Observer, évaluer et suivre la biodiversité sous-marine des lagons :

Intérêt des techniques vidéo rotatives en haute définition. Où en est-on en Nouvelle-Calédonie ?

Introduction :

Le mot biodiversité et ce qu'il recoupe est relativement récent. Nous ne nous entretiendrons pas ici sur ce que ce terme soulève comme questionnements et enjeux, nous nous focaliserons plutôt sur les techniques d'observation de cette biodiversité qui permettent de la suivre au cours du temps pour contribuer à la mise en place ou à l'évaluation de politiques de gestion, de mise en valeur et de protection.

Par biodiversité on entendra ci-après sa partie visible et principalement la macrofaune et les habitats lagonaires.

La Nouvelle-Calédonie est un pays particulièrement doué en matière de biodiversité terrestre et marine, qui, de plus, met en oeuvre, sous l'impulsion de ses collectivités et en partenariat avec l'Etat, conformément aux compétences transférées en matière environnementale, un ensemble d'instruments et de systèmes de gestion (Aires Marines Protégées, Réserves de divers statuts, inscription au Patrimoine Mondial de l'Humanité...).

Elle n'échappe donc pas à la nécessité de bénéficier d'outils utiles d'une part à l'observation, au suivi et à l'évaluation de cette biodiversité, et d'autre part à la mesure de l'efficacité et de la performance des politiques publiques mises en oeuvre pour valoriser, protéger et restaurer un patrimoine naturel exceptionnel.

Ceci explique que la Nouvelle-Calédonie, face à des enjeux d'une telle importance, soit fortement concernée par l'innovation en matière de connaissance et de suivi de la biodiversité.

Dans ce qui suit :

- nous décrirons succinctement plusieurs des méthodes d'observation et de suivi de la biodiversité marine,
- nous ferons un focus sur des technologies nouvelles, et notamment la vidéo sous-marine rotative, mises au point ici pour servir les besoins du pays, mais également utilisables dans d'autres contextes,
- nous aborderons des éléments de perspective.

Bref aperçu des techniques d'observation de la biodiversité marine peu profonde.

La plus utilisée des techniques d'observation est le comptage sous-marin effectué par des plongeurs appelé UVC (pour Underwater Visual Census en anglais). A l'heure actuelle, la plupart des suivis écologiques s'appuient sur des UVC.

D'autres techniques qui font appel à des enregistrements de données acquises en vidéo sont utilisées. On peut les classer en quatre catégories :

- la vidéo non appâtée, filmant généralement horizontalement
- la vidéo appâtée filmant verticalement ou horizontalement, où la caméra filme une petite surface autour de l'appât. Cette technique est utilisée en Australie et débute en Nouvelle-Calédonie
- la vidéo tractée sur le fond ou en pleine eau
- les transects vidéo opérés par des plongeurs.

Ces quatre techniques peuvent de plus faire appel à de la stéréo-vidéo, afin de mesurer la taille des poissons. La stéréo-vidéo utilise deux caméras.

Dans ce qui suit nous nous intéresserons à la vidéo rotative mise au point et exploitée en Nouvelle-Calédonie, qui relève de la première technique.

Les techniques de la vidéo sous-marine rotative en exploitation en Nouvelle-Calédonie.

En 2007, un système de vidéo rotative haute définition pour l'observation des habitats et des peuplements sous-marins du lagon (STAVIRO) a été mis au point en Nouvelle-Calédonie par l'Ifremer et l'IRD avec soutien financier de l'ADECAL (ZoNeCo) et du programme CRISP. Ce système a été perfectionné en 2008 et 2009, et a finalement fait l'objet d'un brevet . Ce système permet de collecter facilement des observations sur les habitats et la macrofaune lagonaires.

Il a été testé dans des zones de réserve, dans des zones non protégées et dans différents habitats. L'analyse des images et le nombre de stations fournissent une grande quantité d'informations utiles pour étudier la répartition spatiale de la biodiversité et des ressources de la pêche et son évolution dans le temps. Ce type d'information intéresse à la fois la recherche, et la gestion dans une optique de suivi réalisable par les services gestionnaires.

