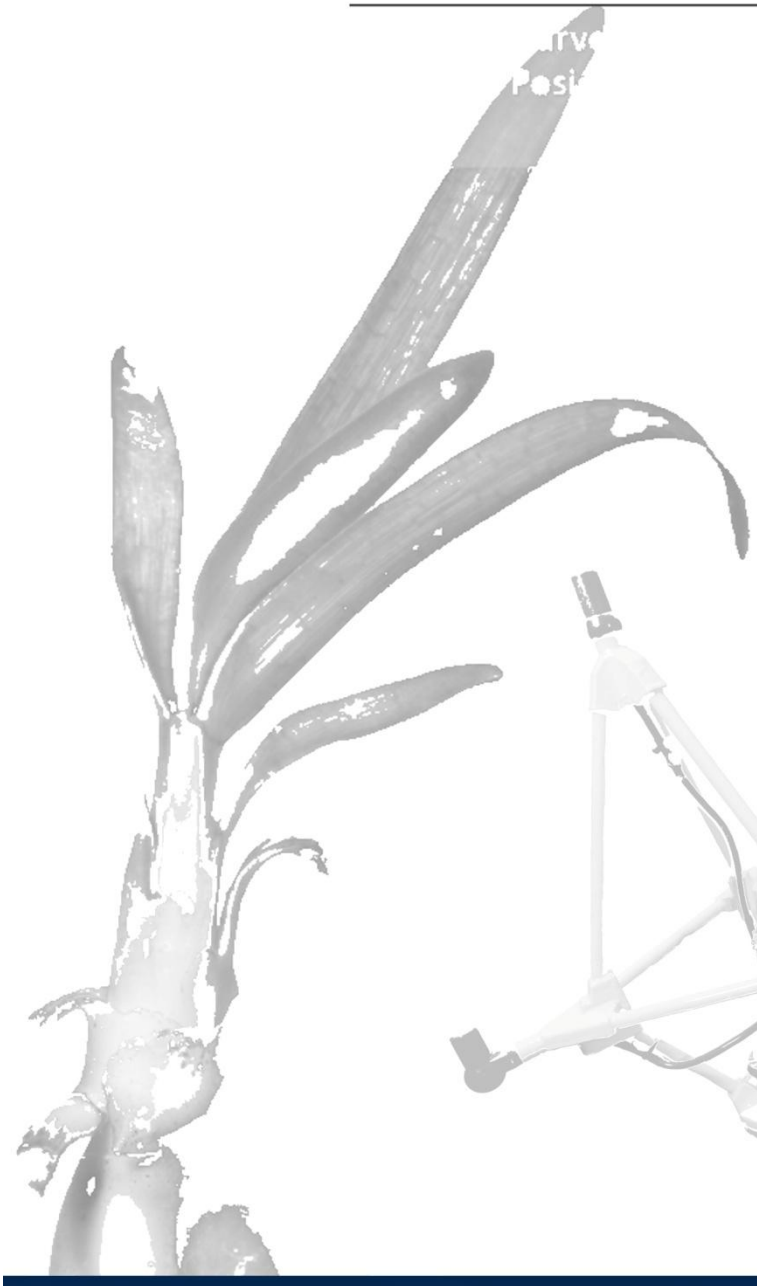
RECOR
Réseau de suivi des assemblages Coralligènes

TEMPO
Réseau de surveillance des herbiers de posidonie

agence de l'eau
RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE
établissement public de l'État

Mise en place et développement des réseaux DCE
Suivis pour l'année 2014 - Région Corse



- Microcartographie des herbiers par télémétrie acoustique - réseau TEMPO
- Stations ponctuelles pour suivi biologique de la DCE
- Compléments pour la surveillance du coralligène - réseau RECOR
- Mise à jour et développpement de nouvelles fonctionnalités - Plateforme MEDTRIX
- Valorisation scientifique des réseaux de surveillance du milieu marin

Avril 2015



ANDROMEDE
OCEANOLOGIE
7, place Cassan / Quai des pêcheurs 34 280 Carnon - France
Tel. : 04 67 66 32 48 - contact@andromede-ocean.com
www.andromede-ocean.com



SUIVI POUR L'ANNEE 2014 - REGION CORSE

Le réseau TEMPO a été mis en place à l'initiative de l'Agence de l'eau RMC dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau.

Coordinateur – Pierre BOISSERY, Chargé de mission « littoral ».

Coordination Andromède océanologie:

Florian Holon, Co-gérant – contact mail : florian.holon@andromede-ocean.com

Contact Andromède
Andromède Océanologie

7 place Cassan

34280 Carnon

Tél : +33 4 67 66 32 48

E-mail : www.andromede-ocean.com

Ce document doit être cité sous la forme suivante :

Delaruelle G., Boissery P; Descamp P., Guilbert A., Deter J., Holon.F.. 2015. TEMPO, réseau de surveillance des herbiers de posidonie, suivi des évolutions microsurfaciques et des indicateurs de vitalité.- Analyse des données 2014. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 205 p.

Sommaire

I Introduction : l'herbier à posidonie 0
II Contexte legislatif 1
III Objectifs du réseau TEMPO 2
IV Méthodologie 3
IV.1 Localisation des sites TEMPO 4
IV.2 Cartographie par télémétrie acoustique 0
IV.3 Mesures de vitalité (état de santé) de l'herbier de posidonie 2
IV.4 Qualité écologique des sites et des masses d'eau cotière 7
IV.5 Relevés des perturbations observées sur les sites de terrain 9
V Résultats 10
V.1 Description générale des sites 10
V.2 Masse d'eau FREC04b 15
V.3 Masse d'eau FREC04ac 25
V.4 Masse d'eau FREC01ab 42
V.5 Masse d'eau FREC01c 63
V.6 Masse d'eau FREC01d 70
V.7 Masse d'eau FREC01e 76
V.8 Masse d'eau FREC02ab 82
V.9 Masse d'eau FREC02c 90
V.10 Masse d'eau FREC02d 97
V.11 Masse d'eau FREC03ad 110
V.12 Masse d'eau FREC03c 123
V.13 Masse d'eau FREC03eg 130
VI Synthèse 138
VII Compléments réseaux 2014 156
VII.1 Capteurs de température 156
VII.2 Mise à jour de la plateforme cartographique Medtrix 160
VIII Valorisation scientifique 172
VIII.1 Edition d'un livre 172
VIII.2 Publication Medtrix 177
IX Références bibliographiques 188

I INTRODUCTION : L'HERBIER A POSIDONIE

La Posidonie *Posidonia oceanica* (L.) Delile est une phanérogame endémique de la mer Méditerranée qui peut constituer de véritables prairies sous marines. Cette plante angiosperme est constituée de faisceaux de feuilles (40 à 80 cm de long), de racines et de rhizomes, qui sont des tiges rampantes ou dressées, généralement enfouies dans le sédiment.



Figure 1: [1] La fleur de *Posidonia oceanica* ; [2] Trois fruits dans l'herbier; [3] Graine et fruits de posidonie en train de flotter.

On nomme « matte » l'ensemble constitué par les rhizomes, les écailles (gaines des feuilles caduques), les racines et par le sédiment qui remplit les interstices. Exceptées les feuilles, les parties mortes de la plante sont peu putrescibles, ce qui explique leur longue conservation (plusieurs siècles ou millénaires) à l'intérieur de la matte (Boudouresque *et al*., 2006). La matte sert d'ancrage à l'herbier mais joue également un rôle important dans la stabilisation des fonds.

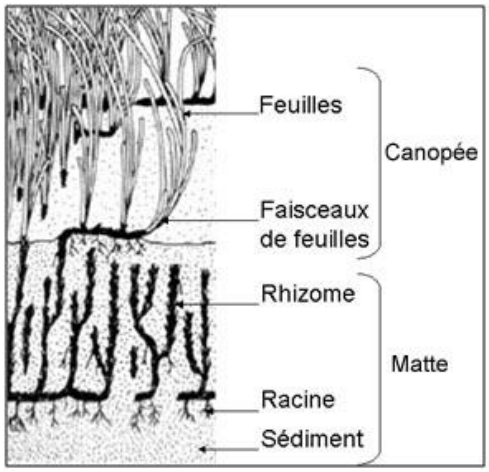


Figure 2 : Représentation schématique d'un herbier de posidonie et sa matte. Modifié d'après Boudouresque et Meinesz (1982).



Figure 3 : Lièvre de mer *Aplysina parvula* ou *Aplysina punctata* sur feuille de posidonie

Les herbiers à *Posidonia oceanica* occupent une surface restreinte (1 et 2 % des fonds de la Méditerranée soit 3.5 à 3.7 millions d'hectares (Rico-Raimondino,1995 ; Pasqualini, 1997) mais constituent la biocénose la plus complexe de Méditerranée (Molinier et Picard, 1952 ; Pérès et Picard, 1964 ; Boudouresque et Meinesz, 1982) et sont à la base de la richesse de ses eaux littorales (Molinier et Picard, 1952 ; Cinelli *et al.*, 1974 ; Boudouresque et Meinesz, 1982). Leur rôle écologique est majeur : production primaire benthique, production d'oxygène (Drew et Jupp, 1976 ; Caye, 1980; Bedhomme *et al*., 1983; Libes *et al*., 1983; Bay, 1978; Giorgi et Thelin, 1983), transparence des eaux par le piégeage des particules en suspension (Blanc et Jeudy De Grissac, 1984), base de nombreuses chaînes alimentaires (Vélimirov, 1984), lieu de frayère, nurserie, abris vis-à-vis des prédateurs ou habitat permanent pour des milliers d'espèces animales et végétales (Boudouresque *et al*., 2006).

La matte héberge une faune particulièrement riche et variée (Wilsie, 1987). Par son action au niveau des équilibres littoraux la matte souterraine stabilise les fonds meubles en agissant comme

un piège à sédiments (Molinier et Picard, 1952), atténuant ainsi l'effet érosif des courants et des vagues sur les littoraux sableux (Blanc et Jeudy De Grissac, 1984 ; Jeudy de Grissac et Boudouresque, 1985 ; Gambi *et al.*, 1989).

L'herbier de Posidonie est considéré comme un écosystème pivot du littoral méditerranéen (Boudouresque et Meinesz, 1982) abritant de nombreuses espèces à divers stades de développement. Elle est sensible aux variations de luminosité (turbidité, niveau de l'eau), craint la dessalure, les températures extrêmes (hautes comme basses) ainsi qu'un hydrodynamisme trop intense. Son importance et ses exigences écologiques en font une espèce bio-indicatrice couramment utilisée pour le suivi de la qualité de l'eau.



Figure 4 : Herbier à *Posidonia oceanica*.

Malheureusement, dans de nombreux secteurs du littoral méditerranéen, les herbiers de Posidonie connaissent de fortes régressions. Les facteurs d'impact avancés sont divers : aménagements côtiers (emprises directes, modifications de l'hydrodynamisme et de la sédimentation), pollutions (hydrocarbures, pesticides, métaux lourds, matière organique, matières en suspension, macro déchets), ancrages, etc. (Boudouresque *et al.*, 2009). Pour l'ensemble de ces raisons, en France, la Posidonie est une espèce protégée depuis 1976 (loi sur la protection de la nature, arrêté du 19.07.1988). Les herbiers de Posidonie sont également préservés par le décret du 20.09.89 et sont identifiés au niveau européen comme des « habitats prioritaires» dans la liste des «habitats naturels d'intérêt communautaire» de l'annexe I de la Directive Habitat (Directive 92/43, CEE).

II CONTEXTE LEGISLATIF

La Directive-Cadre Eau (DCE) Européenne (2000/60/CE du 23 octobre 2000) est effective en droit Français depuis le 4 Avril 2004. Elle définit, pour les états membres, un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique au plan européen. Elle fixe des objectifs ambitieux pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (eaux douces, eaux côtières et eaux souterraines). Elle demande que tous les milieux aquatiques soient dans un bon état écologique d'ici 2015 sauf si des raisons d'ordre technique ou économique justifient que cet objectif ne soit pas atteint.

La DCE conforte les actions menées jusqu'ici par l'Agence de l'Eau *via* le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) : gestion par bassin versant, gestion équilibrée de la gestion en eau et participation des acteurs. Néanmoins, elle va plus loin en introduisant trois innovations majeures :

- la fixation d'objectifs environnementaux (bon état écologique des masses d'eau) ;

- la prise en compte des conséquences environnementales des activités socio-économiques ;

- la participation de tout public.

Pour les eaux superficielles, le « bon état écologique » (figure suivante) est défini par :

- un bon état chimique de l'eau, ce dernier étant apprécié au regard des normes d'usage ;

- un bon ou très bon état écologique apprécié selon un panel d'indicateurs biologiques.

NB : Le statut de « bon état » n'est obtenu que si l'état écologique (et donc physico-chimique et biologique) et l'état chimique sont « bons » ou « très bons ». C'est le paramètre le plus déclassant qui détermine le « bon état » de la masse d'eau. Modifié d'après ***http://wwz.ifremer.fr/lareunion/Les-projets/DCE***

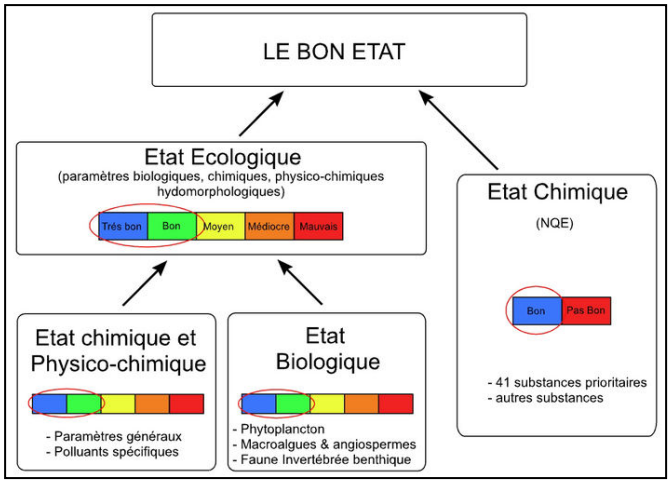


Figure 5 : Définition et évaluation de l'état des masses d'eau.

Différents éléments biologiques ont ainsi été définis pour mesurer l'état écologique des masses d'eaux côtières[1] :

- le phytoplancton ;
- les macro-algues ;
- Les angiospermes dont l'herbier de Posidonies en mer méditerranée ;
- le benthos (de substrat meuble ou rocheux).

Concernant l'herbier de Posidonies, l'indice global reflétant l'état de santé générale de cette phanérogame prend en compte :

- la densité des faisceaux ;
- la couverture épiphytique ;
- la biométrie et la structure de la matte ;
- la profondeur et la dynamique de la limite inférieure.

Densité de faisceaux et profondeur/dynamique de la limite inférieure sont les paramètres plus particulièrement visés pour la surveillance des herbiers par le réseau TEMPO.

III OBJECTIFS DU RESEAU TEMPO

Soutenu par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, le réseau TEMPO a été créé en 2011 en Corse. Il s'étend sur l'ensemble de la façade méditerranéenne française bordée par les trois régions Corse, Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) et Languedoc-Roussillon (LR).

TEMPO a pour missions de promouvoir l'habitat des herbiers de posidonie et de surveiller à long terme l'évolution de son état. La dynamique des herbiers est suivie par la mesure de densités et de déchaussement de faisceaux ajoutée à une cartographie par télémétrie acoustique de la limite inférieure.

Ces données descriptives et leurs évolutions dans le temps (période de trois ans) et l'espace (minimum d'un site par masse d'eau) complètent l'estimation de la qualité écologique des masses

[1] *« Unité hydrographique » (eau de surface) cohérente, présentant des caractéristiques assez homogènes et pour laquelle, on peut définir un même objectif.* Les masses d'eau constituent le référentiel cartographique élémentaire de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

d'eaux côtières demandée par la Directive-Cadre Eau (2000/60/CE du 23 octobre 2000, DCE) et aident à évaluer l'efficacité des mesures correctives mises en place afin d'atteindre ou maintenir le bon état visé par cette directive.



Figure 6 : Plongeur cartographiant une limite d'herbier de posidonie par télémétrie

Les données issues de TEMPO permettent également de répondre aux objectifs environnementaux de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (2008/56/CE du 17 juin 2008, DCSMM) comme par exemple le maintien ou le rétablissement de la biodiversité et du fonctionnement des écosystèmes des fonds côtiers, le renforcement et la conservation des zones de d'herbiers ou l'identification des sites présentant des habitats naturels dégradés.

En 2014 deux autres objectifs ont été ajoutés au réseau TEMPO :

- Caractériser les herbiers de *Posidonia oceanica* de six stations à -15 mètres (profondeur intermédiaire) situées au droit de sites TEMPO existants selon un protocole standardisé (PREI, Gobert *et al*., 2009). Ce protocole permet de calculer un indice de qualité écologique (EQR) permettant d'obtenir une image globale de la qualité des eaux.

- Réaliser un inventaire des peuplements de poissons au sein du quadrat en limite inférieure de l'herbier selon la méthode FAST.

IV METHODOLOGIE

La méthode initiale choisie pour la surveillance de l'herbier à posidonie en limite inférieure prend en compte trois types de mesures : une **description générale du site**, une **cartographie de la limite inférieure de l'herbier à posidonie par télémétrie acoustique**, et des **mesures de vitalité** de l'herbier en limite inférieure. Aucune de ces méthodes n'est destructive.

Sur chaque localité, les coordonnées GPS sont relevées à partir du bateau. Elles correspondent à la localisation des balises permanentes type « géomètre » ancrées dans le sol et marquant les angles du quadrat permanent de télémétrie. Le plongeur note alors la date d'acquisition des données, la température de l'eau, la visibilité, la nature du fond, et la profondeur. Il relève les pressions observées sur le site.

L'herbier est ensuite cartographié et son état de vitalité est estimé *via* la mesure de différents paramètres. Brièvement, la méthode appliquée en limite inférieure consiste en :

i) La cartographie de la limite inférieure (limite d'extension la plus profonde) de l'herbier de posidonie par télémétrie acoustique ;

ii) Des mesures de vitalité (état de santé) de l'herbier de posidonie en limite inférieure :

- Type et profondeur de la limite inférieure
- Densité de faisceaux
- Déchaussement des rhizomes

iii) Des relevés des pressions observées :

- Perturbations physiques
- Perturbations biologiques
- Pollutions

Six nouveaux sites «DCE » (Directive Cadre du l'Eau) ont été ajoutés autour de la Corse en 2014. Pour chacun d'eux, deux secteurs caractéristiques de l'herbier sont suivis selon le **protocole PREI**

(Gobert *et al*., 2009) : la **limite inférieure (LI)** (site TEMPO existant) et la **profondeur intermédiaire à -15 mètres (PI).**

Cinq paramètres sont mesurés pour chaque station (Gobert *et al*., 2009):

- La profondeur de la limite inférieure (secteur LI)

- Le type de limite inférieure (secteur LI)

- La densité de faisceaux (secteur PI)

- La surface foliaire (secteur PI)

- La charge épiphytaire sur les feuilles (secteur PI)

Avec un retour sur site tous les trois ans, TEMPO a parmi ses objectifs le suivi de l'évolution de l'état des herbiers de posidonies dans le temps. Nous comparons les résultats obtenus entre les sites de différentes années et aussi aux données existantes dans la littérature pour des herbiers proches spatialement. La majeure partie de ces données provient du Réseau de Surveillance Posidonie (RSP). Ainsi, 15 limites supérieures et 15 limites inférieures sont suivies en Corse au moins une fois entre 2004 et 2008 (Pergent *et al.*, 2008). 33 points de surveillance sont disposés sur l'ensemble du littoral de la région PACA : 24 sites de surveillance sélectionnés entre 1984 et 1987 et 9 autres sites installés entre 1994 et 1996. Les sites DCE situés à la profondeur intermédiaire de -15 mètres sont comparés aux stations de surveillance mises en place en 2009 en Corse par l'Ifremer (Andral & Sargian, 2010).

IV.1 LOCALISATION DES SITES TEMPO

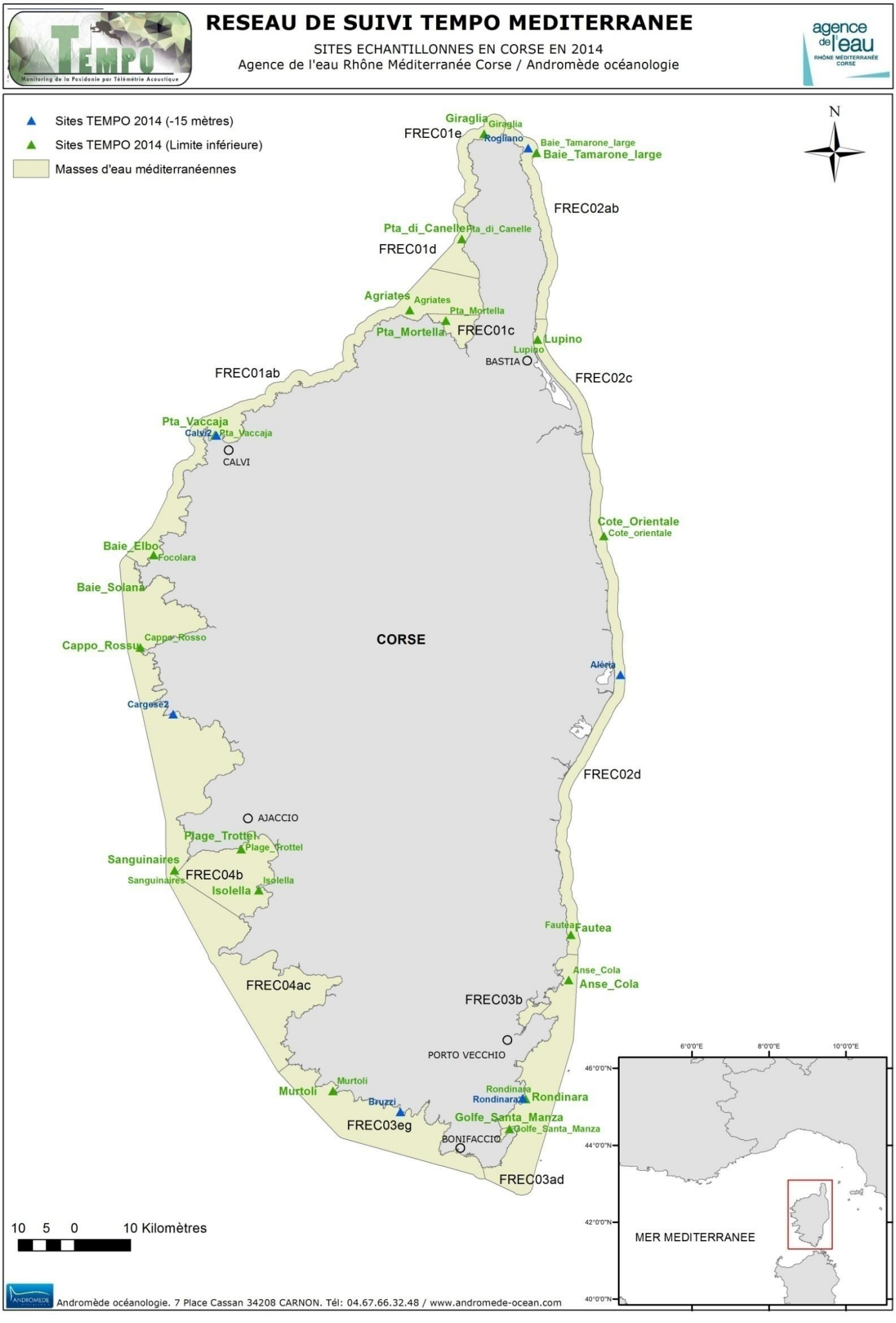
Chaque site TEMPO est suivi à la fin du printemps (mai-juin) tous les trois ans avec un décalage d'un an d'une région à une autre. Les missions de terrain sont réalisées afin d'avoir au minimum un site par masse d'eau côtière.

La première campagne de terrain a été menée en région Corse en 2011 sur 19 stations réparties entre 22 et 40 mètres de fond. En 2012, ce réseau a été complété par 13 sites localisés en région Languedoc-Roussillon et à l'Ouest de la région Provence-Alpes-Côte-D'azur (PACA) répartis entre 5 et 33 mètres de profondeur. La mission TEMPO 2013 a permis de compléter le réseau en PACA par 21 stations situées entre 14 et 36 mètres de fond. En 2014 nous effectuons la seconde campagne en Corse sur 18 sites en limite inférieure et six sites DCE localisés à -15 mètres. Toutes les mesures sont ensuite analysées à la lumière des autres suivis (comparaison spatio-temporelle) et de la littérature disponible.

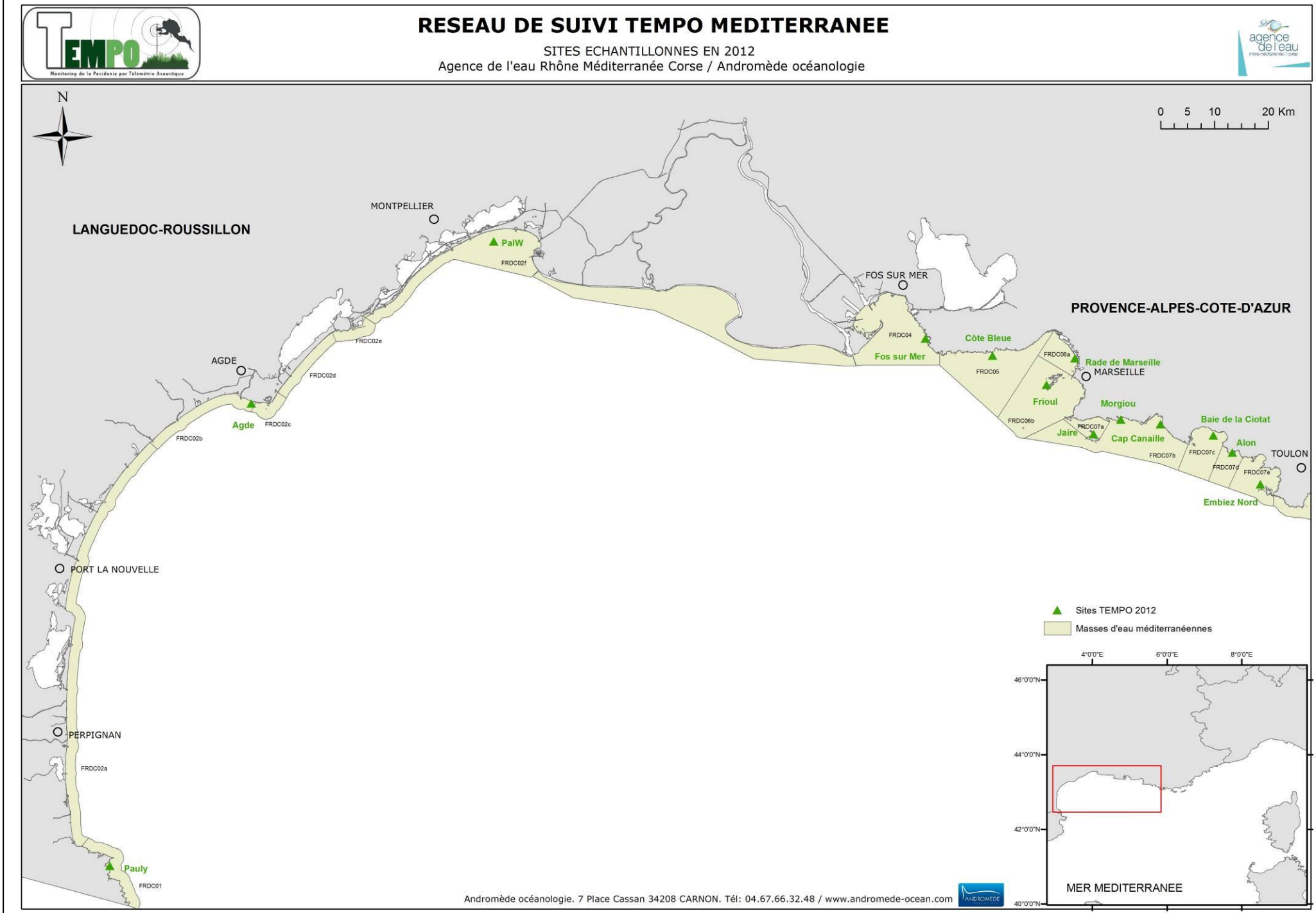
Le choix de ces points respecte à la fois une couverture géographique homogène entre points le long du littoral et une répartition équitable, à la fois dans des zones sensibles, des zones intermédiaires et des zones de référence, selon une influence anthropique variable.

La méthodologie suivie est affinée et améliorée au cours des suivis successifs en fonction de l'expérience acquise par les équipes de terrain et des avancées de la législation et de la recherche.

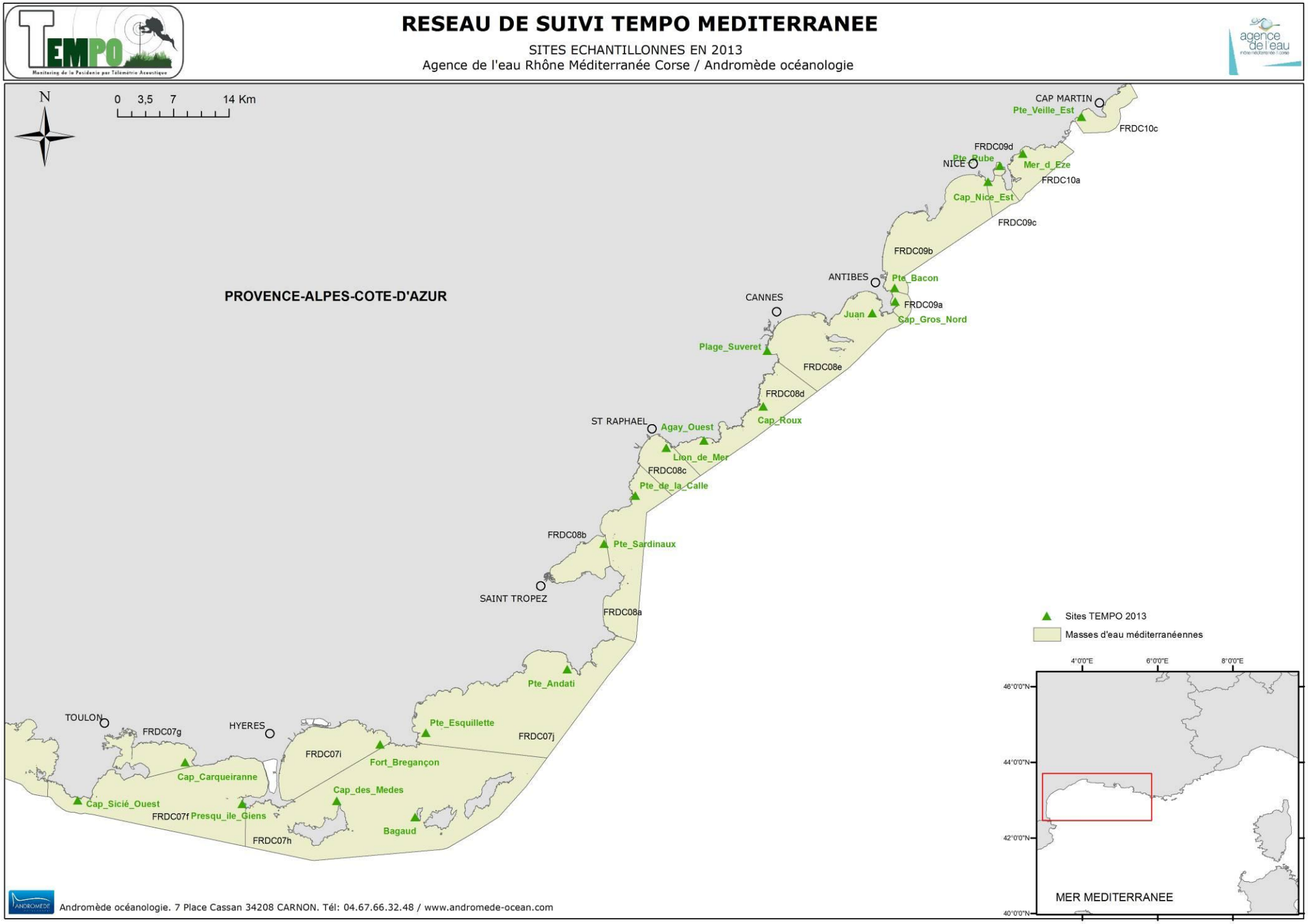
Ce document présente les résultats de la campagne de terrain TEMPO menée en 2014 mais intègre les données de 2011 et 2014 pour les comparaisons entre sites (région Corse). L'ensemble des sites TEMPO sont localisés sur les cartes suivantes.



Carte 1 : Localisation des 24 stations suivies en 2014 dans le cadre de TEMPO et emplacement des masses d'eau côtière.



Carte 2 : Localisation des 13 stations suivies en 2012 dans le cadre de TEMPO et emplacement des masses d'eau côtière.



Carte 3 : Localisation des 21 stations suivies en 2013 dans le cadre de TEMPO et emplacement des masses d'eau côtière.

IV.2 CARTOGRAPHIE PAR TELEMETRIE ACOUSTIQUE



Figure 7 : Plongeur pointant la posidonie

Basée sur un principe d'interférométrie acoustique 3D, la télémétrie acoustique permet le positionnement centimétrique d'objets situés à plusieurs dizaines de mètres d'une antenne immergée à chaque plongée. Le positionnement acoustique est une méthode alternative au balisage classique (type RSP, Charbonnel *et al*., 2000) qui permet de multiplier facilement le nombre de points cartographiés (300 points minimum au lieu d'une dizaine avec la méthode RSP), tout en évitant la pose de nombreuses balises pouvant endommager l'herbier ou être perdues (Descamp *et al*., 2005, Descamp *et al*., 2011). De nombreuses limites inférieures d'herbiers ont d'ores et déjà été cartographiées selon cette méthode (Descamp *et al*., 2007, Descamp *et al*., 2009, Deter *et al*., 2010 et 2011, Descamp *et al*., 2011). Des suivis temporels ont montré sa capacité à mettre en avant progressions ou régressions locales d'herbiers (Deter *et al*., 2010, Descamp *et al*., 2011).



Figure 8 : Plongeur cartographiant la limite inférieure de la posidonie à l'aide du pointeur de l'aquamètre.

Un pointeur mobile et sa canne standard confèrent à l'ensemble une longueur d'un mètre permettant un dégagement par rapport au fond, afin d'éviter les problèmes de réflexions et/ou masquages des ondes acoustiques. Léger et portable, le pointeur est muni d'un mini clavier et d'un écran à cristaux liquides, permettant au plongeur de pointer les limites de l'herbier à positionner et de les stocker en mémoire (la capacité mémoire du pointeur est supérieure à 1500 points). Le pointeur a la capacité d'effectuer 10 relevés par point pour en faire une moyenne afin d'en augmenter la précision. La base accepte jusqu'à huit pointeurs (soit huit plongeurs) simultanément, permettant ainsi d'augmenter la rapidité des relevés.

La limite inférieure de l'herbier située dans ce quadrat permanent est cartographiée très précisément par télémétrie acoustique avec un minimum d'un point tous les 50 cm. La présence et la position de grandes nacres *Pinna nobilis*, espèce protégée, sont également relevées et cartographiées.

Les données recueillies sont récupérées du pointeur sur ordinateur via une interface infrarouge, et traitées par le logiciel de préparation et exploitation des mesures Aqualog de PLSM. Les données sont ensuite importées sous un Système d'Information Géographique (SIG) au format dxf. Chaque type de point relevé (herbier en tâche, faisceau isolé, piquet repère, balise existante) fait l'objet d'une couche spécifique. Le contour des herbiers en tâche ou des limites d'herbiers est réalisé en joignant les points de proche en proche. Le logiciel de SIG permet ensuite de calculer des surfaces et donc de suivre l'évolution de l'herbier en position et en surface.

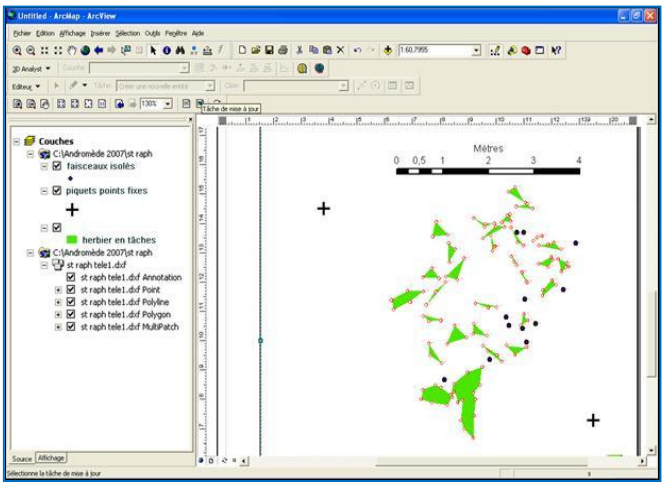


Figure 10 : Exploitation des données sous SIG.

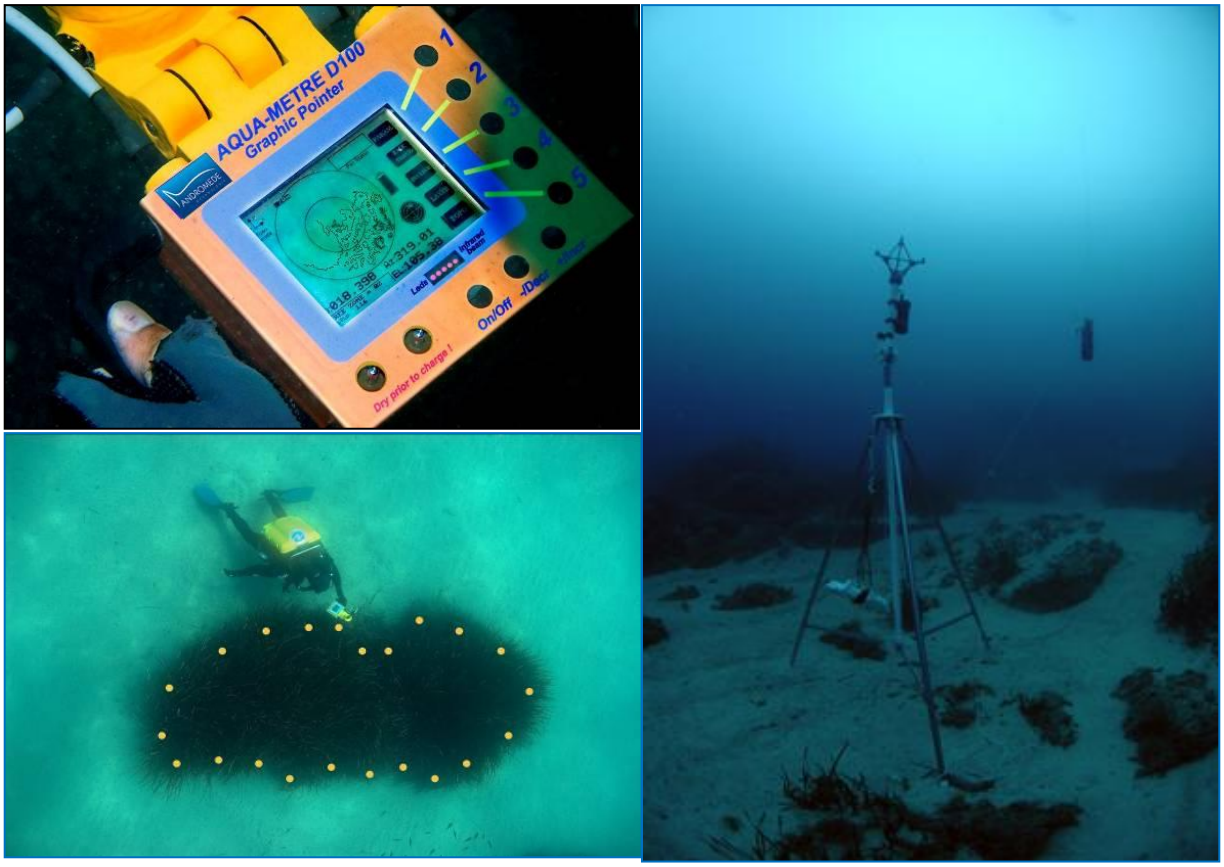


Figure 9 : [1] Mini-clavier et écran à cristaux relié au pointeur de l'aquamètre D100 ; [2] Herbier en tâche en cours de cartographie par un plongeur ; [3] Antenne immergée à chaque plongée et servant au positionnement par télémétrie acoustique.

IV.3 MESURES DE VITALITE (ETAT DE SANTE) DE L'HERBIER DE POSIDONIE

IV.3.1 Type et profondeur de la limite inférieure

La limite d'extension la plus profonde (limite inférieure) de l'herbier est relevée par les plongeurs à l'aide d'un profondimètre électronique. Les profondeurs de limite inférieure considérées comme références sont de 15 m en Languedoc, 22 m en Roussillon, 37 m en PACA (Ifremer 2010) et 40 m en Corse (Pergent *et al*., 2008). Le type de limite est répertorié selon la classification classique de Meinesz et Laurent (1978) et une classification plus récente (Montefalcone 2009).

D'après Montefalcone (2009), neuf types de limites sont dénombrés: une limite clairsemée, franche ou érosive avec pour chacune l'appellation naturelle ou érosive selon la présence ou non de matte morte, une limite régressive avec patchs, régressive avec bandes de posidonies vivantes ou mortes (figure suivante).

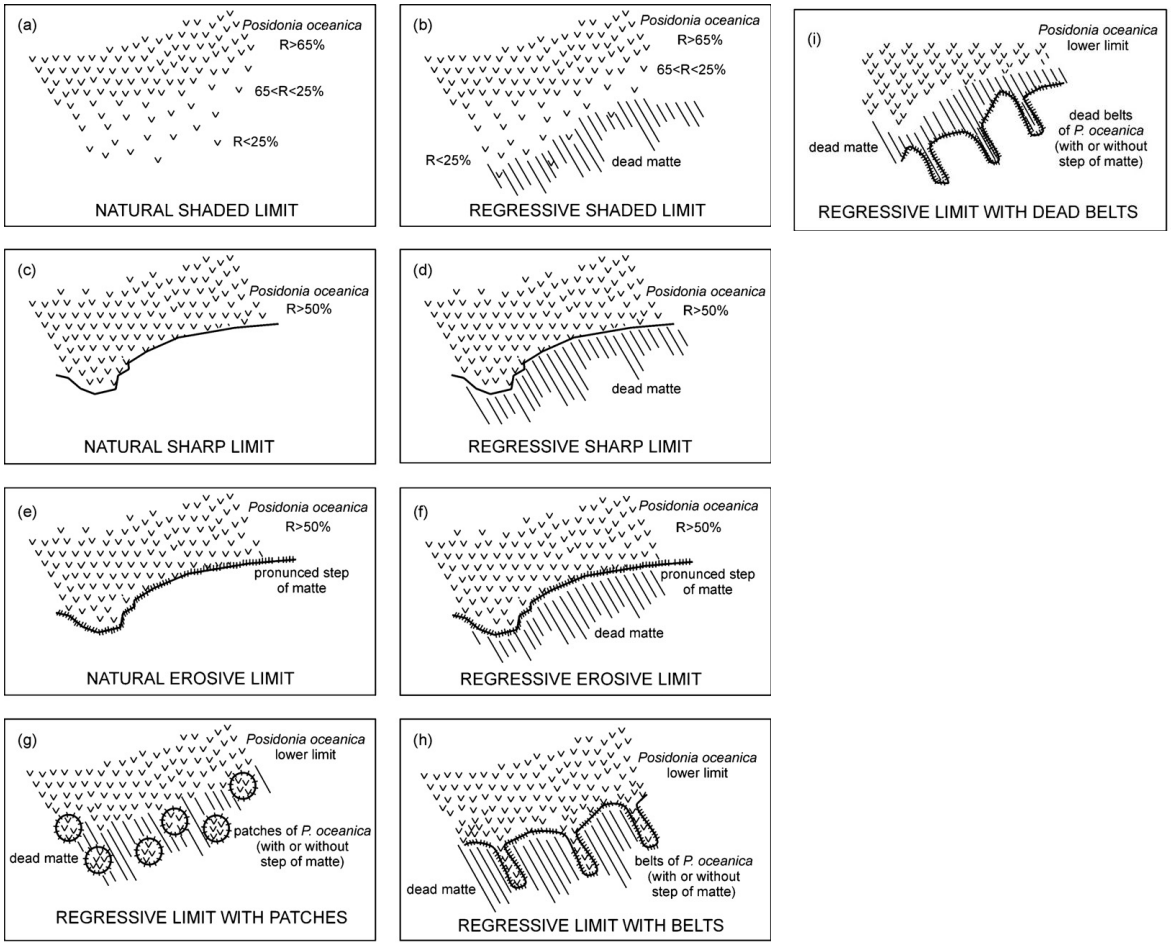


Figure 11 : Illustration des différentes typologies de limite inférieure d'herbier d'après Montefalcone (2009) : Limites inférieures naturelles (a, c, e) et régressive (b, d, f, g, h, i) avec R le pourcentage de recouvrement par *P. oceanica* vivantes.

D'après Meinesz et Laurent (1978), une limite progressive est caractérisée par la présence de rhizomes plagiotropes disposés parallèlement dans le sens de la pente sans édification de matte (bon état de santé de l'herbier).

La limite franche est brusque, nette sans matte morte en aval de la limite (stabilité de l'écosystème).

La limite régressive présente une étendue de matte morte recouverte ou non par le sédiment en aval de la limite proprement dite. Quelques faisceaux de feuilles subsistent en aval de la limite actuelle (perturbation et régression de l'herbier).

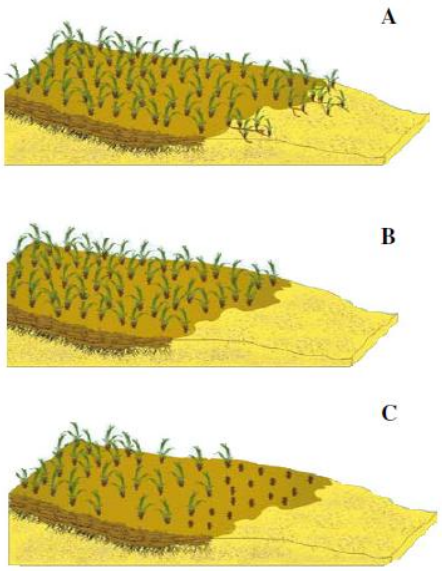


Figure 12 : Illustration des différentes typologies de limite inférieure d'herbier d'après Meinesz et Laurent (1978) (Limite progressive = A°, franche = B et régressive = C)

IV.3.2 Densité des faisceaux de posidonie

La densité varie en fonction de la profondeur et des conditions du milieu (lumière, type de substrat où l'herbier est implanté). Du fait de l'intensité lumineuse élevée près de la surface, un herbier présente des valeurs de densité très élevées dans des secteurs superficiels, alors qu'elles sont beaucoup plus faibles en profondeur (limite inférieure) ou dans des zones présentant une turbidité élevée (Pergent *et al*., 1995).

Une grille de lecture simplifiée intégrant la profondeur a été proposée (Pergent *et al*., 2008 ; Pergent-Martini *et al.*, 2010) et classe l'herbier en quatre catégories, selon les valeurs de densité mesurées en fonction de la profondeur : excellent état, bon état, état normal, état médiocre et mauvais état (tableau suivant).

Dans le cadre du réseau TEMPO, la densité des faisceaux (nombre de faisceaux de feuilles vivantes par m²) est calculée dans **30 quadrats de 20 x 20 cm en limite inférieure** (Pergent-Martini et Pergent 1996, Charbonnel *et al.* 2000a, b). La densité de faisceaux est calculée dans **20 quadrats de 40 x 40 cm à la profondeur intermédiaire.**

Ces quadrats sont jetés au hasard d'une hauteur de 1,5 m sans éviter les tâches de sable.



Figure 13 : Quadrat de comptage (40 x 40 cm) et plongeur en cours de comptage pour l'estimation de la densité de faisceaux de posidonie à -15 mètres.

Tableau 1 : Classification de l'état de l'herbier selon les densités (/ m²) de faisceaux observées et le niveau de profondeur (m) d'après Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010.

Profondeur (m)	Excellent	Bon	Normal	Médiocre	Mauvais
1	> 1133	1133 à 930	930 à 727	727 à 524	< 524
2	> 1067	1067 à 863	863 à 659	659 à 456	< 456
3	> 1005	1005 à 808	808 à 612	612 à 415	< 415
4	> 947	947 à 757	757 à 567	567 à 377	< 377
5	> 892	892 à 709	709 à 526	526 à 343	< 343
6	> 841	841 à 665	665 à 489	489 à 312	< 312
7	> 792	792 à 623	623 à 454	454 à 284	< 284
8	> 746	746 à 584	584 à 421	421 à 259	< 259
9	> 703	703 à 547	547 à 391	391 à 235	< 235
10	> 662	662 à 513	513 à 364	364 à 214	< 214
11	> 624	624 à 481	481 à 338	338 à 195	< 195
12	> 588	588 à 451	451 à 314	314 à 177	< 177
13	> 554	554 à 423	423 à 292	292 à 161	< 161
14	> 522	522 à 397	397 à 272	272 à 147	< 147
15	> 492	492 à 372	372 à 253	253 à 134	< 134
16	> 463	463 à 349	349 à 236	236 à 122	< 122
17	> 436	436 à 328	328 à 219	219 à 111	< 111
18	> 411	411 à 308	308 à 204	204 à 101	< 101
19	> 387	387 à 289	289 à 190	190 à 92	< 92
20	> 365	365 à 271	271 à 177	177 à 83	< 83
21	> 344	344 à 255	255 à 165	165 à 76	< 76
22	> 324	324 à 239	239 à 154	154 à 69	< 69
23	> 305	305 à 224	224 à 144	144 à 63	< 63
24	> 288	288 à 211	211 à 134	134 à 57	< 57
25	> 271	271 à 198	198 à 125	125 à 52	< 52
26	> 255	255 à 186	186 à 117	117 à 47	< 47
27	> 240	240 à 175	175 à 109	109 à 43	< 43
28	> 227	227 à 164	164 à 102	102 à 39	< 39
29	> 213	213 à 154	154 à 95	95 à 36	< 36
30	> 201	201 à 145	145 à 89	89 à 32	< 32
31	> 189	189 à 136	136 à 83	83 à 30	< 30
32	> 179	179 à 128	128 à 77	77 à 27	< 27
33	> 168	168 à 120	120 à 72	72 à 24	< 24
34	> 158	158 à 113	113 à 68	68 à 22	< 22
35	> 149	149 à 106	106 à 63	63 à 20	< 20
36	> 141	141 à 100	100 à 59	59 à 18	< 18
37	> 133	133 à 94	94 à 55	55 à 17	< 17
38	> 125	125 à 88	88 à 52	52 à 15	< 15
39	> 118	118 à 83	83 à 48	48 à 14	< 14
40	> 111	111 à 78	78 à 45	45 à 13	< 13

IV.3.3 Déchaussement des rhizomes de posidonie

Les rhizomes de Posidonie sont caractérisés par une croissance horizontale (rhizomes plagiotropes) et/ou verticale (rhizomes orthotropes). La croissance verticale est à l'origine de l'édification des mattes et permet à la plante de lutter contre l'enfouissement, lié à la sédimentation.

Le déchaussement des rhizomes traduit généralement l'existence d'un déficit sédimentaire de l'herbier. L'observation de ce paramètre permet donc d'apprécier rapidement et assez précisément l'hydrodynamisme d'une zone et les déplacements sédimentaires qui y ont lieu. En outre, un déchaussement important entraîne une fragilisation de l'herbier, ce qui accroît sa vulnérabilité vis à vis des actions de mouillage et de chalutage.



Figure 14 : Faisceaux de posidonie avec rhizomes non déchaussés

La mesure du déchaussement des rhizomes est réalisée selon les conventions définies par Boudouresque *et al*. (1980) dans Boudouresque *et al.* (2006) :

- Pour les rhizomes plagiotropes, le déchaussement est la distance qui sépare le sédiment de la partie inférieure des rhizomes ;
- Pour les rhizomes orthotropes, le déchaussement est la distance qui sépare le sédiment de la base des feuilles, distance à laquelle on soustrait 2 cm.

A chaque station, dix mesures (x3 réplicats) sont effectuées dans le secteur PI et en limite inférieure. Une échelle d'évaluation du déchaussement (faible, moyen, important) est proposée (voir tableau ci-dessous).

Tableau 2 : Echelle d'évaluation du déchaussement en fonction des valeurs moyennes mesurées le long du balisage (d'après le RSP Charbonnel *et al*., 2000 et Boudouresque *et al.,* 1980).

Déchaussement (valeurs seuils)	Interprétation
Inférieur à 5 cm	Déchaussement faible
5 – 15 cm	Déchaussement moyen
Supérieur à 15 cm	Déchaussement important

IV.3.4 Surface foliaire (cm²/faisceau)

La surface foliaire (SF) est calculée sur **20 faisceaux orthotropes de posidonies prélevés à la profondeur intermédiaire**.

Au laboratoire, les faisceaux sont détachés des rhizomes pour chacun des 20 faisceaux. Les feuilles sont dénombrées et classées en fonction de leur âge pour chaque faisceau :

- **Feuille adulte** dont la longueur est supérieure à 5 cm et qui présente une ligule (marque blanche en forme de demi-lune visible entre le limbe et la gaine) ;

- **Feuille intermédiaire** dont la longueur est supérieure à 5 cm ;

- **Feuille juvénile** dont la longueur est inférieure à 5 cm.

Pour chacune d'elle on mesure ensuite au mm près la longueur totale (gaine incluse pour feuille adulte) et la largeur (mesurée à mi longueur). Sur la base de ces données biométriques, la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau, est calculée à l'aide de la formule suivante (Pergent- Martini *et al*., 1994) :

SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)

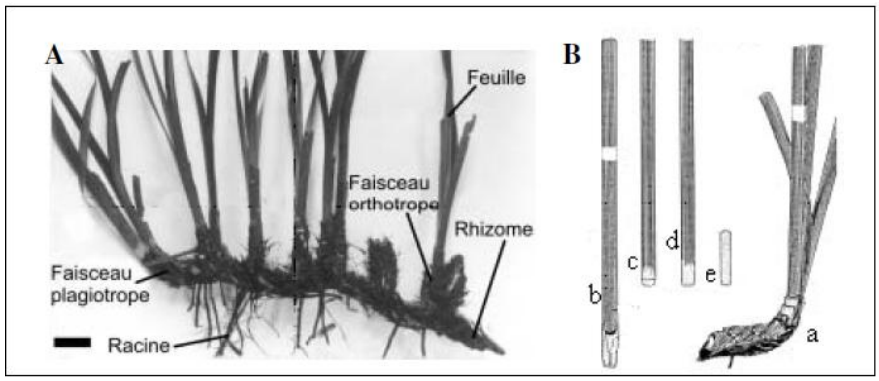


Figure 15 : Illustration (A) de rhizome et faisceaux de posidonie d'après Boudouresque et Meinesz (1982) et (B) de différents types de feuilles : (a) faisceau entier, (b) et (c) feuilles adultes, (d) feuille intermédiaire et (e) feuille juvénile d'après Boudouresque (original).

IV.3.5 Charge épiphytaire

La charge épiphytaire des feuilles est calculée sur les **20 faisceaux orthotropes de posidonies prélevés à la profondeur intermédiaire** (Dauby and Poulicek, 1995) puis analysés en laboratoire.

Après les mesures de biométrie pour la surface foliaire, chaque feuille est grattée sur les deux faces avec une lame de rasoir afin de retirer l'ensemble des épiphytes. Les feuilles et les épiphytes d'un même faisceau sont mis à sécher séparément à 70°C pendant 48h puis pesés au milligramme près.



Figure 16 : Mesures de biométrie pour la surface foliaire et retrait des épiphytes en laboratoire (Andromède, 2014).

Le ratio épiphytes/feuilles par faisceau est calculé de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

IV.4 QUALITE ECOLOGIQUE DES SITES ET DES MASSES D'EAU COTIERE

Le premier indicateur pour estimer la qualité des masses d'eau (à partir de mesures sur posidonies à – 15 mètres) est le **PREI (*Posidonia oceanica* Rapid Easy Index** ; Gobert *et al*. 2008, 2009), reconnu comme index de référence dans l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement paru au journal officiel du 24 février 2010.

Le protocole PREI mis en place en 2014 sur les sites à -15 mètres permet de calculer un indice de qualité écologique EQR (Ecological Quality Ratio) basé sur les cinq paramètres définis dans la partie méthodologie ; il se calcule de la manière suivante :

$$EQR = (EQR'+0.11)/(1+0.1)$$

Avec EQR'= (N densité + N surface foliaire + N (E/L) + N limite inférieure) / 3.5

- N densité = valeur mesurée – valeur de la classe rouge / valeur de référence – valeur de la classe rouge ;
- N surface foliaire= valeur mesurée – valeur de la classe rouge / valeur de référence – valeur de la classe rouge ;
- N (E/L) = [1 – (E/L)]*0.5
- N limite inférieure = (valeur mesurée –valeur de la classe rouge) / (valeur de référence – valeur de la classe rouge) ;
  A cette valeur mesurée sous l'eau on ajoute 3 si la limite est progressive, on soustrait 3 si la limite est régressive, on garde la valeur de profondeur mesurée sous l'eau si la limite est stable.

Tableau 3 : Valeurs de référence des cinq paramètres pour chaque région (Gobert *et al*., 2009).

	Valeurs limites	Profondeur limite	Densité	Surface foliaire
PACA	Référence	34	675	465
	Classe rouge	12	0	0
CORSE	Référence	41	483	546
	Classe rouge	17	0	0

Un autre indicateur pour estimer la qualité des masses d'eau (à partir de mesures sur posidonies à – 15 mètres) est le **BiPo (Biotic Index using *Posidonia Oceanica***; Lopez y Royo *et al.* 2010). Les résultats issus de cet indice en inter-calibration sont comparables à ceux issus du POMI utilisé en Espagne (Lopez Y Royo *et al.* 2011). Le BiPO prend en compte la profondeur de limite inférieure (en m), le type de limite inférieure, la densité de faisceaux (à – 15 m) et la longueur des faisceaux (à – 15 m) (Tableau suivant). L'EQR (Ecological Quality Ratio) est ensuite calculé en faisant la moyenne des quatre EQR' (un EQR' par paramètre mesuré). Il permet de déterminer le statut écologique de chaque site d'après la classification de la DCE.

Pour les sites TEMPO situés en limite inférieure nous comparons nos données pour les profondeurs et les types de limite inférieure aux valeurs de référence du BiPo en calculant les EQR' correspondant à ces deux paramètres. Même si le paramètre « densité de faisceaux » n'est alors pas mesuré à -15 mètres mais toujours en limite inférieure nous calculons un EQR' pour ce paramètre.

Tableau 4 : Paramètres mesurés et valeurs de références utilisées pour le calcul du BiPo pour des mesures en Aout-Septembre. Densités et longueurs de feuilles sont mesurées à – 15 m. D'après Lopez Y Royo *et al*. 2010

Class		RC	High	Good	Moderate	Poor	Bad[3]
Lower Limit Depth	Values (m)	38	> 31	31 – 25	25 – 19	< 19	n/a
	EQR'	1	((X – 31)/7) *0.225)+0.775	((X – 25)/6) *0.225)+0.55	((X – 19)/6) *0.225)+0.325	((X /19) *0.225)+0.1	0.05
Lower Limit Type	Values	n/a	progressive & erosive limits	sharp limits	sparse limits	Regressive limits	n/a
	Supporting parameters[1]		>70%cover or >70%plagio	<70% cover & <70% plagio	<15% cover, %plagio n/a	recent dead matte	n/a
	EQR'	1	0.89	0.66	0.44	0.21	0.05
Shoot Density	Values (shoots.m^{-2})	599	> 339	339 – 239	239 – 172	< 172	n/a
	EQR'	1	((X- 339)/260) *0.225)+0.775	((X-239)/100) *0.225)+0.55	((X- 172)/67) *0.225)+0.325	((X /172) *0.225)+0.1	0.05
Shoot length[2]	Values	955	>812	812 – 651	651 – 481	<481	n/a
	EQR'	1	((X- 812)/143) *0.225)+0.775	((X- 651)/161) *0.225)+0.55	((X- 481)/170) *0.225)+0.325	((X /170) *0.225)+0.1	0.05

(RC: reference conditions)
((1) % cover and % plagiotropic rhizomes (plagio) are used to support characterisation of lower limit types)
((2) in cases of sampling constraints or historical data, boundary values determined for the late summer can be adapted to early summer or spring, by normalising them against shoot length reference conditions. Reference conditions for shoot length are 890mm for spring (April-May), 996mm for early summer (June), and 1102mm for full summer (July)).
((3) Bad Status corresponds to a recorded recent die-off of the meadow (< 5 years)).

L'interprétation des valeurs d'EQR selon le PREI ou le BiPo est réalisée d'après la grille de diagnostic suivante.

Tableau 5 : Grille de diagnostic pour l'herbier de posidonie en fonction de l'EQR (Ecological Quality Ratio).

	Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
EQR Posidonie		**0,775**		**0,550**		**0,325**		**0,100**	

Un tableau regroupe pour chaque site TEMPO localisé en limite inférieure l'EQR du site, l'EQR' Profondeur, l'EQR' densité, et l'EQR' typologie. Pour les sites TEMPO à -15 mètres on trouve l'EQR du site.

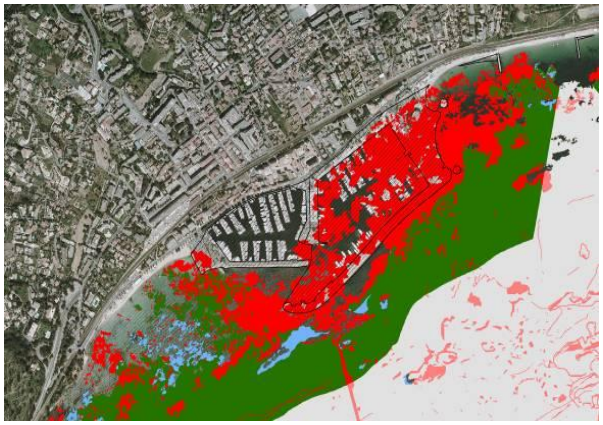
Chacun de ces paramètres est associé à un curseur imagé replaçant la valeur observée dans le contexte national (valeurs minimale, maximale et moyenne observées en Méditerranée sur tous les sites TEMPO échantillonnés entre 2008 et 2014).

Légende du curseur imagé associé à chaque paramètre détaillé:
Sont affichées les valeurs minimale, maximale et moyenne observées pour chaque paramètre sur tous les sites Les réseaux échantillonnés en Méditerranée. Chaque couleur correspond à un cinquième de l'étendue des valeurs observées à l'échelle de comparaison voulue, c'est à dire celle de la masse d'eau, de la région (Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), Corse, Languedoc-Roussillon (LR)) ou de la Méditerranée pour la paramètre concerné.

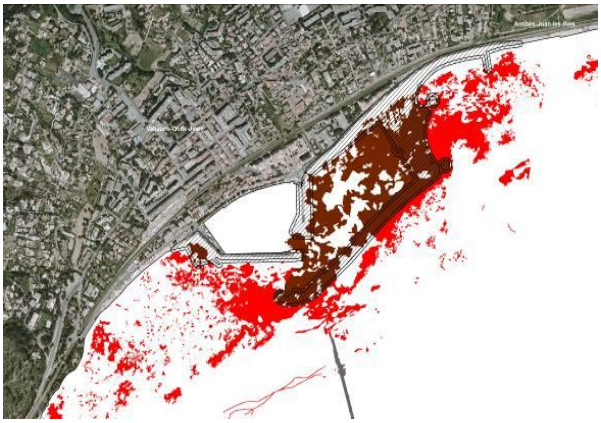


IV.5 RELEVES DES PERTURBATIONS OBSERVEES SUR LES SITES DE TERRAIN

Le choix des paramètres de perturbations relevés suit les préconisations du document de mise en cohérence des méthodes de suivis des herbiers de posidonies des sites Natura 2000 du Languedoc-Roussillon (Blouet *et al.* 2011) et le guide méthodologique d'évaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins Natura 2000 (Lepareur, 2011). Ces informations sont obtenues sur la base d'analyse bibliographique, de photographies aériennes et des observations sur le terrain.



Régressions (en rouge) de l'herbier (en vert) au niveau du port Camille Rayon depuis 1924.



Régressions de l'herbier liées directement à l'aménagement sur l'herbier du port Camille Rayon en 1989 (en marron).

Figure 17 : Perturbation sur un herbier de posidonie - Exemple de l'agrandissement du port de Golfe Juan (région PACA) à l'origine d'une régression de l'herbier de posidonie (Source : étude comparative de photographies aériennes de 1924 et 2011 (Andromède, 2011)).

a) Les perturbations physiques

- Artificialisation du milieu. La présence ou absence de structures artificialisées (endiguements, enrochements, bétonnages, épis, canalisations, passages de câbles, installations portuaires, etc.) est notée sur la base d'analyses bibliographiques, de photographies aériennes et d'observations sur le terrain (Figure 7).

- **Action anthropique sur les mattes.** Observation et recensement des blocs de matte arrachés, des traces et sillons dus à l'action des chaluts et des ancres, des trous, etc. Il s'agit de déterminer leur nombre sur le site et le pourcentage de surface détruite.



Figure 18 : Ancre



Figure 19 : *Caulerpa taxifolia*

b) Les perturbations biologiques

La présence des **caulerpes invasives** (*Caulerpa taxifolia, Caulerpa racemosa*) et des **rhodobiontes** est notée et la superficie couverte par ces espèces est estimée.

c) Les pollutions et nuisances

Les diverses sources de pollution observées (sur photographies aériennes et *in situ* par les plongeurs) à proximité des sites sont notées :

- Sources potentielles de nuisance proches : Les cours d'eau et leur exutoire, émissaires d'ouvrages épuratoires, ports, enrochements, rejets de dragages, etc. sont identifiés.

- Epaisseur, couleur, odeur de la **couche oxydée pour les sédiments vaseux.**



Figure 20 : Macrodéchets en limite inférieure d'herbier à posidonie.

- Macrodéchets, filets et autres engins de pêche, mouillages perdus, corps morts sont évalués en volume et pour leur dangerosité.

- Traces d'hydrocarbures le cas échéant

V RESULTATS

V.1 DESCRIPTION GENERALE DES SITES

En mai 2011, 19 sites ont été échantillonnés en région Corse. Les limites inférieures des herbiers à posidonie se situent entre 22 et 40,4 m de profondeur. Ce réseau a été complété en mai 2012 par 13 sites répartis entre 5 et 33 mètres de profondeur. La mission de juin 2013 a complété le réseau par 21 stations situées entre 14 et 36 mètres de fond. En 2014, six sites DCE ont été réalisés à -15 mètres autour de la Corse.

A ces sites échantillonnés spécifiquement dans le cadre du réseau TEMPO sont ajoutés dans ce présent rapport des stations suivies par Andromède par télémétrie acoustique dans le cadre d'autres études et qui serviront d'éléments de référence.

Les principales informations sur les sites TEMPO sont décrites dans le tableau suivant. **S'ensuit une fiche par masse d'eau** comprenant la description (1) du (des) site(s) éventuels TEMPO « DCE » échantillonné(s) à – 15 mètres en 2014 puis (2) du (des) site(s) TEMPO échantillonné(s) en limite inférieure en 2011 et actualisés par les données 2014.

Tableau 6 : Description générale des sites TEMPO en limite inférieure (2011-2014).

SITE	Juan	Juan	Agriates	Agriates	Anse_Cola	Anse_Cola	Baie_Elbo	Baie_Solana	Baie_Tamarone_large	Baie_Tamarone_large	Cappo_Rosso	Cappo_Rosso	Cote_orientale	Cote_orientale
LONGITUDE (WGS84)	7*06,360E	7*06,360E	9*11,100E	9*11,100E	9*23,907E	9*23,907E	8*33,390E	8*33,108E	9*29,405E	9*29,405E	8*32,619E	8*32,619E	9*33,624E	9*33,624E
LATITUDE (WGS84)	43*32,743N	43*32,743N	42*44,603N	42*44,603N	41*39,176N	41*39,176N	42*22,422N	42*21,806N	42*58,582N	42*58,582N	42*14,456N	42*14,456N	42*21,323N	42*21,323N
DATE	06/06/2013	17/04/2008	12/05/2011	06/06/2014	08/05/2011	10/06/2014	17/05/2011	17/05/2011	11/05/2011	08/06/2014	16/05/2011	03/06/2014	09/05/2011	09/06/2014
ANNEE	2013	2008	2011	2014	2011	2014	2011	2011	2011	2014	2011	2014	2011	2014
TYPE DE LIMITE INFERIEURE	Regressive	Regressive	Franche en taches, regressive ponctuelle	Franche en taches, regressive ponctuelle	Erosive et clairsemee regressive	Erosive et clairsemee regressive	Clairsemee naturelle	Franche en taches, regressive ponctuelle	Très clairsemee naturelle	Très clairsemee naturelle	Franche en taches	Franche en taches	Clairsemee naturelle	Clairsemee naturelle
PROFONDEUR PIQUET 1 (mètres)	/	/	36,8	36,8	36,5	36,5	36,3	35,4	40,4	40,4	34	34	34,8	34,8
SUBSTRAT PIQUET 1	Substrat meuble	/	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Sable + Granulats grossiers	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble
PROFONDEUR PIQUET 2 (mètres)	/	/	36,1	36,1	36,9	36,9	37,7	32,4	39,7	39,7	33,4	33,4	34,6	34,6
SUBSTRAT PIQUET 2	Substrat meuble	/	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble	Sable + Granulats grossiers	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble
PROFONDEUR PIQUET 3 (mètres)	27,7	/	35,8	35,8	36,1	36,1	36,6	31,8	39,5	39,5	32	32	33,9	33,9
SUBSTRAT PIQUET 3	Substrat meuble	/	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble
PROFONDEUR PIQUET 4 (mètres)	29,3	/	35,2	35,2	35,2	35,2	35,4	34,1	40,2	40,2	31,9	31,9	34,7	34,7
SUBSTRAT PIQUET 4	Substrat meuble	/	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble

SITE	Fautea	Fautea	Focolara	Giraglia	Giraglia	Golfe_Santa_Manza	Golfe_Santa_Manza	Isolella	Isolella	Lupino	Lupino	Murtoli	Murtoli
LONGITUDE (WGS84)	9°24,718E	9°24,718E	8°35,293E	9°22,823E	9°22,823E	9°14,670E	9°14,670E	8°45,326E	8°45,326E	9°27,344E	9°27,344E	8°52,491E	8°52,650E
LATITUDE (WGS84)	41°43,469N	41°43,469N	42°23,204N	43°00,843N	43°00,843N	41°25,433N	41°25,433N	41°50,306N	41°50,306N	42°40,688N	42°40,688N	41°30,392N	41°30,528N
DATE	08/05/2011	09/06/2014	04/06/2014	11/05/2011	07/06/2014	06/05/2011	10/06/2014	02/05/2011	14/06/2014	10/05/2011	08/06/2014	05/05/2011	12/06/2014
ANNEE	2011	2014	2014	2011	2014	2011	2014	2011	2014	2011	2014	2011	2014
TYPE DE LIMITE INFERIEURE	Clairsemee et erosive naturelle	Clairsemee et erosive naturelle	Franche en taches	Franche en taches, regressive ponctuelle	Franche en taches, regressive ponctuelle	Clairsemee regressive	Clairsemee regressive	Franche en taches	Franche en taches	Clairsemee regressive	Clairsemee regressive	Franche en taches	Franche en taches
PROFONDEUR PIQUET 1 (mètres)	36,7	36,7	34,8	34,9	34,9	31,7	31,7	27,7	25,6	27,9	27,9	30,5	30,5
SUBSTRAT PIQUET 1	Roche	Roche	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Corps mort	Corps mort	Roche	Roche	Vase	Vase	Roche	Roche
PROFONDEUR PIQUET 2 (mètres)	37,2	37,2	34	34,9	34,9	31,4	31,4	26,2	25,6	29,1	29,1	30,5	30,5
SUBSTRAT PIQUET 2	Substrat meuble	Substrat meuble	Herbier	Substrat meuble	Substrat meuble	Corps mort	Corps mort	Roche	Roche	Corps mort	Corps mort	Roche, Sable	Roche, Sable
PROFONDEUR PIQUET 3 (mètres)	34,9	34,9	33,8	35,3	35,3	28,5	28,5	26	25,5	27,2	27,2	30	30
SUBSTRAT PIQUET 3	Substrat meuble	Substrat meuble	Herbier	Substrat meuble	Substrat meuble	Vase	Vase	Roche	Roche	Vase	Vase	Substrat meuble	Substrat meuble
PROFONDEUR PIQUET 4 (mètres)	34,6	34,6	35,4	34,4	34,4	29,2	29,2	23	29,7	27,2	27,2	30	30
SUBSTRAT PIQUET 4	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Vase	Vase	Roche	Roche	Vase	Vase	Substrat meuble	Substrat meuble

SITE	Grand_Travers	Grau_d_Agde_Est	Carry	Carry	Digue_Marseille	Digue_Marseille	Liouquet	Liouquet	Bagaud	Bagaud	Cap_Roux	Cap_Roux
LONGITUDE (WGS84)	3°57,843E	3°28,07E	5°10,010E	5°10,010E	5°21,280E	5°21,280E	5°39,814E	5°39,814E	6°21,384E	6°21,384E	6°55,741E	6°55,741E
LATITUDE (WGS84)	43°31,101N	43°16,365N	43°19,285N	43°19,285N	43°18,717N	43°18,717N	43°10,397N	43°10,397N	43°00,490N	43°00,490N	43°26,899N	43°26,899N
DATE	05/07/2012	04/07/2012	31/05/2012	30/05/2008	26/05/2012	15/04/2008	22/05/2012	15/04/2008	09/06/2013	16/04/2008	07/06/2013	17/04/2008
ANNEE	2012	2012	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2013	2008	2013	2008
TYPE DE LIMITE INFERIEURE	Franche en taches	Clairsemee	Regressive	Regressive	Franche en taches	Franches en taches	Clairsemee naturelle à tendance regressive	Clairsemee naturelle à tendance regressive	Franche en taches à tendance regressive	Franche en taches à tendance regressive	Franches en taches	Franches en taches
PROFONDEUR PIQUET 1 (mètres)	8	5	Balise RSP	/	21,5	/	32,9	/	30,1	/	27,2	/
SUBSTRAT PIQUET 1	Petits blocs rocheux	Substrat meuble		/	Parpaing	/	Substrat meuble	/	Tombant matte	/	Roche	/
PROFONDEUR PIQUET 2 (mètres)	8	5	Balise RSP	/	20,6	/	32,6	/	32,9	/	27	/
SUBSTRAT PIQUET 2	Petits blocs rocheux	Substrat meuble		/	Bloc rocheux	/	Roche	/	Substrat meuble	/	Substrat meuble	/
PROFONDEUR PIQUET 3 (mètres)	8	5	Balise RSP	/	21,8	/	32,2	/	/	/	27	/
SUBSTRAT PIQUET 3	Petits blocs rocheux	Substrat meuble		/	Substrat meuble / Roche	/	Roche	/	Substrat meuble	/	Substrat meuble	/
PROFONDEUR PIQUET 4 (mètres)	8	5	Balise RSP	/	21,4	/	/	/	33,6	/	29,2	/
SUBSTRAT PIQUET 4	Petits blocs rocheux	Substrat meuble		/	Substrat meuble / Roche	/	/	/	Substrat meuble	/	Substrat meuble	/

SITE	Plage_Trottel	Plage_Trottel	Pta_di_Canelle	Pta_di_Canelle	Pta_Mortella	Pta_Mortella	Pta_Vaccaja	Pta_Vaccaja	Rondinara	Rondinara	Sanguinaires	Sanguinaires	Alon
LONGITUDE (WGS84)	8°43,480E	8°43,480E	9°18,687E	9°18,687E	9°15,657E	9°15,657E	8°44,489E	8°44,489E	9°17,073E	9°17,073E	8°34,731E	8°34,731E	5°42,307E
LATITUDE (WGS84)	41°54,390N	41°54,390N	42°50,970N	42°50,970N	42°43,289N	42°43,289N	42°34,244N	42°34,244N	41°28,174N	41°28,174N	41°52,865N	41°52,865N	43°08,605N
DATE	03/05/2011	02/06/2014	12/05/2011	07/06/2014	13/05/2011	06/06/2014	14/05/2011	05/06/2014	07/05/2011	10/06/2014	04/05/2011	13/06/2014	23/05/2012
ANNEE	2011	2014	2011	2014	2011	2014	2011	2014	2011	2014	2011	2014	2012
TYPE DE LIMITE INFERIEURE	Franche en taches	Franche en taches	Franche en taches, regressive ponctuelle	Franche en taches, regressive ponctuelle	Clairsemee naturelle	Clairsemee naturelle	Regressive avec taches	Regressive avec taches	Erosive et clairsemee regressive	Erosive et clairsemee regressive	Clairsemee naturelle sur roche	Clairsemee naturelle sur roche	Franche en taches
PROFONDEUR PIQUET 1 (mètres)	24	24	34,4	34,4	33,1	33,1	32,6	32,6	34,8	34,8	34,3	34,3	22,5
SUBSTRAT PIQUET 1	Roche	Roche	Roche	Roche	Roche	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Roche
PROFONDEUR PIQUET 2 (mètres)	25,6	25,6	34,3	34,3	35,8	35,8	33,8	33,8	34,8	34,8	34,7	34,7	22,9
SUBSTRAT PIQUET 2	Roche	Roche	Roche	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble
PROFONDEUR PIQUET 3 (mètres)	19,5	19,5	33,7	33,7	31,5	31,5	32,4	32,4	33,8	33,8	35,7	35,7	22
SUBSTRAT PIQUET 3	Roche	Roche	Roche	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble
PROFONDEUR PIQUET 4 (mètres)	19,6	19,6	34,5	34,5	30,6	30,6	31,2	31,2	33,8	33,8	35,7	35,7	22
SUBSTRAT PIQUET 4	Roche	Roche	Roche	Roche	Roche	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble

SITE	Bonnieu_Nord	Cap_Canaille	Embiez_Nord	Frioul	Ile_Plane	Morgiou	Paulilles	Agay_Ouest	Cap Nice_Est	Cap_Carqueiranne	Cap_des_Medès	Cap_Gros_Nord	Cap_Sicie_Ouest
LONGITUDE (WGS84)	5°00,872E	5°32,658E	5°45,973E	5°17,269E	5°23,463E	5°27,242E	3°08,004E	6°50,039E	7°17,800E	6°00.439E	6°14.257E	7°08.573E	5°50.384E
LATITUDE (WGS84)	43°21,238N	43°11,753N	43°05,303N	43°16,161N	43°11,024N	43°12,358N	42°30,133N	43°24,837N	43°41,108N	43°04.970N	43°01.871N	43°33.442N	43°02.697N
DATE	27/05/2012	24/05/2012	23/05/2012	25/05/2012	25/05/2012	24/05/2012	03/07/2012	07/06/2013	05/06/2013	12/06/2013	10/06/2013	05/06/2013	12/06/2013
ANNEE	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2013	2013	2013	2013	2013	2013
TYPE DE LIMITE INFERIEURE	Franche en taches	Regressive	Clairsemee naturelle	Franche naturelle	Progressive	Clairsemee naturelle	Franche en taches	Franche naturelle	Franche en taches	Franche en taches	Clairsemee naturelle	Franche naturelle	Franche en taches
PROFONDEUR PIQUET 1 (mètres)	10,5	34	29,9	26	26,4	28,1	14	25,5	/	29,3	29,5	20,6	30,5
SUBSTRAT PIQUET 1	Coralligène	Substrat meuble	Balise RSP	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble	/	Substrat meuble	Substrat meuble	Balise RSP	Substrat meuble
PROFONDEUR PIQUET 2 (mètres)	11,2	33,7	30,1	25	26,9	28,1	14	24,4	/	29,7	29,1	21,2	28,4
SUBSTRAT PIQUET 2	Coralligène	Substrat meuble	Balise RSP	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Herbier	/	Roche	Substrat meuble	Balise RSP	Substrat meuble
PROFONDEUR PIQUET 3 (mètres)	13,1	32,6	/	24,5	24,7	28	14	22,9	25,4	28,6	29,1	/	28
SUBSTRAT PIQUET 3	Coralligène	Herbier	/	Herbier	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Herbier	Roche	Roche	Substrat meuble	/	Substrat meuble
PROFONDEUR PIQUET 4 (mètres)	/	32,9	/	23,5	24,6	28	14	24	23,3	28,4	29,5	/	30,7
SUBSTRAT PIQUET 4	Coralligène	Herbier	/	Herbier	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	/	Substrat meuble

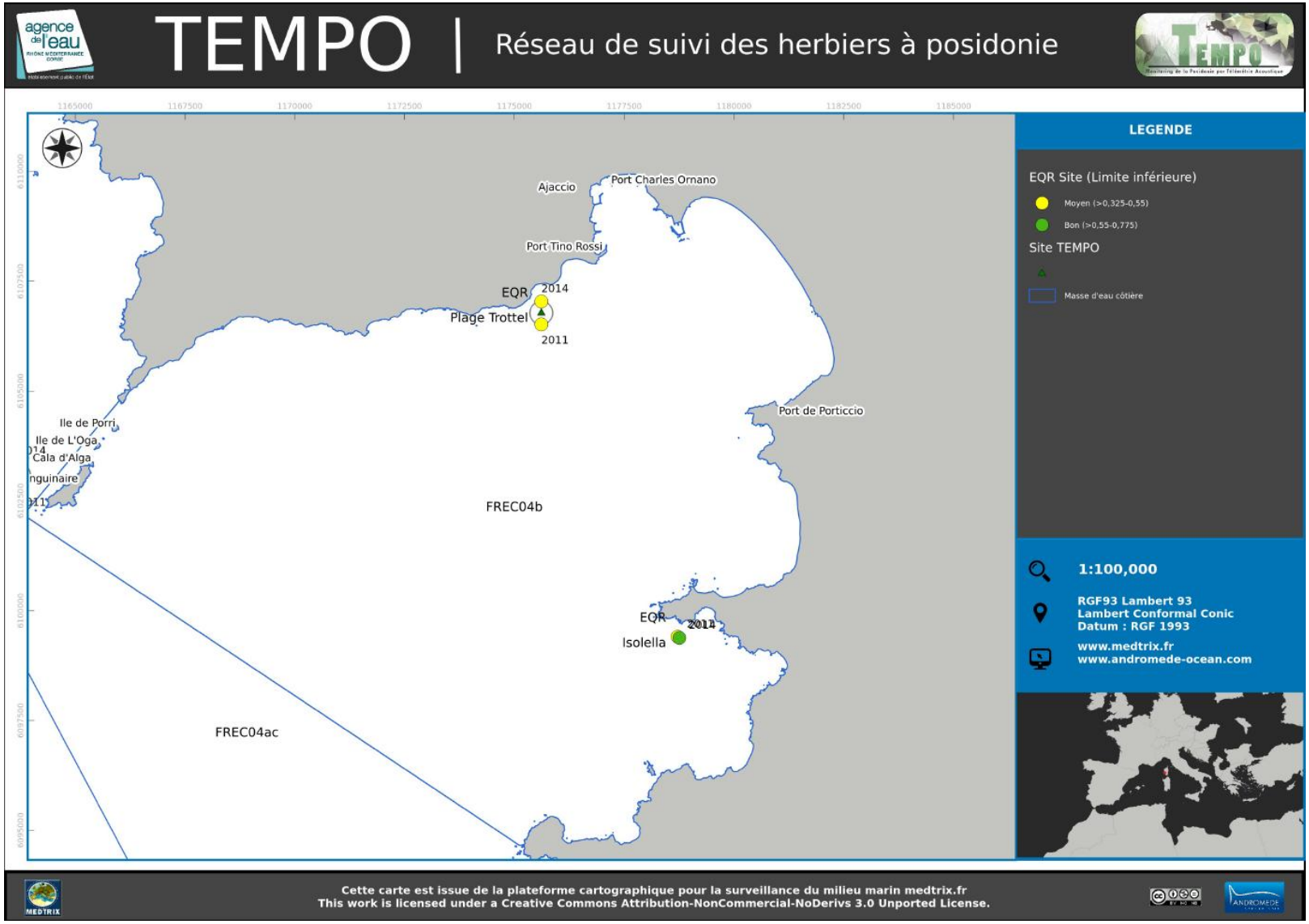
SITE	Cap_Sicie_Ouest	Fort_Bregançon	Lion_de_Mer	Mer_d_Eze	Plage_Suveret	Presqu_île_Giens	Pte_Andati	Pte_Bacon	Pte_de_la_Calle	Pte_Esquillette	Pte_Rube	Pte_Sardinaux	Pte_Veille_Est
LONGITUDE (WGS84)	5*50.384E	6*18.522E	6*46.507E	7*21.3127E	6*56.387E	6*05.520E	6*36.184E	7*08.587E	6*43.371E	6*22.799E	7*19.114E	6*40.236E	7*27.019E
LATITUDE (WGS84)	43*02.697N	43*05.527N	43*24.489N	43*42.860N	43*30.630N	43*01.974N	43*09.934N	43*34.345N	43*21.370N	43*06.145N	43*42.129N	43*18.246N	43*45.084N
DATE	01/07/2009	09/06/2013	04/06/2013	04/06/2013	06/06/2013	12/06/2013	09/06/2013	05/06/2013	08/06/2013	09/06/2013	04/06/2013	08/06/2013	03/06/2013
ANNEE	2009	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013
TYPE DE LIMITE INFERIEURE	Franche en taches	Regressive	Regressive	Regressive	Franche en taches	Franche en taches	Clairsemee naturelle	Franche en taches	Clairsemee	Clairsemee	Franche en taches	Franche naturelle	Franche en taches
PROFONDEUR PIQUET 1 (mètres)	/	27,4	15	/	/	32,6	34,3	19,2	23,5	36,1	/	29,3	25,1
SUBSTRAT PIQUET 1	/	Matte morte	Roche	Balise RSP	/	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Coralligène	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble
PROFONDEUR PIQUET 2 (mètres)	/	27,5	11,8	30,6	/	30,1	32,7	14	21,3	35,8	12	26,4	24,7
SUBSTRAT PIQUET 2	/	Matte morte	Roche	Balise RSP	/	Coralliigène	Coralliigène	Herbier	Coralliigène	Substrat meuble	Herbier	Coralliigène	Herbier
PROFONDEUR PIQUET 3 (mètres)	/	27,1	13,5	/	12,4	30,3	33,5	15	22,5	35,4	12	27,8	25
SUBSTRAT PIQUET 3	/	Matte morte	Substrat meuble	/	Balise RSP	Coralligène	Substrat meuble	Herbier	Herbier	Substrat meuble	Herbier	Herbier	Corps mort
PROFONDEUR PIQUET 4 (mètres)	/	26,8	16	/	12,8	32,6	34,2	19,4	24,8	35,6	17,9	29,6	25,4
SUBSTRAT PIQUET 4	/	Matte morte	Substrat meuble	/	Corps mort	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Proche tombant Matte morte	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble

Tableau 7 : Description générale des sites TEMPO à la profondeur intermédiaire (2014).

