niveau de la composition du peuplement (prédominances d'espèces de grande taille, recouvrement plus important). Les conditions environnementales liés à l'hydrodynamisme, à l'apport en matériel sédimentaire et en nutriments sont clairement différentes des conditions observées sur la zone profonde. La disponibilité des larves dans le milieu est également différente, ce qui influe sur la rapidité de la colonisation. Malgré la faible profondeur d'eau, aucun végétaux (algues) n'ont été observées, certainement dû à la forte turbidité du site et donc au manque de luminosité.

6.3.2.1 Faune fixée

L'alcyon *Alcyonium digitatum* est l'espèce la plus visible au premier abord. Ce dernier présente des densités relativement importantes. L'alcyon jaune est une espèce pérennante, longévive. La population d'alcyons est présente dans des densités remarquables et témoigne de l'établissement d'un peuplement qui tend vers une certaine stabilité.

Il est à noter les très fortes densités d'ophiures *Ophiothrix fragilis* qui tapissent le substrat de la structure, accompagnés de bryzoaires encroûtants (*Schizomavella sanguinea*), d'ascidies (*Botryllus schlosseri*) et d'hydriaires. On retrouve localement l'anémone marguerite *Actinotheroe sphyrodeta* et l'anémone bijou *Corynactis viridis*. L'anthozoaire *Taelina felina* a été recensé à la base de la structure dans le sédiment meuble. Parmi les espèces vagiles, l'ichtyofaune est monospécifique, composé essentiellement de tacauds *Trisopterus luscus*, de quelques congres *Conger conger* dans les grandes failles.

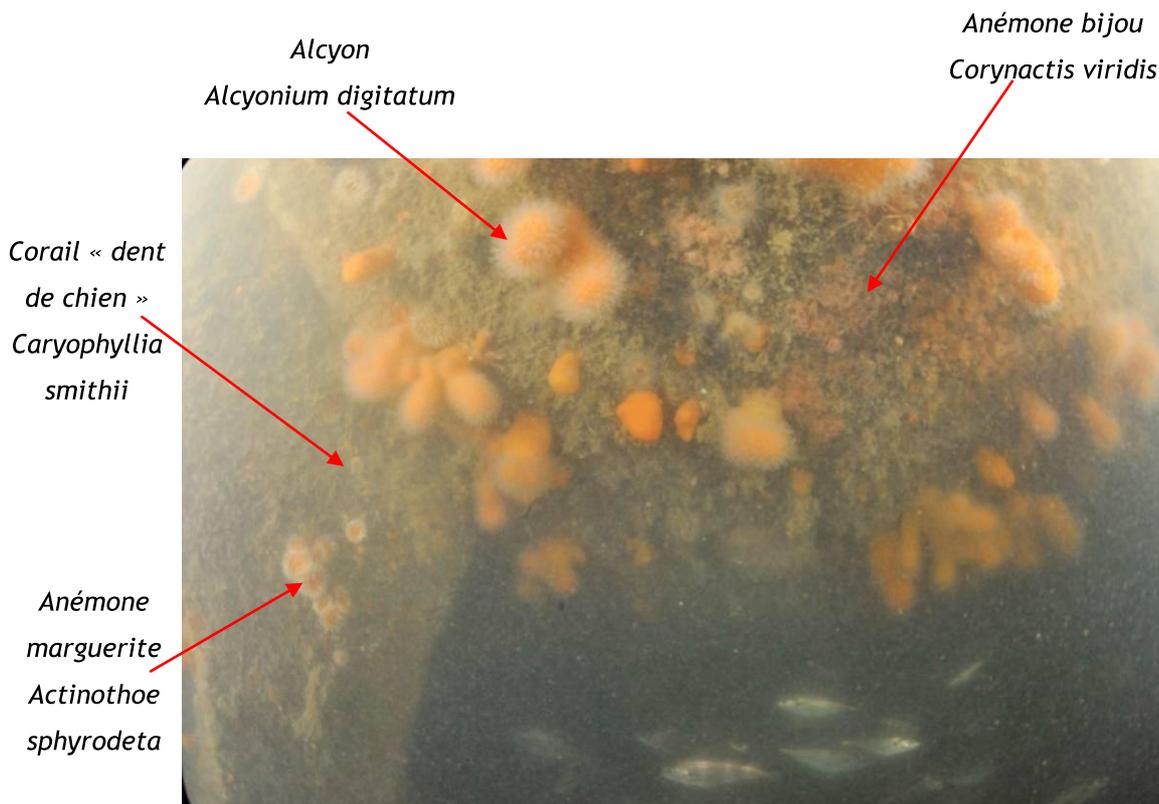


Figure 17 : Illustration de la colonisation sur un des modules.

Principales espèces fixées sur l'amas chaotique 20m :

- Bryozoaires
 - o *Schizomavella sanguinea*
- Cnidaire
 - o *Actinothoe sphyrodeta* (anémone marguerite)
 - o *Metridium senile* (anémone plumeuse)
 - o *Caryophyllia smithii* (corail "dent de chien")
 - o *Alcyonium digitatum* (alcyon)
 - o *Corynactis viridis* (anémone bijou)
 - o Hydraires indet.
 - o *Taelia felina*
 - o
- Tuniciers
 - o *Botryllus schlosseri* (botrylle étoilé, ascidie)

6.3.2.2 Faune vagile

Les espèces en présence dominant les observations sont, comme pour les autres modules, les tacauds (*Trisopterus luscus*) et quelques congres (*Conger conger*). Le manque de visibilité, récurrente sur ce site, ne permettent pas de bien appréhender la faune vagile. Seuls quelques crustacés de petite taille et des étoiles de mer ont été identifiés à la surface de la structure.

- Crustacés
 - o *Pisidia longicornis* (crabe porcelaine)
- Echinodermes
 - o *Echinus esculentus* (oursin)
 - o *Ophiothrix fragilis* (ophiure)
 - o *Asterias rubens* (étoile commune)
- Vertébrés
 - o *Trisopterus luscus* (tcaud)
 - o *Conger conger* (congre)

6.3.3 Comparaison avec les années précédentes de suivis

il semble que le peuplement de l'amas chaotique de la zone Yeu20m ait évolué depuis les dernières investigations de juin 2006. En effet lors du dernier échantillonnage, seuls des juvéniles de l'alcyon *Alcyonium digitatum* avait été observé de manière éparse. En septembre 2009, l'espèce s'est largement

développée et a colonisée la majorité des espaces. Elle domine largement la biomasse du récif. Cette dominance montre l'évolution du peuplement avec des dominances d'espèces longévives et non plus annuelles. De plus, les crustacés cirripèdes tels que les balanes *Balanus sp.* n'ont pas été observés lors de cette campagne (disparition d'espèces pionnières). Ce sont des espèces pionnières qui tendent à disparaître (à ces profondeurs) dans un peuplement plus équilibré.

Concernant les peuplements benthiques, on retrouve les mêmes espèces pérennes (les anémones *Actinotheroe sphyrodeta*, *Metridium senile* et *Corynactis viridis*) en densité comparables ainsi que le cortège associé d'hydrides, de bryozoaires encroûtants et de macroinvertébrés vagiles (oursins, étoiles de mer, ophiures, crustacés). Sinon le même cortège d'espèces vagiles a été observé avec une ichthyofaune exclusivement constituée de Tacauds (*Trisopterus luscus*) et l'observation quelques Congres (*Conger conger*). Une part probable de la faune de poissons en présence a pu être ignorée lors des suivis en plongée pour des questions de visibilité. Les conditions rencontrées sur site ne permettent pas tout le temps d'apprécier la totalité des espèces en présence.

L'observation d'espèces pionnières est de plus en plus ponctuelle, laissant supposer une tendance vers l'implantation d'espèces longévives sur l'ensemble des surfaces disponibles. On peut supposer que le récif va encore se développer avec une proportion de plus en plus importante d'espèces pluri-annuelles, couvrant une surface croissante. Le récif est encore dans une phase de maturation, préclimacique. Des espèces diversifiées sont représentées mais les densités ne sont pas encore importantes au regard de ce qu'elles pourraient être sur une roche naturelle.

6.4 ILE D'YEU - AMAS ORGANISE 20M

6.4.1 Description générale de l'état du module

A partir des photographies réalisées et malgré le manque de visibilité on se rend compte qu'un affouillement important est présent autour du récif. Cela n'est pas surprenant car cet affouillement avait été observé dès 2005 tout autour de la structure. Il ne semble pas que la structure en elle-même est beaucoup évoluée depuis (pas d'effondrement, pas d'ensablement plus important).

6.4.2 Description des peuplements biologiques

L'Amas Organisé 20M présente des différences avec la structure chaotique précédemment décrite. Si les espèces vagiles caractéristiques sont présentes (araignée de mer (*Maja squinado*), tacaud (*Trisopterus luscus*), congre (*Conger conger*)), les peuplements sessiles semblent différents et moins développés (en densité et en taille). On retrouve une importance des colonies d'anémones plumeuses *Metridium senile* et d'alcyons *Alcyonium digitatum* sur des surfaces très localisées et très restreintes (<à 2m²). A la différence

de l'Amas Chaotique, les densités importantes de l'ophiure *Ophiothrix fragilis* n'ont pas été observées. Comme le montrent les photographies de la Planche suivante, les surfaces sont relativement nues avec un recouvrement important de tubes vides calcaires de l'annélide *Pomatoceros triqueter* mais une absence de balanes. Les autres espèces recensées sont l'oursin *Echinus esculentus*, l'hydraire *Tubularia indivisa*, et le tourteau *Cancer pagurus*.

Voir Planche 9 : Etat de la structure et espèces observées sur l'Amas Organisé 20M.

6.4.3 Comparaison avec les années précédentes de suivis

Les peuplements ayant investi l'amas organisé ont acquis une maturité, observée dès 2006 avec une dominance par des espèces climaciques. Toutefois, bien que les peuplements soient en phase de prédestination, il semble qu'ils évoluent moins rapidement qu'auparavant. Comme cela avait été avancé, il est possible que l'importance des surfaces horizontales soit un frein au développement des peuplements (du fait d'un dépôt particulaire « étouffant » les espèces sessiles filtreuses).

