



**MUSÉUM**  
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Direction de la Recherche, de l'Expertise et de la Valorisation  
Direction Déléguée au Développement Durable, à la Conservation de la Nature et à l'Expertise

**Service du Patrimoine Naturel**

Anthony Doré, Arnaud Horellou, Katia Herard, Julien Touroult



# ZNIEFF MARINES

## Pratiques et mise en œuvre sur les substrats durs



## Le Service du Patrimoine Naturel (SPN)

### Inventorier - Gérer - Analyser - Diffuser

Au sein de la direction de la recherche, de l'expertise et de la valorisation (DIREV), le Service du Patrimoine Naturel développe la mission d'expertise confiée au Muséum national d'Histoire naturelle pour la connaissance et la conservation de la nature. Il a vocation à couvrir l'ensemble de la thématique biodiversité (faune/flore/habitat) et géodiversité au niveau français (terrestre, marine, métropolitaine et ultra-marine). Il est chargé de la mutualisation et de l'optimisation de la collecte, de la synthèse et de la diffusion d'informations sur le patrimoine naturel.

Placé à l'interface entre la recherche scientifique et les décideurs, il travaille de façon partenariale avec l'ensemble des acteurs de la biodiversité afin de pouvoir répondre à sa mission de coordination scientifique de l'Inventaire national du Patrimoine naturel (code de l'environnement : L411-5).

**Un objectif** : contribuer à la conservation de la Nature en mettant les meilleures connaissances à disposition et en développant l'expertise.

En savoir plus : <http://www.mnhn.fr/spn/>

Directeur : Jean-Philippe SIBLET

Adjoint au directeur en charge des programmes de connaissance : Laurent PONCET

Adjoint au directeur en charge des programmes de conservation : Julien TOUROULT



Porté par le SPN, cet inventaire est l'aboutissement d'une démarche qui associe scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature en vue d'établir une synthèse sur le patrimoine naturel en France. Les données fournies par les partenaires sont organisées, gérées, validées et diffusées par le MNHN. Ce système est un dispositif clé du SINP et de l'Observatoire National de la Biodiversité.

Afin de gérer cette importante source d'informations, le Muséum a construit une base de données permettant d'unifier les données à l'aide de référentiels taxinomiques, géographiques et administratifs. Il est ainsi possible d'accéder à des listes d'espèces par commune, par espace protégé ou par maille de 10x10 km. Grâce à ces systèmes de référence, il est possible de produire des synthèses quelle que soit la source d'information.

Ce système d'information permet de mutualiser au niveau national ce qui était jusqu'à présent éparpillé à la fois en métropole comme en outre-mer et aussi bien pour la partie terrestre que pour la partie marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance, l'expertise et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel.

En savoir plus : <http://inpn.mnhn.fr>

Programme/Projet : ZNIEFF

Subvention MEDDE

**Chef de projet : Arnaud Horellou**

**Chargé de mission : Anthony Doré**

**Experts mobilisés pour :**

**Relecture :** Gérard Bellan, Denise Bellan-Santini, Line Le Gall, Bertrand Perrin, Bruno de Reviers, Marc Verlaque

**Remerciements :** à l'Agence des Aires Marines Protégées (AAMP) pour la transmission d'informations utiles à la production de ce document.

**Référence conseillée pour la citation de ce rapport:**

Doré A., Horellou A., Herard K., Touroult J., 2015. ZNIEFF MARINES - Pratiques et mise en œuvre sur les substrats durs. Rapport SPN 2015 – 47. MNHN, Paris, 55 p.

1<sup>ère</sup> de couverture, crédits photos : ©Doré, 2012, ©Perrin, 2008, ©Bianchi *et al.*, 2004, ©Coggan, 2007

4<sup>ème</sup> de couverture, crédits photos : ©Doré, 2012, ©Monier, 2012

# Sommaire

Introduction.....	6
1 – Les substrats durs .....	7
2 – L’inventaire des ZNIEFF : aide à la mise en œuvre .....	11
2.1 – Choix des objectifs de l’analyse .....	13
2.1.1 – Choix des intérêts ZNIEFF Marines à analyser.....	13
2.1.2 – Choix des secteurs à analyser.....	15
2.2 – Bilan des connaissances mobilisables .....	16
2.2.1 – Nécessité et validité des données élémentaires/d’occurrence .....	17
2.2.2 – Diagnostic de suffisance .....	21
3 – Nouvelles acquisitions de connaissances .....	23
3.1 – Méthodes de collecte pour les substrats durs .....	24
3.1.1 – Méthodes visuelles.....	24
3.1.2 – Méthodes photographiques.....	29
3.1.3 – Méthodes de prélèvements .....	32
3.1.4 – Analyse comparée des méthodes de collecte .....	36
3.2 – Choix des protocoles pour ZNIEFF Marines.....	39
3.2.1 – Choix de la stratégie d’échantillonnage .....	39
3.2.2 – Choix de l’effort d’échantillonnage .....	39
3.2.3 – Choix de la période d’échantillonnage.....	41
3.2.4 – Choix des méthodes de collecte.....	41
3.2.5 – Choix du traitement des données .....	41
3.3 – Exemples de protocoles d’échantillonnage.....	45
3.3.1 – Milieux rocheux supralittoraux et médiolittoraux .....	45
3.3.2 – Milieux rocheux subtidaux côtiers.....	47
3.3.3 – Milieux rocheux subtidaux du large .....	49
Bibliographie.....	51



## Introduction

Le guide méthodologique national pour le volet marin, (Simian *et al.*, 2009) pose le cadre général de l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) en milieu marin. Il définit les concepts clés, explicite le rôle des différents acteurs du programme et liste les données nécessaires à l'inscription d'une zone à l'inventaire. Il est toutefois apparu pour les acteurs en charge de l'identification des zonages en mer, que des précisions étaient nécessaires, quant à l'application de la méthodologie en milieu marin pour identifier les enjeux écologiques permettant de définir les zones remarquables pour l'inventaire ZNIEFF.

Le déploiement de l'inventaire en milieu marin pose notamment des questions sur l'organisation à adopter pour répondre aux objectifs du programme, sur le type de données nécessaires aux analyses, ou encore sur le niveau de connaissance nécessaire à l'identification des enjeux patrimoniaux. De plus, l'acquisition de nouvelles connaissances et la définition de protocoles pertinents peuvent s'avérer nécessaires lorsque les données disponibles sont trop fragmentaires pour identifier les intérêts présents sur les secteurs étudiés.

Par ailleurs, le Système d'Information sur la Nature et les Paysages (SINP) qui est actuellement mis en place, notamment avec des plateformes régionales, a pour objectif d'être la structure de collecte et de bancarisation des données d'occurrence sur les espèces et les habitats, de les standardiser et de les mutualiser. Les SINP régionaux seront donc un outil fondamental pour mobiliser la connaissance et mettre en œuvre les programmes pour la conservation de la nature, et les politiques qui en découleront. L'inventaire des ZNIEFF Marines est l'un de ces programmes de connaissance. Il sera donc à l'avenir non seulement l'un des utilisateurs privilégiés de cette connaissance, mais également un moteur potentiel de production de données d'occurrence pour les SINP.

Dans ce contexte de questionnements des acteurs et de nouvelle organisation des données, le Ministère en charge de l'écologie a sollicité le MNHN pour réaliser deux dossiers scientifiques et techniques spécifiques, un pour les milieux benthiques des substrats meubles et un pour les milieux benthiques des substrats durs (*Tableau 1*). Chacun de ces documents se compose d'une première partie visant à apporter des informations sur la mise en œuvre de l'inventaire en milieu marin (choix du secteur d'étude et des intérêts, mobilisation et suffisance des données...) et d'une seconde partie sur les méthodes et protocoles de collecte utilisables par le programme pour l'acquisition de nouvelles connaissances.

Tableau 1 : habitats EUNIS de niveau 2 concernés par les dossiers techniques produits.

Habitats EUNIS	Dossier technique substrats meubles	Dossier technique substrats durs
<b><i>A1 : Roche et autres substrats durs intertidaux</i></b>		X
<b><i>A2 - Sédiment intertidal</i></b>	X	
<b><i>A3 : Roche et autres substrats durs infralittoraux</i></b>		X
<b><i>A4 : Roche et autres substrats durs circalittoraux</i></b>		X
<b><i>A5 - Sédiment subtidal</i></b>	X	
<b><i>A6 - Habitats profonds</i></b>	X	X

## 1 – Les substrats durs

Les substrats durs sont constitués des fonds marins rocheux et se caractérisent par la présence d'organismes animaux ou végétaux fixés (Bellan-Santini *et al.* 1994 ; Dauvin, 1997 ; Bianchi *et al.*, 2004). Cette notion d'organismes fixés en permanence sur le substrat implique que les cailloutis et les galets de plus de 2 cm richement colonisés peuvent être considérés parmi les substrats durs (Dauvin, 1997), assurant ainsi la continuité avec les substrats meubles. Toutefois, dans le cadre des ZNIEFF Marines, ces formations devront être suffisamment pérennes et sédentaires pour être considérées dans les substrats durs. Les structures bioconstruites (coralligène, etc.) entrent également dans la définition des substrats durs, ainsi que les constructions marines anthropiques (digues, épaves, etc.) (NF EN ISO 19493 ; Dauvin, 1997), bien que ce dernier cas puisse être discutable.

Les communautés fixées des substrats durs sont soumises à plusieurs facteurs abiotiques qui vont structurer leur distribution (Bellan-Santini *et al.* 1994 ; Dauvin, 1997) :

- **la durée d'exondation, l'humectation** : ces deux paramètres vont déterminer la limite supérieure de distribution verticale des organismes dans les étages supralittoral et médiolittoral. Sur les côtes soumises à un important phénomène de marée, l'alternance des périodes d'exondation et d'émersion va soumettre les peuplements de l'estran à de fortes contraintes de dessiccation, créant la zonation verticale bien connue de la zone de balancement des marées (Murray *et al.*, 2006). Sur les côtes où le phénomène de marée est très faible, la zonation verticale des communautés émergées ou immergées de façon discontinue se fera selon le degré d'humectation (étages supralittoral et médiolittoral) ;

- **la lumière** : ce paramètre va structurer les communautés subtidales, immergées en permanence, selon un gradient vertical, surtout dans les premiers niveaux dominés par les algues tolérant une forte intensité lumineuse à basse mer. L'intensité et la composition de la lumière disponible pour les organismes benthiques vont être directement dépendantes de la profondeur et de la turbidité de la colonne d'eau, définissant ainsi un système phytal, dans lequel peuvent se développer les végétaux, et un système aphytal dépourvu d'organismes photosynthétiques (Bellan-Santini, 1994 ; Dauvin, 1997) ;

- **la température** : l'amplitude thermique structure les communautés subtidales selon un gradient horizontal (petits fonds abrités versus grands fonds du large) et vertical. Elle intervient également à un niveau plus général et conditionne la distribution biogéographique des espèces (Dauvin, 1997) ;

- **l'hydrodynamisme** : ce facteur comprend deux paramètres : la houle et les courants (de surface initiés par les marées et le vent et de fond initiés par la densité des masses d'eau). Leurs actions combinées ont un impact direct sur les organismes en leur assurant des apports en nourriture, en oxygène et une dispersion efficace des larves lorsque l'hydrodynamisme est modéré. En revanche, un fort hydrodynamisme peut être responsable d'un stress pour les espèces fixées, allant même jusqu'à provoquer un arrachement de celles-ci dans les cas extrêmes. L'hydrodynamisme a également un impact indirect sur les communautés benthiques en modifiant la structure du substrat (mobilité des blocs, des cailloutis, etc.), ou en apportant des éléments sableux ou vaseux qui peuvent soumettre les espèces à une abrasion et à un ensevelissement et provoquer une augmentation de la turbidité. L'hydrodynamisme est habituellement catégorisé en trois modes : le mode « abrité », qui se rencontre le plus souvent dans les estuaires, les rias et les criques semi-fermées, le mode « semi-abrité » qui est le plus commun sur les côtes rocheuses et le mode « exposé » présent surtout au niveau des pointes et des falaises (Grall et Hily, 2006) ;

- **le type et l'orientation du substrat** : la nature de la roche va conditionner sa résistance à l'érosion physique ou biologique et définir son degré de fissuration et plus globalement la topographie des sites. L'inclinaison du substrat joue également un rôle important dans la

distribution des communautés. Les surfaces planes, soumises à un phénomène de sédimentation local, abriteront des espèces différentes de celles rencontrées sur les surfaces verticales. Il en va de même pour les zones d'accidents topographiques, tels que les surplombs ou les grottes, qui bénéficient d'un éclairage réduit, et qui vont abriter des peuplements particuliers. Enfin, l'orientation du substrat par rapport à la houle et aux courants, créant des zones plus ou moins abritées, va également influencer la distribution des organismes ;

- **la salinité** : l'afflux d'eau douce (estuaires, rejets de canalisation, exutoires de pluie, etc.) va influencer la composition des communautés benthiques.

Chacun de ces facteurs structurants crée des gradients verticaux ou horizontaux qui, en se combinant, font apparaître des conditions environnementales souvent variables sur de très faibles distances (échelle métrique à centimétrique). Ainsi, les communautés des substrats durs apparaissent souvent comme des mosaïques hétérogènes de micro-habitats (Bellan-Santini, 1994 ; Murray *et al.*, 2006).

Un modèle de zonation des peuplements peut toutefois être établi en fonction de l'étagement vertical (Bellan-Santini, 1994 ; Dauvin, 1997) (Figure 1) :

- **l'étage supralittoral** correspond à la zone d'action des embruns marins. Les espèces situées dans ces milieux sont adaptées à une émergence continue, mais elles peuvent supporter une humectation plus ou moins importante par les embruns voire une immersion exceptionnelle (marées de vives eaux, tempêtes). Sur les façades Atlantique/Manche - mer du Nord, les peuplements des substrats durs du supralittoral sont caractérisés par une zonation d'espèces de lichens formant des bandes de couleurs variées. En Méditerranée, ce sont les cyanobactéries et les algues vertes épilithes et endolithes qui dominent ;

- **l'étage médiolittoral** correspond à la zone de balancement des marées (Atlantique) et du ressac (Méditerranée). Les espèces de cet étage supportent ou ont besoin d'une alternance de périodes d'immersion et d'émergence. Sur les façades Atlantique/Manche - mer du Nord, cet étage est caractérisé par une succession de ceintures algales (*Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis*, *Fucus vesiculosus* et/ou *Ascophyllum nodosum* en milieu abrité, *Fucus serratus*) accompagnées de divers gastéropodes et crustacés. En Méditerranée, l'étage médiolittoral est réduit et correspond pour l'essentiel à la zone battue normalement par les vagues. Il est dominé par des crustacés cirripèdes, des gastéropodes, des mollusques, des cyanobactéries épilithes et endolithes et des algues à développement saisonnier. C'est à ce niveau que l'on trouve l'encorbellement à *Lithophyllum byssoides* (Synonyme : *L. lichenoides*), formation bioconstruite qui abrite une faune et une flore abondante dans ses anfractuosités ;

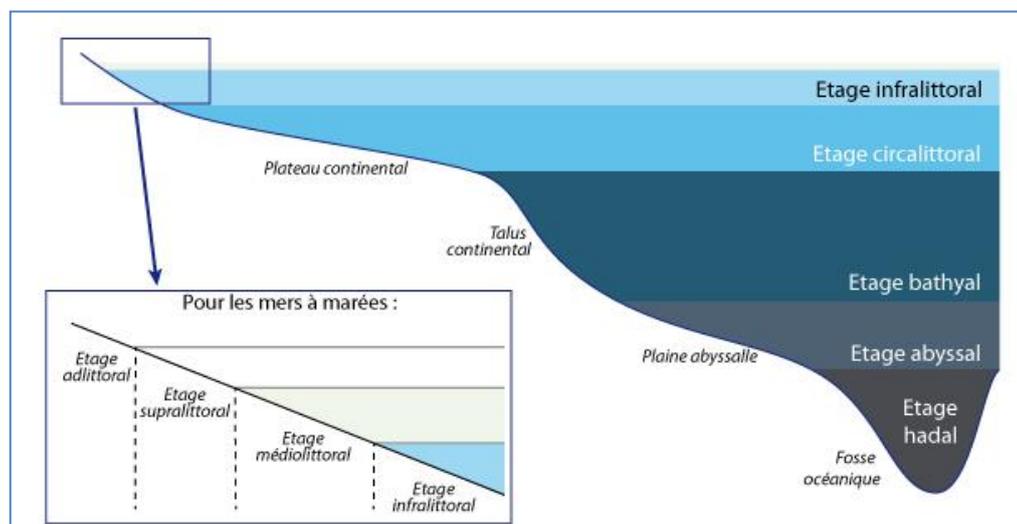


Figure 1 : Etagement vertical en milieu marin.

- **l'étage infralittoral** est le premier étage à être immergé en permanence. Il est caractérisé par la présence de phanérogames marines et d'espèces d'algues photophiles. C'est dans cet étage qu'apparaissent les forêts de Laminaires sur les façades Atlantique/Manche - mer du Nord (remplacées par celles de Cystoseires sur la côte Basque). En Méditerranée, la biocénose des algues photophiles est riche en organismes benthiques parmi lesquels se trouvent principalement des algues, des spongiaires, des cnidaires, des bryozoaires, des tuniciers, des polychètes, des mollusques et des crustacés ;

- **l'étage circalittoral** est caractérisé par la dominance d'algues sciaphiles et de faune sessile. En Méditerranée, c'est dans cet étage que se développe le coralligène, bioconcrétionnement très développé constitué d'algues calcaires et d'animaux constructeurs et où la flore devient progressivement encroûtante et de plus en plus discrète avec la réduction de l'irradiance.. Ses nombreuses cavités sont colonisées par une faune riche ;

- **l'étage bathyal** s'étend ensuite le long du talus continental, de 200 à 2500-2700 m de profondeur. Il est caractérisé par une absence de lumière et une température constante dans le temps (Fabri et Pedel, 2012 ; Guillaumont *et al.*, 2012). Les substrats rocheux sont plus particulièrement présents dans les niveaux supérieurs de l'étage, sous forme de roches isolées, de blocs ou de falaises, notamment le long des canyons sous-marins qui entaillent le talus continental. Les peuplements rocheux sont dominés par des coraux et des éponges.

- **L'étage abyssal** correspond à la plaine au delà du bathyal.

La classification des habitats marins des substrats durs prend communément en compte la notion d'étagement dès les premiers niveaux. On les retrouve, pour la métropole, dans la typologie EUNIS (version 2008, European Topic Centre on Biological Diversity, 2008) sous les codes :

- A1. Roche et autres substrats durs intertidaux (*Figure 2*)
- A3. Roche et autres substrats durs infralittoraux (*Figure 2*)
- A4. Roche et autres substrats durs circalittoraux (*Figure 2*)
- A6. Habitats profonds

Et, pour les départements d'outre-mer, sous les codes<sup>1</sup> :

- DOM1 - Biocénoses de substrats durs du supralittoral
- DOM3 - Biocénoses de substrats durs du médiolittoral
- DOM5 - Biocénoses de substrats durs de l'infralittoral (*Figure 2*)
- DOM7 - Biocénoses de substrats durs du circalittoral
- DOM9 - Biocénoses de substrats durs du bathyal
- DOM11 - Biocénoses de substrats durs abyssaux

Les substrats rocheux côtiers représentent une part infime des fonds marins au regard de celle occupée par les substrats meubles. Cependant, les intérêts scientifiques et commerciaux s'avèrent équivalents pour les deux types de substrats (Bianchi *et al.*, 2004).

L'hétérogénéité des conditions rencontrées dans les milieux rocheux marins leur confère une diversité biologique importante. Les cavités, naturelles ou bioconstruites, constituent un immense facteur d'enrichissement biologique des substrats durs (Bellan-Santini, 1994), qui représentent un grand réservoir de biodiversité (Bianchi *et al.*, 2004). Du reste, certains groupes d'espèces sessiles ne se retrouvent pas ou peu dans les autres milieux, c'est le cas de nombreuses espèces d'algues, d'éponges, de bryozoaires, d'ascidies ou encore de cnidaires.