NOM MASSE EAU	CODE MASSE EAU	SITE	LONGITUDE (WGS84)	LATITUDE (WGS84)	DATE
Pointe Palazzu - Sud Nonza	FREC01ab	Calvi	8*36.716E	42*07.813N	05/06/2014
Pointe Senetosa - Pointe Palazzu	FREC04ac	Cargèse	8*44.640E	42*34.176N	03/06/2014
Littoral Sud Ouest de la Corse	FREC03eg	Bruzzi	9*01.024E	41*27.991N	12/06/2014
Littoral Sud Est de la Corse	FREC03ad	Rondinara	9*16.700E	41*28.242N	10/06/2014
Plaine Orientale	FREC02d	Aléria	9*34.098E	42*07.905N	09/06/2014
Cap Est de la Corse	FREC02ab	Rogliano	9*28.377E	42*59.088N	08/06/2014

V.2 MASSE D'EAU FREC04B

La masse d'eau FREC04b comprend deux sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure: Isolella et Plage Trottel.



V.2.1 Isolella (masse d'eau FREC04b)

a) Description et cartographie

Le site d'Isolella se trouve dans le golfe d'Ajaccio, dans la masse d'eau FREC04b. L'herbier se développe sur un fond meuble dans un canyon, entouré de grandes roches remontant à quelques mètres de la surface. Nous avons balisé un nouveau site en 2014, avec quatre piquets ancrés entre -25,5 et -29,7 mètres sur la roche autour du canyon.

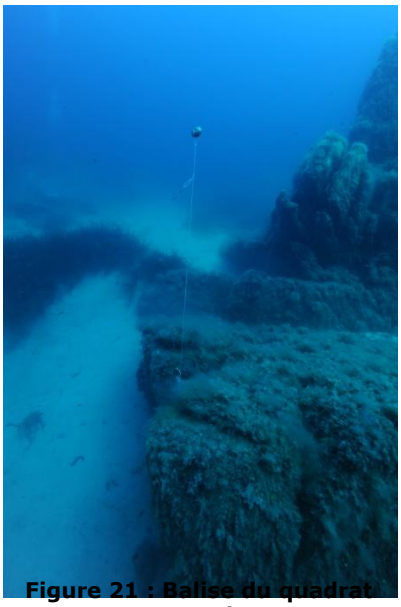


Figure 21 : Balise du quadrat permanent ancrée sur roche

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **franche en tâches (ou « natural sharp limit »)** se situe à 29 mètres de profondeur.

La densité en 2014 varie de 100 à 300 faisceaux/m² à -28 mètres pour une **densité moyenne de 203,3 ± 56,9 faisceaux /m²** ; L'herbier est donc en **bon état** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale**.

Le **déchaussement** en 2014 varie de -2 à 6 cm pour une valeur moyenne de **0,3 ± 2,3 cm** ; le déchaussement est dit « faible ».

L'EQR en 2014 (0,6) est moyen comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse. Il indique un **bon état écologique du site.**

Tableau 8 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC04b	
Nom Site	Isolella	
Année	2014	
EQR Site TEMPO	0.6	0.37 — 0.56 — 0.8
EQR' Typologie	0.66	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.7	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.43	0.16 — 0.36 — 0.83

c) Perturbations observées

La limite inférieure étudiée se trouve globalement assez en retrait des perturbations agissant sur l'anse d'Isolella. De nombreuses villas avec parcs arborés longent le littoral de cette anse qui reste néanmoins assez peu artificialisée (voir image aérienne page suivante).

En se rapprochant du littoral vers le cœur de l'anse, la limite supérieure de l'herbier suivi est une zone très utilisée pour l'abri des bateaux. Il y existe un mouillage organisé limitant l'abrasion de l'herbier par le mouillage forain ou des mises à l'eau de corps morts sauvages. On y trouve une cinquantaine de petites embarcations, face à une plage touristique et une zone de mise à l'eau utilisée pour les bateaux et jet skis.

Aucun macrodéchet n'a été relevé au niveau de la limite inférieure de cet herbier ni aucune algue invasive *Caulerpa* sp. Il n'a pas été observé de dégradation mécanique de l'herbier à proximité de la limite suivie. La présence d'algues filamenteuses sur l'herbier est à noter.



Figure 22 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier d'Isolella (Source : Google Earth).

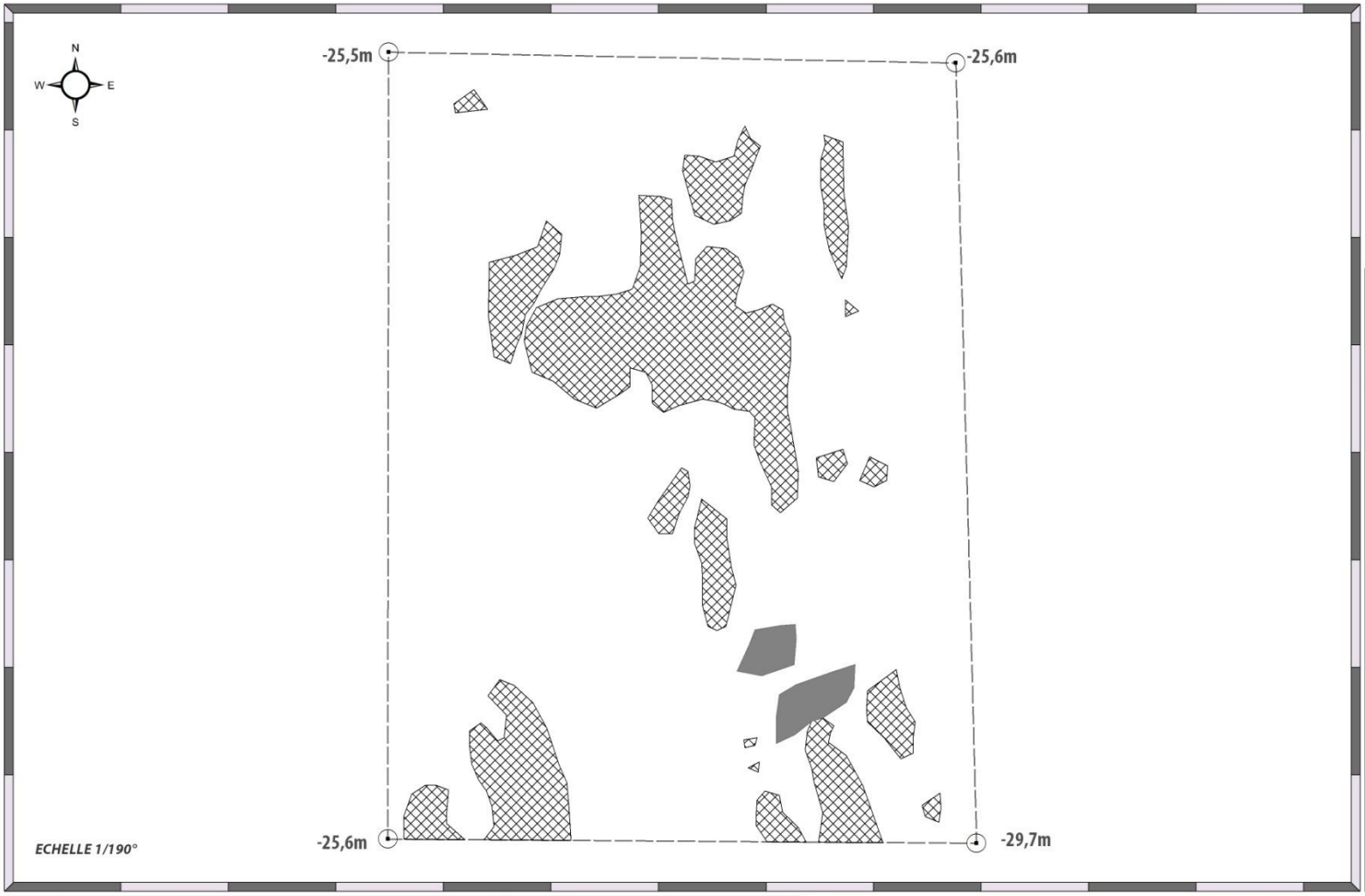
d) Données historiques

L'herbier le plus proche d'Isolella suivi par le Gis Posidonie antenne Corse dans la masse d'eau FREC04b est celui de Porticcio (environ 4 km plus au Nord d'Isolella). Suivie en 2005, la limite supérieure (-14 m) de l'herbier de Porticcio est située à proximité du rejet d'un centre de thalassothérapie et était en bon état (Pergent *et al.*, 2008). La densité de faisceaux était moyenne (286/m² à -14,4 m) et le déchaussement faible (4,3 cm) (Pergent *et al.*, 2008).

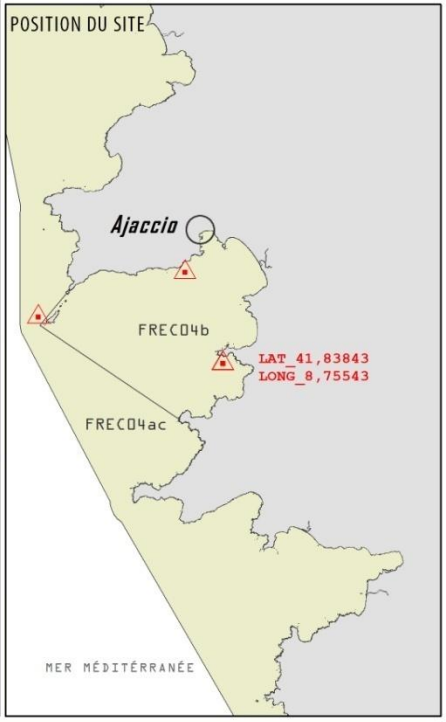
Un herbier a également été étudié pour son PREI à Ajaccio Sud et était classé en état moyen (PREI = 0,495) (Gobert *et al.*, 2009).

Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.

SITE > Isolella < FREC04b - Golfe d'Ajaccio







LEGENDE

- Télémétrie
  - Balise de positionnement du quadrat de télémétrie
- Herbier de posidonie
  - Posidonie éparse
  - Herbier de Posidonie
  - Matte morte de Posidonie
- Eléments particuliers
  - *Pinna nobilis*
  - Macrodéchets
  - Roche
- Position du site
  - Masses d'eau côtières
  - Coordonnées GPS du site - WGS84
  - Zone urbaine

STATISTIQUES

	Densité*/m²	Déchaussement/cm
Moyenne globale	203	0,3
Ecart type	57	2,3

*Nombre de faisceaux par m²

Cette carte a été réalisée à partir de levés télémétriques effectués au cours du mois de Juin 2014.

Elle fait partie intégrante de l'étude intitulée: **« Surveillance des herbiers de Posidonie - Suivi 2014»**

RESEAU DE SURVEILLANCE - TEMPO - CREDITS : Agence de l'eau | Andromède océanologie

www.andromede-ocean.com

Carte 4 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Isolella (2014).



Figure 23 : Vue générale de la limite inférieure de l'herbier de posidonie d'Isolella (2014).

V.2.2 Plage Trottel (masse d'eau FREC04b)

a) Description et cartographie

Au sein du golfe d'Ajaccio, l'herbier situé au large de la plage Trottel appartient à la masse d'eau FREC04b. L'herbier cartographié en 2014 (**170 m²**) est morcelé dans sa limite inférieure.

Quatre balises sont ancrées dans la roche entre 19,5 et 25,6 mètres de profondeur.



Figure 24 : Ajaccio vu de la mer.

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **franche en tâches (ou « natural sharp limit »)** se situe à **24,8 m** de profondeur. De nombreux rhizomes plagiotropes sont observés.

La **densité moyenne est de 122,5 ± 48 faisceaux /m²** en 2011 et de **115 ± 45 faisceaux /m²** en 2014; Pour les deux années de suivi, l'herbier est donc en **état médiocre** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **sub-normale inférieure**.

Le **déchaussement** est faible ; il varie de 0 à 8 cm pour une valeur moyenne de **1,43 ± 2,87 cm** (valeur 2011).

Les EQR en 2014 (0,48) et 2011 (0,49) sont en dessous de la moyenne régionale Corse du réseau TEMPO. Ils indiquent un **état moyen écologique du site pour les deux années.**

Tableau 9 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC04b	FREC04b	
Nom Site	Plage Trottel	Plage Trottel	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.49	0.48	0.37 — 0.56 — 0.8
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.54	0.54	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.27	0.25	0.16 — 0.36 — 0.83

c) Perturbations observées

Cette station se situe au bord du littoral urbanisé d'Ajaccio (63723 habitants en 2006, +20,5% depuis 1999 ; source : www.annuaire-mairie.fr). On y trouve une forte activité balnéaire le long de la plage de sable et quelques mouillages forains.



Figure 25 : Installations aquacoles le long du littoral entre les Sanguinaires et Ajaccio.

Cette station se situe entre les aménagements d'Ajaccio, les installations aquacoles (7 km à l'Est), la route maritime allant d'Ajaccio vers le continent (à 400 m au Sud) et l'entrée du port d'Ajaccio (1,5 km à l'Est).

d) Données historiques

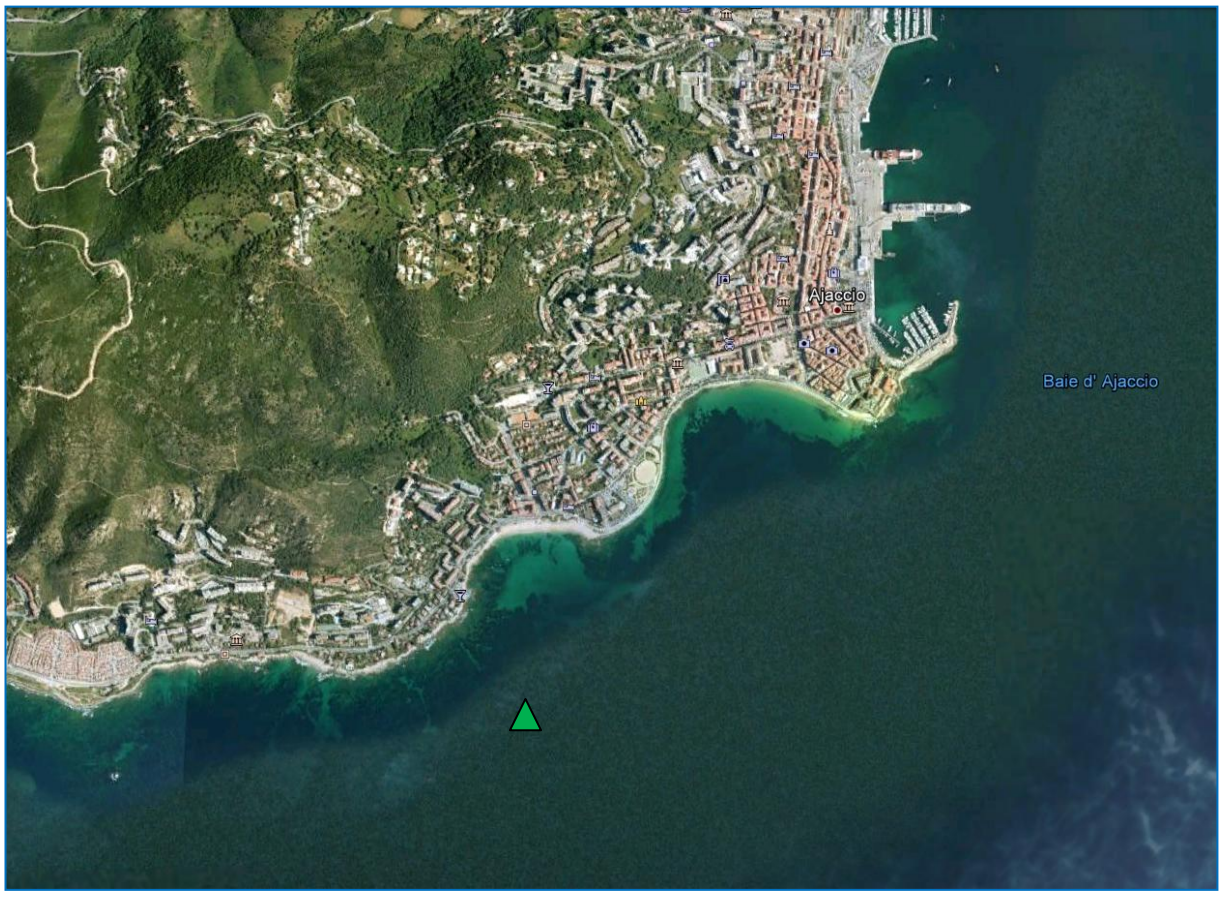
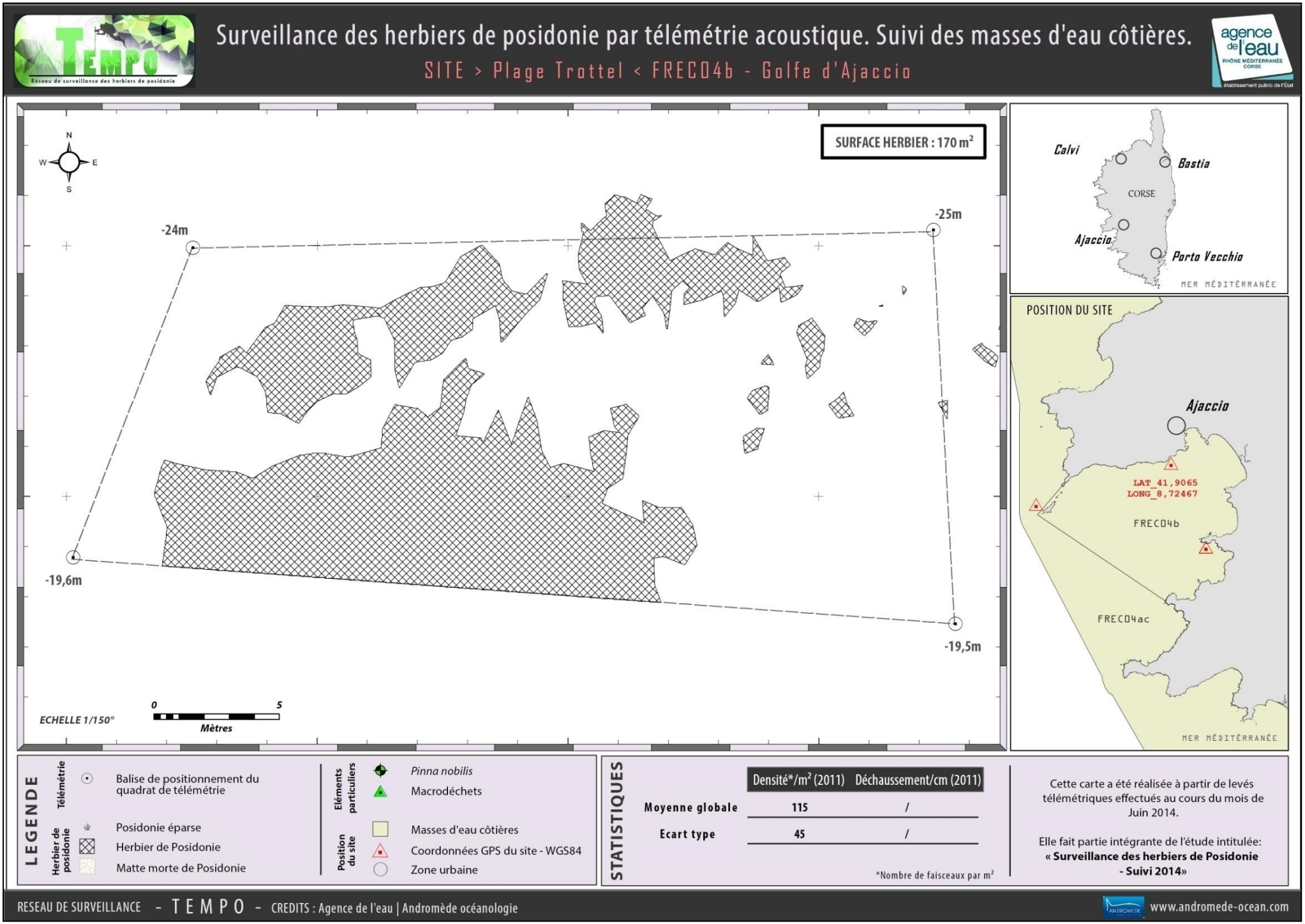


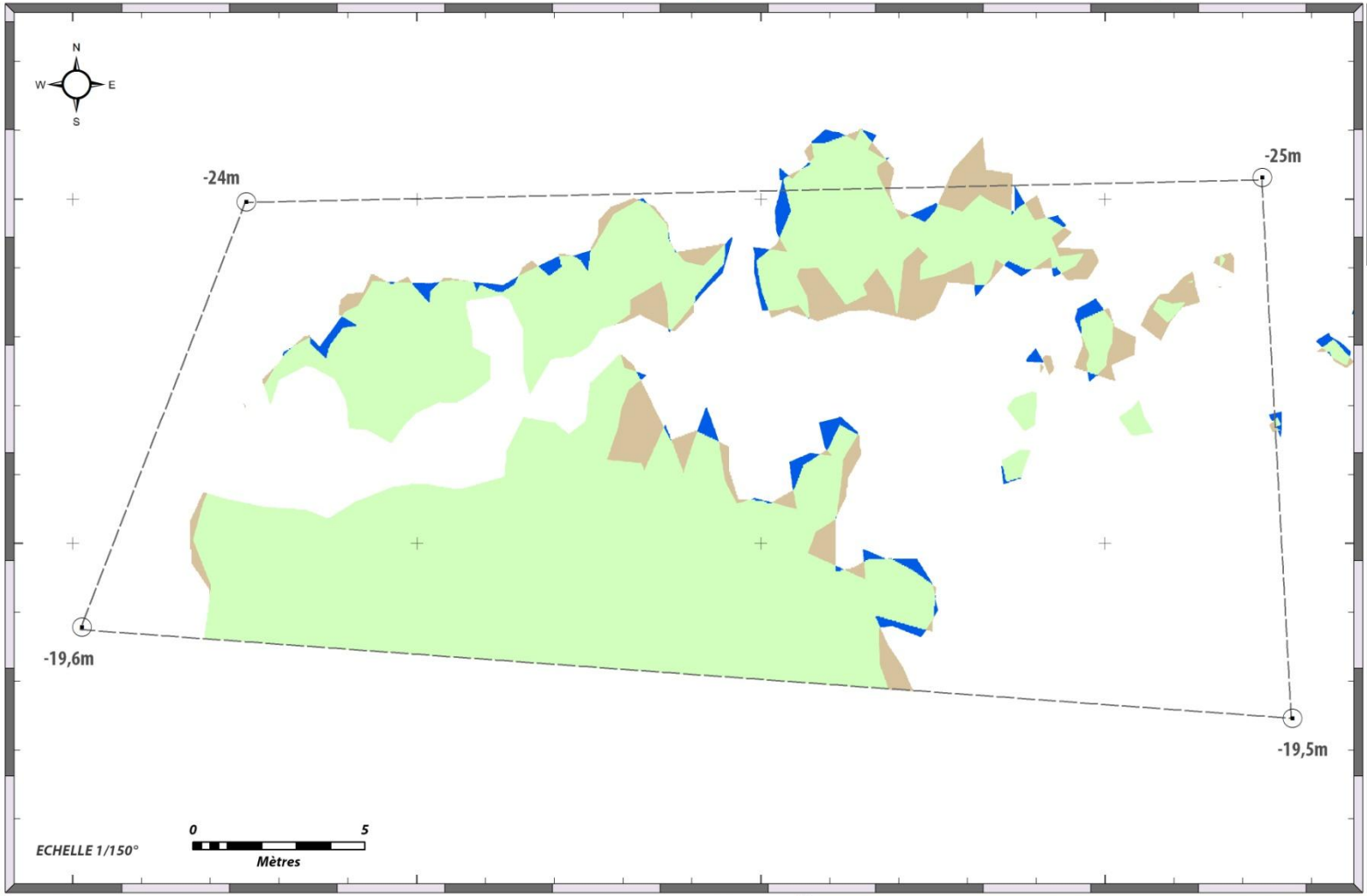
Figure 26 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de la Plage Trottel (Source : Google Earth).

L'herbier le plus proche du site Plage Trottel suivi par le Gis Posidonie antenne Corse dans la masse d'eau FREC04b est celui de Parata (500 au Sud Ouest des installations aquacoles, environ 7 km du site d'Ajaccio). Suivie en 2005, la limite inférieure (-35,7 m) de l'herbier de La Parata était clairsemée ou régressive et présentait un déchaussement faible (2,9 cm) et une densité moyenne normale (80 faisceaux / m²) (Pergent *et al.*, 2008). Un herbier a également été étudié selon le protocole PREI à Ajaccio Nord ; il était classé en bon état (PREI =0,564) (Gobert *et al.*, 2009).

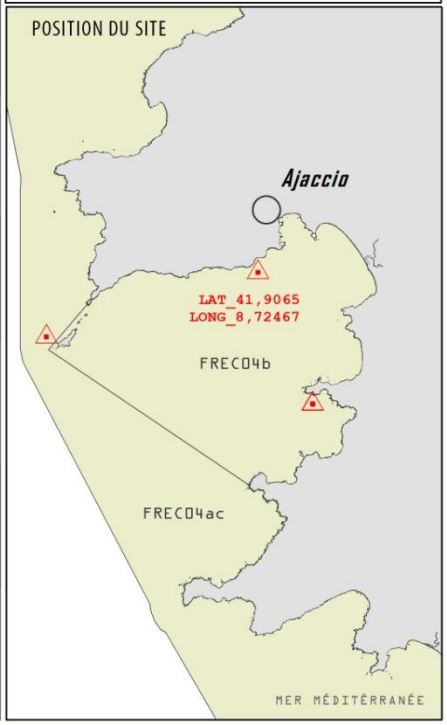


Carte 5 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Plage Trottel (2014).

Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à posidonie entre 2011 et 2014.
SITE > Plage Trottel < FREC04b - Golfe d'Ajaccio







LEGENDE

Télémétrie
- Balise de positionnement du quadrat de télémétrie
- Faisceaux isolés

Herbier de posidonie
- Herbier de Posidonie stable
- Herbier - Concordance négative
- Herbier - Concordance positive

Eléments particuliers
- *Pinna nobilis*
- Macrodéchets

Position du site
- Masses d'eau côtières
- Coordonnées GPS du site - WGS84
- Zone urbaine

STATISTIQUES

	Densité*/m² (2011)	Déchaussement/cm (2011)
Moyenne globale	115	/
Ecart type	45	/

*Nombre de faisceaux par m²

Cette carte a été réalisée à partir de levés télémétriques effectués en 2011 et 2014.

Elle fait partie intégrante de l'étude intitulée: **« Surveillance des herbiers de Posidonie - Suivi 2014»**

RESEAU DE SURVEILLANCE - TEMPO - CREDITS : Agence de l'eau | Andromède océanologie

www.andromede-ocean.com

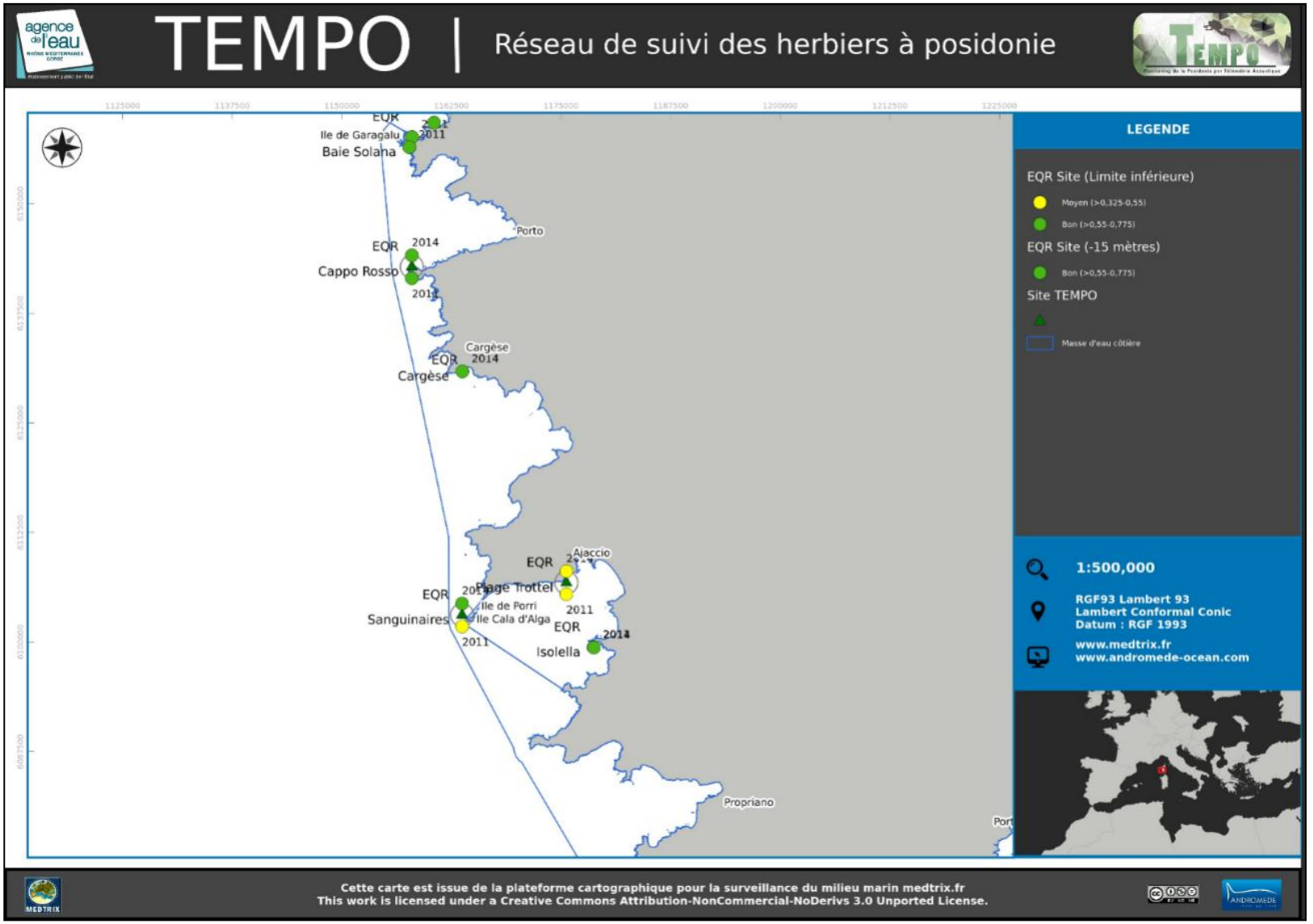
Carte 6 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Plage Trottel entre 2011 et 2014.



Figure 27 : Vues générales de la limite inférieure de l'herbier de posidonie de la plage Trottel et emplacement des balises (cercles rouges) (2011).

V.3 MASSE D'EAU FREC04AC

La masse d'eau FREC04ac comprend un site échantillonné à la profondeur intermédiaire : Cargèse et plusieurs sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure: Sanguinaires, Cappo Rossu et Baie de Solana.



V.3.1 Cargèse – DCE

La station se situe dans le golfe de Sagone au large de Cargèse dans la masse d'eau « Pointe Senetosa – Pointe Palazzu » FREC04ac.

a) Vitalité de la plante

Profondeur de la limite inférieure et type de limite inférieure (secteur LI)

Sur cette station l'herbier est sur roche et **la limite inférieure de l'herbier progressive se situe à -37 mètres.**

Densité de faisceaux (secteur PI)

A -15 mètres, la densité en 2014 sur la station varie de 137 à 281 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 199,1 ± 53,4 faisceaux /m²**. L'herbier est donc en **état médiocre** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **sub-normale inférieure.**

Surface foliaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul de plusieurs paramètres foliaires.

A -15 mètres sur la station Cargèse le nombre moyen de feuilles par faisceaux varie de 3 à 13 pour une **valeur moyenne de 6,68 ± 2,18 feuilles/faisceaux**.

Les feuilles enlevées des 20 faisceaux sont majoritairement des adultes (n=72 soit 56,7% des feuilles) puis on trouve des feuilles intermédiaires (n=53 soit 41,7%) et des juvéniles (n=2 soit 1,6%).

Les données biométriques ont permis de connaître la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau. Elle est calculée à l'aide de la formule suivante:

SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)

Sur la station Cargèse : SF= 259 cm²/faisceau

Charge épiphytaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul du ratio épiphytes/feuilles par faisceau de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

Sur la station Cargèse : E/L= 0,07

b) Indice de qualité écologique (EQR)

Le calcul de l'EQR est basé sur les cinq paramètres définis dans la partie précédente ; il se calcule de la manière suivante :

$$EQR = (EQR'+0.11)/(1+0.1)$$

Sur la station Cargèse : EQR= 0,699 avec EQR'= 0,659

- N densité = 0,412
- N SF=0,474
- N (E/L) = 0,464
- N limite inférieure = 0,958
  A la valeur de la limite inférieure mesurée sous l'eau à 37 mètres de fond nous avons ajouté 3 car la limite est régressive.

L'EQR (0,699) calculé sur la station Cargèse en juin 2014 indique un bon état écologique.

c) Données historiques

En 2009, des mesures similaires ont été réalisées sur une autre station (Cargèse1) dans le cadre de la campagne de surveillance DCE. Celle-ci se situe dans la même masse d'eau à environ un kilomètre à l'Est de la station Cargèse.

Ces deux stations sont très différentes en termes de densité de l'herbier : en 2014 l'herbier est plus de deux fois moins dense. Par contre les paramètres de biométrie foliaire et de charge épiphytaire sont meilleurs en 2014.

L'état global de l'herbier sur la station échantillonnée en 2014 est moins bon que sur la station de 2009. La valeur de l'EQR en 2009 permettait de classer la masse d'eau FREC04ac en très bon état alors qu'en 2014 cette masse d'eau est classée en bon état selon le paramètre Posidonie.

Tableau 10 : Comparaison de l'herbier sur le site Cargèse.

Station	Année	Profondeur intermédiaire (-15 mètres)			Limite inférieure		EQR Posidonie
		Densité (faisceaux/m²)	Surface foliaire (cm²/faisceau)	Charge épiphytaire (g/g)	Prof. (m)	Type	
Cargèse	2014	199,1	259	0,07	37	Progressive	0,699
Cargèse1	2009	430	212	0,18	37	Progressive	0,788

V.3.2 Sanguinaires (masse d'eau FREC04ac)

a) Description et cartographie

En limite du golfe d'Ajaccio, le site TEMPO des Sanguinaires se situe au bord des îles Sanguinaires dans la masse d'eau FREC04ac. Les différentes tâches d'herbier cartographiées en 2014 représentent une **surface totale de 18,3 m²** (18,9 m² en 2011).

Quatre balises sont ancrées dans la roche entre 34,3 et 35,7 m de profondeur.

De nombreuses algues *Osmundaria volubilis* et *Cystoseira* sp. sont observées sur la roche. Présence de grandes axinelles *(A. polypoides*).



Figure 28 : Iles sanguinaires (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure (sur roche) de type **clairsemée naturelle (natural shaded limit)** se situe à **35,3 m** de profondeur.

La **densité moyenne est de 122,5 ±48 faisceaux /m²** en 2011 et **de 208 ± 39,6 faisceaux /m²** en 2014. L'herbier est donc en **bon état en 2011 et en excellent état en 2014** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** les deux années.

Tableau 11 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC04ac	FREC04ac	
Nom Site	Sanguinaires	Sanguinaires	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.54	0.6	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.44	0.44	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.91	0.91	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.26	0.45	0.16 — 0.36 — 0.83

Le **déchaussement est faible** ; il varie de -2 à 8 cm en 2014 pour une valeur moyenne de **-0,06 ± 3,27 cm** (3,28 ±3,16 cm en 2011). Les EQR en 2014 (0,6) et en 2011 (0,54) sont globalement moyens comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse. En 2014 l'EQR indique un **bon état écologique du site** alors qu'en 2011 il indique un état moyen (densité de faisceaux plus faible). Cette amélioration de l'état de santé de l'herbier sera à confirmer lors du suivi 2017.

c) Perturbations observées

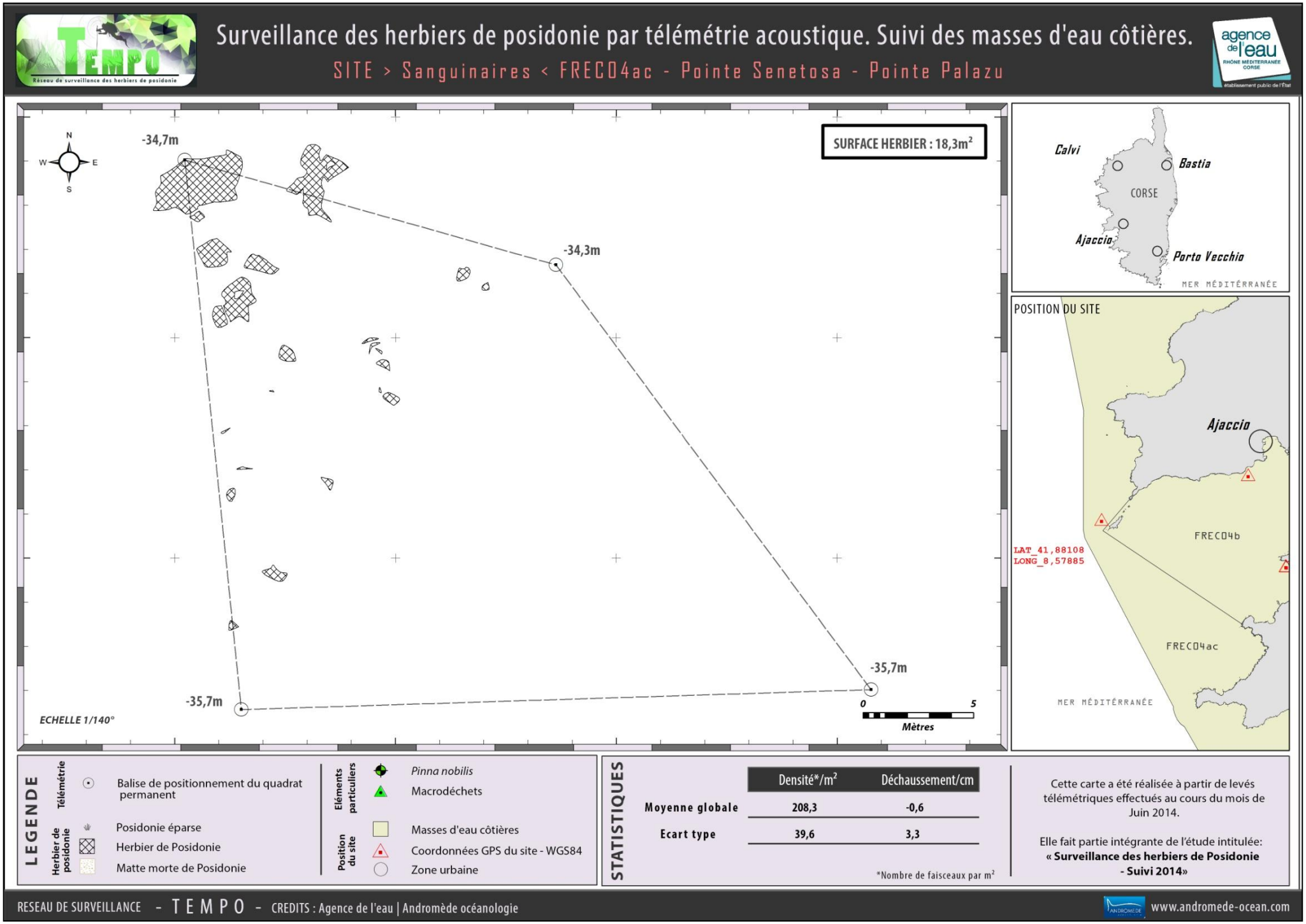
Les perturbations anthropiques terrestres sont quasiment inexistantes à proximité immédiate de cette station assez éloignée du littoral urbanisé. De par son exposition Nord et Ouest, ce site est très peu utilisé comme zone de mouillage. Cette station se situe à 7 km au Sud Ouest d'installations aquacoles, à 3 km au Nord de la route maritime des ferries Ajaccio-continent et à 15 km à l'Est du port d'Ajaccio. Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.



Figure 29 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier des Sanguinaires (Source : Google Earth).

d) Données historiques

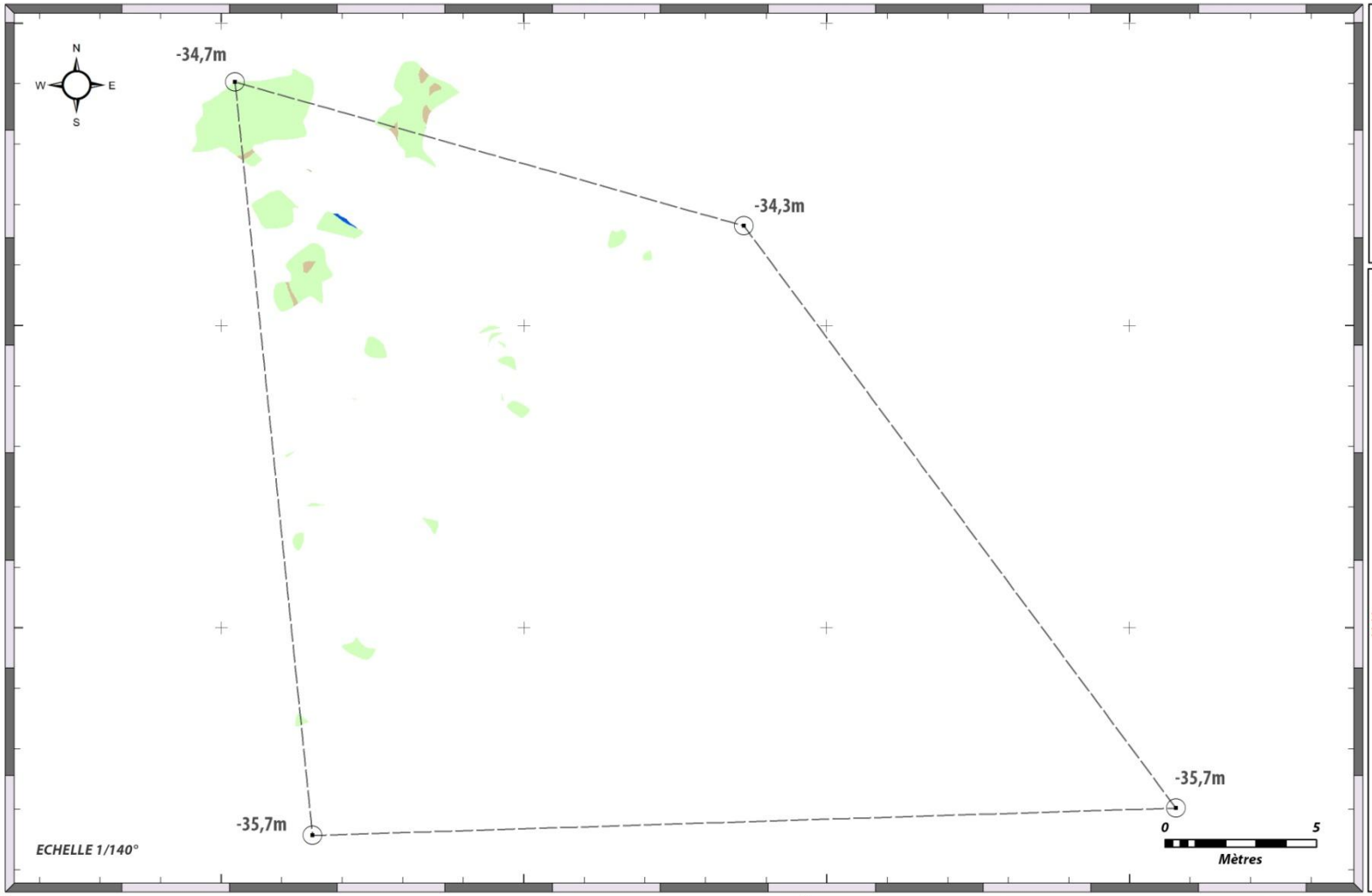
L'herbier le plus proche du site des Sanguinaires suivi par le GIS posidonie antenne Corse dans la masse d'eau FREC04b est celui de Parata (500 au Sud Ouest des installations aquacoles, environ 4 km du site des Sanguinaires). Suivie en 2005, la limite inférieure (-35,7 m) de l'herbier de La Parata était clairsemée ou régressive et présentait un déchaussement faible (2,9 cm) et une densité moyenne normale (80/m²) (Pergent et al., 2008).

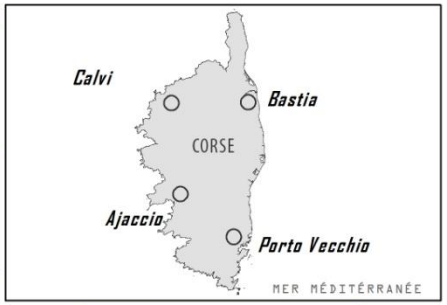


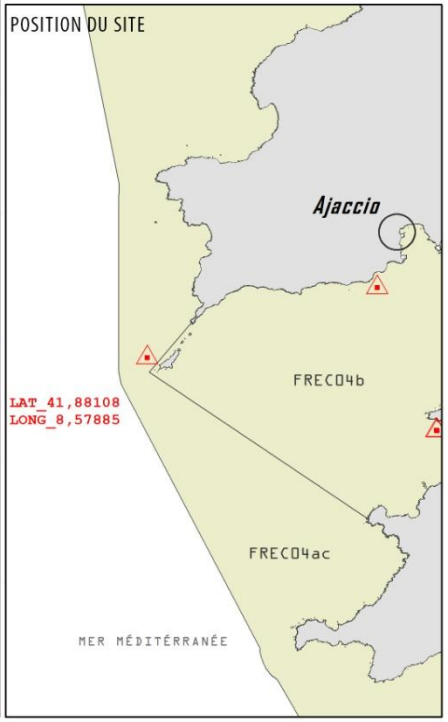
Carte 7 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Sanguinaires (2014).

Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à posidonie entre 2011 et 2014.

SITE > Sanguinaires < FREC04ac - Pointe Senetosa - Pointe Palazu







LEGENDE

Télémétrie
- Balise de positionnement du quadrat de télémétrie
- Faisceaux isolés

Herbier de posidonie
- Herbier de Posidonie stable
- Herbier - Concordance négative
- Herbier - Concordance positive

Eléments particuliers
- *Pinna nobilis*
- Macrodéchets

Position du site
- Masses d'eau côtières
- Coordonnées GPS du site - WGS84
- Zone urbaine

STATISTIQUES

	Densité*/m² (2011/2014)	Déchaussement/cm (2011/2014)
Moyenne globale	122,5/208	3,3/-0,06
Ecart type	48/40	3,3/3,2

*Nombre de faisceaux par m²

Cette carte a été réalisée à partir de levés télémétriques effectués en 2011 et 2014.

Elle fait partie intégrante de l'étude intitulée: **« Surveillance des herbiers de Posidonie - Suivi 2014»**

RESEAU DE SURVEILLANCE - TEMPO - CREDITS : Agence de l'eau | Andromède océanologie

www.andromede-ocean.com

Carte 8 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Sanguinaires entre 2011 et 2014.



Figure 30 : [1] Vue générale de la limite inférieure de l'herbier de posidonie des Sanguinaires (patchs d'herbier les plus grands encerclés en jaune) en 2011 ; [2-5] Herbier des Sanguinaires, 2014.

V.3.3 Cappo Rossu (masse d'eau FREC04ac)

a) Description et cartographie

A proximité des calanques de Piana, le site de Cappo Rossu se situe dans la masse d'eau FREC04ac. Les différentes tâches d'herbier cartographiées en 2014 représentent une surface totale de **110 m²**.

Quatre balises sont ancrées dans la roche entre 31,9 et 34 m de profondeur. Quatre grandes nacres (*Pinna nobilis*), aussi observées en 2011, sont positionnées sur la carte.



Figure 31 : Petite anse à proximité de Cappo Rossu.

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **franche en tâches (natural sharp limit)** se situe à **34,0 m** de profondeur.

La **densité moyenne est de 295 ± 60 faisceaux /m²** en 2011 et **de 183 ± 60 faisceaux /m²** en 2014. L'herbier est donc en **bon état en 2011 et 2014** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale en 2014 et sub-normale supérieure en 2011**.

Le **déchaussement est faible** ; il varie de -2 à 2 cm en 2014 pour une valeur moyenne de **-1,1 ± 1 cm** (3,3 ± 5,09 cm en 2011).

Tableau 12 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC04ac	FREC04ac	
Nom Site	Cappo Rosso	Cappo Rosso	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.74	0.63	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.87	0.87	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.68	0.36	0.16 — 0.36 — 0.83

Les EQR en 2014 (0,74) et en 2011 (0,63) sont globalement supérieurs à la moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de Corse. Les EQR indiquent un **bon état écologique du site** pour les deux années.

c) Perturbations observées

Les perturbations anthropiques terrestres sont absentes à proximité directe de ce site assez éloigné du littoral urbanisé (image aérienne ci-dessous). Toutefois, il se trouve à proximité de deux anses très régulièrement utilisées comme zones de mouillage forain. Aucune caulerpe n'a été observée mais une corde abandonnée sur la roche était présente en 2014.

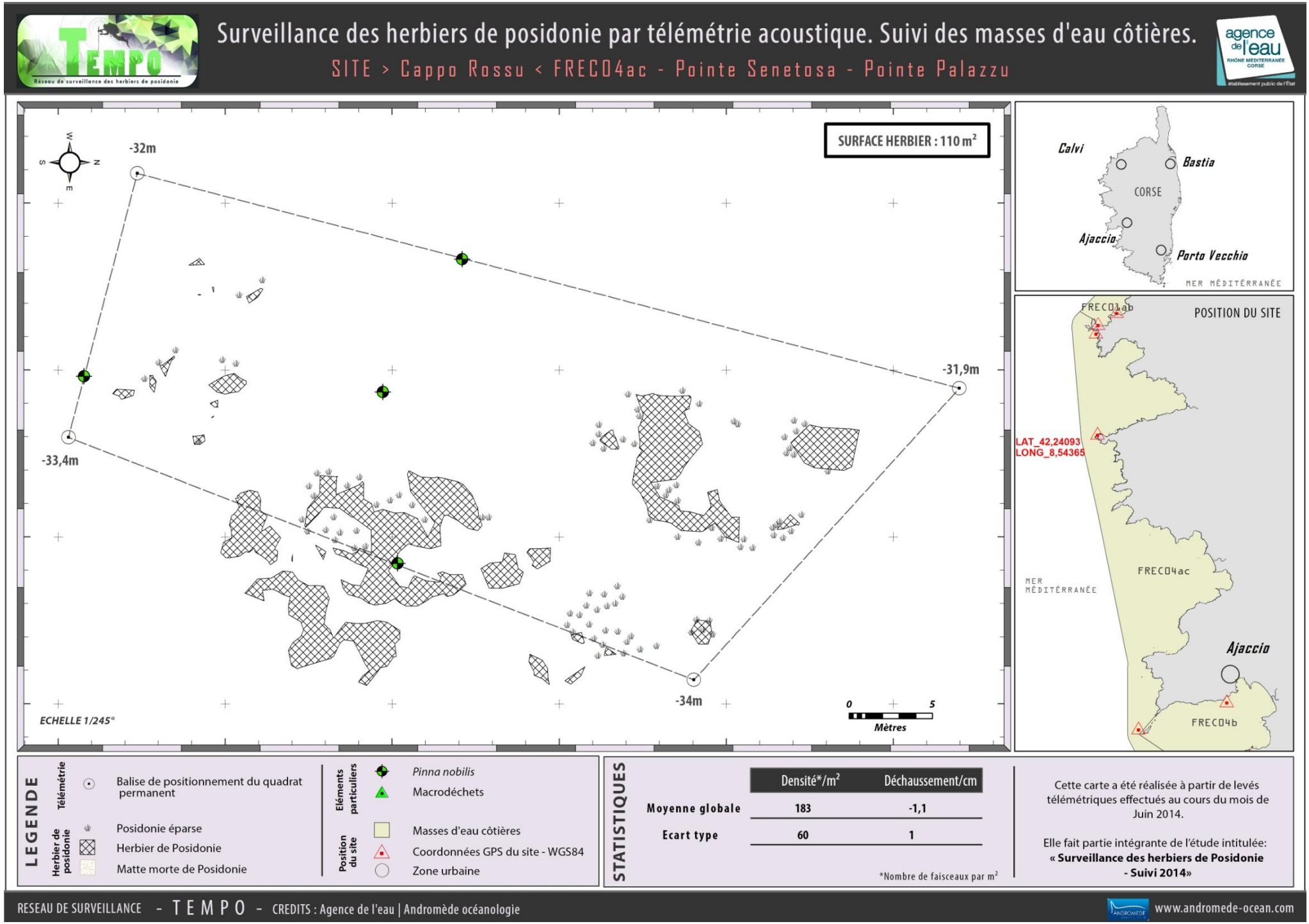


Figure 32 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier étudiée (Source : Google Earth).

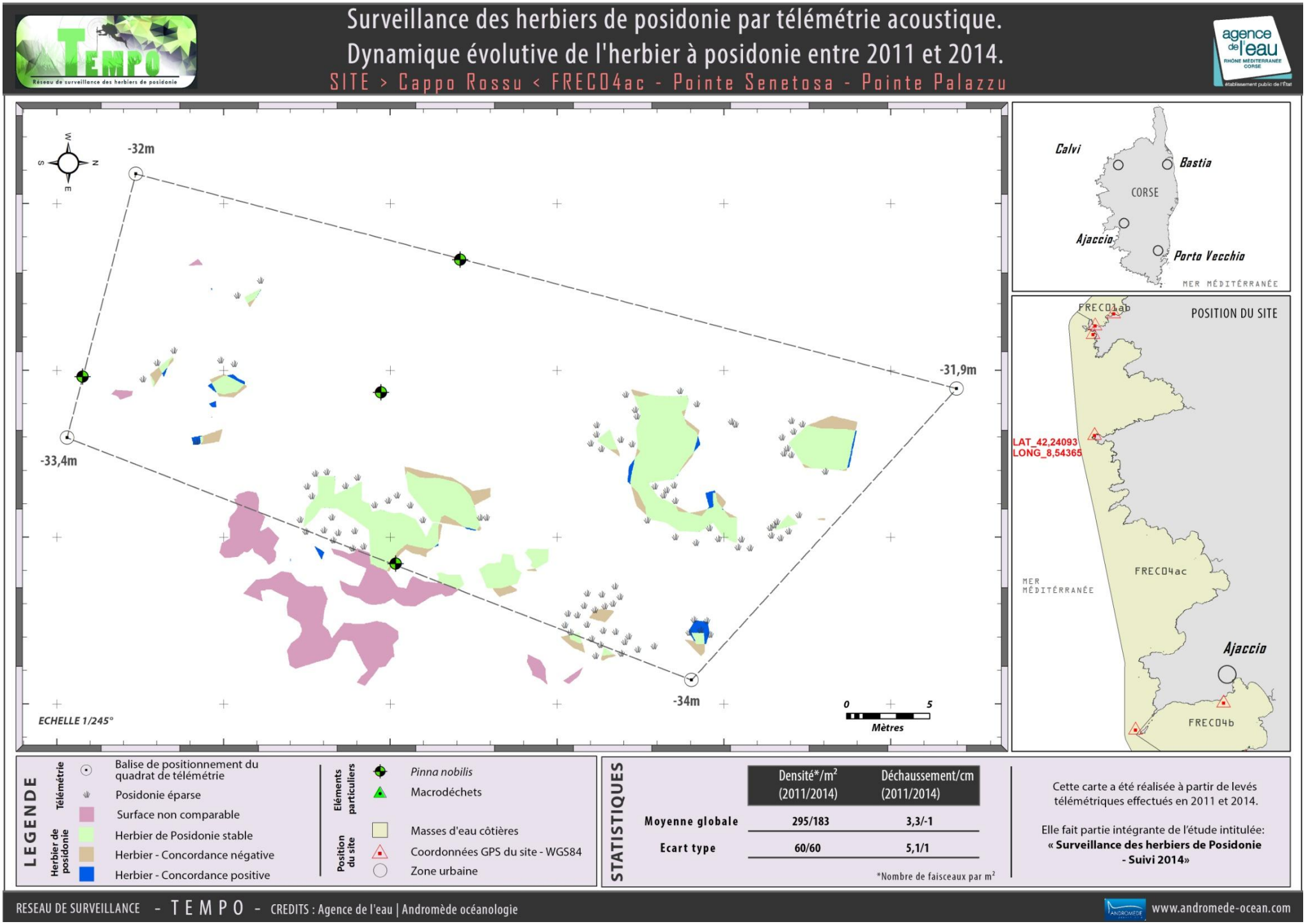
d) Données historiques

L'herbier le plus proche du site de Cappo Rossu suivi par le GIS posidonie antenne Corse dans la masse d'eau FREC04ac est celui de Porto (Au Sud du Golfe de Porto, environ 8 km du site de Cappo Rossu). Suivie en 2007, la limite inférieure (-26,8 m) de l'herbier de Porto était franche, ponctuellement progressive. De par son développement sur la roche, l'herbier apparaissait clairsemé. Il présentait un déchaussement faible (1,9 cm) et une très bonne densité moyenne (122 faisceaux / m²) (Pergent *et al*., 2008).

Un herbier a également été étudié pour son PREI à Tiucca et était classé en bon état (PREI =0,630) (Gobert *et al.,* 2009).



Carte 9 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Cappo Rossu (2014).



Carte 10 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Cappo Rossu entre 2011 et 2014.



Figure 33 : Vues générales de l'herbier du site Cappo Rossu et emplacement des balises (cercle rouge) marquant le quadrat permanent (2011).

V.3.4 Baie Solana (masse d'eau FREC04ac)

a) Description et cartographie

A proximité de la Réserve Naturelle intégrale de Scandola et de la pointe de Girolata, la baie de Solana se situe dans la masse d'eau FREC04ac. Les différentes tâches d'herbier cartographiées en 2011 représentent une surface totale de **111,39 m²**.

Quatre balises sont ancrées dans la roche, du sable et des granulats grossiers entre 31,8 et 35,4 m de profondeur.

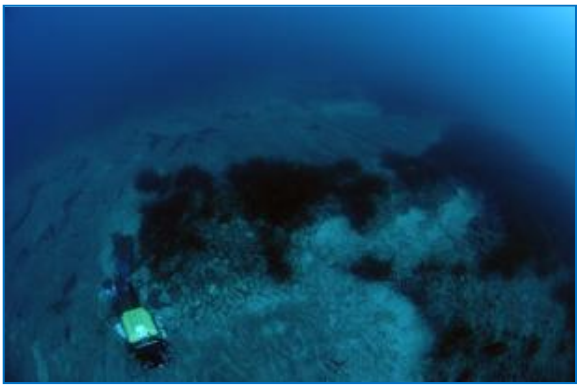


Figure 34 : Plongeur délimitant le quadrat permanent – Baie de Solana (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **franche en tâches avec des tendances régressives ponctuelles (regressive limit with patches)** se situe à **35,7 m** de profondeur. De la matte morte est observée entre les patchs d'herbier.

La densité en 2011 varie de 100 à 300 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 200 ±54 faisceaux /m².** L'herbier est donc **en excellent état en 2011** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.,* 2008 et Pergent-Martini *et al.,* 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale**.

Le **déchaussement est faible** ; il varie de 0 à 5 cm pour une valeur moyenne de **0,86 ±1,72 cm**.

Tableau 13 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC04ac	
Nom Site	Baie Solana	
Année	2011	
EQR Site TEMPO	0.67	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.66	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.93	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.42	0.16 — 0.36 — 0.83

L'EQR en 2011 (0,67) est globalement au-dessus de la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse. En 2011 l'EQR indique un **bon état écologique du site**

c) Perturbations observées

Les perturbations anthropiques sont assez réduites à proximité de ce site assez éloigné du littoral urbanisé (voir image aérienne ci-dessous). Néanmoins, on y trouve régulièrement des embarcations ancrées plus à l'intérieur de l'anse.

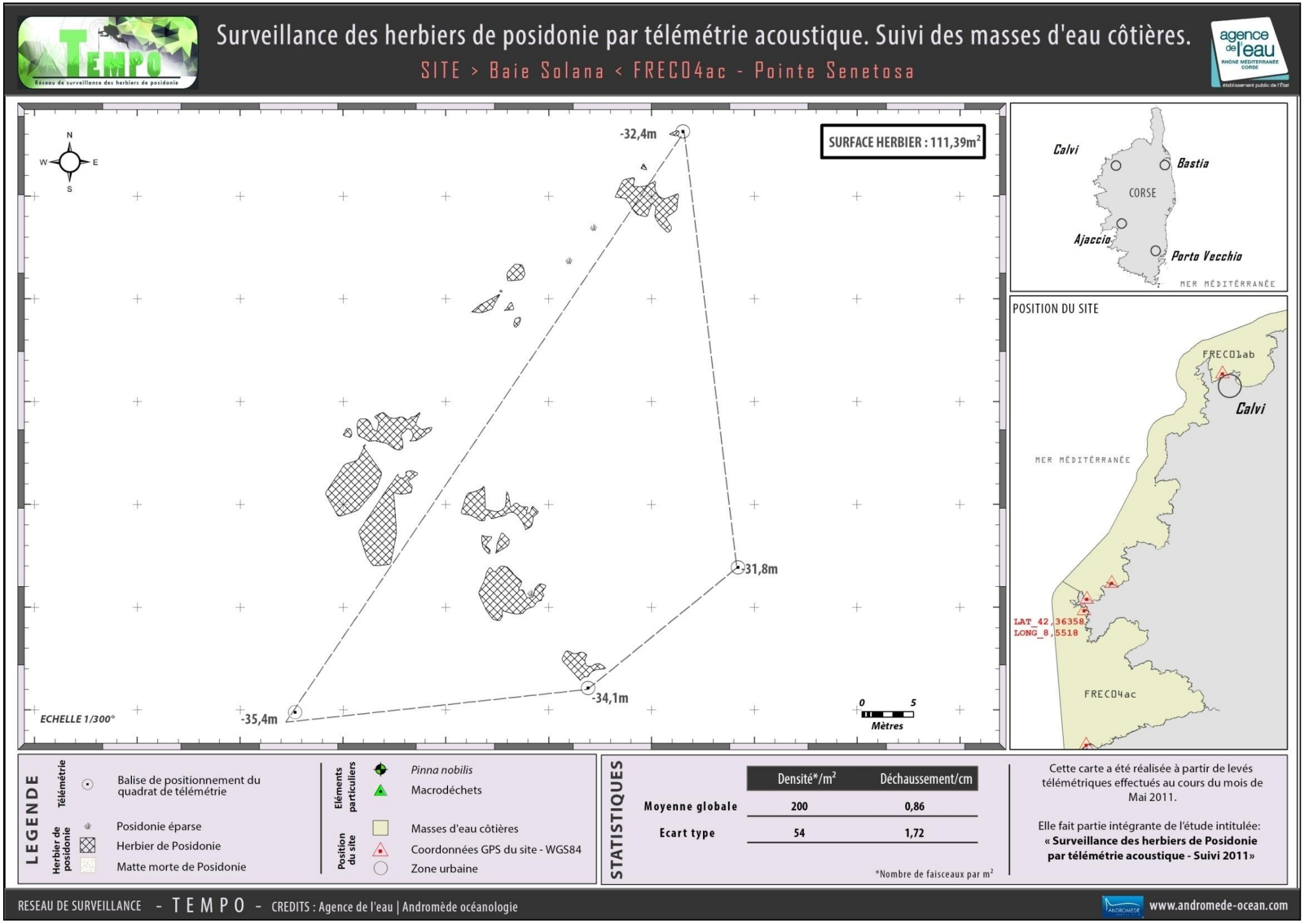
Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.



Figure 35 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de la baie de Solana (Source : Google Earth)

d) Données historiques

La limite supérieure d'un herbier situé près de Girolata (3 km au Sud de Solana) a été suivie par le GIS posidonie antenne Corse en 2008. Sur ce site, de nombreuses mattes mortes avaient été observées. La densité de faisceaux était bonne (660/m² à 9,1 m) et le déchaussement faible (1,9 cm) (Pergent et al., 2008).



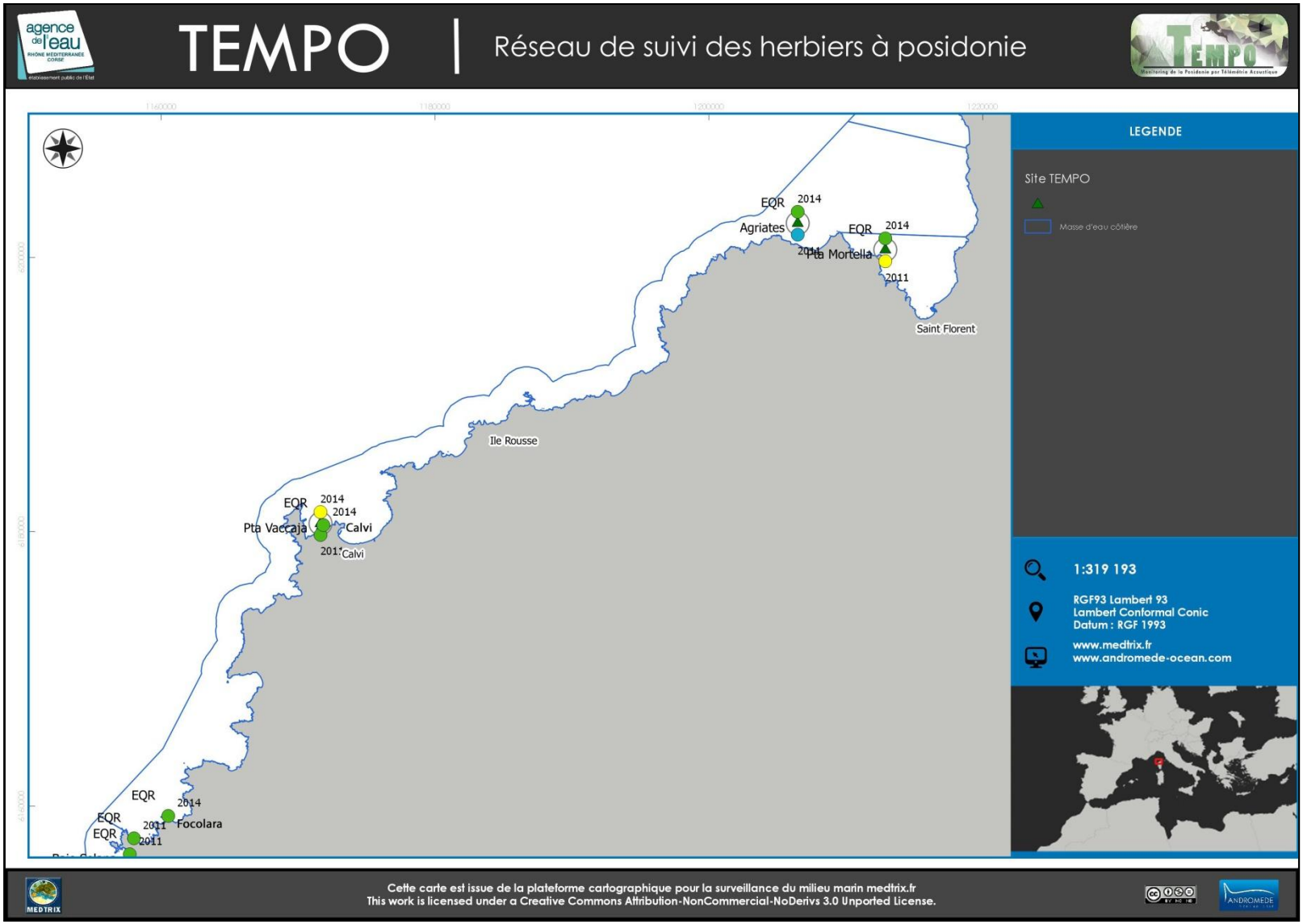
Carte 11 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Baie Solana (2011).



Figure 36 : Vues générales et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent du site de la baie de Solana (2011).

V.4 MASSE D'EAU FREC01AB

La masse d'eau FREC01ab comprend un site échantillonné à la profondeur intermédiaire : Calvi et plusieurs sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure: Baie d'Elbo, Focolara, Punta Vaccaja et Agriates.



V.4.1 Calvi – DCE

La station se situe au Nord de la Corse dans la masse d'eau « Pointe Palazzu – Sud Nonza » FREC01ab.

a) Vitalité de la plante

Profondeur de la limite inférieure et type de limite inférieure (secteur LI)

Sur cette station l'herbier est sur roche et **la limite inférieure de l'herbier régressive se situe à -34 mètres.**

Densité de faisceaux (secteur PI)

A -15 mètres, la densité en 2014 sur la station varie de 150 à 331 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 211,3 ± 46,9 faisceaux /m²**. L'herbier est donc en **état médiocre** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **sub-normale inférieure.**

Surface foliaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul de plusieurs paramètres foliaires.

A -15 mètres sur la station Calvi le nombre moyen de feuilles par faisceaux varie de 3 à 13 pour une **valeur moyenne de 7,95 ± 4,5 feuilles/faisceaux**.

Les feuilles enlevées des 20 faisceaux sont majoritairement des adultes (n=89 soit 56% des feuilles) puis on trouve des feuilles intermédiaires (n=58 soit 36%) et des juvéniles (n=12 soit 8%).

Les données biométriques ont permis de connaître la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau. Elle est calculée à l'aide de la formule suivante:

SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)

Sur la station Calvi : SF= 216 cm²/faisceau

Charge épiphytaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul du ratio épiphytes/feuilles par faisceau de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

Sur la station Calvi : E/L= 0,09

b) Indice de qualité écologique (EQR)

Le calcul de l'EQR est basé sur les cinq paramètres définis dans la partie précédente ; il se calcule de la manière suivante :

$$EQR = (EQR'+0.11)/(1+0.1)$$

Sur la station Calvi : EQR= 0,586 avec EQR'= 0,534

- N densité = 0,437
- N SF=0,395
- N (E/L) = 0,455
- N limite inférieure = 0,58
  A la valeur de la limite inférieure mesurée sous l'eau à 34 mètres de fond nous avons soustrait 3 car la limite est régressive.

L'EQR (0,586) calculé sur la station Calvi en juin 2014 indique un bon état écologique.

c) Données historiques

En 2009, des mesures similaires ont été réalisées sur une autre station (Calvi1) dans le cadre de la campagne de surveillance DCE. Celle-ci se situe dans la même masse d'eau mais au nord-est, proche de la pointe de la Revellata et de la station marine Stareso.

L'état de l'herbier sur la station échantillonnée en 2014 est moins bon que sur la station de 2009, notamment au niveau du type et de la profondeur de la limite inférieure Sur les deux stations, les valeurs des EQR permettent de classer la masse d'eau FREC01ab en bon état.

Tableau 14 : Comparaison de l'herbier sur le site Calvi.

Station	Année	Profondeur intermédiaire (-15 mètres)			Limite inférieure		EQR Posidonie
		Densité (faisceaux/m²)	Surface foliaire (cm²/faisceau)	Charge épiphytaire (g/g)	Prof. (m)	Type	
Calvi	2014	211	216	0,09	34	Régressive	0,586
Calvi1	2009	297	304	0,11	37	Franche	0,736

V.4.2 Baie Elbo (masse d'eau FREC01ab)

a) Description et cartographie

A proximité de la réserve naturelle de Scandola et de la pointe de Girolata, la baie d'Elbo se situe dans la masse d'eau FREC01ab. Les différentes tâches d'herbier cartographiées en 2011 représentent une surface totale de **213,3 m²**.

Quatre balises sont ancrées dans du sable et des granulats grossiers entre 35,4 et 37,7m de profondeur. L'emplacement d'une grande nacre *Pinna nobilis* a été noté à l'intérieur du quadrat.



Figure 37 : Vue générale du site de la baie d'Elbo (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **clairsemée naturelle (natural shaded limit)** se situe à **38 m** de profondeur. De la matte morte est observée entre les patchs d'herbier.

La densité en 2011 varie de 100 à 225 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 145 ± 39 faisceaux /m²**. L'herbier est donc en **excellent état en 2011** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale**. Le **déchaussement est faible** ; il varie de 0 à 4 cm pour une valeur moyenne de **1,03 ±1,49 cm**.

L'EQR en 2011 (0,58) est moyen comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse. Il indique un **bon état écologique du site.**

Tableau 15 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC01ab	
Nom Site	Baie Elbo	
Année	2011	
EQR Site TEMPO	0.58	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.44	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	1	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.29	0.16 — 0.36 — 0.83

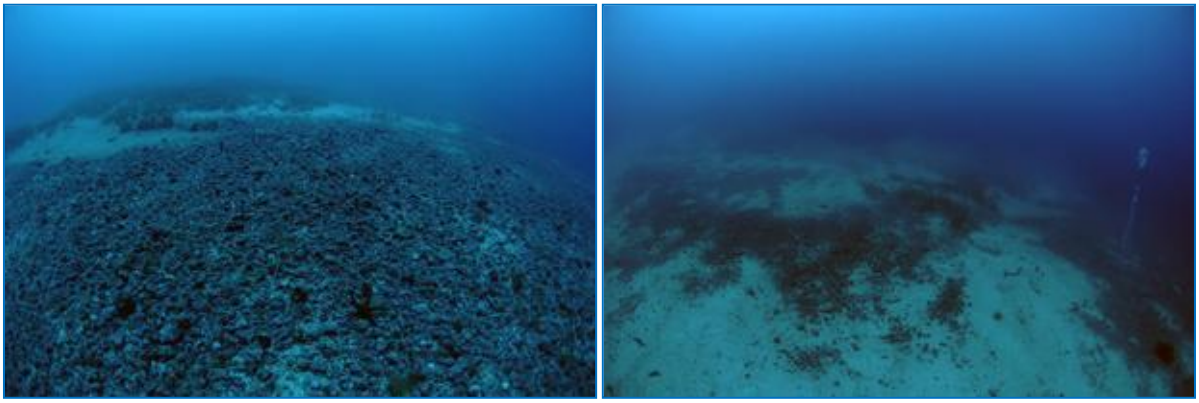


Figure 38 : Rhodolithes et sable à proximité de la limite inférieure de l'herbier (2011).

c) Perturbations observées

Les perturbations anthropiques sont assez réduites à proximité de ce site assez éloigné du littoral urbanisé (voir image aérienne ci-dessous). L'herbier se trouve toutefois au carrefour de nombreuses petites anses toutes utilisées pour le mouillage forain. Aucun macro-déchet et aucune caulerpe n'ont été observés en 2011.