6.5 ILE D'YEU - GROS MODULE 20M

Les investigations sur le Gros Module 20M n'ont pu être réalisées cette année. En effet, la recherche sur site n'a pas permis de localiser la structure au sondeur. L'état de dégradation de la structure observée lors des investigations précédentes était déjà important et allant dans le sens d'une destruction totale. Le module avait précédemment été observé déstructuré avec de nombreuses plaques enfouies dans le sable. Il est vraisemblable que le module se soit écroulé et que les plaques soient recouvertes par le sable.

6.6 LE CROISIC - GROS MODULE 30M

6.6.1 Evolution structurelle du module

Les observations et mesures effectuées *in situ* sur ces modules ont révélé une évolution de la structure dans le temps. Comme pour les gros modules de l'île d'Yeu, cette évolution va dans le sens d'une dégradation générale de la structure.

Voir Planche 10 : Etat de la structure Gros Module 30M.

La taille générale du récif est également en régression par rapport aux observations des années précédentes. D'une hauteur initiale de 6m à la pose, la taille du module est de 4.1m du côté le plus haut et 1m du côté le plus affaissé. La structure est affaissée en escalier dans le sens de la longueur. De très nombreux points de fracture ont été recensés sur le module ainsi que la mise à nu de nombreux fers à béton. L'intérieur de la structure est quasiment complètement décomposé et constitué d'un amas de plaques enchevêtrées.

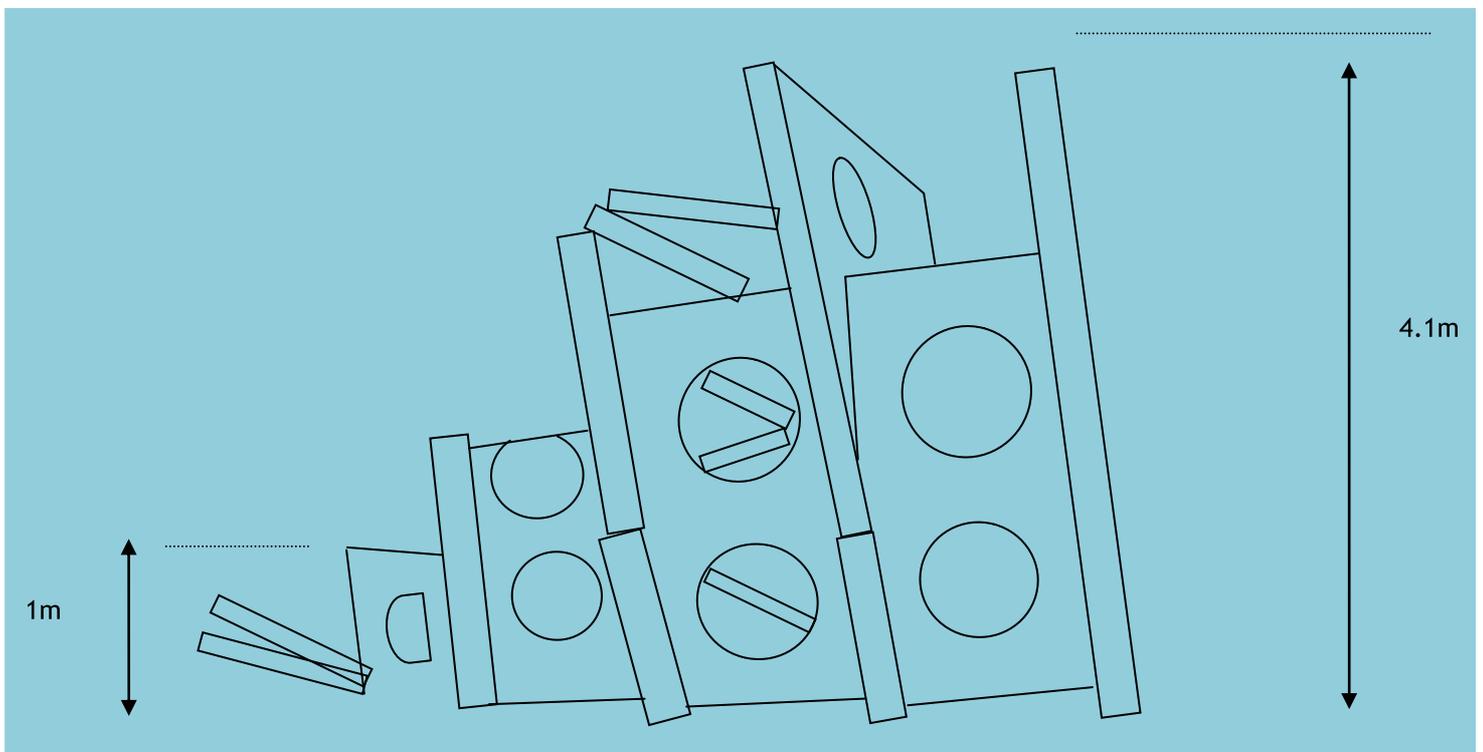


Figure 18 : Vue schématique du gros module 30M.

Il faut noter la dégradation importante du module en comparaison avec 2006. La structure a été fragilisée par la mise à nu des ferrillages et la chute de plaques des cloisons verticales.



Figure 19 : Illustration de la mise à nu de fers à béton lors de la chute de plaques.

Le gros module 30m évolue dans le sens d'une dégradation. De nouveaux morceaux de plaques sont tombés de la structure. La mise à nu de fers à béton témoigne également de l'évolution récente de la structure. Un affaissement général de la structure est observé ainsi que la présence de nombreuses fractures. D'une hauteur de 6m à la pose, le module dépasse désormais du fond de 4.1m en son point le plus haut. Une cuvette à été observée sur un des bords latéraux du module.

6.6.2 Description des peuplements biologiques

6.6.2.1 Faune fixée

Au niveau de la faune sessile, les observations générales révèlent une densité importante d'espèces fixées de grande taille. Le peuplement est constitué en termes de densité et de biomasse principalement par les alcyons (*Alcyonium digitatum*) et l'anémone plumeuse (*Metridium senile*). Deux couleurs sont présentes pour cette anémone de mer : blanc et orange.

Voir Planche 11 : Description générale des peuplements.

Des patches localisés de l'anémone bijou *Corynactis viridis* en phase d'extension ont aussi été remarqués sur certaines parois. Ces espèces, pluri-annuelles, sont caractéristiques généralement d'un peuplement bien implanté et établi.

Anémones plumeuses (*Metridium senile*)

Alcyons jaunes (*Alcyonium digitatum*)

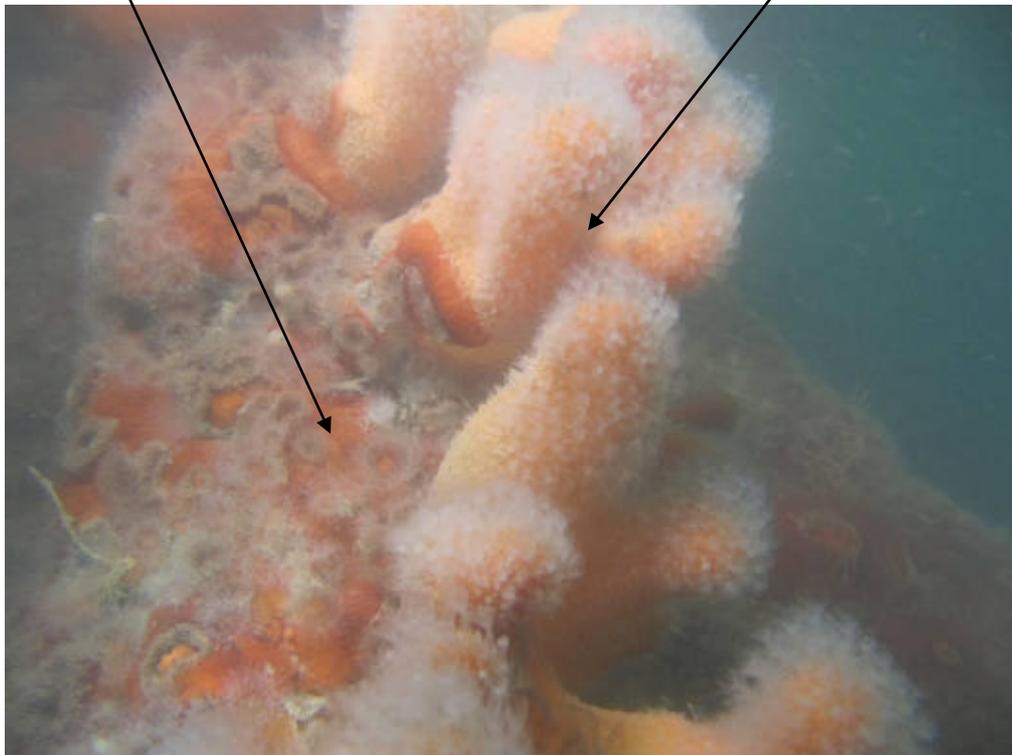


Figure 20 : Illustration des deux espèces majoritaires : alcyons et anémones plumeuses.

La couverture des parois par la faune fixée est totale. Des différences de densité sont observées en fonction des différentes orientations. La plupart des parois sont couvertes de l'anémone plumeuse *Metridium senile* et d'alcyons. Deux autres espèces ont également été largement observées. Il s'agit de bouquets d'anémones bijou *Corynactis viridis* et d'un crinoïde : la comatule *Antedon bifida*. Les zones ne présentant pas de peuplement denses à Alcyons ou anémones plumeuses affichent un peuplement à hydraires arbustifs et quelques ascidies éparses (genre *Ascidia* et Didemnidés).