---

<sup>1</sup> « DOM » est à remplacer par les 3 premières lettres du département d'outre-mer concerné : « ANT » pour Antilles (Martinique et Guadeloupe) (SPN, 2011a), « GUY » pour la Guyane (SPN, 2011b) ou « REU » pour la Réunion (SPN, 2011c).

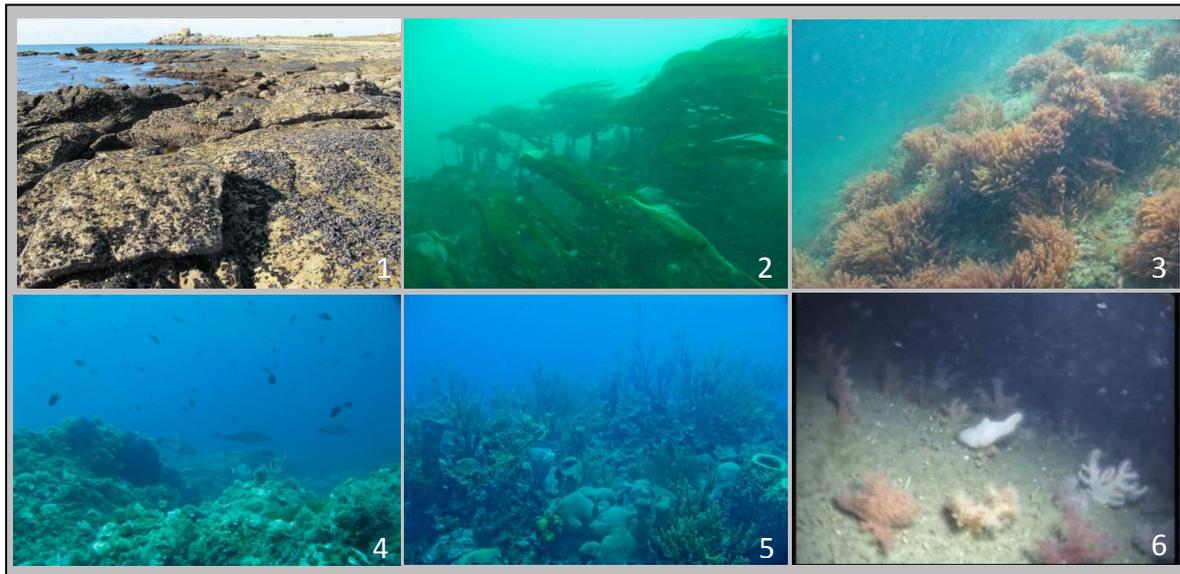


Figure 2 : illustrations de certains habitats rocheux : (1) A1. Roche et autres substrats durs intertidaux Atlantique, (2) A3. Roche et autres substrats durs infralittoraux Atlantique, (3) A3. Roche et autres substrats durs infralittoraux en Méditerranée, (4) A3. Roche et autres substrats durs infralittoraux en Méditerranée, (5) DOM5 - Biocénoses de substrats durs de l'infralittoral à la Martinique, (6) A4. Roche et autres substrats durs circalittoraux Atlantique.

Les communautés benthiques des zones rocheuses côtières ont une productivité biologique très importante car elles sont souvent disposées en différentes strates d'épibioses sessiles qui peuvent former une surface cumulée supérieure à la surface au sol. Les algues, que ce soit sur l'estran ou en milieux subtidaux, peuvent représenter des biomasses importantes (plusieurs dizaines de kilogrammes de masse fraîche par mètres carrés). Elles tiennent un rôle majeur dans la production primaire pour les eaux côtières et fournissent de surcroît un support ou un abri pour de nombreuses espèces (Guillaumont, 2005). Il en va de même pour les cnidaires et les spongiaires des récifs coralliens dans les eaux tropicales.

Les intérêts économiques des substrats durs résident essentiellement dans la pêche professionnelle d'espèces commerciales à forte valeur ajoutée et dans le tourisme, au travers du nautisme, de la pêche amateur et de la plongée sous-marine notamment (Bianchi *et al.*, 2004).

Cependant, l'étude des milieux rocheux est complexe. La structuration en micro-habitats des zones rocheuses rend difficile l'étude de leur biodiversité, la compréhension des processus biologiques qui s'y déroulent ou encore l'impact causé par les pressions anthropiques (Bellan-Santini, 1994).

Les méthodes d'échantillonnages sont nombreuses mais ne sont pas standardisées. L'utilisation de la plongée sous-marine est souvent nécessaire à l'obtention d'un bon échantillonnage (Baker et Wolff, 1987 ; Bianchi *et al.*, 2004). Celle-ci nécessite des compétences importantes et une certification spécifique obligatoire pour les opérateurs de terrain. Les contraintes physiologiques rencontrées en plongée sous-marine limitent son utilisation dans le temps ainsi qu'en profondeur, le plus souvent à une trentaine de mètres maximum (NF EN ISO 19493). La logistique nécessaire s'avère importante et coûteuse au regard de la durée d'intervention limitée. Pour les zones profondes (>30m), l'utilisation de ROV (Remotely Operated Vehicle) se généralise actuellement et les images couplées à des programmes d'analyse en 3 dimensions permettent des reconnaissances de plus en plus opérationnelles.

## 2 – L’inventaire des ZNIEFF : aide à la mise en œuvre

L’inventaire des Zones Naturelles d’Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) est un outil de connaissance qui a pour objectif le recensement des espaces les plus représentatifs du patrimoine naturel (marin et continental) sur le territoire national (métropole et outre-mer). Sa mise en œuvre en milieux marins nécessite la mobilisation des connaissances disponibles et une analyse experte de ces connaissances afin d’identifier et de spatialiser les intérêts patrimoniaux présents.

La Direction Régionale de l’Environnement, de l’Aménagement et du Logement (DREAL en métropole, DEAL en outre-mer) coordonne la mise en œuvre de l’inventaire sur l’ensemble du territoire marin dont elle a la responsabilité. En relation avec le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN), la DREAL/DEAL détermine la stratégie de déploiement de l’inventaire : elle fixe les objectifs (intérêts, secteurs géographiques, milieux, espèces, habitats...) et organise le réseau de collecte et de traitement des données.

L’établissement des listes régionales des éléments déterminants de biodiversité (espèces et habitats) par le CSRPN est un préalable à l’inventaire des ZNIEFF Continentales et Marines. Cette liste regroupe les éléments naturels plus particulièrement remarquables pour la région qui serviront de base à la justification de l’intérêt patrimonial des zonages proposés.

Les acteurs du programme doivent conserver à l’esprit l’excellence scientifique demandée pour l’identification des zones d’intérêts. Cependant, il convient de rester toujours pragmatique pour atteindre l’objectif de l’inventaire. Il est possible d’alimenter en continu le programme avec les nouvelles connaissances disponibles. Une connaissance partielle de la valeur patrimoniale d’une zone n’empêche pas son inscription à l’inventaire dans un premier temps si l’on a acquis la certitude de son intérêt patrimonial supérieur : le bilan de l’état de prospection renseigné dans le formulaire d’inscription des zones fournit une vision synthétique des forces et des faiblesses de la connaissance et permet d’organiser sa consolidation future. Ainsi il convient de considérer les aspects pragmatiques pour la mise en œuvre du programme et d’intégrer l’opérationnalité dans les réflexions préalables au lancement de l’inventaire.

A l’échelle d’une zone, le programme ZNIEFF est à la fois une synthèse des connaissances et une expertise permettant d’affirmer que l’espace identifié est remarquable ou à enjeu pour la biodiversité. Pour une grande partie, la connaissance utilisée existe déjà, mais il est parfois nécessaire ou tout au moins utile de la consolider par de nouvelles données de terrain. Cette connaissance nouvelle, générée sous l’impulsion du programme ZNIEFF, doit être mise à disposition de tous les autres programmes de préservation de la biodiversité (et même au-delà). L’inventaire ZNIEFF s’inscrit dans le Système d’information sur la Nature et les paysages (SINP), dont il exploite les données d’occurrence pour ses synthèses et analyses, autant qu’il est moteur de nouvelles études qui produiront des données d’occurrence (dans, mais aussi, hors les ZNIEFF).

Ainsi, au niveau régional, une succession d’étapes (*Figure 3*) mèneront à l’identification des ZNIEFF Marines :

- **le choix des secteurs/espèces/habitats** prioritaires pour l’analyse : il conviendra de définir le secteur géographique concerné (tout ou partie du territoire marin régional) et les intérêts patrimoniaux (*faunistiques* et/ou *floristiques* et/ou *écologiques*) ciblés par les analyses ;
- **la mobilisation et la synthèse des connaissances disponibles** sur le secteur d’étude ;
- **l’acquisition de nouvelles connaissances (si nécessaire)**, dans les cas où la synthèse montre que les données disponibles sont insuffisantes pour identifier les zones d’intérêts patrimoniaux sur le secteur d’étude. Les protocoles devront être adaptés aux objectifs fixés

et aux manques identifiés dans le bilan des connaissances disponibles. Ils convient également de prendre en compte les besoins des autres programmes régionaux, nationaux voire internationaux, dans les zones frontalières, notamment de l'U.E. afin de mutualiser les efforts de prospection ;

- **l'analyse des données disponibles** et acquises dans le but de repérer et de caractériser les intérêts patrimoniaux présents dans le secteur d'étude et de délimiter les enveloppes zonales les contenant. Les intérêts patrimoniaux sont identifiés au regard de la liste régionale des éléments déterminants, établie préalablement ;
- **la proposition d'inscription des zones à l'inventaire**, qui passe par la production d'un formulaire de données synthétiques des connaissances disponibles dans chacune des zones proposées, ainsi que par la digitalisation sous un format SIG des enveloppes correspondantes. L'ensemble de ces informations est soumis aux validations régionales (par le CSRPN) et nationale (par le MNHN).

La présente fiche concerne les premières étapes du processus jusqu'au bilan des connaissances. Elle s'attachera également à fournir des informations pour évaluer la suffisance des informations disponibles et pour mobiliser de nouvelles connaissances.

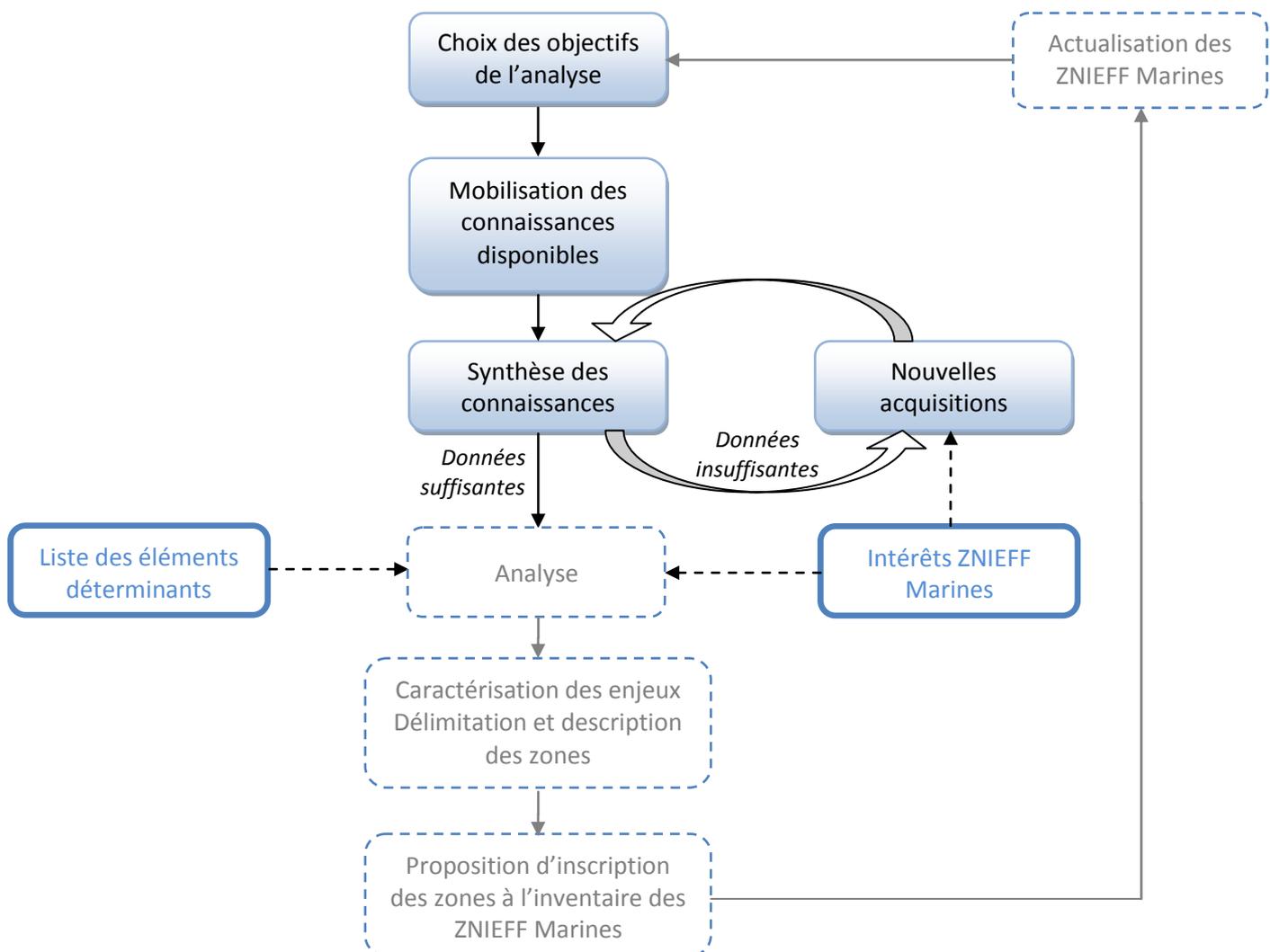


Figure 3 : Schéma synthétique des étapes successives menant à l'identification des ZNIEFF Marines.

## 2.1 – Choix des objectifs de l'analyse

Face à la recherche d'opérationnalité, nécessaire au lancement du programme, les opérateurs régionaux pourront être amenés à fixer des priorités pour le déploiement de l'inventaire. Les objectifs peuvent varier pour deux paramètres :

- **les intérêts ZNIEFF Marines** : l'analyse peut chercher à caractériser un ou plusieurs intérêts en particulier. Ceux-ci peuvent être des intérêts *faunistiques* et/ou *floristiques* et/ou *écologiques* (Tableau 2) ;
- **le secteur géographique** : l'analyse visant à caractériser les intérêts patrimoniaux peut être déployée sur l'ensemble du territoire marin régional ou seulement sur un ou des secteurs particuliers.

De manière pragmatique les deux paramètres seront le plus souvent combinés ; dans un premier temps, certains intérêts seront plus particulièrement recherchés dans un ou plusieurs secteurs géographiques. La prise en compte de l'ensemble des intérêts sur l'ensemble du territoire régional pouvant venir dans un second temps, au fur et à mesure de la disponibilité de nouvelles connaissances.

Une réflexion devra être menée avec le CSRPN, au cas par cas, pour définir quels objectifs seront visés par l'analyse ZNIEFF. Différents éléments régionaux pourront être pris en compte pour le choix des intérêts et des secteurs étudiés :

- **les connaissances mobilisables** pour qualifier les intérêts ZNIEFF Marines et/ou celles disponibles sur un secteur donné ;
- **l'expertise mobilisable** pour l'analyse des données rassemblées en vue de la caractérisation des enjeux patrimoniaux ;
- **la stratégie régionale de connaissances** ;
- **les moyens humains et financiers** disponibles ;
- **la mutualisation potentielle avec d'autres programmes.**

Une analyse préalable de la potentialité patrimoniale du territoire régional peut être nécessaire pour définir les objectifs. La recherche de cette potentialité peut faire l'objet d'une étude particulière menée en amont.

La suite de cette partie s'attache à fournir les éléments généraux visant à orienter les opérateurs régionaux dans le choix des objectifs pour la mise en œuvre de l'inventaire.

### 2.1.1 – Choix des intérêts ZNIEFF Marines à analyser

Le programme reconnaît deux grands types d'intérêts patrimoniaux (Tableau 2 et Guide méthodologique p69) qui peuvent justifier la valeur patrimoniale des zones inscrites à l'inventaire :

- les intérêts ***faunistiques et floristiques*** qui indiquent la présence dans la zone d'espèces remarquables, rares ou menacées, appelées espèces « déterminantes » dans le programme. Ces intérêts sont synthétisés au niveau du ou des groupes d'espèces taxinomiques qui correspondent aux espèces déterminantes présentes ;

- les intérêts **écologiques** qui indiquent, d'une part la présence dans la zone d'habitats remarquables, rares ou menacés, appelés habitats « déterminants » dans le programme, et d'autre part la présence de processus vitaux, fonctions ou états biologiques pour les espèces.

Tableau 2 : Liste des intérêts patrimoniaux pour le programme ZNIEFF Marines (Guide méthodologique p69)

Floristique	Faunistique	Ecologique
Algues	Poissons	Roches et autres substrats intertidaux durs
Phanérogames	Amphibiens	Roches et autres substrats infralittoraux durs
Lichens	Reptiles	Roches et autres substrats circalittoraux durs
	Oiseaux	Colonne d'eau pélagique
	Mammifères	Sédiments littoraux de la zone intertidiale
	Ascidies	Sédiments sublittoraux immergés en permanence
	Spongiaires	Fonds marins profonds
	Cnidaires	Connectivité écologique
	Bryozoaires	Zone de forte biodiversité
	Echinodermes	Fonction de forte productivité biologique
	Mollusques	Fonction de passage vers le lieu de ponte (Tortue marines)
	Crustacés	Fonction de réserve biogénétique
	Arthropodes	Fonction de nourricerie
	Annélides	Zone particulière d'alimentation
	Autres Faunes	Zone particulière liée à la reproduction
		Autre fonction écologique (préciser)

### 2.1.1.1 Les intérêts faunistiques et floristiques

D'un point de vue pragmatique, les intérêts *faunistiques* et *floristiques* seront plus facilement accessibles que les intérêts *écologiques* dans les analyses dès lors qu'il existe des données élémentaires telles que l'occurrence ou l'abondance des espèces. Ils pourront donc être considérés comme prioritaires dans une optique d'opérationnalité.

Dans l'absolu, il conviendrait de prendre en compte l'ensemble de la biodiversité dans les analyses afin d'assurer une meilleure robustesse aux zonages et *in fine* à l'inventaire. Mais dans les faits, cela sera rarement possible et un choix devra être fait sur les groupes taxinomiques visés en priorité sur la zone potentielle considérée.

Toutefois, face à la diversité des situations possibles, aucune préconisation générale ne peut être donnée pour prioriser les groupes taxinomiques à analyser. Celle-ci devra donc se faire au cas par cas en fonction du contexte régional, voir local (connaissance mobilisable, expertise mobilisable,... voir 2.1 choix des objectifs de l'analyse).

Dans les cas où de nouvelles acquisitions de connaissances s'avèreraient nécessaires, il peut être envisageable de ne s'intéresser qu'aux espèces de la liste régionale des espèces déterminantes ou aux espèces « caractéristiques » de tel ou tel habitat et de ne cibler que celle-ci dans les campagnes de terrain. Si cette démarche est tout à fait possible méthodologiquement, elle peut toutefois être considérée comme insuffisante d'un point de vue scientifique.

Par ailleurs, plusieurs études (Vanderklift *et al.*, 1998 ; Ward *et al.*, 1999 ; Gladstone, 2002 ; Olsgard *et al.*, 2003) se sont attachées à tester dans quelle mesure différents groupes d'espèces pourraient être des témoins (indicateurs) de la diversité spécifique d'un secteur ou d'un milieu particulier, avec

pour objectif principal d'alléger les acquisitions nécessaires pour les suivis biologiques. Il n'existe actuellement pas de consensus scientifique sur les groupes d'espèces les plus pertinents. Du reste, la méthodologie nationale de l'inventaire des ZNIEFF Marines préconise l'analyse la plus large possible de la diversité biologique réelle, c'est pourquoi cette démarche sur la potentialité n'est pas envisageable pour le programme.