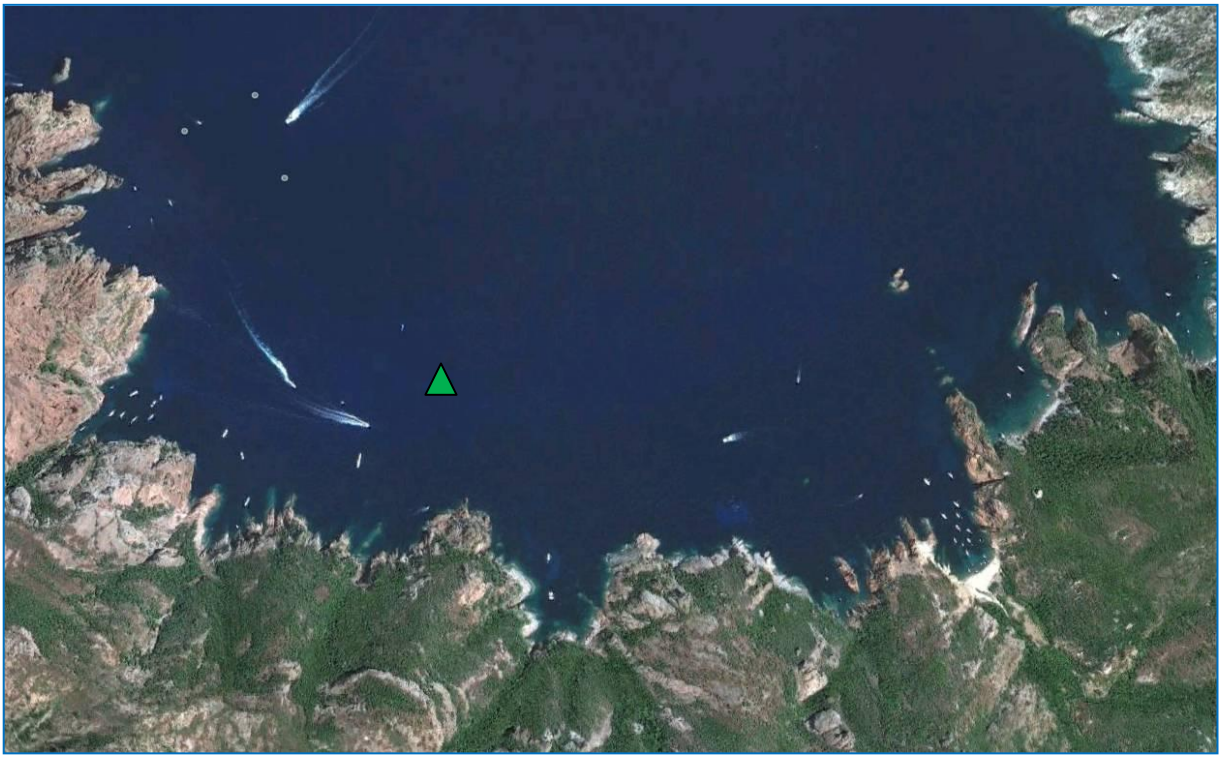


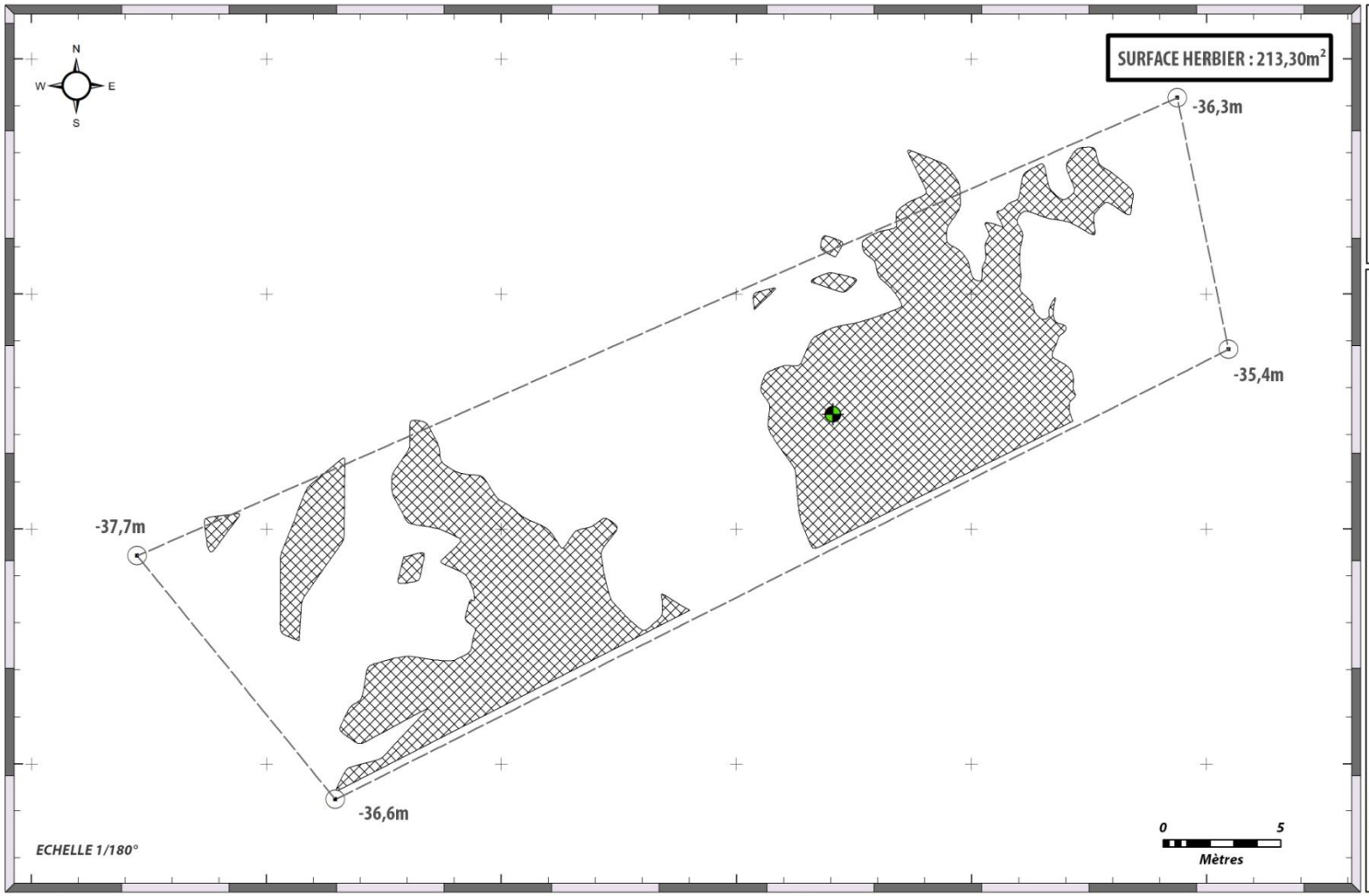
Figure 39 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site de la baie d'Elbo (Source : Google Earth)

d) Données historiques

La limite supérieure d'un herbier situé près de Girolata a été suivie par le GIS posidonie antenne Corse en 2008. Sur ce site, de nombreuses mattes mortes avaient été observées. La densité de faisceaux était bonne (660/m² à 9,1 m) et le déchaussement faible (1,9 cm) (Pergent *et al.*, 2008).

Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.

SITE > Baie Elbo < FREC01ab - Pointe Palazzu - Sud Nonza







LEGENDE

- Télémétrie
  - Balise de positionnement du quadrat de télémétrie
- Herbier de posidonie
  - Posidonie éparse
  - Herbier de Posidonie
  - Matte morte de Posidonie
- Eléments particuliers
  - *Pinna nobilis*
  - Macrodéchets
- Position du site
  - Masses d'eau côtières
  - Coordonnées GPS du site - WGS84
  - Zone urbaine

STATISTIQUES

	Densité*/m²	Déchaussement/cm
Moyenne globale	145	1,03
Ecart type	39	1,49

*Nombre de faisceaux par m²

Cette carte a été réalisée à partir de levés télémétriques effectués au cours du mois de Mai 2011.

Elle fait partie intégrante de l'étude intitulée: **« Surveillance des herbiers de Posidonie par télémétrie acoustique - Suivi 2011»**

RESEAU DE SURVEILLANCE - TEMPO - CREDITS : Agence de l'eau | Andromède océanologie

www.andromede-ocean.com

Carte 12 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Baie Elbo (2011).

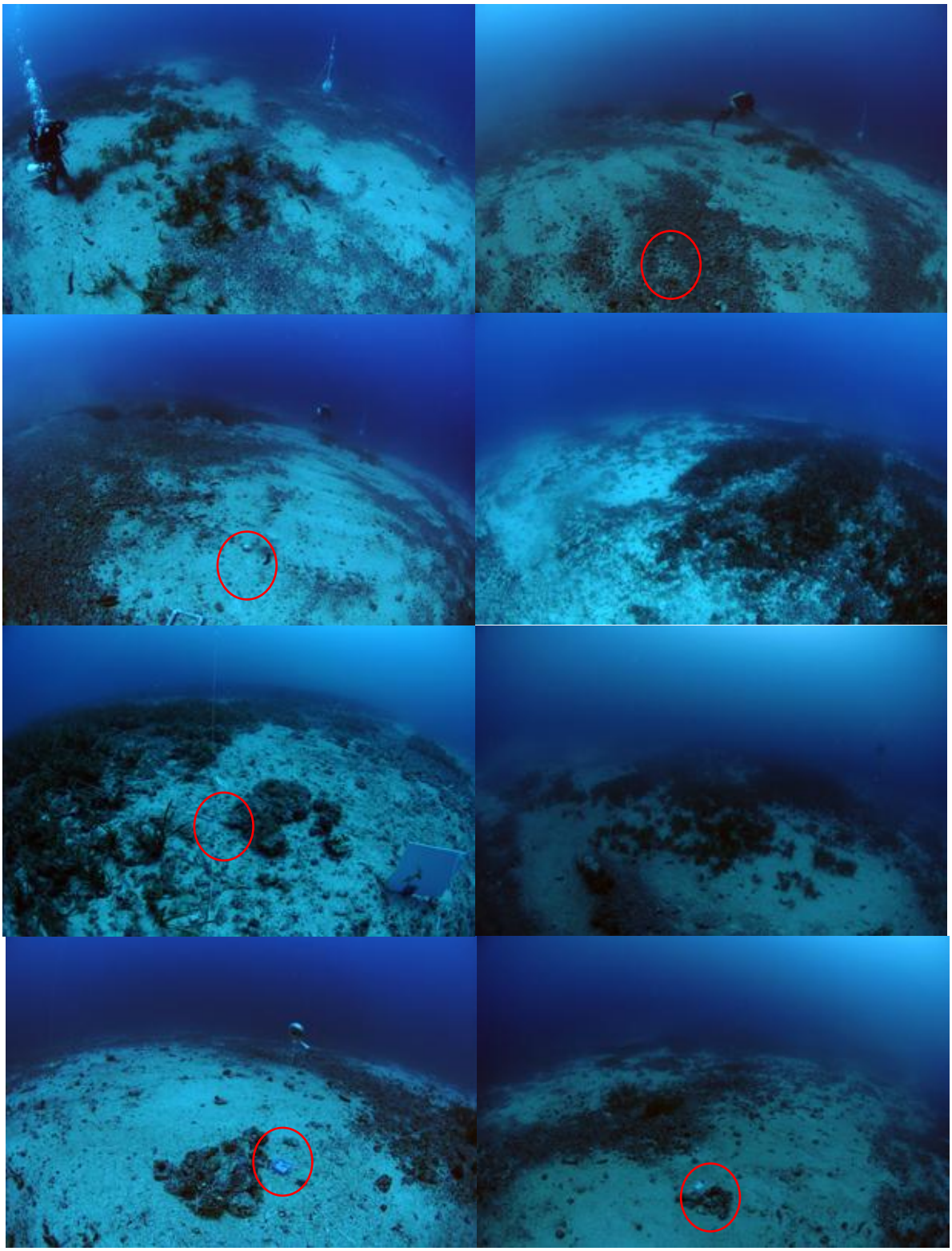


Figure 40 : Vues générales et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent (2011).

V.4.3 Focolara

a) Description et cartographie



Figure 41 : Vue générale du site de Focolara (2014).

Au Nord de la réserve naturelle de Scandola, la baie de Focolara se situe dans la masse d'eau FREC01ab. Les différentes tâches d'herbier cartographiées en 2014 représentent une surface totale de **563 m²**. Ce site a été créé lors de la mission 2014.

Quatre balises sont ancrées dans du sable et de la roche entre 33,8 et 35,4 mètres de profondeur. Les roches abritent des cystoseires et des algues rouges *Osmundaria volubilis*.

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **franche en taches** se situe à **36 m** de profondeur.

La densité en 2014 varie de 125 à 225 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 168,3 ±35,9 faisceaux /m²**. L'herbier est donc en **excellent état en 2014** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.,* 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale**.

Le **déchaussement est faible** ; il varie de -4 à 7 cm pour une valeur moyenne de **1,9 ± 3,2 cm**.

L'EQR en 2014 (0,64) est au-dessus de la moyenne régionale Corse et indique un **bon état écologique du site.**

Tableau 16 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC01ab	
Nom Site	Focolara	
Année	2014	
EQR Site TEMPO	0.64	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.66	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.94	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.32	0.16 — 0.36 — 0.83

c) Perturbations observées

Les perturbations anthropiques sont assez réduites à proximité de ce site assez éloigné du littoral urbanisé (voir image aérienne ci-dessous). Aucun macro-déchet et aucune caulerpe n'ont été observés.

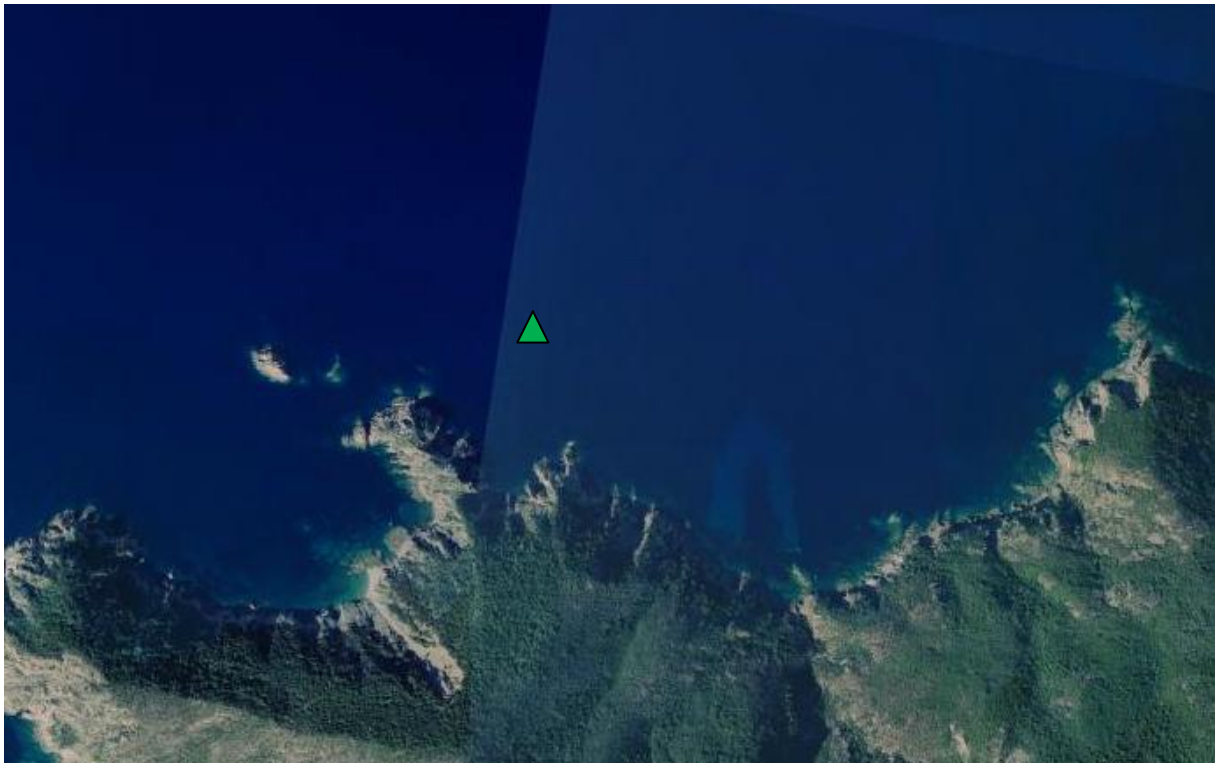
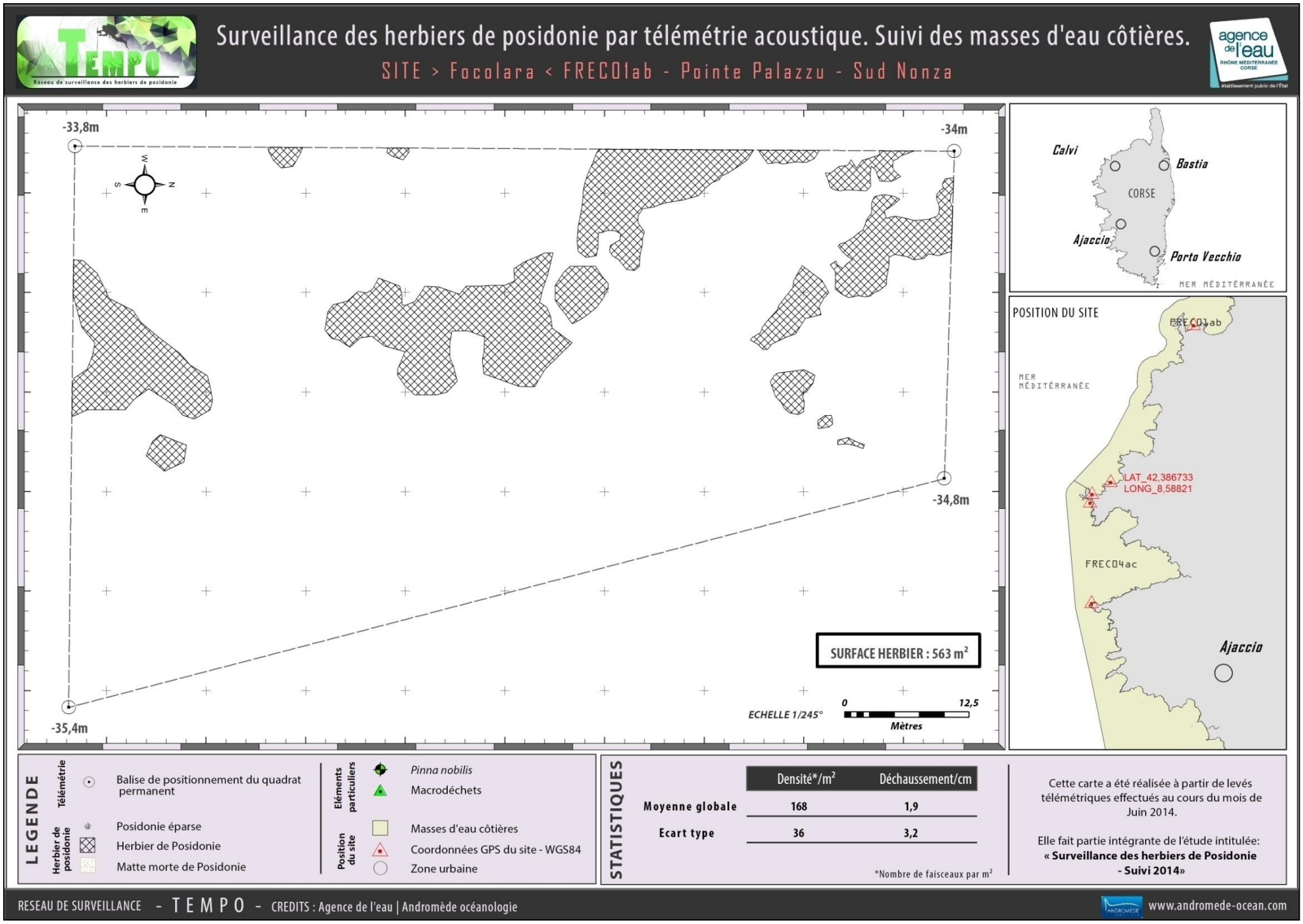


Figure 42 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site de la baie d'Elbo (Source : Google Earth)

d) Données historiques

La limite supérieure d'un herbier situé près de Girolata a été suivie par le GIS posidonie antenne Corse en 2008. Sur ce site, de nombreuses mattes mortes avaient été observées. La densité de faisceaux était bonne (660/m² à 9,1 m) et le déchaussement faible (1,9 cm) (Pergent *et al.*, 2008).



Carte 13 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Focolara (2014).



Figure 43 : Vues générales du site de Focolara (2014).

V.4.4 Punta Vaccaja (masse d'eau FREC01ab)

a) Description et cartographie

A proximité de la ville de Calvi, ce site se situe dans la masse d'eau FREC01ab. En sa limite inférieure, l'herbier continue à bien recouvrir le substrat malgré quelques tâches de matte morte. La surface totale d'herbier cartographié est de **433 m²** (431 m² en 2011). Quatre balises sont ancrées dans du sable entre -31,2 et -33,8 mètres. Deux *Pinna nobilis* sont observées à l'intérieur du quadrat dont une morte. Présence sur le site d'un congre (*Conger conger*) et de cymodocées.

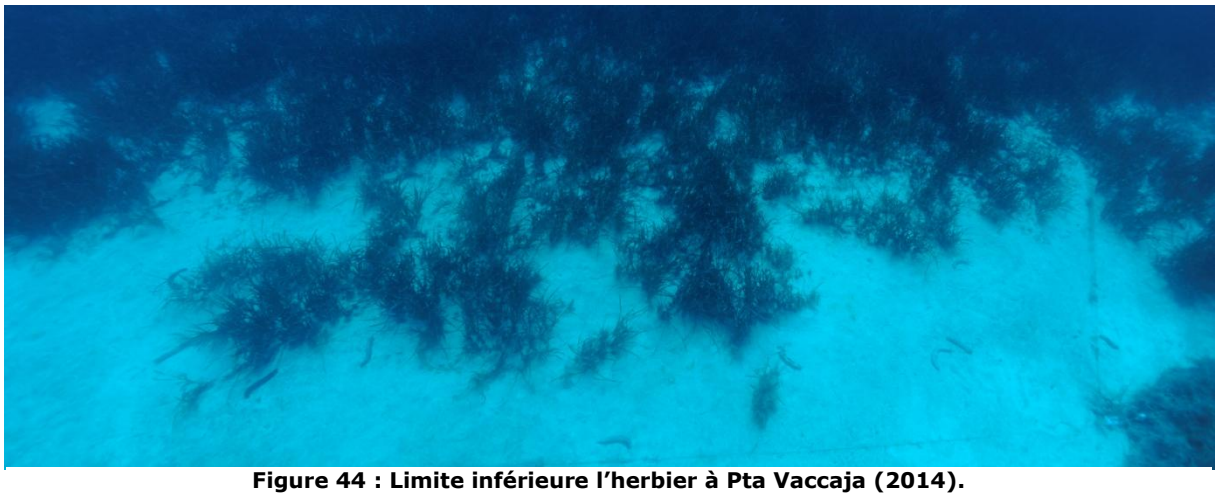


Figure 44 : Limite inférieure l'herbier à Pta Vaccaja (2014).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **régressive avec tâches (regressive limit with patches)** se situe à **33,6 m** de profondeur. De la matte morte s'insère de temps à autre au sein de l'herbier.

Tableau 17 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC01ab	FREC01ab	
Nom Site	Pta Vaccaja	Pta Vaccaja	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.56	0.48	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.21	0.21	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.86	0.86	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.6	0.38	0.16 — 0.36 — 0.83

La **densité moyenne est de 262,5 ± 80 faisceaux /m²** en 2011 et **de 212,5 ± 54,8 faisceaux /m²** en 2014. L'herbier est donc **en excellent état en 2011 et 2014** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** les deux années.

Le **déchaussement est moyen** ; il varie de 1 à 10 cm en 2014 pour une valeur moyenne de **5,1 ± 2,25 cm** (9,1 ±5,31 cm en 2011).

Les EQR en 2014 (0,56) et en 2011 (0,48) sont en-dessous de la moyenne régionale Corse. En 2014 l'EQR indique un **état écologique moyen du site** alors qu'en 2011 il indique un bon état mais très proche d'un état moyen.

c) Perturbations observées

La zone longe la périphérie Nord Ouest de Calvi (5477 habitants en 2006, +7,5 % depuis 1999. Source : www.annuaire-mairie.fr) et se trouve à 1,5 km à l'Ouest du littoral bordant directement le centre la ville (voir image aérienne ci-dessous). L'endroit est préservé des ancres de bateau préférant mouiller dans l'anse se trouvant 1,5 km plus à l'Ouest. *Caulerpa racemosa* est présente en dehors du quadrat sur le fond meuble. Des cystoseires sont observées en bordure Est du quadrat.



Figure 45 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de la Pta Vaccaja (Source : Google Earth)

d) Données historiques

La limite supérieure d'un herbier situé près de Calvi a été suivie par le GIS posidonie antenne Corse en 2006. Sur ce site, l'embouchure d'un petit fleuve côtier limite l'extension de l'herbier mais la densité de faisceaux était bonne (484/m² à 12,3 m) et le recouvrement très bon (100 %). Le déchaussement fort (10,7 cm) (Pergent *et al.*, 2008).

La limite inférieure d'un herbier situé près du centre Stareso (4 km à l'Ouest de Calvi) a été suivie par le GIS posidonie antenne Corse en 2006. Sur ce site, la proximité d'un canyon sous-marin crée une zone d'upwelling permettant un bon développement de l'herbier à 39 m de profondeur. La limite inférieure en 2006 était clairsemée, franche à faible recouvrement voire régressive. Le déchaussement était moyen (4 cm) (Pergent *et al.*, 2008).



Figure 46 : Vues générales du site de la Pta Vaccaja (2011).

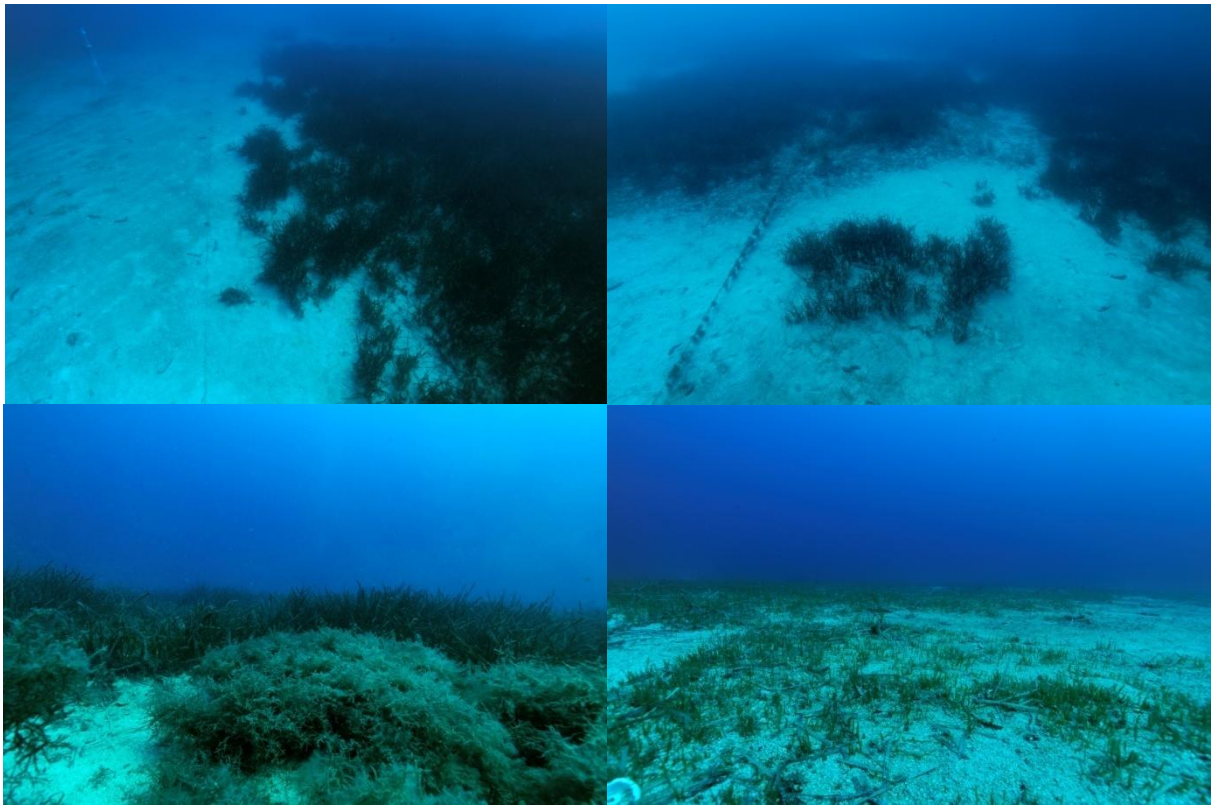
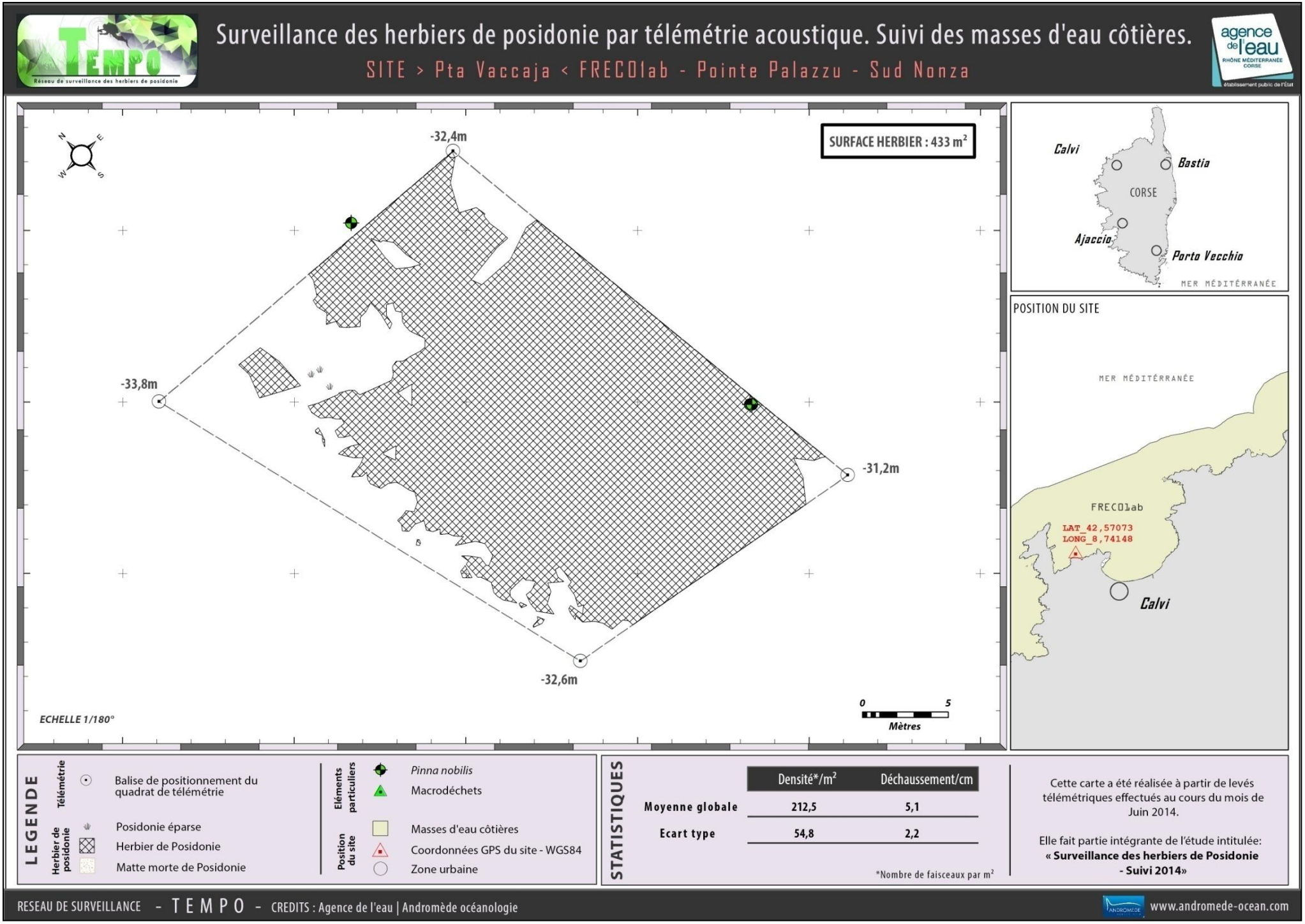
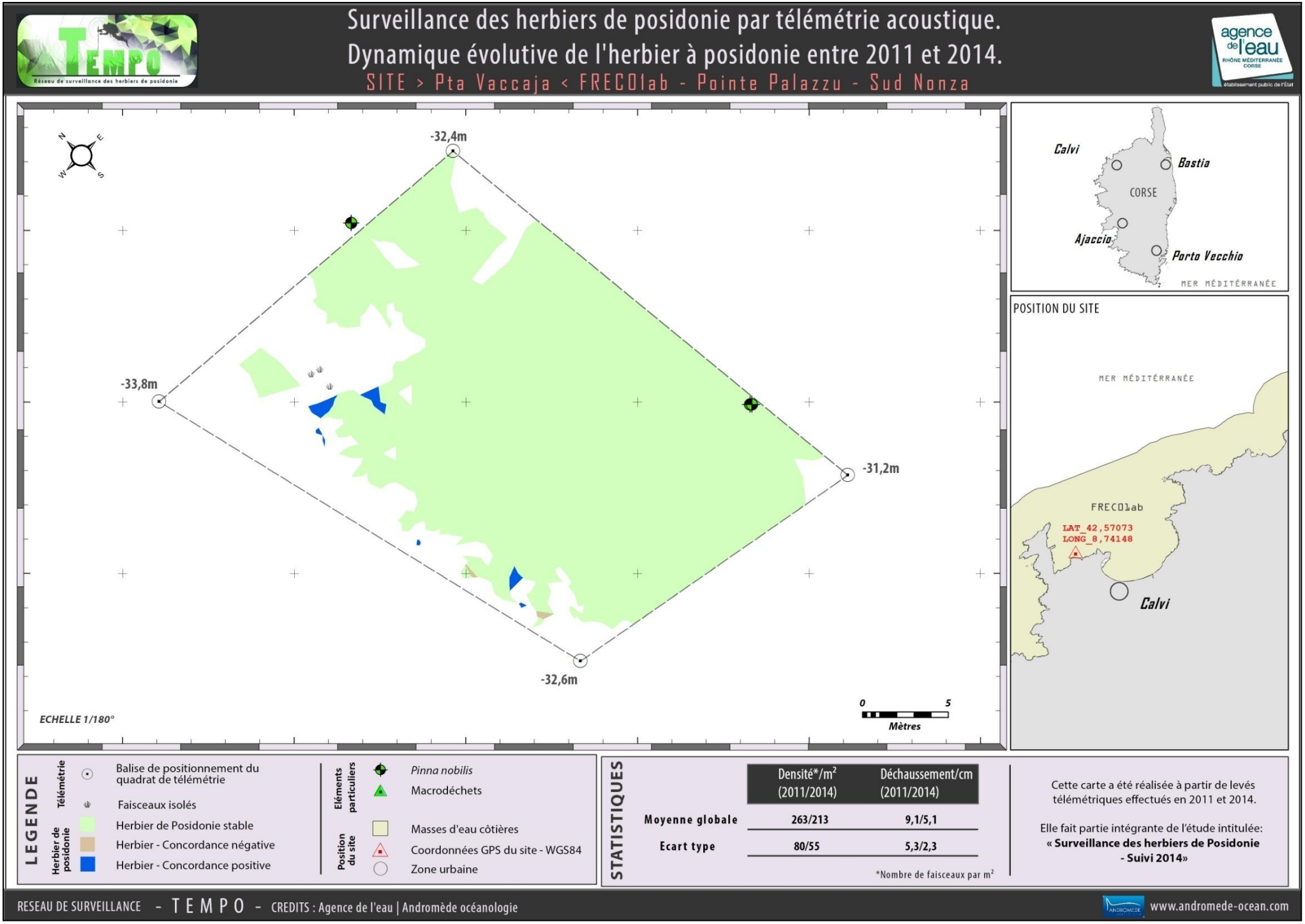


Figure 47 : Vues générales du site de la Pta Vaccaja (2014). [1,2] Limite inférieure de l'herbier ; [3] Cystoseires en bordure Est du quadrat ; [4] *Caulerpa racemosa* en aval de la limite inférieure sur le fond meuble.



Carte 14 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Pta Vaccaja (2014).



Carte 15 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Punta Vaccaja entre 2011 et 2014.

V.4.5 Agriates (masse d'eau FREC01ab)

a) Description et cartographie

Au niveau des Agriates, ce site se situe dans la masse d'eau FREC01ab. En sa limite inférieure, l'herbier est assez clairsemé et de nombreux faisceaux épars sont observés. La surface totale d'herbier cartographié en 2014 est de **150 m²** (159,6 m² en 2011).

Quatre balises sont ancrées dans du sable entre 35,2 et 36,8 m de profondeur. Quatre grandes nacres *Pinna nobilis* sont observées au sein du quadrat permanent.



Figure 48 : Limite inférieure de l'herbier des Agriates (2014).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **franche en tâches avec des tendances régressive ponctuelles (regressive limit with patches)** se situe à **36,5 m** de profondeur.

La **densité moyenne est de 347 ± 64 faisceaux /m²** en 2011 et **de 263 ± 65,5 faisceaux /m²** en 2014. L'herbier est donc **en excellent état en 2011 et 2014** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.,* 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.,* (1995) la densité est **sub-normale supérieure** les deux années.

Le **déchaussement est faible à moyen** ; il varie de 1 à 8 cm en 2014 pour une valeur moyenne de **4,5 ± 2,2 cm** (5,06 ±4,8 cm en 2011).

Tableau 18 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC01ab	FREC01ab	
Nom Site	Agriates	Agriates	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.8	0.75	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.95	0.98	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.78	0.6	0.16 — 0.36 — 0.83

Les EQR en 2014 (0,75) et en 2011 (0,80) sont au-dessus de la moyenne régionale Corse. En 2014 l'EQR indique un **bon état écologique du site** (proche d'un très bon état) et en 2011 il indique un très bon état. Cette différence, faible, est liée à la densité de faisceaux qui était plus importante en 2011.

c) Perturbations observées

Aucune habitation n'est visible à proximité de cette station (voir image aérienne ci-dessous). Par contre, il s'agit de la limite inférieure d'un herbier situé en aval d'un cours d'eau temporaire et très perturbé par les mouillages forains de la baie de Saleccia. Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.

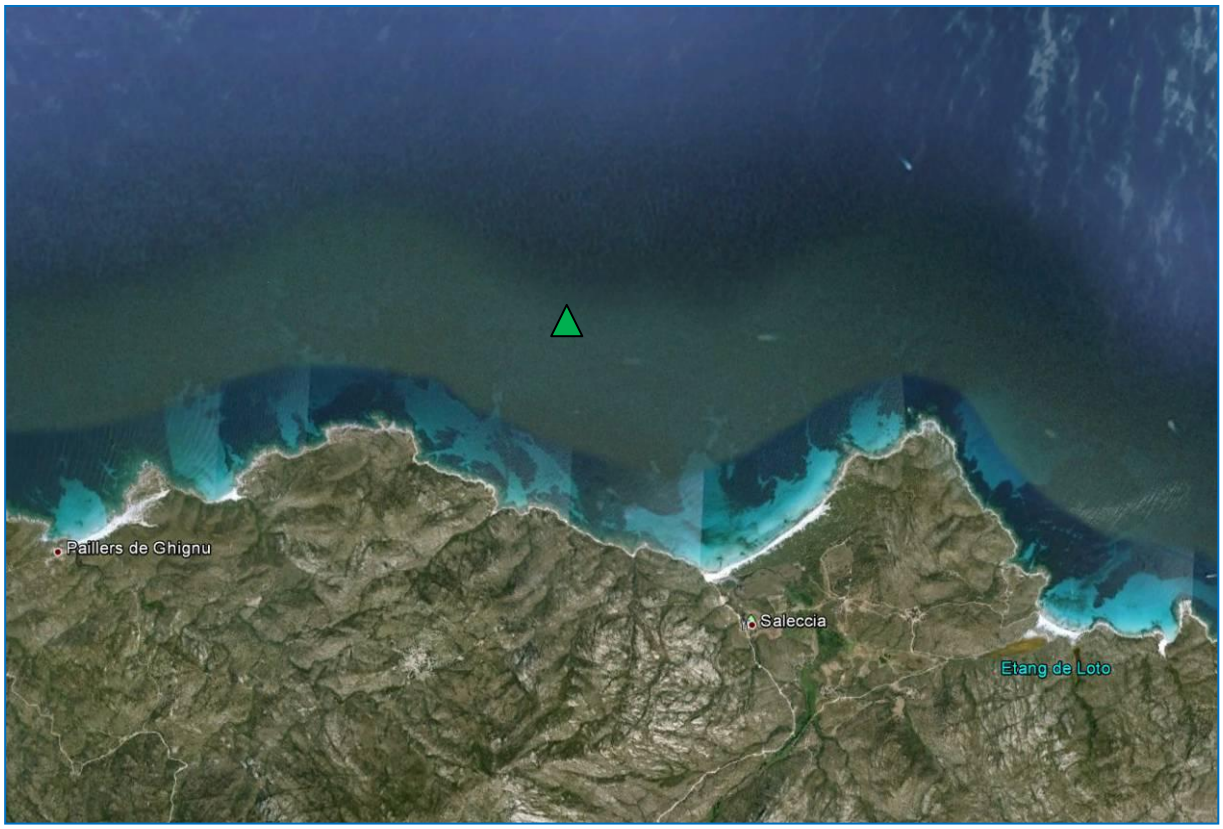
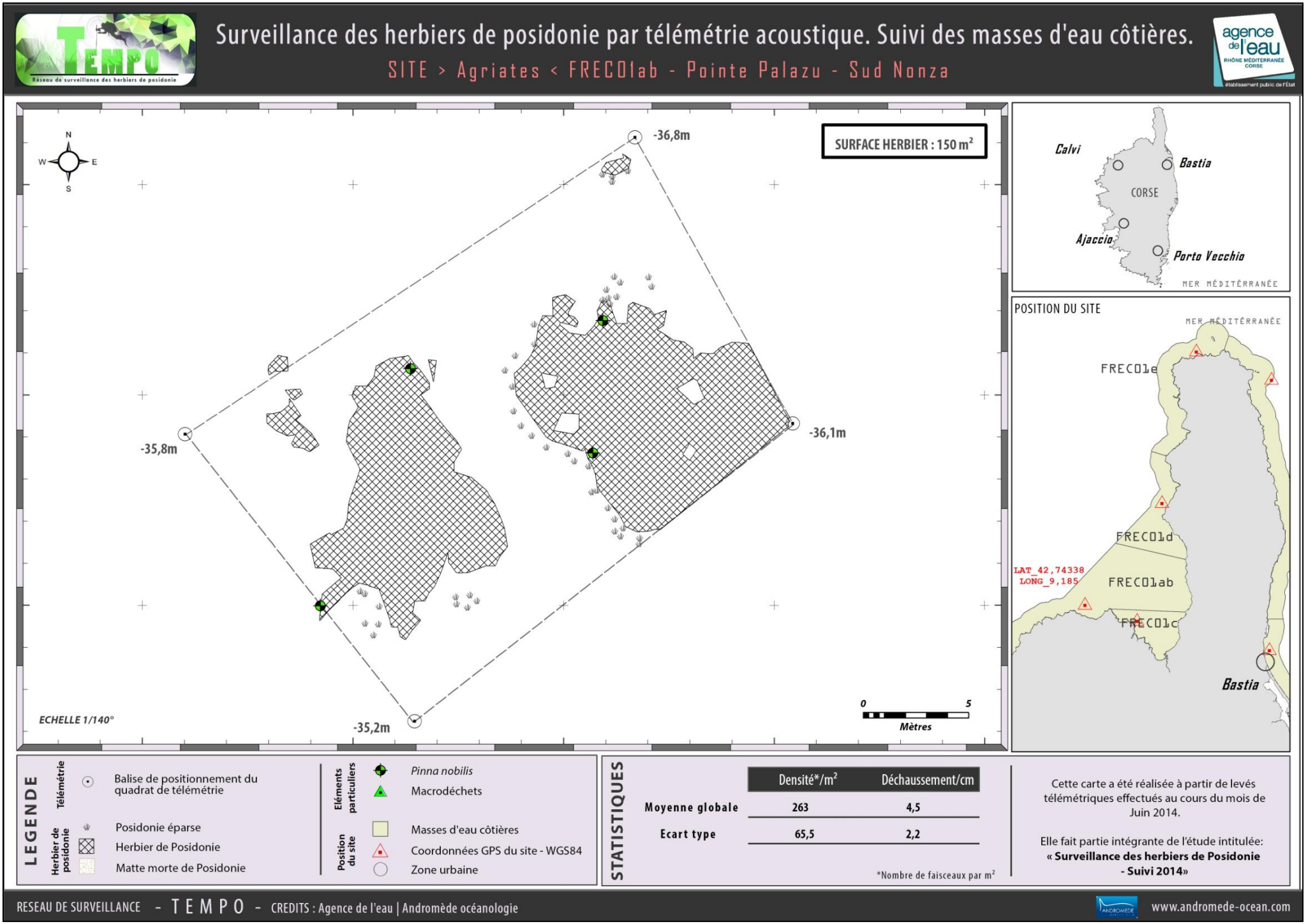


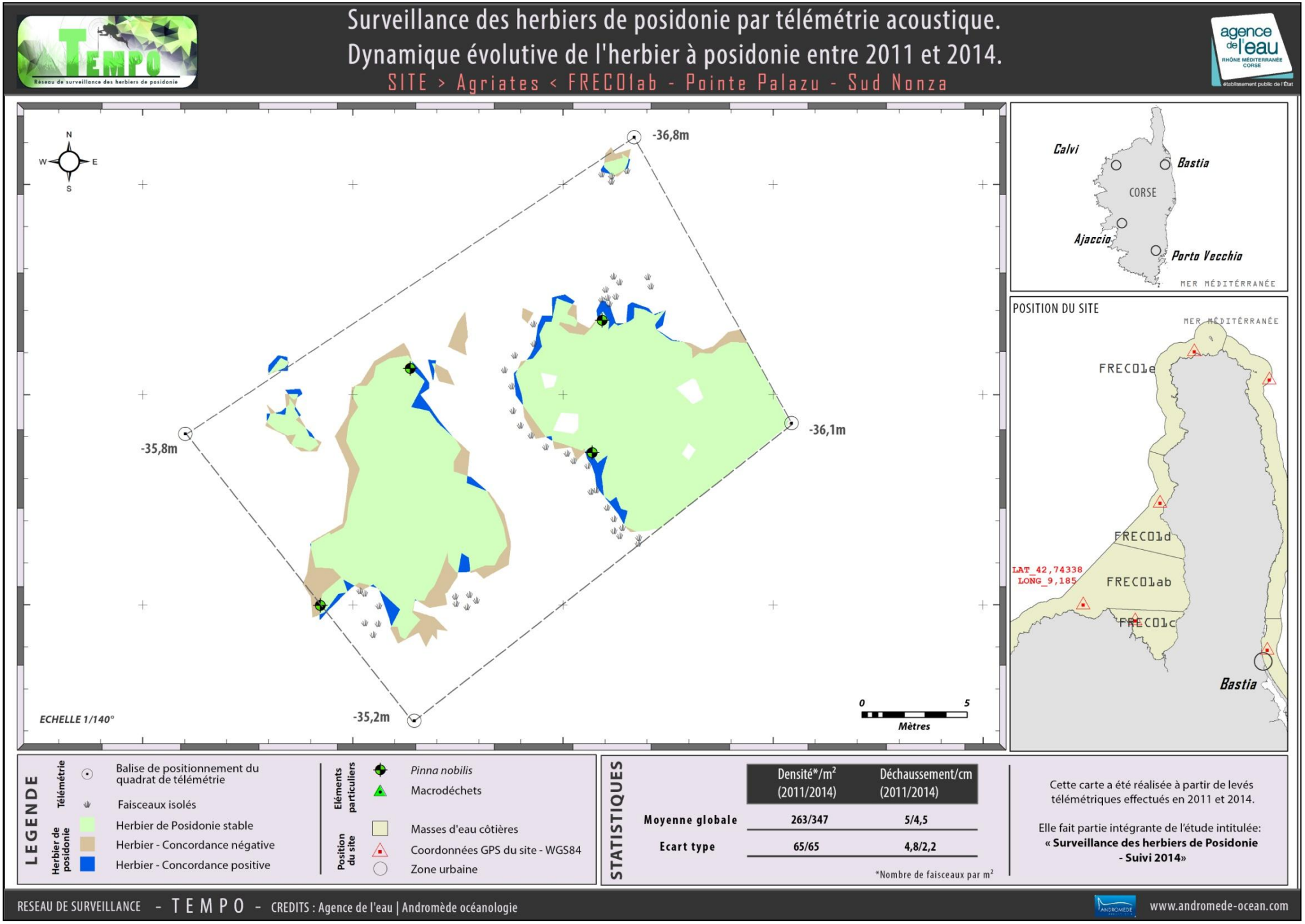
Figure 49 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier d'Agriates (Source : Google Earth)

d) Données historiques

La limite supérieure d'un herbier situé au niveau des Agriates (15 km à l'Ouest du port de St Florent) a été suivie par le GIS Posidonie antenne Corse en 2006. Sur ce site, le piétinement et l'échouage fréquent de bateaux constituent les perturbations les plus importantes pour l'herbier. Néanmoins, la densité de faisceaux était bonne (646/m² à 8,4 m) et le déchaussement moyen (5 cm) (Pergent *et al.*, 2008).Un herbier a également été étudié pour son PREI en 2007 à Aregno ; il était classé en excellent état (PREI = 0,784) (Gobert *et al.*, 2009).



Carte 16 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Agriates (2014).



Carte 17 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Agriates entre 2011 et 2014.

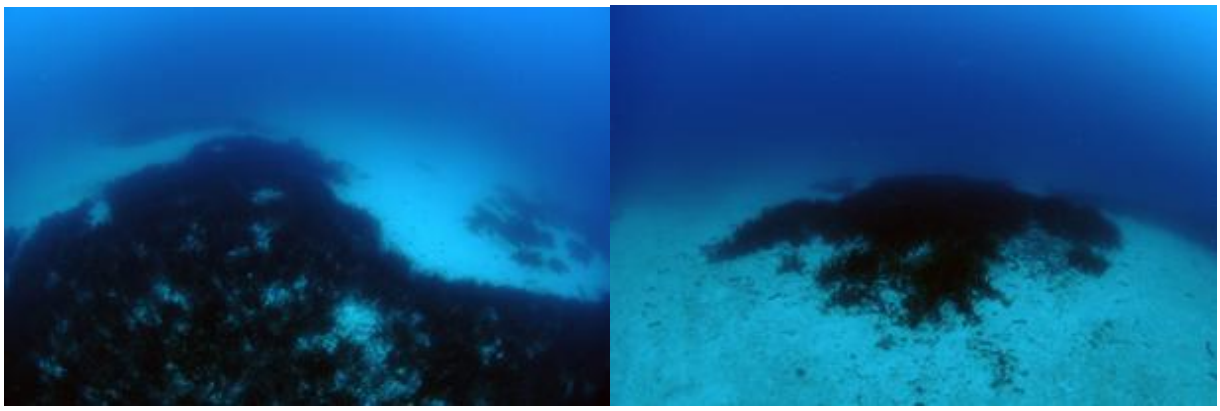


Figure 51 : Vues générales de la limite inférieure de l'herbier des Agriates (2011).

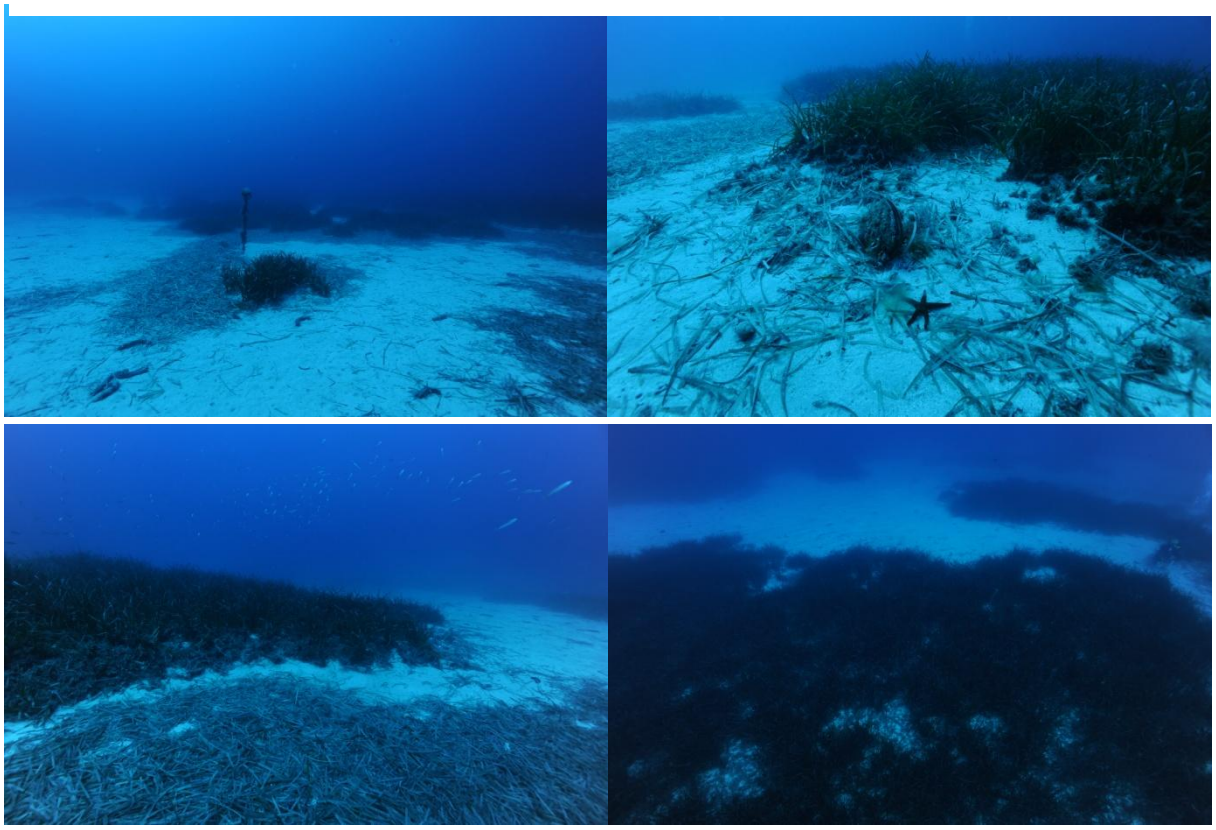
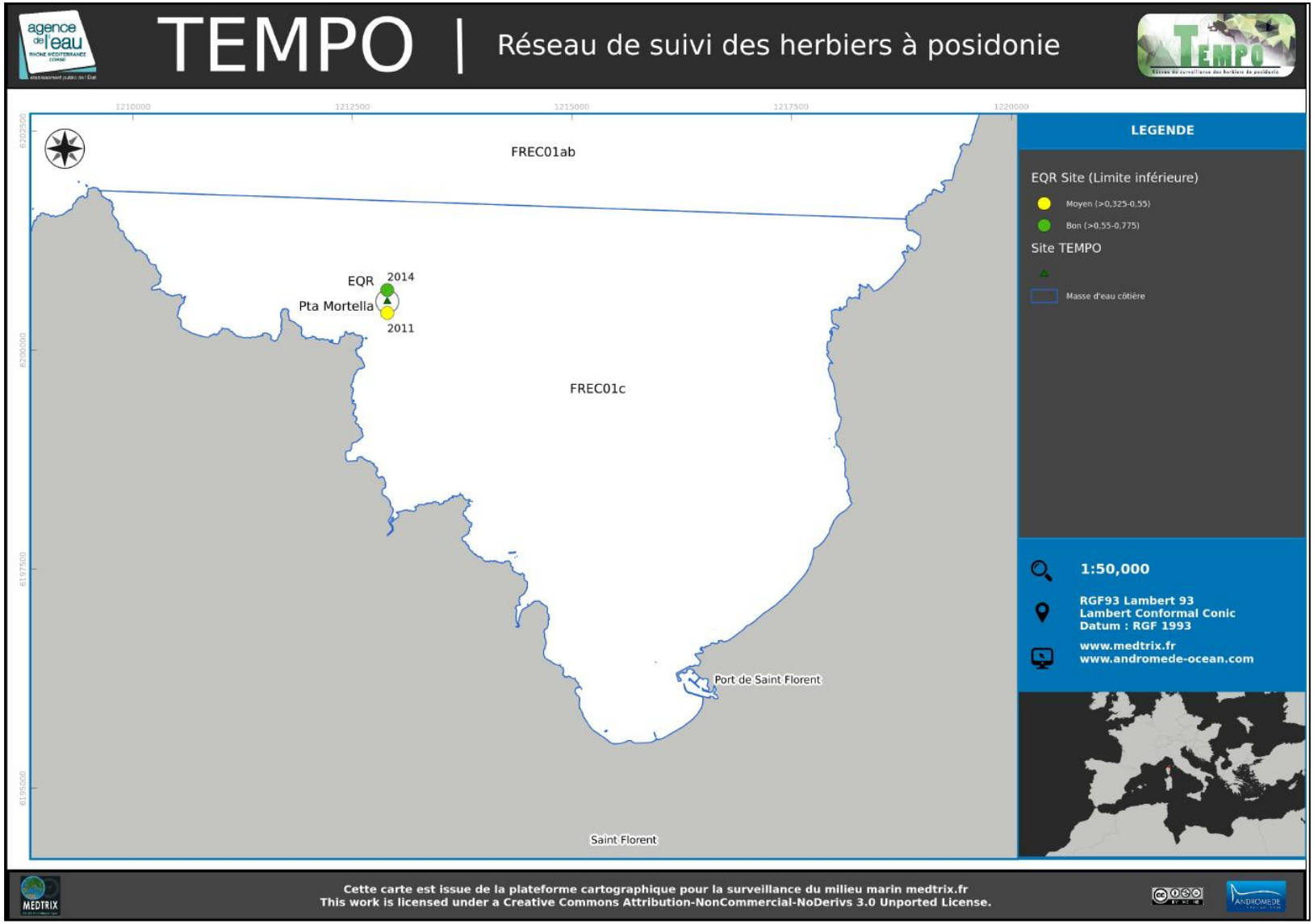


Figure 50 : Vues générales de l'herbier des Agriates (2014).

V.5 MASSE D'EAU FREC01C

La masse d'eau FREC01c comprend un site TEMPO échantillonné en limite inférieure: Punta Mortella, situé à l'Ouest du golfe St Florent.



V.5.1 Punta Mortella (masse d'eau FREC01C)

a) Description et cartographie

A proximité de la ville de St Florent, ce site se situe dans la masse d'eau FREC01c. En sa limite inférieure, l'herbier est assez clairsemé et de nombreux faisceaux épars sont observés. La surface totale d'herbier cartographié en 2014 est de **227 m²**.

Quatre balises sont ancrées dans de la roche et du sable entre 30,6 et 35,8 m de profondeur.

Cinq grandes nacres *Pinna nobilis* sont observées au sein du quadrat permanent.

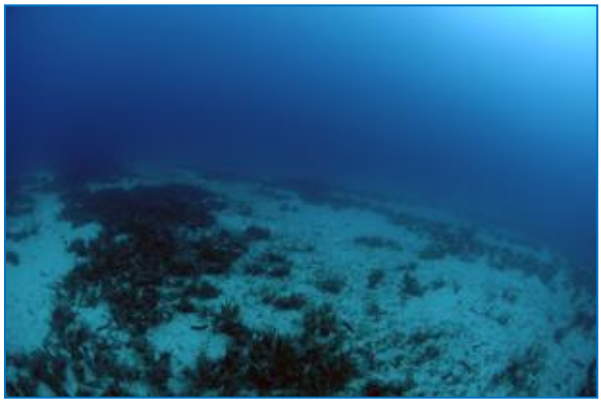


Figure 52 : Limite inférieure de l'herbier de Pta Mortella (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **clairsemée naturelle (natural shaded limit)** se situe à **35,6 m** de profondeur.

Tableau 19 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC01c	FREC01c	
Nom Site	Pta Mortella	Pta Mortella	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.54	0.56	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.44	0.44	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.92	0.92	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.27	0.31	0.16 — 0.36 — 0.83

La **densité moyenne à -32 mètres est de 127 ± 38 faisceaux /m²** en 2011 et **de 162,9 ± 54 faisceaux /m²** en 2014. L'herbier est donc **en bon état en 2011 et 2014** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010.

D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** les deux années.

Le **déchaussement est faible à moyen** ; il varie de 0 à 10 cm en 2014 pour une valeur moyenne de **3,9 ± 2,3 cm** (3,68 ± 2,98 cm en 2011).

Les EQR en 2014 (0,56) et en 2011 (0,54) sont globalement moyens. En 2014 l'EQR indique un **bon état écologique du site** alors qu'en 2011 il indique un état moyen mais très proche d'un état bon. Cette différence, faible, est liée à la densité de faisceaux qui était plus importante en 2014.

c) Perturbations observées

La station se situe à 1 km au Nord Est de l'embouchure d'un cours d'eau temporaire qui draine un bassin versant couvert de maquis et l'étang de Loro (voir image aérienne ci-dessous). Aucune construction n'est comptée à proximité à l'exception de deux groupes de bâtiments visibles sur photos aériennes dans le domaine de Fonaverte et au dessus de la Punta di Cepo. La zone peut être utilisée pour le mouillage forain mais elle se trouve surtout encadrée à 500 m au Nord et au Sud de zones fortement utilisées pour le mouillage forain (Saleccia et anse de Fornali).

Cette station se situe à 5 km au Nord de la Ville de st Florent (1614 habitants en 2006, + 9,5 % depuis 1999. Source : www.annuaire-mairie.fr) et de son port de 750 places. Des bateaux de croisière font régulièrement escale dans le Golfe de St Florent (Source : port de St Florent).

Un macrodéchet de type pneu est visible au sein du quadrat. Aucune caulerpe n'a été observée.

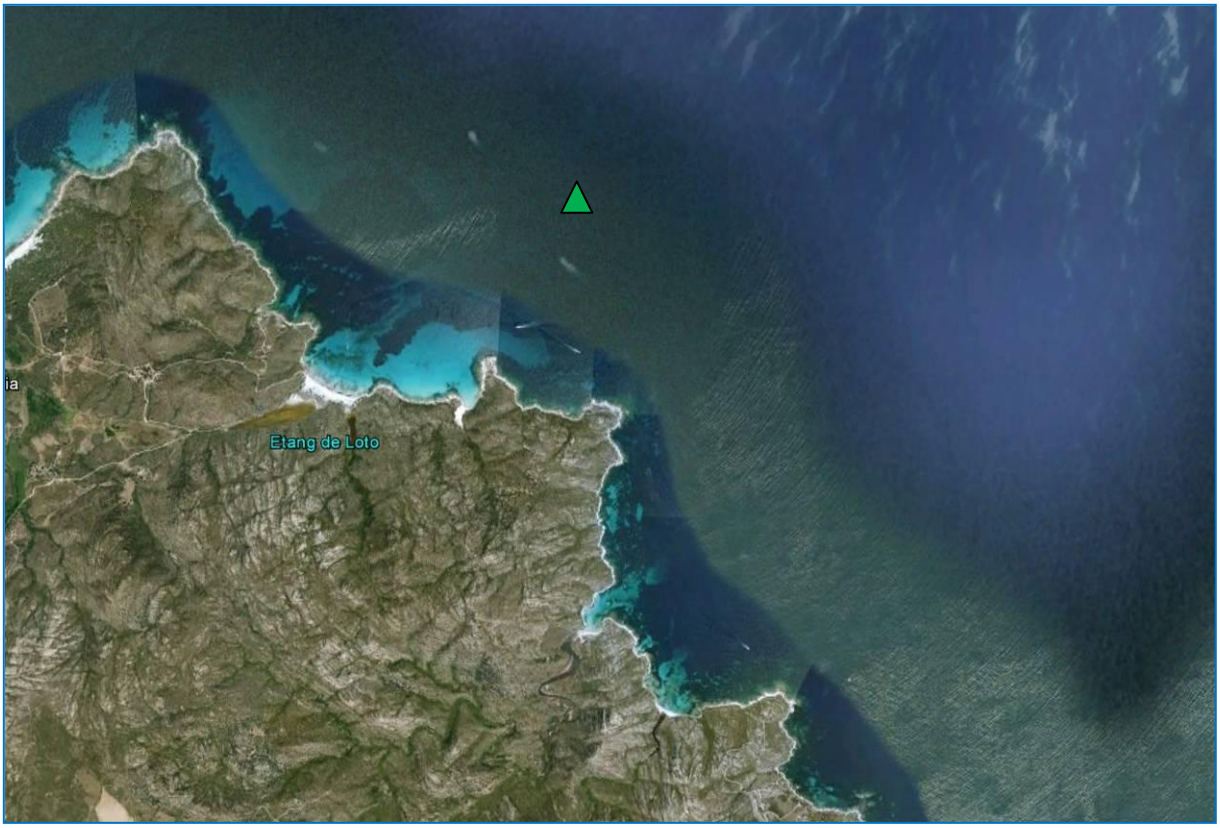


Figure 53 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de la Pta Mortella (Source : Google Earth)

d) Données historiques

La limite supérieure d'un herbier situé près de St Florent (sur la plate-forme récifale) a été suivie par le GIS Posidonie antenne Corse en 2006. Sur ce site, le piétinement et l'échouage fréquent de bateaux constituent les perturbations les plus importantes pour l'herbier. Néanmoins, la densité de faisceaux était bonne (710/m² à 4,9 m) et le déchaussement moyen (4 cm) (Pergent *et al.*, 2008).

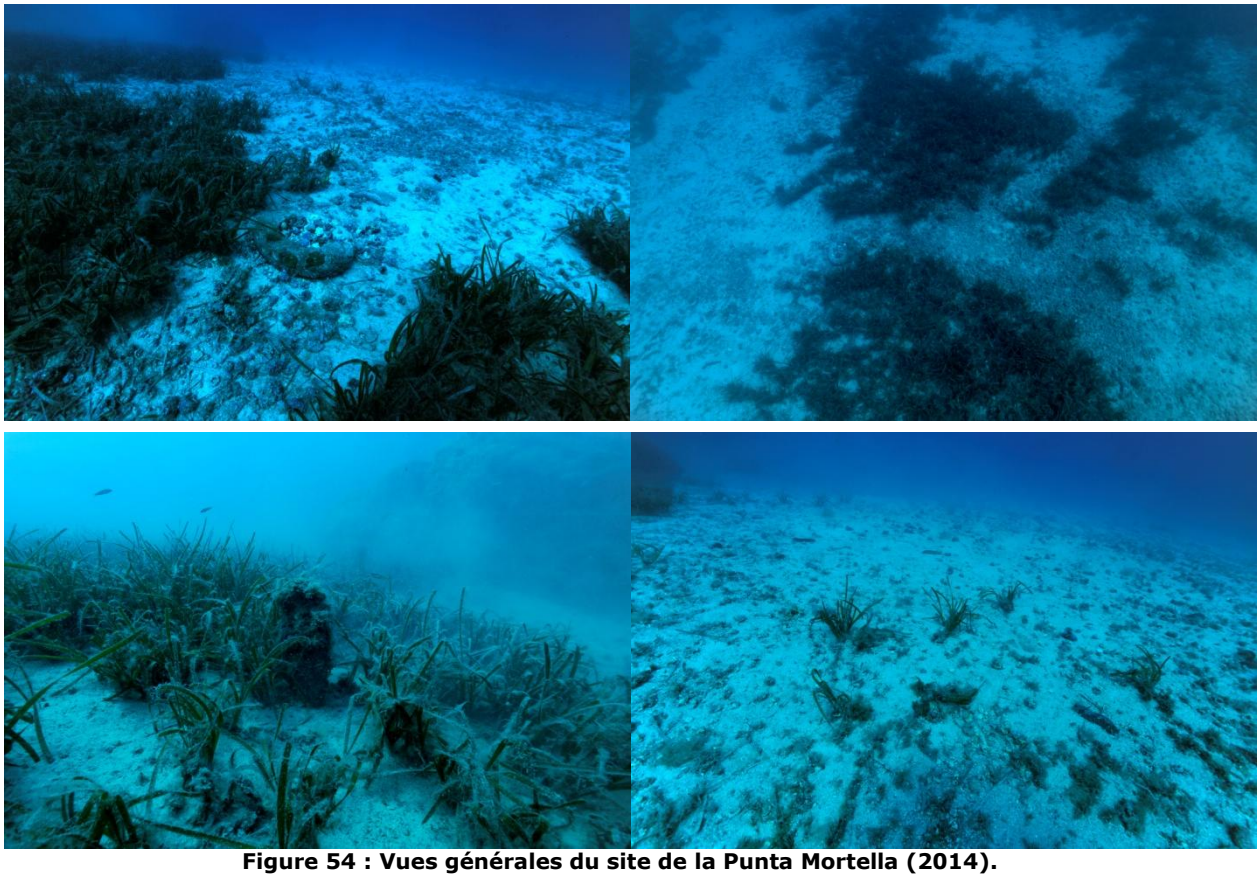
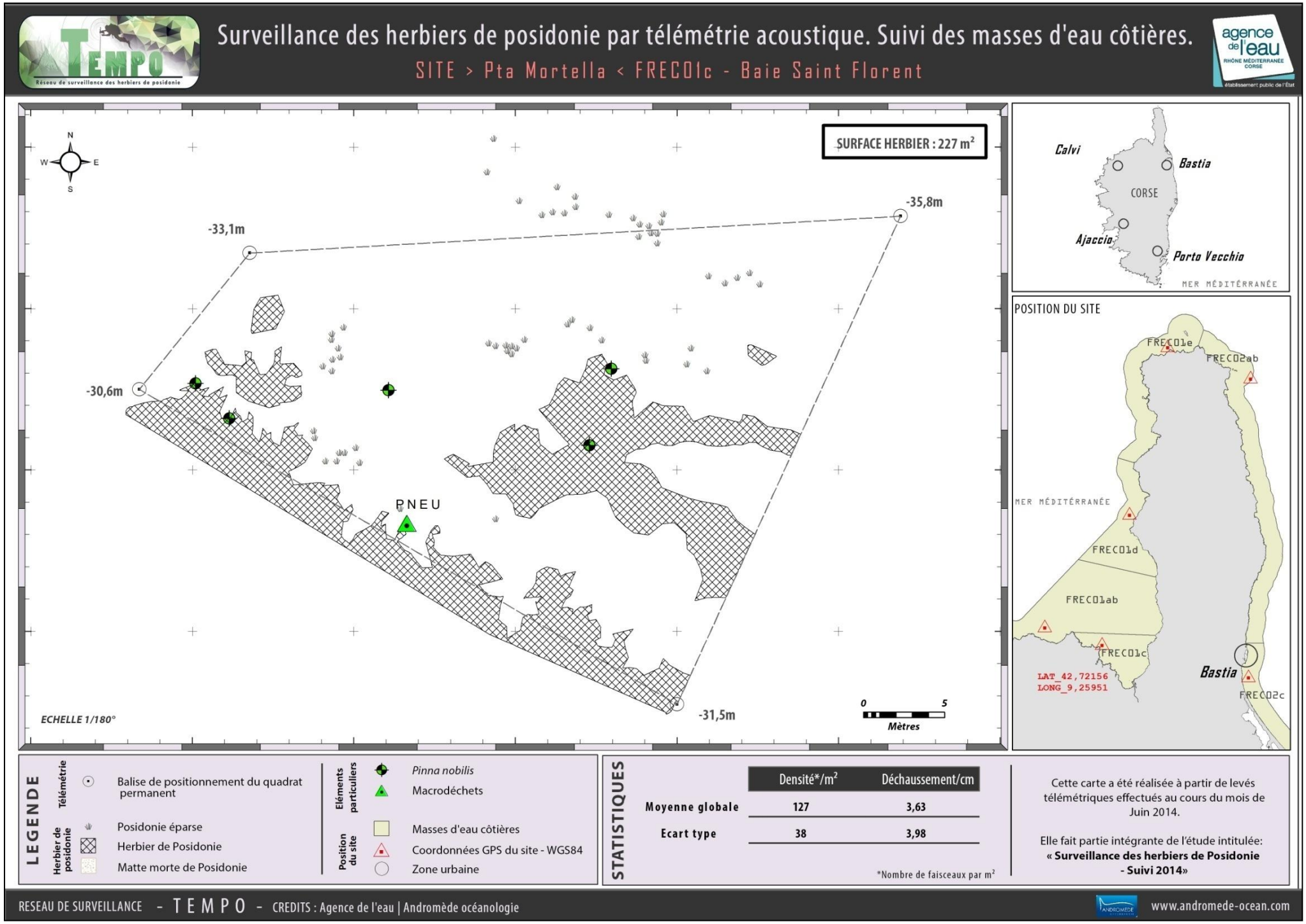


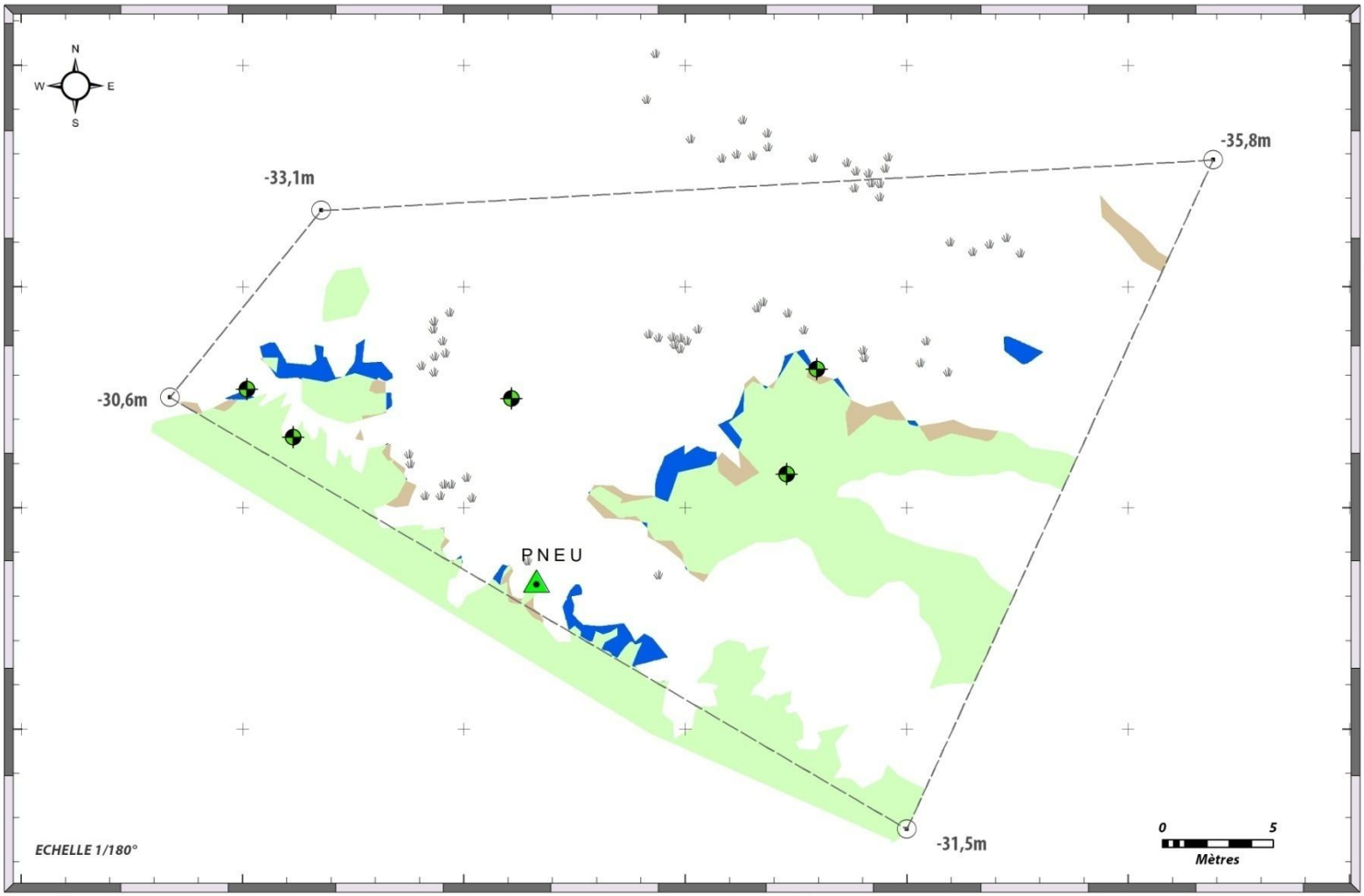
Figure 54 : Vues générales du site de la Punta Mortella (2014).



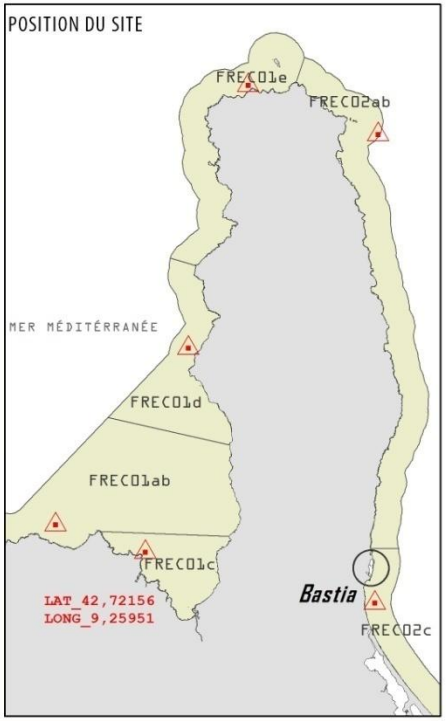
Carte 18 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Pta Mortella (2014).

Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à posidonie entre 2011 et 2014.

SITE > Pta Mortella < FREC01c - Baie Saint Florent







LEGENDE

Télémétrie
- Balise de positionnement du quadrat de télémétrie

Herbier de posidonie
- Herbier de Posidonie stable
- Herbier - Concordance négative
- Herbier - Concordance positive

Eléments particuliers
- *Pinna nobilis*
- Macrodéchets

Position du site
- Masses d'eau côtières
- Coordonnées GPS du site - WGS84
- Zone urbaine

STATISTIQUES

	Densité*/m² (2011/2014)	Déchaussement/cm (2011/2014)
Moyenne globale	163/127	3,6/3,6
Ecart type	54/38	2,9/2,3

*Nombre de faisceaux par m²

Cette carte a été réalisée à partir de levés télémétriques effectués en 2011 et 2014.

Elle fait partie intégrante de l'étude intitulée: **« Surveillance des herbiers de Posidonie - Suivi 2014»**

RESEAU DE SURVEILLANCE - TEMPO - CREDITS : Agence de l'eau | Andromède océanologie

www.andromede-ocean.com

Carte 19 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Punta Mortella entre 2011 et 2014.