Le système MICADO a été mis au point en 2008 par l'Ifremer pour compléter le système STAVIRO. Le MICADO est un système programmé pour filmer quelques minutes toutes les heures pendant des périodes de 24 h et plus. Les images obtenues, souvent étonnantes, montrent les variations journalières de la faune ichtyologique mais aussi de la faune fixée. Des essais effectués de nuit se sont également révélés intéressants.

Un grand nombre de stations STAVIRO ont été déployées dans le Grand Nouméa entre 2008 et 2010 dans le cadre du projet GAIUS (Agence Nationale de la Recherche). Les données récoltées ont permis de calculer des indicateurs sur la biodiversité et les ressources dans le cadre du projet PAMPA (financement LITEAU III du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable). Ces indicateurs ont contribué aux tableaux de bord de la performance des AMP en ce qui concerne les Réserves du Grand Nouméa.

Actuellement, le projet AMBIO constitue le cadre dans lequel ces activités liées à la vidéo se poursuivent ; il résulte d'une contractualisation avec les collectivités de

la Nouvelle-Calédonie et le Conservatoire des Espaces Naturels et vise la mise au point d'appuis opérationnels à la gestion (AMP et Patrimoine mondial). Au regard de ces besoins de suivi :

1 - la technique vidéo permet de suivre des zones vastes (AMP, Parcs Marins, Patrimoine Mondial) avec une couverture spatiale suffisante et dans une large gamme de profondeurs,

2 - elle fournit des observations non influencées par un observateur ou un dispositif attractif (tel un appât), notamment pour comparer des zones protégées avec des zones non protégées,

3 - elle présente certains avantages au plan logistique (facilité de mise en œuvre, utilisation par des non spécialistes...)

Mise en œuvre de la technique

Les systèmes STAVIRO et MICADO enregistrent les mêmes images en haute définition. Ils sont posés sur le fond et effectuent une rotation de 60° toutes les 30 secondes :

- **STAVIRO :** station vidéo rotative permettant de réaliser un grand nombre de stations, repérée par un flotteur en surface, facilement déplaçable et de mise en œuvre rapide depuis une petite embarcation. La durée d'observation à chaque station est de 12 minutes. Le système est adapté au suivi spatial de zones possiblement grandes.

- **MICADO :** station vidéo rotative, programmée pour être laissée en place pendant une durée de 24 à 72h, et enregistrant à intervalles réguliers de l'aube au crépuscule et pouvant fournir jusqu'à 10 séquences vidéo par jour dans sa version actuelle. Une autonomie renforcée permet d'acquérir des enregistrements sur des périodes dépassant plusieurs jours. Ces stations sont posées en plongée ou en apnée selon la profondeur. Le système est particulièrement adapté à un suivi temporel à un endroit particulier.

STAVIRO ne requiert pas d'immersion de plongeurs et est déployable à partir d'une petite embarcation, en nécessitant 2 personnes en plus du pilote. Le MICADO est posé par un plongeur ou apnéiste pour optimiser la position du système et ainsi maximiser la qualité des images enregistrées sur une période de plus de 24h. Les deux systèmes exigent de poser horizontalement le système, ce qui peut parfois être difficile en fonction de la nature accidentée du fond.

Système MICADO - ©Ifremer

Système STAVIRO - ©Ifremer

[1] Caméra sous-marine autonome et rotative.
Brevet Ifremer/IRD/ADECAL FR 09 55170.