### 2.1.1.2 Intérêts écologiques

Il existe deux types d'intérêts *écologiques* : ceux liés à la présence d'habitats déterminants d'une part et ceux liés à la présence de processus écologiques ou d'états particuliers de la biodiversité d'autre part. L'identification des intérêts *écologiques*, lors de l'analyse, va nécessiter une quantité et une précision des données disponibles ainsi qu'un niveau d'expertise à adapter selon les cas (justifiés, soit par des données d'occurrence, par des données d'abondance ou encore par tout autre type de données jugé pertinent).

D'un point de vue opérationnel, selon le contexte régional, le niveau de précision des données mobilisables (quantité, qualification, robustesse,...) pourra orienter le choix des intérêts *écologiques* visés pour l'analyse de chaque secteur. Les intérêts jugés par les experts comme étant plus difficilement identifiables pourront faire l'objet d'une étude complémentaire.

Tout comme pour les espèces, en cas de nouvelles acquisitions, il est envisageable de ne s'intéresser qu'aux habitats déterminants. Là encore, si cette démarche est tout à fait possible méthodologiquement, elle peut toutefois être considérée comme insuffisante sur le plan scientifique.

### 2.1.2 – Choix des secteurs à analyser

L'inventaire des ZNIEFF Marines touche l'ensemble des eaux sous juridiction française, c'est-à-dire l'ensemble de la Zone Economique Exclusive (ZEE), sans restriction de profondeur. Mais comme pour les intérêts, la simplicité d'exécution du programme va orienter, dans un premier temps, le choix du secteur d'étude. Les CSRPN doivent là encore être intégrés aux réflexions.

Ainsi, le périmètre de l'étude pourra être défini au regard :

- **de la patrimonialité supposée** : les secteurs pré-identifiés par les experts, comme pouvant présenter des enjeux patrimoniaux importants pourront être étudiés en priorité ;
- **des connaissances mobilisables** : les secteurs pour lesquels beaucoup de données sont disponibles pourront être étudiés en priorité. Les analyses nécessitent des données biologiques sur les espèces, les habitats et la fonctionnalité des milieux, mais elles nécessitent aussi des données physiques sur l'hydrodynamisme, la sédimentologie ou encore la température. Pragmatiquement, les secteurs bien connus seront plus faciles à analyser et ne nécessiteront probablement pas de nouvelles acquisitions de connaissances ;
- **de l'accessibilité aux sites** : les secteurs les plus faciles à prospecter pourront être privilégiés. Les secteurs fortement exposés à la houle ou aux courants dans lesquels il sera difficile de manipuler pourront être moins prioritaires, surtout dans les secteurs inconnus. Il en va de même pour les secteurs au large ou encore les milieux profonds, qui nécessitent des outils particuliers pour être échantillonnés (gros navires, engins particuliers, etc.), et qui pourront être vus comme moins prioritaires dans un premier temps que les secteurs côtiers par exemple.

Au-delà des enjeux scientifiques, le contexte d'aménagement du territoire peut également être pris en compte pour prioriser dans un second temps le choix du secteur d'étude.

## 2.2 – Bilan des connaissances mobilisables

Les connaissances disponibles sont variables selon les régions et les secteurs d'études, cependant certains organismes ou programmes fournissent des informations à grande échelle qui peuvent s'avérer utiles pour l'identification des ZNIEFF Marines.

On peut citer, pour les données physiques sur les milieux marins :

- Le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) : propose des données sur la bathymétrie, la morpho-sédimentologie, la nature des fonds marins (disponible sur certains secteurs) ou encore sur les courants de marée. Il est également le référent national pour la délimitation des espaces maritimes, et fournit dans ce cadre la limite des eaux sous juridiction nationale, sur l'ensemble desquelles se déploie l'inventaire des ZNIEFF Marines ;
- l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) : fournit la base de données vectorielles topographiques (Bd Topo) au sein de laquelle se trouve la couche SIG Tronçon\_Laisse qui sert de référence pour la limite terre-mer dans le programme ZNIEFF (en attendant que les réflexions menées actuellement aboutissent à un consensus national sur la limite terre-mer) ;
- PREVIMER : fournit quotidiennement des observations et des prévisions côtières sur les trois façades marines métropolitaines, notamment pour les courants, les vagues, la température et la salinité ;
- EMODnet Seabed Habitats (EUSeaMap) project : vise à produire des cartes d'habitats benthiques (par compilation de données anciennes et nouvelles) pour l'ensemble des fonds marins européens. Ce projet est la suite du programme MESH Atlantic qui a déjà permis de mettre à disposition des cartes d'habitats physiques (EUNIS niveau 3 ou 4) pour la Manche et le golfe de Gascogne ;
- le programme de cartographie de l'espace marin national : qui fournit, sur la base d'une synthèse des données existantes et d'un modèle prédictif, une cartographie des habitats physiques des fonds marins de la quasi-totalité des eaux de la métropole. Les travaux sont en cours pour l'outre-mer.

Pour les données biologiques :

- l'INPN : plateforme nationale du SINP, elle permet entre autre de mobiliser les données de synthèse des autres programmes spatiaux (Natura 2000, parcs marins, réserves, site Ramsar...) ;
- le SINP : les plateformes thématiques et régionales sont le lieu de bancarisation des données élémentaires d'échange (DEE), donc de données d'occurrence standardisées (habitats et espèces), produites par les inventaires naturalistes ou dans le cadre d'acquisitions complémentaires de programmes spatiaux (Natura 2000, ZNIEFF...). Chaque programme spatial ayant son format et sa précision pour les données de synthèse, il est plus opérationnel d'utiliser directement les données d'occurrence quand elles existent ;
- le réseau des stations et observatoires marins (RESOMAR) : dont la base de données « Benthos » rassemble toutes les données biologiques acquises par les laboratoires et stations marines qui composent le réseau ;
- le programme de cartographie des habitats marins (CARTHAM) : dont l'objectif est d'établir l'état biologique initial des sites Natura 2000 en mer et de définir les périmètres d'étude en vue de projets de parcs naturels marins en métropole. Les cartographies des habitats sont disponibles sur le site web de l'Agence des aires marines protégées (AAMP) et les données

biologiques brutes validées sont diffusées sur le site web de l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) ;

- le programme « Canyons de Méditerranée » : piloté par l'Agence des Aires Marines Protégées, dont les deux campagnes MEDSEACAN et CORSEACAN fournissent des données importantes sur les communautés benthiques des têtes de canyon de Méditerranée ;

- EMODnet [*European Marine Data and Observation Network*] Seabed Habitats (EUSeaMap) project : vise à produire des cartes d'habitats benthiques (par compilation de données anciennes et nouvelles) pour l'ensemble des fonds marins européens. Ce projet est la suite du programme MESH [*Mapping European Seabed Habitats*] Atlantic, et fourni notamment des cartes de distribution de certains habitats particuliers (herbiers, maërl, etc.) pour la Manche et le golfe de Gascogne

### 2.2.1 – Nécessité et validité des données élémentaires/d'occurrence

L'inventaire des ZNIEFF est un programme scientifique de connaissance de la distribution de la diversité patrimoniale sur le territoire national. Les données qui l'alimentent doivent donc répondre à quatre critères :

- **spatialisation** : l'inventaire étant zonal, il nécessite des données sur la distribution des espèces et des habitats afin de délimiter des périmètres contenant les enjeux patrimoniaux ;
- **actualité** : l'inventaire visant les enjeux patrimoniaux actuels, les données élémentaires/d'occurrence doivent être récentes et datées. La borne d'actualité est fixée à 2001 jusqu'en 2025 ;
- **diversité** : l'inventaire visant l'ensemble de la diversité biologique marine, il sera idéalement recherché des données sur un maximum de groupes d'espèces et de milieux. L'objectif sera de mobiliser des données assurant une couverture géographique maximale sur le secteur et une prise en compte du plus grand éventail d'espèces possible ;
- **robustesse** : une précision taxinomique au rang spécifique lors de l'identification des espèces déterminantes et au niveau biocénotique pour les habitats doit être recherchée afin d'assurer la fiabilité et la justesse de l'inventaire. Les éléments « autres » pourront être d'un niveau moins précis.

Toutes données fiables, qu'elles soient qualitatives ou quantitatives, quelles que soient leurs sources, peuvent être intégrées dans l'analyse puisqu'elles seront exploitées à un niveau de synthèse. Il est donc possible d'utiliser des données qualitatives issues d'inventaires ponctuels de connaissances jusqu'à des données très précises acquises dans le cadre d'études scientifiques spécialisées, en passant par des données quantitatives provenant des programmes de suivis pluriannuels de l'évolution des milieux. La qualification des données nécessaires va dépendre des intérêts ZNIEFF Marines visés.

L'actualité des données de synthèse, lors de l'inscription d'une zone à l'inventaire, devra être justifiée pour au moins 30% des éléments déterminants (espèces d'une part et habitats d'autre part). Ainsi, afin de satisfaire à cette règle, il convient qu'une proportion importante des données brutes d'occurrence, disponibles sur les éléments déterminants, soit récente (pour mémoire, la borne d'actualité est fixée à 2001 jusqu'en 2025).

La proportion des données brutes d'occurrence d'espèces et/ou d'habitats nécessaire dans le jeu de données initial ne peut être connue avec précision. L'évaluation du respect de la règle des 30% de

données récentes sera réalisée *in fine* au niveau de chacune des zones inscrites à l'inventaire et ne concernera que les éléments déterminants.

Par ailleurs, les SINP régionaux vont constituer une plate-forme incontournable dans la gestion des données sur la connaissance des espèces et des habitats. Dans cette optique, il convient de veiller à ce que les données mobilisées pour l'inventaire des ZNIEFF Marines (existantes ou nouvellement acquises) le soient sous la forme de données d'occurrence compatibles avec les standards édictés par le SINP et qu'elles y soient versées *in fine*, avant d'être synthétisées et exploitées aux standards de la méthodologie des ZNIEFF.

A l'issue des analyses sur les données d'occurrence et les informations élémentaires mobilisées, lorsque les enjeux patrimoniaux auront été identifiés et que les périmètres contenant ces enjeux auront été définis, les données utiles à la justification de chaque zone seront synthétisées dans les formulaires accompagnant chacune des propositions de ZNIEFF.

Les données synthétisées dans les formulaires ZNIEFF Marines devront comprendre, pour chacune des mentions d'espèces, *a minima* les données attributaires suivantes (*Tableau 3*) :

- **un nom d'espèce** : il est fortement conseillé d'associer également au nom d'espèce un nom d'auteur et, pour la faune, une date de description afin d'éviter les erreurs taxinomiques. L'idéal est d'attribuer un CD\_NOM TAXREF à chaque espèce,

ET

- **une localisation**,

ET

- **une date ou une période d'observation, ainsi que l'identité de son observateur, OU une source bibliographique** (pour les espèces déterminantes la mention de la source sera systématiquement obligatoire).

D'autres informations, telles que le statut biologique, les abondances et le lien habitat de chacune des espèces sont également utiles pour affiner les analyses et l'identification des enjeux patrimoniaux. La présence de ces informations dans le jeu de données initial permettra d'affiner les analyses.

*Tableau 3 : Renseignement des attributs des données espèces pour les espèces déterminantes et autres (Guide méthodologique p49).*

Données Espèces	Espèces déterminantes	Espèces autres
Nom	Obligatoire	Obligatoire
Auteur(s)/ Date de description (faune)	Fortement conseillé	Fortement conseillé
CD NOM TAXREF	Fortement conseillé	Fortement conseillé
Localisation	Obligatoire	Obligatoire
Date d'observation/ Source	Obligatoire	Fortement conseillé
Statut biologique	Fortement conseillé	Fortement conseillé
Abondances	Fortement conseillé	Fortement conseillé
Lien habitat	Fortement conseillé	Fortement conseillé

Chacune des mentions d'habitats devra être associée *a minima* dans le formulaire descriptif des zones à toutes les conditions suivantes (Tableau 4) :

- **un code et un libellé d'habitat** : le renseignement doit obligatoirement être fait suivant la typologie EUNIS pour la métropole et suivant la « liste des habitats marins des départements d'outre-mer » (MNHN/SPN 2011a, b et c) pour l'outre-mer. Il est vivement conseillé de renseigner également les habitats de métropole suivant la typologie nationale,

ET

- **une localisation**,

ET

- **une date ou une période d'observation, ainsi que l'identité de son observateur, OU une source bibliographique** (obligatoire seulement pour les habitats déterminants).

Les surfaces couvertes par chacun des habitats sont également utiles pour affiner les analyses et l'identification des enjeux patrimoniaux.

Les habitats déterminants doivent être décrits jusqu'au niveau biocénotique (Guide méthodologique p. 25). Ce paramètre apparaît actuellement à des niveaux différents dans la hiérarchisation selon le substrat considéré : niveau 4 pour les substrats durs et niveau 5 pour les substrats meubles (Galparsoro *et al.*, 2012 ; Michez *et al.* 2014).

Tableau 4 : Renseignement des attributs des données habitats pour les habitats déterminants et autres (Guide méthodologique p. 49).

Données Habitats	Habitats déterminantes	Habitats autres
Libellé	Obligatoire	Obligatoire
CD HAB EUNIS / CD HAB DOM	Obligatoire Métropole : Substrats durs : mini N4 EUNIS Substrats meubles : mini N5 EUNIS	Obligatoire Métropole : mini N3 EUNIS
CD HAB Typo nationale	Fortement conseillé	Fortement conseillé
Localisation	Obligatoire	Obligatoire
Date d'observation	Obligatoire	Fortement conseillé
Source	Obligatoire	Fortement conseillé
Surface	Fortement conseillé	Fortement conseillé

Des données, autres que biologiques, pourront de surcroît être utiles pour les analyses puisqu'elles vont avoir un rôle important dans la structuration des communautés benthiques et pélagiques (voir Tableau 5 et guide méthodologique p. 50-52). Certaines d'entre elles sont utilisées pour la classification des habitats et donc essentielles pour la réalisation d'une cartographie des biocénoses. Ces données physiques, peuvent être mentionnées dans les formulaires de données qui accompagnent les propositions d'inscription des zones à l'inventaire, elles sont autant d'éléments contextuels permettant de mieux appréhender les enjeux patrimoniaux de ces zones. Il va s'agir de données sur :

- la **géomorphologie** observable sur le secteur d'étude,
- la **granulométrie** du secteur d'étude,
- l'**hydrologie** (trophisme, salinité, thermocline, exposition et courants) du secteur d'étude,
- l'**hydrodynamisme** le plus caractéristique sur le secteur d'étude.

Enfin, d'autres données contextuelles vont être utiles. Certaines sont à renseigner obligatoirement dans les formulaires de données ZNIEFF Marines (voir *Tableau 5 et guide méthodologique p. 50-52*). Il va s'agir de données sur :

- les **mesures de protection** et de gestion en vigueur sur le secteur d'étude,
- les **activités humaines** observées sur le secteur d'étude,
- les **facteurs d'évolution**, naturels ou anthropiques, qui risquent de modifier l'équilibre écologique sur le secteur d'étude.

*Tableau 5 : Renseignement des données complémentaires pour les zones inscrites à l'inventaire ZNIEFF Marines.*

<b>Données Complémentaires</b>	<b>Renseignement</b>
<b>Mesures de protection</b>	Fortement conseillé
<b>Activités humaines</b>	Fortement conseillé
<b>Facteurs d'évolution</b>	Obligatoire
<b>Géomorphologie</b>	Fortement conseillé
<b>Granulométrie</b>	Fortement conseillé
<b>Hydrologie</b>	Fortement conseillé
<b>Hydrodynamisme</b>	Fortement conseillé

Du point de vue méthodologique, une seule mention d'espèce ou d'habitat déterminant peut être suffisante pour justifier l'inscription d'une ZNIEFF Marine à l'inventaire. Cependant, l'identification des intérêts patrimoniaux sur le secteur analysé sera d'autant plus rigoureuse que les données d'occurrences valides disponibles seront nombreuses et précises.

Le dire d'expert est incontournable tout au long des analyses ZNIEFF, notamment pour l'identification des zones présentant des enjeux patrimoniaux plus importants. Celui-ci peut toutefois être étayé par différents outils d'analyse selon la densité et le type des données disponibles. Globalement, trois niveaux d'expertise peuvent être distingués (*Figure 4*) :

- le dire d'expert strict,
- le dire d'expert appuyé par des indices de biodiversité,
- le dire d'expert appuyé par des outils d'optimisation spatiale.

Les analyses visant à l'identification des intérêts ZNIEFF ne seront pas traitées dans cette fiche. Seules les étapes préparatoires de validité des données et de diagnostic de suffisance vont être abordées.

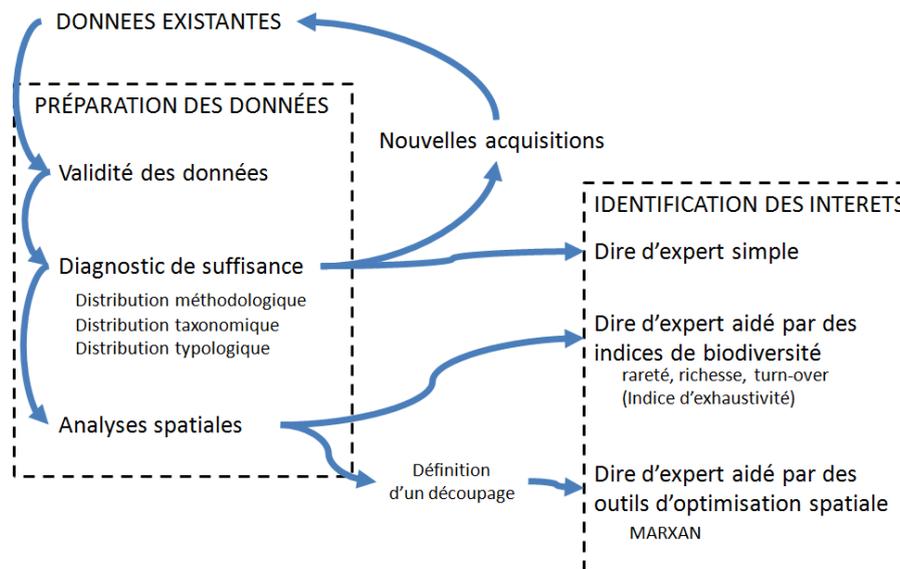


Figure 4 : Etapes préparatoires des données disponibles et les niveaux d'expertise correspondants pour l'identification des intérêts ZNIEFF Marines.

### 2.2.2 – Diagnostic de suffisance

Le bilan des connaissances existantes passe dans un premier temps par une évaluation qualitative des données disponibles. L'objectif étant d'identifier si le jeu de données permet potentiellement de qualifier les intérêts ZNIEFF visés par l'étude. Plusieurs éléments peuvent être analysés :

- **la distribution méthodologique** qui vise à identifier les méthodes employées pour collecter les données. Chaque méthode fournit des types de données spécifiques qui ne sont pas toujours comparables entre elles. Pour les données des substrats durs, une synthèse du nombre de stations, du nombre de taxons et du nombre de relevés peut être faite pour les différents types de méthodes d'observation et/ou de collecte employées, les différentes tailles de vide de maille des tamis ou de filets utilisés et les différents niveaux de qualification des données ;
- **la distribution taxinomique des mentions d'espèces** qui s'intéresse aux espèces connues sur le secteur à analyser. Une synthèse du nombre de taxons et du nombre de relevés disponibles pour différents rangs taxinomiques permet d'avoir une idée des groupes d'espèces les mieux connus et ceux en déficit de connaissances ;
- **la distribution typologique des mentions d'habitats** qui s'intéresse aux habitats mentionnés dans le jeu de données disponible. Une synthèse du nombre de stations échantillonnées et des surfaces cartographiées pour différents rangs typologiques permet là encore d'identifier les habitats bien connus sur le secteur d'étude et ceux en déficit de connaissances.