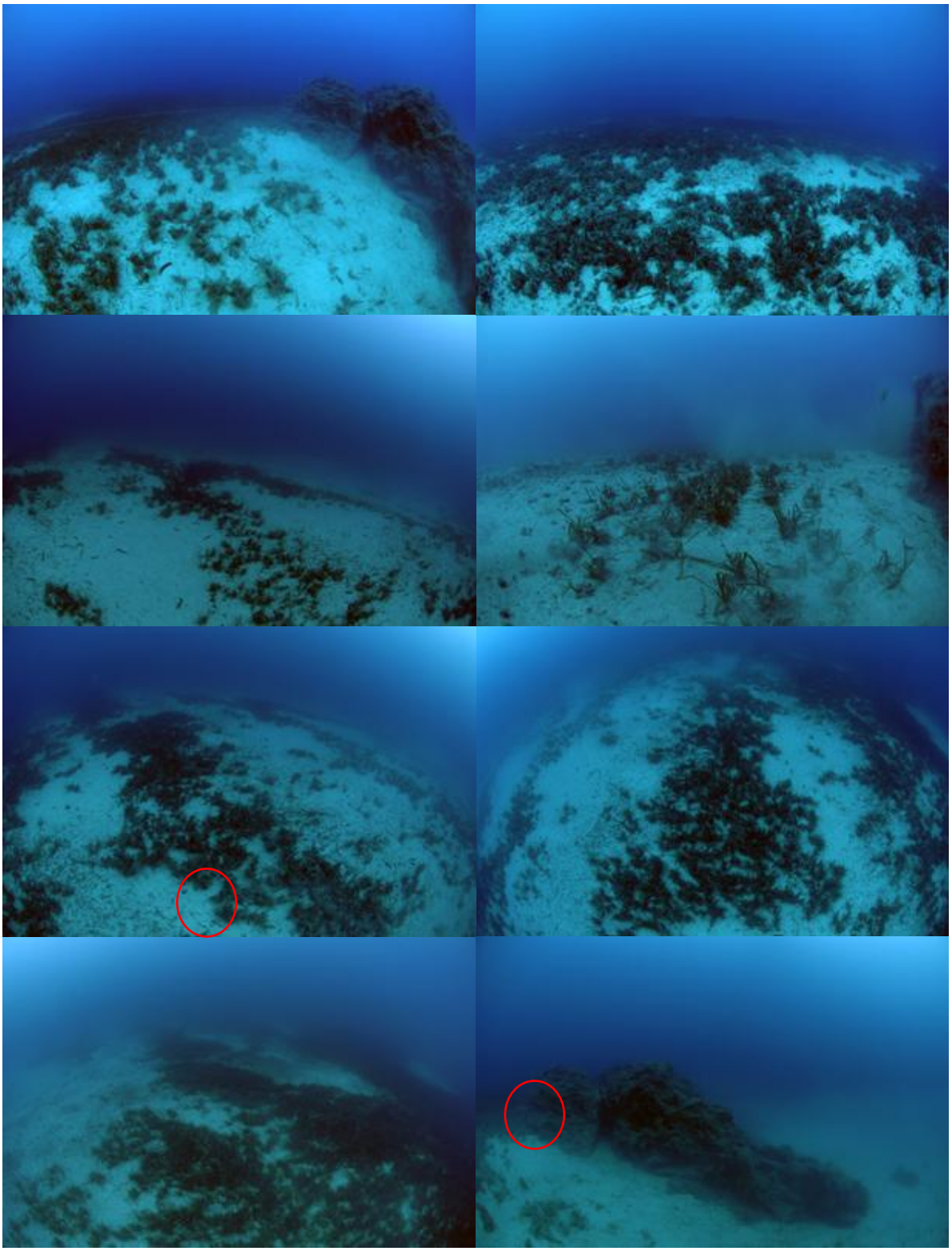
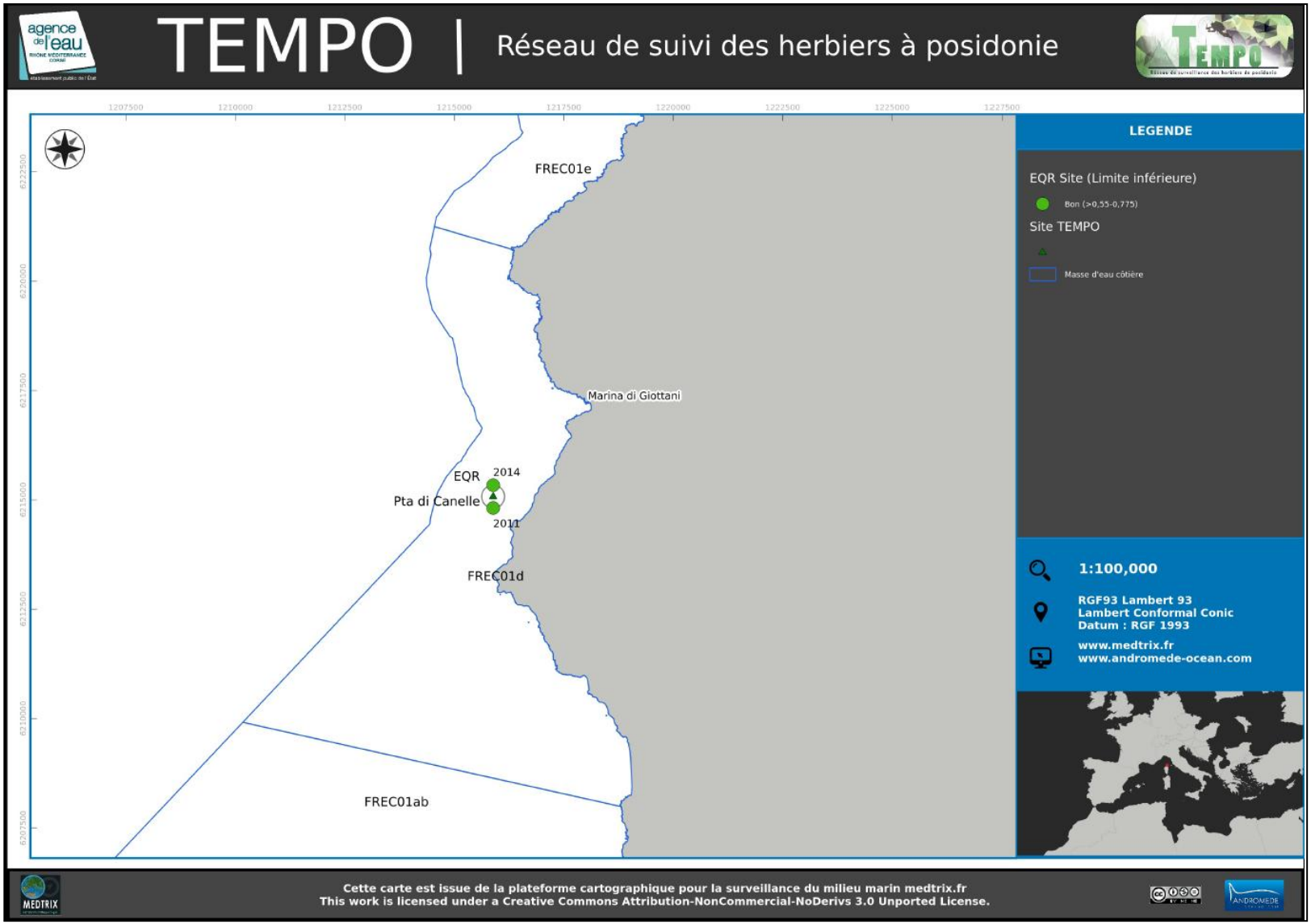


Figure 55 : Vues générales et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent du site de la Punta Mortella (2011).

V.6 MASSE D'EAU FREC01D

La masse d'eau FREC01d comprend un site TEMPO échantillonné en limite inférieure: Punta di Canella.



V.6.1 Punta di Cannelle (masse d'eau FREC01d)

a) Description et cartographie

A proximité du village de Canari, ce site se situe dans la masse d'eau FREC01d. En sa limite inférieure, l'herbier est assez clairsemé et de nombreux faisceaux épars sont observés. La surface totale d'herbier cartographié en 2014 est de **27,2 m²** (26,8 m² en 2011).

Quatre balises sont ancrées dans de la roche entre 33,7 et 34,5 m de profondeur.

De nombreuses algues *Osmundaria volubilis* sont observées sur le substrat.



Figure 56 : Limite inférieure de l'herbier de Pta Cannelle (2014).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **franche en tâches** avec des tendances régressives ponctuelles (regressive limit with patches) se situe à 35,6 m de profondeur.

Tableau 20 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC01d	FREC01d	
Nom Site	Pta di Canelle	Pta di Canelle	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.7	0.69	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.92	0.92	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.52	0.5	0.16 — 0.36 — 0.83

La **densité moyenne à -34,5 mètres est de 230 ± 88 faisceaux /m²** en 2011 et **de 223 ± 56,8 faisceaux /m²** en 2014. L'herbier est donc **en excellent état en 2011 et 2014** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini

et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale** les deux années.

Le **déchaussement est faible**; il varie de -2 à 6 cm en 2014 pour une valeur moyenne de **-0,2 ± 2 cm** (0,27± 0,56 cm en 2011).

Les EQR en 2014 (0,69) et en 2011 (0,7) sont globalement élevés en comparaison à la moyenne régionale Corse. Ils indiquent un **bon état écologique du site** sur les deux années.

c) Perturbations observées

Cette station se situe en contrebas du village de Canari, le long d'un littoral assez sauvage et préservé (voir image aérienne ci-dessous). Une mine est à signaler à 5 km au Sud. Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.

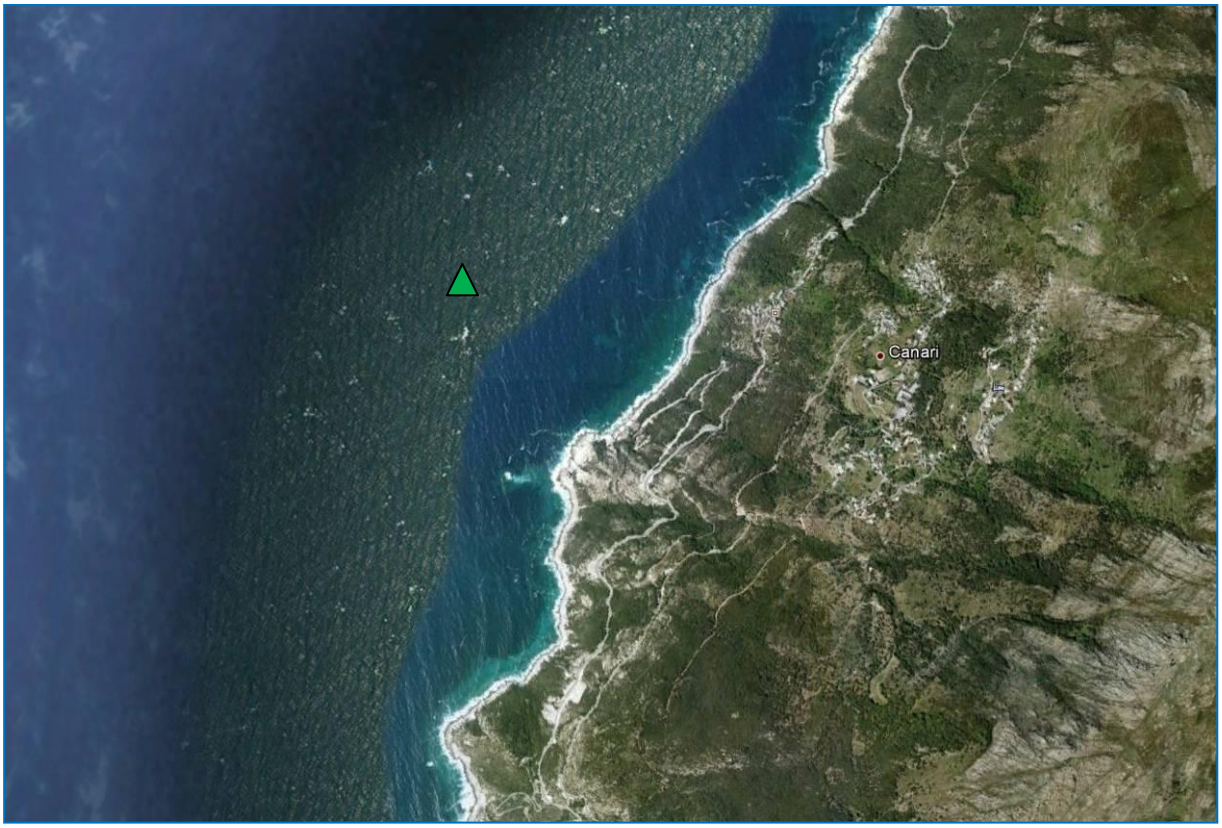
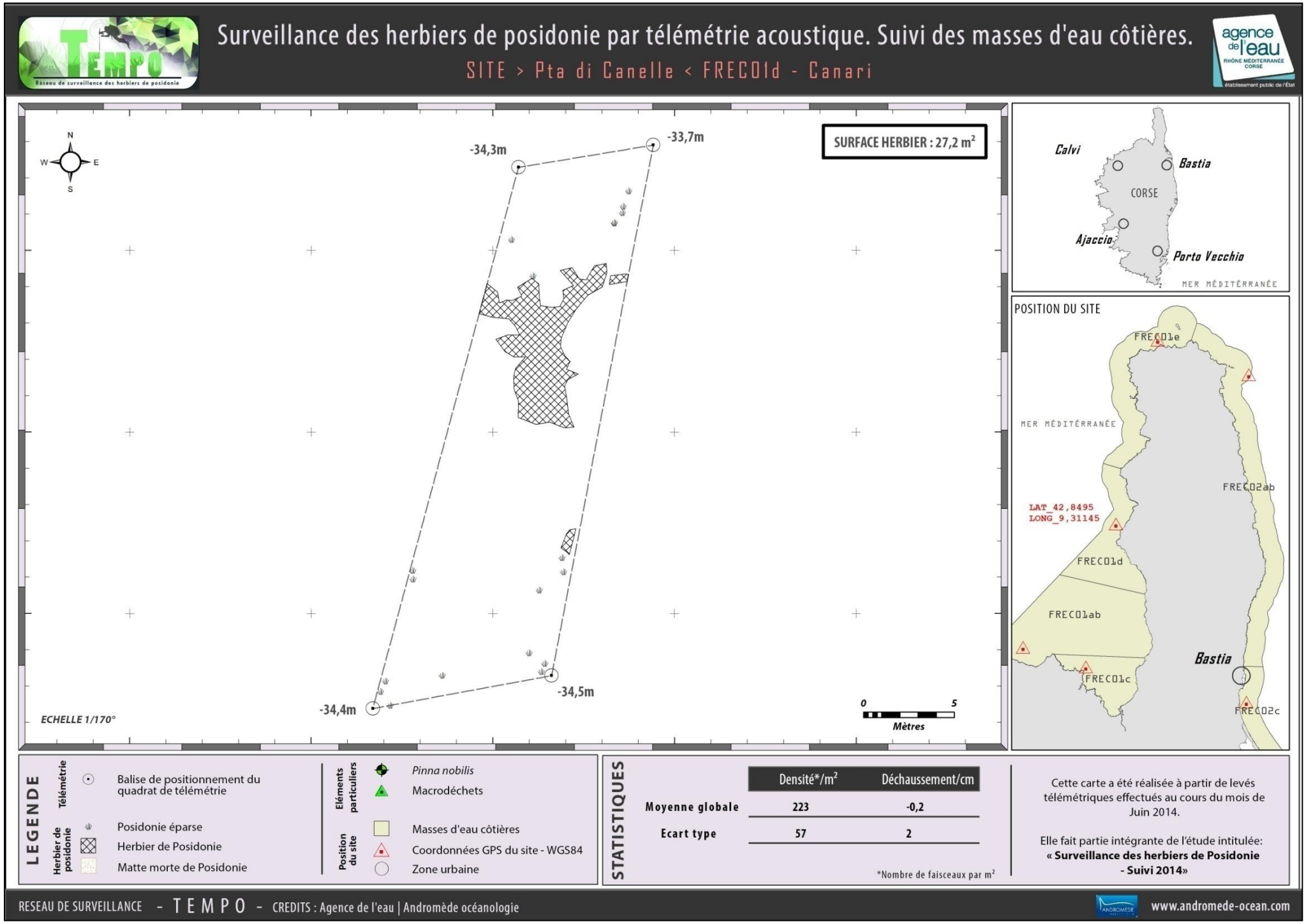


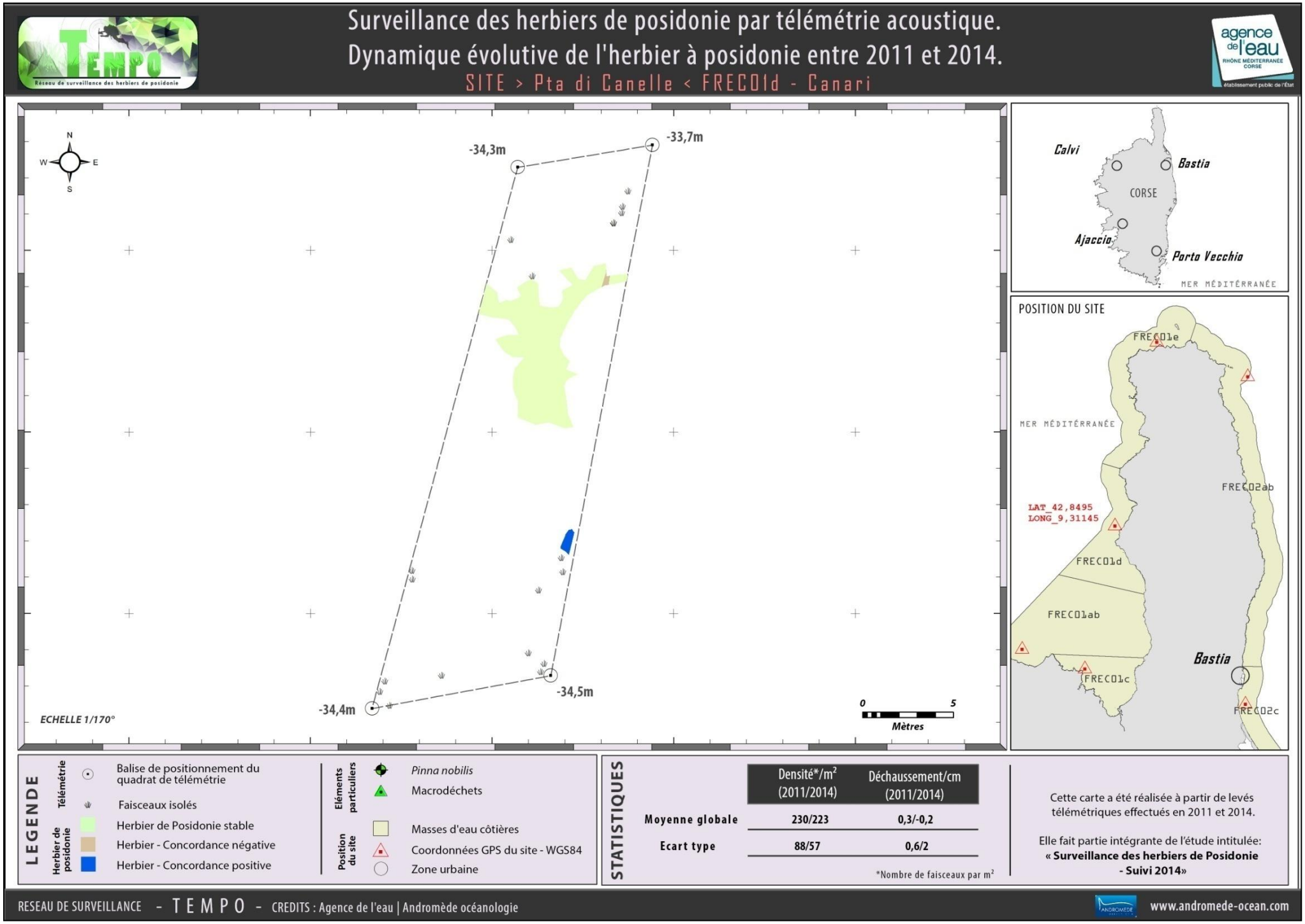
Figure 57 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site de la Pta Cannelle (Source : Google Earth)

d) Données historiques

La limite inférieure d'un herbier situé près de Canari été suivie par le GIS Posidonie antenne Corse en 2007 et 2008. Ce site appelé canari, est soumis à des rejets solides en provenance d'une mine d'amiante, entrainant une remontée de la limite inférieure à 27,4 m de profondeur. La limite était franche à régressive avec un fort recouvrement. La densité de faisceaux était moyenne (128/m² à 4,9 m) et le déchaussement moyen (3,7 cm) (Pergent *et al.*, 2008).



Carte 20 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Pta di Cannelle (2014).



Carte 21 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Punta Cannelle entre 2011 et 2014.

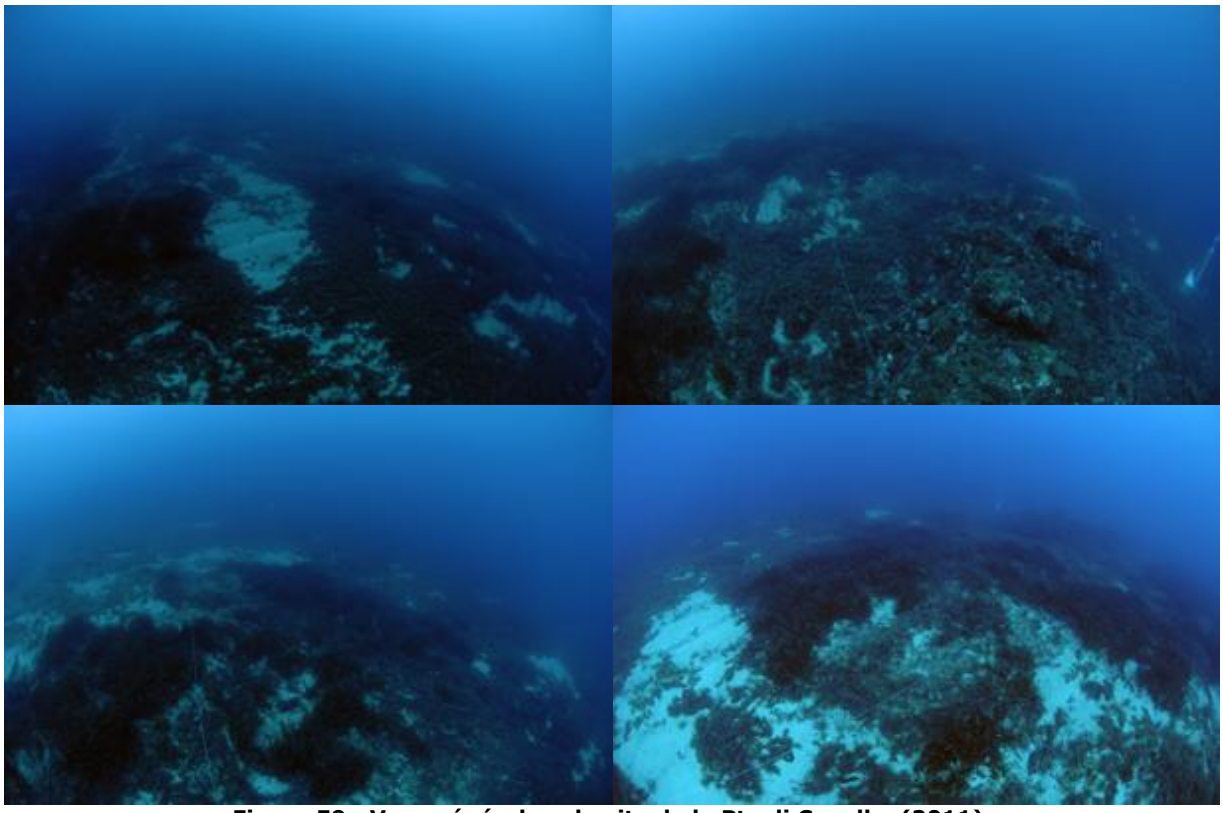


Figure 59 : Vues générales du site de la Pta di Canelle. (2011).

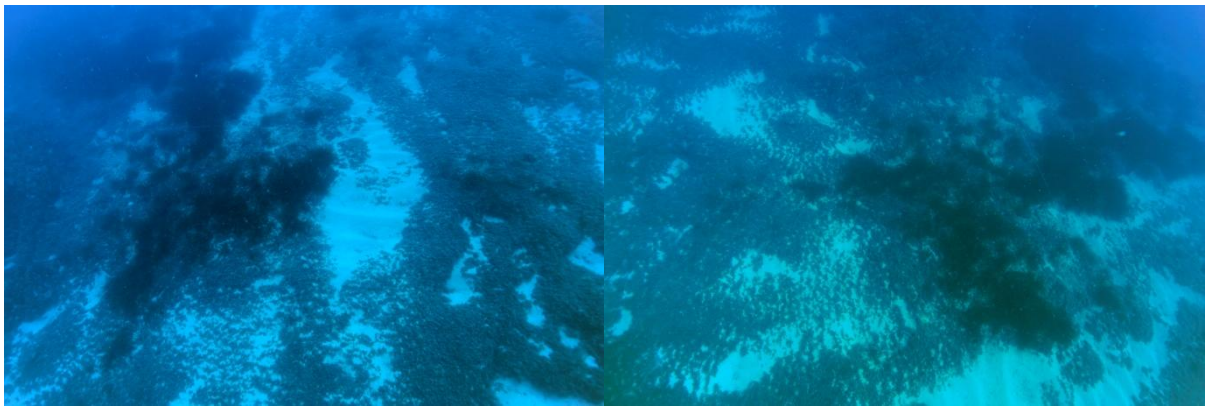
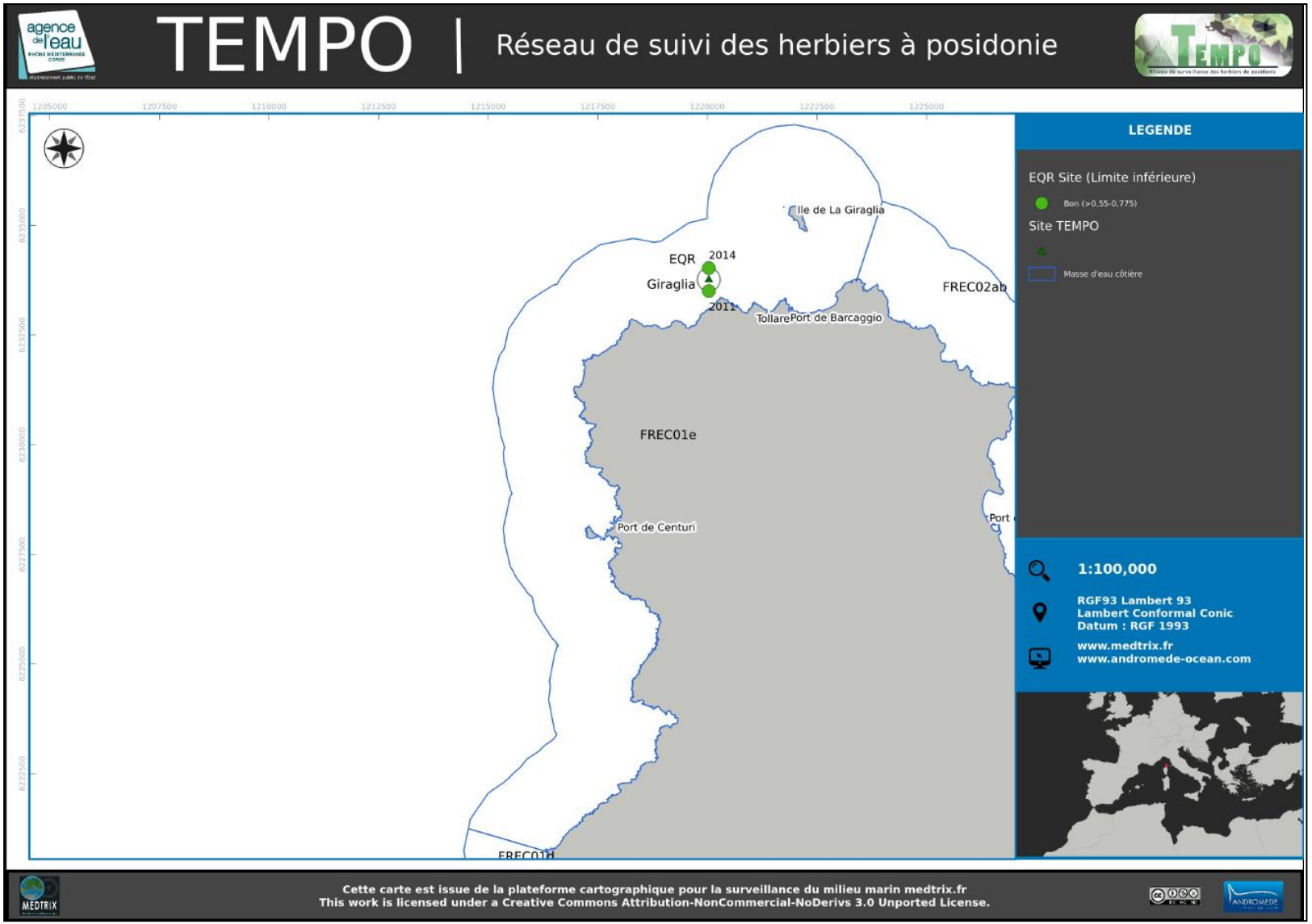


Figure 58 : Vues générales du site de la Pta di Canelle. (2014).

V.7 MASSE D'EAU FREC01E

La masse d'eau FREC01e comprend un site TEMPO échantillonné en limite inférieure: Giraglia.



V.7.1 Giraglia (masse d'eau FREC01e)

a) Description et cartographie

A proximité de la ville de Centuri, ce site se localise dans la masse d'eau FREC01e. En sa limite inférieure, l'herbier forme de grandes tâches avec quelques faisceaux isolés. La surface totale d'herbier cartographié en 2014 est de **105,1 m²** (102,5 m² en 2011). Quatre balises sont ancrées dans du sable entre 34,4 et 35,3 m de profondeur. Une grande nacre *Pinna nobilis* est visible au sein du quadrat.

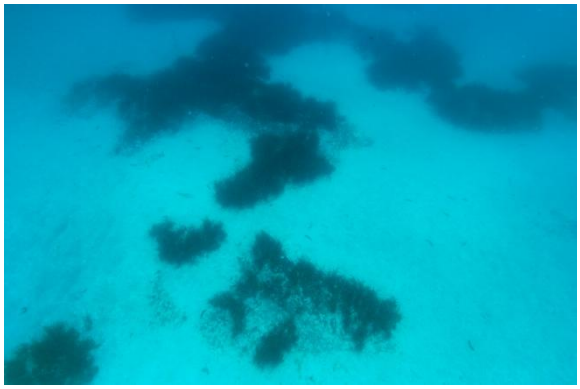


Figure 60 : Limite inférieure de l'herbier de Giraglia (2014).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **franche en tâches avec des tendances régressives ponctuelles (regressive limit with patches)** se situe à **34,9 m** de profondeur.

Tableau 21 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC01e	FREC01e	
Nom Site	Giraglia	Giraglia	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.66	0.67	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.9	0.9	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.42	0.44	0.16 — 0.36 — 0.83

La **densité moyenne est de 200 ± 58 faisceaux /m²** en 2011 et **de 205,8 ± 49 faisceaux /m²** en 2014. L'herbier est donc **en excellent état en 2011 et 2014** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale** les deux années.

Le **déchaussement est faible**; il varie de -2 à 10 cm en 2014 pour une valeur moyenne de **2,5 ± 3,8 cm** (3,613 ± 3,54 cm en 2011).

Les EQR en 2014 (0,67) et en 2011 (0,66) sont élevés en comparaison à la moyenne régionale Corse. Ils indiquent un **bon état écologique du site** sur les deux années.

c) Perturbations observées

La station suivie se situe à 400 m au Nord Ouest de Tollare et ses aménagements (quai, embarcadère, mise à l'eau, quelques habitations et bâtiments) et à 1 km à l'Ouest du port de Barcaggio. Le reste du littoral est assez préservé de tout aménagement et reste couvert de maquis. Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.

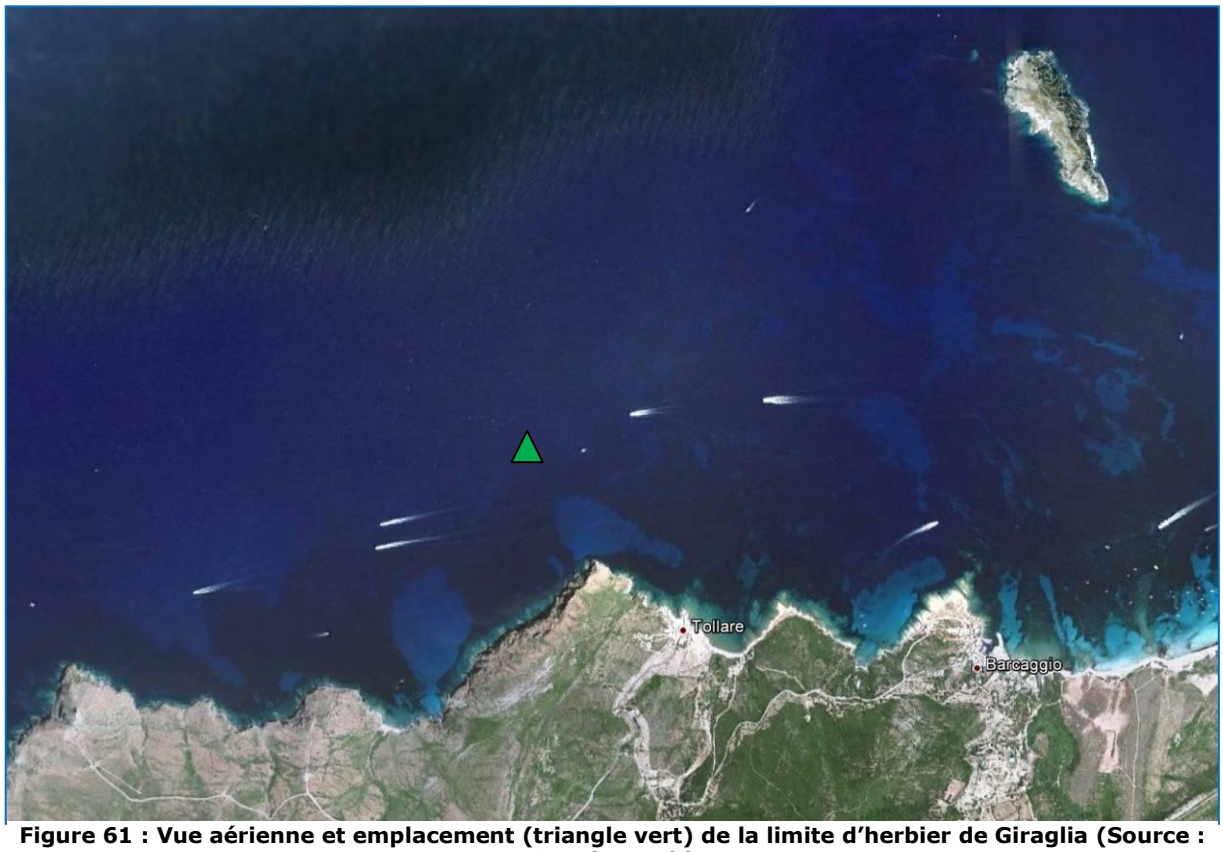
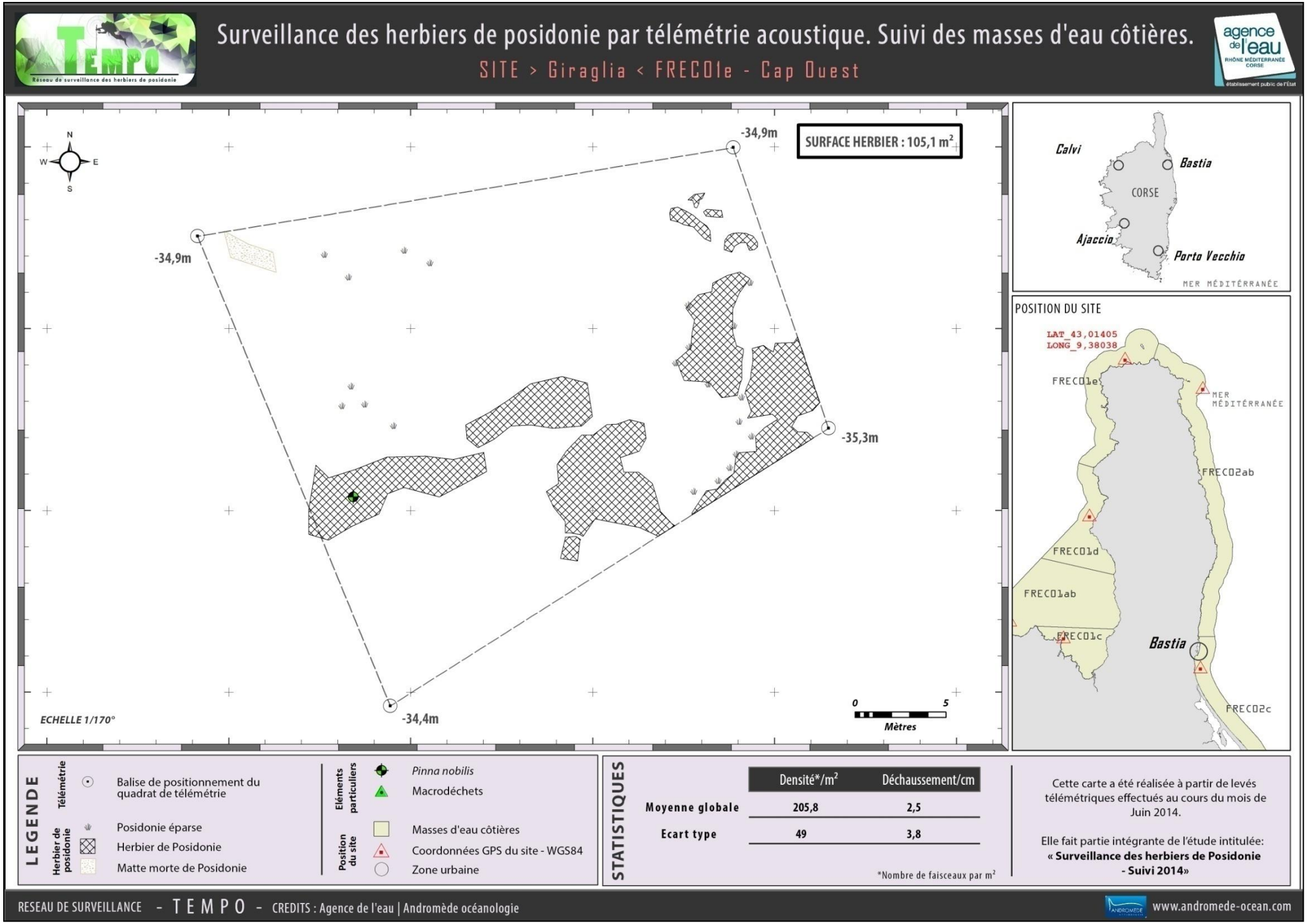


Figure 61 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de Giraglia (Source : Google Earth)

d) Données historiques

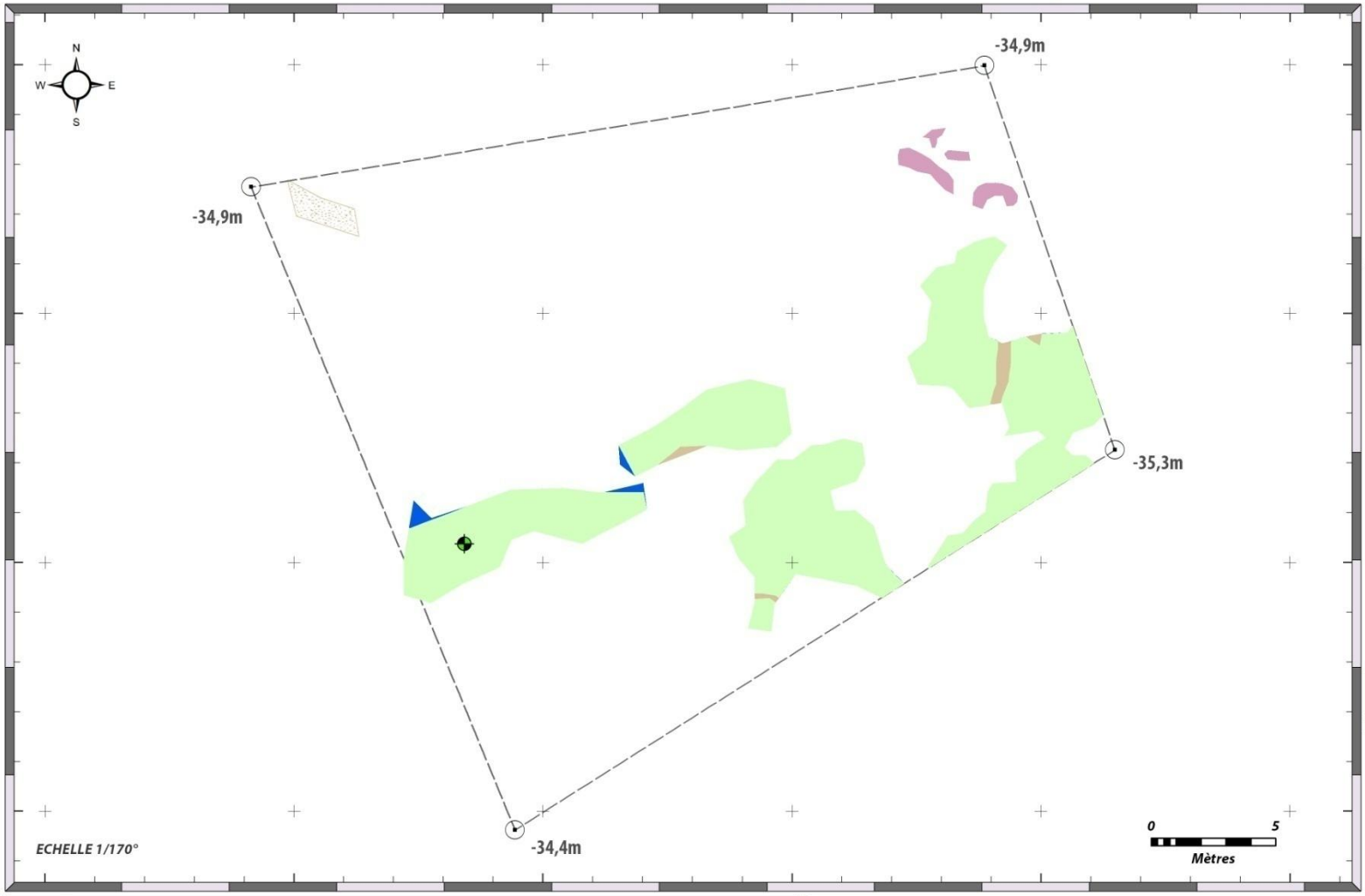
La limite supérieure d'un herbier situé 2 km au Sud de Centuri été suivie par le GIS Posidonie antenne Corse en 2006. Pratiquement exempt de pressions anthropiques, ce site (Centuri) était considéré comme un site dit « de référence ». La densité de faisceaux était excellente (1048/m² à 8,8 m) et le déchaussement faible (2,4 cm) (Pergent *et al.*, 2008).



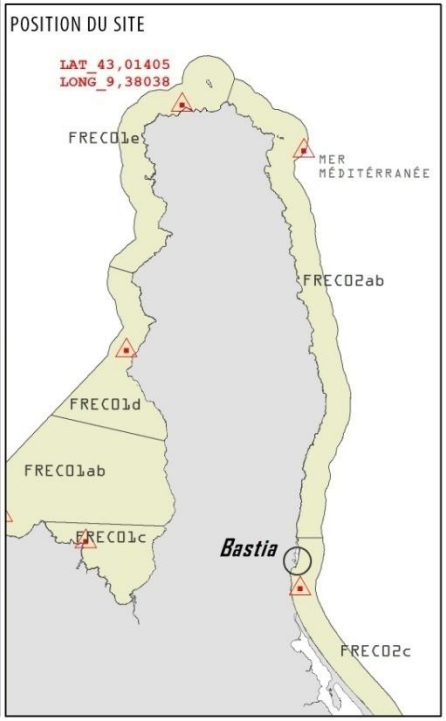
Carte 22 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Giraglia (2014).

Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à posidonie entre 2011 et 2014.

SITE > Giraglia < FRECO1e - Cap Ouest







LEGENDE

Télémétrie
- Balise de positionnement du quadrat de télémétrie

Herbier de posidonie
- Surface non comparable
- Herbier de Posidonie stable
- Herbier - Concordance négative
- Herbier - Concordance positive

Eléments particuliers
- *Pinna nobilis*
- Macrodéchets

Position du site
- Masses d'eau côtières
- Coordonnées GPS du site - WGS84
- Zone urbaine

STATISTIQUES

	Densité*/m² (2011/2014)	Déchaussement/cm (2011/2014)
Moyenne globale	200/206	3,1/2,5
Ecart type	58/49	3,5/3,8

*Nombre de faisceaux par m²

Cette carte a été réalisée à partir de levés télémétriques effectués en 2011 et 2014.

Elle fait partie intégrante de l'étude intitulée: **« Surveillance des herbiers de Posidonie - Suivi 2014»**

RESEAU DE SURVEILLANCE - TEMPO - CREDITS : Agence de l'eau | Andromède océanologie

www.andromede-ocean.com

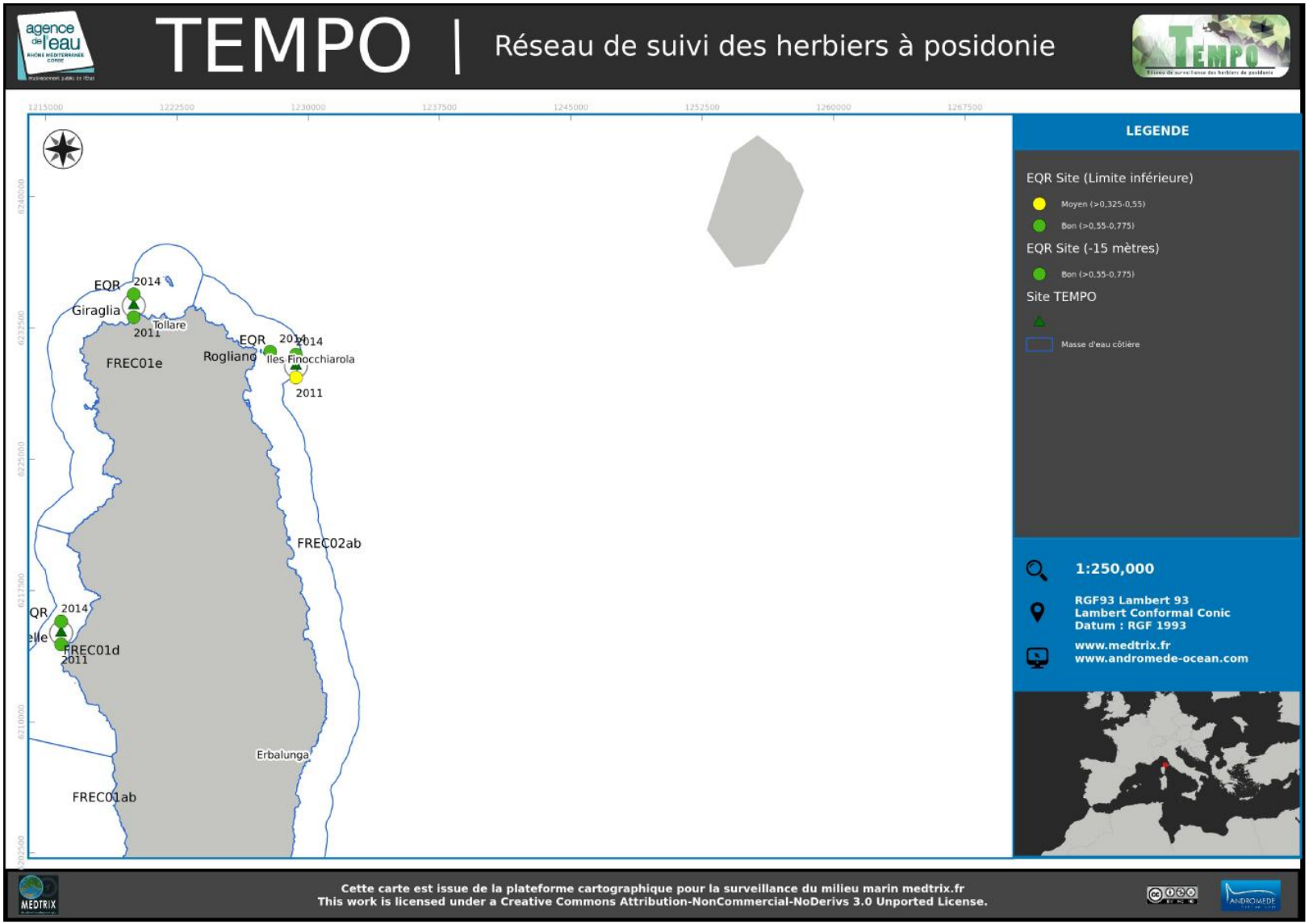
Carte 23 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Giraglia entre 2011 et 2014.



Figure 62 : Vues générales et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent du site de Giraglia (2011).

V.8 MASSE D'EAU FREC02AB

La masse d'eau FREC02ab comprend un site échantillonné à la profondeur intermédiaire : Rogliano et un site TEMPO échantillonné en limite inférieure: Baie Tamarone large.



V.8.1 Rogliano – DCE

La station se situe au Nord-est du Cap Corse dans la masse d'eau « Cap Est de la Corse » FREC02ab.

a) Vitalité de la plante

Profondeur de la limite inférieure et type de limite inférieure (secteur LI)

Sur cette station **la limite inférieure de l'herbier franche se situe à -37,8 mètres.**

Densité de faisceaux (secteur PI)

A -15,4 mètres, la densité en 2014 sur la station varie de 62,5 à 362 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 240 ± 65,1 faisceaux /m²**. L'herbier est donc en **état médiocre** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010, mais très proche d'une densité normale. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale.**

Surface foliaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul de plusieurs paramètres foliaires.

A -15 mètres sur la station Cargèse le nombre moyen de feuilles par faisceaux varie de 3 à 13 pour une **valeur moyenne de 5,35 ± 1 feuilles/faisceaux**.

Les feuilles enlevées des 20 faisceaux sont majoritairement des adultes (n=66 soit 61,7% des feuilles) puis on trouve des feuilles intermédiaires (n=39 soit 36,4%) et des juvéniles (n=2 soit 1,9%).

Les données biométriques ont permis de connaître la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau. Elle est calculée à l'aide de la formule suivante:

SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)

Sur la station Rogliano : SF= 187,3 cm²/faisceau

Charge épiphytaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul du ratio épiphytes/feuilles par faisceau de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

Sur la station Rogliano : E/L= 0,09

b) Indice de qualité écologique (EQR)

Le calcul de l'EQR est basé sur les cinq paramètres définis dans la partie précédente ; il se calcule de la manière suivante :

$$EQR = (EQR'+0.11)/(1+0.1)$$

Sur la station Rogliano : EQR= 0,66 avec EQR'= 0,616

- N densité = 0,496
- N SF=0,343
- N (E/L) = 0,450
- N limite inférieure = 0,866

L'EQR (0,66) calculé sur la station Rogliano en juin 2014 indique un bon état écologique.

c) Données historiques

En 2009, des mesures similaires ont été réalisées sur la même station dans le cadre de la campagne de surveillance DCE. L'état de l'herbier entre 2009 et 2014 s'est légèrement dégradé. Même si les valeurs des EQR des deux années permettent de classer la masse d'eau FREC02ab en bon état, la densité de l'herbier et la surface foliaire ont diminué tandis que la charge épiphytaire a augmenté.

Tableau 22 : Comparaison de l'herbier sur le site Rogliano.

Station	Année	Profondeur intermédiaire (-15 mètres)			Limite inférieure		EQR Posidonie
		Densité (faisceaux/m²)	Surface foliaire (cm²/faisceau)	Charge épiphytaire (g/g)	Prof. (m)	Type	
Rogliano	2014	240	187	0,09	37,8	Franche	0,66
Rogliano	2009	368	214	0,05	37,8	Franche	0,748

V.8.2 Baie Tamarone large (masse d'eau FREC02ab)

a) Description et cartographie

Au Nord Est de la ville de Macinaggio, ce site se situe dans la masse d'eau FREC02ab. En sa limite inférieure, l'herbier se présente sous forme d'une grande étendue à limites nettes avec quelques faisceaux isolés. La surface totale d'herbier cartographié en 2014 est de **244,5 m²** (247,4 m² en 2011). Quatre balises sont ancrées dans du sable et sur un câble sous-marin entre 39,5 et 40,4 m de profondeur. Présence de l'algue rouge *Osmundaria volubilis*.



Figure 63 : Côte de Macinaggio vue de la surface de l'eau après la plongée

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **très clairsemée naturelle (natural shaded limit)** se situe à **34,9 m** de profondeur. Des faisceaux isolés sont rencontrés jusqu'à près de 41 mètres de fond.

Tableau 23 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC02ab	FREC02ab	
Nom Site	Baie Tamarone large	Baie Tamarone large	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.54	0.55	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.44	0.44	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	1	1	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.17	0.22	0.16 — 0.36 — 0.83

La **densité moyenne à -40,4 mètres est de 53 ±42 faisceaux /m²** en 2011 et **de 88,3 ± 20,5 faisceaux /m²** en 2014. L'herbier est donc **en bon état en 2014 et normal en 2011** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010.

Le **déchaussement est faible**; il varie de -2 à 1 cm en 2014 pour une valeur moyenne de **-1,8 ± 0,6 cm** (il était nul en 2011).

Les EQR en 2014 (0,55) et en 2011 (0,54) sont globalement moyens en comparaison avec les autres sites de la région. En 2014 l'EQR indique un **bon état écologique du site** alors qu'en 2011 il indique un état moyen mais très proche d'un état bon. Cette différence, faible, est liée à la densité de faisceaux qui était plus importante en 2014.

c) Perturbations observées

La station étudiée se situe à 2 km au Nord Est du port de Macinaggio, plus grand port de plaisance du cap Corse, et au large de plusieurs anses très utilisées pour le mouillage forain. Le passage fréquent d'engins de pêche (chaluts) était noté par Pergent *et al.* (2008). Le littoral est bordé au dessus des plages de champs cultivés puis de maquis sauvage (voir image aérienne ci-dessous).

Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.

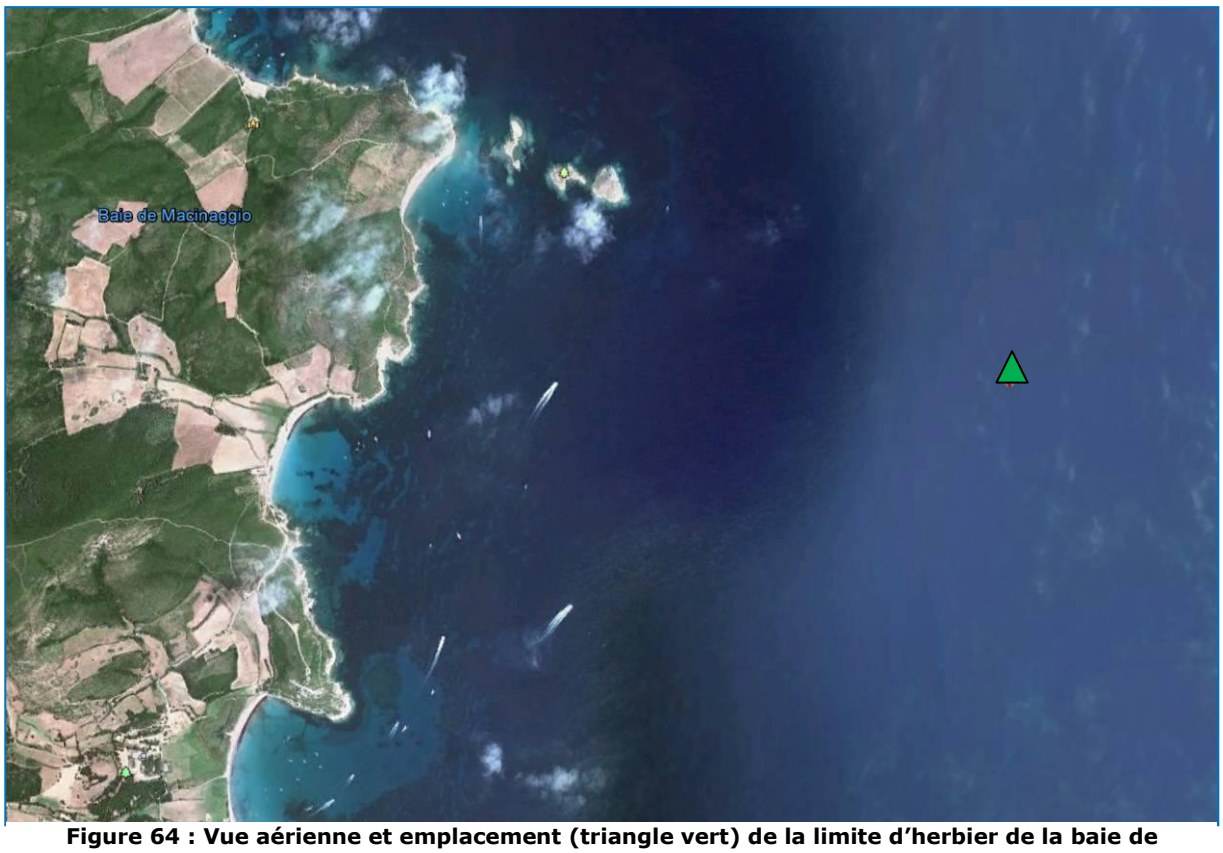
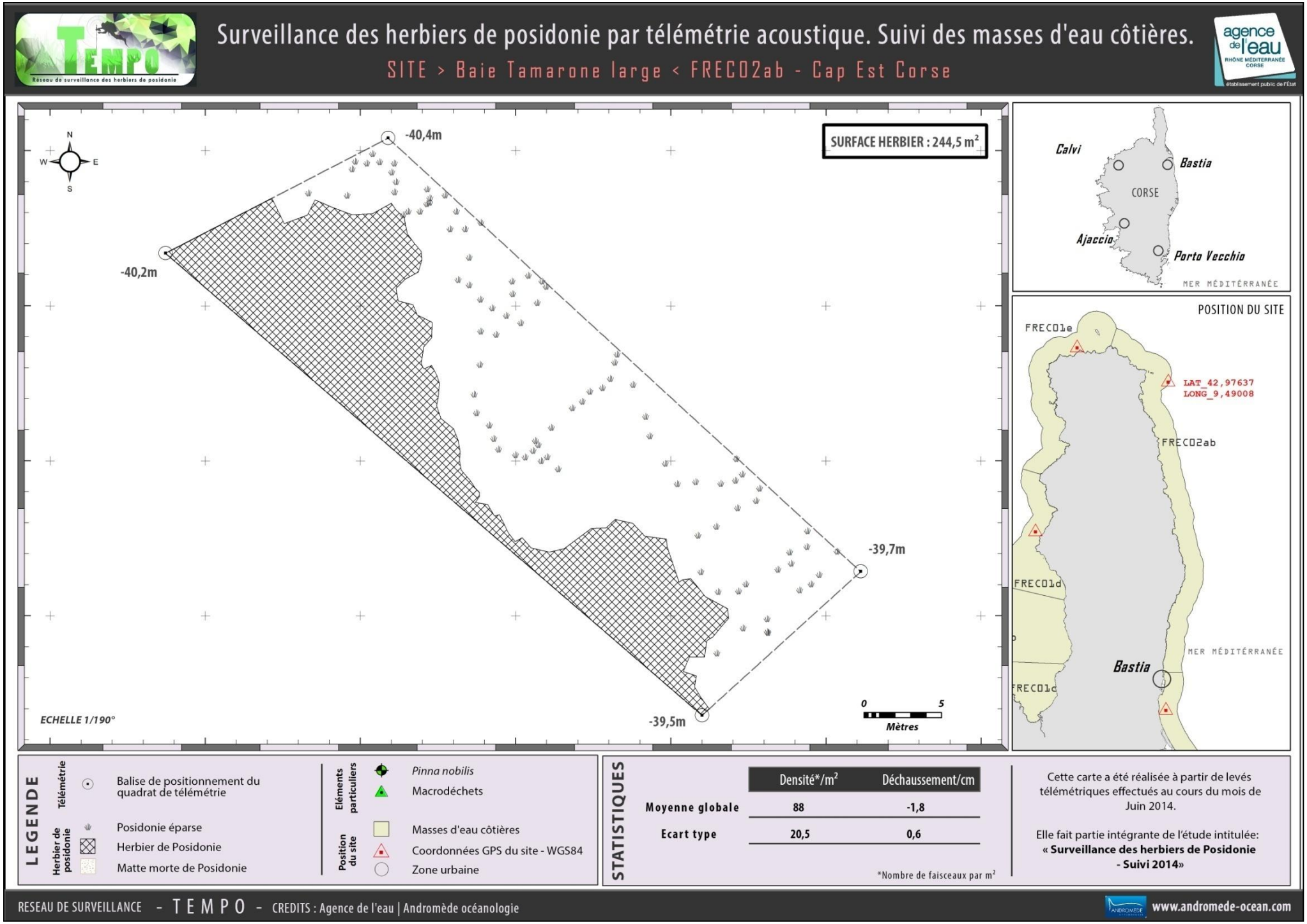


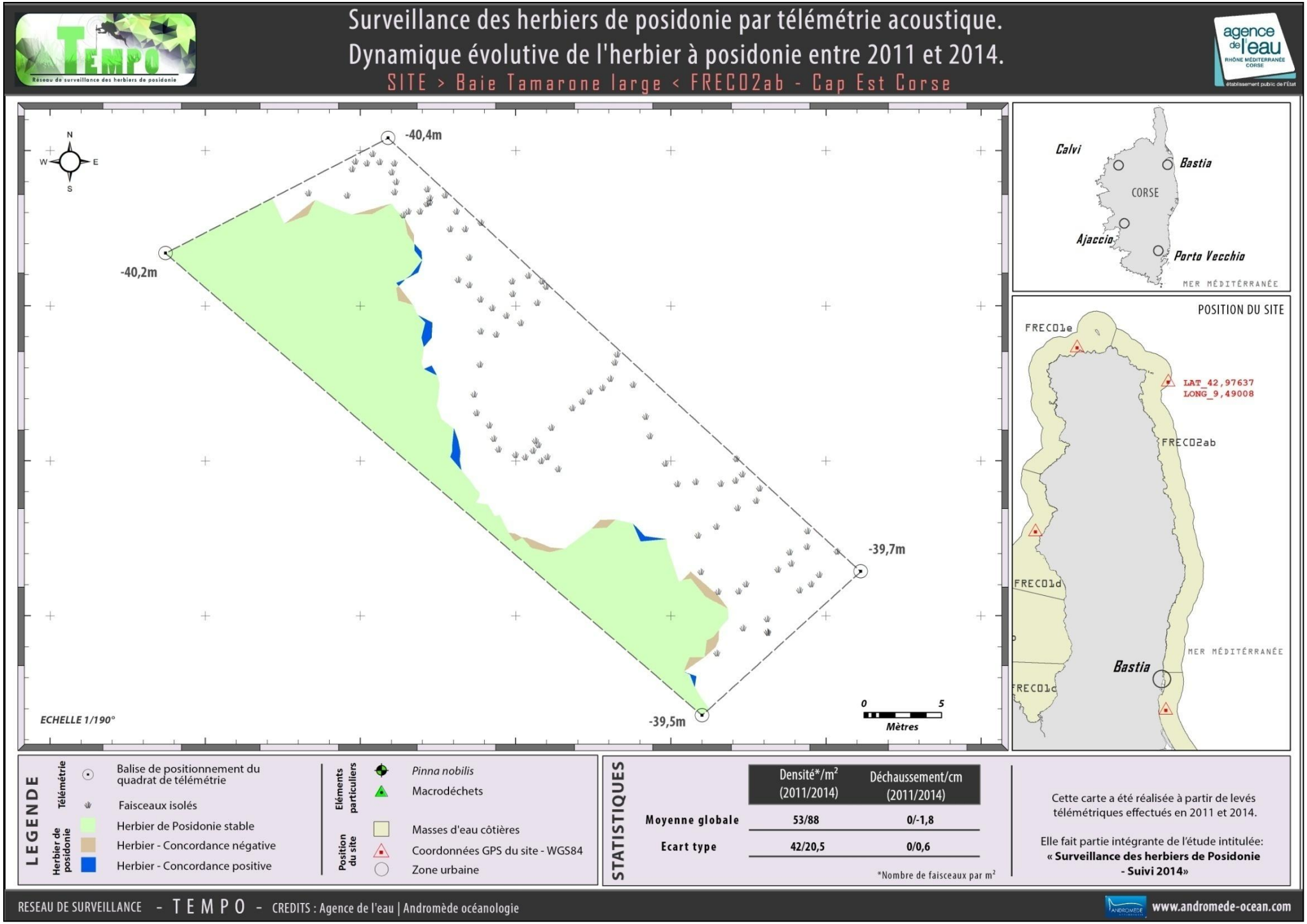
Figure 64 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de la baie de Tamarone large (Source : Google Earth)

d) Données historiques

Une zone très proche (1 km) de notre zone d'étude été suivie par le GIS POSIDONIE ANTENNE Corse en 2004 ; la limite inférieure suivie était traversée par un câble sous-marin. Soumis à l'action d'engins de pêche (chaluts), la limite était érosive sur sa plus grande partie. Néanmoins, une partie de la limite était progressive avec présence de faisceaux plagiotropes. La densité de faisceaux était excellente (150/m² à 38 m) et le déchaussement faible (5,5 cm). La taille moyenne de sédiment élevée était témoin d'un fort hydrodynamisme (Pergent *et al.*, 2008). Un herbier a également été étudié pour son PREI en 2007 à Macinaggio et était classé en bon état (PREI = 0,650) (Gobert *et al.*, 2009).



Carte 24 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Baie Tamarone large (2014).



Carte 25 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Baie Tamarone large entre 2011 et 2014.

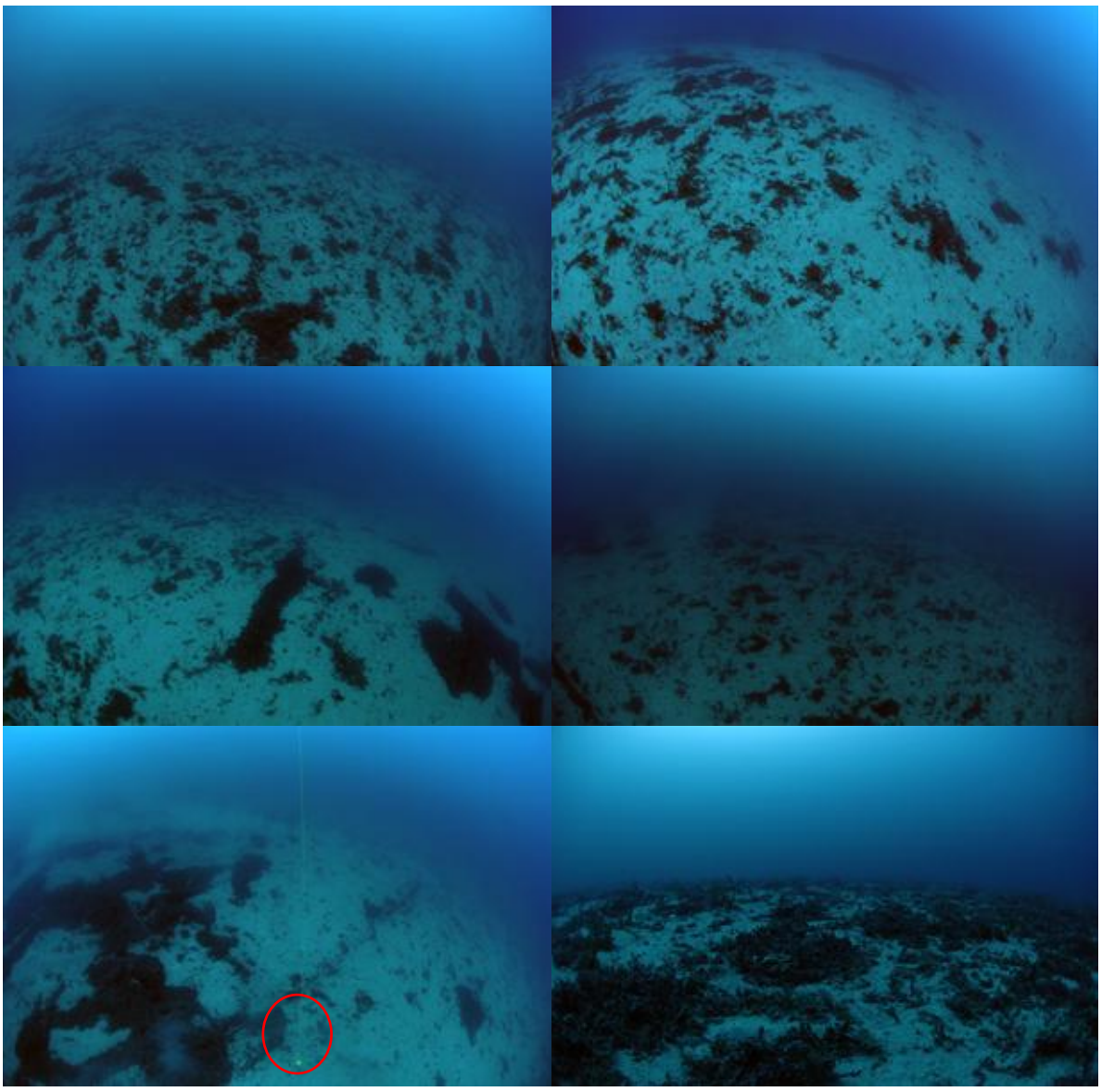


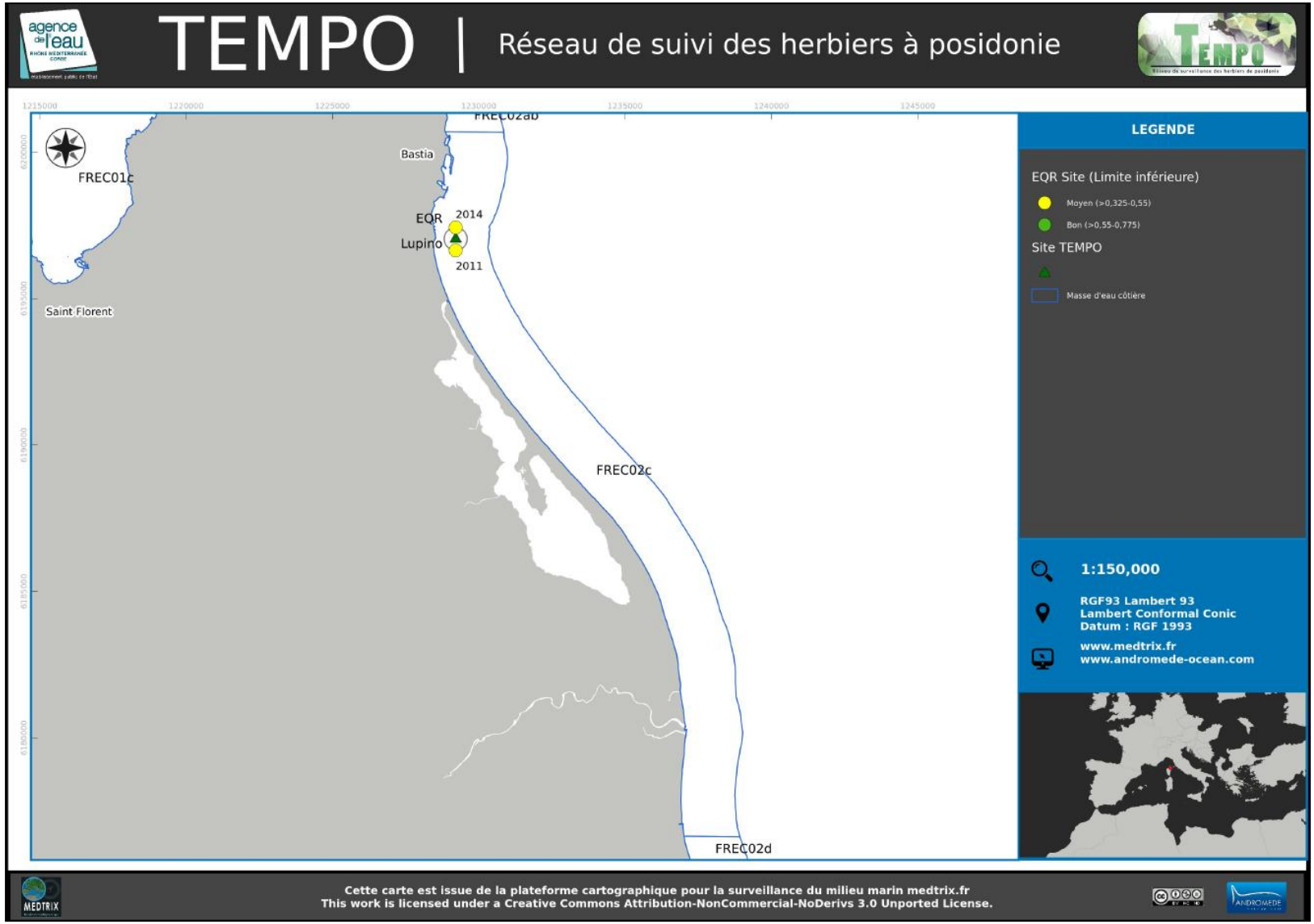
Figure 65 : Vues générales et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent de la Baie de Tamarone large (2011).



Figure 66 : Herbier de la Baie de Tamarone large (2014).

V.9 MASSE D'EAU FREC02C

La masse d'eau FREC02c comprend un site TEMPO échantillonné en limite inférieure: Lupino.



V.9.1 Lupino (masse d'eau FREC02c)

a) Description et cartographie

A proximité de la ville de Bastia, ce site se situe dans la masse d'eau FREC02c. En sa limite inférieure, l'herbier présente un faible recouvrement sur toute son étendue, avec des contours nets. La surface totale d'herbier cartographiée en 2014 est de **278 m²** (284,8 m² en 2011).

Quatre balises sont ancrées dans de la vase et sur un corps mort entre 27,2 et 29,1 m de profondeur. En 2014 une grande nacre (*Pinna nobilis*) est observée.

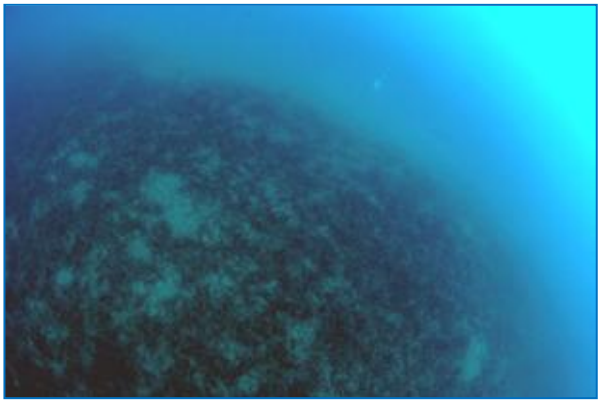


Figure 67 : Vue générale du site de Lupino (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **clairsemée régressive (regressive shaded limit)** se situe à -**28,5 mètres** de profondeur.

Tableau 24 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC02c	FREC02c	
Nom Site	Lupino	Lupino	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.38	0.37	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.21	0.21	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.68	0.68	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.24	0.23	0.16 — 0.36 — 0.83

La densité moyenne est de 105 ± 33 faisceaux /m² en 2011 et **de 99,2 ± 35,6 faisceaux /m²** en 2014 à -27,8 mètres de fond. L'herbier est donc **en état médiocre en 2011 et normal en 2014** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** les deux années.

Le **déchaussement est faible**; il varie de -1 à 3 cm en 2014 pour une valeur moyenne de **1 ± 0,8 cm** (0,81 ± 0,93 cm en 2011).

Les EQR en 2014 (0,37) et en 2011 (0,38) sont globalement très en dessous de la moyenne régionale Corse. Ils indiquent un **état écologique moyen du site** sur les deux années.

c) Perturbations à proximité

L'herbier étudié se trouve le long du littoral très urbanisé de Bastia (43577 habitants en 2006, +15% depuis 1999. Source : www.annuaire-mairie.fr). La station de situe face à des brise-lames, à 1 km au Sud Ouest de la route maritime des ferries Corse-continent et à 800 m au Sud du port de Bastia (2,53 millions de passagers/an, 515 anneaux (vieux port et port de plaisance de Toga).

Plusieurs macrodéchets sont visibles ainsi qu'un corps mort abandonné sur lequel une balise a été posée. Le site est très vaseux. Aucune caulerpe n'a été observée.

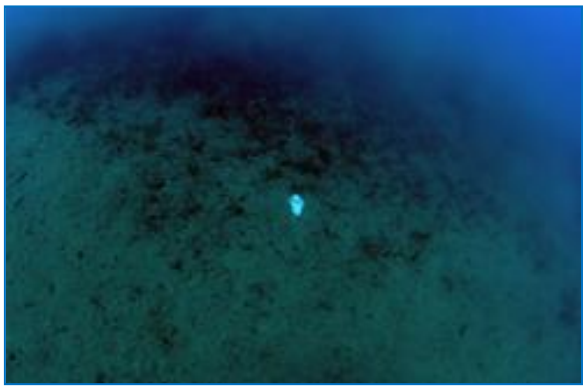


Figure 68 : Exemple de macrodéchet trouvé sur site.