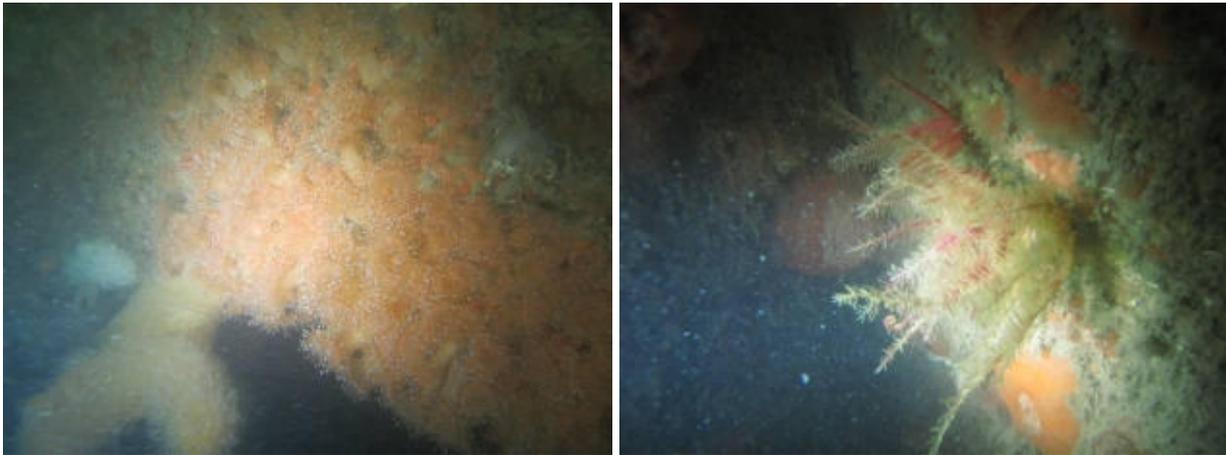


Figure 21 : L'anémone bijou *Corynactis viridis* et le crinoïde *Antedon bifida*.

Globalement, le peuplement apparaît dense sur la quasi-totalité du récif. Les alcyons déjà en place en 2006 ont gagné en recouvrement et en densité. Leur taille est également plus importante, identique à celle qui peut être observée sur les roches naturelles.

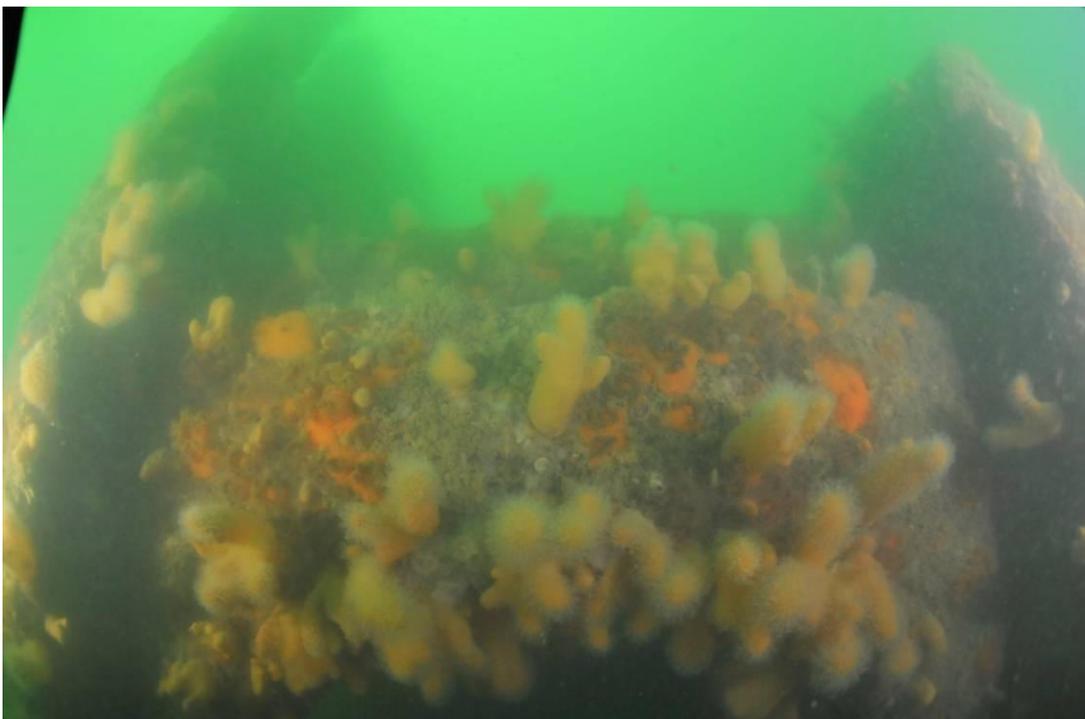


Figure 22 : Illustration du peuplement type d'une paroi du gros module 30M.

Quelques zones présentent des espèces pionnières au niveau des chutes de plaques. En effet, ces effondrements ont provoqué la disparition du peuplement en place et le substrat a été mis à nu par le frottement. La recolonisation s'effectue donc par des espèces pionnières comme l'hydraire *Tubularia indivisa* ou des annélides serpulidés.

6.6.2.2 Faune vagile

Les espèces vagiles en présence ont été difficilement observées du fait de la très faible visibilité sur site (<50 cm). Cependant, les espèces classiquement observées les années passées ont été recensées : tacauds et congres. Quelques crustacés comme des tourteaux et des étrilles ont également été rencontrés.



Figure 23 : Espèces de crustacés (tourteaux et étrilles) rencontrés sur le gros module 30M.

Quelques étoiles de mer épineuses (*Marthasterias glacialis*) et ophiures (*Ophiothrix fragilis*) ont également été recensées de manière éparse. Des pontes de mollusques nudibranches ont également été repérées à plusieurs reprises.



Figure 24 : Pontes de mollusques nudibranches.

6.6.3 Observations particulières

Des débris de chalut ont été observés accrochés au récif sur une des parties hautes. Ces observations nouvelles par rapport à 2006 peuvent avoir influencé la dégradation physique de la structure et la chute de certaines plaques déjà fragilisées. A part sur ce gros module de la zone du Croisic, aucun autre engin de pêche n'a été observé sur les récifs.

6.6.4 Comparaison avec les années précédentes

Le gros module est toujours le récif le plus colonisé en termes de diversité et de densités par rapport au suivi de juin 2006. Les densités en alcyons et anémones plumeuses ont encore largement évolué depuis le suivi estival de 2006. Des parois entières sont couvertes avec un recouvrement quasi-total. La taille des individus est également importante, comparable à celle des roches naturelles. La dégradation est cependant plus importante que lors des dernières investigations. Les plaques supérieures se sont affaissées et une perte de hauteur significative est à signaler. La présence de débris de chalut peut également avoir favorisé cette dégradation. D'un point de vue biologique, les peuplements vont encore évoluer dans les années à venir par les relations de compétitions inter et intra spécifiques. Cependant le niveau de maturité est très avancé et proche d'un stade final. C'est l'absence de certaines espèces caractéristiques de ces milieux (bryozoaires *Pentapora*, gorgones *Eunicella*, éponges Axinellidés) qui semble montrer que le stade final n'est pas encore atteint. Toutefois, le manque de retour d'expérience sur la colonisation des récifs artificiels dans ces régions bio-géographiques ne permet pas de statuer sur la certitude de retrouver ces espèces sur les récifs (même si elles sont présentes sur les roches proches). En effet, les considérations de nature de substrat artificiel, de rugosité ainsi que les modes d'exposition aux agents hydrodynamiques ne permettent pas des comparaisons entières avec les roches naturelles adjacentes.

Le niveau de maturité du récif est très important avec un recouvrement remarquable en espèces pérennes de grande taille (Alcyons, *Metridium*). Le stade de maturation est jugé avancé, proche d'un état climacique. L'aspect paysager est également remarquable et les associations d'espèces et leur niveau de développement proche des tombants naturels de la région. La dégradation récente de la structure et l'observation d'engins de pêches sur certaines parties sont nouvelles depuis 2006. Cette dégradation a engendré une complexification de l'ensemble (enchevêtrements de plaques) et la réapparition de certaines espèces pionnières sur les parties abrasées.

6.7 LE CROISIC – AMAS CHAOTIQUE 30M

6.7.1 Evolution structurelle du module

Peu de dégradations structurelles ont été observées sur les amas chaotiques (brisures, zones de fracture). Les modules ont conservés leur agencement entre eux. En revanche, l'enfouissement des modules est bien réel mais ne semble pas avoir augmenté depuis le précédent suivi de 2006. Il est estimé à environ 30/40cm en moyenne (base de l'ouverture du récif).

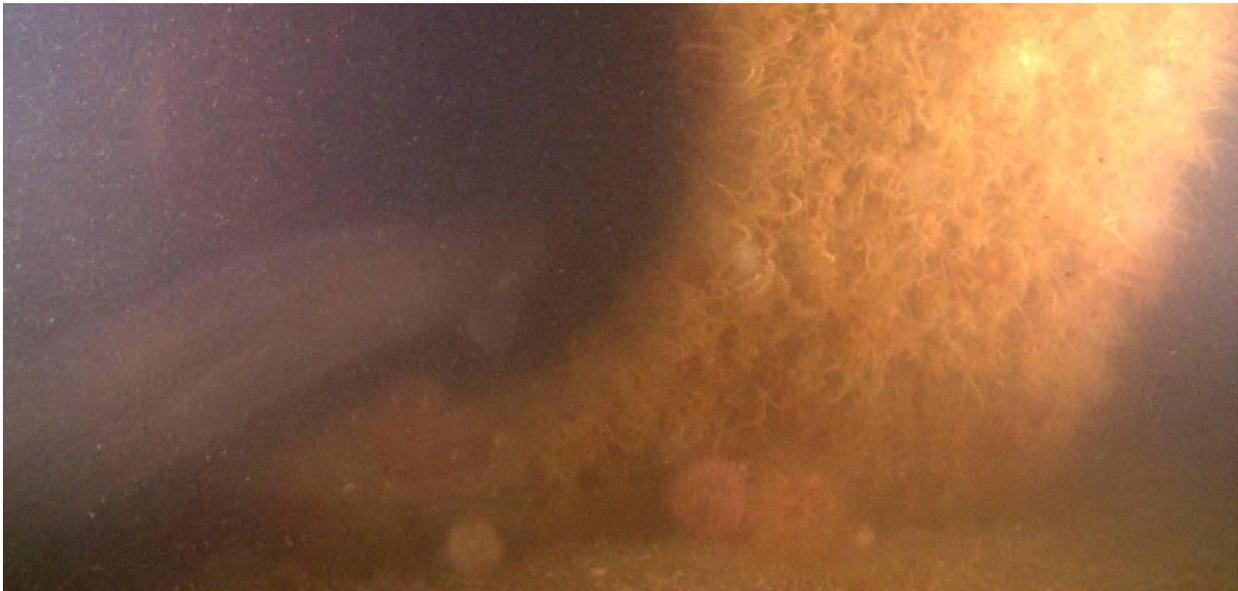


Figure 25 : Illustration de la limite avec le sédiment : enfouissement de 30 à 40 cm.