Les analyses peuvent être faites sur l'ensemble des données disponibles ainsi que plus spécifiquement sur les espèces et les habitats déterminants afin d'évaluer le degré de connaissance disponible pour ces éléments qui vont par la suite être essentiels pour la justification des zones proposées à l'inscription à l'inventaire. Ce premier niveau d'analyse qualitative doit permettre dans certains cas d'identifier les déficits de connaissances à combler par des recherches complémentaires (terrain, bibliographie). Le diagnostic de suffisance peut être poursuivi avec des analyses quantitatives qui auront pour objectif d'évaluer si les données disponibles sont représentatives de la biodiversité présente dans les milieux étudiés.

Cette question de la représentativité des données d'occurrence est très délicate. D'un point de vue écologique, la variabilité importante des peuplements en milieu marin rend difficile la préconisation d'un minimum de données nécessaires à l'évaluation de la diversité présente dans un secteur d'étude. De plus, la notion d'échelle d'observation est à prendre en compte car elle influence largement les mesures et les évaluations sur la biodiversité (Ghertsos, 2000 ; Ellingsen, 2001 ; Foveau, 2009).

D'un point de vue méthodologique, les intérêts patrimoniaux ne nécessitent pas tous le même niveau de connaissance. Ainsi le diagnostic de représentativité des données est à déterminer en fonction des intérêts visés par les analyses. De plus, certains éléments déterminants présentent un niveau de patrimonialité supérieur aux autres. La disponibilité de quelques données d'occurrence de ces espèces ou habitats ultra-remarquables peut s'avérer suffisante pour l'identification des intérêts patrimoniaux correspondants et la justification de l'inscription des zones à l'inventaire.

La représentativité des données pourra donc être estimée au cas par cas, par la construction de courbes aires-espèces (Gounot, 1969) ou à partir d'estimateurs statistiques de la richesse spécifique réelle (Chao, 1983, 1984 ; Burnham et Overton 1978, 1979 ; Smith et van Belle 1984 ; Heltshe et Forrester 1983 ; Palmer 1991 ; Ugland *et al.* 2003, Ugland et Gray 2004).

### 3 – Nouvelles acquisitions de connaissances

Il peut être nécessaire de procéder à de nouvelles acquisitions de connaissances lorsque la synthèse des données disponibles a montré des insuffisances, sur tout ou partie de la biodiversité du secteur d'étude, empêchant ou limitant la caractérisation des enjeux patrimoniaux et l'identification des zones d'intérêts.

Globalement, les nouvelles acquisitions auront toutes pour objectif d'augmenter la densité des données sur le secteur d'étude. Selon le type d'intérêt choisi, cela concernera :

- pour les **intérêts Faunistiques et Floristiques** : une augmentation de la densité de données sur les espèces, en terme d'occurrence ou d'abondance. Pourront être ciblés :
  - des **groupes taxinomiques** particuliers,
  - des **classes de tailles** particulières (méio-organismes, macro-organismes, gros macro-organismes...),
  - des **milieux de vie** particuliers (étages...),
  - des **types d'espèces** particuliers (sessiles, mobiles, endogées...).
- pour les **intérêts Ecologiques liés à la présence d'habitats** déterminants : une augmentation de la densité des données sur les habitats. Pourront être ciblées :
  - une augmentation du **nombre de stations** pour lesquelles la qualification des habitats est disponible (par exemple, pour améliorer la précision d'une cartographie existante).
  - une augmentation de la **couverture géographique cartographiée**. Cela passe par l'acquisition de données stationnelles physiques et biologiques pour la qualification des habitats et leur extrapolation à partir de données surfaciques (physiques le plus souvent, voir le guide MESH - Projet MESH, 2008).
- pour les **intérêts Ecologiques liés aux processus écologiques** : une augmentation de la densité des **données spécifiques** qui permettent d'identifier les intérêts concernés.

Les protocoles d'acquisition des nouvelles connaissances devront être élaborés selon :

- le type de données dont il est recherché une augmentation de la densité,
- le type de milieux présents, pour lesquels des méthodes de collectes différentes pourront être employées.

Cette troisième partie fournit :

- une description des méthodes de prospection couramment employées pour les substrats durs,
- des avis sur la pertinence de l'emploi de chacune de ces méthodes pour la collecte de données utiles au programme ZNIEFF Marines.
- des éléments généraux pour l'élaboration de protocoles d'acquisition de connaissances spécifiques au programme ZNIEFF Marines,
- des exemples de protocoles.

Les données d'occurrence générées par ces nouvelles acquisitions, au-delà de leur seule utilisation dans les synthèses de données de l'inventaire ZNIEFF, devront avoir un format compatible avec le standard d'échange du SINP (DEE, donnée élémentaire d'échange) pour y être bancarisées et ainsi être mutualisées avec d'autres programmes ou démarches comparables. Cela concerne l'ensemble des données générées par ces nouvelles acquisitions : les données des futures ZNIEFF, mais également les données issues de la périphérie des ZNIEFF, ou d'espaces qui ne se révéleraient pas suffisamment intéressants pour être inscrits à l'inventaire ZNIEFF.

## 3.1 – Méthodes de collecte pour les substrats durs

### 3.1.1 – Méthodes visuelles

#### 3.1.1.1 – Recensement visuel



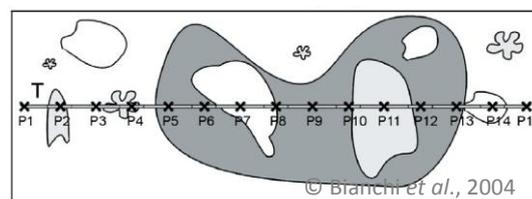
<b>Sources des informations</b>	Bianchi <i>et al.</i> , 2004 : Hard bottoms. Hill et Wilkinson, 2004 : Methods for ecological monitoring of coral reefs. Murray <i>et al.</i> , 2006 : Monitoring rocky shores.
<b>Remarques générales</b>	
<b>Description</b>	Les observations sont réalisées durant un temps défini.
<b>Mise en œuvre</b>	L'observateur se déplace (juste au-dessus du substrat en plongée) dans le secteur défini et relève les différentes espèces qu'il rencontre pendant une période de temps définie.
<b>Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre</b>	Important (biologiste spécialiste)
<b>Matériel spécifique nécessaire</b>	Plaquette de notation, éventuellement sacs de prélèvement. Subtidal : le matériel de terrain (embarcation, radio, équipement plongée, GPS, compas) et les compétences pour des interventions en plongée. Au laboratoire : les moyens optiques (microscopes, binoculaires), les compétences scientifiques et la documentation scientifique adaptée (collections de référence et ouvrages de taxonomie)
<b>Taille des organismes prélevés</b>	Gros (> 5 cm) macro-organismes, éventuellement moyens (1-5 cm) macro-organismes.
<b>Type de données</b>	Qualitatives/Semi-quantitatives/Quantitatives
<b>Avantages</b>	Méthode non destructive (tant qu'il n'y a pas de prélèvements). Simple à mettre en œuvre. Une surface importante peut être prospectée. Les habitats facilement prospectés peuvent être couverts rapidement et l'effort peut être concentré sur les habitats appropriés. Fournit une liste d'espèces plus complète que les quadrats.
<b>Inconvénients</b>	Les opérateurs de terrain doivent être des biologistes expérimentés. Le secteur risque de ne pas être échantillonné dans son intégralité avant la fin de la durée définie. Il est de plus nécessaire de trouver un compromis entre une recherche minutieuse sur les habitats complexes et une recherche à plus large échelle. La précision des abondances et du pourcentage de recouvrement est faible. Le biais observateur peut être important (patience, compétences).
<b>Coût/temps humain</b>	Aucun coup d'acquisition de matériel. Sur le terrain : Supra/médiolittoral : 1 ou 2 personnes sont nécessaires pour réaliser les relevés. Subtidal : 3 personnes sont nécessaires pour réaliser les relevés (contrainte liée à la plongée professionnelle). Le nombre de relevés par jours est fonction de la durée d'observation définie.

### 3.1.1.2 - Transect

Plusieurs méthodes existent pour le transect. Elles ont toutes en commun le fait que l'échantillonnage est basé sur l'utilisation d'une ligne comme référence.

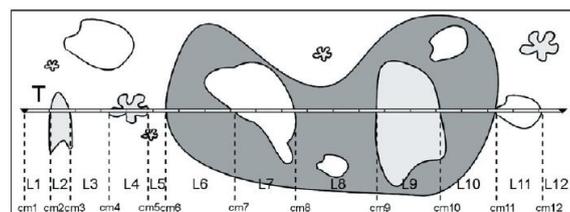


Transect point contact



<b>Sources des informations</b>	Bianchi <i>et al.</i> , 2004 : Hard bottoms. Hill et Wilkinson, 2004 : Methods for ecological monitoring of coral reefs. Murray <i>et al.</i> , 2006 : Monitoring rocky shores.
<b>Remarques générales</b>	
<b>Description</b>	Un bout marqué à intervalles réguliers ou un ruban multi-décamètre non flottant permettent de matérialiser le transect. La longueur et le nombre de points contacts du transect dépendent des objectifs de l'étude et des milieux échantillonnés.
<b>Mise en œuvre</b>	Le transect est tendu, en ligne droite, sur le substrat. Il est fixé à ses deux extrémités par des ancrs ou par des poids. L'unité biologique présente directement sous chaque point contact (marque à intervalles réguliers sur le transect) est inventoriée par un opérateur de terrain. Le pourcentage de recouvrement pour une espèce est obtenu en divisant le nombre de contacts obtenus par le nombre total de contacts le long du transect
<b>Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre</b>	Variable (selon les espèces ciblées et la nécessité d'une expertise taxinomique associée)
<b>Matériel spécifique nécessaire</b>	Système de fixation du transect (ancres, poids, etc.) Plaquette de notation, éventuellement des sacs de prélèvement Subtidal : le matériel de terrain (embarcation, radio, équipement plongée, GPS, compas) et les compétences pour des interventions en plongée. Au laboratoire : les moyens optiques (microscopes, binoculaires), les compétences scientifiques et la documentation scientifique adaptée (collections de référence et ouvrages de taxonomie)
<b>Taille des organismes prélevés</b>	Moyens (1-5 cm) et gros (> 5 cm) macro-organismes.
<b>Type de données</b>	Qualitatives/Semi-quantitatives/Quantitatives
<b>Avantages</b>	Méthode non destructive (tant qu'il n'y a pas de prélèvements). Rapide Permet des échantillonnages sur de grandes étendues, ce qui peut aider à minimiser l'auto-corrélation spatiale. Bonne estimation du pourcentage de recouvrement.
<b>Inconvénients</b>	L'installation du transect peut être chronophage. Permet seulement de calculer le pourcentage de recouvrement des espèces, aucune mesure des abondances n'est possible. Biais d'observation potentiel sur la décision du contact ou non de l'espèce avec le transect. L'échantillonnage est très étendu selon une dimension spatiale, mais il est très réduit (une ligne) selon l'autre dimension.
<b>Coût/temps humain</b>	Le coup d'acquisition d'une ligne de transect est négligeable (quelques dizaines euros). Sur le terrain : Supra/médiolittoral : 1 ou 2 personnes sont nécessaires pour réaliser les relevés. Subtidal : 3 personnes sont nécessaires pour réaliser les relevés (contrainte liée à la plongée professionnelle). Le nombre de transects échantillonnés par jour est très variable, il va dépendre de la profondeur, de la longueur du transect et du nombre de points contacts.

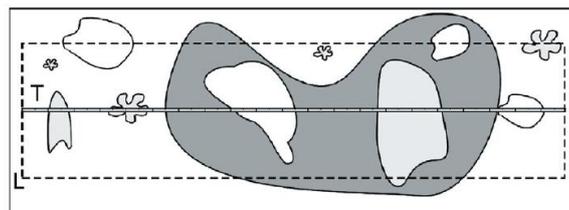
## Transect ligne contact



© Bianchi *et al.*, 2004

<b>Sources des informations</b>	Bianchi <i>et al.</i> , 2004 : Hard bottoms. Hill et Wilkinson, 2004 : Methods for ecological monitoring of coral reefs. Murray <i>et al.</i> , 2006 : Monitoring rocky shores.
<b>Remarques générales</b>	
<b>Description</b>	Un ruban multi-décamètre non flottant permet de matérialiser le transect. La longueur du transect dépend des objectifs de l'étude et des milieux échantillonnés.
<b>Mise en œuvre</b>	Le transect est tendu, en ligne droite, sur le substrat. Il est fixé à ses deux extrémités par des ancrs ou par des poids. L'opérateur note chacune des distances auxquelles interviennent des changements dans les unités biologiques directement en contact avec le transect.
<b>Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre</b>	Variable (selon les espèces ciblées et la nécessité d'une expertise taxinomique associée)
<b>Matériel spécifique nécessaire</b>	Système de fixation du transect (ancres, poids, etc.) Plaquette de notation, éventuellement des sacs de prélèvement Subtidal : le matériel de terrain (embarcation, radio, équipement plongée, GPS, compas) et les compétences pour des interventions en plongée. Au laboratoire : les moyens optiques (microscopes, binoculaires), les compétences scientifiques et la documentation scientifique adaptée (collections de référence et ouvrages de taxonomie)
<b>Taille des organismes prélevés</b>	Moyens (1-5 cm) et gros (> 5 cm) macro-organismes.
<b>Type de données</b>	Qualitatives/Semi-quantitatives/Quantitatives
<b>Avantages</b>	Méthode non destructive (tant qu'il n'y a pas de prélèvements). Bonne estimation du pourcentage de recouvrement.
<b>Inconvénients</b>	L'installation du transect peut être chronophage. Peu adaptée lorsque les limites de distribution des espèces ne sont pas nettes ou lorsque les espèces sont en mélange. Longue à mettre en œuvre.
<b>Coût/temps humain</b>	Le coup d'acquisition d'un transect est négligeable (quelques dizaines euros). Sur le terrain : Supra/médiolittoral : 1 ou 2 personnes sont nécessaires pour réaliser les relevés. Subtidal : 3 personnes sont nécessaires pour réaliser les relevés (contrainte liée à la plongée professionnelle). Le nombre de transects échantillonnés par jours est très variable, il va dépendre de la profondeur, de la longueur du transect, de la diversité et de la densité des organismes, de la taille et du nombre d'espèces échantillonnées.

## Transect bande



© Bianchi *et al.*, 2004

<b>Sources des informations</b>	Baker et Wolf, 1987 : Biological surveys of estuaries and coasts. Bianchi <i>et al.</i> , 2004 : Hard bottoms. Davies <i>et al.</i> , 2001 : Marine monitoring handbook. Murray <i>et al.</i> , 2006 : Monitoring rocky shores.
<b>Remarques générales</b>	
<b>Description</b>	Un bout ou un ruban multi-décamètre non flottant permet de matérialiser le transect.
<b>Mise en œuvre</b>	Le transect est tendu, en ligne droite, sur le substrat. Il est fixé à ses deux extrémités par des ancrs ou par des poids. Les espèces présentes dans une bande s'étendant de part et d'autre du transect sont inventoriées par un opérateur de terrain. Une pige de la largeur de la bande (ou de la moitié) peut être déplacée perpendiculairement le long du transect afin de respecter en permanence la largeur de la bande.
<b>Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre</b>	Variable (selon les espèces ciblées et la nécessité d'une expertise taxinomique associée)
<b>Matériel spécifique nécessaire</b>	Système de fixation du transect (ancres, poids, etc.) Plaquette de notation, éventuellement pige et sacs de prélèvement. Subtidal : le matériel de terrain (embarcation, radio, équipement plongée, GPS, compas) et les compétences pour des interventions en plongée. Au laboratoire : les moyens optiques (microscopes, binoculaires), les compétences scientifiques et la documentation scientifique adaptée (collections de référence et ouvrages de taxonomie)
<b>Taille des organismes prélevés</b>	Moyens (1-5 cm) et gros (> 5 cm) macro-organismes.
<b>Type de données</b>	Qualitatives/Semi-quantitatives/Quantitatives
<b>Avantages</b>	Méthode non destructive (tant qu'il n'y a pas de prélèvements). Méthode adaptée pour les grosses espèces bien individualisées (dénombrables),
<b>Inconvénients</b>	L'installation du transect peut être chronophage. Méthode peu adaptée pour l'estimation du pourcentage de recouvrement. Peu adaptée aux petites espèces. La longueur du transect pose parfois des problèmes lorsque l'étude vise des peuplements de taille réduite. Les densités peuvent être biaisées par des erreurs d'estimation de la largeur de la bande sur le terrain.
<b>Coût/temps humain</b>	Le coup d'acquisition d'un transect est négligeable (quelques dizaines euros). Sur le terrain : Supra/médiolittoral : 1 ou 2 personnes sont nécessaires pour réaliser les relevés. Subtidal : 3 personnes sont nécessaires pour réaliser les relevés (contrainte liée à la plongée professionnelle). Le nombre de transects échantillonnés par jours est très variable, il va dépendre de la profondeur, de la longueur du transect, de la largeur de la bande, de la densité des organismes, de la taille et du nombre d'espèces échantillonnées.