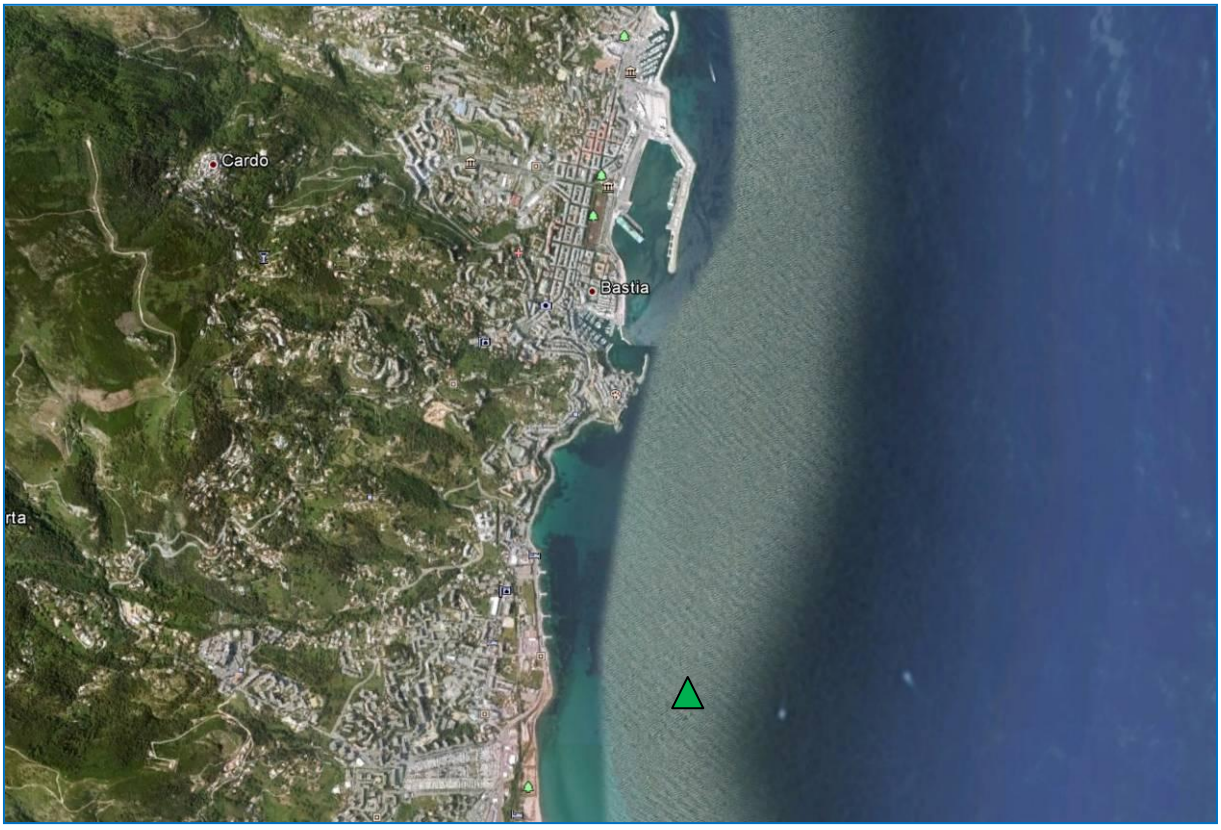


Figure 69 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de Lupino (Source : Google Earth).

d) Données historiques

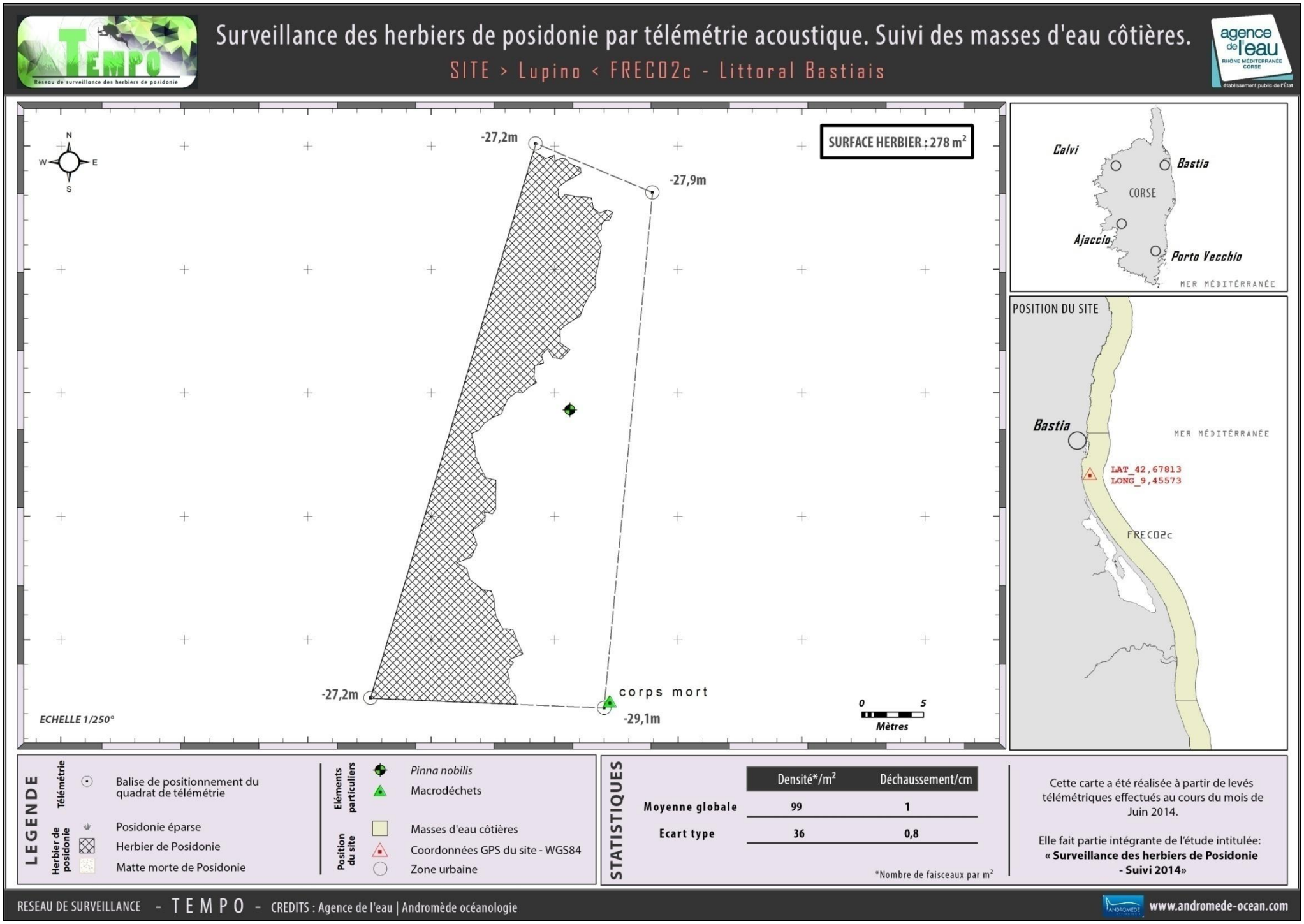
La limite inférieure d'un herbier (station appelée Toga) situé entre sable et vase, à 3 km au Sud de la ville de Bastia, donc très proche du site étudié ici, a été suivie par le GIS Posidonie antenne

Corse en 2004. Soumise à des rejets urbains, la limite était considérée comme franche avec quelques zones érosives (matte morte présente). La densité de faisceaux était bonne (261/m² à 24,2 m) et le déchaussement moyen (3 cm) (Pergent *et al.*, 2008).

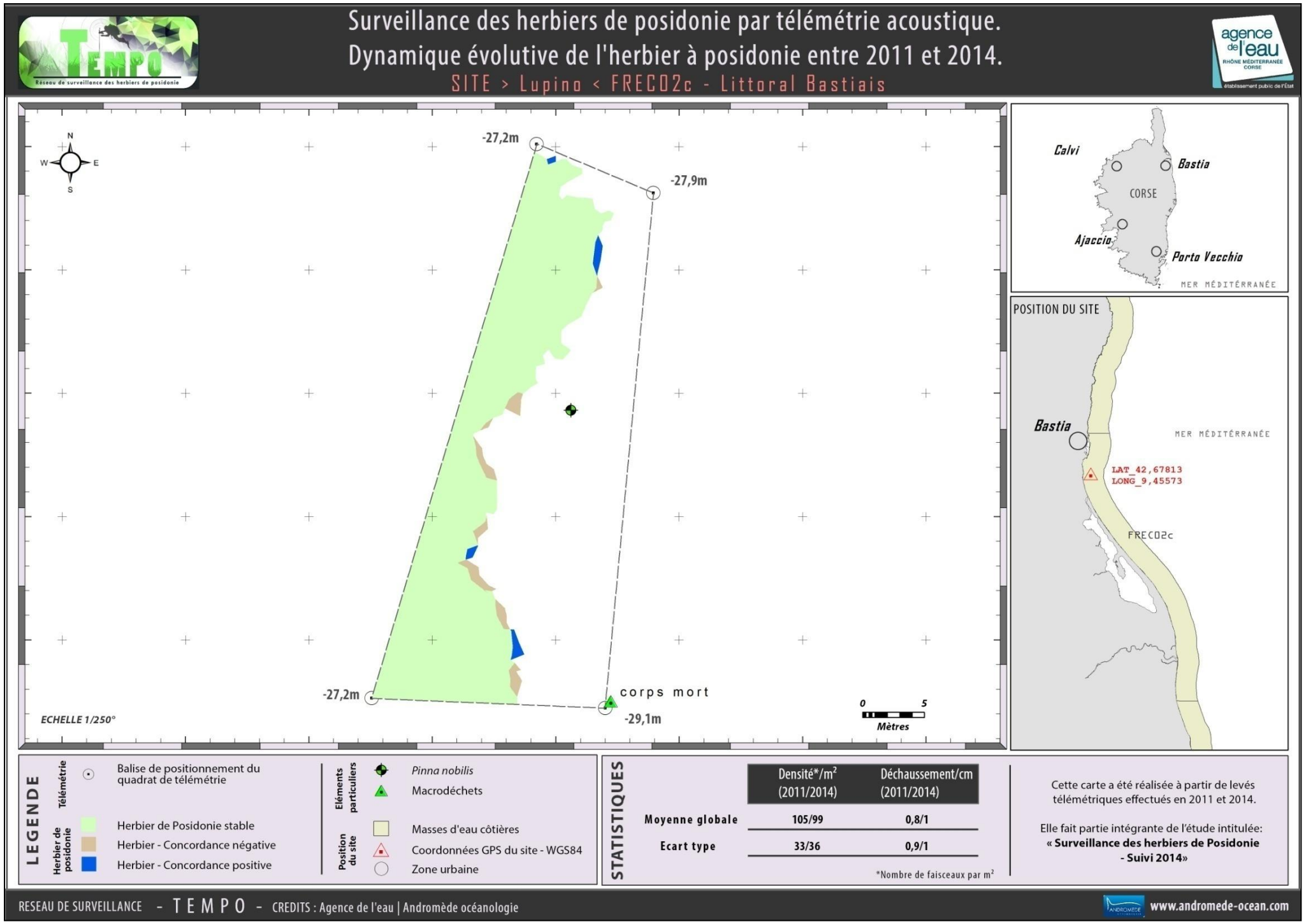
Un herbier au large de Biguglia, près de Bastia a également été étudié en 2007 ; il était classé en bon état (PREI = 0,721) (Gobert *et al.*, 2009).



Figure 70 : Site de Lupino (2014). [1] *Pinna nobilis* ; [2] Faisceaux isolés d'herbier de posidonie.



Carte 26 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Lupino (2014).



Carte 27 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Lupino entre 2011 et 2014.

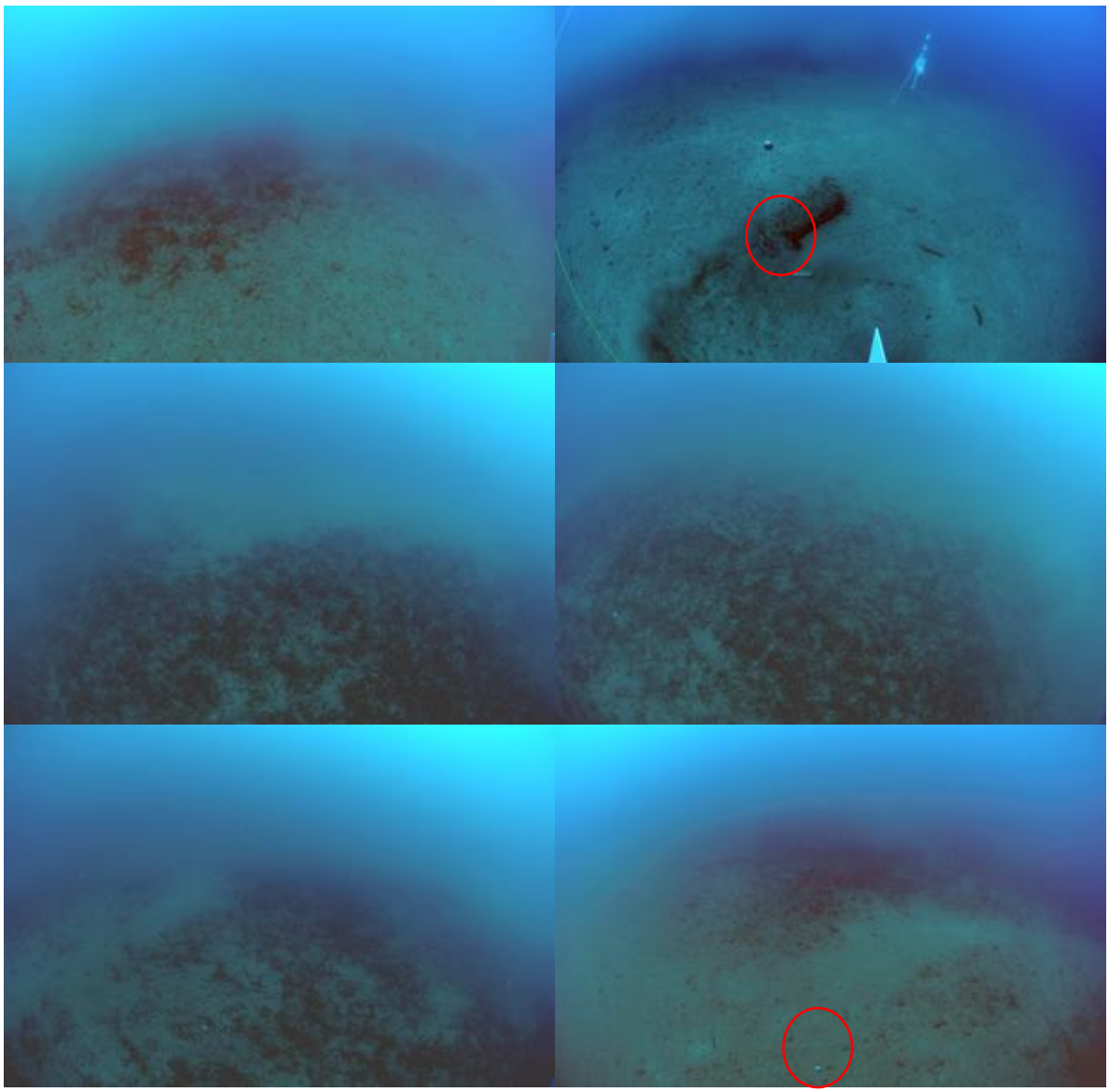
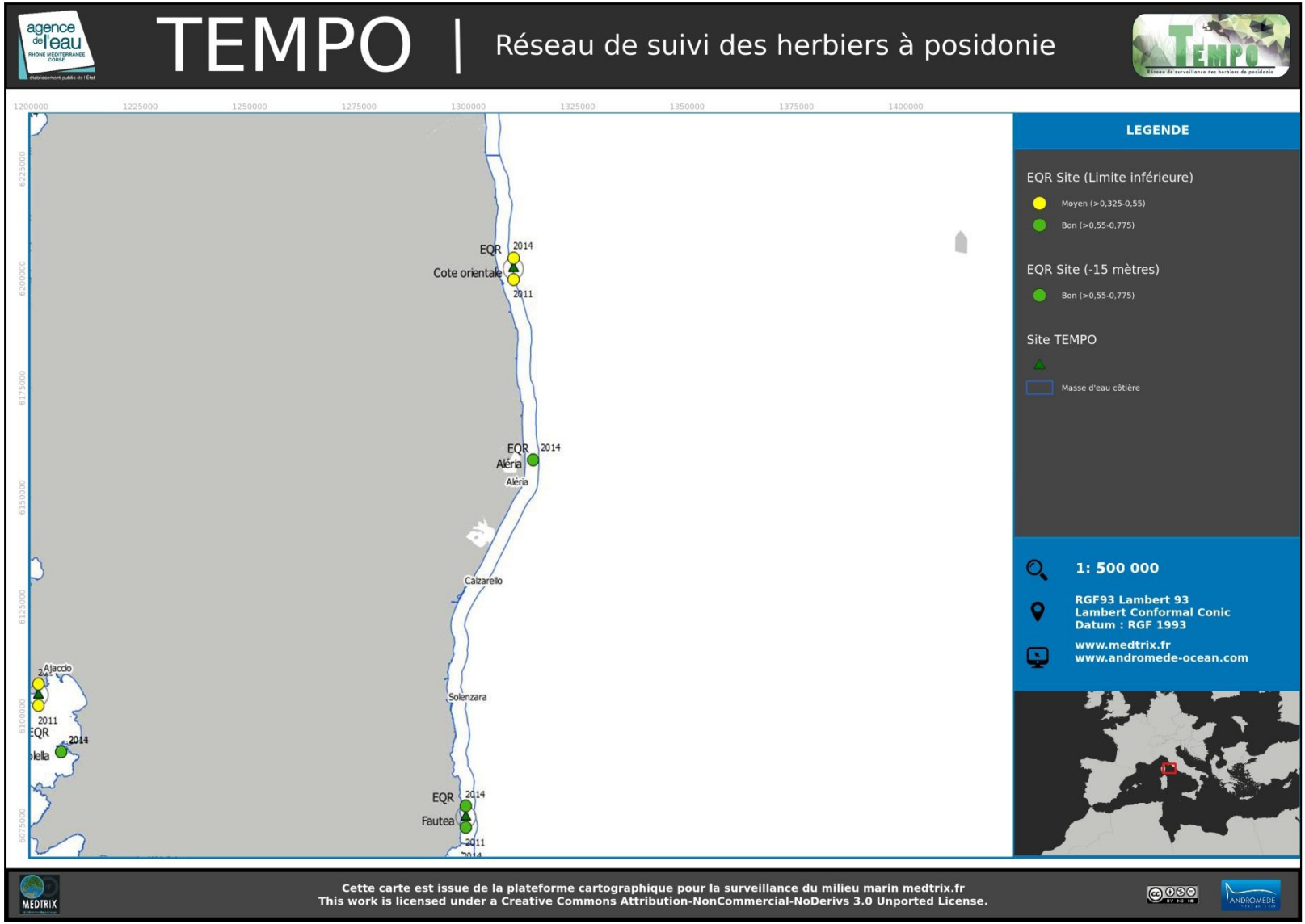


Figure 71 : Vues générales et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent du site de Lupino (2011).

V.10 MASSE D'EAU FREC02D

La masse d'eau FREC02d comprend un site TEMPO échantillonné à la profondeur intermédiaire : Aléria et deux sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure: Côte orientale et Fautea.



V.10.1 Aléria - DCE

La station se situe sur la côte Est de la Corse, au large de la commune d'Aléria face à l'étang de Diane, dans la masse d'eau « Plaine orientale » FREC02d.

a) Vitalité de la plante

Profondeur de la limite inférieure et type de limite inférieure (secteur LI)

Sur cette station **la limite inférieure de l'herbier franche se situe à -36 mètres.**

Densité de faisceaux (secteur PI)

A -14,8 mètres, la densité en 2014 sur la station varie de 237 à 419 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 298,8 ± 51,2 faisceaux /m²**. L'herbier est donc en **état normal** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale.**

Surface foliaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul de plusieurs paramètres foliaires.

A -15 mètres sur la station Aléria le nombre moyen de feuilles par faisceaux varie de 4 à 10 pour une **valeur moyenne de 5,25 ± 1,6 feuilles/faisceaux**.

Les feuilles enlevées des 20 faisceaux sont majoritairement des adultes (n=62 soit 59% des feuilles) puis on trouve des feuilles intermédiaires (n=43 soit 41%).

Les données biométriques ont permis de connaître la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau. Elle est calculée à l'aide de la formule suivante:

SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)

Sur la station Aléria : SF= 216,3 cm²/faisceau

Charge épiphytaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul du ratio épiphytes/feuilles par faisceau de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

Sur la station Aléria : E/L= 0,011

b) Indice de qualité écologique (EQR)

Le calcul de l'EQR est basé sur les cinq paramètres définis dans la partie précédente ; il se calcule de la manière suivante :

$$EQR = (EQR'+0.11)/(1+0.1)$$

Sur la station Aléria : EQR= 0,697 avec EQR'= 0,675

- N densité = 0,618
- N SF=0,396
- N (E/L) = 0,494
- N limite inférieure = 0,79

L'EQR (0,697) calculé sur la station Aléria en juin 2014 indique un bon état écologique.

c) Données historiques

En 2009, des mesures similaires ont été réalisées sur la même station dans le cadre de la campagne de surveillance DCE. L'état de l'herbier entre 2009 et 2014 semble stable (les valeurs des EQR sont proches entre les deux années). La densité de l'herbier semble avoir diminué au profit d'une augmentation de la longueur des feuilles tandis que la charge épiphytaire, très faible, est identique. Quelque soit l'année l'élément de qualité « Posidonie » a permis de classer la masse d'eau FREC02d en bon état

Tableau 25 : Comparaison de l'herbier sur le site Aléria.

Station	Année	Profondeur intermédiaire (-15 mètres)			Limite inférieure		EQR Posidonie
		Densité (faisceaux/m²)	Surface foliaire (cm²/faisceau)	Charge épiphytaire (g/g)	Prof. (m)	Type	
Aléria	2014	298,8	216,3	0,01	36	Franche	0,697
Aléria	2009	413	148	0,01	36	Franche	0,727

V.10.2 Côte orientale (masse d'eau FREC02d)

a) Description et cartographie

A proximité de Campoloro (Cervione), ce site se localise dans la masse d'eau FREC02d. En sa limite inférieure, l'herbier présente un très faible recouvrement. Etant donné l'éparpillement des faisceaux, la surface totale d'herbier cartographié ne peut pas être calculée. Quatre balises sont ancrées dans du sable entre 33,9 et 34,8 m de profondeur.

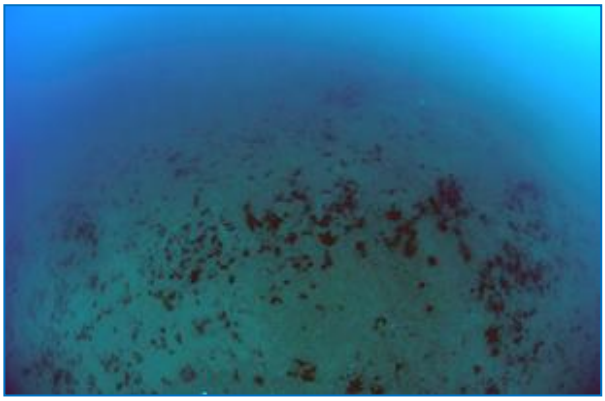


Figure 72 : Vues générales du site de la côte orientale (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **clairsemée naturelle (natural shaded limit)** se situe à **35,4 m** de profondeur.

Tableau 26 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC02d	FREC02d	
Nom Site	Cote orientale	Cote orientale	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.52	0.52	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.44	0.44	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.92	0.92	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.2	0.2	0.16 — 0.36 — 0.83

La densité moyenne à -34 mètres est de 77 ± 56 faisceaux /m² en 2011 et **de 78,3 ± 45,8 faisceaux /m²** en 2014. L'herbier est donc **en état normal en 2011 et 2014** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** les deux années.

Le **déchaussement est faible**; il varie de -2 à 2 cm en 2014 pour une valeur moyenne de **-0,6 ± 0,6 cm** (0,4 ± 0,12 cm en 2011).

Les EQR en 2014 (0,52) et en 2011 (0,52) sont en-dessous de la moyenne régionale Corse. Ils indiquent un **état écologique moyen du site** sur les deux années.

c) Perturbations observées

La limite inférieure suivie se situe à 2 km au Nord Est du port de Taverna et au large de la ville de Cervione (1605 habitants en 2006, +10,5% depuis 1999. Source : www.annuaire-mairie.fr) et ses hameaux. Le littoral est partagé entre tourisme (campings, activités balnéaires), habitations et agriculture. Une zone de lagunage est également observée à 200 m au Nord Ouest du port (voir image aérienne ci-dessous).

Aucun macrodéchet n'a été observé. Par contre *Caulerpa racemosa* était présente à 40% sur substrat en 2014 alors qu'elle ne l'était pas en 2011.

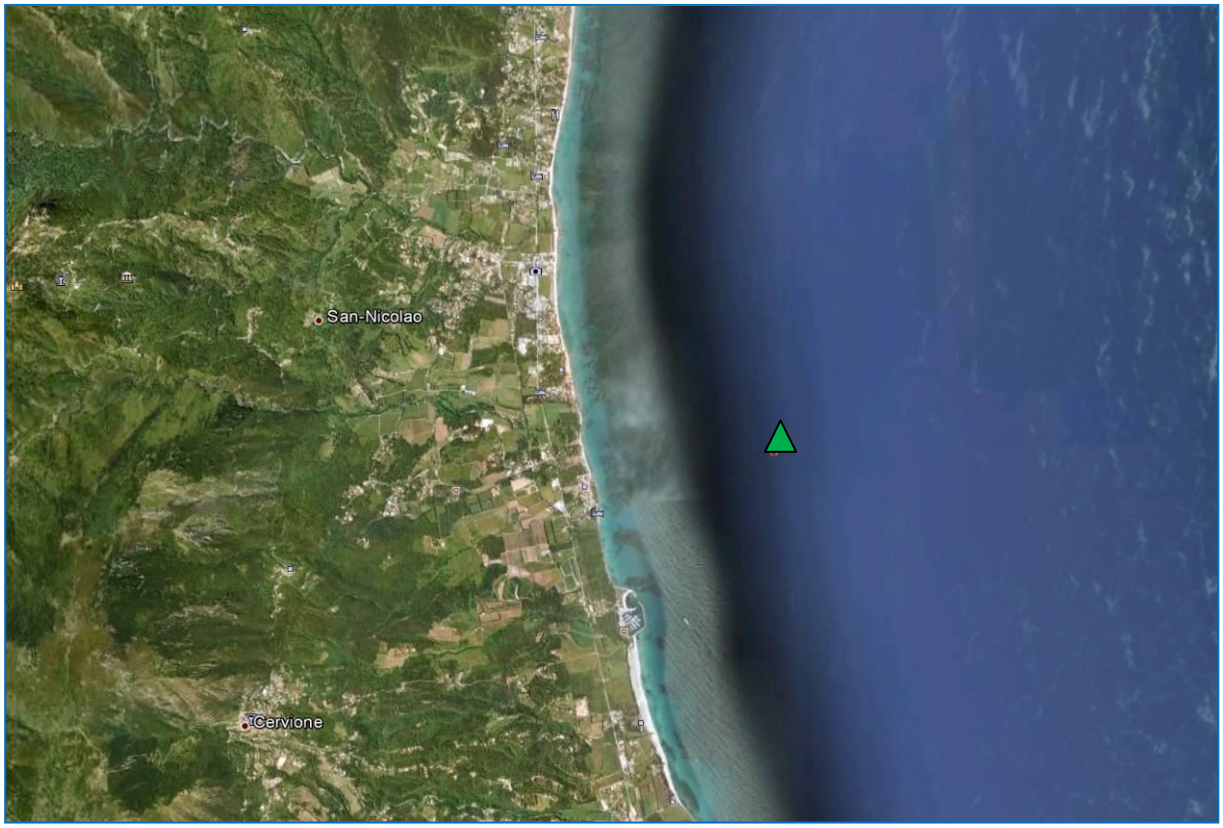
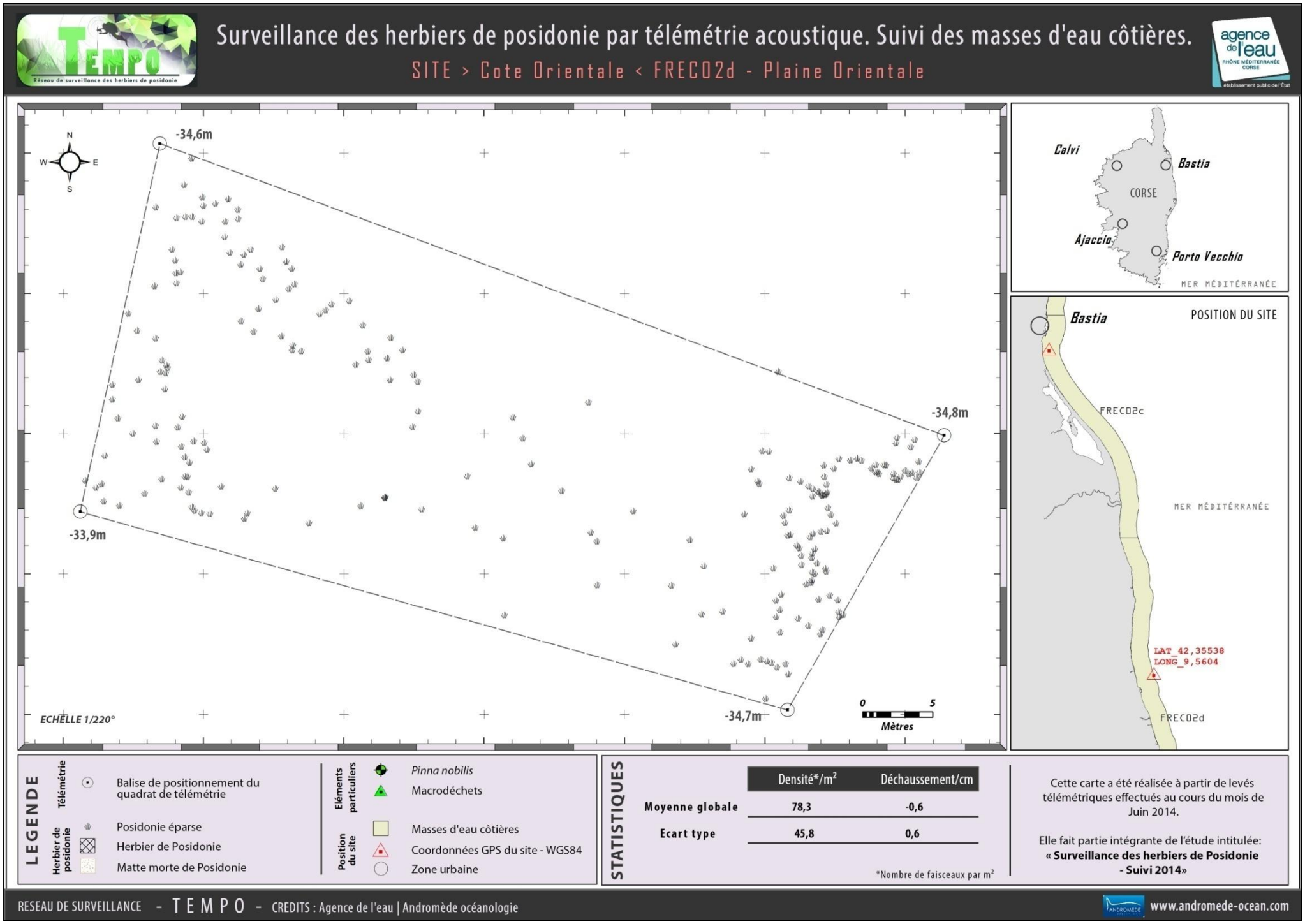


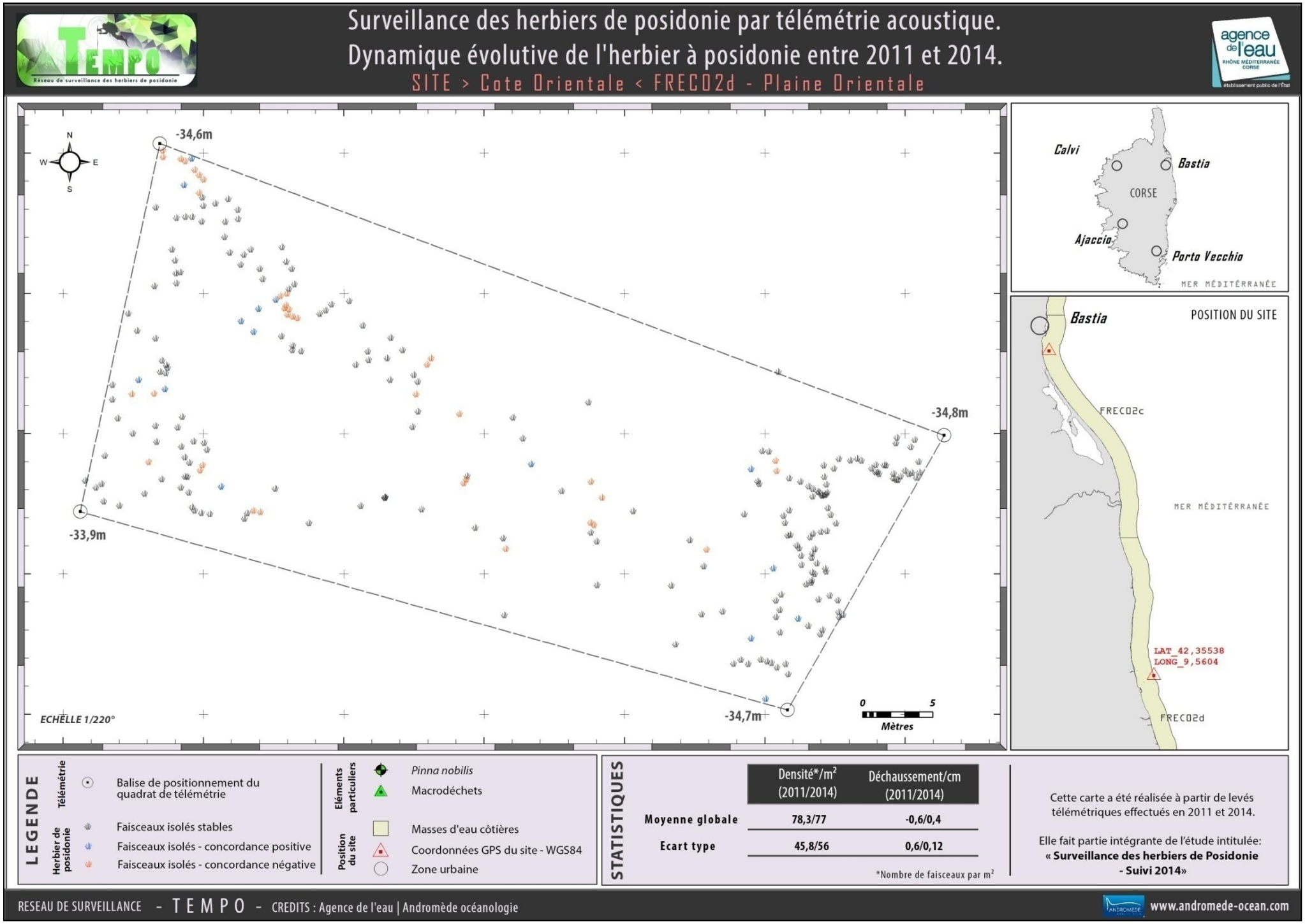
Figure 73 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de la côte orientale (Source : Google Earth)

d) Données historiques

La limite supérieure d'un herbier situé à 400 mètres de la sortie du port de Campoloro a été suivie par le GIS Posidonie antenne Corse en 2004. Soumis à des aménagements littoraux (port, rejets de dragage), l'herbier se développait sur une matte surélevée par rapport au sédiment et présentait de nombreuses zones de matte morte. La densité de faisceaux était bonne (602/m² à 7,8 m) et le déchaussement moyen (4,5 cm) (Pergent *et al.*, 2008).



Carte 28 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Côte Orientale (2014).



Carte 29 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Côte orientale entre 2011 et 2014.



Figure 74 : Site TEMPO Côte Orientale (2014) ; [1] Piquet colonisé ; [2] Plongeur en train d'évaluer la densité de l'herbier ; [3] Ascidie Halocynthia papillosa ; [4] Limaces tortues *Pleurobranchus testudinarius* et *Caulerpa racemosa*.

V.10.3 Fautea (masse d'eau FREC02d)

a) Description et cartographie

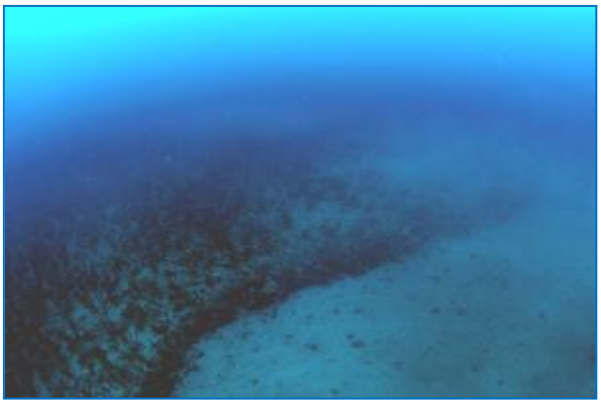


Figure 75 : Herbier entre bancs rocheux (site de Fautea, 2011).

A proximité de la pointe de Fautea (commune de Nonza), ce site se situe dans la masse d'eau FREC02d. En sa limite inférieure, l'herbier présente un faible recouvrement sur toute son étendue, avec un long banc de matte morte dans la partie la plus concave de la limite cartographiée. La surface totale d'herbier cartographié en 2014 est de **300 m²** (302,1 m² en 2011).

Une partie de l'herbier se développe entre deux bancs de roches bien visibles en bordure du quadrat permanent. Quatre balises sont ancrées dans du sable et de la roche entre 34,6 et 37,2 m de profondeur. Une grande nacre a été observée en 2014.

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **clairsemée régressive** se situe à -**37,5 mètres**.

Tableau 27 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC02d	FREC02d	
Nom Site	Fautea	Fautea	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.55	0.55	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.44	0.44	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.98	0.98	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.24	0.24	0.16 — 0.36 — 0.83

La densité moyenne à -36,7 mètres est de 107 ± 55 faisceaux /m² en 2011 et **de 106,7 ± 42,5 faisceaux /m²** en 2014. L'herbier est donc **en bon état en 2011 et 2014** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*,

2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** les deux années. Le **déchaussement est faible**; il varie de -2 à 1 cm en 2014 pour une valeur moyenne de **-1,2 ± 0,7 cm** (1,4 ± 1,93 cm en 2011).

Les EQR en 2014 (0,55) et en 2011 (0,55) sont proches de la moyenne régionale Corse. Ils indiquent un **état écologique bon du site** sur les deux années.

c) Perturbations observées

Cet herbier se situe dans un secteur peu impacté par l'Homme ; seule une route passe au niveau du littoral couvert de maquis (voir image aérienne ci-dessous). La station se situe à 800 m au Nord Est de l'anse de Fautea utilisée pour la plaisance (mouillage forain) et les activités balnéaires (plage, parking, paillote). Cette anse reçoit également l'embouchure d'un cours d'eau temporaire. Un peu plus loin, on trouve à 5 km au Sud la ville de Sainte Lucie de Porto-Vecchio et à 15 km au Nord l'aéroport de Solenzara. *Caulerpa racemosa* et des algues filamenteuses (sur les roches autour de l'herbier) ont été observées en 2014 contrairement à l'année 2011. Aucun macro-déchet n'a été observé les deux années.

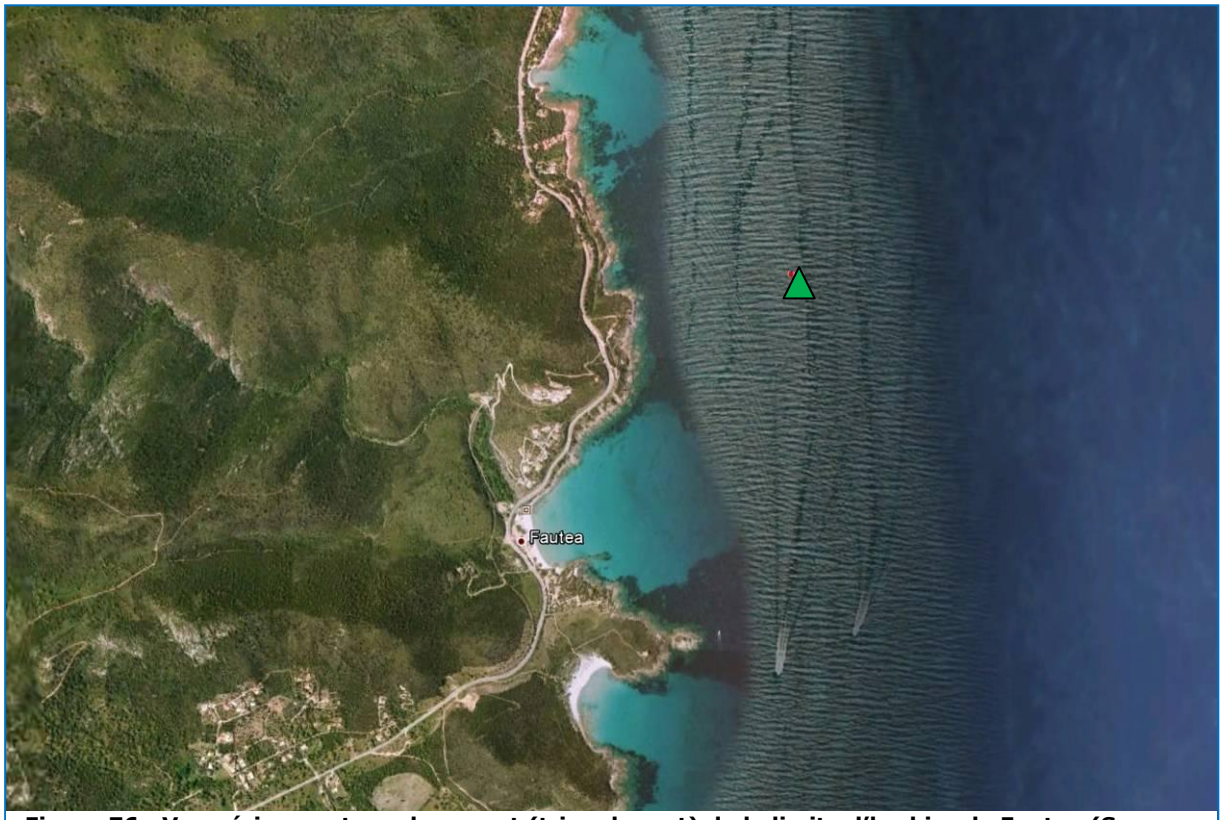


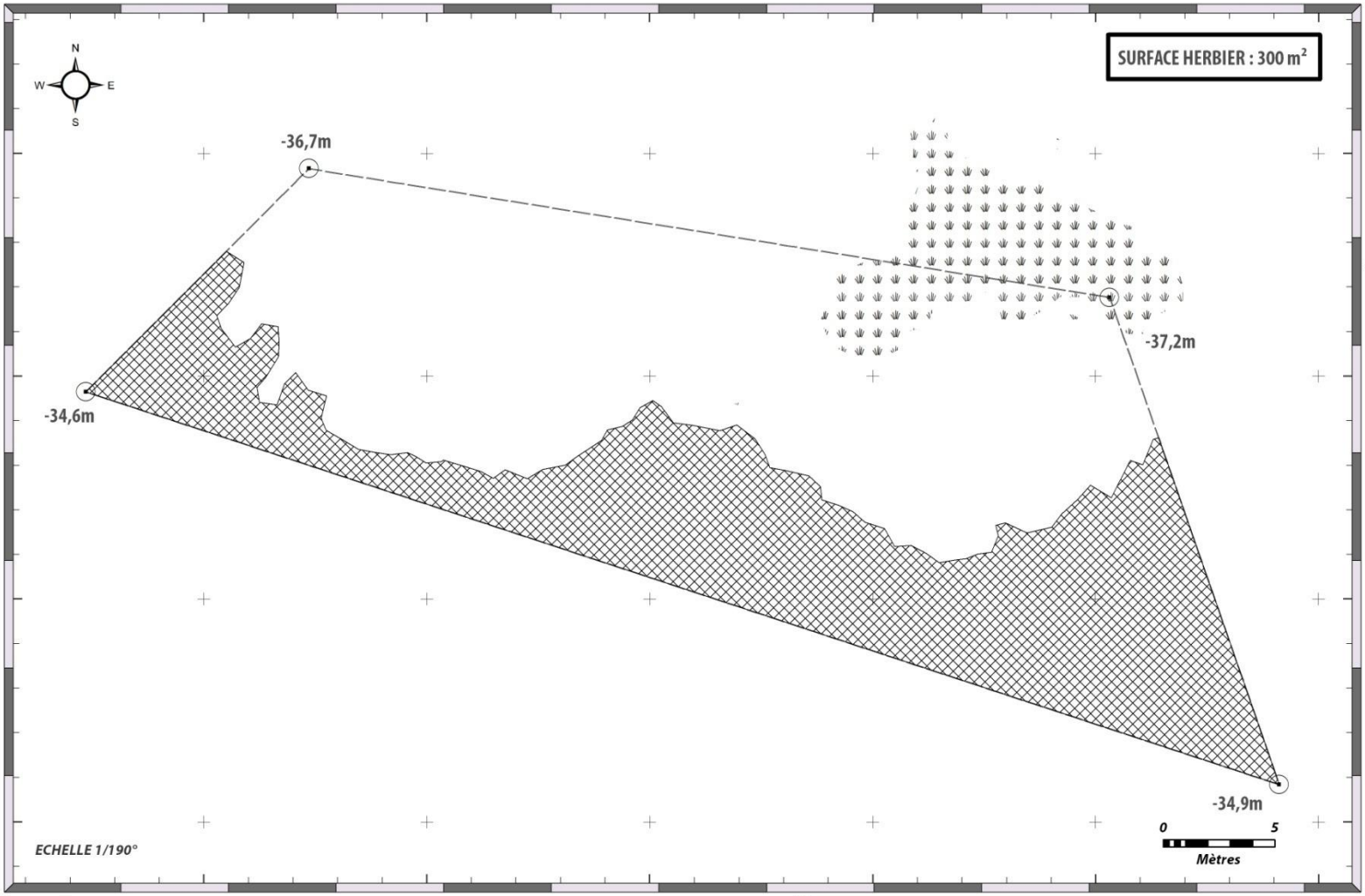
Figure 76 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de Fautea (Source : Google Earth)

d) Données historiques

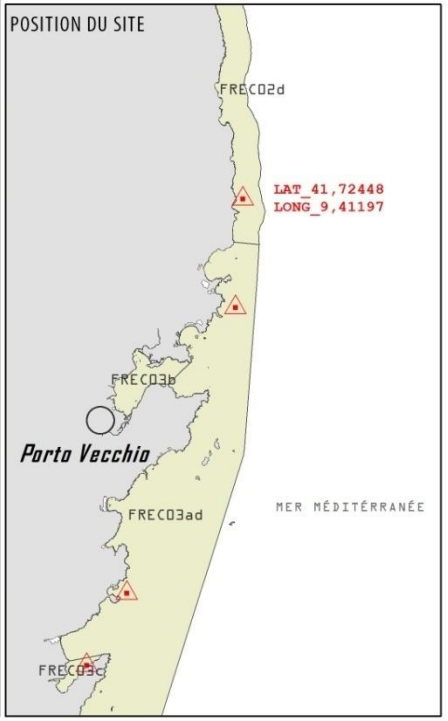
La limite inférieure d'un herbier (appelé « secteur Est ») enclavé entre deux barres rocheuses et situé à 2 km au Nord de la pointe de Fautea a été suivie par le GIS POSIDONIE Antenne Corse en 2005. Pratiquement exempt de pressions anthropiques, ce site était considéré comme un site dit « de référence » par Pergent et ses collaborateurs (Pergent *et al*., 2008). Néanmoins, la limité était clairsemée/morcelée avec quelques zones de matte morte. La densité de faisceaux était moyenne (75/m² à 36,9m) et le déchaussement quasi nul (entre 0 et 1 cm) (Pergent *et al*., 2008).

Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.

SITE > Fautea < FRECO2d - Plaine Orientale







LEGENDE

- Télémétrie
  - Balise de positionnement du quadrat de télémétrie
- Herbier de posidonie
  - Posidonie éparse
  - Herbier de Posidonie
  - Matte morte de Posidonie
- Eléments particuliers
  - *Pinna nobilis*
  - Macrodéchets
- Position du site
  - Masses d'eau côtières
  - Coordonnées GPS du site - WGS84
  - Zone urbaine

STATISTIQUES

	Densité*/m²	Déchaussement/cm
Moyenne globale	107	-1,1
Ecart type	42,5	0,7

*Nombre de faisceaux par m²

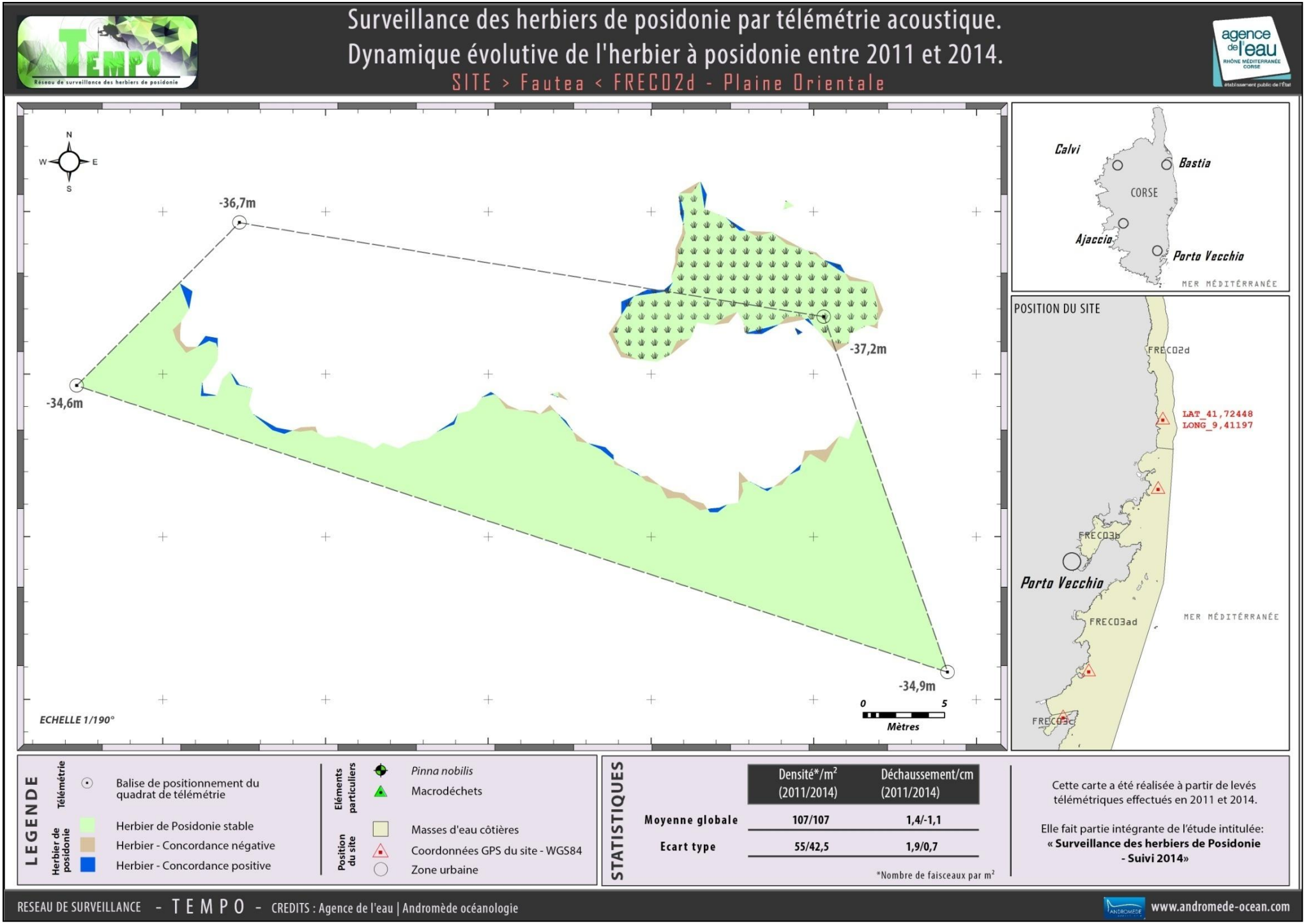
Cette carte a été réalisée à partir de levés télémétriques effectués au cours du mois de Juin 2014.

Elle fait partie intégrante de l'étude intitulée: « **Surveillance des herbiers de Posidonie - Suivi 2014**»

RESEAU DE SURVEILLANCE - TEMPO - CREDITS : Agence de l'eau | Andromède océanologie

www.andromede-ocean.com

Carte 30 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Fautea (2014).



Carte 31 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Fautea entre 2011 et 2014.

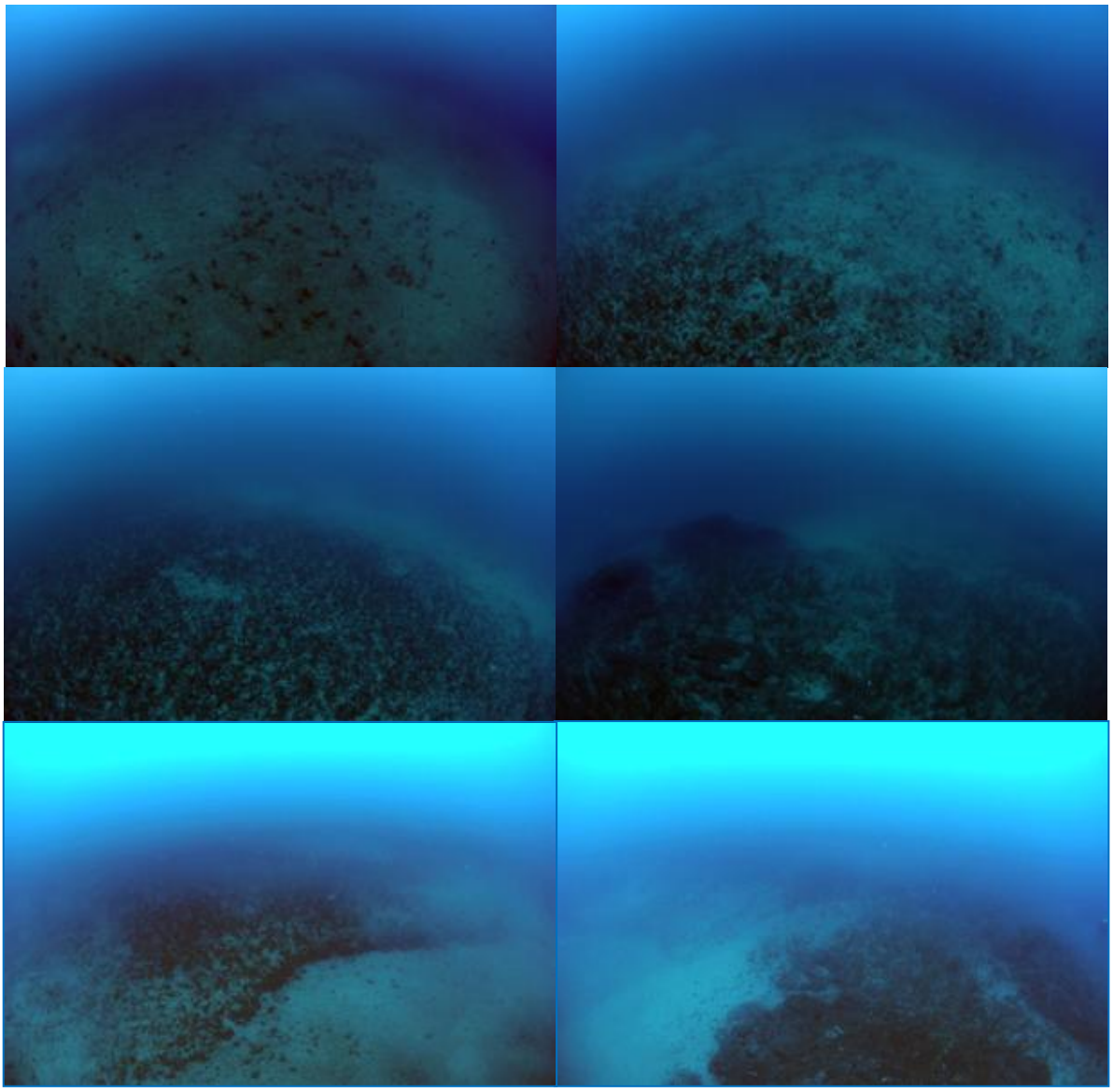
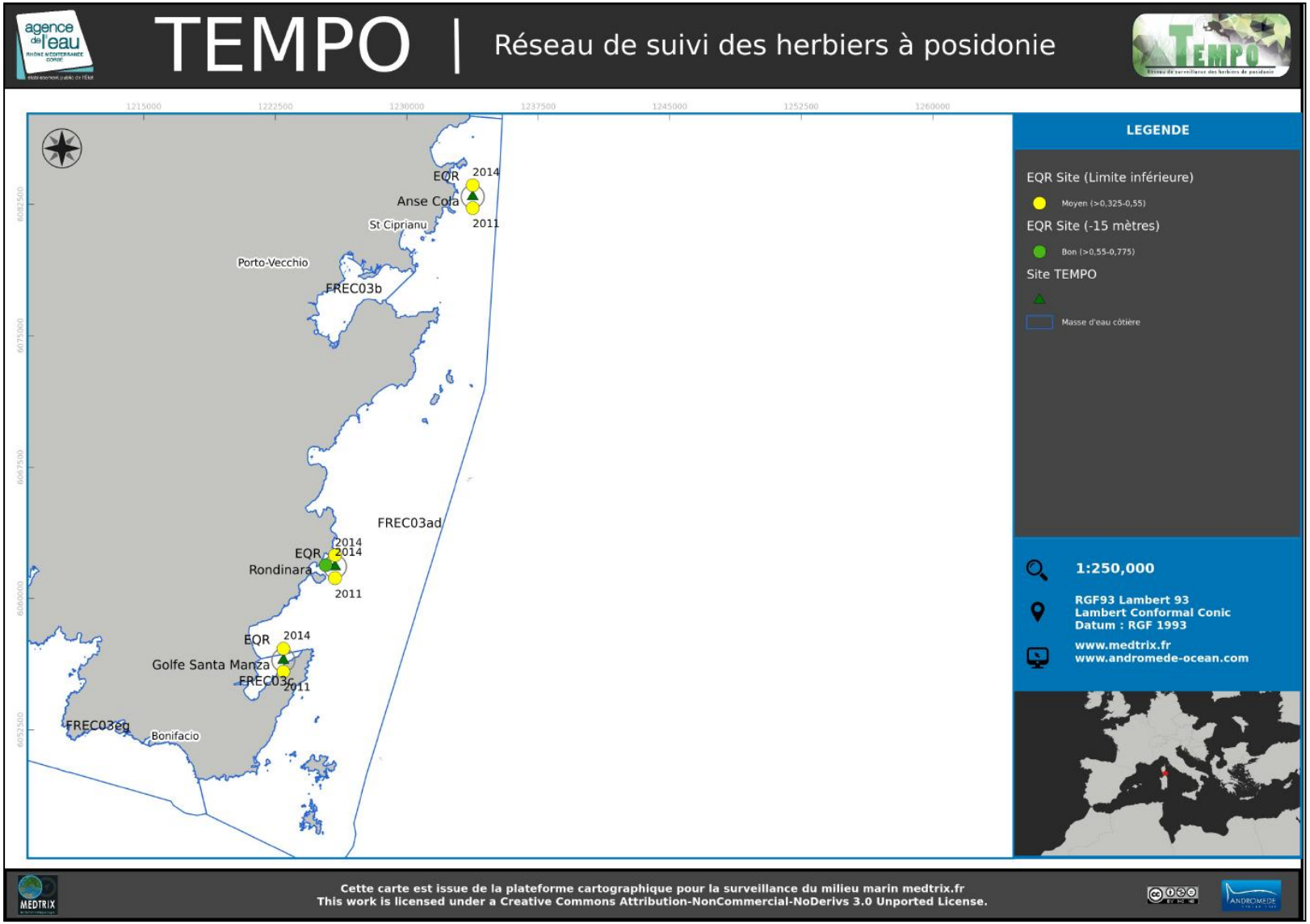


Figure 77 : Vues générales de l'herbier dans le quadrat permanent du site de Fautea (2011).

V.11 MASSE D'EAU FREC03AD

La masse d'eau FREC03ad comprend un site échantillonné à la profondeur intermédiaire : Rondinara et deux sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure: Anse Cola et Rondinara.



V.11.1 Rondinara – DCE

La station se situe dans le golfe de Rondinara, au nord du golfe de Sant'Amanza, dans la masse d'eau « Littoral Sud-Est de la Corse » FREC03ad.



Figure 78 : Site Rondinara à – 15 mètres (2014).

a) Vitalité de la plante

Profondeur de la limite inférieure et type de limite inférieure (secteur LI)

Sur cette station **la limite inférieure de l'herbier franche se situe à -36 mètres.**

Densité de faisceaux (secteur PI)

A -15 mètres, la densité en 2014 sur la station varie de 268 à 444 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 360,3 ± 50,8 faisceaux /m²**. L'herbier est donc en **état normal** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale.**

Surface foliaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul de plusieurs paramètres foliaires.

A -15 mètres sur la station Cargèse le nombre moyen de feuilles par faisceaux varie de 3 à 6 pour une **valeur moyenne de 4,68 ± 1feuilles/faisceaux**.

Les feuilles enlevées des 20 faisceaux sont majoritairement des adultes (n=60 soit 65,3% des feuilles) puis on trouve des feuilles intermédiaires (n=32 soit 34,7%).

Les données biométriques ont permis de connaître la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau. Elle est calculée à l'aide de la formule suivante:

SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)

Sur la station Rondinara : SF= 189,5 cm²/faisceau

Charge épiphytaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul du ratio épiphytes/feuilles par faisceau de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

Sur la station Rondinara : E/L= 0,06

b) Indice de qualité écologique (EQR)

Le calcul de l'EQR est basé sur les cinq paramètres définis dans la partie précédente ; il se calcule de la manière suivante :

$$EQR = (EQR'+0.11)/(1+0.1)$$

Sur la station Rondinara : EQR= 0,71 avec EQR'= 0,672

- N densité = 0,745
- N SF=0,347
- N (E/L) = 0,467
- N limite inférieure = 0,791

L'EQR (0,71) calculé sur la station Rondinara en juin 2014 indique un bon état écologique.

c) Données historiques

En 2009, des mesures similaires ont été réalisées sur la même station dans le cadre de la campagne de surveillance DCE. L'état de l'herbier entre 2009 et 2014 semble stable. Les valeurs des EQR des deux années permettent de classer la masse d'eau FREC03ad en bon état, la densité de l'herbier et la surface foliaire ont légèrement diminué tandis que la charge épiphytaire a un peu augmenté.

Tableau 28 : Comparaison de l'herbier sur le site Rondinara.

Station	Année	Profondeur intermédiaire (-15 mètres)			Limite inférieure		EQR Posidonie
		Densité (faisceaux/m²)	Surface foliaire (cm²/faisceau)	Charge épiphytaire (g/g)	Prof. (m)	Type	
Rondinara	2014	360	189,5	0,06	36	Franche	0,710
Rondinara	2009	395	224	0,04	36	Franche	0,749

V.11.2 Anse Cola (masse d'eau FREC03AD)

a) Description et cartographie

Ce site se situe dans la masse d'eau FREC03ad. En sa limite inférieure, l'herbier présente un très faible. La surface totale d'herbier cartographié en 2014 est de **336 m²** (343,7 m² en 2011). L'herbier se développe entre sable et rochers bien visibles à l'intérieur mais surtout en bordure du quadrat permanent.

Quatre balises sont ancrées dans la roche entre 35,2 et 36,9 m de profondeur.

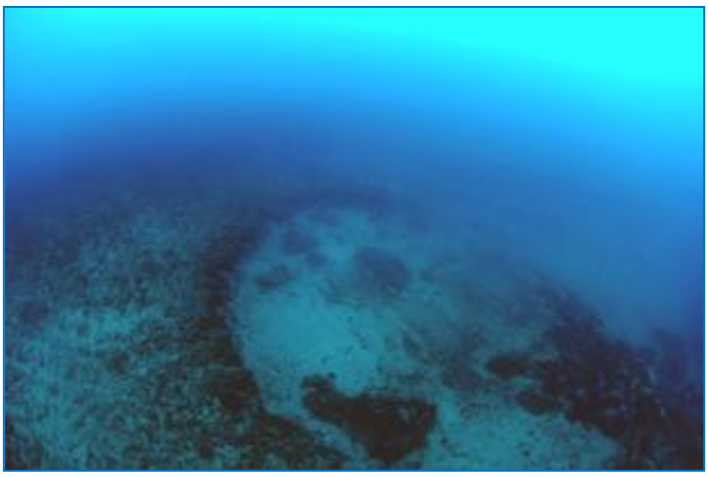


Figure 79 : Herbier et matte morte entre bancs rocheux et sable – Anse Cola (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **érosive et clairsemée régressive (regressive shaded limit)** se situe à **37,4 mètres** de profondeur.

Tableau 29 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC03ad	FREC03ad	
Nom Site	Anse Cola	Anse Cola	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.45	0.47	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.21	0.21	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.98	0.98	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.16	0.21	0.16 — 0.36 — 0.83

La densité moyenne à -37 mètres est de 47 ± 46 faisceaux /m² en 2011 et **de 81,6 ± 37,6 faisceaux /m²** en 2014. L'herbier est donc **en état normal en 2014 et en état médiocre en 2011** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et

Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** les deux années.

Le **déchaussement est faible**; il varie de -2 à 0 cm en 2014 pour une valeur moyenne de **-1,6 ± 0,6 cm** (1 ± 1,27 cm en 2011).

Les EQR en 2014 (0,47) et en 2011 (0,45) sont en-dessous de la moyenne régionale Corse. Ils indiquent un **état écologique moyen du site** sur les deux années.

c) Perturbations observées

La station étudiée se situe à la sortie du Golfe de Porto-Vecchio qui draine ferrys Corse-continent et autres plus petites embarcations du port (380 places). Le littoral directement en amont de la station reste sauvage et couvert de maquis entre les centres urbains plus développés de Sainte Lucie de Porto-Vecchio (3 km au Nord) et la périphérie de Porto-Vecchio (centre à environ 8 km au Sud Ouest).

Caulerpa racemosa et des algues filamenteuses (sur les roches et l'herbier) ont été observées en 2014 contrairement à l'année 2011. Aucun macro-déchet n'a été observé les deux années.

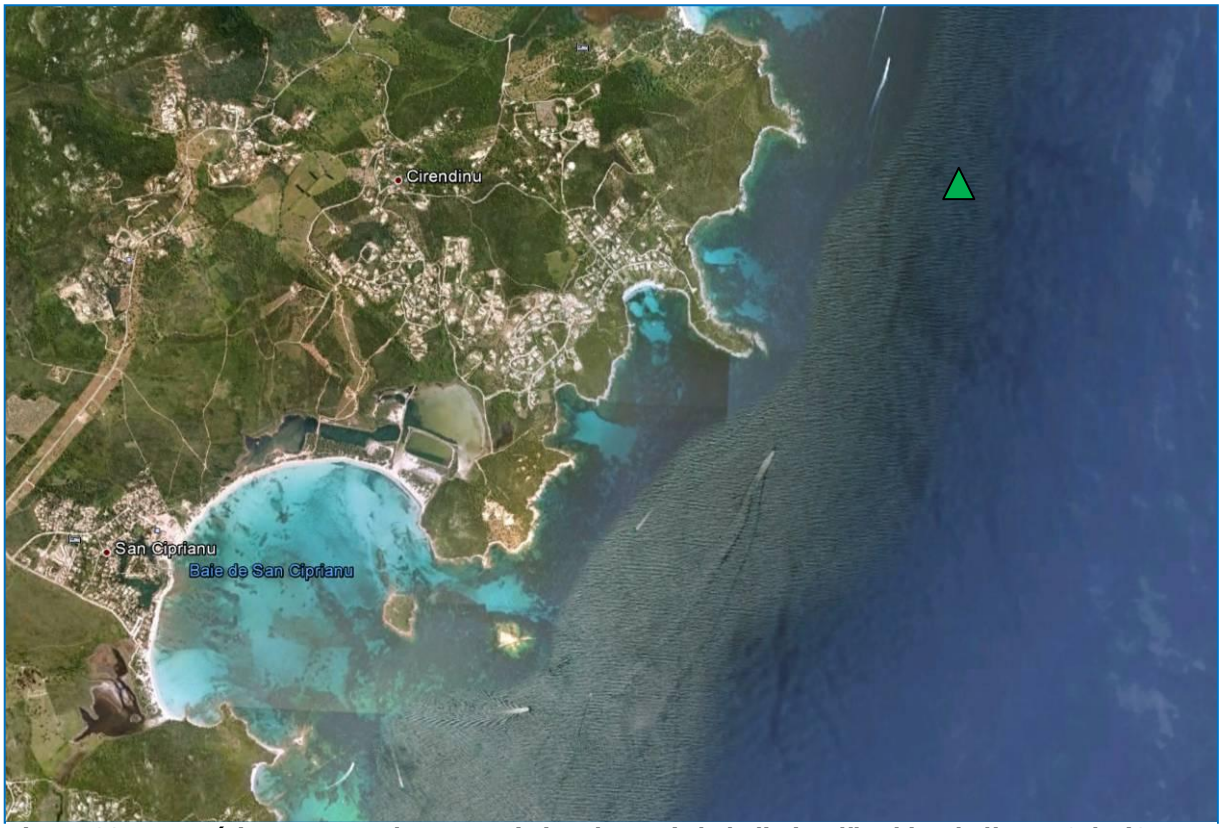


Figure 80 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de l'anse Cola (Source : Google Earth)

d) Données historiques

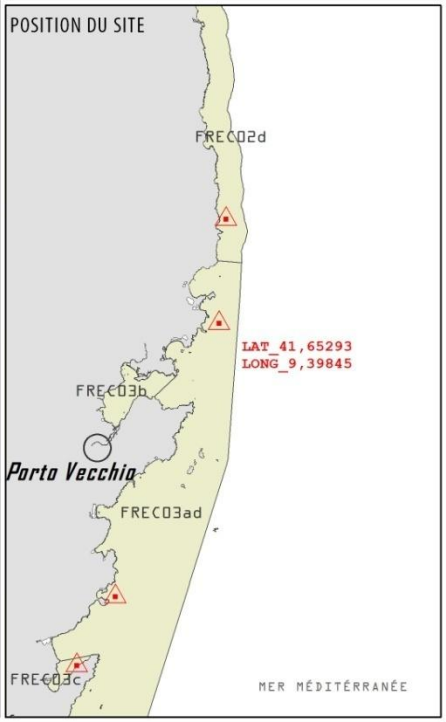
A notre connaissance, aucun herbier n'a été précédemment étudié dans cette zone.

Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.

SITE > Anse Cola < FREC03ad - Littoral Sud Est de la Corse







LEGENDE

Télémétrie
- Balise de positionnement du quadrat de télémétrie

Herbier de posidonie
- Posidonie éparse
- Herbier de Posidonie
- Matte morte de Posidonie

Eléments particuliers
- *Pinna nobilis*
- Macrodéchets

Position du site
- Masses d'eau côtières
- Coordonnées GPS du site - WGS84
- Zone urbaine

STATISTIQUES

	Densité*/m²	Déchaussement/cm
Moyenne globale	81,6	-1,6
Ecart type	37,6	0,6

*Nombre de faisceaux par m²

Cette carte a été réalisée à partir de levés télémétriques effectués au cours du mois de Juin 2014.

Elle fait partie intégrante de l'étude intitulée: **« Surveillance des herbiers de Posidonie - Suivi 2014»**

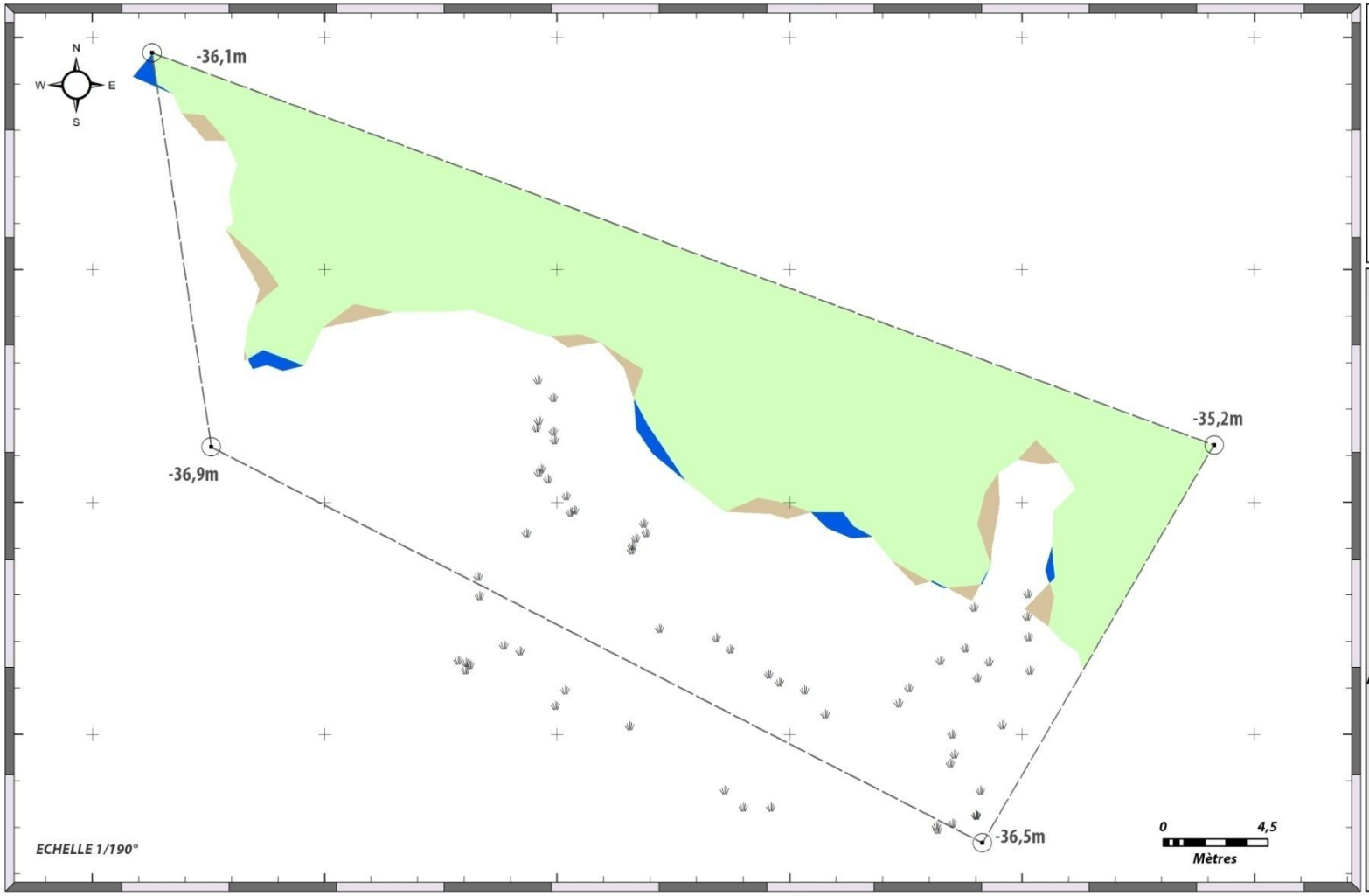
RESEAU DE SURVEILLANCE - TEMPO - CREDITS : Agence de l'eau | Andromède océanologie

www.andromede-ocean.com

Carte 32 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Anse Cola (2014).

Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique.
Dynamique évolutive de l'herbier à posidonie entre 2011 et 2014.

SITE > Anse Cola < FREC03ad - Littoral Sud Est de la Corse







LEGENDE

Herbier de posidonie
- Balise de positionnement du quadrat de télémétrie
- Posidonie éparse
- Herbier de Posidonie stable
- Herbier - Concordance négative
- Herbier - Concordance positive

Eléments particuliers
- *Pinna nobilis*
- Macrodéchets

Position du site
- Masses d'eau côtières
- Coordonnées GPS du site - WGS84
- Zone urbaine

STATISTIQUES

	Densité*/m² (2011/2014)	Déchaussement/cm (2011/2014)
Moyenne globale	47/82	1/-1,6
Ecart type	46/38	1,3/0,6

*Nombre de faisceaux par m²

Cette carte a été réalisée à partir de levés télémétriques effectués en 2011 et 2014.

Elle fait partie intégrante de l'étude intitulée: **« Surveillance des herbiers de Posidonie - Suivi 2014»**

RESEAU DE SURVEILLANCE - TEMPO - CREDITS : Agence de l'eau | Andromède océanologie

www.andromede-ocean.com

Carte 33 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Anse Cola entre 2011 et 2014.

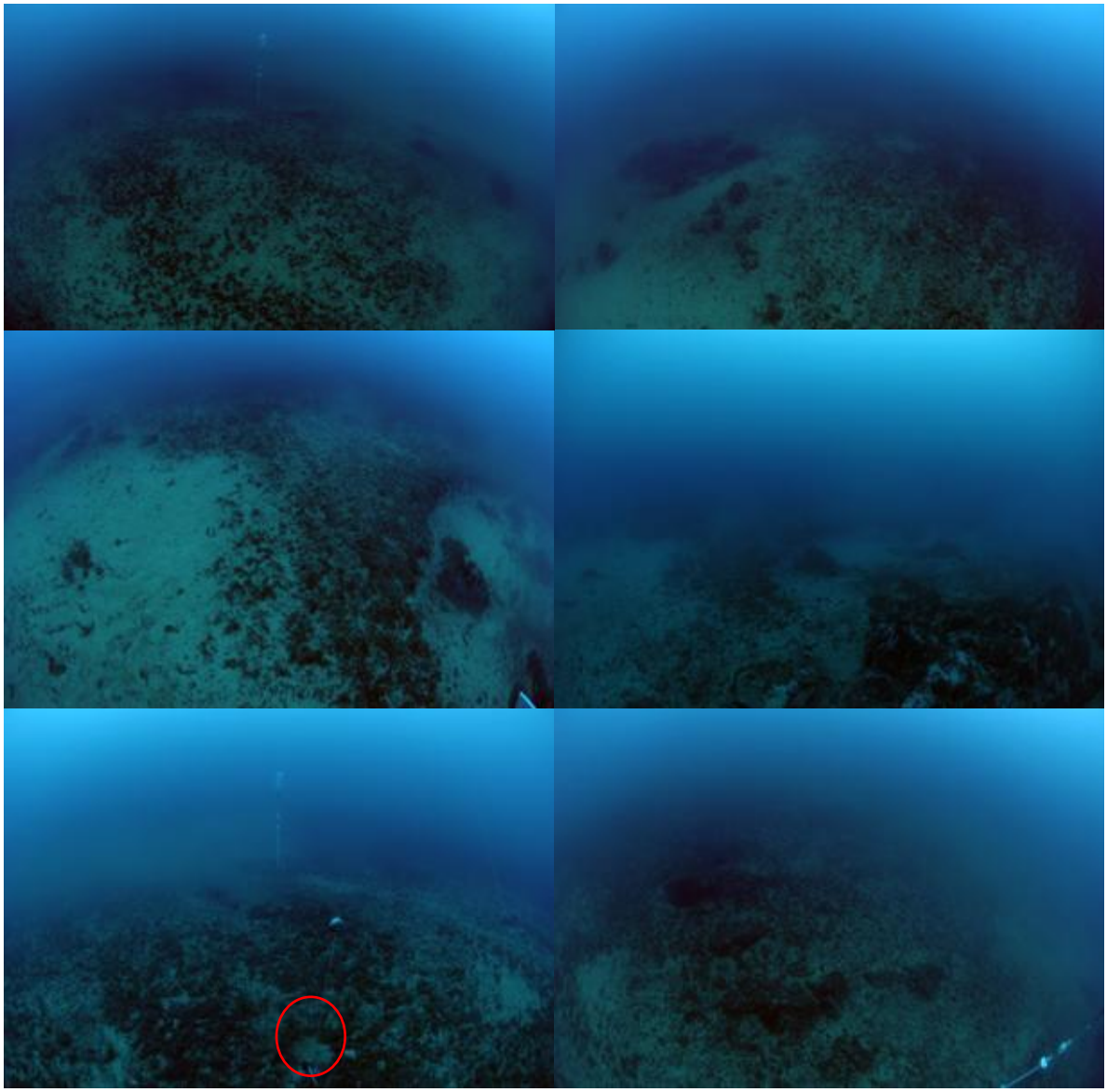


Figure 81 : Vues générales de l'herbier et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent de l'anse Cola (2011).

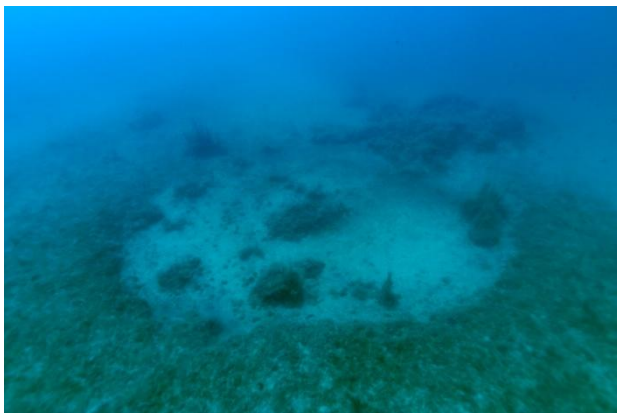


Figure 82 : *Caulerpa racemosa* présente en 2014 sur l'ensemble du substrat.

V.11.3 Rondinara – Limite inférieure (masse d'eau FREC03ad)

a) Description et cartographie

Ce site se situe dans la masse d'eau FREC03ad. En sa limite inférieure, l'herbier qui se développe sur du sable présente un faible recouvrement. La surface totale d'herbier cartographié en 2014 est de **247,7 m²** (249,5 m² en 2011). Une longue bande de matte morte est visible en arrière de l'herbier. Quatre balises sont ancrées dans le sable entre 33,8 et 34,8 m de profondeur. *Caulerpa prolifera* et *Cymodocea nodosa* ont été observées sur le site, les Cymodocées étant en dessous de la limite inférieure.