6.7.2 Description des peuplements biologiques

6.7.2.1 Faune fixée

Le peuplement est également localement très dense et dominé par l'anémone plumeuse *Metridium senile*. De larges bouquets d'anémones bijou *Corynactis viridis* ont également été observés. Le recouvrement des modules est quasi-total. La taille des anémones étant toutefois variable, la présence de petits individus sur de grandes surfaces réduit l'impression de densité mais le recouvrement est bien intégral et largement dominé par les anémones. La présence de nombreuses ophiures (*Ophiothrix fragilis*) est à noter, principalement sur les parois verticales abritées et les surfaces horizontales. Le peuplement est toutefois réduit dans les premiers centimètres à partir du fond.

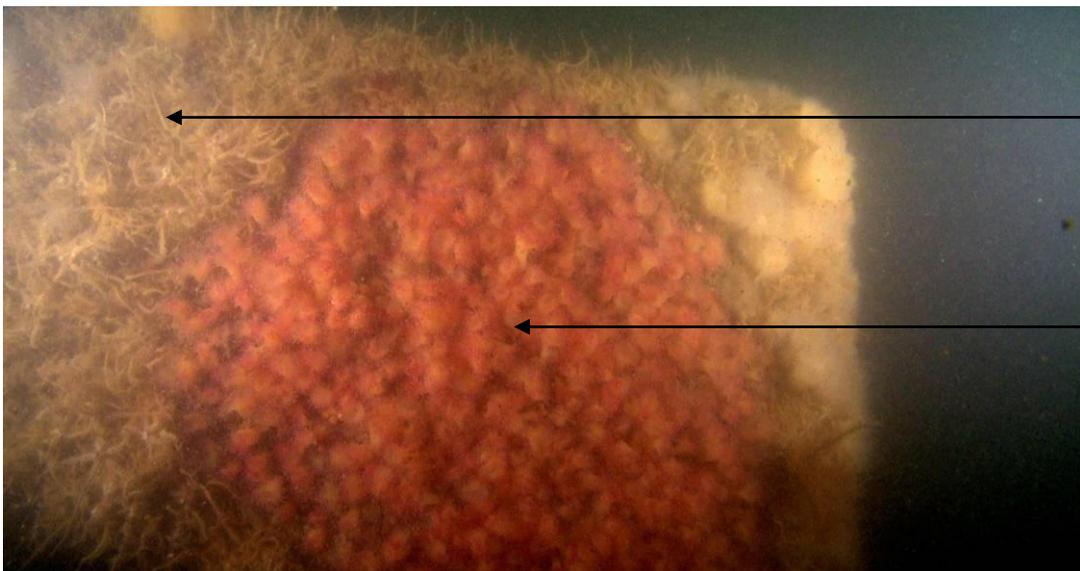
Voir Planche 12 : Illustration des peuplements de l'amas chaotique 30M.



← Anémone plumeuse
(*Metridium senile*)



← *Metridium senile*
formes juvéniles



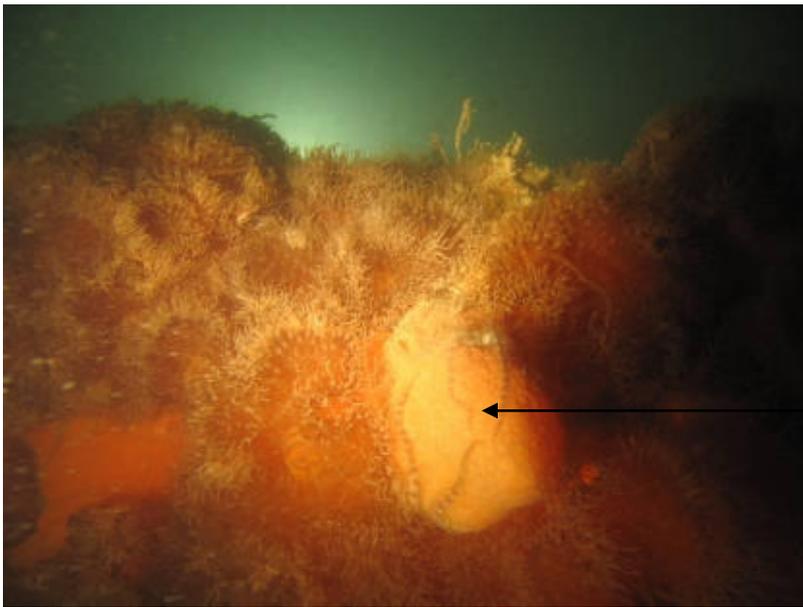
← Ophiures
Ophiothrix fragilis

← Anémone bijou
Corynactis viridis

Figure 26 : Illustration des principales espèces des amas chaotiques 30M.

Les phénomènes d'abrasion dus aux mouvements sédimentaires perturbent l'installation durable des espèces. A cette interface module/sédiment ont été observées de nombreuses anémones de sable *Taelia felina*.

Uniquement quelques pousses d'alcyons ont été répertoriées sur les parois des amas malgré le grand développement de cette espèce sur le gros module situé à quelques centaines de mètres. Il est possible que la présence de cette espèce en termes de nombre et de densité se renforce dans les années à venir.



Développement d'alcyon
(*Alcyonium digitatum*)

6.7.2.2 Faune vagile

Les espèces vagiles résidentes sont principalement les mêmes que dans les autres structures : tacauds et congres pour les poissons et quelques crustacés (tourteaux).



Figure 27 : Tourteau sur le rebord d'un module de l'amas chaotique.

Cependant, comme signalé précédemment, le manque de visibilité (20-30cm), ne permet pas d'apprécier toute la faune vagile gravitant dans ou autour des modules et certains poissons n'ont donc peut-être pas pu être détectés. Quelques étoiles de mer épineuses (*Marthasterias glacialis*) ont été observées ponctuellement.

6.7.3 Comparaisons avec les années précédentes

Comme pour le gros module, il est constaté une augmentation générale des densités et des tailles des espèces pérennes caractéristiques. Le peuplement est largement dominé par les cnidaires des genres *Metridium* et *Corynactis*. Peu d'alcyons sont présents sur les structures contrairement au gros module. Les densités des espèces dominantes ont explosé depuis 2006 et le recouvrement quasi-total sur certaines parois ne laissant que peu de place aux zones colonisées par les espèces non-climaciques (strate arbustive à hydraires et bryozoaires).

Concernant l'amas chaotique du site du Croisic, les densités d'espèces pérennantes climaciques ont largement évoluées depuis 2006 atteignant des proportions localement remarquables. L'état de maturité est également avancé et proche d'un stade final. Les densités d'espèces peuvent toutefois encore se renforcer sur certaines parties. La pérennité n'est pas remise en cause et aucune dégradation n'est observée depuis le dernier suivi.

6.8 LE CROISIC – AMAS ORGANISÉ 30M

6.8.1 Evolution structurelle du module

Aucune dégradation structurelle flagrante n'a été observée sur les amas organisés. Les modules ont conservés leur agencement initial. L'enfouissement est variable selon les orientations mais globalement très faible (20-30cm).

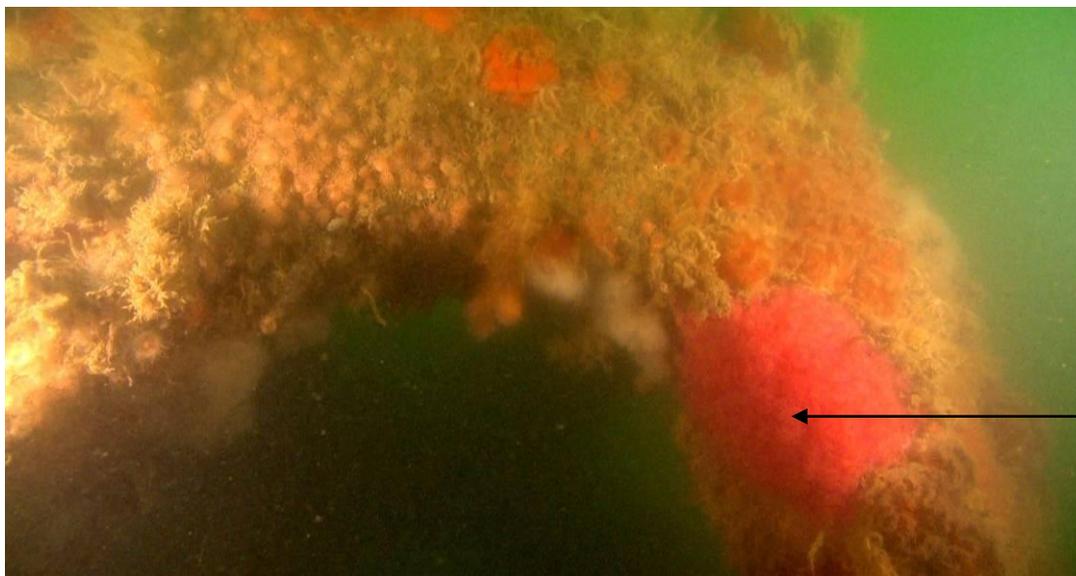


Figure 28 : Ensamblage de l'amas organisé : nul (en haut) à faible (en bas).