### 3.1.1.3 – Quadrat



<b>Sources des informations</b>	<p>Bellan-Santini, 1969; Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux.</p> <p>Baker et Wolf, 1987 : Biological surveys of estuaries and coasts.</p> <p>Bianchi <i>et al.</i>, 2004 : Hard bottoms.</p> <p>Davies <i>et al.</i>, 2001 : Marine monitoring handbook.</p> <p>Murray <i>et al.</i>, 2006 : Monitoring rocky shores</p>
<b>Remarques générales</b>	
<b>Description</b>	<p>Le quadrat est un cadre qui délimite la surface à échantillonner.</p> <p>En matière plastique ou en métal inoxydable pour résister à la corrosion, il peut être rigide ou souple pour faciliter les manipulations et avoir différentes formes (carré, rond, rectangulaire).</p> <p>La taille du quadrat varie selon les objectifs de l'étude (généralement entre 0,1 et 1 m<sup>2</sup>)</p>
<b>Mise en œuvre</b>	<p>Le quadrat est placé sur le substrat sur une surface plane.</p> <p>Les organismes sessiles sont identifiés et comptabilisés visuellement par un biologiste.</p> <p>Les mesures de densité et/ou de surface de recouvrement peuvent être réalisées dans l'ensemble du quadrat, dans un certain nombre de sous-unités à l'intérieur du quadrat ou à un certain nombre de points particuliers (points contacts).</p>
<b>Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre</b>	Important (biologiste expert)
<b>Matériel spécifique nécessaire</b>	<p>Quadrat, plaquette de notation, éventuellement des sacs de prélèvement</p> <p>Subtidal : le matériel de terrain (embarcation, radio, équipement plongée, GPS, compas) et les compétences pour des interventions en plongée.</p> <p>Au laboratoire : les moyens optiques (microscopes, binoculaires), les compétences scientifiques et la documentation scientifique adaptée (collections de référence et ouvrages de taxonomie)</p>
<b>Taille des organismes prélevés</b>	Moyens (1-5 cm) et gros (> 5 cm) macro-organismes.
<b>Type de données</b>	Qualitatives/Semi-quantitatives/Quantitatives
<b>Avantages</b>	<p>Méthode non destructive (tant qu'il n'y a pas de prélèvements).</p> <p>Méthode simple, reproductible et robuste (statistiques).</p> <p>Fournie une bonne estimation des abondances.</p> <p>Pas de perturbation du milieu.</p>
<b>Inconvénients</b>	<p>Le comptage de l'ensemble des espèces peut être long et fastidieux.</p> <p>Il peut exister un biais lié à l'observateur.</p> <p>La taille du quadrat peut ne pas être adaptée à l'ensemble des espèces inventoriées.</p> <p>Subtidal : l'emploi du quadrat est limité aux espaces accessibles en plongée sous-marine (selon la réglementation de la plongée professionnelle).</p>
<b>Coût/temps humain</b>	<p>Le coup d'acquisition d'un quadrat est négligeable (quelques euros).</p> <p>Sur le terrain : Supra/médiolittoral : 1 personne est nécessaire pour réaliser les relevés.</p> <p>Subtidal : 3 personnes sont nécessaires pour réaliser les relevés (contrainte liée à la plongée professionnelle).</p> <p>Le nombre de quadrats échantillonnés par jours est très variable, il va dépendre de la profondeur, de la taille du quadrat, de la densité des organismes, de la taille et du nombre d'espèces échantillonnées.</p>

### 3.1.2 – Méthodes photographiques

#### 3.1.2.1 – Quadrat photographique



<b>Sources des informations</b>	Baker et Wolff, 1987 : Biological surveys of estuaries and coasts. Bianchi <i>et al.</i> , 2004 : Hard bottoms. Davies <i>et al.</i> , 2001 : Marine monitoring handbook.
<b>Remarques générales</b>	Deux appareils photographiques (stéréophotographie) peuvent être employés simultanément pour donner un « effet 3D » aux images et améliorer les analyses. Les mesures peuvent être réalisées sur l'ensemble du quadrat ou à des points particuliers (points contacts)
<b>Description</b>	La surface à échantillonner est photographiée à l'aide d'un appareil photographique étanche ou rendu étanche à l'aide d'un caisson spécifique. Un ou plusieurs (selon la surface) flashes externes étanches permettent d'éclairer la portion de substrat photographiée. Une structure rigide (trépied) permet de placer l'appareil photographique parallèlement au substrat.
<b>Mise en œuvre</b>	La position du quadrat photo est déterminée selon les besoins de l'étude. Le trépied supportant l'appareil photographique est placée contre le substrat sur une surface plane. Une ou plusieurs photographies sont prises pour chacun des quadrats. Les photographies sont référencées pour ensuite être associées aux stations/sites/quadrats. Au laboratoire : les images sont examinées par un biologiste expérimenté. Les organismes peuvent être comptés et/ou les surface couvertes estimées ou calculées. Un logiciel de traitement d'image peut être employé.
<b>Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre</b>	Sur le terrain : faible Au laboratoire : important (biologiste expert)
<b>Matériel spécifique nécessaire</b>	Un quadrat avec trépied. Un appareil photo muni de lentilles adéquates, associé à un caisson étanche adapté. Un ou plusieurs flashes. Un système d'analyse des images au laboratoire. Subtidal : le matériel de terrain (embarcation, radio, équipement plongée, GPS, compas) et les compétences pour des interventions en plongée. Au laboratoire : les moyens optiques (microscopes, binoculaires), les compétences scientifiques et la documentation scientifique adaptée (collections de référence et ouvrages de taxonomie)
<b>Taille des organismes prélevés</b>	La partie des moyens (1-5 cm) et gros (> 5 cm) macro-organismes qui sont facilement identifiables.
<b>Type de données</b>	Qualitatives/Semi-quantitatives/Quantitatives
<b>Avantages</b>	Méthode non destructive. Rapide sur le terrain. Le photographe ne doit pas nécessairement être un biologiste. Le biais lié à l'observateur est diminué par rapport aux observations <i>in-situ</i> . Les analyses peuvent être détaillées au laboratoire, sans limite de temps. Les relevés sont permanents, ils peuvent être réétudiés ultérieurement.
<b>Inconvénients</b>	Problèmes d'identification avec les espèces les plus petites, celles dont les critères d'identification ne sont pas visibles sur les clichés, celles qui sont cachées (effet canopée) ou couvertes de vase. Les surfaces photographiées doivent être petites afin de conserver une résolution suffisante permettant l'identification des organismes. Les abondances ont tendance à être sous-estimées. La turbidité limite l'utilisation de la photographie. L'analyse des photographies est très chronophage.
<b>Coût/temps humain</b>	Le coup d'acquisition du système photographique est peu élevé (quelques milliers d'euros). Sur le terrain : 2 personnes sont nécessaires pour la mise en œuvre du quadrat photographique. Supra/médiolittoral : il est possible de réaliser entre 10 et 25 stations par jour (selon la distance entre les stations et la complexité des sites). Subtidal : il est possible de réaliser entre 5 et 20 stations par jour (selon la profondeur, la distance entre les stations et la complexité des sites). Au laboratoire, le traitement d'une image nécessite entre quelques minutes et quelques heures de travail (selon les objectifs de l'étude et la complexité des peuplements).

### 3.1.2.2 – La caméra suspendue



©Doré, 2012

<b>Sources des informations</b>	<p>Kantin <i>et al.</i>, 2006 : Le référentiel benthique méditerranéen (REBENT MED) – Avant projet sommaire.</p> <p>Ware et Kenny, 2011 : Guidelines for the Conduct of Benthic Studies at Marine Aggregate Extraction Sites (2nd Edition).</p> <p>Coggan <i>et al.</i>, 2007: Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH.</p> <p>Rees, 2009 : Guidelines for the study of the epibenthos of subtidal environments.</p>
<b>Remarques générales</b>	
<b>Description</b>	<p>Le système se compose d'un châssis tubulaire rigide dans lequel vient se loger le caisson étanche qui contient la caméra. Un projecteur étanche fourni la lumière nécessaire aux prises de vue. Le système est relié à la surface par un ombilic qui suit le câble de fixation ou qui peut être inclus dans celui-ci. Un sondeur altimétrique peut être ajouté au châssis afin de renseigner sur l'altitude à laquelle se trouve la caméra par rapport au substrat.</p> <p>Un quadrat peut être monté sur le châssis de la caméra afin de fournir une référence surfacique aux images acquises. Une autre méthode consiste à disposer dans l'axe de prise de vue de la caméra deux lasers parallèles dont la distance entre les deux rayons est connue.</p> <p>L'angle de la caméra par rapport au substrat peut être adapté : à la verticale elle fournira des images à partir desquelles il sera possible de réaliser des mesures surfaciques, en oblique elle fournira des images plus pertinentes pour les identifications taxinomiques.</p> <p>Sur le bateau, un ou plusieurs écrans de contrôle sont installés afin de visualiser les images en direct. Selon le type de caméra, un système d'enregistrement des images peut également être présent sur le bateau.</p>
<b>Mise en œuvre</b>	<p>Le châssis et la caméra sont descendus à l'aplomb du bateau jusqu'au-dessus du fond. Le sondeur, s'il est présent, permet de ralentir la descente du système juste avant de toucher le fond.</p> <p>Les images peuvent être acquises ponctuellement ou tout au long d'un transect. Dans ce dernier cas, la caméra est tractée en pendulaire à une vitesse réduite (&lt;1 nœud).</p> <p>Sur le bateau, les opérateurs visionnent en direct les images acquises afin d'ajuster tout au long de l'opération l'altitude de la caméra par rapport au substrat.</p> <p>Les images peuvent être enregistrées pour faire l'objet d'un visionnage ultérieur.</p>
<b>Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre</b>	Important (manœuvre bateau)
<b>Matériel spécifique nécessaire</b>	Un système de mise à l'eau adapté sur le bateau.
<b>Taille des organismes prélevés</b>	La partie des moyens (1-5 cm) et gros (> 5 cm) macro-organismes qui sont facilement identifiables.
<b>Type de données</b>	<p>Qualitatives/Semi-quantitatives/Quantitatives</p> <p>Les données acquises peuvent être semi-quantitatives ou quantitatives si la surface filmée est connue.</p>
<b>Avantages</b>	<p>Méthode non destructive.</p> <p>La caméra peut être positionnée en un point précis.</p> <p>Rapidité de mise en œuvre (qualification rapide pour la cartographie des habitats)</p> <p>Déploiement à partir de moyens nautiques légers.</p> <p>Les images peuvent être considérées comme des quadrats et des abondances peuvent être calculées.</p>
<b>Inconvénients</b>	<p>Risque d'accrochage accru sur les substrats durs accidentés.</p> <p>Les conditions climatiques doivent être clémentes (surtout le vent) pour réaliser de bonnes prises de vues.</p> <p>La surface couverte par les images est réduite. Ne fournit pas d'information sur la distribution des communautés à large échelle.</p> <p>Temps de traitement long au laboratoire (visionnage).</p> <p>Les identifications taxinomiques sont souvent limitées quand elles sont réalisées à partir de vidéos.</p>
<b>Coût/temps humain</b>	<p>Le coup d'acquisition d'un châssis et du système vidéo est peu élevé (quelques milliers d'euros).</p> <p>Sur le terrain : 3 à 4 personnes sont nécessaires pour manipuler la caméra. Il est possible de réaliser entre 10 et 25 stations par jour (selon la profondeur, la distance entre les stations et la complexité des sites).</p> <p>Au laboratoire, le visionnage des vidéos nécessite deux à trois fois le temps des enregistrements.</p>

### 3.1.2.3 Le véhicule téléguidé ou ROV (Remotely Operated Vehicle)

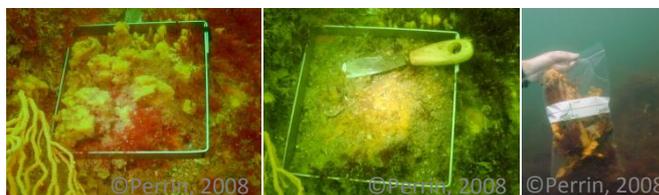


<b>Sources des informations</b>	<p>Dauvin <i>et al.</i>, 2010 : Le benthos de l'estuaire de la Seine : GIP Seine-Aval.  Ware et Kenny, 2011 : Guidelines for the Conduct of Benthic Studies at Marine Aggregate Extraction Sites (2nd Edition).  Coggan <i>et al.</i>, 2007 : Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH.  Rees, 2009 : Guidelines for the study of the epibenthos of subtidal environments.</p>	
<b>Remarques générales</b>	<p>Il existe plusieurs classes de ROV, qui définissent leur taille et leur capacité de déplacement (résistance au courant).  Certains ROV sont équipés d'un bras mécanique qui permet de réaliser des prélèvements.</p>	
<b>Description</b>	<p>Le ROV est une structure autopropulsée qui embarque une caméra vidéo et un système d'éclairage. Certains ROV sont pourvus d'un bras articulé qui permet de prélever des organismes benthiques.  Le ROV est manœuvré à distance par un opérateur situé sur le bateau.  La position exacte du ROV est déterminée par un traqueur acoustique.  Les images sont enregistrées sur le bateau à partir d'un câble ombilical relié au ROV.</p>	
<b>Mise en œuvre</b>	<p>Le ROV est mis à l'eau lorsque le navire est en position stationnaire.  Sur le bateau, les opérateurs visionnent en direct les images acquises afin d'ajuster la position du ROV.  Les images peuvent être enregistrées pour faire l'objet d'un visionnage ultérieur.</p>	
<b>Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre</b>	Très important	
<b>Matériel spécifique nécessaire</b>	<p>Un système de mise à l'eau adapté sur le bateau.  Un espace pour le poste de pilotage à bord du bateau</p>	
<b>Taille des organismes prélevés</b>	La partie des moyens (1-5 cm) et gros (> 5 cm) macro-organismes qui sont facilement identifiables.	
<b>Type de données</b>	Qualitatives/Semi-quantitatives/Quantitatives	Les données acquises peuvent être semi-quantitatives si le temps de déplacement au fond est connu ou elles peuvent être quantitatives si la surface filmée est connue avec précision.
<b>Avantages</b>	<p>Méthode non destructive.  Le ROV peut être positionné en un point précis.  Capacité de déplacement au fond dans les 3 dimensions. Il est possible de réaliser des observations descriptives des fonds, d'acquérir des images ponctuelles, de réaliser des transects.  Possibilité d'observer les organismes sous différents angles.  Peut être stoppé ou revenir en arrière pour réaliser des observations particulières</p>	
<b>Inconvénients</b>	<p>Fragilité du matériel.  Le coût et la complexité de la mise en œuvre sont souvent importants (fonction de la taille).  Les plus petits ROV perdent leur manœuvrabilité dans les forts courants.  La longueur du câble ombilical limite la zone d'exploration.  Les identifications taxonomiques sont souvent limitées quand elles sont réalisées à partir de vidéos.</p>	
<b>Coût/temps humain</b>	<p>Le coût d'acquisition d'un ROV peut être peu élevé (quelques milliers d'euros) jusqu'à très élevé (quelques centaines de milliers d'euros, voire plus) selon la taille et les spécificités de celui-ci.  Sur le terrain : 2 à 5 personnes sont nécessaires pour manipuler le ROV (selon sa taille et ses spécificités). Il est possible de réaliser entre 10 et 20 stations par jour (selon le type de manipulation réalisé, la profondeur et la distance entre les stations).  Au laboratoire, le visionnage des vidéos nécessite deux à trois fois le temps des enregistrements.</p>	

### 3.1.3 – Méthodes de prélèvements

Ces méthodes ont toutes pour objectif la collecte des organismes en vue de leur étude détaillée en laboratoire.

#### 3.1.3.1 – Grattage



<b>Sources des informations</b>	Bellan-Santini, 1969; Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux. Baker et wolff, 1987 : Biological surveys of estuaries and coasts. Bianchi <i>et al.</i> , 2004 : Hard bottoms.
<b>Remarques générales</b>	Le grattage s'effectue normalement au grattoir ou au couteau, il peut être aussi réalisé avec une brosse en plastique rigide afin de récolter les plus petits organismes fixés sur la roche. Cette technique est alors appelée le « brossage ».
<b>Description</b>	La surface d'une portion de substrat dur est grattée à la main afin de récolter l'ensemble des organismes fixés.
<b>Mise en œuvre</b>	La surface à gratter peut être délimitée par un quadrat. Les organismes sont détachés du substrat à l'aide d'un ustensile métallique (grattoir, couteau, marteau et burin, etc.) et ils sont placés au fur et à mesure dans un sac de prélèvement numéroté.
<b>Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre</b>	Moyen (gestion du sac de prélèvement : perte d'une partie des organismes)
<b>Matériel spécifique nécessaire</b>	Quadrat, grattoir, couteau, marteau et burin, ou autre ustensile permettant de gratter le substrat. Sac de prélèvement en plastique ou en filet à maille fine (filet à plancton). Subtidal : le matériel de terrain (embarcation, radio, équipement plongée, GPS, compas) et les compétences pour des interventions en plongée. Au laboratoire : les moyens optiques (microscopes, binoculaires), les compétences scientifiques et la documentation scientifique adaptée (collections de référence et ouvrages de taxonomie)
<b>Taille des organismes prélevés</b>	Toutes les tailles.
<b>Type de données</b>	Qualitatives/Semi-quantitatives/Quantitatives
<b>Avantages</b>	Les petites espèces sont échantillonnées. Les identifications, réalisées au laboratoire, peuvent être précises.
<b>Inconvénients</b>	Méthode destructive. Assez longue à mettre en œuvre. Une partie de la faune mobile peut échapper au prélèvement. Les espèces encroûtantes ou difficiles à détacher du substrat ne sont pas toujours prélevées. Certains organismes sont endommagés par le grattage. Subtidal : la récupération des prélèvements dans le sac plastique est délicate et une partie des échantillons peut être perdue, surtout dans les zones où l'hydrodynamisme est important.
<b>Coût/temps humain</b>	Le coup d'acquisition des ustensiles de grattage est négligeable (quelques euros). Sur le terrain : Supra/médiolittoral : 1 personne est nécessaire pour réaliser les prélèvements. Subtidal : 3 personnes sont nécessaires pour réaliser les prélèvements (contrainte liée à la plongée professionnelle). Le nombre de prélèvements réalisé par jours est très variable, il va dépendre de la profondeur, de la taille de la surface échantillonnée, de la densité des organismes, de la taille et du nombre d'espèces collectées.

### 3.1.3.2 – Aspirateur à air comprimé



<b>Sources des informations</b>	Baker et Wolff, 1987 : Biological surveys of estuaries and coasts. Bianchi <i>et al.</i> , 2004 : Hard bottoms. Davies <i>et al.</i> , 2001 : Marine monitoring handbook.
<b>Remarques générales</b>	Cette méthode n'est applicable que pour les milieux subtidaux. C'est en fait une amélioration de la précédente méthode.
<b>Description</b>	L'aspirateur à air comprimé se compose d'un tube rigide relié, à son extrémité inférieure, à une bouteille d'air comprimé. Un filet de prélèvement est fixé à l'extrémité supérieure du tube. Lorsque le tube est maintenu en position verticale, l'air expulsé par la bouteille d'air comprimé remonte à l'intérieur du tube créant un phénomène d'aspiration.
<b>Mise en œuvre</b>	La surface à gratter est délimitée par un quadrat. Les organismes sont détachés du substrat à l'aide d'un ustensile métallique (grattoir, couteau, marteau et burin, etc.) juste en dessous de l'entrée du tube de l'aspirateur à air comprimé. Les organismes sont récoltés dans le filet numéroté fixé à l'extrémité supérieure du tube.
<b>Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre</b>	Moyen (gestion de l'aspirateur)
<b>Matériel spécifique nécessaire</b>	Un quadrat, un tube, en PVC ou métallique, et une bouteille d'air comprimé supplémentaire pour l'aspirateur à air comprimé. Grattoir, couteau, marteau et burin, ou autre ustensile permettant de gratter le substrat. Filet de prélèvements maille fine (filet à plancton). Subtidal : le matériel de terrain (embarcation, radio, équipement plongée, GPS, compas) et les compétences pour des interventions en plongée. Au laboratoire : les moyens optiques (microscopes, binoculaires), les compétences scientifiques et la documentation scientifique adaptée (collections de référence et ouvrages de taxonomie)
<b>Taille des organismes prélevés</b>	Des méio-organismes (<1 mm) aux moyens macro-organismes (1-5 cm).
<b>Type de données</b>	Qualitatives/Semi-quantitatives/Quantitatives
<b>Avantages</b>	L'aspirateur à air comprimé est simple à construire. Méthode reproductible et robuste (statistiques). L'ensemble des organismes est collecté. Les petites espèces sont échantillonnées. Fournie une bonne estimation des abondances et des biomasses. Les identifications, réalisées au laboratoire, peuvent être précises.
<b>Inconvénients</b>	Méthode destructive. Assez longue à mettre en œuvre. La faune mobile peut échapper au prélèvement. Les espèces encroûtantes ou difficiles à détacher du substrat ne sont pas toujours prélevées. Certains organismes sont endommagés par le grattage et/ou l'aspiration. Le filet de prélèvement peut se détacher ou se colmater. Il peut être nécessaire de retirer les plus gros organismes avant de réaliser l'aspiration. L'aspirateur est encombrant sous l'eau. Le traitement des échantillons au laboratoire est chronophage.
<b>Coût/temps humain</b>	Le coup d'acquisition de l'aspirateur et des ustensiles de grattage est faible (quelques centaines d'euros). <u>Sur le terrain</u> : 3 personnes sont nécessaires pour réaliser les prélèvements (contrainte liée à la plongée professionnelle). Un plongeur peut gérer l'aspirateur, un plongeur gratter le substrat et un plongeur assurer la sécurité en surface. La méthode nécessite un engagement physique fort. Le nombre de prélèvements réalisés par jours est très variable, il va dépendre de la profondeur, de la taille de la surface échantillonnée, de la densité des organismes, de la taille et du nombre d'espèces collectées. <u>Au laboratoire</u> : le traitement d'un prélèvement nécessite entre quelques heures et quelques jours de travail (selon la richesse spécifique de l'échantillon et la taille de mailles du filet utilisé).