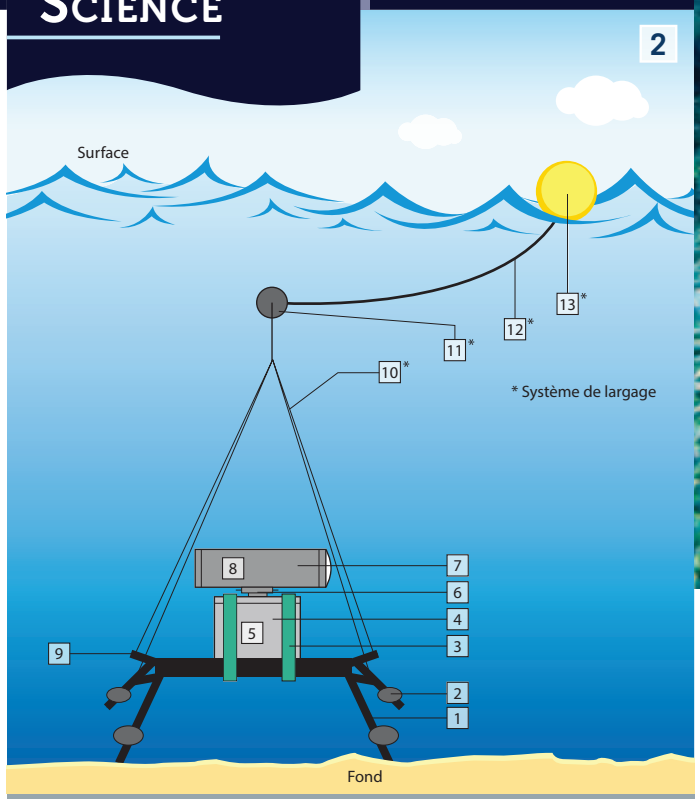
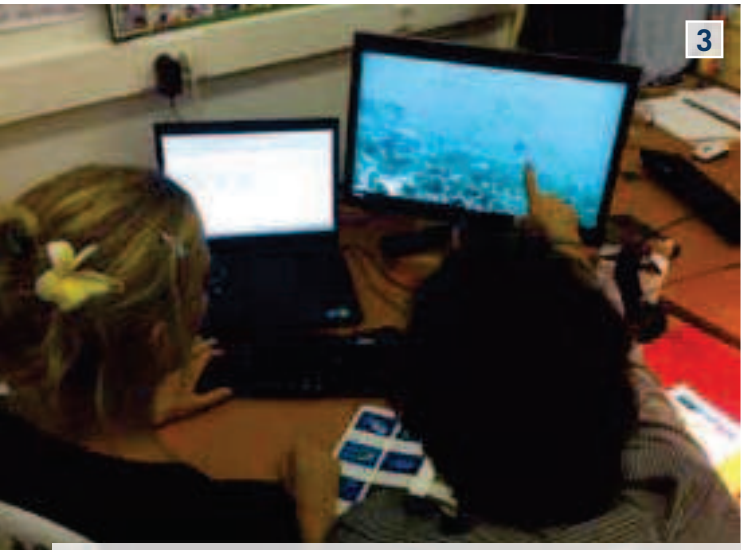


Schéma explicatif des systèmes de vidéo rotative STAVIRO

1 et **2** - pieds et lests,
3 - sangles d'attache du moteur,
4 - bloc étanche de protection du moteur,
5 moteur ,
6 axe de rotation,
7 - bloc étanche de protection de la caméra,
8 - caméra,
9 - embase,
10 à **13** accastillage pour le largage et la récupération

A l'heure actuelle, la technique STAVIRO permet avec deux systèmes de réaliser un peu plus de 5 stations par heure de terrain. La proportion de stations validées est de 80 à 90%, et dépend essentiellement de la visibilité.