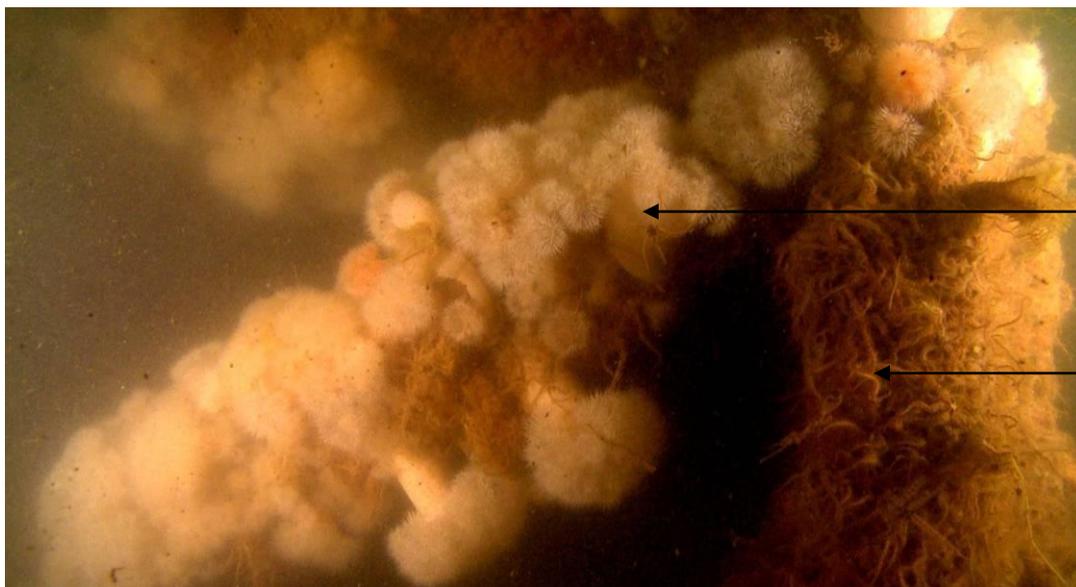
6.8.2 Description biologique des peuplements

6.8.2.1 Faune fixée

La couverture des modules est, comme pour les autres amas chaotiques, largement dominée par les anémones plumeuses *Metridium senile*. Le recouvrement des parois et plus spécifiquement des parties horizontales est très importante par les ophiures (*Ophiothrix fragilis*) ce qui masque le peuplement fixé en sous-strate. Cette sous-strate est toutefois composée de touffes d'hydraires et de jaunes anémones en développement. Dans les parties les plus basses de la structure sont rencontrées les anémones *Taelia felina*. Dans les parties les plus abritées, comme sur les autres modules, des tâches d'anémones bijou (*Corynactis viridis*) sont bien représentées.



← Anémone bijou
Corynactis viridis



← Anémone plumeuse
Metridium senile

← Hydraires

Figure 29 : Illustration du peuplement type de l'amas organisé 30M.

Voir Planche 13 : Illustration des peuplements biologiques de l'amas organisé 30M.

6.8.2.2 Faune vagile

Les espèces mobiles présentes en grande densité ont été évoquées auparavant : il s'agit des ophiures (*Ophiothrix fragilis*), de quelques comatules (*Antedon bifida*) et étoiles de mer (*Asterias rubens*). Les crustacés observés sont des tourteaux.



Figure 29 : Tourteau sous l'arête d'un module de l'amas organisé 30M.

Les espèces de poissons associées aux amas organisés sont les tacauds et les congres. Un lieu de grande taille a également été observé à l'intérieur de la structure.

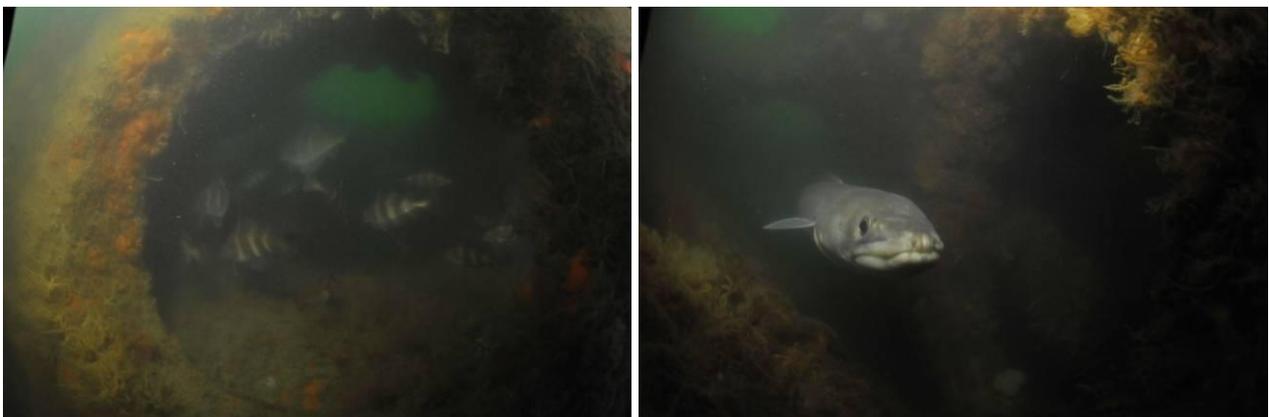


Figure 30 : Tacauds et congre dans les amas organisés 30M.

A proximité du sable, à l'intérieur d'un des modules a été répertoriés de nombreux juvéniles de poissons (tacauds *Trisopterus luscus*) profitant de l'abri apporté par le récif.



Figure 31 : Présence de juvéniles de poissons à l'intérieur d'un module de l'amas organisé 30M.

6.8.3 Comparaison avec les années précédentes

Comme pour les modules des sites du Croisic, les densités d'espèces pérennes caractéristiques des stades climaciques ont se sont largement renforcées depuis 2006. Ces espèces étaient présentes en 2006 mais de manière éparse, clairsemées sur les parois. Désormais, ce sont des pans entiers des récifs qui sont recouvert de ces espèces. Les parties supérieures sont toujours couvertes de nombreuses ophiures et de manière générale présente une tendance plus importante à l'ensablement.

Le stade de maturation est globalement bien avancé et les densités en espèces pérennes ont été largement renforcées depuis 2006. Ces densités vont encore se renforcer sur certaines parties moins colonisées, les structures étant stables dans le temps et ne présentant pas de signes de dégradation ou d'ensablement très important.

7 DISCUSSION

Par rapport aux années de suivis précédentes, il est flagrant que les modules ont continué d'évoluer dans leur phase de prédestination/maturation. La régression des densités d'espèces pionnières (voire leur disparition sur les modules les plus matures) telles que les annélides polychètes à tube calcaire (*Serpulidae*, *Pomatoceros*), le développement d'espèces pluri-annuelles (anthozoaires tels que les anémones *Metridium senile*, *Actinothoe sphyrodeta*, *Corynactis viridis*, des alcyons *Alcyonium digitatum* et des bryozoaires encroûtants, etc.) sont révélateurs d'une maturation des peuplements de macroinvertébrés « sessiles » (c'est-à-dire fixés sur le substrat). Toutefois, l'absence d'espèces sessiles arborescentes ou érigées (spongiaires, bryozoaires type *Pentapora sp.*) et des couvertures en phase d'expansion de certaines anémones coloniales (*Corynactis viridis*) montrent que le peuplement n'a pas atteint un développement terminal stable (climax) et continue d'évoluer. Toutefois, le niveau de développement est différent selon les sites et selon les types de modules. **D'une manière générale, la densité et le niveau de développement des espèces pérennes est significativement plus important sur les sites présentant des apports trophiques importants.** En effet, les sites peu profonds de l'île d'Yeu et ceux du Croisic, présentent, toutes structures confondues les niveaux de colonisation les plus importants. **Ils sont dans un stade où la plupart des espèces sont représentées dans des grandes densités et des tailles d'individus importantes.** Ils sont donc à un stade où les peuplements sont matures et où les relations interspécifiques (compétition pour l'espace) vont se renforcer.

L'évolution va potentiellement tendre vers une colonisation totale de la surface des structures ainsi que le développement croissant d'espèces pluri-annuelles qui vont entrer en compétition inter-spécifique pour l'espace et l'accès à la ressource alimentaire : augmentation des densités et des tailles des espèces dressées de grande taille (spongiaires, anthozoaires), notamment pour l'œillet de mer *Metridium senile* et l'alcyon *Alcyonium digitatum*. Ce sont désormais des facteurs biotiques qui régissent la structuration des peuplements par inter-relations biologiques faisant suite aux facteurs abiotiques environnementaux (température, lumière, etc.) qui ont conditionné le début de la colonisation.

Concernant les espèces vagiles (mobiles), on peut supposer un développement croissant de prédateurs et brouteurs telles que les étoiles de mer et les oursins peu observés dans les investigations précédentes. La faible présence de micro-habitats (micro-failles, petits surplombs) ne facilite pas l'implantation de vertébrés benthiques tels que blennies et gobies ou des crustacés de petite taille (galathées, crevettes) qui sont affiliés à ce type d'habitats. La modification progressive des structures (fissures, affouillement aux embases, micro-fractures) peut potentiellement favoriser l'apparition de ces espèces cryptiques et donc augmenter la diversité biologique à proximité des structures.

La mise en place d'un réel réseau trophique apparaît plus clairement dans cette année de suivi, principalement par la diversité des régimes trophiques des espèces observées. En effet, les premiers individus à pouvoir utiliser les récifs sont les suspensivores qui filtrent le plancton dans la masse d'eau. Ils

trouvent dans les récifs un substrat pour se fixer. Les suspensivores sont donc les premiers colonisateurs des structures. Ils sont par la suite accompagnés d'autres espèces profitant d'un nouvel habitat et de nourriture. Les espèces en présence appartiennent désormais aux groupes des brouteurs (oursins), prédateurs (étoiles de mer), nécrophages (crustacés), carnivores (poissons). Une partie du peuplement n'a pas vraiment pu être prise en considération lors des investigations du fait de l'absence de plaques remontées en surface comme les autres années. Cette partie du peuplement concerne les organismes de petite taille (principalement crustacés amphipodes et annélides polychètes) qui colonisent les structures en profitant d'un habitat parmi les autres organismes dressés. Ces petites espèces sont à la base de la chaîne alimentaire et participe à la fonctionnalité de l'effet récif. Même si dans un premier temps, le récif joue un rôle attracteur, entraînant le déplacement de certains individus des zones adjacentes vers le récif, une réelle production de biomasse est en cours sur les récifs.

Les communautés profitant des récifs ne sont pas figées dans le temps : comme pour les zones naturelles, le récif est fréquenté par des espèces permanentes et des espèces qui l'utilisent pendant une partie de leur histoire de vie, de la journée, de la saison ou de l'année.