### 3.1.3.3 - Délitage

<b>Sources des informations</b>	Parc national de la Guadeloupe
<b>Remarques générales</b>	
<b>Description</b>	Un bloc ou une portion de substrat dur est prélevé et cassé au laboratoire afin d'échantillonner les espèces endogées cachées à l'intérieur.
<b>Mise en œuvre</b>	Lorsque cela est possible, un bloc de roche est prélevé, sinon une portion de substrat est cassée à l'aide d'un marteau et d'un burin. Les échantillons sont concassés au laboratoire et passés sur un tamis afin de collecter les organismes vivants initialement contenus dans la roche.
<b>Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre</b>	Faible
<b>Matériel spécifique nécessaire</b>	Marteau et burin. Sac de prélèvements solides. Moyen de levage sous-marin (parachute) Subtidal : le matériel de terrain (embarcation, radio, équipement plongée, GPS, compas) et les compétences pour des interventions en plongée. Au laboratoire : les moyens optiques (microscopes, binoculaires), les compétences scientifiques et la documentation scientifique adaptée (collections de référence et ouvrages de taxonomie)
<b>Taille des organismes prélevés</b>	Toutes les tailles.
<b>Type de données</b>	Qualitatives/Semi-quantitatives
<b>Avantages</b>	Les espèces endogées sont échantillonnées. Les identifications, réalisées au laboratoire, peuvent être précises.
<b>Inconvénients</b>	Méthode destructive. Fastidieuse et assez longue à mettre en œuvre lorsqu'il est nécessaire de casser la roche sur le terrain.
<b>Coût/temps humain</b>	Le coup d'acquisition d'un marteau et d'un burin est négligeable (quelques euros). Sur le terrain : Supra/médiolittoral : 1 personne est nécessaire pour réaliser les prélèvements. Subtidal : 3 personnes sont nécessaires pour réaliser les prélèvements (contrainte liée à la plongée professionnelle).

### 3.1.3.4 – Le fauchage

<b>Sources des informations</b>	Ledoyer 1962 ; Étude de la faune vagile des herbiers superficiels de Zosteracées et de quelques biotopes d'algues littorales. Ledoyer 1968 ; Ecologie de la faune vagile des biotopes méditerranéennes accessibles en scaphandre autonome.
<b>Remarques générales</b>	La méthode concerne la faune vagile.
<b>Description</b>	Un filet fauchoir (type filet à papillon) dont la poche est constituée de filet à maille très fine est déplacé au dessus du sédiment.
<b>Mise en œuvre</b>	A l'aide d'un filet fauchoir un plongeur effectue des fauchages au niveau du substrat dans l'épifaune et de l'épiflore. Le procédé est utilisé soit directement dans les hauts niveaux soit équipé d'un scaphandre autonome dans l'Infra et le circalittoral.
<b>Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre</b>	Faible
<b>Matériel spécifique nécessaire</b>	Filet fauchoir. Sac ou container de prélèvement pour stocker le matériel Subtidal : le matériel de terrain (embarcation, radio, équipement plongée, GPS, compas) et les compétences pour des interventions en plongée. Au laboratoire : les moyens optiques (microscopes, binoculaires), les compétences scientifiques et la documentation scientifique adaptée (collections de référence et ouvrages de taxonomie)
<b>Taille des organismes prélevés</b>	Toutes les tailles.
<b>Type de données</b>	Qualitative et semi quantitatives lorsqu'on effectue un nombre fixe de coups de filet.
<b>Avantages</b>	Méthode simple à mettre en œuvre. Echantillonne les espèces non fixées ou vraiment vagiles que l'on a des difficultés à capturer par une autre méthode. Les identifications au laboratoire peuvent être précises.
<b>Inconvénients</b>	Méthode destructive. Les espèces qui se cachent dans les cavités ne sont pas capturées. La méthode n'est pas d'une grande rigueur
<b>Coût/temps humain</b>	Le coup d'acquisition d'un filet fauchoir est minime (quelques euros). Sur le terrain : Supra/médiolittoral : 1 personne est nécessaire pour réaliser les prélèvements. Subtidal : 3 personnes sont nécessaires pour réaliser les prélèvements (contrainte liée à la plongée professionnelle).

### 3.1.4 – Analyse comparée des méthodes de collecte

Les différentes méthodes de collecte présentées ci-dessus sont plus ou moins adaptées aux différents étages de la zonation écologique, aux différentes classes de tailles et types de la faune et de la flore. Elles y produiront des données de qualification différentes (*Tableau 6*).

- Dans le cas où l'étude vise à augmenter la densité de données pour un groupe taxinomique spécifique :

Toutes les méthodes citées permettent de cibler sur le terrain un ou des groupes d'espèces particuliers. Ceux-ci pourront être définis en amont des campagnes d'acquisition des nouvelles données.

- Pour le ciblage d'une classe de taille en particulier :

Les méthodes visuelles, faisant intervenir un observateur de terrain humain (recensement visuel, transects, quadrats), vont toutes être adaptées à l'échantillonnage des espèces de macrofaune et de macroflore de moyenne (1-5 cm) et de grosse taille (>5 cm). En dessous de 1 cm, l'observation et l'identification des organismes sur le terrain sont difficilement réalisables à l'œil nu.

Les méthodes photographiques et vidéos permettront également d'inventorier la macrofaune et la macroflore de moyenne (1-5 cm) et de grosse taille (>5 cm). Elles offrent la possibilité de prendre du temps au laboratoire pour identifier le plus d'organismes présents possibles. Selon la résolution des images qui dépend de la surface photographiée, la taille minimale des organismes identifiés peut être repoussée légèrement en deçà de 1 cm. Cependant, la grosse limitation à l'emploi de ces méthodes est l'impossibilité d'identifier certaines espèces sur les images (critères systématiques, effet canopée, vase, turbidité, etc.), ce qui réduit grandement leur pertinence à évaluer la diversité des milieux. Dans la pratique, la photographie est utile pour l'analyse de la densité et du pourcentage de recouvrement d'un petit nombre d'espèces facilement identifiables (Baker et Wolff, 1987). Les prélèvements photographiques ou vidéos peuvent rarement à eux seuls permettre de disposer d'un inventaire taxinomique complet (Murray *et al.*, 2006). En revanche, ils permettent de qualifier rapidement les milieux présents et peuvent ainsi s'avérer utile pour réaliser, à faibles coûts, des repérages préalables aux inventaires taxinomiques.

Les méthodes de prélèvements (grattage et aspirateur à air comprimé) permettent d'échantillonner pratiquement toutes les classes de taille de la faune et de la flore fixée ou peu mobile. Seuls les gros organismes mobiles vont poser des problèmes avec l'aspirateur à air comprimé, ainsi que les plus grosses algues qui peuvent colmater le filet de prélèvement, risquant de le désolidariser du tube vertical et d'entraîner une perte de l'échantillon. Les méio-organismes (<1 mm) peuvent potentiellement être échantillonnés à l'aspirateur à air comprimé, à condition que le filet de prélèvement dispose d'un vide de maille de taille adaptée. Les organismes de cette taille seront le plus souvent récoltés en épiphytes des organismes de plus grande taille. Quant aux espèces encroûtantes, difficilement détachables du substrat, leur échantillonnage sera mal aisé avec les méthodes de prélèvement présentées.

- Pour l'étude des différents milieux de vie :

La plongée sous-marine est la seule technique qui fournit un bon échantillonnage des substrats durs (Baker et Wolff, 1987 ; Bianchi *et al.*, 2004). Grâce à elle, les opérateurs de terrain vont pouvoir prospecter les fonds rocheux côtiers jusqu'à une profondeur de 30-40 m. Cette profondeur maximale d'intervention définit la limite entre les milieux subtidiaux côtiers et ceux du large dans ce document (*Tableau 6*). Exceptionnellement, la plongée peut être pratiquée à de plus grandes profondeurs, jusqu'à une centaine de mètres, mais, outre les problèmes réglementaires qui se posent alors, dans ce cas elle requière un matériel de plongée adapté (recycleurs) et des compétences très pointues,

dont seules quelques personnes disposent, et qui rendent les échantillonnages à ces profondeurs difficilement reproductibles.

Ainsi, les étages *supralittoraux*, *médiolittoraux* et *subtidaux* côtiers pourront être inventoriés à l'aide des méthodes faisant intervenir un opérateur de terrain : le recensement visuel, les transects, les quadrats et/ou les quadrats photographiques. Certaines des autres méthodes ne seront pas applicables dans les milieux supralittoraux et *médiolittoraux* : il s'agit de la caméra suspendue, du ROV et de l'aspirateur à air comprimé qui ne fonctionnent que lorsqu'ils sont complètement immergés. Au-delà, plus en profondeur dans les milieux subtidaux du large (>30-40 m), les contraintes sur la physiologie humaine sont telles que seules les techniques vidéos pourront être employées (caméra suspendue, ROV). Et malgré le fait qu'elles montrent d'importantes limitations pour ce qui est de l'identification des espèces, elles offrent une solution assez simple à mettre en œuvre pour la prospection des milieux rocheux profonds, qui sinon restent difficilement explorables (Pérès et Picard, 1964).

Les espèces sessiles vont être ciblées par toutes les méthodes proposées. Les espèces endogées qui vivent dans les failles, les anfractuosités ou à l'intérieur même de la roche pourront être échantillonnées par délitage et éventuellement par l'aspirateur à air comprimé pour les organismes cachés dans les failles les plus grosses. Les espèces vagiles seront prélevées par fauchage. En revanche, les espèces à forte mobilité, comme les poissons démersaux, ne pourront être échantillonnées qu'en partie par le recensement visuel. L'acquisition de connaissances sur ce groupe fait appel à des techniques d'échantillonnage spécifiques (chalut, casiers, etc.).

Les méthodes, qui échantillonnent une surface déterminée, vont fournir des données quantitatives. C'est le cas des méthodes visuelles et des méthodes de prélèvement qui sont le plus souvent mises en œuvre sur une surface définie. Les systèmes vidéos peuvent également fournir des données quantitatives, à partir du moment où la surface correspondant aux images acquises peut être déterminée avec précision. C'est par exemple le cas lorsque qu'un quadrat est fixé sur le bâti de la caméra suspendue.

La plupart des méthodes citées fournissent suffisamment de données pour la qualification des habitats. Dans les secteurs côtiers où la visibilité est suffisante, un plongeur peut être tracté par un bateau afin de réaliser une prospection sur des distances importantes (Kenyon *et al.*, 2006). Cette technique n'est pas adaptée à un inventaire taxinomique mais elle peut s'avérer utile pour la cartographie des habitats et permettre le repérage des limites des unités biocénotiques. Les systèmes basés sur la vidéo peuvent également être très utiles dans ce domaine, mais l'imprécision qu'ils montrent dans l'identification de certains organismes peut s'avérer limitante.

L'inventaire des ZNIEFF Marines va nécessiter des connaissances les plus larges possibles sur la diversité du secteur d'étude. Les données nouvellement acquises devront concerner le plus large éventail possible d'espèces et de milieux. Idéalement, les nouveaux protocoles devraient combiner plusieurs méthodes de collecte complémentaires afin de profiter des avantages de chacune d'elles, et ainsi caractériser la plus grande portion possible de la diversité présente.

Tableau 6 : Synthèse de la pertinence des méthodes de collecte (voir tableaux des parties 3.1.1 à 3.1.3 pour le détail) selon l'étage, la taille et le type des organismes benthiques ainsi que la qualité des données collectées. Un ✓ indique que la méthode est pertinente, un ✓ indique que la méthode est en partie pertinente, un ◇ indique qu'un certain nombre de conditions sont nécessaires à sa pertinence et un ✗ indique que la méthode n'est pas adaptée.

Méthode	Etage			Taille des organismes prélevés					Type d'organisme			Qualification des données		
	Supralittoral et médiolittoral	Subtidal côtier	Subtidal du large	Méio <1 mm	Petits Macro <1 cm	Moyens Macro 1-5 cm	Gros Macro >5 cm	Encroûtante	Fixé	Mobile	Endogé	Qualitatives	Semi-quantitatives	Quantitatives
Recensement visuel	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Transect point contact	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓
Transect ligne contact	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓
Transect bande	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Quadrat	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓
Quadrat photographique	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓
Caméra suspendue	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	◇	◇
ROV	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	◇	◇
Grattage	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Aspirateur à air comprimé	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Délitage	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗
Fauchage	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗

## 3.2 – Choix des protocoles pour ZNIEFF Marines

Les protocoles d'échantillonnage devront être élaborés au cas par cas selon les milieux présents et les objectifs fixés pour l'étude. Cette partie fournit des éléments d'ordre généraux visant à orienter le choix des protocoles pour l'identification des ZNIEFF Marines.

### 3.2.1 – Choix de la stratégie d'échantillonnage

Un échantillonnage systématique (en grille) ou aléatoire est éventuellement possible dans les cas où aucune connaissance n'est disponible sur le secteur d'étude. Il subsiste avec ces méthodes un risque de non représentation des petits habitats, parmi lesquels certains peuvent être d'une grande importance écologique (Blanchet, 2004).

Ainsi, un échantillonnage stratifié prenant en compte l'hétérogénéité du milieu, est à privilégier lorsque des connaissances préalables sont disponibles sur le secteur d'étude. Dans cette méthode, les stations sont distribuées au sein de sous-divisions localement homogènes, aussi appelées « strates » (NF ISO 16665). Les strates sont définies à partir de paramètres morfo-sédimentaires, hydrodynamiques, biologiques, bathymétriques ou autres.

L'idée importante lors de l'élaboration du plan d'échantillonnage est de répartir les stations sur l'ensemble du secteur d'étude et dans un maximum de strates différentes afin d'échantillonner la plus grande part possible de la diversité biologique présente.

### 3.2.2 – Choix de l'effort d'échantillonnage

L'effort d'échantillonnage doit être défini à deux échelles : au niveau de chacune des stations (effort stationnel) et au niveau du secteur d'étude (effort sectoriel) (Figure 5).

Par effort d'échantillonnage stationnel, il est entendu la définition de l'unité d'échantillonnage (surface, volume, temps, etc.) utilisée ainsi que, le cas échéant, le nombre de réplicats nécessaires. Par effort d'échantillonnage sectoriel, il est entendu la définition du nombre de stations qui seront réparties dans le secteur d'étude (Figure 5).

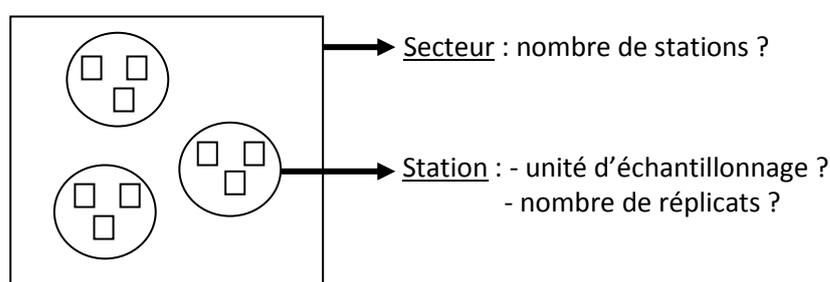


Figure 5 : Définition de l'effort d'échantillonnage sectoriel et stationnel

L'objectif d'une étude visant à alimenter l'inventaire des ZNIEFF Marines sera d'obtenir une vision globale de la diversité du secteur d'étude. Dans cette optique, le plan d'échantillonnage devra privilégier le niveau sectoriel face au niveau stationnel. En d'autres termes, lorsqu'on établit les ZNIEFF, il est préférable de répartir l'effort sur l'ensemble du secteur plutôt que de le concentrer sur quelques stations (comme c'est le cas pour les suivis). Par la suite, lors de l'actualisation des ZNIEFF

Marines existantes, il pourra être envisageable de se concentrer sur quelques stations qui permettront la mise à jour des zones.

*In fine*, le plan d'échantillonnage devra être un bon compromis entre un effort suffisant au niveau stationnel et un effort suffisant au niveau sectoriel. Là encore, l'idéal est d'appliquer des pressions d'échantillonnage variées sur un même secteur afin de profiter des avantages liés aux différentes pressions. Cela consiste par exemple à réaliser une partie des échantillonnages avec un effort stationnel important et l'autre partie avec un effort stationnel moindre, cette dernière participant à augmenter la pression d'échantillonnage sectoriel.

### 3.2.2.1 – Effort d'échantillonnage stationnel

Dans le cadre de l'inventaire des ZNIEFF Marines l'objectif n'est pas d'acquérir des données stationnelles fournissant une robustesse statistique importante permettant de détecter des variations des communautés benthiques, comme c'est le cas pour les suivis scientifiques. En revanche, il sera recherché un échantillonnage qui permette d'observer au maximum la diversité spécifique de la station.

Pour ce faire, l'unité minimale d'échantillonnage et le nombre de réplicats devront être estimés en construisant une courbe aire-espèces (Gounot, 1969) ou grâce aux estimateurs statistique de la richesse spécifique (Chao, 1983, 1984, Burnham et Overton, 1978, 1979 ; Smith et van Belle, 1984 ; Heltshe et Forrester, 1983 ; Palmer, 1991 ; Ugland *et al.*, 2003, Ugland et Gray, 2004). La distribution des communautés étant fonction des conditions du milieu (Legendre et Legendre, 1984) et face à la multitude de cas possibles, il n'est pas envisageable de fournir ici de valeurs types.

Dans la plupart des cas, l'effort d'échantillonnage stationnel sera limité par les contraintes financières car le coût d'acquisition et de traitement des échantillons est souvent très onéreux pour les substrats durs.

La prise en compte de la notion d'habitat peut s'avérer intéressante en ce sens qu'elle peut diminuer les coûts d'acquisition ; cf. les travaux conduits dans le cadre du programme MESH (Coggan *et al.*, 2007 ; Projet MESH, 2008) pour plus de détails sur l'échantillonnage cartographique.

### 3.2.2.2 – Effort d'échantillonnage sectoriel

La complexité du milieu marin est importante, beaucoup d'espèces présentent des abondances faibles (Albano *et al.*, 2011) et des distributions spatiales restreintes (Ellingsen, 2001). Ceci ne permet pas de savoir, *a priori*, la densité de stations dont il faudra disposer sur un secteur donné, tant les cas particuliers sont nombreux.

En tout état de cause, afin de qualifier les intérêts *faunistiques* et *floristiques*, il est important de distribuer les stations d'échantillonnage sur l'ensemble du secteur d'étude afin de détecter le maximum d'espèces et de préciser leur distribution. Les stations doivent être réparties dans un maximum des strates identifiées, ceci de manière aléatoire, proportionnelle à leur surface ou idéalement de manière optimale (à condition de connaître la diversité potentielle des milieux présents, Gray *et al.*, 1992).

Des sous-secteurs pré-identifiés comme montrant un ou des intérêts patrimoniaux potentiels plus importants peuvent faire l'objet d'un effort de prospection plus important afin de disposer de

connaissances plus fines pour les analyses visant à identifier et délimiter les zones à enjeux patrimoniaux.

Le nombre de stations devra être défini au cas par cas. La diversité maximale d'un secteur ou d'une strate devra être estimée à partir des données disponibles ou nouvellement acquises, en construisant des courbes aires-espèces (Gounot, 1969). Divers estimateurs peuvent apporter, selon les cas, des informations sur la diversité (Chao, 1983, 1984, Burnham et Overton, 1978, 1979 ; Smith et van Belle, 1984 ; Heltshe et Forrester, 1983 ; Palmer, 1991 ; Ugland *et al.*, 2003, Ugland et Gray, 2004).

### **3.2.3 – Choix de la période d'échantillonnage**

L'acquisition de connaissances pour l'inventaire des ZNIEFF Marines devrait être réalisée idéalement à plusieurs périodes de l'année sur le secteur d'étude afin de prendre en compte aussi bien les espèces pérennes que les espèces saisonnières. Ces dernières étant nombreuses pour les substrats durs, l'échantillonnage devrait dans l'absolu être réalisé à quatre périodes de l'année correspondant chacune à une saison (Baker et Wolff, 1987 ; Ar Gall et Connan, 2004).

A défaut de pouvoir réaliser plusieurs campagnes de prélèvement à différentes périodes, les algues médiolittorales et infralittorales pourront être échantillonnées préférentiellement au printemps, entre avril et juin-juillet (Guillaumont et Gauthier, 2005 ; Derrien-Courtel *et al.*, 2004). La faune médiolittorale, quant à elle, pourra être étudiée préférentiellement au printemps et à l'automne (Bellan-Santini 1969 ; Grall et Hily, 2006).