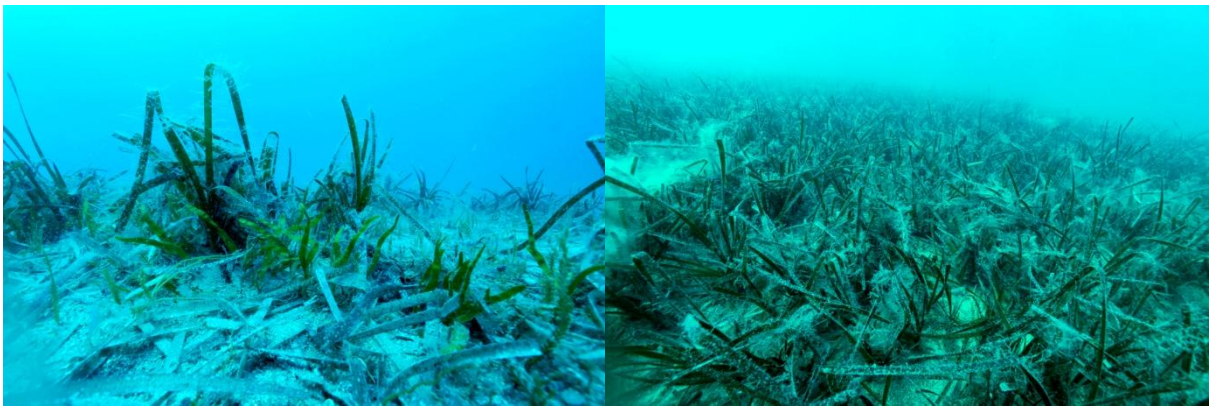


Figure 83 : Rondinara (2014). [1] *Caulerpa prolifera* ; [2] Algues filamenteuses dans l'herbier.

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

Tableau 30 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC03ad	FREC03ad	
Nom Site	Rondinara	Rondinara	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.44	0.46	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.21	0.21	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.89	0.89	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.23	0.28	0.16 — 0.36 — 0.83

La limite inférieure de type **érosive et clairsemée régressive** (regressive shaded limit) se situe à **34,6 m** de profondeur.

La densité moyenne à -34 mètres est de 102 ± 40 faisceaux /m² en 2011 et **de 138 ± 50,3 faisceaux /m²** en 2014. L'herbier est donc **en état bon en 2014 et en état normal en 2011** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** les deux années.

Le **déchaussement est faible**; il varie de 0 à 6 cm en 2014 pour une valeur moyenne de **2,8 ± 1,5 cm** (5,7 ± 4,48 cm en 2011).

Les EQR en 2014 (0,46) et en 2011 (0,44) sont en-dessous de la moyenne régionale Corse. Ils indiquent un **état écologique moyen du site** sur les deux années.

c) Perturbations observées

Le littoral de Rondinara est relativement peu aménagé ; seul un camping et quelques autres bâtiments sont visibles (voir image aérienne ci-dessous). Le secteur est très utilisé pour les activités balnéaires et la plaisance (mouillage forain). Un cours d'eau temporaire et le grau de l'étang de Prisarella se jettent dans l'anse de Rondinara. Aucun macrodéchet n'a été observé sur les deux années. Par contre en 2014 *Caulerpa racemosa* est présente sur le site ainsi que des algues filamenteuses sur l'herbier.

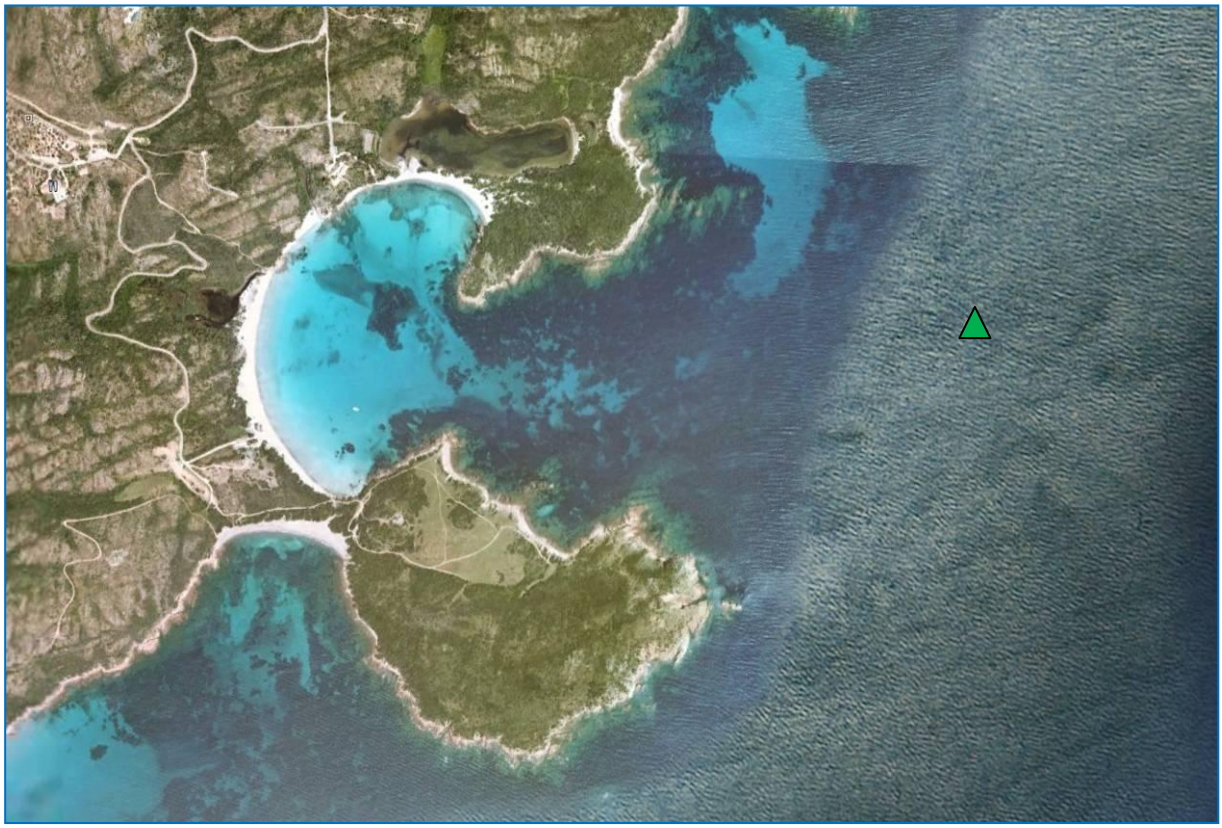


Figure 84 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de Rondinara (Source : Google Earth)

d) Données historiques

A notre connaissance, aucun herbier n'a été suivi précédemment dans ce secteur. L'herbier étudié le plus proche de Rondinara est celui de La Chiappa (20 km au Nord de Rondinara). La limite inférieure de cet herbier situé à la pointe de la Chiappa, au Sud du golfe de Porto Vecchio a été suivie par le GIS POSIDONIE Antenne Corse en 2005. La limité était franche. La densité de faisceaux était bonne (112/m² à 35,3 m) et le déchaussement faible (entre 1 et 3 cm) (Pergent et al., 2008). De très nombreux oursins irréguliers *Spatangus purpureus* ainsi que des faisceaux de *Cymodocea nodosa* avaient été observés.

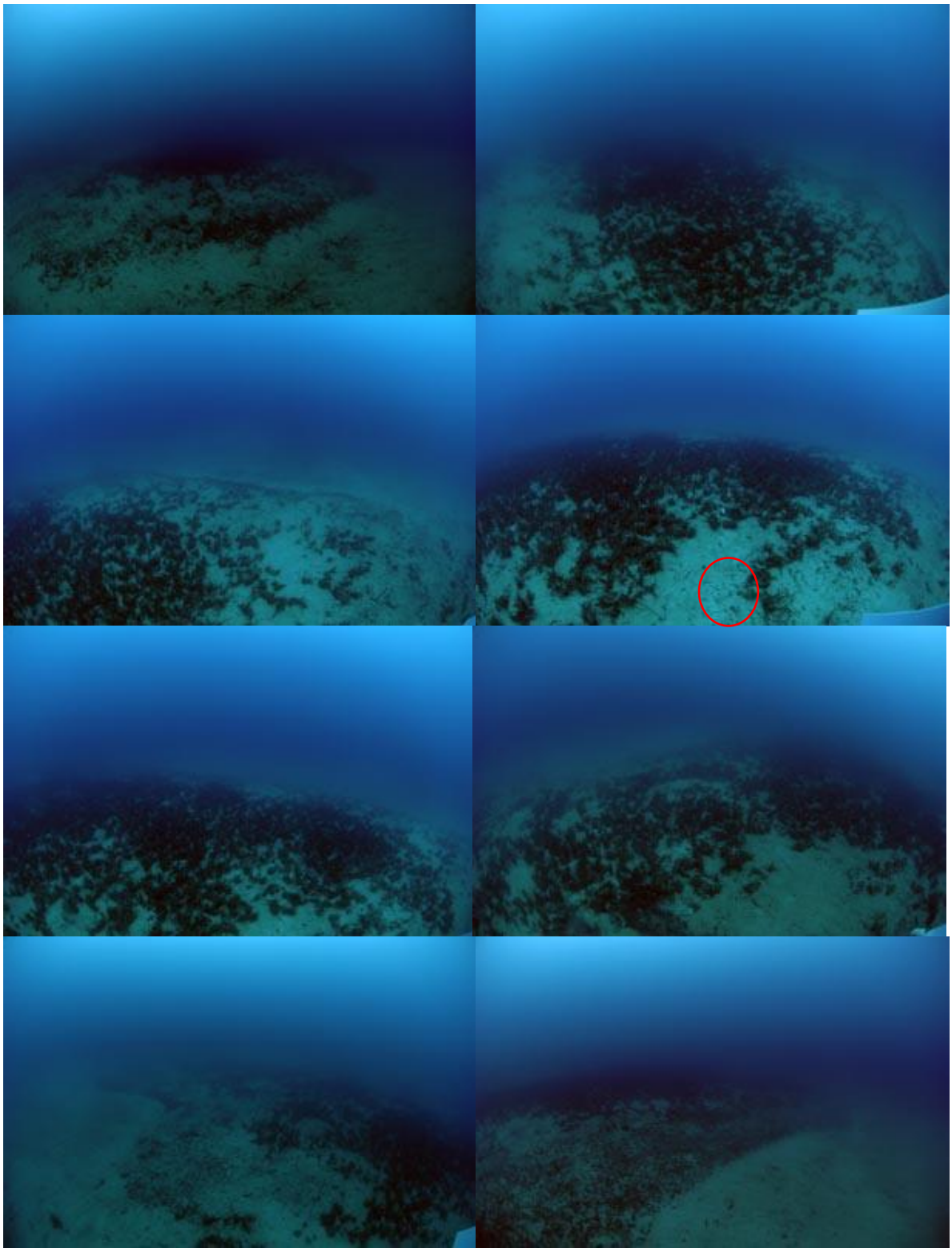
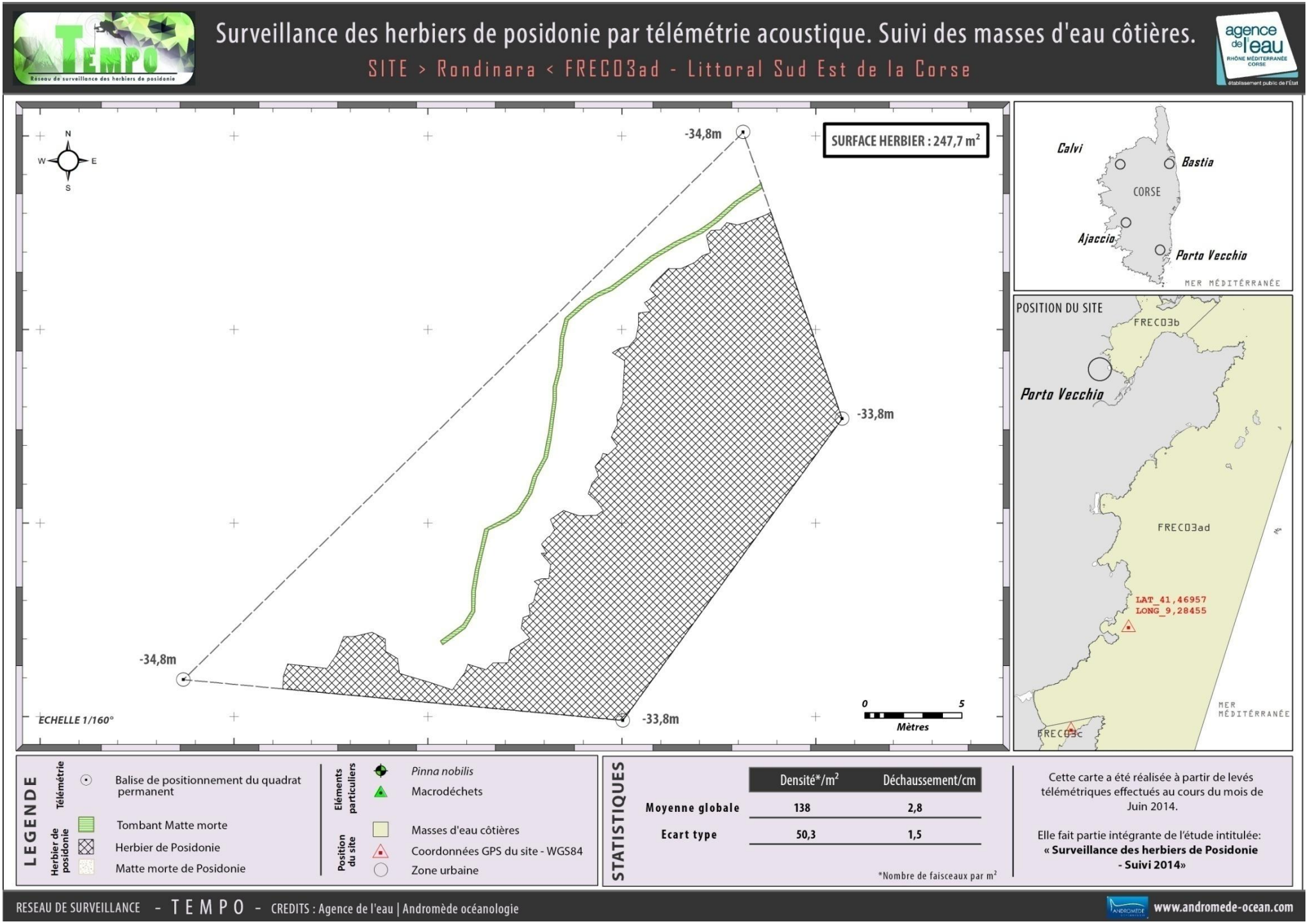
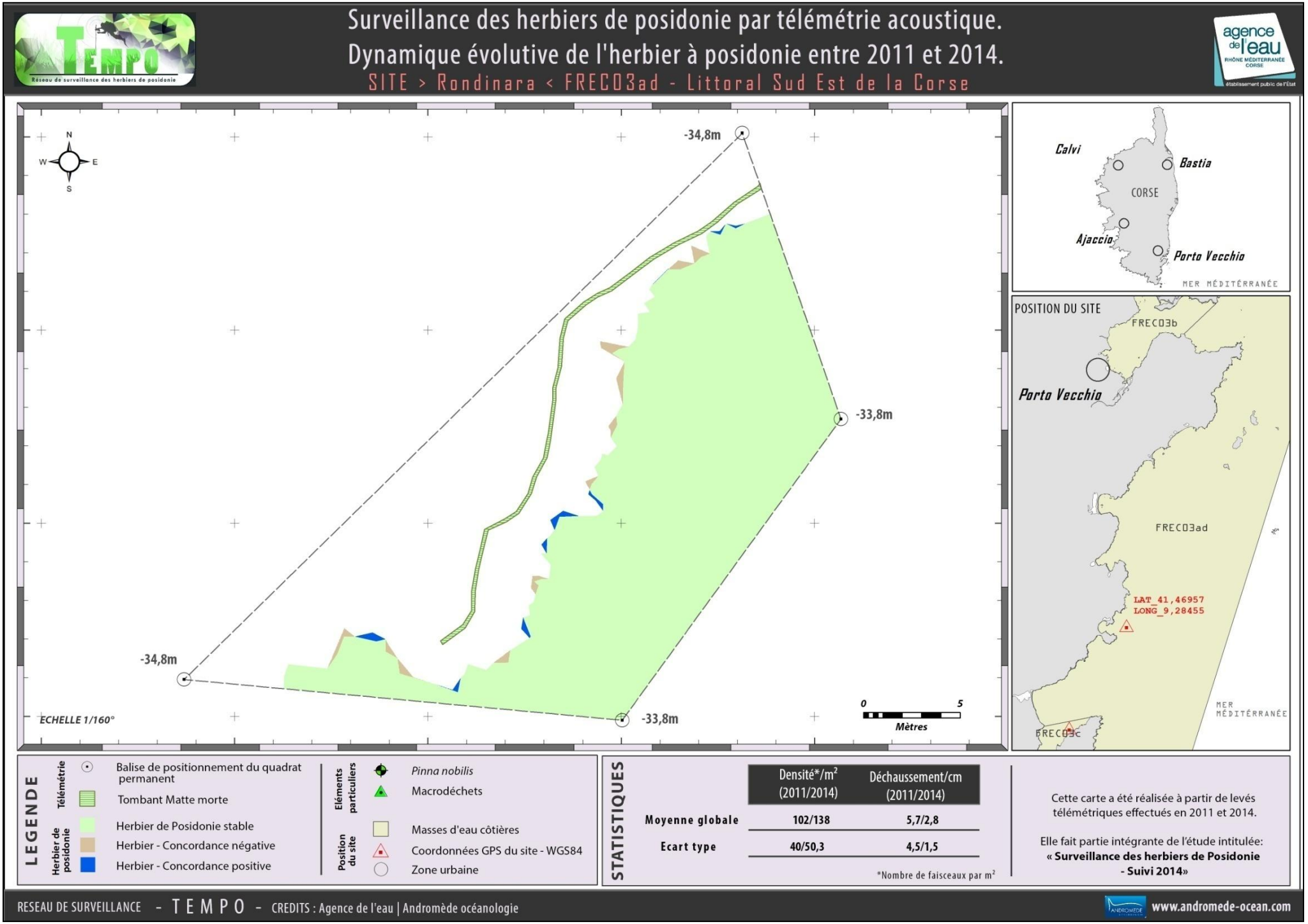


Figure 85 : Vues générales de l'herbier et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent de Rondinara (2011)



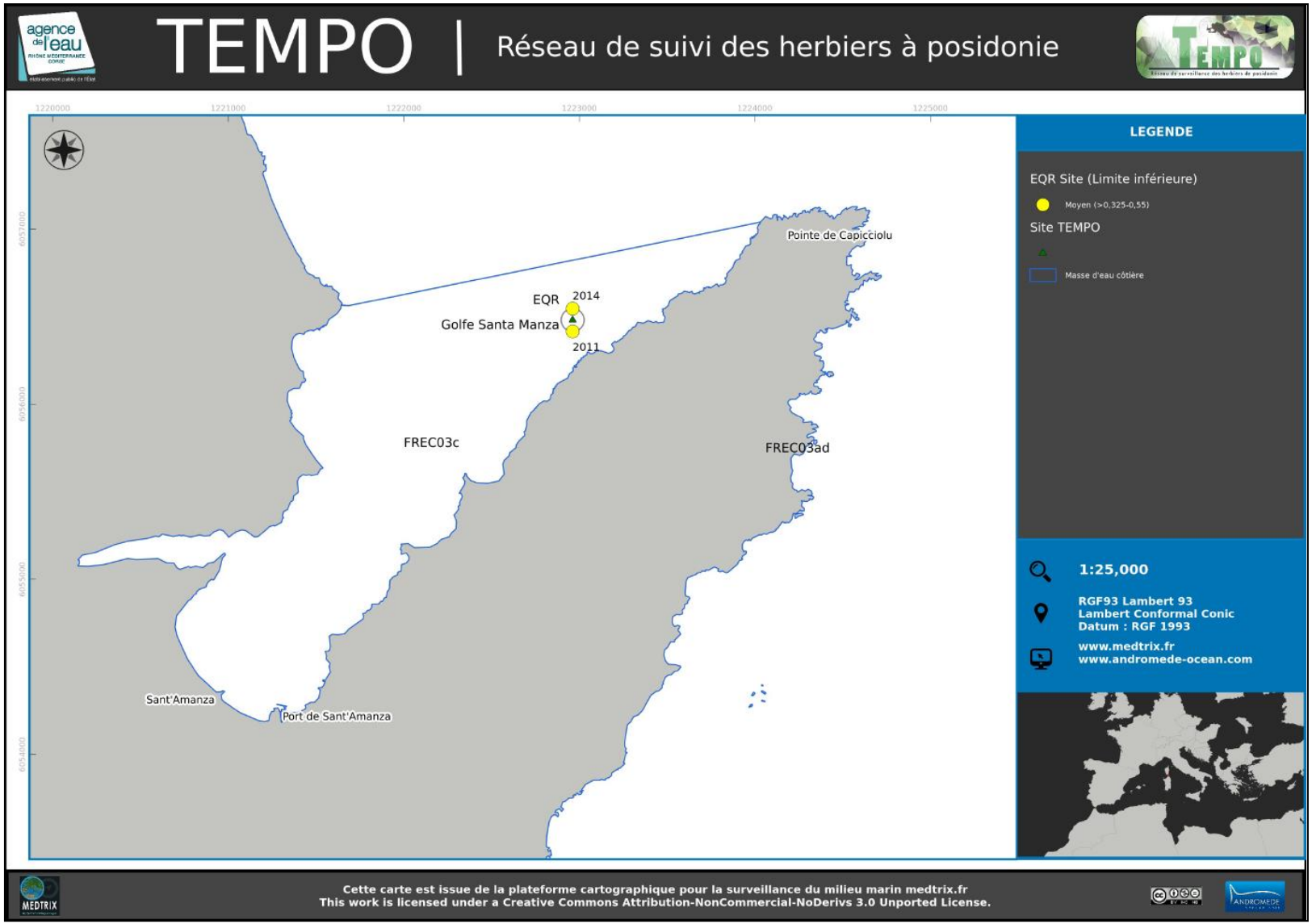
Carte 34 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Rondinara (2014).



Carte 35 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Rondinara entre 2011 et 2014.

V.12 MASSE D'EAU FREC03C

La masse d'eau FREC03c comprend un site TEMPO échantillonné en limite inférieure: Golfe Santa Manza.



V.12.1 Golfe Santa Manza (masse d'eau FREC03c)

a) Description et cartographie

Au sein du Golfe de Santa Manza (commune de Bonifacio), ce site se situe dans la masse d'eau FREC03c. En sa limite inférieure, l'herbier qui se développe sur du sable présente un faible recouvrement. La surface totale d'herbier cartographié en 2014 est de **414,5 m²** (418,7 m² en 2011).

De nombreux corps morts sont visibles entourés de matte morte et de faisceaux isolés. Quatre balises sont ancrées dans le sable et sur les corps morts entre 28,5 et 31,7 m de profondeur. Plusieurs grandes nacres *Pinna nobilis* sont observées à l'extérieur du quadrat permanent.

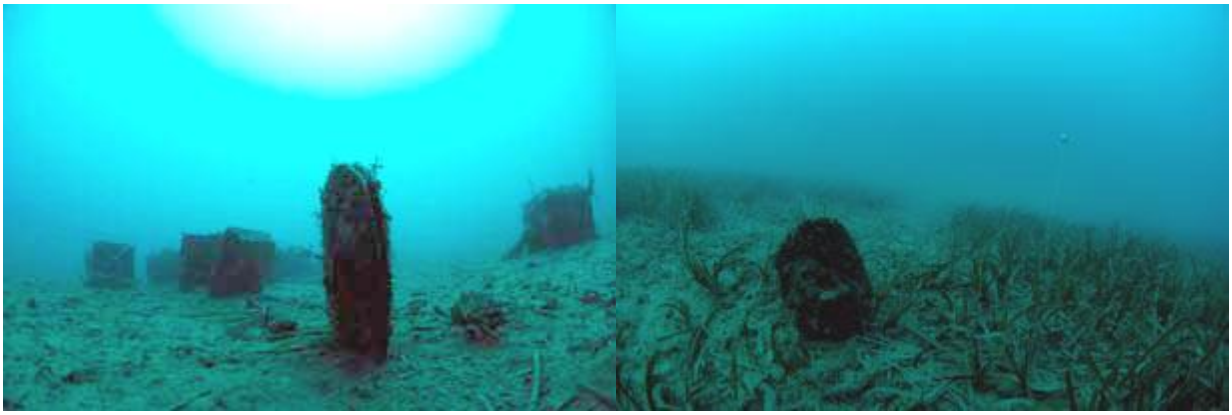


Figure 86 : Grande nacre (*Pinna nobilis*) à proximité du site du golfe de Santa Manza (2011).

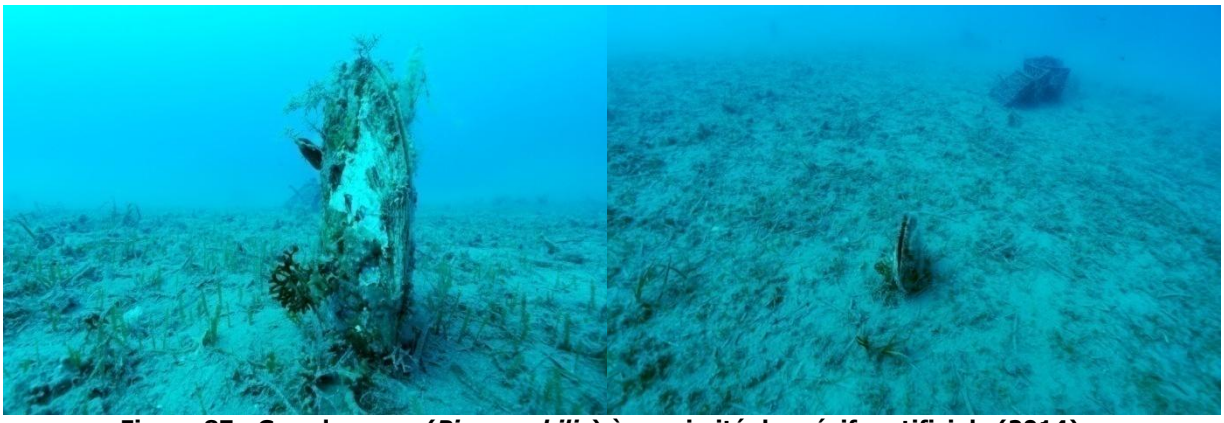


Figure 87 : Grande nacre (*Pinna nobilis*) à proximité des récifs artificiels (2014).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **clairsemée régressive (regressive shaded limit)** se situe à **31,2 m** de profondeur.

La densité moyenne à -30 mètres est de 85 ± 49 faisceaux /m² en 2011 et **de 125,8 ± 28,2 faisceaux /m²** en 2014. L'herbier est donc **en état normal en 2014 et en état médiocre en 2011** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et

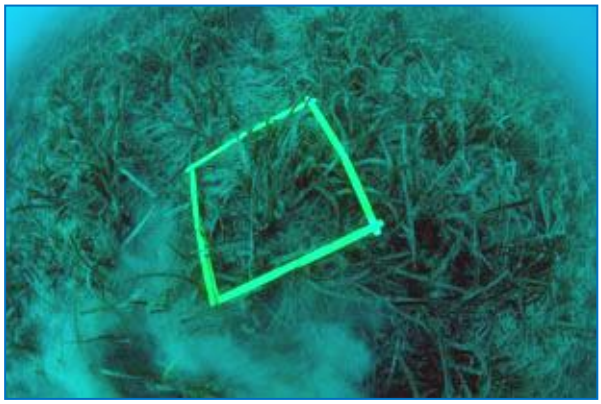


Figure 88 : Quadrat de comptage de faisceaux au sein de l'herbier de posidonie (2011).

Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** les deux années.

Le **déchaussement est faible**; il varie de 0 à 6 cm en 2011 pour une valeur moyenne de **2,2 ± 2,1 cm** (non mesuré en 2014).

Les EQR en 2014 (0,42) et en 2011 (0,4) sont très en-dessous de la moyenne régionale Corse. Ils indiquent un **état écologique moyen du site** sur les deux années.

Tableau 31 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC03c	FREC03c	
Nom Site	Golfe Santa Manza	Golfe Santa Manza	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.4	0.42	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.21	0.21	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.78	0.78	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.21	0.26	0.16 — 0.36 — 0.83

c) Perturbations observées

La station se situe à la sortie de la baie de Gurgazu (commune de Bonifacio) fréquemment utilisée pour les activités balnéaires et la plaisance (mouillages forains). Des installations aquacoles sont également visibles au Sud Est de la baie. Cette baie est modérément aménagée, on y trouve principalement de la végétation (maquis), des habitations, quelques cultures et l'embouchure d'un cours d'eau (au Sud Ouest) (voir l'image aérienne).

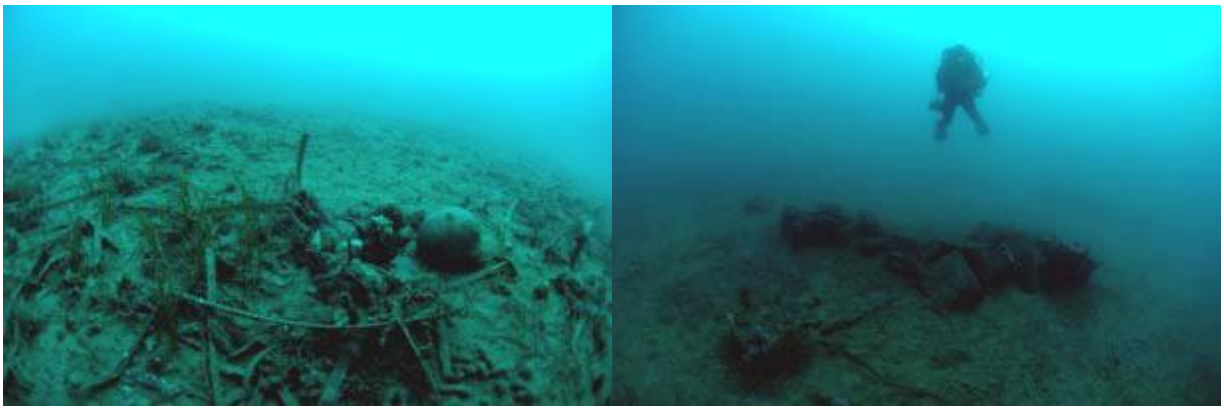


Figure 89 : Les algues invasives *Caulerpa racemosa* et corps morts au niveau de l'herbier de posidonie du Golfe Santa Manza (2011).



Figure 90 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du golfe Santa Manza (Source : Google Earth).

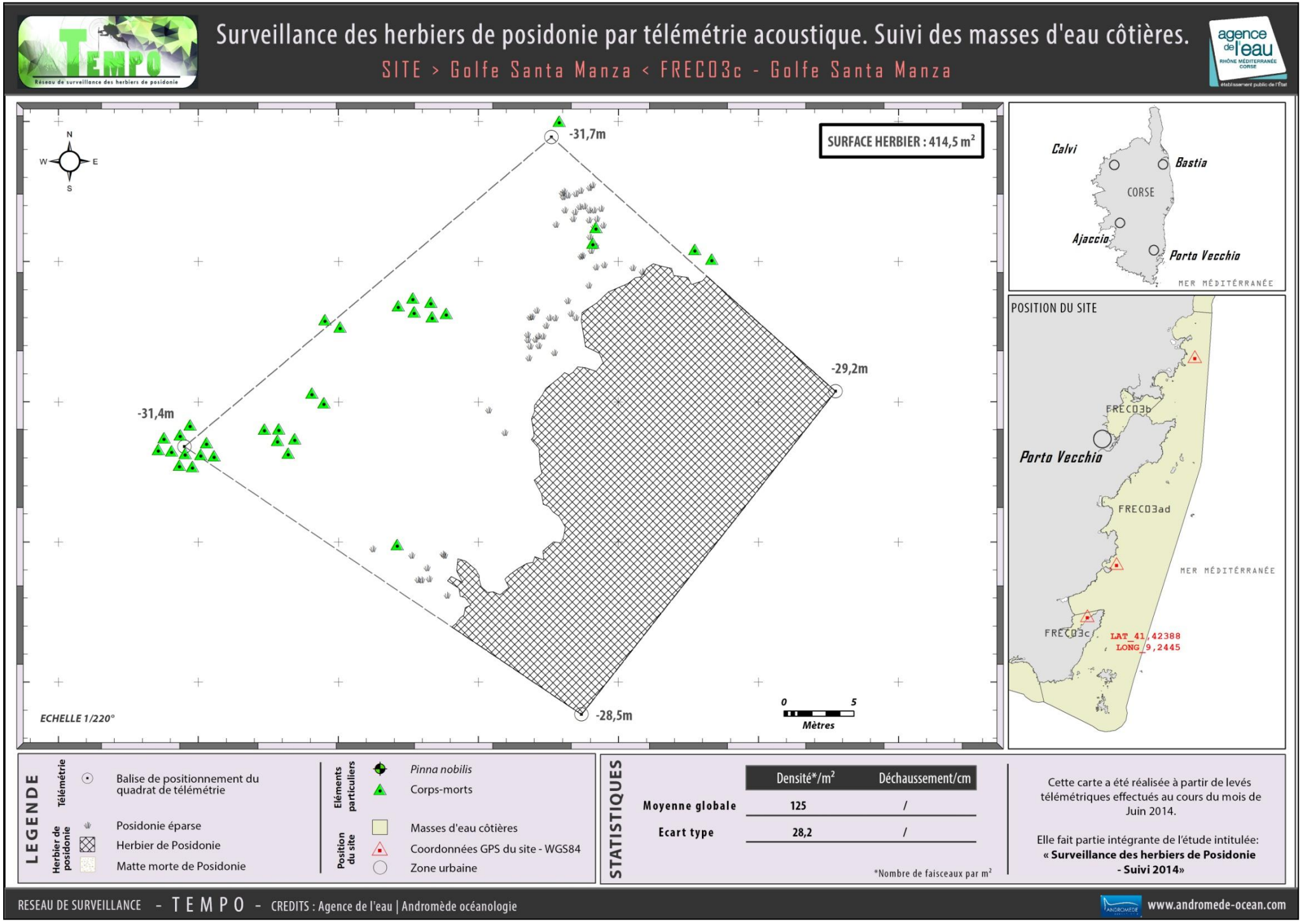
De nombreux corps morts sont visibles en limite inférieure de l'herbier et des algues *Caulerpa racemosa* (abondantes) sont observées les deux années.



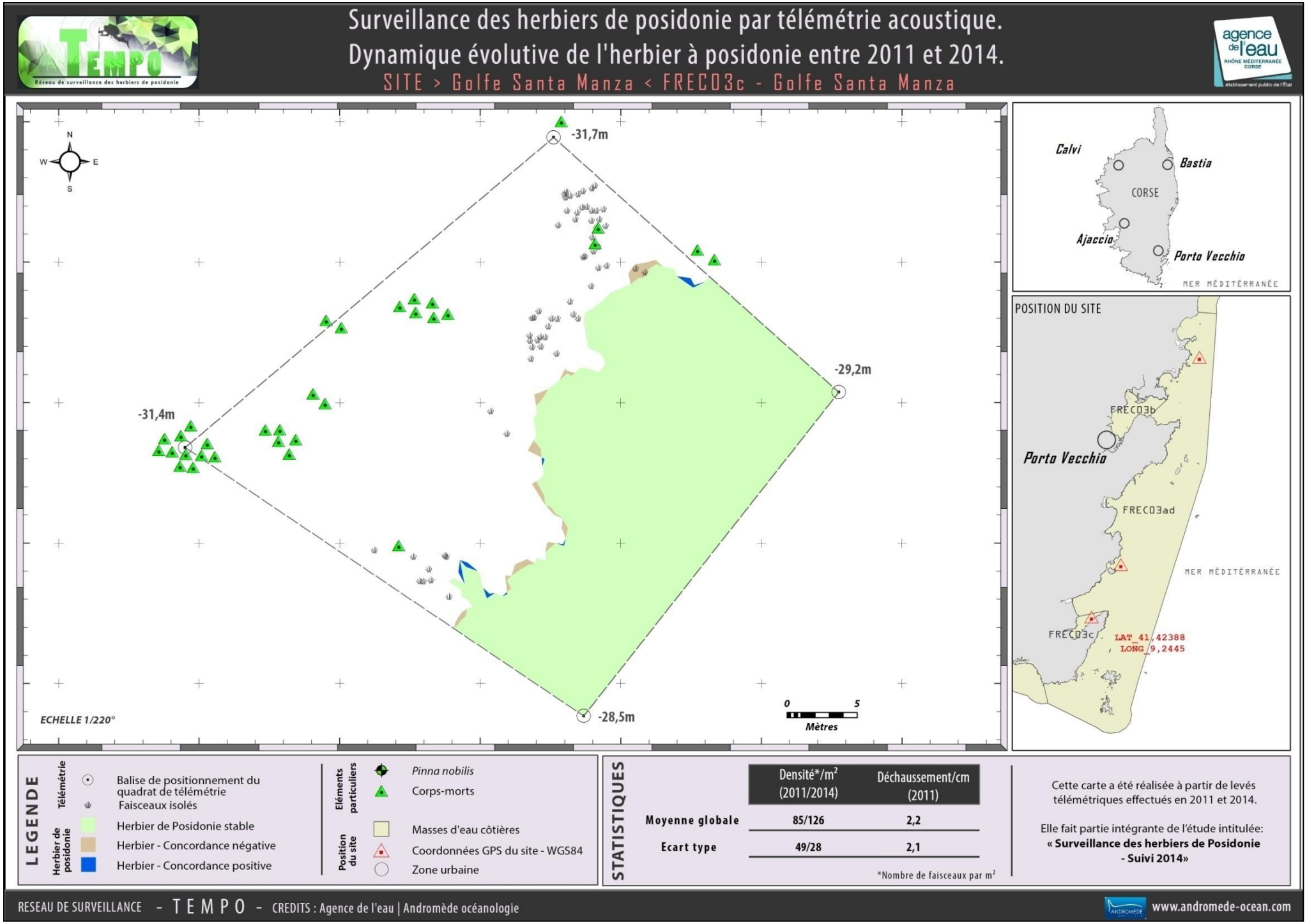
Figure 91 : Site Golfe Santa Manza (2014). [1] Corps-morts ; [2] *Caulerpa racemosa* abondante.

d) Données historiques

Deux herbiers suivis dans le golfe de Santa Manza étaient classés en état moyen (EQR = 0,542) et bon (EQR = 0,671) d'après de PREI (Gobert *et al*, 2009). A notre connaissance, le GIS Posidonie antenne Corse n'a suivi aucun herbier pour sa vitalité dans ce secteur.



Carte 36 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Golfe Santa Manza (2014).



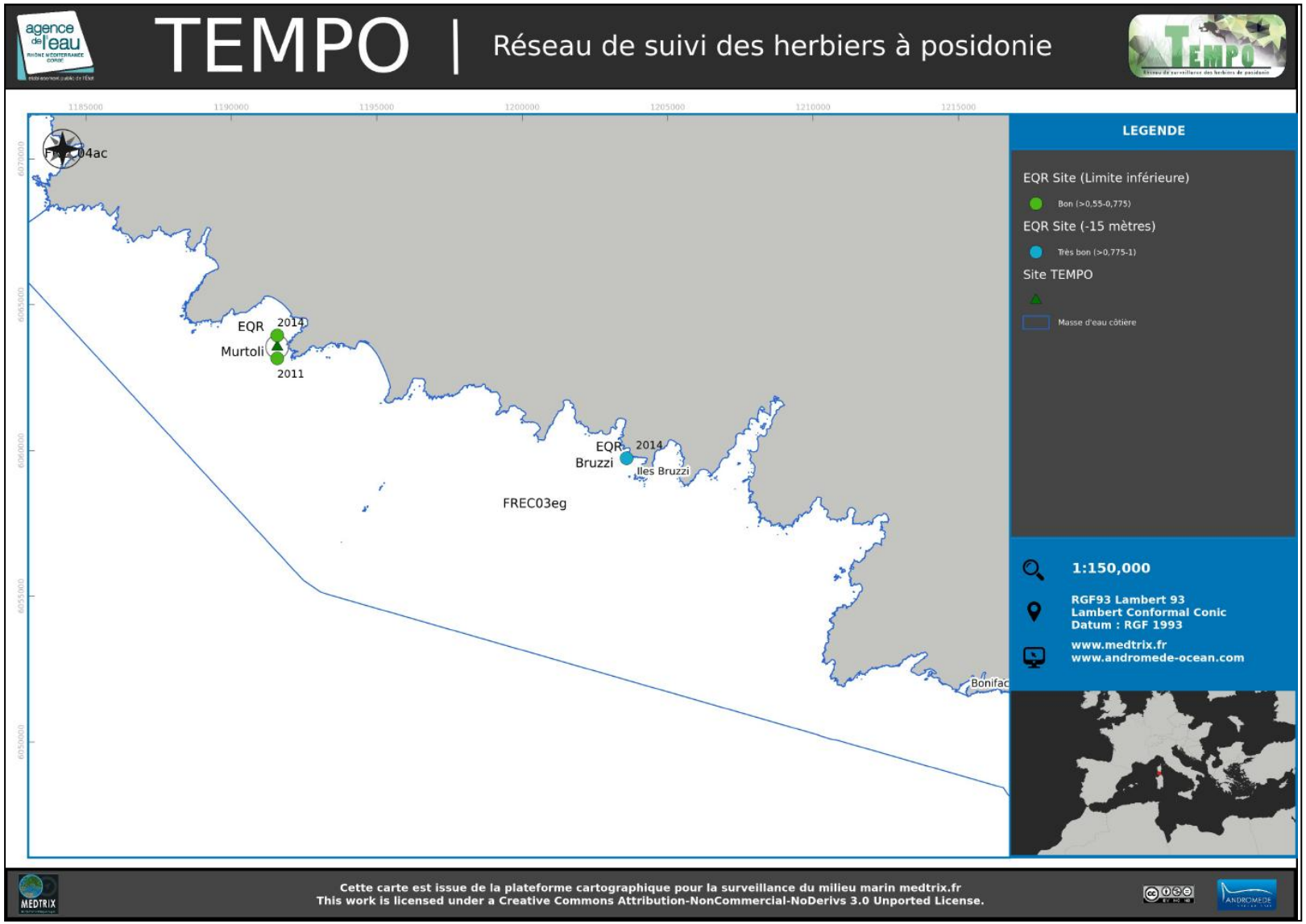
Carte 37 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Golfe Santa Manza entre 2011 et 2014.



Figure 92 : Vues générales de l'herbier et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent du site du golfe Santa Manza (2011).

V.13 MASSE D'EAU FREC03EG

La masse d'eau FREC03eg comprend un site échantillonné à la profondeur intermédiaire : Bruzzi et un site TEMPO échantillonné en limite inférieure: Murtoli.



V.13.1 Bruzzi – DCE

La station se situe sur la côte Sud-ouest de la Corse à proximité des îles Bruzzi dans la masse d'eau « Littoral Sud-Ouest de la Corse » FREC03eg

a) Vitalité de la plante

Profondeur de la limite inférieure et type de limite inférieure (secteur LI)

Sur cette station **la limite inférieure de l'herbier progressive se situe à -37 mètres.**

Densité de faisceaux (secteur PI)

A -16,2 mètres, la densité en 2014 sur la station varie de 194 à 462 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 346,6 ± 59,7 faisceaux /m²**. L'herbier est donc en **état normal** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale.**

Surface foliaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul de plusieurs paramètres foliaires.

A -15 mètres sur la station Bruzzi le nombre moyen de feuilles par faisceaux varie de 3 à 13 pour une **valeur moyenne de 6,05 ± 2,4 feuilles/faisceaux**.

Les feuilles enlevées des 20 faisceaux sont majoritairement des adultes (n=71 soit 59% des feuilles) puis on trouve des feuilles intermédiaires (n=46 soit 38,5%) et des juvéniles (n=3 soit 2,5%).

Les données biométriques ont permis de connaître la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau. Elle est calculée à l'aide de la formule suivante:

SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)

Sur la station Bruzzi : SF= 375,2 cm²/faisceau

Charge épiphytaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul du ratio épiphytes/feuilles par faisceau de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

Sur la station Bruzzi : E/L= 0,03

b) Indice de qualité écologique (EQR)

Le calcul de l'EQR est basé sur les cinq paramètres définis dans la partie précédente ; il se calcule de la manière suivante :

$$EQR = (EQR'+0.11)/(1+0.1)$$

Sur la station Bruzzi : EQR= 0,839 avec EQR'= 0,814

- N densité = 0,717
- N SF=0,687
- N (E/L) = 0,484
- N limite inférieure = 0,95
  A la valeur de la limite inférieure mesurée sous l'eau à 37 mètres de fond nous avons ajouté 3 car la limite est progressive.

L'EQR (0,839) calculé sur la station Bruzzi en juin 2014 indique un très bon état écologique.

c) Données historiques

En 2009, des mesures similaires ont été réalisées sur la même station dans le cadre de la campagne de surveillance DCE. L'état de l'herbier entre 2009 et 2014 s'est légèrement amélioré : les valeurs des EQR sont assez proches entre les deux années mais celle de 2014 permet de classer la masse d'eau FREC03eg en très bon état. La densité de l'herbier est stable, la longueur des feuilles a quand à elle augmenté et la charge épiphytaire a diminué.

Tableau 32 : Comparaison de l'herbier sur le site Bruzzi.

Station	Année	Profondeur intermédiaire (-15 mètres)			Limite inférieure		EQR Posidonie
		Densité (faisceaux/m²)	Surface foliaire (cm²/faisceau)	Charge épiphytaire (g/g)	Prof. (m)	Type	
Bruzzi	2014	347	375	0,03	37	Progressive	0,839
Bruzzi	2009	357	221	0,07	37	Progressive	0,767

V.13.2 Murtoli (masse d'eau FREC03eg)

a) Description et cartographie

Dans la baie de Murtoli (commune de Sartène), ce site se localise dans la masse d'eau FREC03eg. En sa limite inférieure, l'herbier qui se développe sur du sable présente un fort recouvrement, de longues feuilles et des limites bien nettes. **La surface totale d'herbier cartographié en 2014 est de 139,3 m²** (145,12 m² en 2011).

Quatre balises sont ancrées dans le sable et de la roche entre -30 et -30,5 mètres de profondeur. Des bancs de mendoles (*Spicara* sp.) ont été observés en 2014 ainsi que les algues *Osmundaria volubilis* et *Cystoseira* sp.

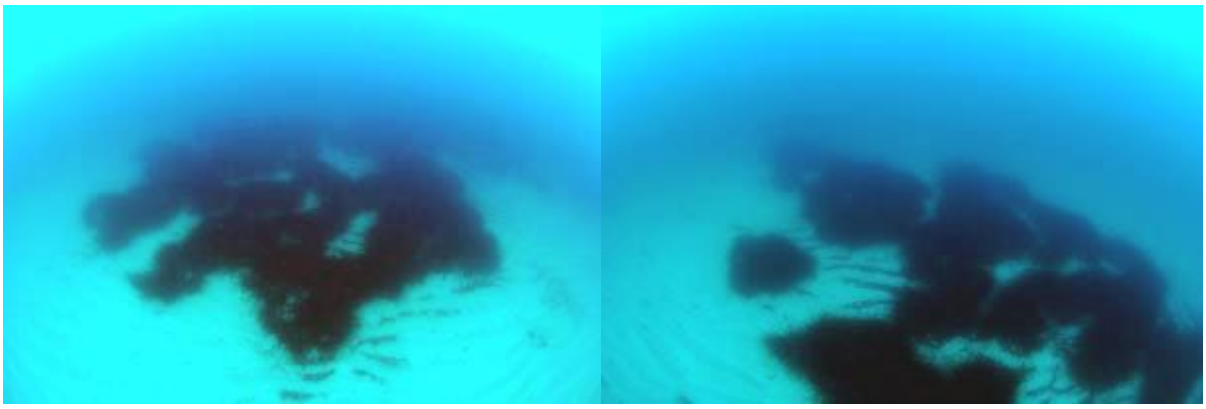


Figure 93 : Vues générales de l'herbier de Murtoli (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

Tableau 33 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau	FREC03eg	FREC03eg	
Nom Site	Murtoli	Murtoli	
Année	2011	2014	
EQR Site TEMPO	0.75	0.69	0.37 — 0.57 — 0.8
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.21 — 0.47 — 0.66
EQR' Profondeur	0.76	0.76	0.54 — 0.86 — 1
EQR' Densité	0.83	0.64	0.16 — 0.36 — 0.83

La limite inférieure de type **franche en tâches (natural sharp limit)** se situe à -**30,5 mètres**.

La densité moyenne à -30 mètres est de 400 faisceaux /m² en 2011 et **de 278 ± 40,9 faisceaux /m²** en 2014. L'herbier est donc **en état excellent en 2014 et en 2011** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al*., 2008 et Pergent-Martini *et al*., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al*., (1995) la densité est **normale** les deux années.

Le **déchaussement est faible**; il varie de -2 à 5 cm en 2014 pour une valeur moyenne de **0,4 ± 1 cm** (5,44 ±0,69 cm en 2011). Présence de rhizomes progressifs.

Les EQR en 2014 (0,69) et en 2011 (0,75) sont très au-dessus de la moyenne régionale Corse. Ils indiquent un **état écologique bon du site** sur les deux années.

c) Perturbations observées

Aucune pression anthropique n'est visible sur ce secteur assez préservé et couvert de végétation sauvage (maquis) (voir image aérienne ci-dessous). Néanmoins, le golfe de Murtoli peut être utilisé comme zone de mouillage forain. Aucun macrodéchet et aucune algue verte de type *Caulerpa* n'ont été observés.

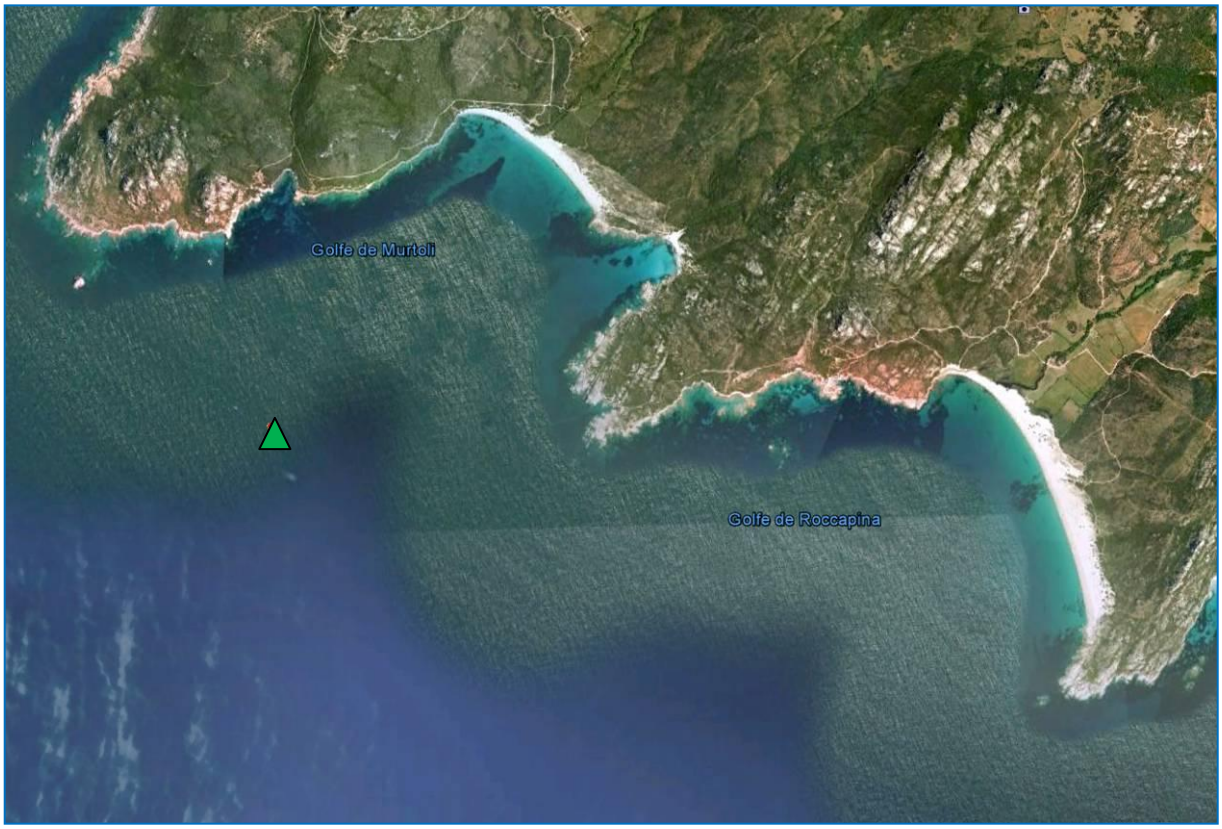


Figure 94 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de Murtoli (Source : Google Earth)

d) Données historiques

A notre connaissance, aucun herbier n'a été suivi pour sa vitalité dans la baie de Murtoli. L'herbier étudié le plus proche de Murtoli est celui de Roccapina (2 km au Sud de Murtoli). La limite supérieure de cet herbier identifié comme un herbier de référence et cela même si de nombreux

mouillages forains sont observés en saison estivale, a été suivie par le GIS POSIDONIE Antenne Corse en 2005. Quelques zones de matte morte étaient observées certainement dues à l'hydrodynamisme ou aux mouillages forains). La densité de faisceaux était médiocre (506/m² à 5,2 m) et le déchaussement faible (1,4 cm) (Pergent *et al*., 2008). Des faisceaux de *Cymodocea nodosa* étaient observés.

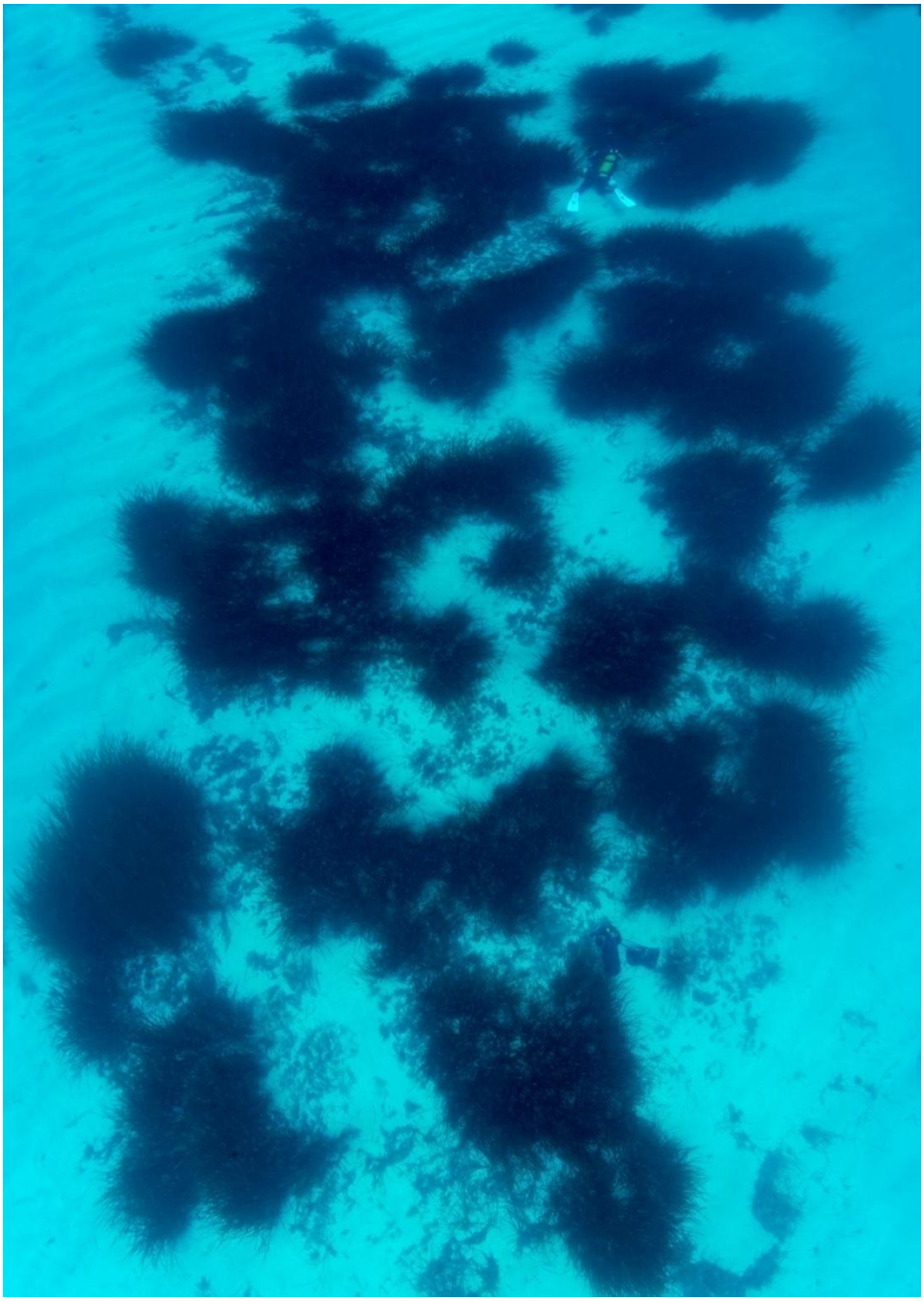
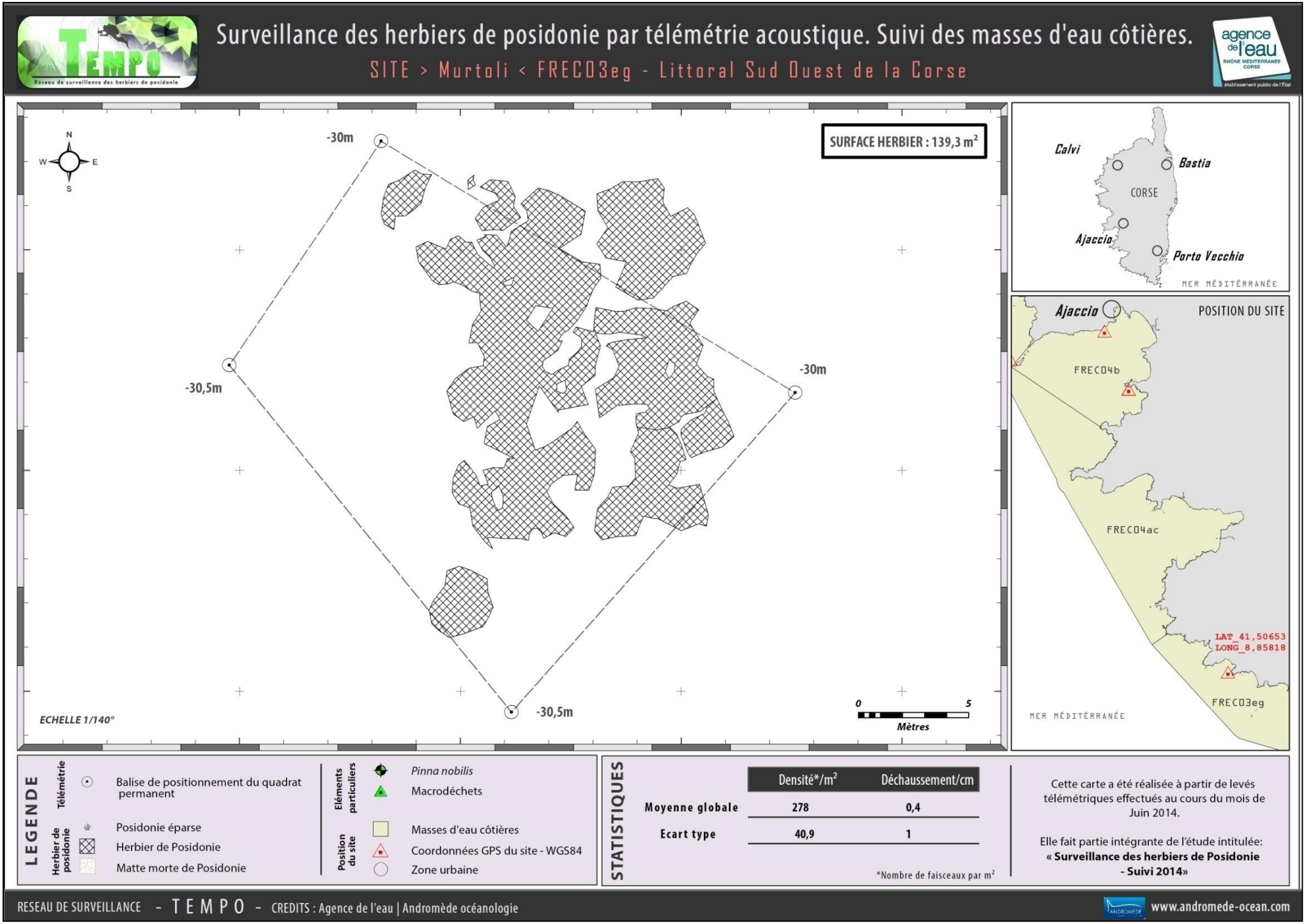
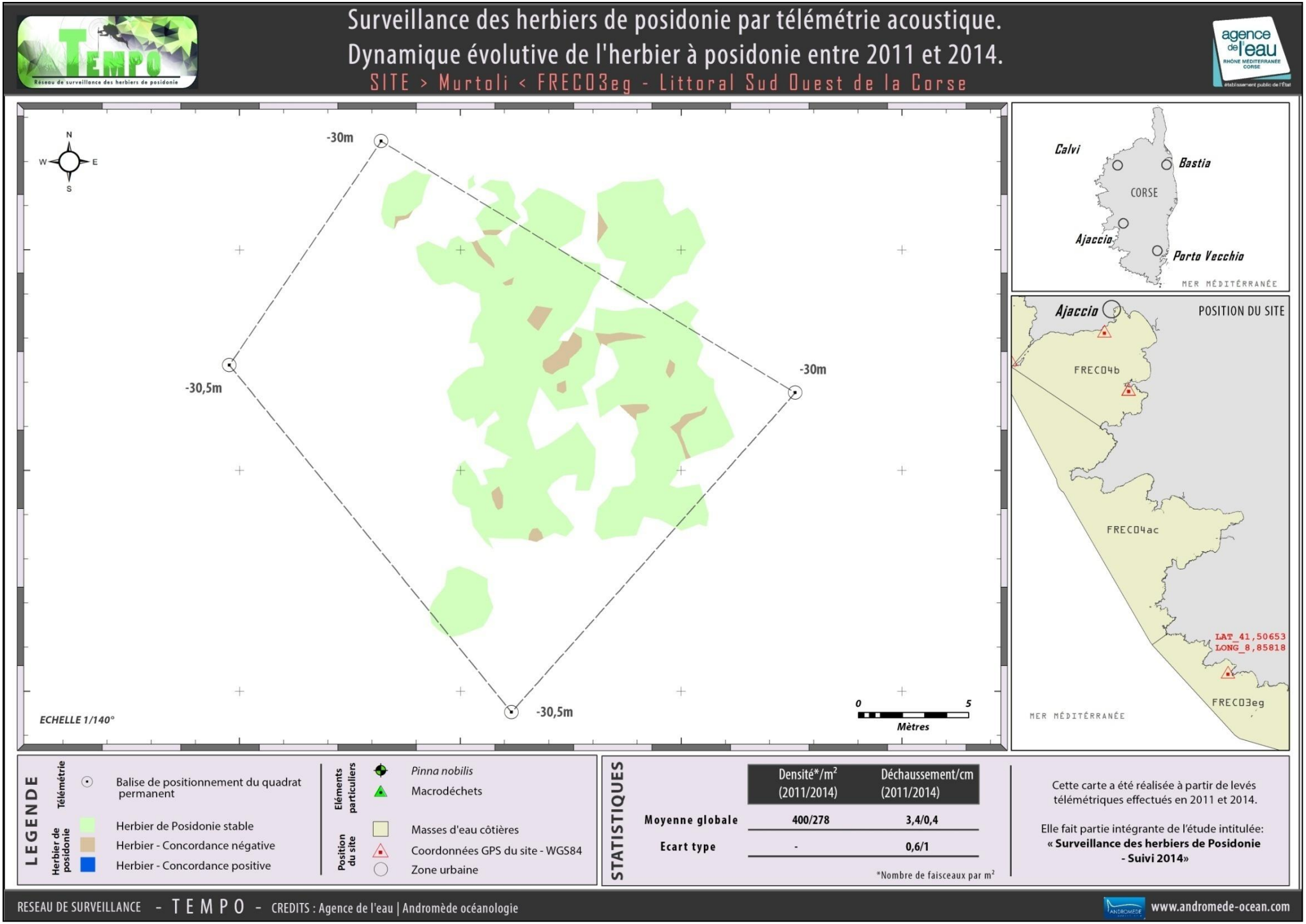


Figure 95 : Vue panoramique du site de Murtoli (2014).



Carte 38 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Murtoli (2014).



Carte 39 : Dynamique évolutive de l'herbier du site TEMPO Murtoli entre 2011 et 2014.

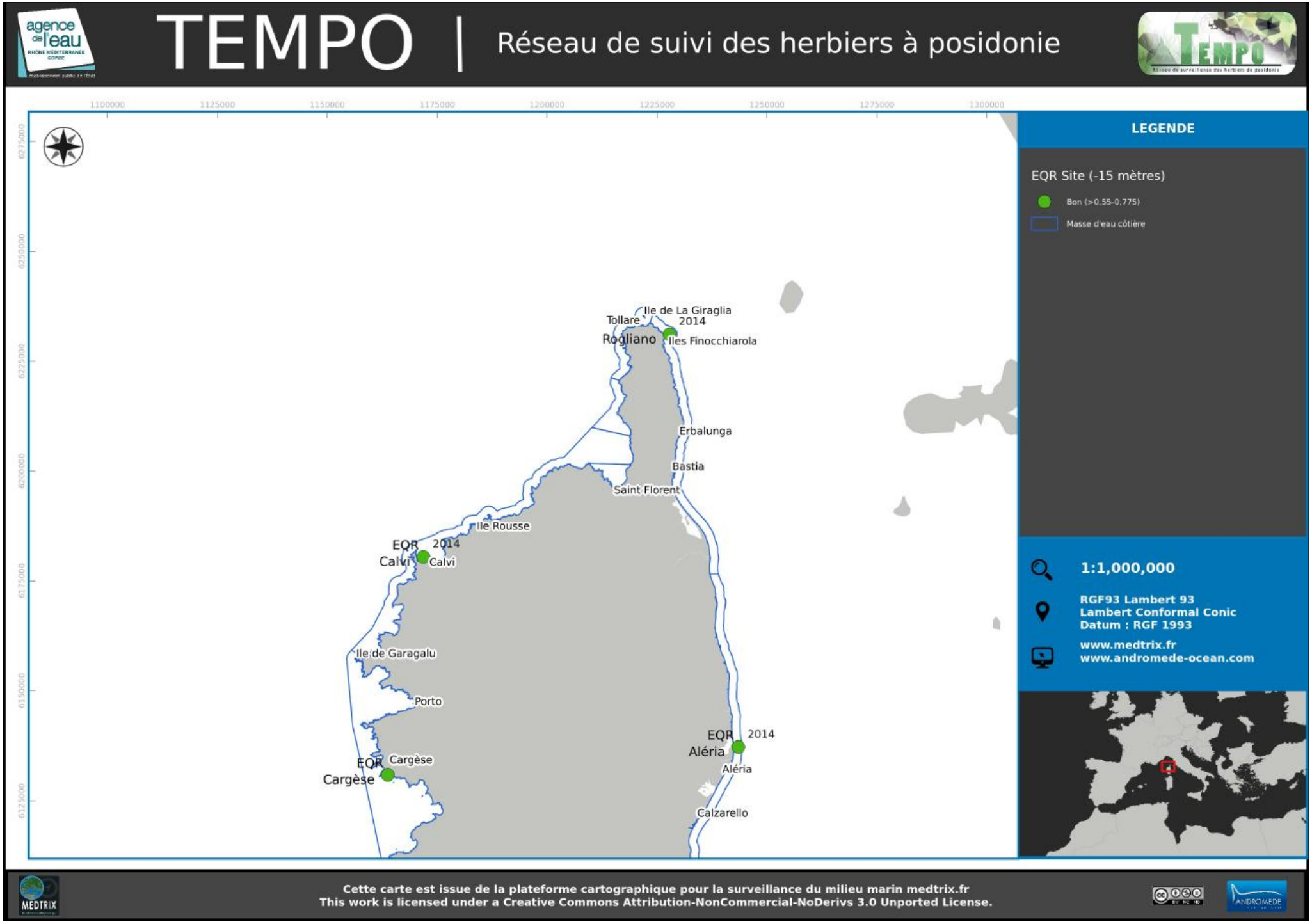
VI SYNTHESE

Nous présentons ci après un tableau de synthèse avec, pour chaque **site TEMPO échantillonné à la profondeur intermédiaire en 2014 en région Corse**, les valeurs des paramètres de densité, surface foliaire et charge épiphytaire mesurés à la profondeur intermédiaire (-15 mètres), et celles des paramètres de profondeur et type de limite inférieure associés et l'EQR global du site.

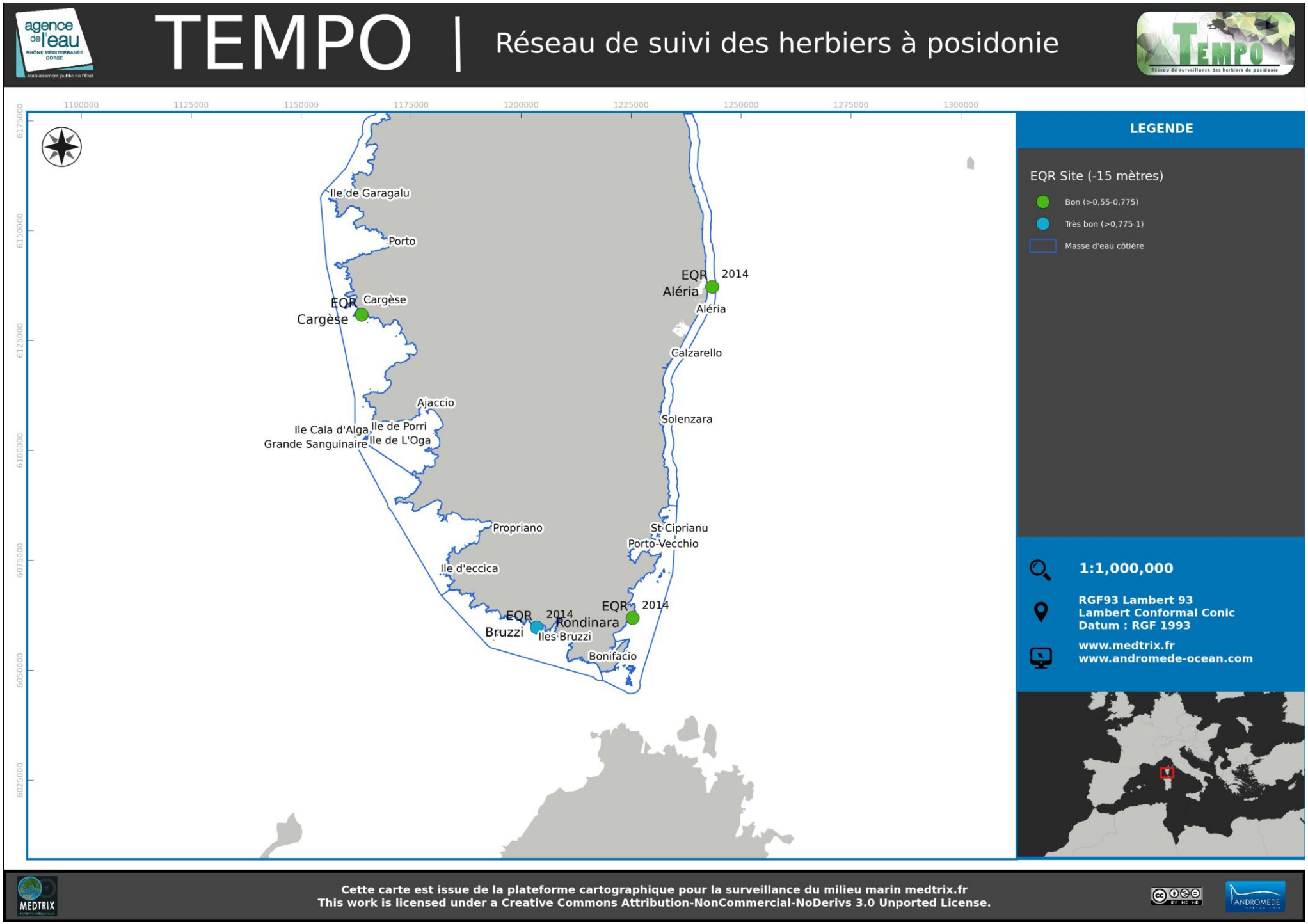
Tableau 34 : Valeurs des paramètres de densité, surface foliaire et charge épiphytaire mesurés à la profondeur intermédiaire (-15 mètres), des paramètres de profondeur et type de limite inférieure associés et l'EQR global de chaque site TEMPO échantillonné en 2014 en région Corse.

Station	Année	Profondeur intermédiaire (-15 mètres)			Limite inférieure		EQR Posidonie
		Densité (faisceaux/m²)	Surface foliaire (cm²/faisceau)	Charge épiphytaire (g/g)	Prof. (m)	Type	
Cargèse	2014	199,1	259	0,07	37	Progressive	0,699
Calvi	2014	211	216	0,09	34	Régressive	0,586
Rogliano	2014	240	187	0,09	37,8	Franche	0,66
Aléria	2014	298,8	216,3	0,01	36	Franche	0,697
Rondinara	2014	360	189,5	0,06	36	Franche	0,71
Bruzzi	2014	347	375	0,03	37	Progressive	0,839

Les cartes suivantes montrent la localisation et le statut écologique des six sites TEMPO échantillonnés à la profondeur intermédiaire en 2014 en Corse.



Carte 40 : EQR global des sites TEMPO échantillonnés à la profondeur intermédiaire en 2014.



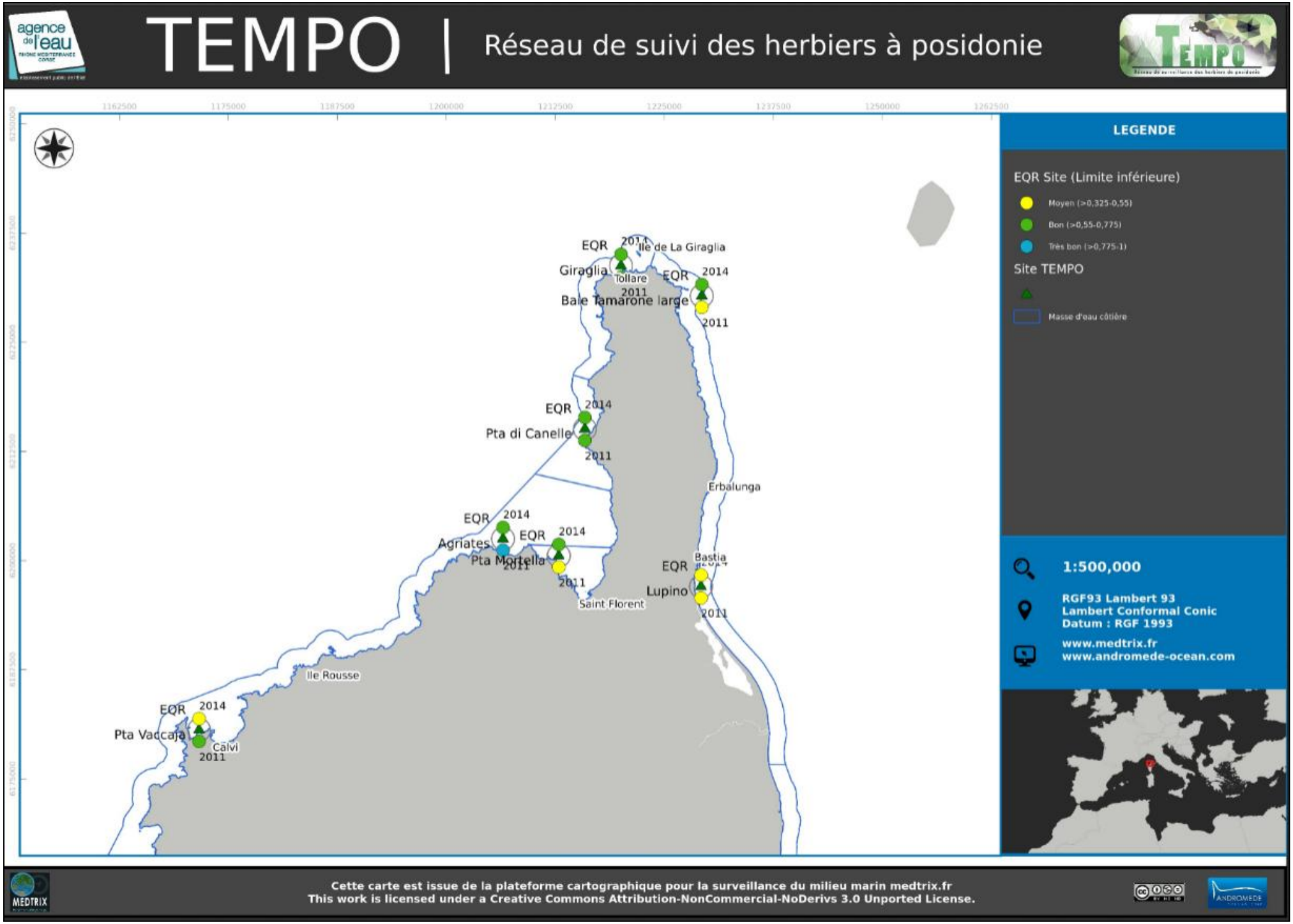
Carte 41 : EQR global des sites TEMPO échantillonnés à la profondeur intermédiaire en 2014.

Le tableau de synthèse suivant présente pour chaque **site TEMPO échantillonné en limite inférieure en 2014 et 2011 en région Corse** la valeur de l'EQR du site, le type de limite inférieure, l'EQR' Typologie, la profondeur de la limite inférieure, l'EQR' Profondeur, la densité de faisceaux et l'EQR' Densité. S'ensuivent des cartes des EQR et EQR' des sites TEMPO.

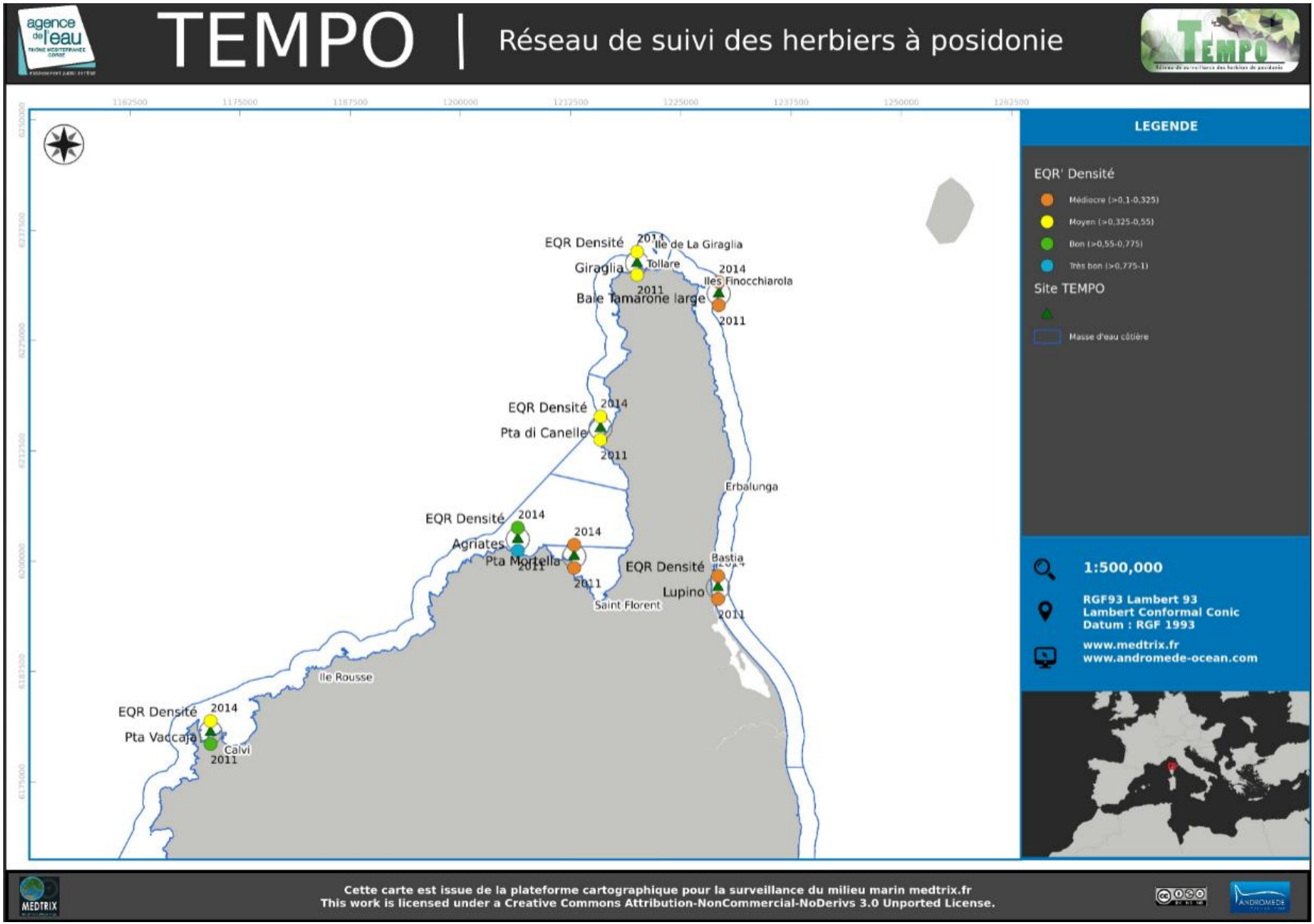
Tableau 35 : Type de limite inférieure, l'EQR' Typologie, la profondeur de la limite inférieure, l'EQR' Profondeur, la densité de faisceaux et l'EQR' Densité pour chaque site tempo échantillonné en 2011 et/ou 2014 en région Corse.