Les espèces mobiles observées sur les récifs sont principalement des espèces d'intérêt commercial (plus ou moins important). Les tacauds et les congros restent les espèces de poissons les plus fortement représentées. Des lieux de grande taille ont été observés pour la première fois lors de cette campagne de suivi (modules profonds de l'île d'Yeu et sites du Croisic) gravitant dans l'enceinte des structures. De plus, les crustacés rencontrés sur les modules ont également un intérêt halieutique certain. Il s'agit des étrilles, tourteaux et araignées. Ces espèces cryptiques bénéficient à la fois de l'effet habitat des récifs mais aussi de celui de l'apport nutritif de la biomasse créée. Les conditions d'observation en plongée (manque de visibilité et dérangement de la faune mobile par les bulles) ont probablement empêché d'apprécier dans sa totalité le peuplement de poissons gravitant autour des récifs.

Type de récif artificiel	Etat de la structure	Niveau de colonisation
Gros Module 47M	Affaissement, nombreuses fractures	Maturation préclimacique
Amas Chaotique 47M	Léger ensouillement	Maturation préclimacique
Amas Organisé 20M	Léger ensouillement	Maturation préclimacique avancée
Amas Chaotique 20M	Léger ensouillement	Maturation préclimacique avancée
Gros Module 20M	Certainement détruit	?

Tableau 8 : Bilan structurel et biologique des récifs artificiels de l'île d'Yeu.

Type de récif artificiel	Etat de la structure	Niveau de colonisation
Gros Module 30M	Affaissement, nombreuses fractures	Fin de maturation préclimacique
Amas Chaotique 30M	Léger ensouillement	Maturation préclimacique avancée
Amas Organisé 30M	Léger ensouillement	Maturation préclimacique avancée

Tableau 9 : Bilan structurel et biologique des récifs artificiels du Croisic.

8 CONCLUSION

D'un point de vue physique : les gros modules ont subi des dégradations structurelles importantes (lignes de fractures, affaissements, chute des plaques horizontales). Leur sensibilité dans le temps semble assez forte sous l'influence des conditions hydrodynamiques. Les amas chaotiques semblent en revanche offrir une plus grande stabilité dans le temps. Ils subissent un certain ensablement (ensouillement) mais qui semble se stabiliser.

D'un point de vue biologique : la présence d'espèces typiques de substrats rocheux naturels (alcyon *Alcyonium digitatum*, anémone plumeuse *Metridium senile*, anémone bijou *Corynactis viridis*, anémone marguerite *Actinothoe sphyrodeta*) et la diversification du peuplement en termes de structure trophique (diminution de la dominance des suspensivores) conduisent à une harmonisation des peuplements benthiques pourraient indiquer que la biocénose qui s'est mise en place sur les récifs artificiels tend vers un état équilibre. La présence d'espèces vagiles est relativement développée. Même si les peuplements de poissons sont peu diversifiés (majoritairement des Tacauds et des Congres), plusieurs espèces observées ont un intérêt halieutique certain (Araignées, Etrilles, Tourteaux, Lieus). Toutefois, le manque de visibilité et les bulles des plongeurs ont probablement empêché d'apprécier dans sa totalité le peuplement de poissons gravitant autour des récifs.

La maturité des peuplements paraît plus avancée pour les modules soumis à des apports trophiques importants : les sites peu profonds de l'île d'Yeu (Amas Chaotique 20m, Amas Organisé 20m) et du Croisic (Gros Module 30m, Amas Chaotique 30m, Amas Organisé 30m) que pour les modules profonds (Yeu 47M). La disponibilité des larves, de la disponibilité de la nourriture et la distance aux zones rocheuses peuvent expliquer ces différences dans la dynamique de colonisation. La vitesse de colonisation sur les sites de l'île d'Yeu est modifiée par rapport aux conclusions de l'avancement en 2006. En effet, il était alors constaté une plus grande maturité des modules profonds par rapports au site peu profond (hypothèse de dépôt de MES qui ralentissait la colonisation). Cette observation est contraire suite à ce bilan après 5 ans d'immersion où il semble que les apports importants des eaux les plus chargées favorisent la maturation du récif.

Les peuplements sont amenés à encore évoluer (Croisic, Yeu 20M) et à se complexifier (Yeu profond). Les densités d'espèces de la roche (Alcyons, différentes espèces d'anémones notamment *Metridium senile*) sont fortement représentées les modules les plus matures et jouent un rôle important d'accueil d'espèces accessoires (principalement des petits crustacés isopodes/amphipodes) qui constituent une base de nourriture pour les espèces de

niveau trophique supérieur. Le rôle trophique des modules est donc réellement initié par la complexification des structures due au fouling et à son potentiel d'accueil d'espèces associées.

L'aspect paysager est également remarquable dans les modules les plus matures, reflétant les associations d'espèces caractéristiques des faciès à anthozoaires du circalittoral du nord du Golfe de Gascogne. Le rôle de soutien à la 'biodiversité' et à l'esthétique des paysages sous-marin est réel et peut apporter des fonctionnalités nouvelles aux récifs comme la sensibilisation à l'environnement marin ou à l'expérimentation scientifique (processus de colonisation).

Les résultats obtenus à la suite de ce nouveau suivi confortent les principales conclusions issues des observations antérieures. Au final, cette expérimentation d'immersion de récifs artificiels a permis de répondre aux questions posées initialement (faisabilité d'une telle immersion, résistances physiques des structures, influence des sites d'immersion, etc...)

Nous disposons donc d'une information vérifiée sur les structures les plus adéquates (forme, volumes internes, etc) au cas où une expérience à plus grande échelle devrait être tentée.

9 FICHE SIGNALÉTIQUE ET DOCUMENTAIRE

Renseignements généraux concernant le document envoyé	
Titre de l'étude	Inspection des récifs artificiels des sites expérimentaux de l'île d'Yeu et du Croisic
Nombre de pages/planches	47/13
Maître d'Ouvrage	COREPEM
Maître d'Oeuvre	COREPEM
N° marché / Date de notification	Bon de commande du 10/05/2009

Historique des envois				
Documents envoyés	Exemplaires papier	Exemplaires CD-ROM	Format PDF	N° récépissé
Rapport provisoire	1			JPD_002_1109
Rapport définitif	3	1	1	JPD_001_0710

Intervenants dans l'élaboration des documents
Florian Labadie (plongées et rédaction), Julien Dubreuil (plongées et rédaction), Gwenaël Cosmao, Benoît Poyelle, Didier Grosdemange (plongées), Emmanuel Donfut (images sous-marines), Yves Gladu.

Réunions, visites			
Objet	Date	Intervenants	Lieu
Réunion de cadrage			
Réunion d'étape			
Réunion de rendu	20/01/2010	JPD	Nantes

Missions terrain			
Objet	Date	Intervenants	Lieu
Investigations terrain	6 au 10/09/2009	PB,DG,GC,BP,JPD	Ile d'Yeu
	24et25/06/2010	FPL,JPD,MD,YG	Croisic

Contrôle Qualité		
	Niveau 1	Niveau 2
Contrôlé par	JPD	DG
Date	05/08/2010	09/08/2010
Signature		

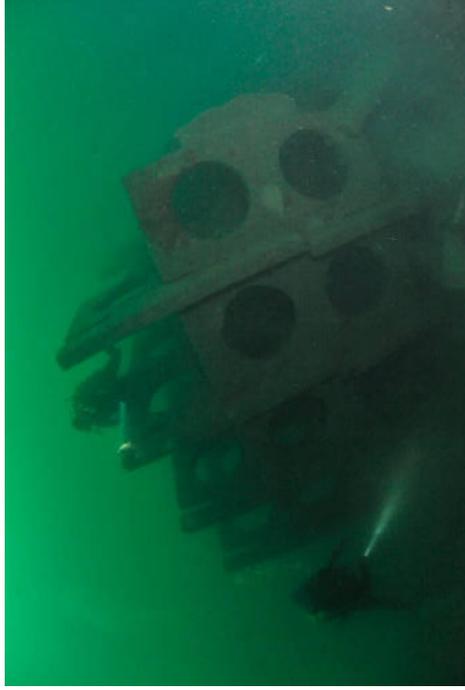


Illustration de l'affaissement général de la structure et la chute des plaques horizontales. Hauteur maximum atteinte de 3.5m contre 6m à l'immersion.



Mouvement des plaques internes dont certaines sortent du module.

Zones de fracture importantes sur les bords latéraux.



Le cnidaire *Metridium senile* ou anémone plumeuse est l'espèce de grande taille présentant la plus grande couverture sur les parois du récif



Le cnidaire *Actinothoe sphyrodeta* et l'ascidie *Botryllus schosseri* (jaune)



Vue rapprochée d'une paroi de récif



L'étoile de mer épineuse *Marthasterias glacialis*



Vue rapprochée d'une paroi de récif





Aperçu général de l'échantillon biologique prélevé par grattage

Le Serpulidae *Pomatoceros triqueter*

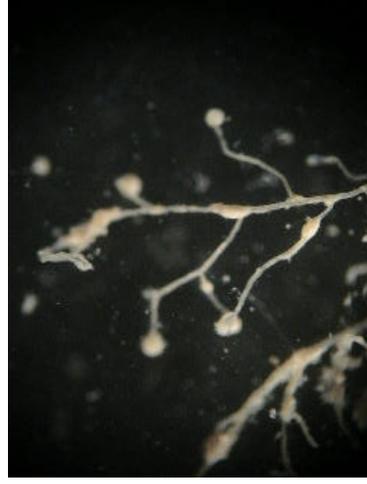


Ophiotrix fragili

Nassarius reticulatus

Galathea intermedia

Ophiura albida



Hydraire indéterminé

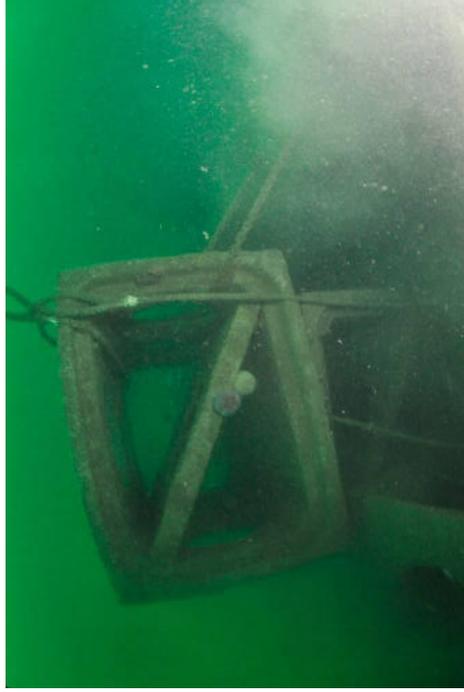
Tubularia sp.