Les milieux rocheux du large sont le plus souvent peu soumis aux variations saisonnières des conditions abiotiques (Dauvin, 1997). Dans la majorité des cas, les conditions d'accès aux sites primeront dans le choix de la période d'échantillonnage. Ainsi l'hiver, avec ses conditions de mer souvent difficiles, sera à éviter.

### **3.2.4 – Choix des méthodes de collecte**

Les méthodes de collecte et leurs protocoles d'échantillonnage seront choisis en fonction des objectifs de l'étude et des caractéristiques du secteur. Le tableau 6 indique les méthodes les plus adaptées aux différents étages, aux différentes tailles et types de faune et de flore ainsi qu'aux différentes qualités des données produites.

La démarche recherchée consiste à combiner plusieurs méthodes complémentaires afin d'acquérir des nouvelles connaissances sur la plus grande partie possible de la diversité présente sur le secteur d'étude.

### **3.2.5 – Choix du traitement des données**

#### **3.2.5.1 – Tri et identification**

Les organismes benthiques éventuellement prélevés sont conservés dans une solution adéquate (formol dilué de 4 à 10% ou équivalent). Au laboratoire, les échantillons sont rincés à l'eau de mer, en respectant les conditions d'hygiène et de sécurité associées au maniement des produits dangereux, puis triés et conservés dans l'alcool à 70° ou dans du formol neutralisé à 4 à 10%. Les identifications sont réalisées à l'aide de loupes binoculaires et/ou de microscopes ainsi que de clés d'identification à jour.

Le traitement de l'ensemble des échantillons collectés est conseillé, afin de permettre les analyses les plus exhaustives possibles dans les démarches d'identification ou de consolidation des ZNIEFF. En ce sens, l'inventaire ZNIEFF s'intéressant à l'ensemble de la biodiversité, il s'inscrit comme un moteur dans la stratégie de connaissance du SINP.

La fiabilité et la précision des identifications doivent donc être évaluées pour que les données produites puissent être exploitées le plus largement possible par tous les programmes de connaissance et d'expertise, dont le programme ZNIEFF. Il est conseillé de faire appel à un collègue d'experts pour réaliser les identifications ou tout au moins pour les valider. Ce point est essentiel pour assurer la fiabilité finale de l'inventaire des ZNIEFF Marines.

### 3.2.5.2 – Paramètres mesurés

Les paramètres mesurés sur les échantillons vont dépendre des objectifs fixés pour l'étude, et tout particulièrement des intérêts visés (*Tableau 7*) :

- **présence/absence** : ce paramètre peut potentiellement être suffisant pour qualifier les intérêts *faunistiques* et *floristiques* mais dans la plupart des cas les abondances seront plus pertinentes pour discriminer ce type d'intérêt sur le secteur d'étude. Il en va de même pour la délimitation des zones. Seul l'intérêt « Zones de forte biodiversité » peut être caractérisé avec une forte précision par des données en présence/absence. La qualification des « habitats » nécessite le plus souvent des connaissances sur les abondances/dominances des espèces dans les peuplements ;
- **abondances estimées ou réelles et pourcentage de recouvrement** : les classes d'abondance ou les abondances réelles vont concerner les organismes solitaires, bien individualisés qu'il est possible de dénombrer, et le pourcentage de recouvrement sera utilisé pour les espèces coloniales ou encroûtantes, dont les contours sont mal définis. Ces paramètres vont être les plus indiqués pour identifier les intérêts *faunistiques* et *floristiques*, qualifier les « habitats », discriminer les « Zones de forte biodiversité » ainsi que pour « délimiter » les périmètres des zones proposées pour l'inscription à l'inventaire. L'unité d'abondance est généralement en nombre d'individus par unité de surface. Les abondances réelles fourniront des informations plus précises que les abondances estimées pour la qualification des intérêts « Fonction de forte productivité biologique », « Connectivité écologique » et « Fonction de passage vers le lieu de ponte » ( ex : tortues marines). Mais les deux paramètres peuvent être utilisés ;
- **biomasses** : en général, ce paramètre ne va pas être très pertinent pour les ZNIEFF Marines de substrats durs, sauf pour l'intérêt « Fonction de forte productivité biologique » pour lequel il permet de préciser les informations fournies par les abondances.

Le choix des paramètres mesurés pour les substrats durs va fortement influencer le type de méthode mise en œuvre ainsi que les coûts liés à l'acquisition des données. Si le paramètre *présence/absence* est recherché, bien que toutes les méthodes puissent fournir cette information, le *recensement visuel* sera de loin la méthode la plus efficace en termes de mesure de la richesse spécifique et de coûts.

Dans le cas des *abondances* et du *pourcentage de recouvrement*, toutes les méthodes peuvent être appliquées. L'acquisition des abondances réelles implique un temps d'échantillonnage légèrement supérieur par rapport aux abondances estimées, puisque les opérateurs de terrain ou de laboratoire pour les méthodes *photo/vidéo* doivent dénombrer l'ensemble des organismes présents. Les

méthodes visuelles nécessitent peu de traitement des échantillons en laboratoire, alors que, pour un temps d'acquisition sur le terrain à peu près équivalent, les méthodes de *prélèvement* nécessitent un gros effort de traitement des échantillons (tri et identifications), impliquant un coût global plus élevé. Cependant, les méthodes de *prélèvement* ont le gros avantage de fournir des résultats beaucoup plus robustes en termes d'identification des organismes. Et ce dernier point est essentiel pour le programme ZNIEFF Marines.

Enfin, seules les méthodes de *prélèvement* permettent de réaliser des mesures de biomasse.

Tableau 7 : pertinence des paramètres mesurés pour l'identification intérêts ZNIEFF Marines. Qualification des données nécessaires : qualification suffisante (X), qualification insuffisante (-). Qualification des coûts : faibles (+), moyens (++) , importants (+++) et très importants (++++). Qualification du niveau de pertinence : le paramètre ne permet pas d'identifier l'intérêt (x), le paramètre permet d'identifier l'intérêt avec une précision faible (✓), moyenne (✓✓) ou forte (✓✓✓).

Paramètre	Qualification des données nécessaires			Coût	Intérêt Faunistique et Floristique	Intérêts Ecologiques								Délimitation des zones
	Qualitatives	Semi-quantitatives	Quantitatives			Habitats	Zone de forte biodiversité	Fonction de forte productivité biologique	Zone particulière d'alimentation	Zone particulière liée à la reproduction	Fonction de réserve biogénétique	Connectivité écologique	Fonction de passage vers le lieu de ponte (Tortue marines)	
Présence/Absence	X	x	x	+	✓✓	✓	✓✓✓	x	x (faune mobile)	x (faune mobile)	x	✓	✓	✓✓
Abondance estimée	-	X	x	++	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓	x (faune mobile)	x (faune mobile)	x	✓✓	✓✓	✓✓✓
Abondance	-	-	X	+++	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	x (faune mobile)	x (faune mobile)	x	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
% de recouvrement	-	X	X	+++	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓	x (faune mobile)	x (faune mobile)	x	✓✓	x	✓✓✓
Biomasse	-	X	X	++++	x	x	x	✓✓✓	x (faune mobile)	x (faune mobile)	x	x	x	x

### 3.3 – Exemples de protocoles d'échantillonnage

Les méthodes d'acquisition décrites ci-avant ne présentent pas la même efficacité ni la même applicabilité en fonction du type de milieu marin ou de l'étage étudié. Nous proposons ci-dessous quelques exemples de protocoles afin d'illustrer les avantages et les limites de certaines de ces méthodes.

Les exemples fournis n'ont pas vocation à devenir des protocoles standards pour les ZNIEFF Marines. Ils illustrent la logique de construction des protocoles. Trois niveaux de précision sont proposés, de façon incrémentielle, pour adapter au mieux le contexte (prospection de nouvelles zones, consolidation de zones existantes, taille des secteurs d'étude...) aux moyens humains et financiers disponibles. Tous les intermédiaires entre les niveaux sont admis, il est toutefois déconseillé d'appliquer un protocole plus léger que le niveau minimal.

#### 3.3.1 – Milieux rocheux supralittoraux et médiolittoraux

##### 3.3.1.1 – Niveau minimal de connaissances

Le protocole de niveau minimal de connaissances proposé pour les milieux supralittoraux et médiolittoraux rocheux (*tableau 8*) va s'intéresser aux macro-organismes les plus gros (>5 cm) et à une partie des macro-organismes de moyenne taille (1-5 cm), plus exactement aux espèces facilement visibles à l'œil nu dans la zone de balancement des marées ou découvertes par les vagues. Selon la diversité et la complexité du site, 1 à 10 séries de mesures de 10 à 30 minutes sont réalisées dans chaque station. Les abondances et les pourcentages de recouvrement sont estimés. Les espèces, qui ne sont pas identifiables sur le terrain, sont prélevées par grattage et sont analysées au laboratoire afin d'assurer la robustesse des listes d'espèces produites.

Ce protocole va permettre de connaître de manière simple la diversité des plus gros organismes présents dans les milieux médiolittoraux rocheux. La méthode employée a l'avantage de permettre une adaptation de la prospection de terrain à la diversité des milieux présents et une répartition de l'effort d'échantillonnage selon leurs intérêts présumés. Le biais « observateurs », redouté dans le cadre des programmes de suivi des communautés, peut en revanche s'avérer utile pour le programme ZNIEFF Marines. Il va permettre d'assurer, *in fine*, la répartition de l'effort d'échantillonnage sur une plus large partie des habitats présents dans les sites prospectés. La taille des espèces ciblées par le protocole proposé est également suffisante pour la qualification de la plupart des habitats de l'estran.

Tableau 8 : Exemple 1 de protocole d'échantillonnage pour les milieux supralittoraux et médiolittoraux rocheux.

<b>Objectifs</b>	Diversité des gros macro-organismes (>5 cm) et d'une partie des moyens macro-organismes (1-5 cm) Qualification des habitats
<b>Stratégie d'échantillonnage</b>	Echantillonnage stratifié
<b>Effort d'échantillonnage</b>	Stationnel : 1 à 10 séries de mesures de 10 à 30 mn par station Sectoriel : fonction du nombre de strates identifiées
<b>Période d'échantillonnage</b>	Printemps
<b>Méthode(s) d'échantillonnage</b>	Recensement visuel Grattage des espèces non identifiables sur le terrain
<b>Traitement des échantillons</b>	Identification : jusqu'au niveau spécifique Paramètres : Abondances et pourcentages de recouvrement estimés

### 3.3.2.2 – Niveau intermédiaire de connaissances

En plus du niveau minimal, le niveau intermédiaire introduit l'utilisation de quadrats (*tableau 9*), pour le calcul des abondances et des pourcentages de recouvrement des espèces ciblées. Cette méthode permet de repousser la limite basse du spectre de tailles des organismes inventoriés jusqu'aux environs des 1 cm, voire un peu moins. Les espèces, qui ne sont pas identifiables sur le terrain, sont là encore prélevées par grattage et sont analysées au laboratoire afin d'assurer la robustesse des listes d'espèces produites.

Un protocole similaire est employé dans le cadre de suivis des milieux durs supralittoraux et médiolittoraux, comme par exemple pour le REBENT (Grall et Hily, 2006) et la DCE (Guillaumont et Gauthier, 2005). Lorsque de telles stations de suivi sont présentes dans le secteur visé par les nouvelles acquisitions, il convient de mutualiser les efforts de prospection et de considérer ceux-ci dans le plan d'échantillonnage de la nouvelle étude.

Tableau 9 : Exemple 2 de protocole d'échantillonnage pour les milieux suppalittoraux et médiolittoraux rocheux.

<b>Objectifs</b>	Diversité des gros macro-organismes (>5 cm) et des moyens macro-organismes (1-5 cm) Qualification des habitats
<b>Stratégie d'échantillonnage</b>	Echantillonnage stratifié
<b>Effort d'échantillonnage</b>	Stationnel : 1 à 10 séries de mesures de 10 à 30 mn par station Flore : 3 à 5 quadrats de 0,1 m <sup>2</sup> Faune : 5 à 10 quadrats de 0,1 m <sup>2</sup> Sectoriel : fonction du nombre de strates identifiées
<b>Période d'échantillonnage</b>	Printemps
<b>Méthode(s) d'échantillonnage</b>	Recensement visuel Quadrats Grattage des espèces non identifiables sur le terrain
<b>Traitement des échantillons</b>	Identification : jusqu'au niveau spécifique Paramètres : Abondances et pourcentages de recouvrement réels

### 3.3.1.3 – Niveau supérieur de connaissances

Pour ce niveau, il est proposé d'ajouter le grattage de l'intégralité de la surface des quadrats (*tableau 10*), puis son brossage afin de prélever l'ensemble des organismes présents et notamment ceux de petite taille (de l'ordre du millimètre). Les abondances et les pourcentages de recouvrement réels des espèces ciblées pourront ainsi être calculés.

La plus-value réside ici dans l'emploi de la technique du brossage. La roche est nettoyée à l'aide d'une brosse rigide en plastique et les organismes décollés sont placés sur un tamis de 0,5 à 0,1 mm de vide de maille. La biomasse des différentes espèces peut également être mesurée à partir des différents organismes prélevés dans chacun des quadrats.

Un protocole de ce type est employé dans le cadre de l'inventaire du Parc national de la Guadeloupe (Parc national de la Guadeloupe, sans date) ainsi que pour des suivis de milieux durs intertidaux, comme par exemple pour le REBENT (Grall et Hily, 2006). Lorsque de telles études ou stations de suivi sont présentes dans le secteur visé par les nouvelles acquisitions, il convient de mutualiser les efforts de prospection et de considérer ceux-ci dans le plan d'échantillonnage de la nouvelle étude.

Tableau 10 : Exemple 3 de protocole d'échantillonnage pour les milieux supalittoraux et médiolittoraux rocheux.

<b>Objectifs</b>	Diversité des gros macro-organismes (>5 cm), des moyens macro-organismes (1-5 cm) et une partie des petits macro-organismes (<1 cm) Qualification des habitats
<b>Stratégie d'échantillonnage</b>	Echantillonnage stratifié
<b>Effort d'échantillonnage</b>	Stationnel : 1 à 10 séries de mesures de 10 à 30 mn par station Flore : 3 à 5 quadrats de 0,1 m <sup>2</sup> Faune : 5 à 10 quadrats de 0,1 m <sup>2</sup> Sectoriel : fonction du nombre de strates identifiées
<b>Période d'échantillonnage</b>	4 saisons
<b>Méthode(s) d'échantillonnage</b>	Recensement visuel Grattage des espèces non identifiables sur le terrain Grattage et brossage de l'intégralité des quadrats
<b>Traitement des échantillons</b>	Identification : jusqu'au niveau spécifique Paramètres : Abondances et pourcentages de recouvrement réels Biomasses

### 3.3.2 – Milieux rocheux subtidaux côtiers

#### 3.3.2.1 – Niveau minimal de connaissances

Le protocole de niveau minimal de connaissances proposé pour les milieux subtidaux rocheux (tableau 11) va s'intéresser aux macro-organismes les plus gros (>5 cm) et à une partie des macro-organismes de moyenne taille (1-5 cm), plus exactement aux espèces facilement visibles à l'œil nu en plongée. Selon la diversité et la complexité du site, 1 à 10 séries de mesures de 5 à 50 minutes sont réalisées dans chaque station. Les abondances et les pourcentages de recouvrement sont estimés. Les espèces, qui ne sont pas identifiables sur le terrain, sont prélevées par grattage et sont analysées au laboratoire afin d'assurer la robustesse des listes d'espèces produites.

Ce protocole va permettre de connaître de manière simple la diversité des plus gros organismes présents dans les milieux subtidaux rocheux côtiers. Comme pour l'estran, la méthode employée à l'avantage de permettre de facilement adapter la prospection sur le terrain à la diversité des milieux présents et de répartir l'effort d'échantillonnage selon leurs intérêts présumés. De plus, la taille des espèces ciblées par le protocole est également suffisante pour la qualification de la plupart des habitats rocheux subtidaux côtiers.

Tableau 11 : Exemple 1 de protocole d'échantillonnage pour les milieux rocheux subtidaux côtiers.

<b>Objectifs</b>	Diversité des gros macro-organismes (>5 cm) et d'une partie des moyens macro-organismes (1-5 cm) Qualification des habitats
<b>Stratégie d'échantillonnage</b>	Echantillonnage stratifié
<b>Effort d'échantillonnage</b>	Stationnel : 1 à 10 séries de mesures de 5 à 50 mn par station Sectoriel : fonction du nombre de strates identifiées
<b>Période d'échantillonnage</b>	Printemps
<b>Méthode(s) d'échantillonnage</b>	Recensement visuel Grattage des espèces non identifiables sur le terrain
<b>Traitement des échantillons</b>	Identification : jusqu'au niveau spécifique Paramètres : Abondances et pourcentages de recouvrement estimés

### 3.3.2.2 – Niveau intermédiaire de connaissances

En plus du recensement visuel, il est introduit au niveau intermédiaire les mesures calculées d'abondances et de pourcentages de recouvrement d'espèces ciblées dans des quadrats de 0,25 m<sup>2</sup> (*tableau 12*). La limite basse du spectre de tailles des organismes inventoriés est ramenée à 1 cm, voire un peu moins. Les espèces, qui ne sont pas identifiables sur le terrain sont, là aussi, prélevées par grattage et sont analysées au laboratoire afin d'assurer la robustesse des listes d'espèces produites.

Un protocole similaire est employé dans le cadre d'études scientifiques (Gallon, 2013) ainsi que pour des suivis des milieux durs subtidiaux, comme par exemple pour le REBENT (Derrien *et al.*, 2004) et la DCE (Guillaumont et Gauthier, 2005). Lorsque de telles études ou stations de suivi sont présentes dans le secteur visé par les nouvelles acquisitions, il convient de mutualiser les efforts de prospection et de considérer ceux-ci dans le plan d'échantillonnage de la nouvelle étude.

Tableau 12 : Exemple 2 de protocole d'échantillonnage pour les milieux rocheux subtidiaux côtiers.

<b>Objectifs</b>	Diversité des gros macro-organismes (>5 cm) et des moyens macro-organismes (1-5 cm) Qualification des habitats
<b>Stratégie d'échantillonnage</b>	Echantillonnage stratifié
<b>Effort d'échantillonnage</b>	Stationnel : 1 à 10 séries de mesures de 5 à 50 mn par station 3 à 10 quadrats de 0,25 m <sup>2</sup> Sectoriel : fonction du nombre de strates identifiées
<b>Période d'échantillonnage</b>	Printemps
<b>Méthode(s) d'échantillonnage</b>	Recensement visuel Quadrats Grattage des espèces non identifiables sur le terrain
<b>Traitement des échantillons</b>	Identification : jusqu'au niveau spécifique Paramètres : Abondances estimées et pourcentage de recouvrement réels

### 3.3.2.3 – Niveau supérieur de connaissances

Pour ce niveau, il est proposé l'utilisation d'un aspirateur à air comprimé sur l'intégralité de la surface des quadrats, ainsi que le prélèvement d'une portion de roche pour l'identification des organismes endogés (*tableau 13*). Les abondances pourront être calculées de manière précise grâce aux échantillons collectés dans les quadrats. Cependant, cette méthode ne permet pas de calculer les pourcentages de recouvrement. Ceux-ci devront être estimés grâce aux recensements visuels, ils seront donc moins précis que ceux calculés avec la méthode des quadrats dans l'exemple précédent. L'aspirateur à air comprimé a néanmoins l'avantage de permettre l'échantillonnage des espèces de petite taille (de l'ordre du millimètre) et offre la possibilité de calculer la biomasse des différentes espèces collectées.

Un protocole similaire est employé dans le cadre de l'inventaire du Parc national de la Guadeloupe (Parc national de la Guadeloupe, sans date) ainsi qu'en Nouvelle Calédonie (Bouchet *et al.*, 2002). Lorsque de telles études sont présentes dans le secteur visé par les nouvelles acquisitions, il convient de mutualiser les efforts de prospection et de considérer ceux-ci dans le plan d'échantillonnage de la nouvelle étude.