Masse d'eau	Année	Site	EQR Site	Type Limite Inférieure	EQR' Typologie	Profondeur Limite	EQR' Profondeur	Densité (faisceaux/	EQR' Densité
FREC01ab	2014	**Agriates**	0,747	Franche en taches, regressive	0,66	37,5	0,98	262,9	0,6
FREC01ab	2011	**Agriates**	0,797	Franche en taches,	0,66	36,5	0,95	347	0,78
FREC03ad	2014	**Anse_Cola**	0,467	Erosive et clairsemee	0,21	37,4	0,98	81	0,21
FREC03ad	2011	**Anse_Cola**	0,45	Erosive et clairsemee	0,21	37,4	0,98	47	0,16
FREC01ab	2011	**Baie_Elbo**	0,577	Clairsemee naturelle	0,44	38	1	145	0,29
FREC04ac	2011	**Baie_Solana**	0,67	Franche en taches,	0,66	35,7	0,93	200	0,42
FREC02ab	2014	**Baie_Tamarone_large**	0,553	Très clairsemee	0,44	40,0	1	88	0,22
FREC02ab	2011	**Baie_Tamarone_large**	0,537	Très clairsemee	0,44	40,0	1	52,5	0,17
FREC04ac	2014	**Cappo_Rosso**	0,63	Franche en taches	0,66	34	0,87	183	0,36
FREC04ac	2011	**Cappo_Rosso**	0,737	Franche en taches	0,66	34	0,87	295	0,68
FREC02d	2014	**Cote_orientale**	0,52	Clairsemee naturelle	0,44	35,4	0,92	78,3	0,2
FREC02d	2011	**Cote_orientale**	0,52	Clairsemee naturelle	0,44	35,4	0,92	77	0,2
FREC02d	2014	**Fautea**	0,553	Clairsemee et erosive	0,44	37,5	0,98	106	0,24
FREC02d	2011	**Fautea**	0,553	Clairsemee et erosive	0,44	37,5	0,98	107	0,24
FREC01ab	2014	**Focolara**	0,64	Franche en taches	0,66	36,0	0,94	168,3	0,32
FREC01e	2014	**Giraglia**	0,667	Franche en taches,	0,66	34,9	0,9	205,8	0,44
FREC01e	2011	**Giraglia**	0,66	Franche en taches,	0,66	34,9	0,9	200	0,42
FREC03c	2011	**Golfe_Santa_Manza**	0,4	Clairsemee regressive	0,21	31,2	0,78	85	0,21
FREC03c	2014	**Golfe_Santa_Manza**	0,417	Clairsemee regressive	0,21	31,2	0,78	125,8	0,26

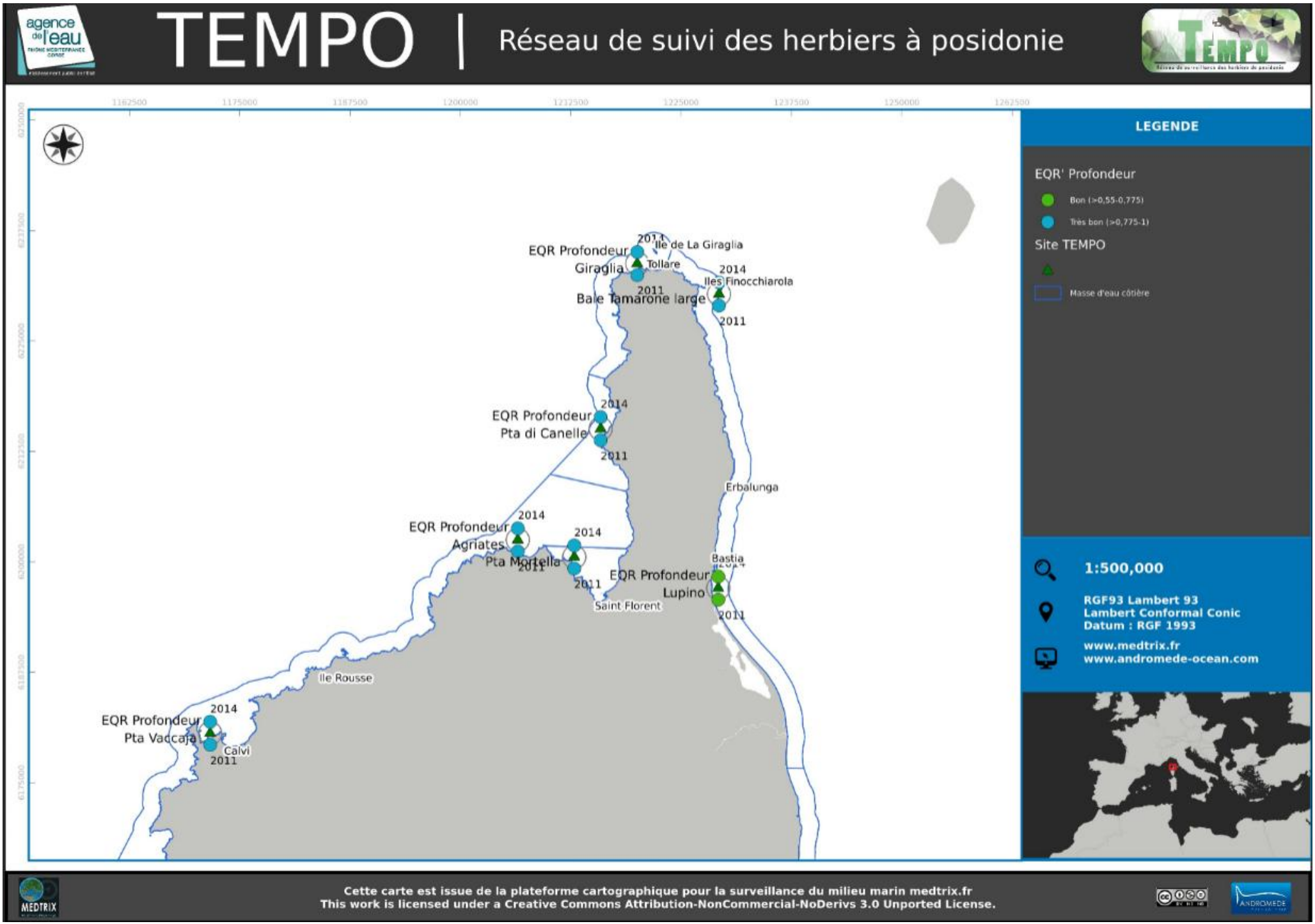
Masse d'eau	Année	Site	EQR Site	Type Limite Inférieure	EQR' Typologie	Profondeur Limite	EQR' Profondeur	Densité (faisceaux/	EQR' Densité
FREC04b	2014	**Isolella**	0,597	Franche en taches	0,66	29,0	0,7	203	0,43
FREC04b	2011	**Isolella**	0,53	Franche en taches	0,66	27,7	0,65	137	0,28
FREC02c	2014	**Lupino**	0,373	Clairsemee regressive	0,21	28,5	0,68	99	0,23
FREC02c	2011	**Lupino**	0,377	Clairsemee regressive	0,21	28,5	0,68	105	0,24
FREC03eg	2014	**Murtoli**	0,687	Franche en taches	0,66	30,5	0,76	278	0,64
FREC03eg	2011	**Murtoli**	0,75	Franche en taches	0,66	30,5	0,76	400	0,83
FREC04b	2014	**Plage_Trottel**	0,483	Franche en taches	0,66	24,8	0,54	115	0,25
FREC04b	2011	**Plage_Trottel**	0,487	Franche en taches	0,66	24,8	0,54	122	0,26
FREC01d	2014	**Pta_di_Canelle**	0,693	Franche en taches,	0,66	35,6	0,92	223	0,5
FREC01d	2011	**Pta_di_Canelle**	0,7	Franche en taches,	0,66	35,6	0,92	230	0,52
FREC01c	2014	**Pta_Mortella**	0,557	Clairsemee naturelle	0,44	35,6	0,92	163	0,31
FREC01c	2011	**Pta_Mortella**	0,543	Clairsemee naturelle	0,44	35,6	0,92	127	0,27
FREC01ab	2014	**Pta_Vaccaja**	0,483	Regressive avec taches	0,21	33,6	0,86	212,5	0,38
FREC01ab	2011	**Pta_Vaccaja**	0,557	Regressive avec taches	0,21	33,6	0,86	262	0,6
FREC03ad	2014	**Rondinara**	0,46	Erosive et clairsemee	0,21	34,6	0,89	138	0,28
FREC03ad	2011	**Rondinara**	0,443	Erosive et clairsemee	0,21	34,6	0,89	102	0,23
FREC04ac	2014	**Sanguinaires**	0,6	Clairsemee naturelle sur	0,44	35,3	0,91	208	0,45
FREC04ac	2011	**Sanguinaires**	0,537	Clairsemee naturelle sur	0,44	35,3	0,91	122	0,26



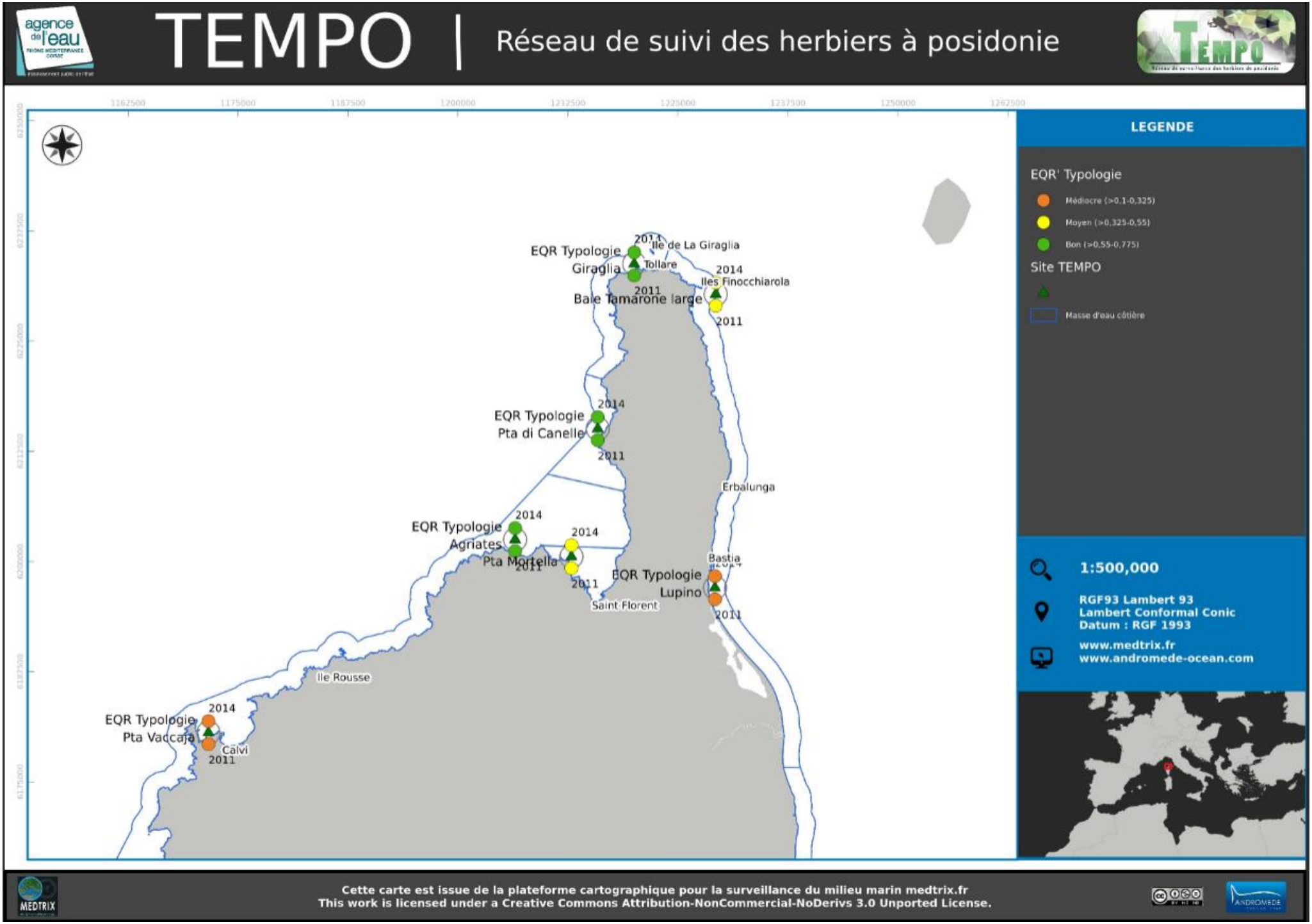
Carte 42 : EQR global des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure en 2011 et /ou 2014.



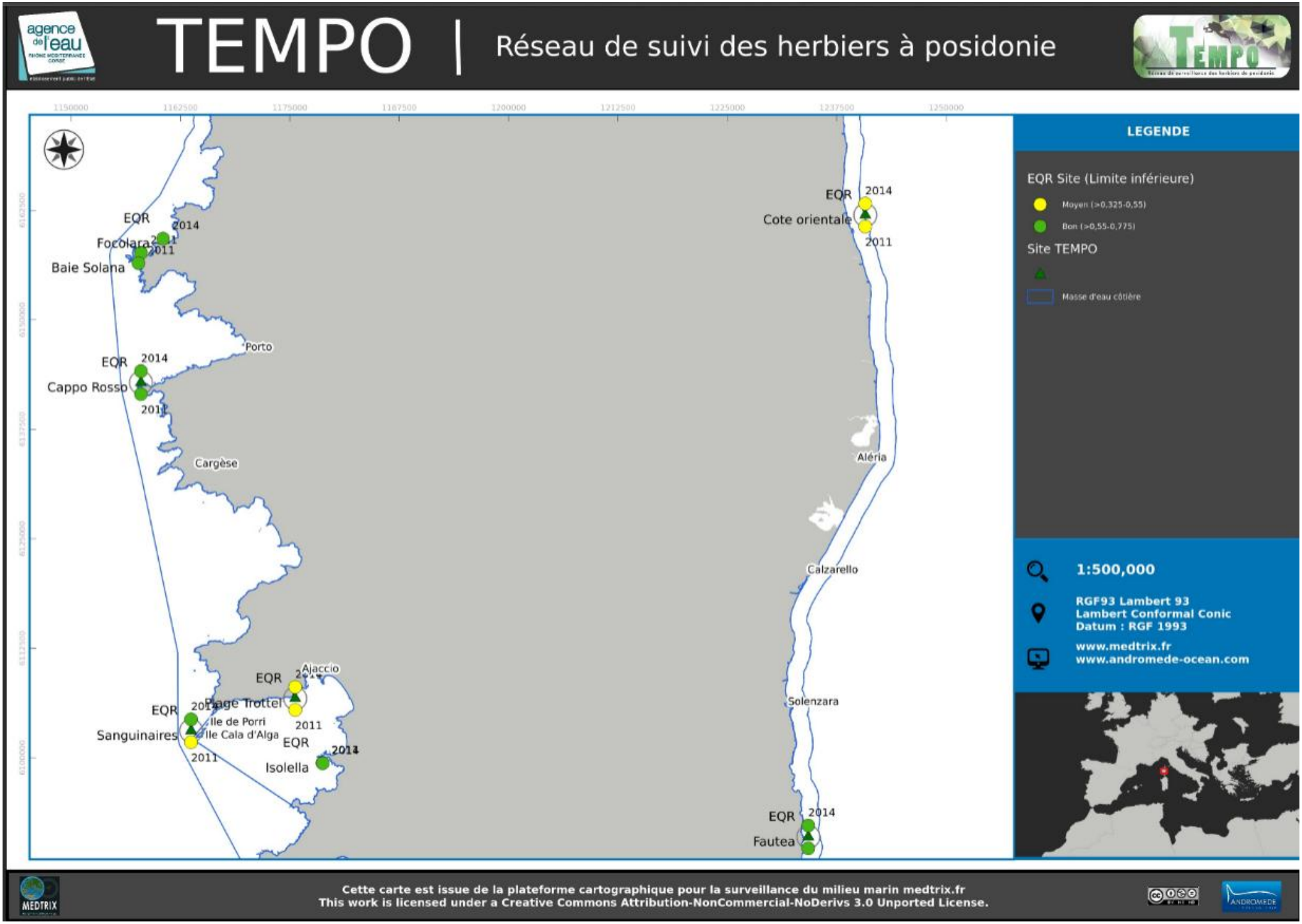
Carte 43 : EQR' Densité des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure en 2011 et /ou 2014.



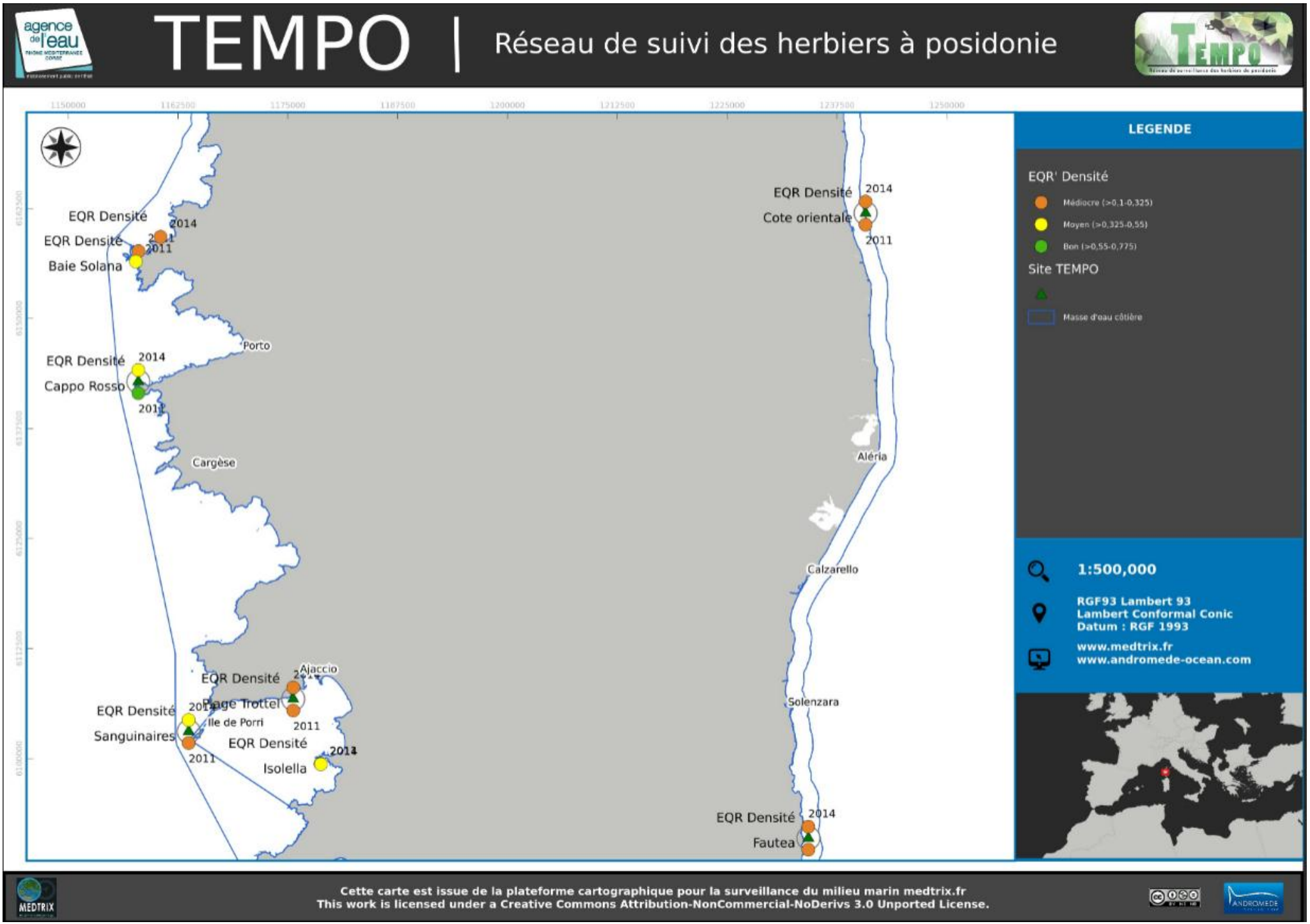
Carte 44 : EQR' Profondeur des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure en 2011 et /ou 2014.



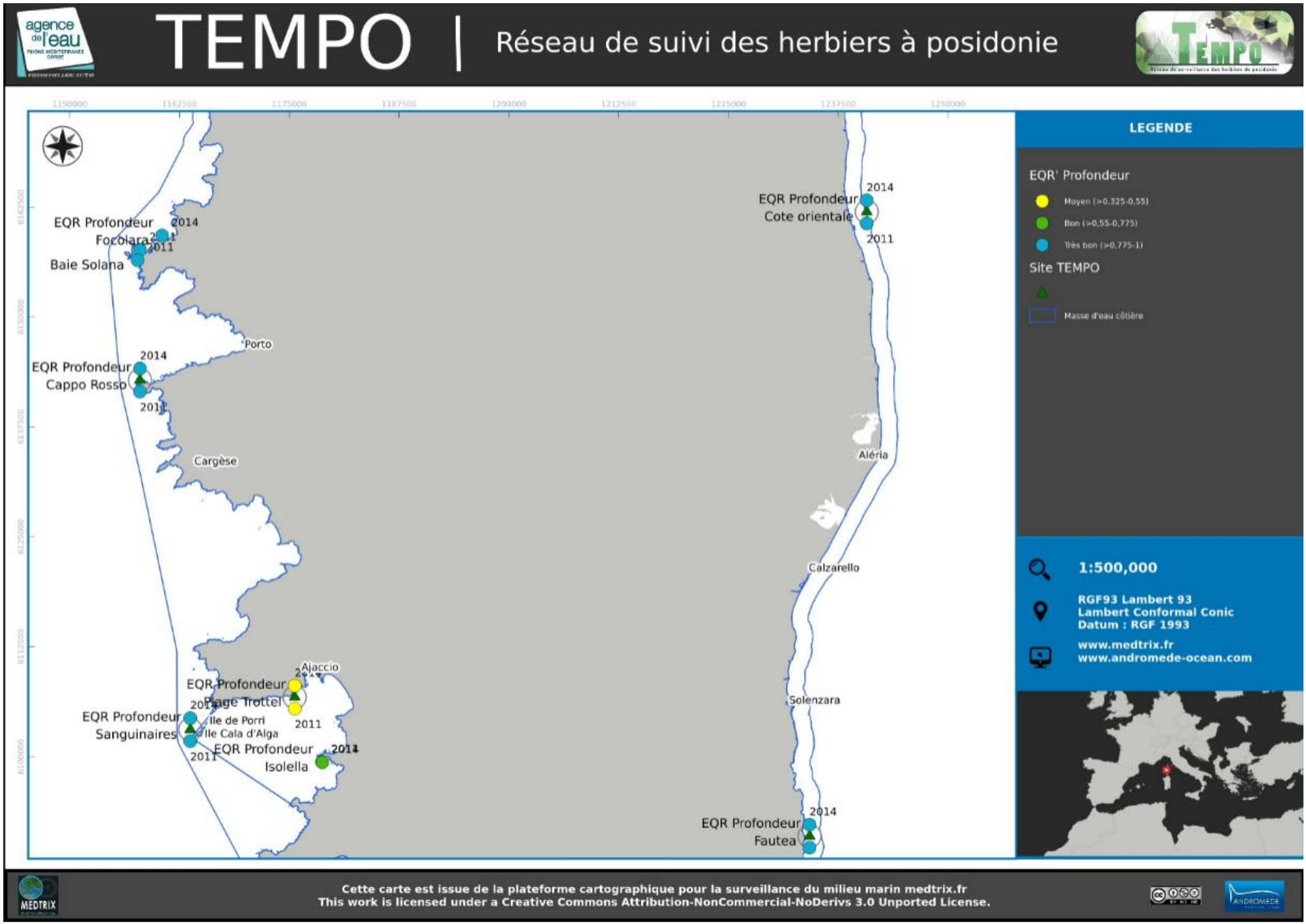
Carte 45 : EQR' Typologie des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure en 2011 et /ou 2014.



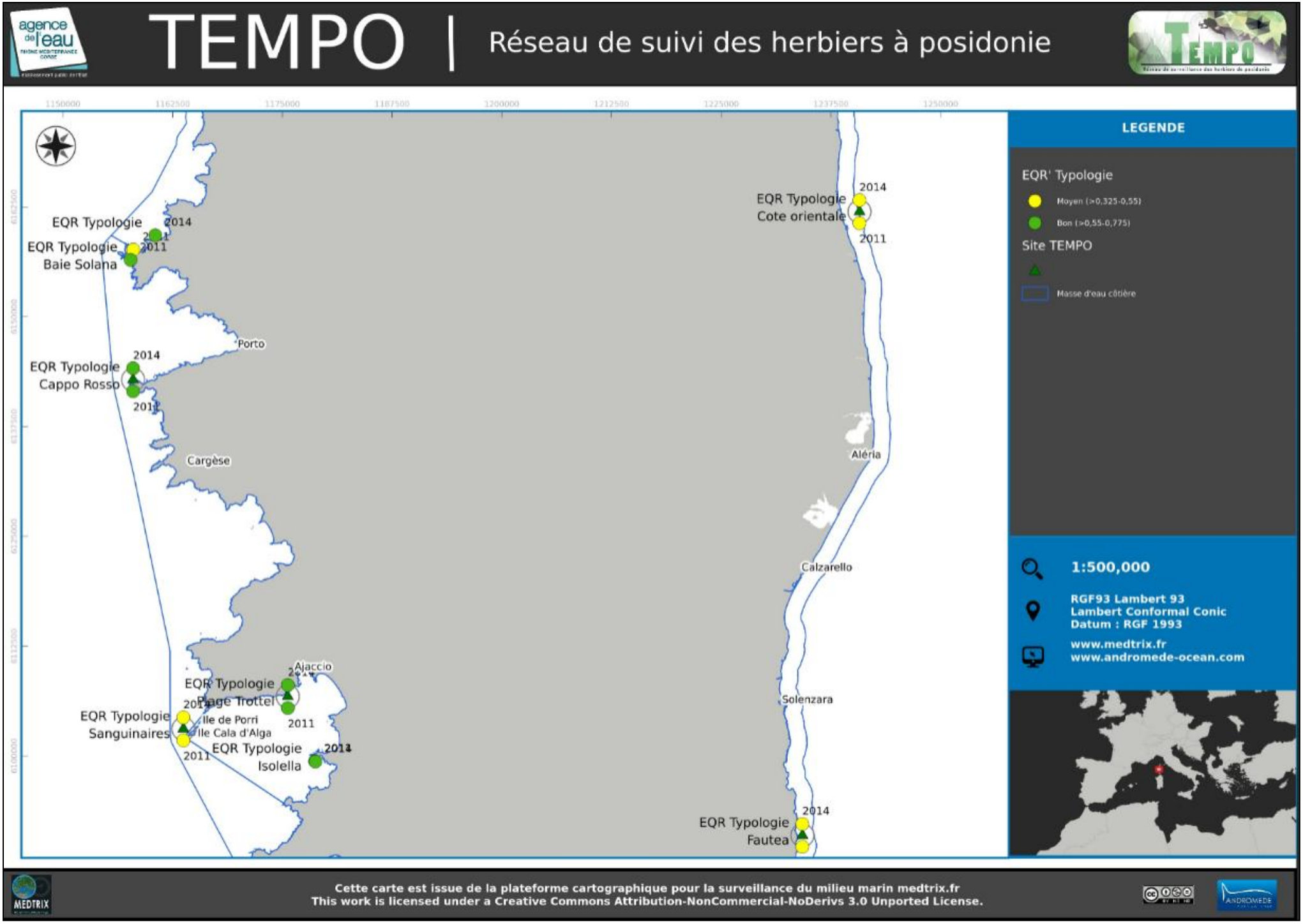
Carte 46 : EQR global des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure en 2011 et /ou 2014.



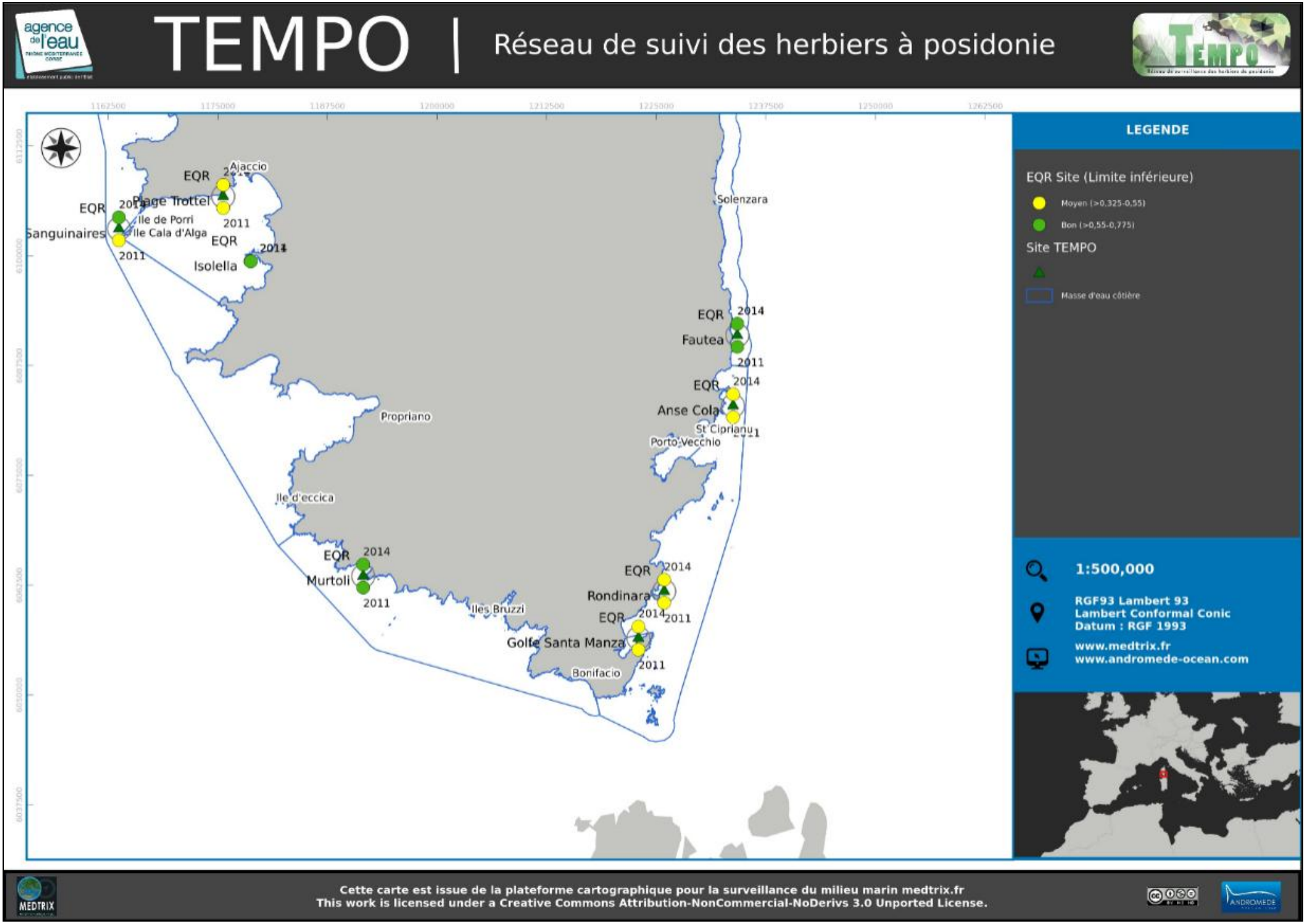
Carte 47 : EQR’ Densité des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure en 2011 et /ou 2014.



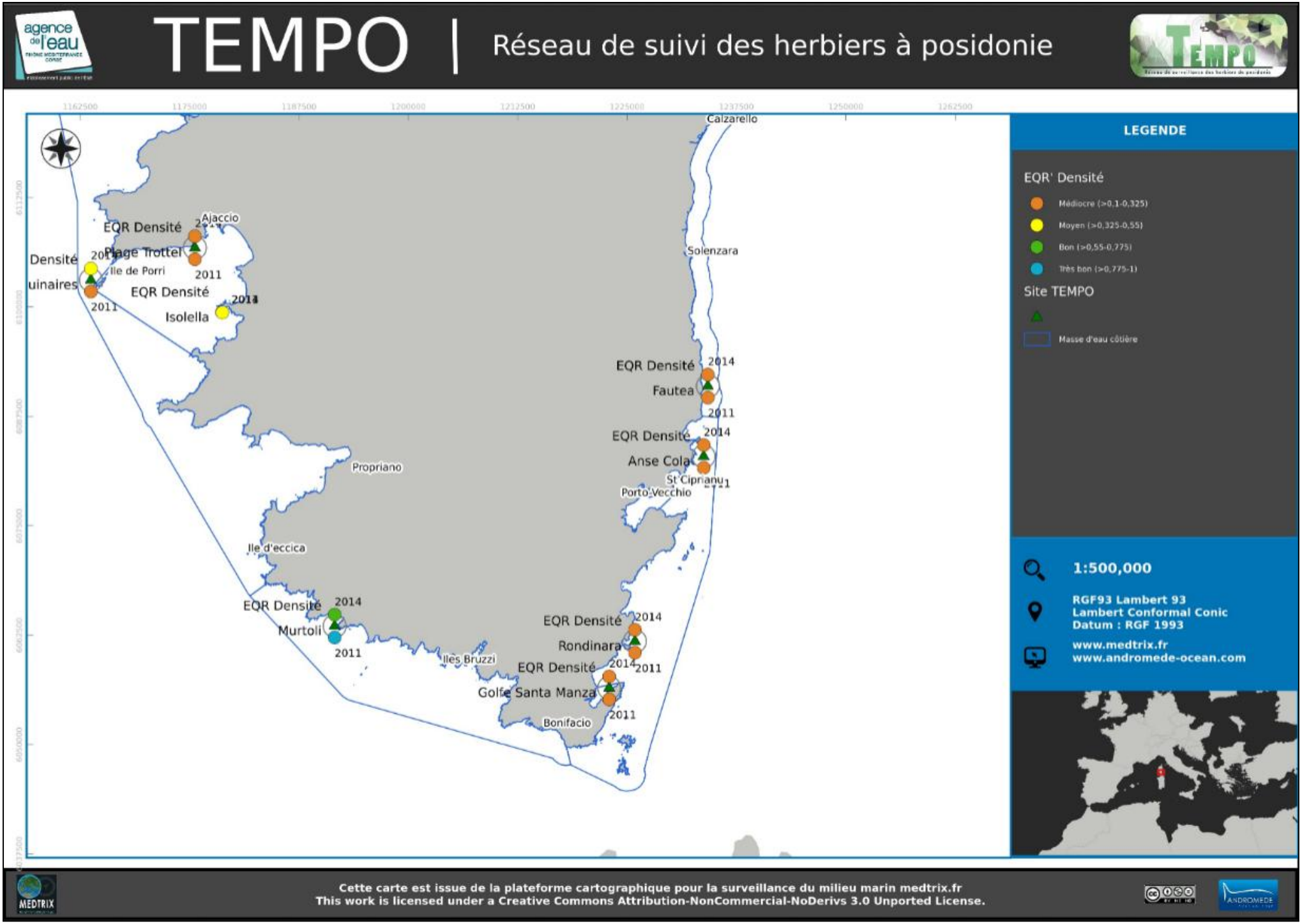
Carte 48 : EQR' Profondeur des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure en 2011 et /ou 2014.



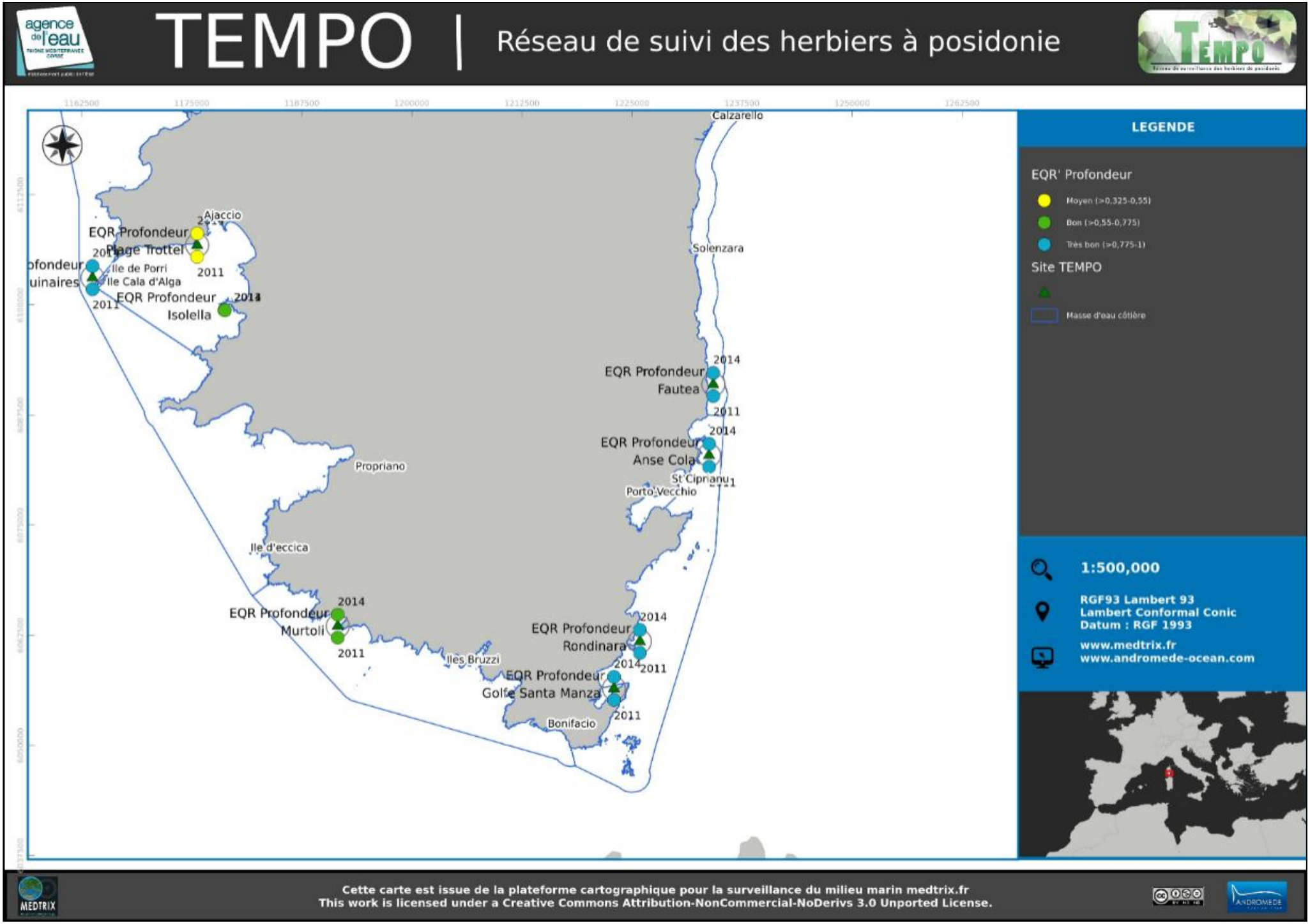
Carte 49 : EQR' Typologie des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure en 2011 et /ou 2014.



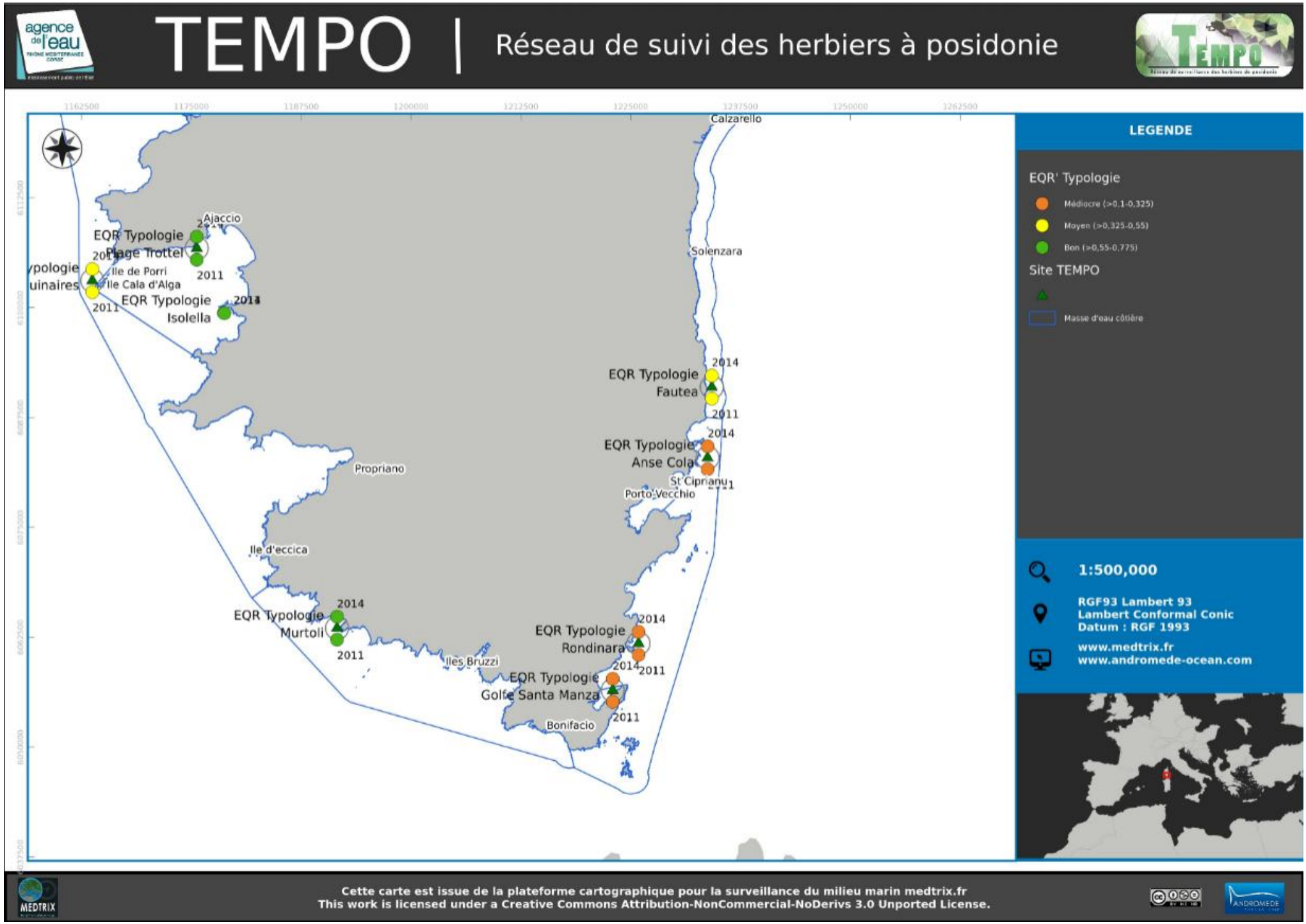
Carte 50 : EQR global des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure en 2011 et /ou 2014.



Carte 51 : EQR' Densité des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure en 2011 et /ou 2014.



Carte 52 : EQR' Profondeur des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure en 2011 et /ou 2014.



Carte 53 : EQR' Typologie des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure en 2011 et /ou 2014.

VII COMPLEMENTS RESEAUX 2014

VII.1 CAPTEURS DE TEMPERATURE

Méditerranée et réchauffement climatique

Une équipe réunissant des chercheurs du CNRM-GAME (Météo-France/CNRS), du LEGOS (IRD/CNRS/Université de Toulouse) et de deux laboratoires espagnols (IMEDEA et Puertos del Estado) vient de réaliser l'ensemble de projections climatiques régionales le plus complet à ce jour pour la mer Méditerranée. Les simulations mettent en évidence un réchauffement de 2 à 4 °C des eaux de surface d'ici à la fin du siècle et des modifications dans la circulation océanique dans le bassin. Les résultats de cette étude ont été publiés sur le site de Climate Dynamics le 20 février 2015.

La Méditerranée figure parmi les « hot-spots » du changement climatique : les effets attendus y sont particulièrement importants, et les impacts environnementaux et socio-économiques risquent d'y être très prononcés. Toutefois, les effets locaux y étaient jusqu'à présent imparfaitement décrits, notamment en raison d'un manque de simulations océaniques à échelle fine.

Toutes les simulations mettent en évidence des changements importants et rapides de la circulation thermohaline des deux bassins de la Méditerranée. Des changements notables des courants de surface et de la dilatation d'origine thermique de la mer sont également détectés.

Fig. 14 Composite of sea surface temperature anomalies maxima (*top*) and minima (*bottom*) for the 2070–2099 period (vs. 1961–1990). The largest (maxima) or smaller (minima) anomaly out of the 6 scenario simulations is represented at each *grid point*. Units are in °C

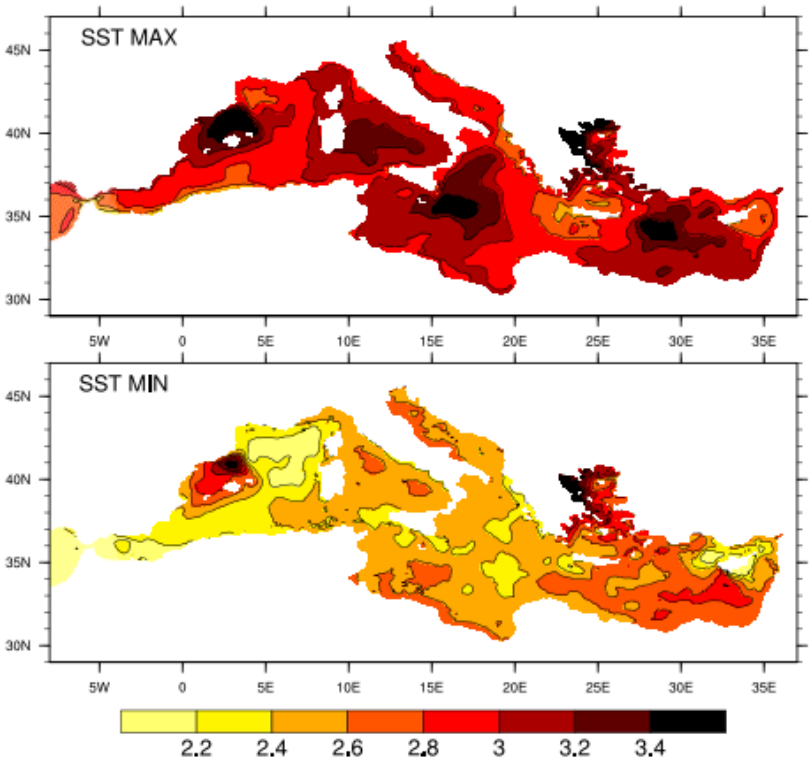
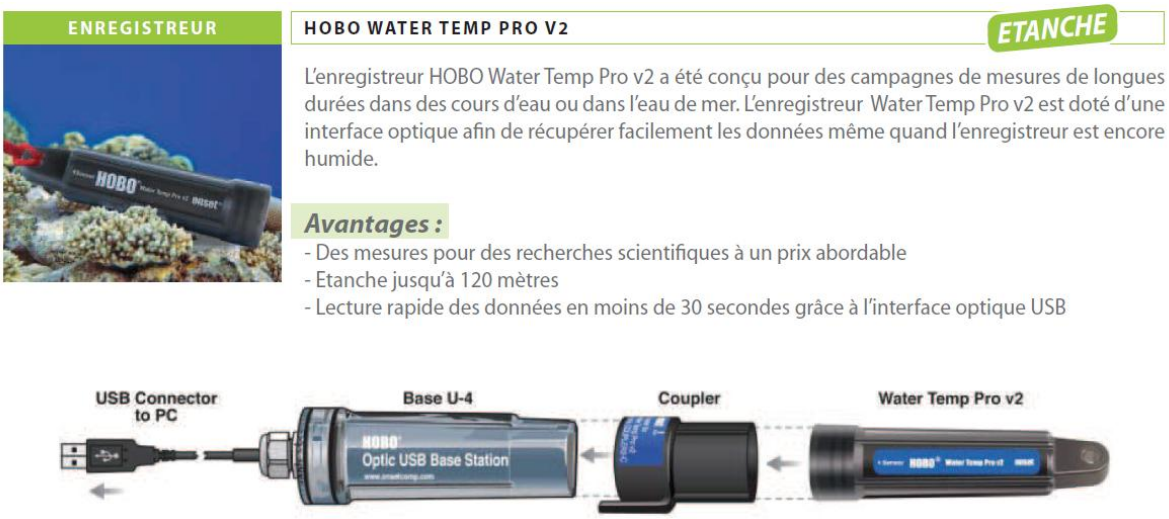


Figure extraite de la publication : *Adloff F., et al. 2015. Mediterranean Sea response to climate change in an ensemble of twenty first century scenarios. Climdyn.*

Dans le cadre des programmes de surveillance, nous avons commencé l'installation de capteurs de température et de luminosité afin de réaliser une carte de suivi tous les 3 ans de l'évolution de la température fond.

Ces capteurs permettent de réaliser une mesure toutes les 30 minutes pendant 3 ans. Leur efficacité ainsi que le grand nombre de mesures nous permettront d'inter calibrer les sites et de corréler nos interprétations biologiques par des mesures physiques.

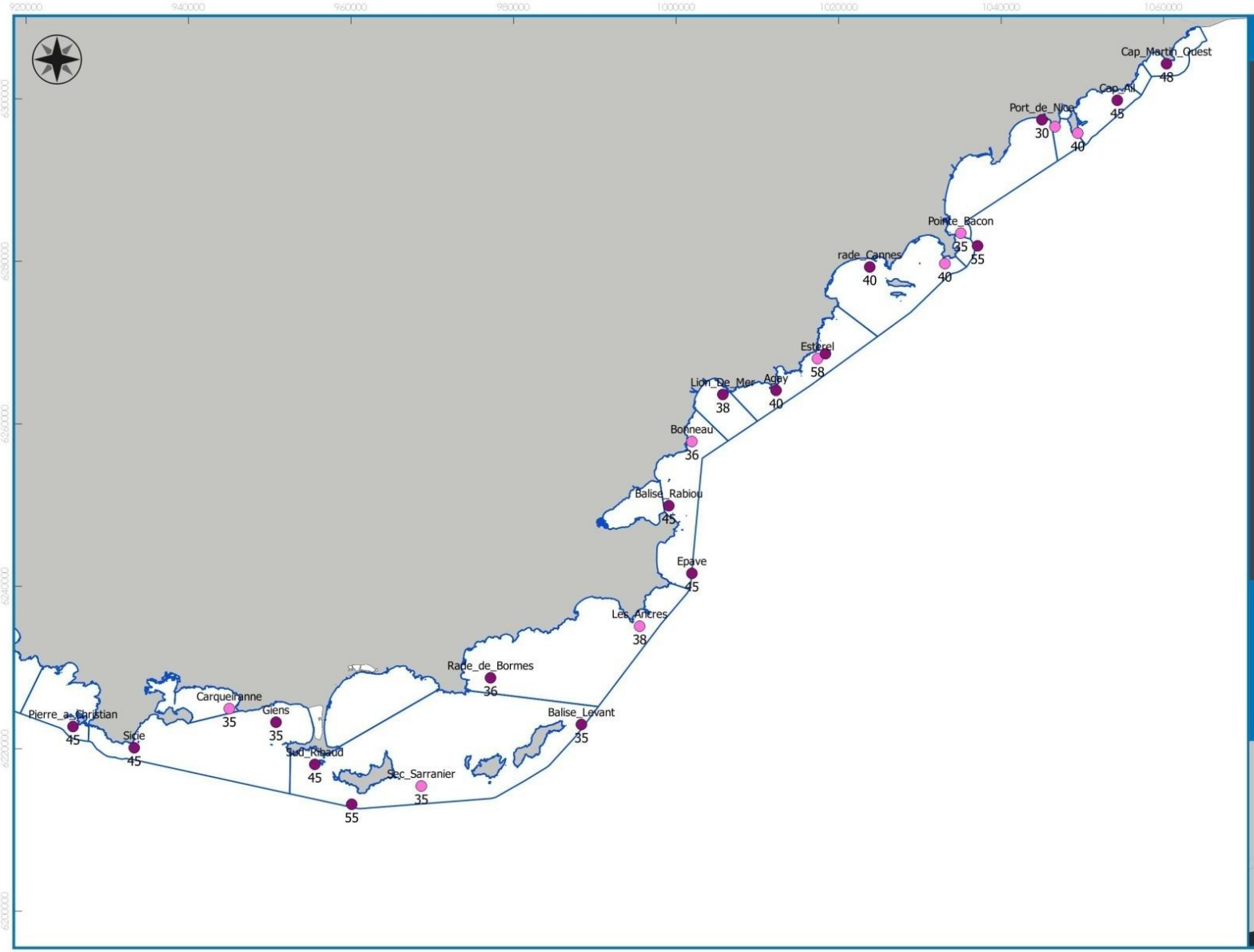
Exemple d'enregistreur :



L'objectif est ici d'acquérir des informations sur la température à long terme.

Les cartes suivantes localisent la position des capteurs actuellement en activité. Le traitement des données se fera lors du prochain suivi en 2016.

RECOR | Réseau de surveillance des assemblages coralligènes en Méditerranée



LEGENDE

Capteurs 2013

- Température
- Température - Luminosité
- Masse d'eau côtière

1:675 217

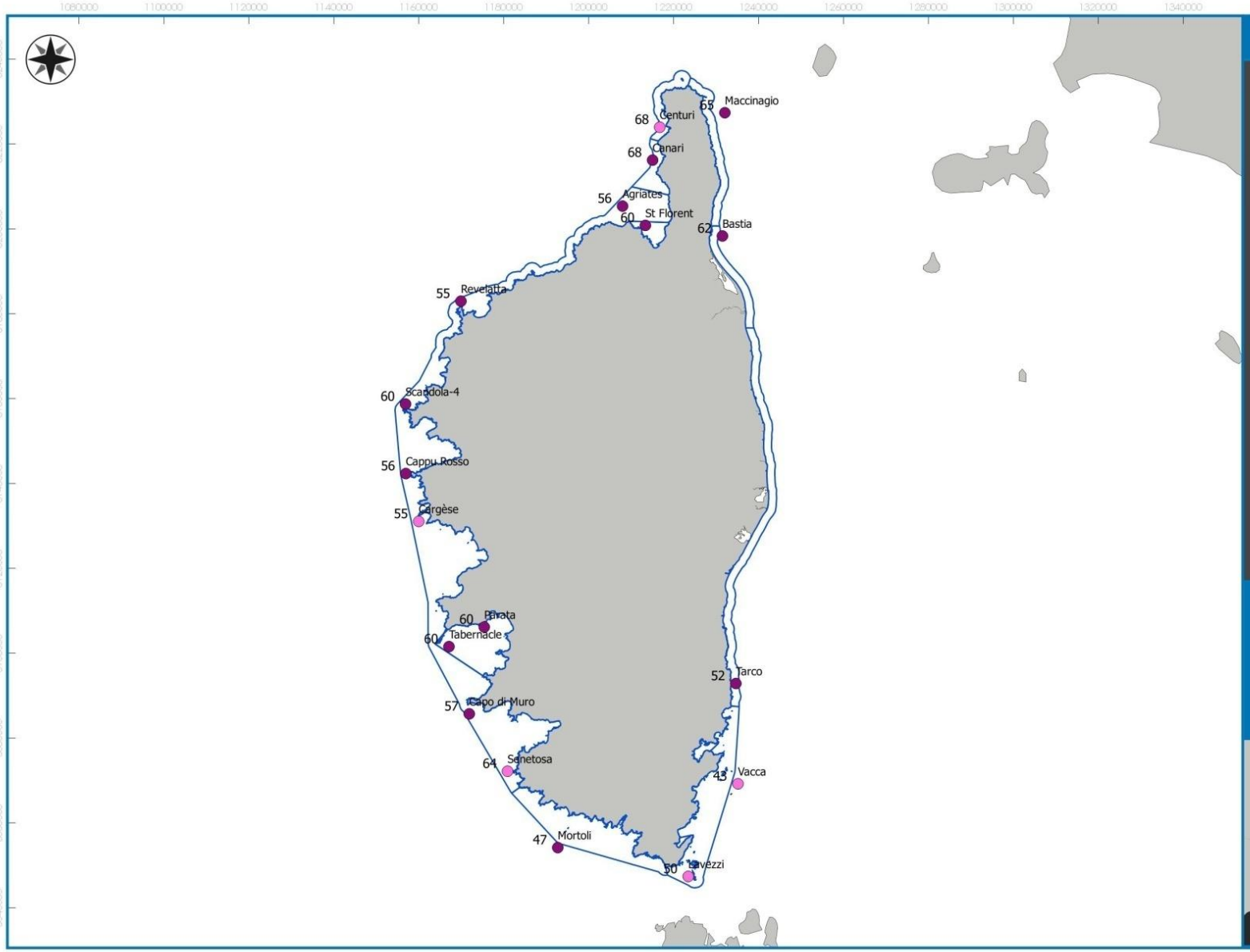
RGF93 Lambert 93
Lambert Conformal Conic
Datum : RGF 1993

www.medtrix.fr
www.andromede-ocean.com



Cette carte est issue de la plateforme cartographique pour la surveillance du milieu marin medtrix.fr
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported License.

RECOR | Réseau de surveillance des assemblages coralligènes en Méditerranée



LEGENDE

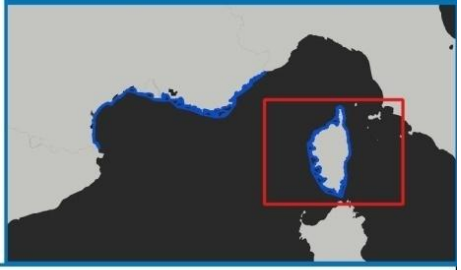
Capteurs 2014

- Température
- Température - Luminosité
- Masse d'eau côtière

1:1 292 635

RGF93 Lambert 93
Lambert Conformal Conic
Datum : RGF 1993

www.medtrix.fr
www.andromede-ocean.com

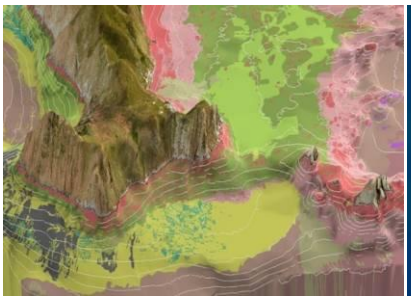


Cette carte est issue de la plateforme cartographique pour la surveillance du milieu marin medtrix.fr
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported License.

VII.2 MISE A JOUR DE LA PLATEFORME CARTOGRAPHIQUE MEDTRIX

L'observatoire du milieu marin a été créé en 2013 par Andromède océanologie en partenariat avec l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse afin de présenter tous les réseaux de surveillance soutenus par l'Agence de l'eau pour les eaux côtières de Méditerranée et mettre à disposition les résultats de certains de ces réseaux, en complément des informations fournies par le Système d'Information sur l'Eau.

La plateforme MEDTRIX met à disposition les résultats dynamiques et cartographiques de ces réseaux de surveillance du milieu marin côtier en Méditerranée française.


L'ensemble des données disponibles sur la plateforme medtrix.fr est mis à disposition selon les termes de la Creative Commons Attribution-Non Commercial-NoDerivs 3.0 Unported License *

Références :

Observatoire du milieu marin : http://www.observatoire-mer.fr/

Système d'Information sur l'Eau :

http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/surveillance/index.php

Plateforme cartographique MEDTRIX : http://www.medtrix.fr/

DONIA : http://www.donia.fr/

MEDOBS-SUB : http://ecorem.fr/medobssub/

Page d'accueil

Sur la page d'accueil du site www.medtrix.fr vous pouvez découvrir librement le projet DONIA ® (les détails concernant ce projet seront décrits dans un prochain paragraphe), vous inscrire ou vous connecter à medtrix.



Sur cette page d'accueil vous pouvez faire une demande d'inscription en cliquant sur « Inscription ». Votre demande sera transmise à un administrateur du site qui la validera rapidement.

Si vous êtes déjà utilisateur il vous suffit de vous connecter avec votre login et mot de passe en cliquant sur Connexion.

Si vous avez oublié votre mot de passe ou votre login il n'est pas nécessaire de créer un nouvel utilisateur. Il vous suffit d'envoyer un email à medtrix@andromede-ocean.com. Nous vous transmettrons un nouveau mot de passe que vous pourrez modifier sur la page de votre profil.

Page profil

Pour accéder aux détails de votre profil, une fois identifié(e) sur MEDTRIX, cliquez en haut à droite de la page sur votre login puis ***Votre compte***. Vous pouvez alors modifier / compléter vos informations personnelles (E-mail, prénom, nom, organisme, etc.), changer votre mot de passe et accéder à votre espace de téléchargement des données SIG.



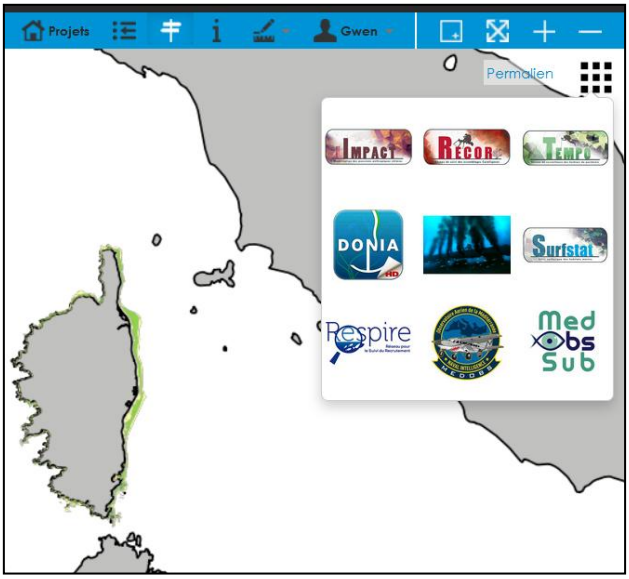
Page projets

Plusieurs projets sont consultables sur MEDTRIX : les réseaux de suivi de la qualité du milieu (Etat des eaux côtières DCE, RECOR, TEMPO, SURFSTAT), les réseaux de suivi de pressions (Impact, MEDOBS, MEDOBS-SUB), les applications DONIA et DONIA EXPERT, le réseau Respire, et d'autres sont encore à venir courant 2015.



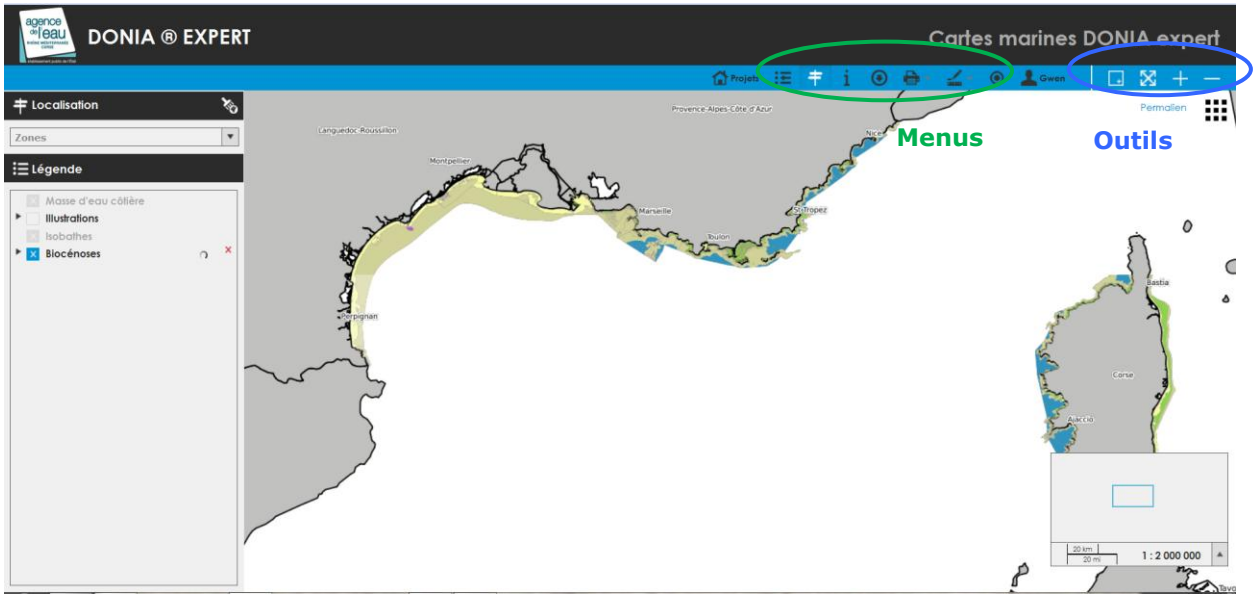
Pour accéder à la liste des projets, il suffit de cliquer sur l'onglet « Projets » en haut à droite de la page. Face au logo d'un projet l'onglet « Résumé » vous donne des informations sur le résumé de ce projet, les sources, la projection et l'emprise des données.

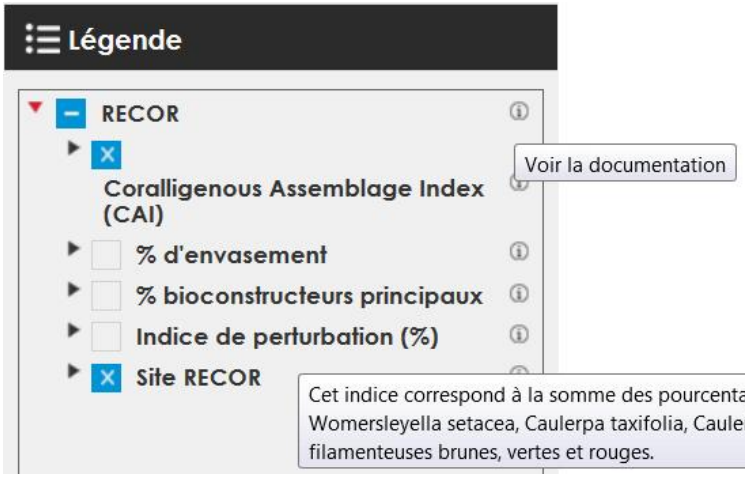
Pour passer d'un projet à un autre, tout en gardant l'emprise / le zoom que vous aviez sur un projet, vous pouvez cliquer sur le bouton en haut à droite de la page et choisir directement le projet qui vous intéresse en cliquant sur son logo.



La carte

Chaque carte se présente sous la même forme. A gauche se trouvent les options de localisation par couche (par région, par site, par masse d'eau,…) et la légende. A droite figurent une barre de menus et des outils cartographiques en haut et en bas l'emprise dynamique de la carte laissant apparaitre l'échelle et le niveau de zoom. Vous avez la possibilité d'afficher ou de masquer cette carte miniature en cliquant sur la petite flèche en bas à droite de la carte.





Dans la légende de certains projets vous pouvez accéder à de la documentation en cliquant sur . Des informations sur des éléments de la légende sont disponibles en passant la souris dessus comme illustré sur l'image ci contre.

Outils de la carte



Zoomer par rectangle sur la carte



Zoomer sur l'étendue globale du projet



Zoomer

Dé-zoomer



Permet de partager une emprise et les couches actives de la carte en générant un lien internet.



Bouton permettant d'accéder à tous les projets de MEDTRIX.

Menus de la carte



Accéder à la **page d'accueil** avec tous les projets.



Afficher la **carte** seule ou la carte avec les onglets **localisation** et **légende**.



Afficher l'onglet **localisation** par couches



Afficher les **informations** sur le projet.



Comparer les stations*.



Téléchargement des données SIG (six couches maximum par projet peuvent être téléchargées en même temps).

* L'outil ***Comparer les stations*** est détaillé dans les pages des projets RECOR et TEMPO.



Outil de mesure. L'utilisateur peut mesurer:

- une aire
- une longueur
- un périmètre

Pour réaliser la mesure, l'utilisateur clique sur la carte. Un message affiche le résultat de la mesure au fil de l'ajout de points. Un double clic sur la carte permet de finaliser la mesure.



Impression de carte. L'utilisateur peut:

- Choisir l'échelle d'impression, ce qui redimensionne le rectangle
- Zoomer
- Déplacer le rectangle

Une fois que le rectangle correspond à la zone souhaitée il suffit de cliquer sur le bouton ***Imprimer*** pour voir le pdf. La légende est dynamique.



Géolocalisation. Lorsque l'utilisateur active cet outil une demande de positionnement est faite *via* le navigateur web. Deux boutons sont alors présentés:



Centrer permet de centrer une fois sur la position où vous vous trouvez;

Rester centré permet de maintenir un recentrage régulier.



Projet Impact

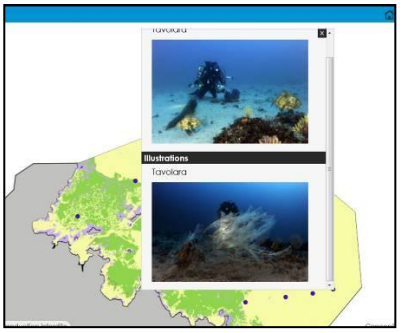
Ce projet présente une modélisation à grande échelle (Méditerranée française) de l'étendue et de l'interaction de pressions anthropiques sur le milieu marin. L'influence, en pourcentage, de six pressions anthropiques est présentée dans ce projet: aquaculture, mouillage des bateaux, rejets en mer, aménagements littoraux, pêche, industries. On trouve aussi une couche des impacts cumulés.



Projet Etat des eaux côtières

De nombreuses données sur la biologie et la chimie des masses d'eau côtières ont été acquises dans le cadre de la mise en œuvre des réseaux de surveillance de la Directive Cadre Eau. Les états chimique et écologique sont classés selon les grilles de qualité DCE: très bon, bon, moyen, médiocre, mauvais.

Projets DONIA ® EXPERT et DONIA ®



Ces deux projets présentent une **cartographie continue des habitats marins** en Méditerranée française (continent et Corse) **jusqu'à 100 mètres de profondeur** ainsi que de certaines Petites Iles de Méditerranée (PIM). Des **photos d'illustration géo référencées** des habitats et espèces sont visibles en cliquant sur les points de la couche illustration -(figure ci-contre).

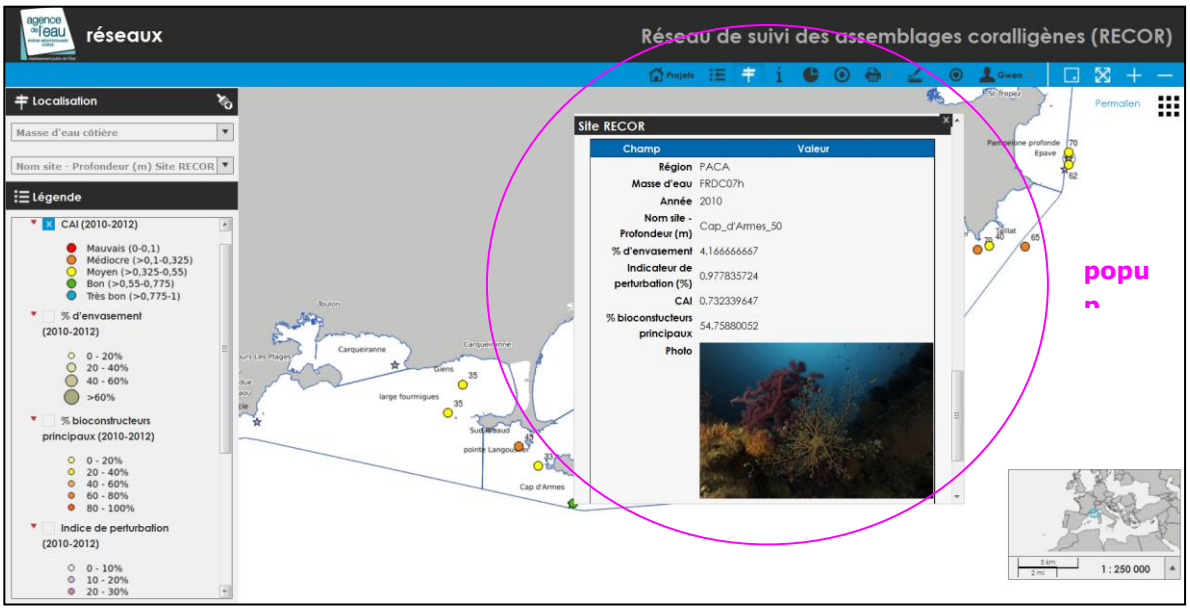
La cartographie des habitats visible dans le projet DONIA ® est celle intégrée dans l'application DONIA disponible sur l'App store et Google Play. Cette application pour tablettes/Smartphone permet à l'utilisateur de choisir son mouillage hors des herbiers marins, d'activer des alarmes dérapage, collision et emmêlage, d'expérimenter des cartes morpho-bathymétriques HD, de recevoir la réglementation locale et de partager ses observations. Dans ce projet les habitats sont classés en **quatre habitats**: Herbier, Matte morte, Roche, et Sable.

Dans DONIA ® EXPERT la cartographie des habitats est la même que dans DONIA sauf que la **typologie est plus détaillée** (10 habitats) et que les **isobathes** sont présentés dans ce projet jusqu'à -100 mètres.

Projet RECOR

Les sites visibles sur la carte de ce projet sont intégrés dans le réseau de suivi des assemblages coralligènes (RECOR) développé en 2010 par Andromède et soutenu par l'Agence de l'Eau RMC.

En cliquant sur un site (=une position GPS), une petite fenêtre (=popup) s'ouvre et détaille les valeurs exactes des quatre paramètres présentés sous forme de grandes classes dans la légende (CAI, % envasement, % bioconstructeurs principaux, indice de perturbation (%)) pour chaque station (une station = une profondeur donc il peut y avoir plusieurs stations pour un même site).



Un lien pour **télécharger la fiche coralligène** (résultats des analyses CPCe et illustrations du site) et **la fiche gorgone** (démographie des espèces érigées sur le site) apparait aussi dans la pop-up sous la photo.

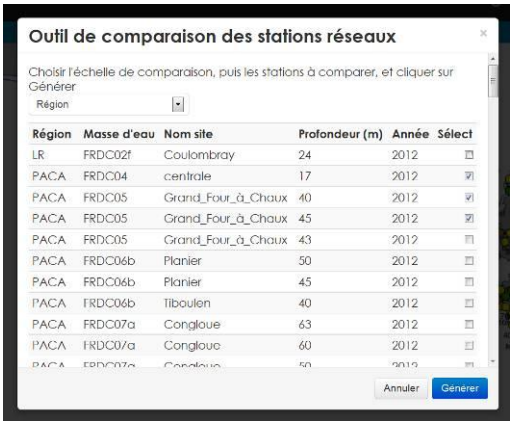


Un outil de comparaison des stations existe dans ce projet (menu "Comparer les stations"). Cet outil permet de comparer une trentaine de paramètres issus des analyses des quadrats photographiques à partir du logiciel CPCe (http://www.observatoire-mer.fr/cpce.html) pour chaque station RECOR.

L'utilisateur peut:

- Choisir **l'échelle de comparaison** (Méditerranée, Région, Masse d'eau)
- Choisir **les stations à comparer** (l'outil vous propose de sélectionner les stations correspondant aux sites visibles sur la carte).

En appuyant sur le bouton ***Générer*** un tableau de comparaison des paramètres est créé dans une nouvelle fenêtre avec possibilité de l'enregistrer en pdf.



Pour chaque paramètre un curseur imagé est associé avec les valeurs minimale, maximale et moyenne observées sur toutes les stations RECOR à l'échelle de comparaison sélectionnée. Le pourcentage d'observation des espèces est calculé non pas sur l'ensemble des observations mais sur l'ensemble du vivant. Les deux premières variables indiquées dans le tableau sont le % de vivant et le % de non vivant afin d'indiquer sur quelle proportion porte les analyses.

Région	Corsica	Corsica	Corsica	Corsica	Corsica	Échelle de comparaison Région Corsica Légende
Masse d'eau	FREC04b	FREC04b	FREC04b	FREC04b	FREC04b	
Nom site	Tabernacle	Tabernacle	Tabernacle	Tabernacle	Tabernacle	
Profondeur (m)	90	70	60	50	40	
Année	2011	2011	2011	2011	2011	
% de vivant	35.19	67.58	68.99	68.34	81.17	35.19 — 60.48 — 81.17
% de non vivant	64.81	32.42	31.01	31.66	18.83	18.83 — 39.52 — 64.81
% d'envasement	36.36	22.99	11.49	10.82	4.11	2.87 — 19.15 — 42.18
% de débris	3.88	1.02	4.79	5.22	0	0 — 1.16 — 5.22
% de cavités	13.29	8.2	11.97	15.3	14.61	7.11 — 16.62 — 34.21
Taux de nécrose	15.95	26.8	31.91	26.65	0	0 — 51.46 — 216.22

Exemple de pourcentages de recouvrement de quelques paramètres obtenus sur un site de Corse en 2011 à cinq stations différentes.

Une plaquette d'information sur les matériels et méthodes liés à ce réseau est disponible en téléchargement en cliquant sur le de l'item ***RECOR (2010-2012)*** dans la légende à gauche de la carte.

Projet TEMPO

Les sites visibles sur la carte de ce projet sont intégrés dans le réseau de suivi des herbiers à posidonies par télémétrie acoustique (TEMPO) développé en 2011 par Andromède et soutenu par l'Agence de l'Eau RMC.

Tout comme le projet RECOR l'utilisateur peut cliquer sur un site TEMPO et voir apparaitre une pop-up dans laquelle sont affichés une photo du site et un lien pour **télécharger la fiche d'information du site TEMPO**.



Chaque fiche comprend des informations sur (1) la description et cartographie du site, (2) les mesures de vitalité et comparaison nationale, (3) les perturbations observées, (4) les données historiques. Des photographies prises sur le site TEMPO sont intégrées dans cette fiche.

Une plaquette d'information sur les matériels et méthodes liés à ce réseau est disponible en téléchargement en cliquant sur le de la légende à gauche de la carte.

L'outil de comparaison est disponible pour ce projet et permet de comparer quatre paramètres (EQR, EQR' typologie, EQR' profondeur, EQR' densité) pour chaque site TEMPO.