Modiolarca tumida

Epizoanthus couchii



L'ensablement des structures est resté le même depuis les derniers suivis. L'agencement des récifs entre eux n'a pas évolué.

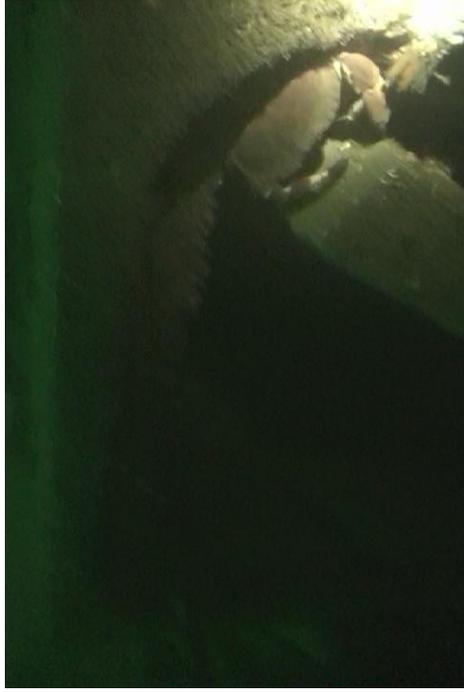




Le congre Conger derrière les oursins *Echnius esculentus*



Peuplements à Hydraires indéterminés



Le crabe dormeur *Cancer pagurus*



Fortes densités à *Metridium senile* sur un rebord de la structure



L'araignée de mer *Maja squinado*



Aperçu général de l'échantillon biologique prélevé par grattage



Conilera cylindracea



Crustacé indéterminé



Amphipholis squamata



Nassarius reticulatus



Ophiothrix fragilis



Tube calcaire de *Pomatoceros triquetter*



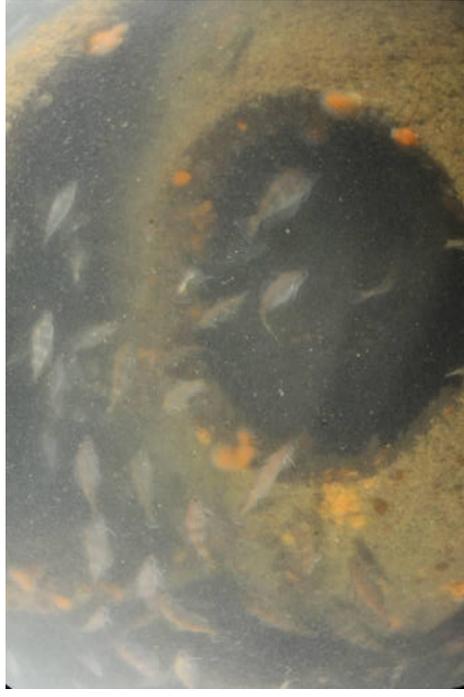
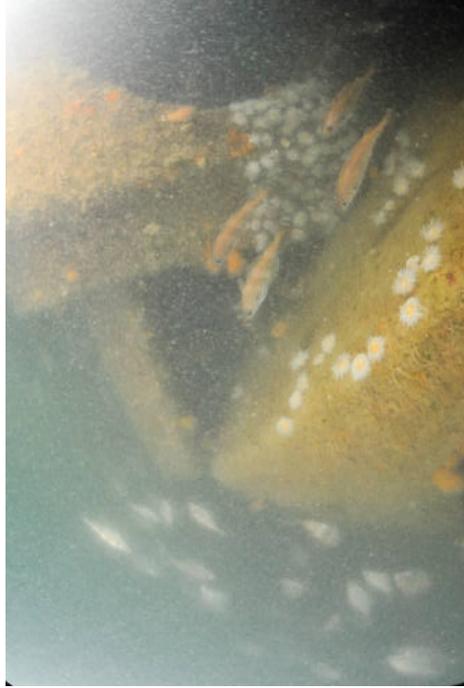
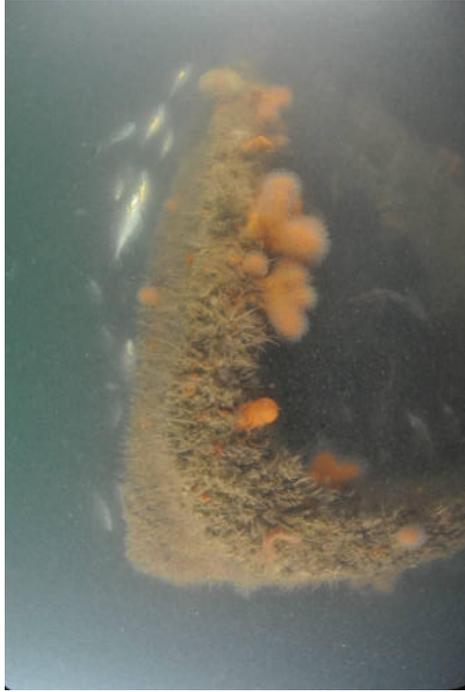
Le serpulidae *Hydroides elegans*

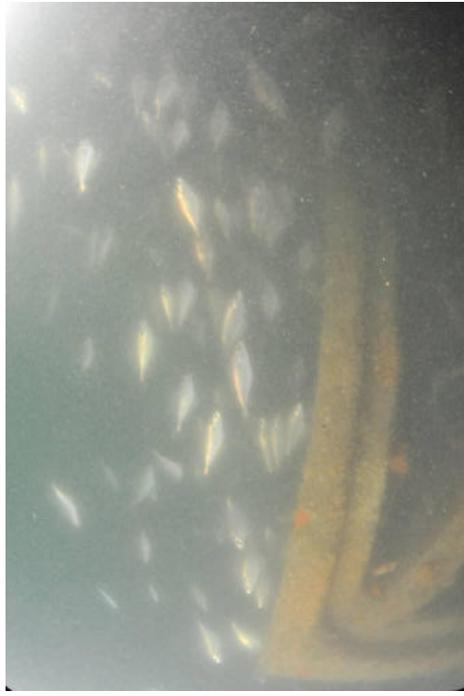
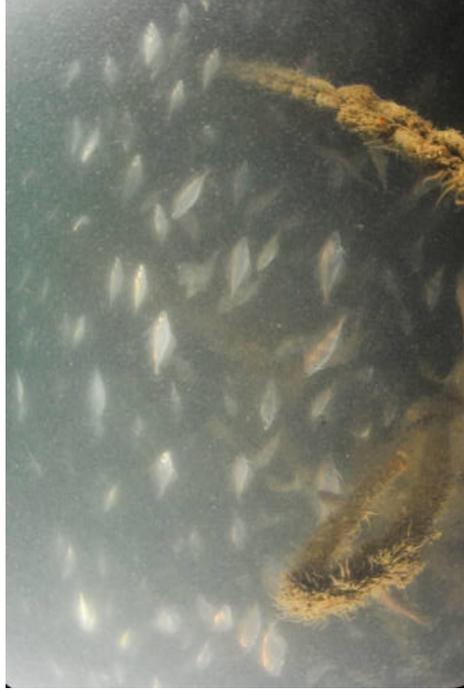
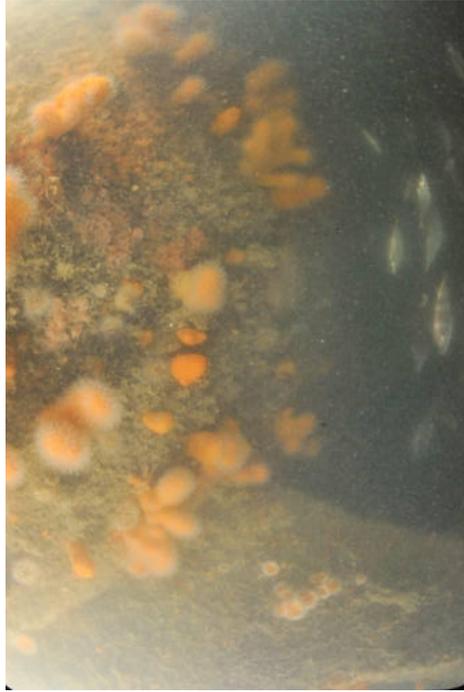


Ascidia mentula



Neritidae sp.



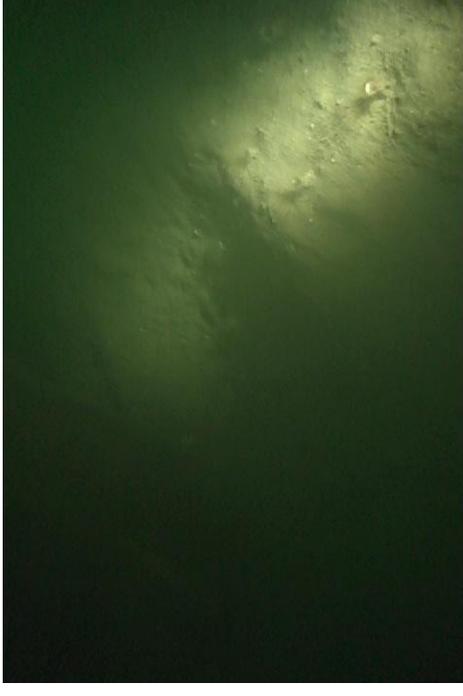




Anthozoaire *Metridium senile* fixée sur l'entrée d'un trou circulaire



Colonies de *Metridium senile*



Affouillement dans le sédiment créé à la base de la structure



Aperçu au premier plan (haut à droite) d'une araignée de mer (*Maja squinado*)



Fixation de peuplement sessile sur les parois verticales



Passage furtif d'un congre *Conger conger*

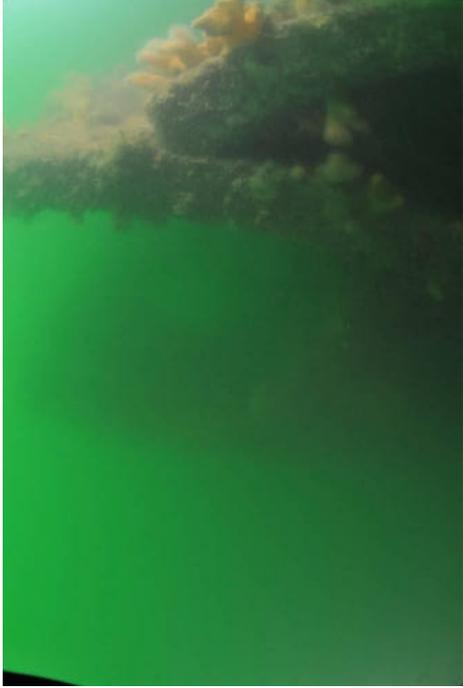


Illustration de l'affaissement général de la structure et chute des plaques supérieures.