Ce niveau supérieur est difficile à soutenir financièrement. Cependant, en le rationalisant à l'échelle des peuplements plutôt qu'à l'échelle de la station, il est possible de réduire son coût. Ainsi, plutôt que de coupler les trois méthodes de collecte dans chacune des stations d'échantillonnage, il est possible de distribuer au sein de chaque strate de peuplement une ou plusieurs station(s) *recensement visuel*, une ou plusieurs station(s) *aspirateur à air comprimé* et une ou plusieurs station(s) *délitage*. L'important, pour le programme ZNIEFF Marines, étant de disposer de connaissances sur la présence du plus possible de groupes d'espèces et de milieux et non de pouvoir déceler des variations dans les communautés, comme c'est le cas dans certains programmes de suivi.

Tableau 13 : Exemple 3 de protocole d'échantillonnage pour les milieux rocheux subtidaux côtiers.

<b>Objectifs</b>	<b>Diversité des gros (&gt;5 cm), des moyens (1-5 cm) et des petits macro-organismes (&lt;1 cm)</b> <b>Qualification des habitats</b>
<b>Stratégie d'échantillonnage</b>	Echantillonnage stratifié
<b>Effort d'échantillonnage</b>	Stationnel : 1 à 10 séries de mesures de 5 à 50 mn par station 3 à 10 quadrats de 0,25 m <sup>2</sup> 1 bloc de 0,1m <sup>2</sup> environ Sectoriel : fonction du nombre de strates identifiées
<b>Période d'échantillonnage</b>	4 saisons
<b>Méthode(s) d'échantillonnage</b>	Recensement visuel Grattage des espèces non identifiables sur le terrain Aspirateur à air comprimé Délitage
<b>Traitement des échantillons</b>	Identification : jusqu'au niveau spécifique Paramètres : Abondances réelles Pourcentages de recouvrement estimés Biomasses

### 3.3.3 – Milieux rocheux subtidaux du large

Tous les protocoles proposés pour les milieux subtidaux rocheux du large (> 30-40 m de profondeur) vont être basés uniquement sur des méthodes impliquant la vidéo. La plongée sous-marine est difficilement praticable dans ces milieux. Le champ des protocoles applicables en est donc réduit, c'est pourquoi deux niveaux de connaissances seulement sont proposés dans cette section.

#### 3.3.3.1 – Niveau minimal de connaissances

Le protocole de niveau minimal de connaissances proposé pour les milieux rocheux subtidaux du large (*tableau 14*) met en œuvre la caméra suspendue. Celle-ci est descendue juste au-dessus du fond à l'aplomb du bateau afin de réaliser des prises de vue. Cette méthode, habituellement simple à mettre en œuvre sur les substrats meubles, est beaucoup plus délicate à déployer sur les milieux rocheux où le risque de croche est très élevé. Cependant, en choisissant des stations dans des secteurs peu accidentés et en réalisant des séquences de prises de vue brèves, il est possible de minorer ce risque. Lorsque ces conditions sont réunies, cette méthode peut fournir, à coûts réduits, des informations sur les espèces présentes et facilement identifiables et permettre dans certains cas la qualification des habitats. Les abondances et les pourcentages de recouvrement des espèces peuvent éventuellement être mesurés si la surface filmée est connue (fixation d'un quadrat sur le bâti de la caméra). L'inconvénient principal de cette méthode est la capacité d'identification et d'observation limitée par le champ de vision restreint de la caméra.

Un protocole similaire a été employé dans le cadre de cartographie d'habitats (Doré, 2012 ; TBM, 2011). Lorsque de telles études sont présentes dans le secteur visé par les nouvelles acquisitions, il convient de mutualiser les efforts de prospection et de considérer ceux-ci dans le plan d'échantillonnage de la nouvelle étude.

Tableau 14 : Exemple 1 de protocole d'échantillonnage pour les milieux rocheux subtidiaux du large.

<b>Objectifs</b>	Diversité des espèces facilement identifiables parmi les gros macro-organismes (>5 cm) et les moyens macro-organismes (1-5 cm) Qualification des habitats
<b>Stratégie d'échantillonnage</b>	Echantillonnage stratifié
<b>Effort d'échantillonnage</b>	Stationnel : quelques posés sur le fond par station Sectoriel : fonction du nombre de strates identifiées
<b>Période d'échantillonnage</b>	Printemps ou été ou automne
<b>Méthode(s) d'échantillonnage</b>	Caméra suspendue
<b>Traitement des échantillons</b>	Identification : jusqu'au niveau maximal Paramètres : présence/absence

### 3.3.3.2 – Niveau intermédiaire de connaissances

En utilisant le ROV au niveau intermédiaire plutôt que la caméra suspendue (tableau 15), le spectre de taille des organismes observés ne change pas, mais la mobilité supérieure de l'engin va permettre l'acquisition d'images des espèces sous différents angles, facilitant ainsi leur identification et améliorant globalement la robustesse des listes d'espèces établies dans chacune des stations. De plus, certains ROV, pourvus d'un bras mécanique, offrent la possibilité de réaliser des prélèvements des organismes, dont l'identification nécessite un examen en laboratoire.

Un protocole similaire a été employé dans le cadre de cartographie d'habitats (Astruch *et al.*, 2011 ; Buron *et al.*, 2012 ; Vela *et al.* 2012). Lorsque de telles études sont présentes dans le secteur visé par les nouvelles acquisitions, il convient de mutualiser les efforts de prospection et de considérer ceux-ci dans le plan d'échantillonnage de la nouvelle étude.

Tableau 15 : Exemple 2 de protocole d'échantillonnage pour les milieux rocheux subtidiaux du large.

<b>Objectifs</b>	Diversité des espèces facilement identifiables parmi les gros macro-organismes (>5 cm) et les moyens macro-organismes (1-5 cm) Qualification des habitats
<b>Stratégie d'échantillonnage</b>	Echantillonnage stratifié
<b>Effort d'échantillonnage</b>	Stationnel : selon la diversité présente Sectoriel : fonction du nombre de strates identifiées
<b>Période d'échantillonnage</b>	Printemps ou été ou automne
<b>Méthode(s) d'échantillonnage</b>	ROV
<b>Traitement des échantillons</b>	Identification : jusqu'au niveau maximal Paramètres : présence/absence

## Bibliographie

Albano P. G., Sabelli B., Bouchet P., 2011. The challenge of small and rare species in marine biodiversity surveys: microgastropod diversity in a complex tropical coastal environment: *Biodiversity and Conservation*, v. 20, no. 13 : 3223–3237.

Ar Gall, E., Connan, S., 2004. Echantillonnage des macroalgues en Intertidal substrats durs. REBENT FT11-2004-01.

Astruch P., Goujard A., Charbonnel E., Rogeau E., Rouanet E., Bachet F., Bricout R., Bonhomme D., Antonioli P. A., Bretton O., Monin M., Harmelin J. G., Sartoretto S., Chevaldonne P., Zibrowius H., Verlaque M., 2011. Inventaires biologiques et Analyse écologique de l'existant, Natura 2000 en mer, Lot n°12 « Côte Bleue Marine » FR 9301999. Contrat GIS Posidonie - Agence des Aires Marines Protégées, GIS Posidonie/PMCB publ., 400 p + 62 p d'annexes.

Baker, J. M., W. J. Wolff, 1987, *Biological surveys of estuaries and coasts*: CUP Archive.

Bellan-Santini D., 1969- Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux (Etude quantitative). *Rec. Trav. Sta. mar. Endoume*, 47 (63),: 294p.

Bellan-Santini D., Lacaze J.C., Poizat C., ed. 1994. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée. Synthèse, menaces et perspectives. Collection Patrimoines naturels: Série Patrimoine écologique, 28. Muséum national d'Histoire naturelle: Paris. 245 p.

Bianchi, C. N., R. Pronzato, R. Cattaneo-Vietti, L. Benedetti-Cecchi, C. Morri, M. Pansini, R. Chemello, M. Milazzo, S. Fraschetti, and A. Terlizzi, 2004, Hard bottoms: *Biol Mar Mediterr*, 11(1), p. 185–215.

Blanchet H., 2004. Structure et fonctionnement des peuplements benthiques du Bassin d'Arcachon. Napier University.

Bouchet P., Lozouet P., Maestrati P., 2002. Assessing the magnitude of species richness in tropical marine environments : exceptionally high numbers of molluscs at a New Caledonia site. 2002. N° 1996, p. 421-436.

Burnham K.P., Overton W.S., 1978. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. *Biometrika* **65** : 623-633.

Burnham K.P., Overton W.S., 1979. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology* **60** : 927-936.

Buron K., Monville I., Cancemi G., Lejeune P., 2012. Inventaires biologiques et analyse écologique des habitats marins patrimoniaux. Sites Natura 2000 en mer du Lot Corse Extrême Sud. Volet I : «Matériels et Méthodes». Rapport EVEMar -Stareso -Sintinelle / Agence des Aires Marines Protégées- 43pages+ Annexes.

Chao A., 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scand. J. Statist.* **11** : 265–270.

Chao A., 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* **43** : 783-791.

Châtaigner J., 2013. Standard de données SINP. Occurrence de taxon V1. Nature France on line, <http://www.naturefrance.fr/sites/default/files/fichiers/ressources/pdf/standardsinpooccurrencetaxonv1.pdf>

Coggan R., Populus J., White J., Sheehan K., Fitzpatrick F., Piel S., 2007. Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH project document.

Dauvin J.C., ed. 1997. Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord: synthèse, menaces et perspectives. Collection Patrimoines naturels: Série Patrimoine écologique, 28. Muséum national d'Histoire naturelle: Paris. 359 p.

Dauvin J.C., Alizier S., Aulert C., Bessineton C., Cuvilliez A., Denis L., Garcia C., Janson A. L., Jourde J., Lesourd S., Lozach S., Morin J., Ruellet T., Spilmont N., 2010. Le Benthos de l'estuaire de la Seine: GIP Seine-Aval.

Davies, J., Baxter J., Bradley M., Connor D., Khan J., Murray E., Sanderson W., Turnbull C., Vincent M., 2001. Marine monitoring handbook, 405 p., ISBN 1 85716 550 0.

Derrien-Courtel S., Derrien R., Beaupoil C., 2004. Suivi substrats durs subtidiaux, limites d'extension en profondeur des ceintures algales et suivi floristique et faunistique.. REBENT FT12-2004-01.

Doré A., 2012. Cartographie et évaluation de l'état de conservation des habitats benthiques du site Natura 2000 des Roches de Penmarc'h - Volet biologique. Rapport SPN 2012/ 35, MNHN, Paris, 102 p.

Ellingsen K. E., 2001. Biodiversity of a continental shelf soft-sediment macrobenthos community: Marine Ecology Progress Series, v. 218 : 1–15.

European Topic Centre on Biological Diversity, 2008. European Nature Information System (EUNIS) Database. Habitat types and Habitat classifications. ETC/BD-EEA, Paris.

Fabri M.C., Pedel L., 2012. Fiche de synthèse sur les biocénoses de substrats durs rencontrées dans les étages bathyal et abyssal de Méditerranée française (fiche réalisée dans le cadre de l'Etat Initial de la DCSMM - Sous Région Marine Méditerranée Occidentale).

Foveau A., 2009. Habitats et communautés benthiques du bassin oriental de la Manche: état des lieux au début du XXIe siècle. Thèse de doctorat. Université Lille 1.

Gallon, R., 2013. Diversité, structure et fonctions des communautés à Rhodophytes en Bretagne: réponses aux forçages environnementaux dans le contexte du changement global (Thèse de doctorat, Paris, Muséum national d'histoire naturelle).

Galparsoro I., Connor D. W., Borja Á., Aish A., Amorim P., Bajjouk T., Chambers C., Coggan R., Dirberg G., Ellwood H., Vasquez M. (2012). Using EUNIS habitat classification for benthic mapping in European seas: Present concerns and future needs. *Marine Pollution Bulletin*, 64(12), 2630-2638.

Ghertsov K., Luczak C., Dewarumez J. M., Dauvin J. C., 2000. Influence of spatial scales of observation on temporal change in diversity and trophic structure of fine-sand communities from the English Channel and the southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 57(5), 1481-1487.

- Gladstone W., 2002. The potential value of indicator groups in the selection of marine reserves: *Biological Conservation*, v. 104, no. 2 : 211–220.
- Gounot M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson, Paris.
- Grall J., Hily C., 2006. Suivi stationnel des estrans rocheux (faune). Fiche REBENT FT05-2006-01.
- Gray J. S., McIntyre A. D., Stirn J., 1992. Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique: Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. Onzième partie: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
- Guillaumont B., Gauthier E., 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adaptés aux objectifs de la DCE. Rapport IFREMER
- Guillaumont B., Van den Beld I., Davies J., Bayle C., 2012. Fiche de synthèse sur les biocénoses de substrats durs rencontrées dans les étages bathyal et abyssal du golfe de Gascogne (fiche réalisée dans le cadre de l'Etat Initial de la DCSMM - Sous Région Marine golfe de Gascogne).
- Heltshel J., Forrester N. E., 1983. Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics* **39** : 1-11.
- Hill, J., Wilkinson, C. L. I. V. E., 2004. Methods for ecological monitoring of coral reefs. *Australian Institute of Marine Science, Townsville*, 117.
- Kantin R., Andral B., Debard S., Denis J., Derolez V., Emery E., Ganzin N., Hervé G., Laugier T., Le Borgne M., L'Hostis D., Oheix J., Orsoni V., Raoult S., Sartoretto S., Tomasino C., 2006. Le Référentiel Benthique Méditerranéen (REBENT MED). Avant-projet sommaire - Annexes. R.INT.DOP/LER-PAC/06-08-Annexes. IFREMER, 123 p.
- Kenyon, J. C., Brainard, R. E., Hoeke, R. K., Parrish, F. A., & Wilkinson, C. B., 2006. Towed-diver surveys, a method for mesoscale spatial assessment of benthic reef habitat: a case study at Midway Atoll in the Hawaiian Archipelago. *Coastal Management*, **34**(3), 339-349.
- Ledoyer M. 1962 - Étude de la faune vagile des herbiers superficiels de Zosteracées et de quelques biotopes d'algues littorales. *Rec. Trav. Sta. mar. Endoume* bulletin 25 (fase. 39) pp. 117-235.
- Ledoyer, M. 1968 - Ecologie de la faune vagile des biotopes méditerranéennes accessibles en scaphandre autonome (Région de Marseille principalement). IV. Synthèse de l'étude écologique. *Rec. Trav. Sta. mar. Endoume* bulletin 44 (fasc. 60) pp. 125-295.
- Legendre L., Legendre P., 1984. Écologie numérique. Masson, Paris. 335 p.
- Michez N., Fourt M., Aish A., Bellan G., Bellan-Santini D., Chevaldonné P., Fabri M.-C., Goujard A., Harmelin J.-G., Labrune C., Pergent G., Sartoretto S., Vacelet J., Verlaque M., 2014. Typologie des biocénoses benthiques de Méditerranée Version 2. Rapport SPN 2014 - 33, MNHN, Paris, 26 pages
- Murray S. N., Ambrose R. F. A., Dethier M. N., 2006. Monitoring rocky shores. Univ of California Press. Berkeley, CA, 220 p.
- NF EN ISO 16665 Janvier 2006. Qualité de l'eau - Lignes directrices pour le prélèvement quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles.

NF EN ISO 19493, 2007. Qualité de l'eau - Lignes directrices pour les études biologiques marines des peuplements du substrat dur

Olsgard F., Brattegard T., Holthe T., 2003. Polychaetes as surrogates for marine biodiversity: lower taxonomic resolution and indicator groups: *Biodiversity & Conservation*, 12(5) : 1033–1049. doi:10.1023/A:1022800405253.

Palmer M.W., 1991. Estimating species richness: The second-order jackknife reconsidered. *Ecology* **72** : 1512-1513.

Parc national de la Guadeloupe (sans date). « Premier grand inventaire des invertébrés marins de Guadeloupe » Fiche projet synthétique.

Pérès J.M., Picard J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée. Ed. Rec. Stat. mar. Endoume, 31 (47), 5-137.

Projet MESH, 2008. Guide de cartographie des habitats marins. RST - DYNECO/AG/07-20/JP – Ifremer, Centre de Brest, 342 p.

Rees, H. L. (ed), (2009): *Guidelines for the study of the epibenthos of subtidal environments*, ICES Tech. Mar. Environ. Sci. 42, 90 p.

Simian G., Horellou A., Vaudin A. C., Siblet J. P., Trouvilliez J., Doré A., Noel P., 2009. Guide méthodologique pour l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique en milieu marin. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 108 p.

Smith E.P., van Belle G., 1984. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics* **40** : 119-129.

SPN/MNHN 2011. Liste des habitats marins des Antilles. SPN/MNHN/INPN

SPN/MNHN 2011. Liste des habitats marins de Guyane. SPN/MNHN/INPN

SPN/MNHN 2011. Liste des habitats marins de la Réunion. SPN/MNHN/INPN

TBM, HOCER, 2011. Inventaire cartographique des habitats marins du site Natura 2000 Baie de Morlaix FR5300015. 114 p.

Ugland K. I., Gray J. S., 2004. Estimation of species richness: analysis of the methods developed by Chao and Karakassis: *Marine Ecology Progress Series*, v. 284 : 1–8.

Ugland K. I., Gray J. S., Ellingsen K. E., 2003. The species–accumulation curve and estimation of species richness: *Journal of Animal Ecology*, v. 72, no. 5 : 888–897.

Vanderklift M.A., Ward T.J., Phillips J.C., 1998. Use of Assemblages Derived from Different Taxonomic Levels to Select Areas for Conserving Marine Biodiversity. *Biological Conservation* 86 (3) (December) : 307–315.

Vela A., Gobin C., Leoni V., Cancemi G., Buron K., 2012. Inventaires biologiques et analyses écologiques des habitats marins patrimoniaux –Natura 2000 en mer, site FR9402014 : Grand herbier de la côte orientale –Contrat SINTINELLE–EVEMar & AAMP, 89p

Ward T. J., Vanderklift M. A., Nicholls A. O., Kenchington R. A. 1999. Selecting marine reserves using habitats and species assemblages as surrogates for biological diversity. *Ecological applications*, 9(2) : 691-698.

Ware S. J., Kenny A. J., 2011. Guidelines for the conduct of benthic studies at marine aggregate extraction sites. *Marine Aggregate Levy Sustainability Fund*, 80pp. ISBN, 978(0), 907545.



L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) est un outil de connaissance et d'expertise qui a pour objectif le recensement des espaces les plus représentatifs du patrimoine naturel (marin et continental) sur le territoire national (métropole et outre-mer).

Sa mise en œuvre en milieux marins nécessite la mobilisation des connaissances au sein d'une analyse experte afin d'identifier et de spatialiser les intérêts patrimoniaux présents.

Le guide méthodologique national pour le volet marin, (Simian *et al.*, 2009) pose le cadre général de l'inventaire des ZNIEFF Marines. Il définit les concepts clés, explicite le rôle des différents acteurs du programme et liste les données nécessaires à l'inscription d'une zone à l'inventaire.

Le dossier scientifique et technique « ZNIEFF MARINES - Pratiques et mise en œuvre sur les substrats durs » vient compléter le guide méthodologique national comme outil pratique d'aide à la mise en œuvre de l'inventaire en milieu marin. Il répond à deux objectifs :

- **apporter des informations sur la mise en œuvre de l'inventaire :** organisation à adopter pour répondre aux objectifs du programme, type de données nécessaires aux analyses, ou encore niveau de connaissance nécessaire à l'identification des enjeux patrimoniaux ;
- **décrire les méthodes et protocoles de collecte utilisables par le programme** pour l'acquisition de nouvelles connaissances sur les substrats marins rocheux lorsque les données disponibles sont trop fragmentaires pour identifier les intérêts présents sur les secteurs étudiés.