L'utilisateur peut, comme dans RECOR, choisir l'échelle de comparaison et les sites à comparer. En appuyant sur le bouton ***Générer*** un tableau de comparaison des paramètres est créé dans une nouvelle fenêtre avec possibilité de l'enregistrer en pdf. Pour chaque paramètre un curseur imagé est associé avec les valeurs minimale, maximale et moyenne observées sur tous les sites TEMPO à l'échelle de comparaison sélectionnée.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Masse d'eau	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08d	FRDC09c	
Nom_site	Cap Roux	Cap Roux	Juan	Juan	Agay Ouest	Cap Nice Est	
Annee	2013	2008	2013	2008	2013	2013	
EQR Site TEMPO	0.58	0.64	0.39	0.39	0.56	0.54	0.3 — 0.51 — 0.8
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.21	0.21	0.66	0.66	0.21 — 0.51 — 0.89
EQR' Profondeur	0.64	0.64	0.66	0.66	0.51	0.51	0.16 — 0.67 — 1
EQR' Densité	0.43	0.62	0.29	0.29	0.5	0.44	0.15 — 0.36 — 0.83

Exemple de valeurs d'EQR et EQR' obtenues sur les sites TEMPO Cap Roux, Juan, Agay Ouest et Cap Nice Est en 2008 et/ou 2013 en région PACA.

Projet MEDOBS

L'observatoire MEDOBS a été initié en 2011 au travers d'un partenariat entre l'association MEDOBS et l'Agence de l'eau. A l'aide d'une caméra numérique sophistiquée embarquée dans un avion dédié à l'acquisition de données : les données relatives aux pressions des usages en mer, des mouillages forains, à la présence de pollutions, de détection de panaches fluviaux et de cétacés sont référencées et géolocalisées. L'objectif du réseau d'apprécier les phénomènes d'occurrences de pressions sur le territoire. Il n'a pas vocation de suivre de manière exhaustive et très fine l'ensemble des usages qui s'exercent sur le milieu au cours du temps. Les informations récoltées et associées à la sensibilité du milieu (fonction des caractéristiques du site) permettent de mieux identifier les zones à enjeux (altération des biocénoses, conflits d'usages,…), et de travailler à l'organisation des usages. Le suivi est réalisé sur la bordure côtière du littoral des bassins Rhône-Méditerranée et Corse (zone des 3 milles nautiques) depuis 2011 et s'étend depuis 2014 au large du bassin (Pelagos et têtes de canyon).

Projet SURFSTAT

Le réseau **SURFSTAT** s'intègre dans le volet biologie du réseau DCE. Il a pour objectif d'apprécier par une approche statistique **l'hétérogénéité écologique des fonds sous-marins dans l'espace et le temps entre 0 et 80 m de profondeur** sur le littoral méditerranéen français. La description de l'hétérogénéité est essentielle pour évaluer la fragmentation et la connectivité des habitats.
Un des objectifs de SURFSTAT est de proposer et mesurer différentes variables de composition et de configuration pouvant servir d'**indicateurs surfaciques** (= spatiaux) de la qualité des eaux côtières à partir de ces cartographies des habitats marins.

Trois cartes sont visibles dans le projet SURFSTAT.

- **Une carte des régressions historiques et habitats prioritaires** (herbier et coralligène) sur tout le littoral méditerranéen français qui présente la distribution du coralligène et l'évolution globale de l'herbier à posidonie en combinant les évolutions en limite inférieure et supérieure. Pour cela, nous avons remplacé les zones où l'état de l'herbier a été qualifié de régressif d'après la comparaison avec les photographies aériennes anciennes (entre 0 et 15 mètres en limite supérieure; (Andromède 2012a, b, c)) par de la matte morte dans la cartographie actuelle des habitats marins.

– Une carte d'un premier indice écologique : **l'indice de régression des herbiers**, calculé de la manière suivante : Indice de Régression= Surface de l'herbier* / ((Surface de la matte morte (ancienne** + actuelle*)) + Surface de l'herbier*). Cet indice fait l'objet d'une représentation cartographique sur un pixel de 20 mètres.

- Une carte d'un indice présentant la **diversité des habitats** : **l'indice de Simpson**, calculé de la manière suivante: $D = \sum Ni\ (Ni-1) / N\ (N-1)$.

D : Indice de Simpson

Ni : surface d'un habitat donné sur un pixel de 50m².

N : surface totale des habitats.

L'indice variera entre 0 et 1. Plus il se rapproche de 0, plus les chances d'obtenir des individus d'espèces différentes sont élevées. Cet indice fait l'objet d'une représentation cartographique sur un pixel de 20 mètres.

Un tableau détaillant une dizaine de métriques de l'habitat herbier à posidonie issues d'une analyse sous le logiciel Fragstats © pour la tranche bathymétrique 0-40 mètres (PACA) est présenté par masse d'eau côtière à partir de l'outil de comparaison.

L'utilisateur peut, comme dans RECOR et TEMPO, choisir l'échelle de comparaison et les masses d'eau à comparer. En appuyant sur le bouton ***Générer*** un tableau de comparaison des paramètres est créé dans une nouvelle fenêtre avec possibilité de l'enregistrer en pdf. Pour chaque paramètre un curseur imagé est associé avec les valeurs minimale, maximale et moyenne observées sur toutes les masses d'eau à l'échelle de comparaison sélectionnée.

Exemple de métriques obtenues pour l'herbier de posidonie entre 0 et 40 mètres de fond sur la masse d'eau FRDC10c en région PACA.

Region	PACA	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Masse_Eau	FRDC10c	
Profondeur	0 40	
Proportion du paysage occupé par l'herbier (%)	19.56	0 — 74.94 — 32.05
Densité de tâches (Nb tâches /100 ha)	159.29	0.01 — 190 — 37.55
Pourcentage total du paysage compris par la tâche la plus grande	12.16	0 — 74.49 — 26.15
Surface moyenne d'une tâche d'herbier (ha)	0.12	0.05 — 7.25 — 1.76
Indice de complexité des formes	1.17	1.03 — 1.3 — 1.11
Distance moyenne qui sépare deux tâches d'herbier les plus proches (mètres)	7.12	3.14 — 130.01 — 24.15
Indice de connectivité entre les tâches (%)	99.57	78.35 — 99.99 — 98.42
Indice d'aggrégation entre les tâches (%)	95.18	69.44 — 98.69 — 94.5
Indice de régression de l'herbier	0.83	0.16 — 1 — 0.78

Projet MEDOBS-SUB

Créé en 2011 à l'initiative de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, Medobs-Sub est un dispositif de surveillance coordonné sur la façade méditerranéenne française par le CPIE Côte Provençale. Il a pour but de créer une dynamique citoyenne autour des usages et enjeux du territoire littoral méditerranéen. Il implique des pêcheurs et plongeurs de loisir qui font remonter de l'information afin de mettre en place une meilleure connaissance et gestion des espaces naturels marins.
L'observatoire des paysages sous-marins de Méditerranée est basé sur **l'indice paysager**, basé sur des critères physiques, biologiques et de dégradation.

Les pêcheurs sentinelles du milieu marins transmettent leurs observations relatives à la présence, l'abondance, l'appauvrissement, les anomalies repérées sur les groupes d'espèces listées (poissons, méduses, cétacés, oursins, algues...). Ces observations sont retranscrites et géolocalisées sur la plateforme medtrix.

VIII VALORISATION SCIENTIFIQUE

VIII.1 EDITION D'UN LIVRE

Edité à 2000 exemplaires par Andromède Collection, le "*Petit traité de séduction à l'usage des amoureux de la Méditerranée*" reprend les différents thèmes sur la surveillance du milieu marin entrepris par l'Agence de l'eau et Andromède Océanologie.

Les pages suivantes illustrent quelques thèmes abordés dans ce livre :







Surveiller la QUALITÉ DES EAUX CÔTIÈRES

Pierre Boissery, expert milieu marin, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse

La qualité des eaux marines ou plutôt l'état de santé de la Méditerranée a toujours été un sujet de préoccupation voire d'inquiétudes pour les utilisateurs de la mer. Savoir si la Méditerranée est une mer blessée, polluée, à l'avenir incertain, concerne chaque citoyen et suscite encore de nos jours des débats entre spécialistes. Pour répondre à cette question légitime et complexe, le citoyen, tout comme le gestionnaire du milieu marin, l'élu ou le professionnel, a besoin d'informations sur les différents éléments écologiques ou bien encore les polluants que l'on trouve en mer. C'est l'objet de la surveillance des eaux marines que coordonne et finance l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse. Historiquement, c'est la question de la qualité de l'eau qui s'est d'abord posée. L'eau doit être propre, sans contaminants chimiques, sans bactéries ou virus et sans détritus visibles. Mais cette question fondamentale n'est pas la seule. La question de l'état de santé de la vie marine, à savoir la faune et la flore, est un domaine assez récent qui est devenu de plus en plus important ces dernières années : dans quel état sont les écosystèmes ? Peut-on mesurer des évolutions ? Peut-on restaurer les sites qui sont dégradés ?



Si l'on fait une comparaison avec le domaine médical, les analyses effectuées sur le milieu marin comme celles que l'on fait sur le corps humain n'ont de sens que si nous sommes capables de comparer les résultats obtenus à des seuils, à des normes, et à des valeurs étalonnées. Les grilles de qualité existent donc pour interpréter les données de la surveillance du milieu marin. Pour comprendre une maladie, il faut en connaître la cause. Ici aussi l'analogie est vraie : nous avons besoin de connaître la source de pollution ou la nature de la pression qui altère la qualité de la mer. Enfin, tout comme un patient, il faut admettre sa maladie, disposer de spécialistes pour être conseillé, de traitements pour se soigner et de moyens financiers pour se les procurer. Les stations d'épuration, l'organisation des usages en mer et la réduction des apports contaminants des cours d'eau côtiers sont autant de remèdes pertinents pour le maintien de la bonne santé de la mer Méditerranée.



La surveillance : une tâche complexe portant sur de multiples paramètres

Le programme actuel de surveillance des eaux françaises de Méditerranée comprend trois volets :

- **le volet biologie** qui regroupe la surveillance sur les éléments biologiques, la faune et la flore ;
- **le volet chimie** qui regroupe les éléments sur la contamination chimique, l'écotoxicité, la contamination de la chaine trophique et les radioéléments ;
- **le volet pressions** qui regroupe l'ensemble des sources de perturbations affectant l'état écologique ou chimique des eaux marines, des habitats marins ou l'hydromorphologie littorale.

La surveillance des eaux marines n'est qu'un des éléments indispensables à la mise en œuvre d'une politique active de gestion et de protection des eaux marines, mais c'est un maillon essentiel de ce processus. Sans l'action, elle n'est pas utile. Mais l'action qui ne se base pas sur une information appropriée à peu de chances d'être efficace. La Méditerranée, dont la qualité est à la base de l'économie du tourisme, de la pêche et de tant de secteurs de premier ordre, mérite bien que l'on soit à son écoute ainsi que tous les efforts qui sont déployés pour sa surveillance.

Avis d'expert 1

27

Découvrir les récifs à corail DE MÉDITERRANÉE

Florian Holon, biologiste marin, société Andromède Océanologie

Le coralligène, un habitat méconnu

Personne n'ignore l'existence de barrières de corail situées à l'autre bout de la planète, en Australie par exemple. Ces paysages sous-marins comptent même parmi les plus familiers du grand public. Ces récifs ont leurs équivalents en Méditerranée - les récifs coralligènes - mais ils sont beaucoup plus méconnus car bien que géographiquement plus proches, ils se développent à des profondeurs relativement importantes, les rendant peu accessibles à nos regards. Récifs coralligènes et coralliens présentent pourtant de nombreuses similarités et jouent le même rôle écologique majeur en termes d'habitat et de point chaud de biodiversité. Leurs procédés d'édification sont néanmoins différents : les récifs coralligènes sont constitués de l'accumulation d'algues calcaires (formant des concrétions pouvant atteindre plusieurs mètres d'épaisseur) alors que ce sont les coraux (animaux associés à des micro-algues) qui érigent les récifs sous les tropiques. Pourquoi nomme-t-on «coralligène» le récif de Méditerranée ? Parce que c'est l'habitat de prédilection du corail rouge, espèce emblématique et très anciennement connue de la Mare Nostrum.

LES CONCRÉTIONS DU CORALLIGÈNE FORMENT DE VÉRITABLES ROCHERS VIVANTS ET ABRITENT PLUS DE 1600 ESPÈCES, FAISANT DE NOS RÉCIFS CORALLIGÈNES UN CONCENTRÉ DE DIVERSITÉ À QUELQUES MÈTRES DE NOS CÔTES.

C'est entre -20 et -120 m de fond que l'on peut observer les concrétions du coralligène (plus couramment entre -35 et -100 m). Elles forment de véritables rochers vivants et abritent plus de 1600 espèces, faisant de nos récifs coralligènes un concentré de diversité à quelques mètres de nos côtes. Méconnu du grand public, difficilement accessible, le coralligène a peu été étudié par les scientifiques. Tout reste donc à découvrir sur cet habitat (y compris sa superficie exacte sur les côtes françaises). Comment le conserver au mieux ? Quel sera l'impact du changement climatique sur cet écosystème ? Peut-il être un bon indicateur de la qualité des eaux côtières ? C'est pour tenter de répondre à toutes ces questions qu'a été créé le Réseau Coralligène (RECOR, www.observatoire-mer.fr) initié par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et Andromède Océanologie.



Avis d'expert 3

43

Pour un suivi scientifique et cartographique : RECOR, le Réseau Coralligène

Avec l'entrée en vigueur de la Directive Européenne Cadre sur l'Eau (DCE) puis de la Directive Européenne Cadre Stratégie sur le Milieu Marin (DCSMM), les États membres se sont engagés à atteindre d'ici 2015 un bon état écologique des masses d'eaux et des différents écosystèmes marins. L'évaluation et le suivi du statut environnemental du coralligène a donc nécessité de mettre en place des mesures adaptées à cet habitat. C'est ainsi que dans le cadre de RECOR, 150 stations coralligènes sont étudiées tous les trois ans afin de suivre une cinquantaine de descripteurs permettant de définir l'état de santé de cet habitat en lien avec la qualité des eaux côtières... L'objectif est de savoir si les investissements importants engagés sur les rejets en mer, la qualité des fleuves, les usages, etc., permettent une amélioration de la qualité des masses d'eau et donc des habitats marins. L'objectif est également d'enrichir nos connaissances biologiques, écologiques et cartographiques, connaissances notamment utiles aux gestionnaires d'espaces marins afin de protéger cet écosystème unique et fragile.

DANS LE CADRE DU RECOR, 150 STATIONS CORALLIGÈNES SONT ÉTUDIÉES TOUS LES TROIS ANS AFIN DE SUIVRE UNE CINQUANTAINE DE DESCRIPTEURS.

Réduire l'impact des ancres sur les herbiers

Pierre Descamp, biologiste marin, société Andromède Océanologie



Un problème important sur lequel on peut agir

Les ancres de bateaux causent des dégats importants aux herbiers et cet impact est d'autant plus fort que la taille du bateau augmente. Or la plupart des marins sont des amoureux de la mer disposés à éviter de la dégrader. De plus, ils savent bien que les herbiers font de mauvais mouillages. L'ancre dérape, s'engorge de feuilles, perdant parfois soudainement toute efficacité.

Mais la nuit ou au-delà d'une dizaine de mètres de profondeur, le capitaine ou le plaisancier ne peut voir la nature du fond sur lequel il pose son ancre. Difficile dans ces conditions d'intégrer ce paramètre dans le choix d'un mouillage. C'est la raison pour laquelle nous avons imaginé l'application Donia : pour donner à chaque marin un outil simple afin de mieux choisir son lieu de mouillage sans dégradation de l'environnement.

Pourquoi est-ce important ?

La posidonie, espèce protégée qu'il est interdit de détruire, est considérée comme l'espèce « clé de voute » de la Méditerranée. Elle nous rend gratuitement de multiples services :

- Stabilisation des plages contre l'érosion
- Production d'oxygène
- Séquestration de carbone
- Régulation du climat
- Réservoir de biodiversité
- Production halieutique
- Epuration de l'eau



Impact d'une ancre

La solution : l'appli DONIA®

DONIA est une application Smartphone/tablette qui permet à tout plaisancier ou capitaine de yacht de se positionner par rapport à la nature des fonds et d'éviter d'ancrer dans les herbiers sous-marins de Méditerranée. Cette appli innovante dispose de fonctions annexes de première utilité :

- Donia fournit un panel d'alarmes anti-dérapage et anti-collision (au mouillage) qui augmentent la sécurité des navires.
- Donia offre la possibilité aux utilisateurs d'acquérir des cartes de bathymétrie très haute résolution et en 3D.

Enfin Donia est un outil communautaire. Les utilisateurs peuvent recevoir des informations de la part des gestionnaires de sites protégés tels que les sites Natura2000 ou les parcs marins.

Avis d'expert 3



10 ans de travail pour réaliser les cartes DONIA®

Depuis 2005, un vaste chantier de cartographie des fonds marins a été entrepris sur les côtes françaises et en particulier en Méditerranée. Le but premier de ces cartes était scientifique, leurs destinataires étaient les équipes de recherche et les gestionnaires de sites protégés. La société Andromède Océanologie, éditrice de Donia, a été au cœur de ce travail en réalisant la majeure partie de ces cartes grâce à des instruments de pointe tels que des sonars latéraux ou des sondeurs multifaisceaux mais aussi en passant des milliers d'heures en plongée à recenser la faune et la flore et évaluer leur état de santé.

" Donia rejoint parfaitement nos valeurs de navigation en responsabilité vis-à-vis des autres et de l'environnement. "
Jean-Pierre Glasser, Président des Glénans

Explorer et cartographier les PAYSAGES SOUS-MARINS

Laurent Ballesta, société Andromède Océanologie



Imaginons une Méditerranée à marée basse pour quelques instants. Nous pouvons enfin contempler ses prairies, ses récifs, ses déserts. Le contraste entre la terre et la mer est saisissant. Pas d'arbres, peu de végétation en dehors des posidonies qui ne s'étendent pas au-delà de 40 mètres de profondeur. Des rochers non pas nus mais au contraire richement colonisés et multicolores. L'essentiel des espèces nous apparaît à moins d'un kilomètre du bord, formant un mince trait de vie avant de vastes étendues désertiques. La richesse tout autant que l'exigüité de ce patrimoine nous saute aux yeux. Cette vision nous ne l'aurons bien sûr jamais et cela nous pose un réel problème de compréhension de ces territoires immergés. Comment aimer, gérer et protéger un paysage que personne n'a jamais vu ? Nombre de négligences, d'erreurs ont été commises du fait de cette ignorance. C'est afin de résoudre cette difficulté intrinsèque au milieu marin qu'ont été réalisées les premières cartographies des écosystèmes marins à grande échelle dès les années 70. Leur objectif principal est de définir, localiser et évaluer l'état de santé des différents habitats marins avec une précision suffisante pour avoir des utilisations concrètes telles que localiser les sites présentant un enjeu fort de conservation, suivre l'impact d'un aménagement ou d'un rejet de station d'épuration, construire un plan de gestion d'une aire marine protégée, etc. Au fil du temps ces cartographies, de plus en plus précises se sont imposées pour devenir l'un des outils essentiels permettant d'apprécier l'hétérogénéité des milieux, la répartition des espèces ou encore pour identifier les corridors écologiques, ces espaces qui assurent la liaison entre les différents habitats vitaux d'une espèce ou d'une population. Plus de trente années de cartographie ont été nécessaires afin de venir à bout de nos 1 700 km de côtes de manière globalement satisfaisante et ce travail est à peine achevé. C'est une tâche titanesque qui a nécessité des outils modernes d'océanographie (sonar latéral, sondeur multifaisceaux) et des milliers d'heures de plongée passés à vérifier visuellement la nature et l'état de santé des fonds marins.

UN TRAVAIL COLOSSAL D'EXPLORATION, DE CARTOGRAPHIE ET D'ILLUSTRATION QUI N'EST PAS ACHEVÉ.



LA CARTOGRAPHIE, CONSULTABLE SUR WWW.MEDTRIX.FR PRÉSENTE LA NATURE DES FONDS MARINS JUSQU'À 100 MÈTRES DE PROFONDEUR.

La cartographie permet de voir l'étendue des herbiers marins mais également les zones dégradées suite par exemple à l'ancrage des navires. On y voit également l'étendue du coralligène, nos récifs à corail qui se développent à des profondeurs bien souvent inviolées. La persistance des dégradations (on voit encore parfaitement l'impact des bombes de la seconde guerre mondiale sur les petits fonds vers Porquerolles ou Bandol) nous interpelle sur la faible résilience des habitats marins : toute dégradation persiste longtemps au détriment des générations futures. À travers cette cartographie, une étape majeure de connaissance a donc été franchie et permet d'ouvrir de nouveaux horizons scientifiques. Peut-on restaurer les écosystèmes dégradés ? Comment ? De quelle manière va évoluer la répartition des habitats marins en lien avec le changement climatique ? Autant de champs de recherche et d'innovation ouverts aux océanologues de demain.

Avis d'expert 7

Suivre l'évolution à long terme
DES HERBIERS DE POSIDONIE

Julie Deter, Docteur en écologie marine, Maître de conférences associé à l'Université des Sciences de Montpellier et chef de projets Recherche & Developpement à Andromède Océanologie.

La posidonie *Posidonia oceanica* est une plante à fleurs protégée vivant uniquement en mer Méditerranée. De la surface à quarante mètres de fond, elle constitue des prairies sous-marines aux rôles écologiques (frayère, nurserie, alimentation, oxygénation, séquestration de carbone) et économiques (protection du littoral, pêche, épuration de l'eau) majeurs. Les services rendus par cet écosystème sont estimés à au moins 800 millions d'euros par an mais pourraient atteindre plusieurs milliards par an selon certains économistes. Malgré une vitesse de croissance extrêmement lente (moins de 5 cm par an en moyenne), les prairies recouvrent 3,5 à 3,7 millions d'hectares en Méditerranée, dont 62 350 hectares en France (Corse incluse). Certaines colonies seraient âgées de 80 000 à 200 000 ans, ce qui fait de la posidonie l'organisme vivant le plus « vieux » de notre planète. Sensible à toute modification de son environnement et notamment à la turbidité de l'eau, la salinité ou les courants, le suivi de la posidonie nous renseigne sur la bonne qualité des eaux côtières. Le réseau TEMPO (www.observatoire-mer.fr/tempo.html) a justement pour objectif de suivre -état de santé, cartographie- une soixantaine d'herbiers le long des côtes françaises méditerranéennes. Depuis les années 60, la surface des herbiers diminue, notamment aux alentours des grandes zones urbaines. L'évolution des herbiers est principalement étudiée à petite échelle de temps (une ou quelques années) ou d'espace (baie, golfe), il est donc difficile de connaître l'ampleur réelle des régressions. Toutefois, une étude récente du littoral de Provence-Alpes-Côte-d'Azur comparant des photographies aériennes historiques datant des années 1920 (avant l'artificialisation de la côte), à des images actuelles, permet d'analyser les changements de surface des herbiers (réseau SURFSTAT). En 90 ans, les limites des herbiers de posidonie situées entre 0 et 15 m de profondeur sont restées à 86 % identiques. Par contre, on observe près de 14 % de régression en 90 ans

LA POSIDONIE EST L'ORGANISME VIVANT LE PLUS « VIEUX » DE NOTRE PLANÈTE.







En digne méditerranéenne, la posidonie produit un fruit qui ressemble à une olive

Avis d'expert 8



500 M² D'HERBIER PERDU PAR JOUR !

(ce qui équivaut à 500 m² d'herbier perdu par jour !), principalement à cause de la construction d'infrastructures côtières (digues, ports, plages). Les rejets d'égouts en mer, les fermes aquacoles et les ancres des bateaux ont aussi un impact négatif démontré. Lueur d'espoir, des recolonisations ont pu être observées sur la côte du littoral des Maures mais elles sont ponctuelles et extrêmement lentes. Dans les années 2000, l'aire de distribution globale de la posidonie avait diminué de 10 % en 100 ans. La restauration de ces herbiers par repiquage de plantules n'est toujours pas maitrisée (forte mortalité) et la faible vitesse de croissance de la plante fait que des centaines d'années seront nécessaires pour retrouver l'état initial ; pour preuve, des trous d'obus datant de la seconde guerre mondiale sont toujours visibles vers Toulon et Bandol en 2014 ! C'est donc dans la maîtrise du foncier, l'amélioration de la qualité des eaux, et la prévention par la sensibilisation des usagers que réside le futur des herbiers de posidonie.

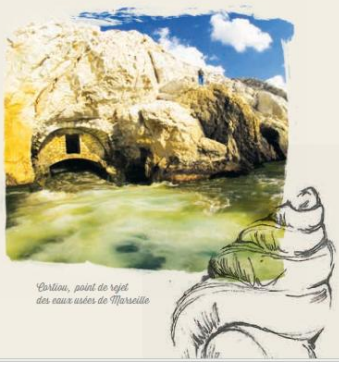
Traiter et décontaminer
LES EAUX CÔTIÈRES



Pierre Boissery, expert milieu marin, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse

Les préoccupations en matière d'assainissement ne sont pas récentes. L'histoire nous montre que les romains, il y a plus de 2 000 ans, collectaient déjà les eaux usées pour les envoyer le plus loin possible de l'endroit où ils habitaient. Les premiers réseaux d'assainissement sont vraisemblablement nés à cette période.

Au début des années 1980, sous l'impulsion de la communauté scientifique, l'intérêt pour la protection du milieu naturel voit le jour. Les pouvoirs publics prennent en compte dans leurs décisions la nécessaire protection de la mer Méditerranée, de ses habitats et de ses espèces remarquables comme la posidonie, et ceci au-delà des aspects sanitaires qui restent la priorité en matière d'assainissement. Les stations d'épuration sont construites. Elles doivent protéger la mer. De nos jours, le littoral méditerranéen français comptabilise 233 stations d'épuration. Mais ces stations ne sont rien sans des réseaux d'assainissement et des modalités de rejet dans le milieu adaptés. Car au-delà du traitement des eaux, le réseau d'assainissement doit permettre d'acheminer correctement les eaux sales à l'usine de traitement et ceci sans aucune fuite. À la sortie de la station, l'émissaire doit garantir un point de rejet des effluents qui impacte *a minima* le milieu naturel tout en protégeant un maximum les usages en mer. Depuis près de 35 ans, la qualité des eaux marines s'est améliorée de façon significative, notamment pour la bactériologie et la contamination par les principaux métaux lourds comme le plomb ou le cadmium.



Cortiou, point de rejet des eaux usées de Marseille

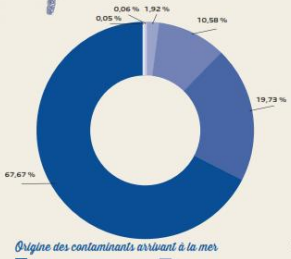




Pour autant, il serait utopique de croire que l'on épure ou que l'on pourrait épurer la totalité des eaux usées :

- Les stations d'épuration et plus précisément les procédés d'épuration qu'elles mettent en jeu n'ont pas pour vocation et ne sont pas en capacité de tout nettoyer. Une station d'épuration de type biologique (niveau d'équipement obligatoire défini par la réglementation actuelle) permet de « traiter » la pollution organique, les matières en suspension, certains métaux lourds, molécules organiques, détergents, produits pharmaceutiques, bactéries, etc. Cette pollution se retrouve dans les boues d'épuration dont il faut se débarrasser ce qui pose d'autres questions environnementales. La pollution restante, dont les produits de la dégradation des molécules et certaines bactéries, est rejetée en mer.
- Toutes les eaux ne sont pas collectées et les stations d'épuration ne constituent pas la principale source d'apports à la Méditerranée. Le Rhône, les cours d'eau côtiers, les industries, les zones portuaires et le ruissellement des bassins versants ont aussi leur part de responsabilité. Ces contributions relatives ont

Avis d'expert 11



Origine des contaminants arrivant à la mer

Rhône
Cours d'eau
Bassins versants
Rejets industriels
Rejets urbains
Rejets portuaires

été estimées récemment pour les principaux contaminants et les résultats montrent que le Rhône, les cours d'eau côtiers et les bassins versants côtiers contribuent à près de 98 % aux apports de contaminants arrivant à la mer. Si les efforts consentis ces dernières années sur l'assainissement des eaux usées ont porté leurs fruits, la poursuite de la dépollution du grand fleuve, des cours d'eau tout comme la maitrise raisonnée des apports par temps de pluie constituent aujourd'hui un enjeu majeur. Cela démontre une nouvelle fois la responsabilité des acteurs de « l'intérieur des terres » et le besoin de solidarité pour l'avenir de la Méditerranée.

Suivre l'état de santé DU MILIEU MARIN

Gwenaëlle Delaruelle, chef de projet, société Andromède Océanologie



MEDTRIX est une plateforme cartographique web innovante qui présente et synthétise les résultats de la surveillance de la qualité du milieu marin en Méditerranée française organisée par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse.
Les résultats présentés dans MEDTRIX concernent la surveillance de la posidonie (réseau TEMPO), du coralligène (réseau RECOR), la modélisation des pressions humaines (réseau ANTHROPO-MAP), des observations par avion (réseau MEDOBS), et enfin permet de visualiser la cartographie continue des habitats sous-marins (DONIA®).
RECOR est un réseau de surveillance des peuplements coralligènes. Il couvre toute la côte méditerranéenne française et comprend 150 stations réparties entre 17 et 90 mètres de profondeur de Cerbère à Bonifacio.
TEMPO recueille des données sur l'herbier de posidonie et étudie son évolution dans le temps et dans l'espace. 60 sites sont suivis entre 5 et 40 mètres de fond.
Anthropo-map présente la modélisation de six pressions humaines à l'échelle de la Méditerranée française : aquaculture, ancrage des bateaux, rejets des eaux usées en mer, aménagements côtiers, occupation du sol et population littorale. Le logiciel calcule et permet de visualiser l'étendue et l'intensité des pressions humaines sur notre littoral.
MEDOBS recense des observations directes faites par avion concernant certaines espèces emblématiques (mammifères marins, thons) et des activités humaines telles que la pêche, la plongée, la plaisance.
Les pollutions visibles sont aussi recensées (déchets, hydrocarbures).
DONIA® présente la carte continue des habitats marins au 1/5000e entre 0 et 50 mètres de fond.
L'utilisateur peut afficher sur **MEDTRIX**, en plus des cartes des habitats marins, des isobathes (données de profondeur) et des photographies géo-localisées.
MEDTRIX met donc à disposition des utilisateurs des bases de données sur ces différents réseaux.
Pour chaque projet on accède en ligne (**www.medtrix.fr**) à une carte générale. Elle comprend une légende avec possibilité d'afficher différentes données, des fonctions pour choisir le zoom et l'échelle de la carte, et un menu permettant à l'utilisateur de se localiser selon une zone géographique (région, masse d'eau, site).
Plusieurs fonctions sont disponibles pour chaque projet comme imprimer une carte, mesurer des longueurs ou des périmètres, ou encore comparer des stations (par exemple le pourcentage d'envasement sur le site, l'abondance en éponges ou les gorgones, etc.) pour chaque station. Ainsi 30 paramètres peuvent être comparés dans le projet RECOR et 4 pour TEMPO selon l'échelle de comparaison choisie par l'utilisateur (Méditerranée, région ou masse d'eau).
Les utilisateurs de **MEDTRIX** ont des profils variés (gestionnaires, chercheurs, ingénieurs, usagers de la mer). Ils trouvent dans cet outil une information à jour sur la qualité des eaux côtières et des données à grande résolution spatiale pour suivre l'état de santé des écosystèmes marins.





Ancrer comme comme on ferait un baise-main

" Ainsi, toujours poussés vers de nouveaux rivages,
Dans la nuit éternelle emportés sans retour,
Ne pourrons-nous jamais sur l'océan des âges
Jeter l'ancre un seul jour ? "
Alphonse de Lamartine





L'île de Riou, non loin de Marseille



Posidonie, graine germée



Deux situations pour un même bonheur...

- Milieu de matinée d'été et de plein soleil, vous approchez de la crique de vos rêves pour profiter d'une journée de baignade, de déjeuner sur le pouce et de rires d'enfants : sentiment de plénitude.
- Fin d'une journée d'intense navigation, atterrissage. Durant tout le jour, bruit et chahut au gré des vagues (d'après le Littré, chahut : danse assez peu décente pour que la police l'interdise dans les lieux publics). Passé le dernier cap, tout se fait calme, paisible. Vous avez enfin trouvé votre mouillage pour la nuit : sensation de sérénité.

Dans les deux cas vous allez toucher le fond et pour une fois ce sera une bonne nouvelle : il est l'heure de jeter l'ancre. La main sur la télécommande du guindeau, il faut évaluer la distance à la côte, la proximité des voisins, anticiper l'évitage, scruter le profondimètre, surveiller la chaine qui file et ranger vos doigts de pieds (surtout ne pas mélanger les deux). Tout cela n'a rien de simple.

Une bonne manière de tout gâcher...

Et voilà. Vite fait bien fait. L'ancre est jetée. Tout le monde en maillot de bain ! Hélas tout à coup c'est le doute : ça tient ou ça ne tient pas ? Ça ne tient pas. *« Ça dérape, je te dis que ça dérape ». « On était là et maintenant on est là ».* Enervement. Reproches. Tout est à recommencer. L'ancre est de nouveau à bord, gorgée de feuilles de posidonie. C'est que l'on a négligé la nature du fond et mouillé sur l'herbier, ce qui a le double inconvénient d'être mauvais pour la sécurité et pour l'environnement. Alors l'ancre, impitoyable, punitive, a dérapé *« et l'on sent, - n'ayant rien fait, mon Dieu, de vraiment mal ! Mille petits dégoûts de soi, dont le total ne fait pas un remords, mais une gêne obscure »*... Il y avait mieux à faire et on le sait.

Ou de le prolonger...

Recommençons. Hâtons-nous avec lenteur. Cette fois on a visé la tâche de sable « qui va bien » et pour la longueur de chaine ce sera quatre fois la profondeur, comme dans le manuel. Le bateau recule gentiment, puis ne recule plus. Les voisins sont à bonne distance et les alarmes mouillages sont en route. Si l'on enfile son maillot, c'est pour aller visiter son ancre, que l'on sait d'avance parfaitement disposée. Au sentiment de sécurité s'ajoute alors celui du travail bien fait. *« La satisfaction intérieure est en vérité ce que nous pouvons espérer de plus grand »* disait Spinoza. À cet instant on est bien d'accord avec lui. Mais qui savait que les grands philosophes s'accordaient si bien aux petits barbotages ?

VIII.2 PUBLICATION MEDTRIX

Data paper submitted to Marine Pollution Bulletin

Title: **Medtrix: a cartographic database concerning marine ecology and anthropogenic pressures along the Mediterranean coast**

Authors: Holon Florian[a,b] , Delaruelle Gwenaelle[a], Boissery Pierre[c] and Deter Julie[a,b,*]

Author affiliations:

[a] Andromède Océanologie, 7 place Cassan, 34280 Carnon, France. E-mails: florian.holon@andromede-ocean.com; julie.deter@andromede-ocean.com

[b] Université de Montpellier 2 / Institut des Sciences de l'Evolution (ISEM) - UMR 5554 CNRS - IRD, Campus de l'Université de Montpellier 2, 34095 Montpellier cedex 5, France.

[c] Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, Délégation de Marseille, Immeuble le Noailles, 62 La Canebière, 13001 Marseille, France. E-mail: pierre.boissery@eaurmc.fr

*Corresponding author

Julie Deter

Andromède océanologie

7, place Cassan

34280 carnon

E-mail: julie.deter@andromede-ocean.com

Phone number: + 33 4 67 66 32 48

Abstract

Mediterranean sea concentrates important and paradoxical stakes: conserve a biodiversity hotspot and provide ecosystem services for a growing and already huge local and touristic population. In this context, it is even more essential to analyze species and habitat distribution, environmental variables and human threats but also their correlates, and likely consequences. The spatial distribution of anthropogenic pressures is particularly interesting because this is the basis of numerous other studies: ecological indicators development, species distribution analysis, reserve design, conservation plan…But the data that we need in order to provide relevant spatial resolution for management considerations are still lacking or not easy to reach. Here we describe Medtrix (http://www.medtrix.fr), a cartographic platform that regroups different databases made available for marine professionals: scientists, managers and stakeholders. This meta-database is the first one available at such a good resolution (20 m for the anthropogenic pressures) all along the French Mediterranean coast and along some other countries (Tunisia, Italia). These data concern for now anthropogenic pressures (man-made coastline, boat anchoring, wastewater, coastal population density, aquaculture, land use), 1:5000 seabed habitat maps, marine mammals observations but also the monitoring of the two most important ecosystems in Mediterranean sea: Posidonia oceanica seagrass (presence/absence, vitality) and coralligenous habitat (presence/absence and diversity data). The platform proposes different functionalities like editing maps or directly

comparing sites. One of these databases is already the basis of a management tool (DONIA® application) which helps yachtsmen to anchor in a safe (environment and security) way.

Key words: coastal water quality; ecological quality; seascape ecology; coastal development;

urbanization consequence; marine habitats; human-driven impacts modeling

1. Introduction

Conservation biology interests in addressing the biology of species, communities and ecosystems that are directly or indirectly perturbed by human activities or other agents in order to preserve biodiversity. Multidisciplinary science in essence, it appeals to population biology, environmental monitoring, biogeography but also management or public policy for examples (Soulé 1985). Thus, it comes up against the difficulties to have available, at the same time, data from different fields, a spatial resolution relevant for management considerations and the appropriate analysis tools. This is even more complicate for marine ecosystems still more unknown than their terrestrial counterparts despite the widespread impacts of human activities on the oceans (Selig et al. 2014). Large-scale data are more and more available concerning biodiversity data (Kaschner et al. 2013) or human threats (shipping traffic and port data, pollutions (urban run-off, pesticides) (Halpern et al. 2008), invasive species (Lasram and Mouillot 2009), aquaculture (Coll et al. 2011) or cumulative impacts (Micheli et al. 2013) but the resolution remains low (mostly 0.5 ° (=75 km) or sometimes 0.1° =15 km). The combination of modeled spatial distributions of 12,500 species with spatial information on cumulative human impacts revealed that Mediterranean sea should be a priority for marine conservation (Selig et al. 2014).Indeed, representing 0.8 % of the oceans but harboring 7 to 8 % of the known marine species (around 17000 species), Mediterranean sea is a biodiversity hot spot (PNUE/PAM-Plan Bleu 2009; Coll et al. 2010). At the scale of the basin, biodiversity would globally decrease from northwestern to southeastern regions and from coastal areas to deeper ones (Coll et al. 2010). Changes in habitat (loss and degradation), followed by fishing impacts, pollution, climate change, eutrophication, and alien species are the most important threats and affect the greatest number of taxonomic groups. All these impacts are expected to be more and more important in the future, especially climate change and habitat degradation (Coll et al. 2010).

Two ecosystems contribute to the most part of Mediterranean marine biodiversity, productivity and ecosystem services: Posidonia oceanica (L.) Delile seagrass beds and coralligenous reefs (PNUE/PAM-Plan Bleu 2009). P. oceanica is an endemic marine phanerogam from Mediterranean sea growing between 0 and 40 m deep. It constitutes sub-marine meadows with essential ecological roles: primary production, oxygen production, water transparency by trapping particules in suspension, base of numerous food chains, spawning areas, nursery, shelter against predators or permanent habitat for thousands of animal and plant species (Boudouresque et al. 2012). *P. oceanica* is a biological element used to measure the ecological status of coastal water bodies according to the Water Framework Directive (WFD, 2000/60/EC). Coralligenous reefs are found between -12/-50 and -40/-120 m deep depending on the water transparency (Ballesteros 2006). They consist of biogenic blocks built by calcareous algae and animal builders such as bryozoans, serpulids, cnidarians, mollusks, sponges, crustaceans and foraminifera and secondarily colonized by many other animals and plants (Ballesteros 2006). Threatened by numerous human activities (PNUE/PAM-Plan Bleu 2009), P. oceanica and coralligenous ecosystems are recognized as natural habitats of communitarian interest, whose conservation requires the designation of Zones of Special Conservation at European level (92/43/CE Habitat Directive, habitat codes 1120 : Posidonia beds and 1170-14: Reefs, coralligenous assemblage).

If everyone agrees that some progress has been made in the past 30 years in marine ecology conservation, greater effort will be required to reach the same level of practical benefits to coastal

management than for terrestrial conservation (Pittman et al. 2011). Here, we fill in a gap by making available seabed habitat maps and ecological data concerning the two most important Mediterranean marine ecosystems (Posidonia oceanica seagrass and coralligenous habitat), but also anthropogenic pressures (man-made coastline, wastewater, population density, aquaculture, boat anchoring, land use, macrowaste, hydrocarbon pollution localization and/or impact). Here we describe Medtrix, a cartographic platform that regroups different databases made available for marine ecologists. This meta-database is the first one available at such a good resolution (20 m for the anthropogenic pressures) all along the French Mediterranean coast and along some other countries (Tunisia, Italia). In this paper, we will first describe the functionalities of this cartographic platform before briefly presenting each database.

2. Overview

Medtrix is a cartographic platform that regroups different databases made available for professionals: marine ecologists, stakeholders and marine site managers or administrators. These databases (called "projects" on the platform) concern: water quality monitoring networks (RECOR, TEMPO), pressure monitoring networks (Anthropo-map, MEDOBS) and a seabed habitat description (DONIA® expert with its so-called application). Moreover, other databases are expected in the future. The methodologies used for each project are detailed on the website http://www.observatoire-mer.fr/en/. Thus we describe briefly thereafter the functionalities of the cartographic platform and then the procedures used for the acquisition and mapping of data for each database.

The data hosted by Medtrix are only disabled for logged-in people trough the "connection" index at http://www.medtrix.fr/. Interested people need thus previously to freely create a count at the homepage by clicking on « inscription ». For the moment (August 2014), 338 professionals are registered on Medtrix.fr and we count two new users, 55 connections and 40 prints of maps every day. Data made available on the platform Medtrix are provided according to the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial-NoDerivs 3.0 Unported License.

3. Medtrix operations

Medtrix uses the open source application LizMap, a complete solution for the publication of QGIS maps on the web. The basic operations of Medtrix consist of making available different databases (projects) related to the Mediterranean coastal water quality and proposing dynamic and cartographic results. Once the user is logged-in, he can choose the project he wants to open. For each project, the user can choose between get to the map showing the results or read a brief description providing an abstract, the data sources, the map projection and the geographic extent.

3.1. Basic Data mapping

Each map displays localization options by layer (region, site, water body, …), a legend, dynamic functions (zoom, scale, localization) and pictograms corresponding to different menus and tools (Fig.1a). The choice of the variables that can be displayed on the map depends on the project (see 4). In the legend, the user can choose the variables he wants to display on the map (Fig.2a); the color correspondence appears after a click on the arrow and the definition of each variable can be displayed in a reactive window. The different functions of the menu (Fig. 1b) permit to access to the homepage, display the map without legend and localization, display or close the localization index, display information concerning the project, compare stations, print a pdf of the map at the chosen scale (Fig.2b), measure areas, perimeters or lengths and geolocalized your position via the web navigator. Moreover, pop-up windows linked to each sampling point inform also the user on

the characteristics of the sites: water body, pressure sources, date of sampling, local picture, a link to see the photographic quadrats, etc.

3.2 Compare stations

Stations sampled respectively for TEMPO and RECOR may be compared through the function "compare" of the menu. The user can choose the scale (Mediterranean, region, water body) used for the comparison and the stations (visible on the map) he wants to compare within a project. A click on "generate" creates a table in a new window (Fig.3). Each parameter (30 for RECOR, 4 for TEMPO) presented within the table, is associated with a graphic cursor repositioning the observed value within the chosen spatial scale (minimum, maximum and average values observed in Mediterranean, the region or the water body). These tables can be exported as pdf.

4. Projects

4.1. MEDOBS. This network identifies and positions pressures (activities and pollution) undergone by the Mediterranean sea since 2010 with the help of a sophisticated numeric video camera taken on a plane. Activities are divided in fishing, diving and nautical sports practice while the different researched pollution categories are dirty waters, macro-waste and hydrocarbon pollution (Fig4). Since 2012, data concerning marine mammals and tuna are also referenced. MEDOBS' objectives are not to follow the uses with a fine and exhaustive way but to appreciate pressure occurrence on the territory in order to better identify stake areas (biocenose alteration, social manners conflicts …) and organize the manners. The monitoring was initially realized along the French Mediterranean coast (3 nautical miles) but extends offshore (Pelagos sanctuary and canyon heads) since 2014. Data acquisition is annual, with a low rate of flights during winter and a higher rate in summer, high frequentation period of the Mediterranean water plan. With Medtrix, the user can visualize the position of identified pressures with date and hour of observation (1400 points in August 2014).

4.2. Anthropo-map. This project aims for the development of spatial models for a better understanding of the links between anthropogenic pressures and the ecological status of coastal ecosystems. It consists in modeling at a large-scale (French Mediterranean) the spatial extent of anthropogenic pressures impacts on the marine environment. Six different pressures (bases on quantitative data) are visualized for their spatial extent: aquaculture (total area of the farms), boat anchoring (number and size of boat observed during summer), sewage (capacity, output), man-made coastline (big harbours / harbours / artificial beaches, ports of refuge / pontoons, groins, landfills and seawalls areas), land use (proportion of natural areas, urbanized lands, farmlands) and costal population density (Fig.2a). Data concerning the origin and intensity of these pressures come from a database supplied by Agence de l'eau RMC and Ifremer completed by MEDOBS data and an analysis of Google Earth maps but also MEDAM (MEDAM 2014), CORINE land cover (http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-ligne/li/1825.html) and INSEE (http://www.insee.fr/fr/). Models are built using ArcGIS 10 (ESRI) with a 20-m distance matrix, and we apply a pressure curve with a negative exponential shape ranging between 100 % (origin) and 0 % (no impact anymore) to each type of pressure. The spread modalities of the pressures take the bathymetry (data from SHOM and Andromède Océanologie) into account and are defined after a literature synthesis and expert judgment. Details concerning these models and their use for the prediction of seagrass meadow distribution are described in a paper under progress.

4.3. RECOR. RECOR is a monitoring network for coralligenous assemblages using a non-destructive methodology (Andromède océanologie 2013a). RECOR's objectives are to collect data describing the state and functioning of the coralligenous habitat and follow their changes in time and space. It

covers the entire French Mediterranean coast with at least one site per water body. RECOR includes thus 157 stations regrouped in 86 sites (several stations = sampling depths per site) localized within the coralligenous habitat distribution known from DONIA (see thereafter). Fifty-four sites (93 stations) are located in the French Provence-Alpes-Côte-d'Azur (PACA) region, five in Languedoc-Roussillon (L-R, 7 stations) and 27 in Corsica (57 stations). These stations are distributed between 17 and 90 meters deep and are monitored every three years at the end of spring (June). The stations were chosen in order to represent different environmental conditions with a minimum of one site per water body (body of water having relatively homogeneous physical-chemical characteristics following the Water Framework Directive (WFD, Directive 2008/56/EC)).At each site, GPS coordinates are collected from the boat. They correspond to the location of a steel spike (50 cm long) set within the coralligenous reef and marking the beginning of the deepest transect. Coralligenous assemblages (sessile organisms) are described from photographic quadrats taken at each station by a CCUBA (Closed Circuit Underwater Breathing Apparatus) diver. A compass and a depth meter are attached to the quadrat in order to keep homogenous the orientation (North at 12h) and depth for the photos. Each station is sampled using 30 photographic quadrats (50 x 50 cm) along a 40 m-long transect as described in (Deter et al. 2012b). Each picture is analyzed by a single person using 64 random points via CPCe 4.1 "coralligenous assemblages version" (Kohler and Gill 2006) for the estimation of the percentage of the total area covered by each taxa. Necrose are specified for each point when it was relevant (for encrusting red algae, gorgonian and erect bryozoans). Non-living parameters like sludge, biological debris and cavity percent covers are estimated by the same way. All living organisms are finally expressed in relative abundances corresponding to their frequency considering sessile living organisms only (extraction of non-living parameters and mobile organisms like fish and crustaceans). Stations, sites, water bodies are visible on the map. In correspondence with each station, points colored in function of their value are available for the coralligenous assemblage index (CAI, see Deter et al. 2012a), the percent cover of sludge, the relative abundance of major builders (encrusting red algae, Peyssonnelia sp, encrusting bryozoan, Scleractinian, Leptopsammia pruvoti, Miniacina miniacea, Myriapora truncata, Pentapora fascialis) and the relative abundance of disturbing species (filamentous algae, Codium bursa, Asparagopsis sp, Womersleyella setacea, Caulerpa taxifolia and Caulerpa racemosa). With the help of a graphic indicator, the user can also compare 30 variables per stations (Fig.3a): Simpson and Shannon indices, CAI, cover percentage of living organisms, cover percentage of non-living organisms, sludge, biological remains, crevice, necrosis but also the relative abundance of major builders, disturbing species, erect bryozoans, encrusting bryozoans, Mesophyllum sp, Lithophyllum sp, erect Peyssonnelia sp, encrusting Peyssonnelia sp, Axinella sp, massive sponges, encrusting sponges, echinids, gorgonians, filamentous algae, Cliona sp, Cystoseira sp, Corallium rubrum, Womersleyella setacea, Caulerpa taxifolia, Caulerpa racemosa and Filograna sp. These variables regroup important taxa in terms of abundance, functioning, sensitivity to pressures and/or water quality (Andromède océanologie 2013a).

4.4. TEMPO. TEMPO is a monitoring network that collects descriptive data concerning Posidonia oceanica beds dynamics and studies their evolution in time and space. Since 2011, 60 sites (100 m² in average) between 5 and 40 m depth are monitored all along the Mediterranean French coast at a rate of one third of the coast per year. Each TEMPO site is monitored at the end of spring (June). The non-destructive method chosen for the monitoring is detailed in Andromède océanologie (2013b). Three types of data are sampled at the lower limit: a general description of the site (research of disturbances, (Blouet et al. 2011; Lepareur 2011), a centimeter accuracy map using acoustic telemetry (Descamp et al. 2011) and stationary measurements of vitality (limit type (Meinesz and Laurent 1978; Montefalcone 2009), density per m² and dislodging (Boudouresque et al. 2012)). The depth, type and shoot density at the lower limit are then used to calculate Ecological Quality Rates (EQR) modified after Lopez y Royo et al. (2010). From June 2014, the Posidonia oceanica Rapid Index, PREI (Gobert et al. 2009) is also calculated at several sites. Medtrix allows the user to directly visualize EQR on the dynamic maps while the precise maps done

with acoustic telemetry for the lower limits can be downloaded after a click on the corresponding TEMPO site (Fig.5).

4.5. DONIA®expert. It makes available a 1:5000 map for seabed habitats using ten classes: Cymodocea seagrass, Posidonia seagrass, dead matte association, infralittoral shingle association, infralittoral soft bottoms, infralittoral algae, coralligenous habitat, offshore rocks, circalittoral soft bottoms, artificial habitats (Fig.6). The user can also display isobaths (every ten meters from 0 to -50 m) and pictures illustrating the different marine habitats and species. Besides the complete French Mediterranean coast (L-R, PACA, Corsica), several Mediterranean islands are concerned in DONIA®expert: Galite archipelago in Tunisia, Zembra island in Tunisia and Tavolara - Punta Coda Cavallo in Sardinia (Italy). This work pools and homogenizes the maps built in the framework of numerous programs: DONIA (Andromède Océanologie), CARTHAM - AAMP (GIS Posidonie, Sintinelle, Stareso, Evemar, Andromède océanologie), PIM (Conservatoire du littoral, Agence de l'eau RMC), MEDBENTH (IFREMER). Campaigns were led between 2010 and 2014 using Aerial photography (in order to see the spatial extent of habitats in shallow waters), multi-beam echo-sounder surveys (to draw the bathymetry), side-scan sonar surveys (used in more turbid and deeper waters), sonar information post-treatment (in order to determine potential presence and covering of underwater habitat representation), production of a preliminary cartography which is then validated by diving sessions 'ground truth' (field work) (Andromède Océanologie 2014). A simplified database called DONIA® intended for general public is also available on Medtrix without any login. The same regions are concerned but habitats were simplified into four classes (seagrass, dead matte, sand, rock) instead of ten. This simplified dynamic map is freely accessible to all though DONIA® application (App Store and Google play), helping boat to anchor safely outside of sensitive habitats.

4. Medtrix: uses and perspectives of uses

Since its opening in September 2013 with only two databases at the beginning, the cartographic platform Medtrix has largely expanded with six projects in August 2014. Its utility is demonstrated by its 338 professional users with varied profiles: stakeholders, managers, researchers, engineers and other ecologists. In spite of its opening in the first place, RECOR and TEMPO (respectively 1837 and 1659 views) are largely less visited than DONIA® and DONIA®-expert (8113 and 6375 views) opened three months later (Fig. 7). But the perspectives remain huge and we briefly expound them thereafter.

The success of DONIA ® is easily explained by its general public target without any log-in and the communication it beneficiated thanks to two awards received: "enterprise and biodiversity" from the French Ministry of environment and "bateau bleu" from the French nautical industrials. This success should largely increase in summer 2015 with the launch of the complete application and the communication plan it comes with it, to yachtsmen and harbors. Linked to this simplified database and proposing more general data, DONIA®-expert is thus naturally more consulted than RECOR and TEMPO. This project provides 1:5000 maps of seabed habitats between 0 and 80 m depth. Such information is so easy to obtain for terrestrial lands (Google map, CORINE land cover, etc) that we almost forget its absence under the sea (but see Andromède Océanologie (2014) for a paper or non-interactive pdf version). However it is essential in order to understand the presence and abundance of sessile and vagile species or simply plan inventory or sampling field campaigns. Coupled with environmental data, potentialities are great: management plans, niche modeling... Moreover, note that these maps are now available in two dimensions but the passage to 3D is in progress and will permit to calculate real areas covered by habitats in reliefs (Hoechstetter 2008; Andromède Océanologie 2014). This will be the aim of the next project available soon on Medtrix: SURFSTAT (Andromède océanologie 2013c). For example, 3D consideration shows that

coralligenous reefs surfaces are generally increased of 11.11 % (Pavy 2013) with certain vertical coralligenous rims underestimated of 74 % in 2D (Holon et al. 2013). Thanks to the biocenose maps performed for DONIA® we finally have access to the seabed heterogeneity in composition (relative area of different habitats) and configuration (closeness of contacts between different habitats). These are the basic data needed by an emerging disciplinary: marine landscape ecology or seascape ecology. It aims at determining the mechanisms by which spatial patterns influence key processes in ecology. It should focus in the future on identifying and mapping connections and corridors; identifying structures driving biotic assemblages and the distribution of biodiversity; or understanding the impacts of global change on seascape patterns (spatial shifts, fragmentation, loss of habitats) (Wedding et al. 2011; Boström et al. 2011; Pittman et al. 2011).

RECOR, TEMPO (and to a lesser extent MEDOBS) provide abundance and localization data for diverse species among which several ones are protected (Corallium rubrum, Pinna nobilis, P. oceanica, …). Moreover, sampling at a community scale (RECOR) permit to consider conservation questions on the base of an integrated ecosystem approach more than on some charismatic species (Fraschetti et al. 2002; Fraschetti et al. 2005). Present conservation efforts badly preserve biodiversity on an ecosystem level (Coll et al. 2011; Mouillot et al. 2011). In addition to the species unit (taxonomy) classically used, we know now that other components of biodiversity such as functional diversity and evolutionary history (phylogeny) are important to ecosystem functioning (Hooper et al. 2005; Mouquet et al. 2012; Srivastava et al. 2012) and not necessarily spatially congruent with taxonomic diversity. For example, RECOR data revealed differences between taxonomic versus functional and phylogenetic diversities according to their spatial distribution analysis at the station level revealed. In particular, no significant variation was observed over depth (30-70 m) for taxonomic diversity, whereas functional and phylogenetic diversities significantly decreased vertically.This reveals different processes in community structure and provides complementary information to identify conservation priority areas (Devictor et al. 2010; Mouillot et al. 2011). Joint analyses between abundance/diversity data brought by RECOR and environmental data classically used in marine ecology (sea surface temperature, salinity, turbidity, chlorophyll a, etc) help to understand the mechanisms involved in the heterogeneity of coralligenous outcrops (Holon et al. 2014). RECOR and TEMPO provide also less classical environmental data sampled on seabed like sand, biological remains, crevice or sludge percent covers but also the abundance of macro-waste, so many new variables describing the local state of deep stations. Finally, RECOR, TEMPO and MEDOBS meet their first objectives as they inform on the coastal water quality and provide data that help for the development of enhanced or new ecological quality indices (Deter et al. 2012b; Deter et al. 2012a).

Anthropo-map is particularly interesting for all the scientists working on the Mediterranean sea as it regroups spatial quantitative data concerning the most important pressures undergone by the basin. Some data already do exist but they are either very localized and restricted to one or some pressures (Kress et al. 2004; Forchino et al. 2011) or very extended with a higher resolution (one degree = 25 km; Halpern et al. 2008; Micheli et al. 2013). While localized studies help to define the parameters (impact distance) used for our model, large resolution works support coordinated and comprehensive actions (at a large scale) ensuring a good ecological status of waters, and considering all impacts across the basin (Micheli et al. 2013). The fine resolution of Anthropo-map (20 m) allows at last apprehending the spatial scale managers are interested in. Such maps are particularly important because these are the bases of numerous other studies as i) an help for decision by targeting areas with strong stakes: such mapping might improve and rationalize spatial management of human activities (Crowder et al. 2006). This will be done by quantifying the ecological tradeoffs associated with different human uses of marine ecosystems and identifying locations and strategies to minimize ecological impact and maintain sustainable use (Micheli et al. 2013). ii) A basis for ecological indicator development which necessitates linking pressures with ecological data and measuring the impacts of human on ecosystems (Gobert et al. 2009; Deter et

al. 2012a). iii) A predictive tool for the management of coastal areas through sensitivity mapping (Parravicini, 2012)

Understanding relationships between conflicting human uses and coastal ecosystems status: A geospatial modeling approach and/or reserve design.

5. Summary

The cartographic platform Medtrix is a prodigious source of information for a large community of scientists with varied questions. Though five different projects, it provides i) 1:5000 maps describing seabed habitats along the French Mediterranean sea et several foreign islands (DONIA® expert), ii) ecological data concerning the two most important marine ecosystems of Mediterranean: coralligenous assemblages (RECOR) and P. oceanica seagrass beds (TEMPO), iii) spatial referencing of three different pressures and marine mammals (MEDOBS) and iv) high resolution (20 m) maps modeling the origin and intensity of six different anthropogenic pressures: aquaculture, boat anchoring, sewage, costal layout, land use and costal population density (Anthropo-map). Different functionalities allow to display information concerning the project, see pictures, print a pdf of the map at the chosen scale, measure areas, perimeters or lengths and geolocalized your position via the web navigator. Moreover, stations may be easily and directly compared between each other thanks to the generation of tables and graphic cursors.

By making available all of these data, the cartographic platform Medtrix helps to evaluate the ecological consequences of spatial patterns and structural changes in the submerged landscapes of coastal ecosystems. For the first time, we have at our disposal marine ecological information at spatial scales that are operationally relevant to management.

Medtrix is continually updated and suggestions-collaborations from other researchers are welcome. Medtrix is freely available for general public via DONIA® and for all logged-in professionals (researchers, stakeholders…) for the other data bases. The databases hosted by Medtrix are disabled at http://www.medtrix.fr/ and information concerning these databases can be found at http://www.observatoire-mer.fr/en/. Data made available on the platform medtrix.fr are provided according to the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial-NoDerivs 3.0 Unported License.

6. Acknowledgements

This study and all data samplings beneficiated of a financing from the French Water Agency (Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse) in the framework of the different monitoring networks it supports. MEDOBS data are collected by Observatoire MEDOBS. TEMPO, RECOR data are collected by Andromède océanologie. Anthropo-map maps were created on the basis of data collected by Andromède Océanologie, IFREMER, INSEE, MEDAM, MEDOBS, MEDAM and SHOM. Maps available with DONIA® were created from data collected for DONIA and SURFSTAT by Andromède océanologie but also the Programm CARTHAM - AAMP (GIS Posidonie, Sintinelle, Stareso, Evemar, Andromède océanologie), and Conservatoire du littoral, IFREMER, Programm MEDBENTH. TEMPO and RECOR are part of OSU-OREME within the observation system "littoral et trait de côte". Florian Holon received a PhD grant (2013-2016) funded by LabEx CeMEB (Laboratoire d'excellence "Centre méditerranéen de l'environnement et de la biodiversité") and Andromède Océanologie. We thank all the people who participate to field work and/or map making in the framework of these monitoring networks.

7.References

Andromède océanologie (2013a) Brochure presenting RECOR, a monitoring network for coralligenous assemblages in mediterranean sea. Available at http://www.observatoire-mer.fr/en/img/recor.pdf.

Andromède océanologie (2013b) Brochure presenting TEMPO, a monitoring network for Posidonia oceanica beds in Mediterranean sea. Available at http://www.observatoire-mer.fr/en/img/tempo.pdf.

Andromède océanologie (2013c) Brochure presenting SURFSTAT, a network for marine habitats surface analysis in Mediterranean sea. Available at http://www.observatoire-mer.fr/en/.

Andromède Océanologie (2014) La Méditerranée dévoile ses dessous – Cartographie continue des habitats marins. Partenariat Agence de l'eau RMC – Andromède.

Ballesteros E (2006) Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. Oceanogr Mar Biol Annu Rev 44:123–195.

Blouet S, Lenfant P, Dupuy De La Granrive R, et al. (2011) Mise en cohérence des méthodes de suivis des herbiers de posidonies des sites Natura 2000 marins du Languedoc-Roussillon. Rapport ADENA-CNRS/EPHE/UPVD/CEFREM-CG66-AAMP,Fr 48p. 48.

Boström C, Pittman S, Simenstad C, Kneib R (2011) Seascape ecology of coastal biogenic habitats: advances, gaps, and challenges. Mar Ecol Prog Ser 427:191–217. doi: 10.3354/meps09051

Boudouresque C-F, Bernard G, Bonhomme P, et al. (2012) Protection and conservation of Posidonia oceanica meadow. 202.

Coll M, Piroddi C, Albouy C, et al. (2011) The Mediterranean Sea under siege: spatial overlap between marine biodiversity, cumulative threats and marine reserves: The Mediterranean Sea under siege. Glob Ecol Biogeogr 21:465–480. doi: 10.1111/j.1466-8238.2011.00697.x

Coll M, Piroddi C, Steenbeek J, et al. (2010) The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats. PLoS ONE 5:e11842. doi: 10.1371/journal.pone.0011842

Crowder LB, Osherenko G, Young OR, et al. (2006) Resolving mismatches in US ocean governance. Science 313:617.

Descamp P, Holon F, Ballesta L, et al. (2011) Fast and easy method for seagrass monitoring: Application of acoustic telemetry to precision mapping of Posidonia oceanica beds. Mar Pollut Bull 62:284–292.

Deter J, Descamp P, Ballesta L, et al. (2012a) A preliminary study toward an index based on coralligenous assemblages for the ecological status assessment of Mediterranean French coastal waters. Ecol Indic 20:345–352. doi: 10.1016/j.ecolind.2012.03.001

Deter J, Descamp P, Boissery P, et al. (2012b) A rapid photographic method detects depth gradient in coralligenous assemblages. J Exp Mar Biol Ecol 418-419:75–82. doi: 10.1016/j.jembe.2012.03.006

Devictor V, Meynard C, Jiguet F, et al. (2010) Spatial mismatch and congruence between taxonomic, phylogenetic and functional diversity: the need for integrative conservation strategies in a changing world. Ecol Lett 13:1030–1040. doi: 1/j.1461-0248.2010.01493.x

Forchino A, Borja A, Brambilla F, et al. (2011) Evaluating the influence of off-shore cage aquaculture on the benthic ecosystem in Alghero Bay (Sardinia, Italy) using AMBI and M-AMBI. Ecol Indic 11:1112–1122. doi: 10.1016/j.ecolind.2010.12.011

Fraschetti S, Terlizzi A, Bussotti S, et al. (2005) Conservation of Mediterranean seascapes: analyses of existing protection schemes. Mar Environ Res 59:309–332. doi: 10.1016/j.marenvres.2004.05.007

Fraschetti S, Terlizzi A, Micheli F, et al. (2002) Marine protected areas in the Mediterranean: objectives effectiveness and monitoring. Mar Ecol 23(Supplement 1):190–200.

Gobert S, Sartoretto S, Rico-Raimondino V, et al. (2009) Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the Posidonia oceanica. Mar Pollut Bull 58:1727–1733.

Halpern BS, Walbridge S, Selkoe KA, et al. (2008) A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. Science 319:948–952. doi: 10.1126/science.1149345

Hoechstetter (2008) Effects of topography and surface roughness in analyses of landscape structure – A proposal to modify the existing set of landscape metrics. Landsc Online. doi: 10.3097/LO.200803

Holon F, Boissery P, Deter J (2014) Environmental factors explaining taxonomic heterogeneity of coralligenous outcrops across France (northwestern Mediterranean).

Holon F, Boissery P, Jullian B, et al. (2013) Deux habitats sous-marins remarquables en Méditerranée : les herbiers de posidonie et le coralligène. Quels indicateurs surfaciques pour le suivi de la qualité des masses d'eau côtières ? CARHAMB'AR CARtographie des HAbitats Marins Benthiques : de l'Acquisition à la Restitution - Brest, 26-28 mars 2013. Available at http://www.carhambar.org/Actualites/Actes-du-colloque-a-telecharger.

Hooper DU, Chapin FS, Ewel JJ, et al. (2005) Effects of biodiversity on ecosystem functionning: a consensus of current knowledge. Ecol Monogr 75:3–35.

Kaschner K, Rius-Barile J, Kesner-Reyes K, et al. (2013) AquaMaps: Predicted range maps for aquatic species. World wide web electronic publication, www.aquamaps.org, Version 08/2013. www.aquamaps.org.

Kohler KE, Gill SM (2006) Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. Comput Geosci 32:1259–1269. doi: DOI:10.1016/j.cageo.2005.11.009.

Kress N, Herut B, Galil BS (2004) Sewage sludge impact on sediment quality and benthic assemblages off the Mediterranean coast of Israel—a long-term study. Mar Environ Res 57:213–233. doi: 10.1016/S0141-1136(03)00081-3

Lasram FBR, Mouillot D (2009) Increasing southern invasion enhances congruence between endemic and exotic Mediterranean fish fauna. Biol Invasions 11:697–711.

Lepareur F (2011) Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000 – Guide méthodologique - Version 1. Février 2011. 55 p.

Lopez y Royo C, Casazza G, Pergent-Martini C, Pergent G (2010) A biotic index using the seagrass Posidonia oceanica (BiPo), to evaluate ecological status of coastal waters. Ecol Indic 10:380–389. doi: 10.1016/j.ecolind.2009.07.005

MEDAM (2014) Medam French Mediterranean Coasts. Inventory and Impact of Reclamations from the Sea. In: Medam Fr. Mediterr. Coasts Inventory Impact Reclam. Sea. http://www.medam.org/. Accessed 11 Jul 2014

Meinesz A, Laurent R (1978) Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de Posidonia oceanica dans les Alpes-Maritimes. Campagne Poséïdon 1976. Bot Mar 21:513–526.

Micheli F, Halpern BS, Walbridge S, et al. (2013) Cumulative Human Impacts on Mediterranean and Black Sea Marine Ecosystems: Assessing Current Pressures and Opportunities. PLoS ONE 8:e79889. doi: 10.1371/journal.pone.0079889

Montefalcone M (2009) Ecosystem health assessment using the Mediterranean seagrass Posidonia oceanica: A review. Ecol Indic 9:595–604. doi: 10.1016/j.ecolind.2008.09.013

Montefalcone M, Albertelli G, Morri C, et al. (2009) Legal protection is not enough: Posidonia oceanica meadows in marine protected areas are not healthier than those in unprotected areas of the northwest Mediterranean Sea. Mar Pollut Bull 58:515–519. doi: 10.1016/j.marpolbul.2008.12.001

Mouillot D, Albouy C, Guilhaumon F, et al. (2011) Protected and Threatened Components of Fish Biodiversity in the Mediterranean Sea. Curr Biol 21:1044–1050.

Mouquet N, Devictor V, Meynard CN, et al. (2012) Ecophylogenetics: advances and perspectives. Biol Rev 87:769–785.

Pavy T (2013) Cartography, 3D Surface and Biomass calculation of Coralligenous reefs along the French coast from Menton (06) to Cavalaire-sur-mer (83). Master 2 thesis. University of Brest. University of Brest, Brest

Pittman S, Kneib R, Simenstad C (2011) Practicing coastal seascape ecology. Mar Ecol Prog Ser 427:187–190. doi: 10.3354/meps09139

PNUE/PAM-Plan Bleu (2009) Etat de l'environnement et du développement en Méditerranée. PNUE/PAM-Plan Bleu, Athènes

Selig ER, Turner WR, Troëng S, et al. (2014) Global Priorities for Marine Biodiversity Conservation. PLoS ONE 9:e82898. doi: 10.1371/journal.pone.0082898

Soulé ME (1985) What is conservation biology? BioScience 727–734.

Srivastava DS, Cadotte MW, MacDonald AAM, et al. (2012) Phylogenetic diversity and the functioning of ecosystems. Ecol Lett 15:637–648. doi: 10.1111/j.1461-0248.2012.01795.x

Wedding LM, Lepczyk CA, Pittman SJ, et al. (2011) Quantifying seascape structure: extending terrestrial spatial pattern metrics to the marine realm. Mar Ecol Prog Ser 427:219–232. Mar Ecol Prog Ser 427:219–232.

IX REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Andral, B., & Sargian, P. 2010. Directive Cadre Eau. District" Rhône et Côtiers méditerranéens". Contrôle de surveillance/opérationnel. Campagne DCE 2009. 99p.

ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2009. Etude et cartographie des biocénoses marines de la rade de Toulon. Evolutions 2009/2001. Contrat ANDROMEDE OCEANOLOGIE / Communauté d'agglomération *Toulon Provence Méditerranée*. 173pp.

BAY D., 1978. Etude in situ de la production primaire d'un herbier de posidonie, Posidonia oceanica (L.) Delile, dans la baie de Calvi, Corse. Thèse Fac. Sci., univ. Liège : 1-251.

BEDHOMME, A.L., THELIN, I. BOUDOURESQUE, C.F., 1983. Mesure de la production primaire des feuilles de *Posidonia oceanica* : modification de la méthode de ZIEMAN. Bot. mar., Dtsch, 26 : 35-43.

BLANC J.J., JEUDY DE GRISSAC A., 1984. Erosions sous-marines des herbiers à Posidonia oceanica (Méditerranée). International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, BOUDOURESQUE C. F., JEUDY BLOUET S., LENFANT P., DUPUY DE LA GRANDRIVE R., LAFFON J-F, CHERE E., COURP T., GRUSELLE MC., FERRARI B., PAYROT J, 2011. Mise en cohérence des méthodes de suivis des herbiers de posidonies des sites Natura 2000 marins du Languedoc-Roussillon. Rapport ADENA-CNRS/EPHE/UPVD/CEFREM-CG66-AAMP,Fr 48p.

BOUDOURESQUE C.F., GIRAUD G., PANAYOTIDIS P., 1980. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc national). XIX : Mise en place d'un transect permanent. *Travaux Scientifiques du Parc National de Port-Cros*, 6 : 207-221.

BOUDOURESQUE C.-F., MEINESZ A. 1982. Découverte de l'herbier de Posidonie. *Cahier du Parc national de Port Cros*, 4: 1-79.

BOUDOURESQUE C.-F., BERNARD G., BONHOMME P., CHARBONNEL E., DIVIACCO G., MEINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., RUITTON S., TUNESI L., 2006. Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica. RAMOGE pub.* Fr : 1-202

BOUDOURESQUE C.-F., BERNARD G., PERGENT G., SHILI A., VERLAQUE M., 2009. Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review. *Botanica Marina* 52: 395–418

CAYE G. 1980.- Sur la morphogenèse et le cycle végétatif de *Posidonia oceanica* (L. Delile). Thèse doctorat 3° cycle, Univ. Aix-Marseille II, Fr. : 1-121.

CHARBONNEL E., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., BERNARD G., BONHOMME P., PATRONE J., KRUCZEK R., COTTALORDA J.M., BERTRANDY M.C., FORET P., RAGAZZI M.., LE DIREAC'H L., 2000a. Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence- Alpes-Côte d'Azur. Première partie : présentation et guide méthodologique. Année 2000. Région PACA, Agence de l'Eau RMC, GIS Posidonie, CQEL 13, CQEL 83, Conseil Général 06, GIS Posidonie publ. : 1-76.

CHARBONNEL E., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., BONHOMME P., BERNARD G., PATRONE J., KRUCZEK R., COTTALORDA J.M., BERTRANDY M.C., FORET P., BRICOUT P., RAGAZZI M., CADIOU G., LE DIREAC'H L., 2000b.Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Seconde partie: résultats du suivi 1999. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr.: 1-142.

CINELLI F., COLANTONI P., FRESI E., SOLAINI P., 1974. La prateria sommersa. Subacqueo. 1 (9) : 19-21.

DESCAMP P., PERGENT G., BALLESTA L., FOULQUIE M., 2005. Underwater acoustic positioning systems as tool for *Posidonia oceanica* beds survey. Compte Rendus Biologies de l'Académie des Sciences. C.R. Biologies 328 : 75-80.

DESCAMP P., BALLESTA L. HOLON F., 2007. SUIVI DE DEUX HERBIERS DE POSIDONIE DANS LA RESERVE MARINE DE CERBERE – BANYULS : *BAIE DE TANCADE ET ANSE DU PIN PARASOL.* Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales. L'OEil d'Andromède publ.

DESCAMP P., HOLON F., BALLESTA L., 2009. Microcartographie par télémétrie acoustique de 9 herbiers de posidonie pour le suivi de la qualité des masses d'eau côtières méditerranéennes françaises dans le cadre de la DCE. Contrat L'Œil Andromède/Agence de l'Eau, CRLR, CRPACA. Andromède publ., Montpellier, Fr. :1-59pp. + annexes

DESCAMP P., HOLON F., BALLESTA L., GUILBERT A., GUILLOT M., BOISSERY P., RAIMONDINO V., DETER J., 2010. Fast and easy method for seagrass monitoring: Application of acoustic telemetry to precision mapping of *Posidonia oceanica* beds. Marine Pollution Bulletin 62: 284–292

DETER J., HOLON F., DESCAMP P., 2010. Surveillance de l'herbier de posidonie – Année 2010. Evaluation de l'évolution de l'herbier de Posidonie entre 2000 et 2010 sur le littoral des Maures dans le cadre de l'observatoire marin du SIVOM. Rapport Final. *Contrat SIVOM du littoral des Maures et Andromède Océanologie publ. : 67 p.*

DREW E.A., JUPP B.P., 1976. Some aspects of the growth of Posidonia oceanica in Malta. Underwater Research, Academic Press, London, p. 357-367.

GAMBI M.C., BUIA M.C., CASOLA E., SCARDI M., 1989. Estimates of water movement in *Posidonia oceanica* beds : a first approach. International Workshop on Posidonia Beds, BOUDOURESQUE C.F.,

LEPAREUR F., 2011. Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000 – Guide méthodologique - Version 1. Février 2011. Rapport SPN 2011 / 3, MNHN, Paris, 55 pages.

PERGENT G., LEONARDINI R., LOPEZ Y ROYO C., MIMAULT B., PERGENT-MARTINI C., 2008. Mise en œuvre d'un Réseau de Surveillance Posidonies le long du littoral de la Corse – Rapport de synthèse 2004-2008. Contrat Office de l'Environnement de la Corse et GIS Posidonie Centre de Corse, GIS Posidonie Publ., Corte : 1 - 273

LOPEZ Y ROYO C., CASAZZA G.,PERGENT-MARTINI, C., PERGENT G. 2010. A biotic index using the seagrass *Posidonia oceanica* (BiPo), to evaluate ecological status of coastal waters. Ecological Indicators, 10 : 380–389

LOPEZ Y ROYO C., PERGENT G., ALCOVERROE T., BUIAC M.C., CASAZZAD G., MARTÍNEZ-CREGOE B.,PÉREZ M., SILVESTRE F., ROMERO J.2011. The seagrass *Posidonia oceanica* as indicator of coastal water quality: Experimental intercalibration of classification systems. Ecological Indicators 11 : 557–563

GOBERT S., SARTORETTO, S., RICO-RAIMONDINO V., ANDRAL B., CHERY A., LEJEUNE P., BOISSERY P. 2009. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. Marine Pollution Bulletin 58 : 1727–1733

GOBERT S., ANDRAL B., BOISSERY P., CHERY A., LEJEUNE P., PELAPRAT C., RICO-RAIMONDINO V. et SARTORETTO S. 2008. Soutien méthodologique à la mise en œuvre de la Directive Cadre Eau item : Herbier de posidonie : validation du protocole de calcul de l'EQR. Ifremer-Université de Liège-STARESO-Agence de l'eau. 55 pp.

GIORGI J., THELIN I., 1983. – Phénologie, biomasse et production primaire de *Posidonia oceanica* (feuilles et épiphytes) dans la baie de Port-Cros. Lab. Ecol. Benthos, Fac. Sci. Luminy, Univ. Aix-

IFREMER, 2010. Contrôle de surveillance/opérationnel – Campagne DCE 2009. District "RHONE ET COTIERS MEDITERRANEENS". *Convention Agence de l'Eau RM&C/Ifremer n°20090108 & 20090109. Rapport définitif de* 129 p

JEUDY DE GRISSAC A., BOUDOURESQUE C.F., 1985. Rôle des herbiers de phanérogames marines dans les mouvements des sédiments côtiers : les herbiers à *Posidonia oceanica*. Colloq. Fr-jap. Oceanogr., Marseille 16-21 Sept., 1 : 143-151. Marseille II et Parc nation. Port-Cros, France, 126 p.

MEINESZ A., LAURENT R., 1978, Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-Maritimes (France) - Campagne Poseïdon 1976. Botanica Marina, Vol. XXI, pp. 513-526.

MONTEFALCONE M., 2009 Ecosystem health assessment using the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: A review. Ecol. Indic., 9: 595-604.

MOLINIER R., PICARD J., 1952. Recherches sur les herbiers de phanérogames marines sur le littoral méditerranéen français. Ann. Inst. Océanogr., Paris, 27 (3) : 157-234.

PASQUALINI V., 1997. Caractérisation des peuplements et types de fonds le long du littoral Corse (Méditerranée, France). Thèse Doctorat, Univ. Corse : 1-190.

PERES J.M., PICARD J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. Rec. Trav. Stat. mar. Endoume, Fr., 31 (47): 5-137.

PERGENT G., LEONARDINI R., LOPEZ Y ROYO C., MIMAULT B., PERGENT-MARTINI C., 2008. Mise en œuvre d'un réseau de surveillance Posidonies le long du littoral de la Corse – Rapport de synthèse. Contrat Office de l'Environnement de la Corse et GIS Posidonie Centre de Corse, GIS Posidonie Publ., Corte : 1-273 & Cd Rom.

PERGENT-MARTINI C., PERGENT G., 1996. Spatio-temporal dynamics of *Posidonia oceanica* beds near a sewage outfall (Mediterranean - France). *In*: Kuo J., Phillips R.C., Walker D.I., Kirkman H. edits. *Seagrass Biology: Proceedings of an International Workshop*. Univ. Western Australia publ.: 299-306.

Pergent-Martini C., Pergent G., 2010. Propositions de lignes directrices pour la standardisation des méthodes de cartographie et de surveillance des magnoliophytes marines en Méditerranée. PNUE-PAM-CAR/ASP, Contrat N°72/2009, Tunis :1 - 66

RICO-RAIMONDINO V., 1995. – Contribution à l'étude des stocks et flux d'éléments dans les herbiers à *Posidonia oceanica*. Thèse Doctorat d'Ecologie, Univ. Aix-Marseille II, Fr. : 1-248.

SOULLARD, M., BOURGE, I., FOGEL, J., LARDINOIS, D., MATHIEU, T., VEESCHENS, C., BAY, D.,DAUBY, P., BOUQUEGNEAU, J.M., 1994. Evolution de la densité de l'herbier de Posidonie de la baie de Calvi (Corse). Vie Milieu 44, 199–201.

VELIMOROV B., 1984. – Grazing of Sarpa salpa L. on *Posidonia oceanica* and utilization of soluble compounds. 1: 381-387. In: International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds, BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A., OLIVIER J., (éds.), GIS Posidonie publ., Fr.

WILLSIE A., 1987. – Structure et fonctionnement de la macrofaune associée à la matte morte et d'herbier vivant de *Posidonia oceanica* (L.) Delile : influence des facteurs abiotiques et biotiques. Thèse Doctorat oceanographie, Univ. Aix-Marseille II, Fr., 647 p.