Plaques enchevêtrées dans la partie la plus basse du module



Bord latéral



Reste de plaque supérieure



Vue générale de la colonisation des parois du gros module : les deux espèces principales (*Alcyonium digitatum* et *Metridium senile*) sont présentes dans des densités très importantes



Face supérieure de la structure



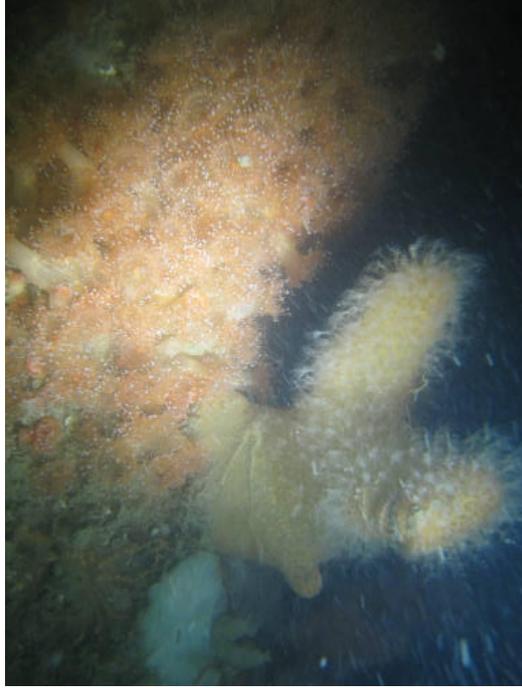
Paroi latérale extérieure



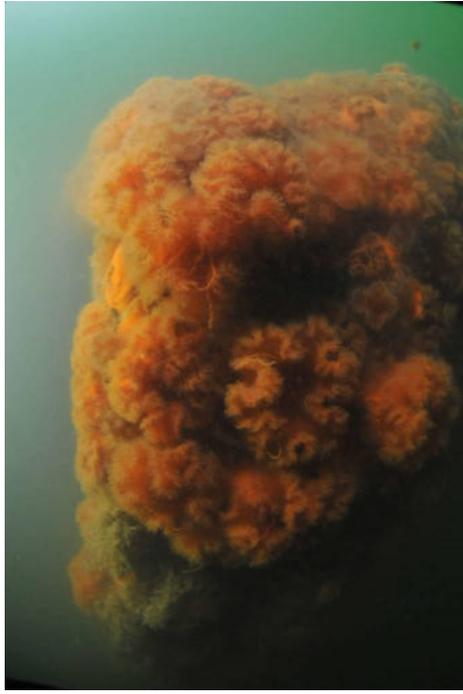
Paroi latérale intérieure



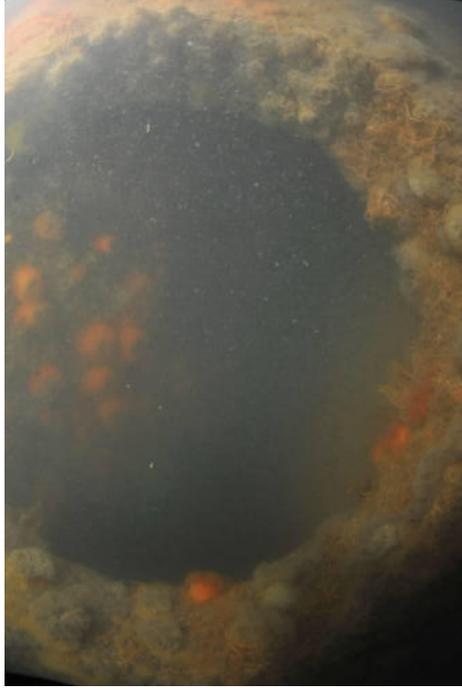
Vues de la partie supérieure la plus haute du récif : recouvrement quasi-total en espèces pérennaes : Alcyons et anémones plumeuses



Vue d'une partie latérale de la structure : fort développement d'alcyons et d'anémones bijou



Les amas sont couverts d'anémones plumeuses *Metridium senile* qui constituent le peuplement majoritaire.





L'anémone plumeuse *Metridium senile*.

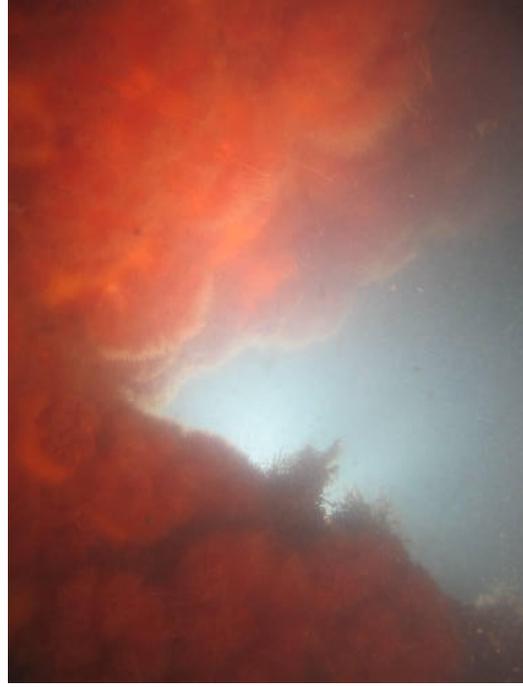
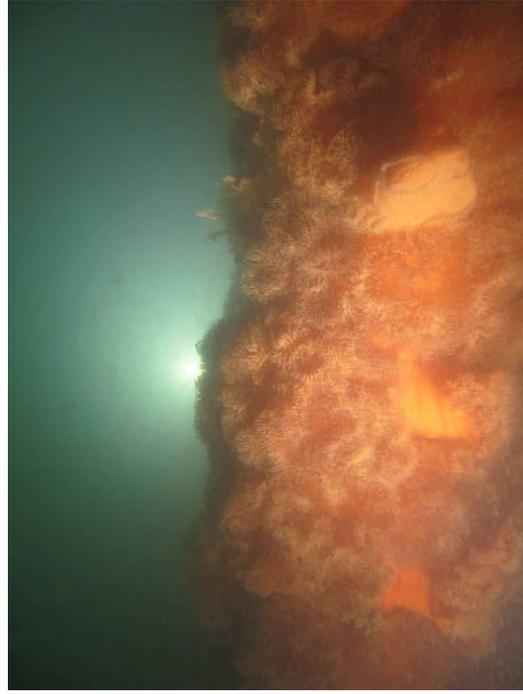
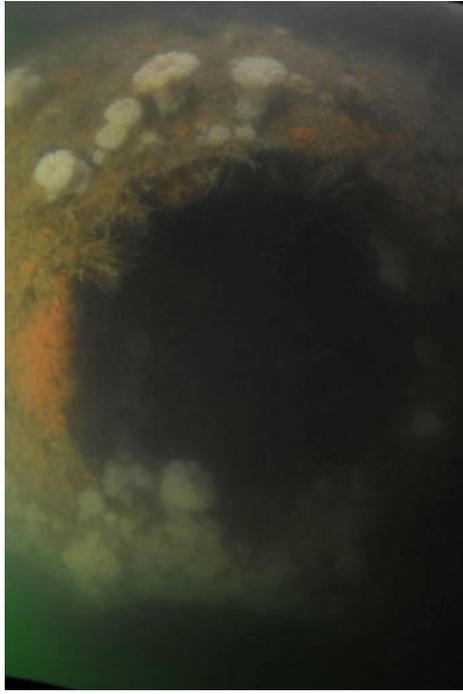


Illustration du peuplement localement très dense des anémones plumeuses sur les parois externes et internes du récif.



Vue de l'intérieur de l'amas organisé dont la structure est restée stable depuis l'immersion.



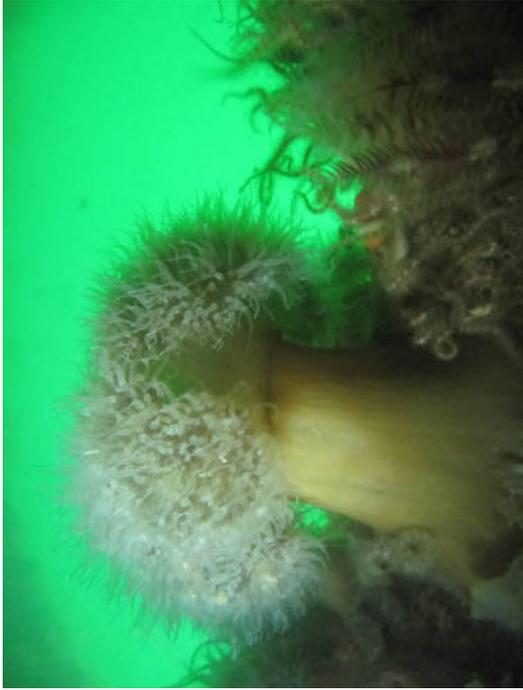
Peu d'affouillement au droit des modules



Peuplement dense à *Metridium senile*



Surfaces horizontales couvertes d'ophiures



Anémones plumeuses *Metridium senile*



Parties supérieures et certaines parois au peuplement moins denses en espèces de grande taille et recouvertes d'ophiures



Tacauds à l'intérieur de la structure