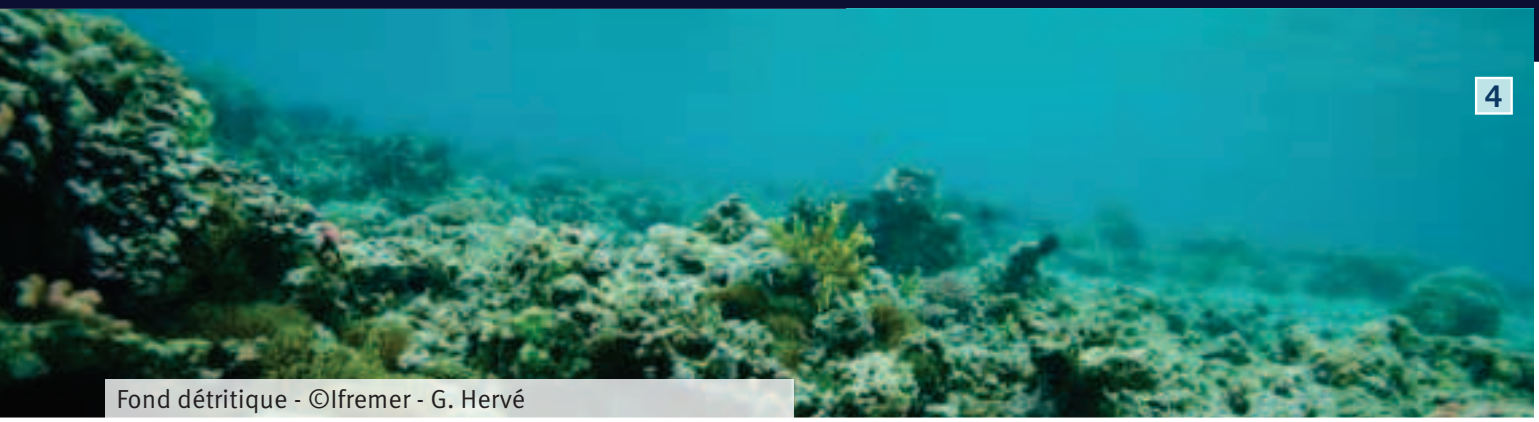
Analyse des images acquises - ©Ifremer

Les images obtenues permettent d'une part d'identifier et de compter un grand nombre d'espèces de la macrofaune mobile, et d'autre part de caractériser les habitats. L'analyse des images est réalisée au bureau sur un écran de 27 pouces.

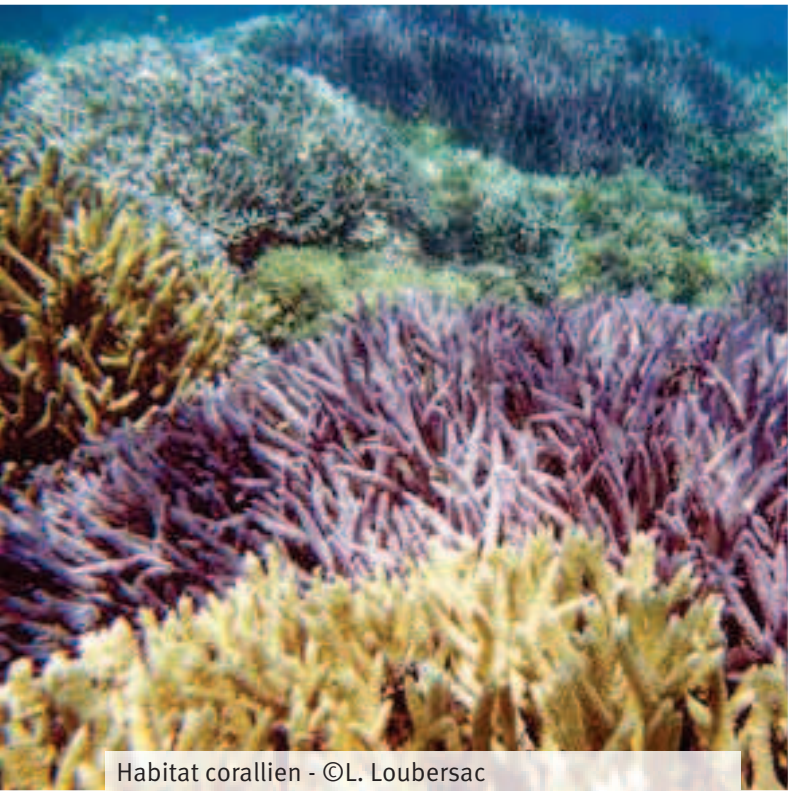
Elle consiste à :

- identifier, pour chaque rotation, un certain nombre d'espèces de poissons et d'espèces emblématiques relativement à une liste standardisée, les compter par espèce, affecter une classe de taille à chaque individu observé (Petit, Moyen, Grand), relativement à l'espèce,
- calculer le nombre moyen et maximum d'individus par espèce sur 3 rotations,
- évaluer le taux de recouvrement du fond par catégorie vivante (corail, algueraie, herbiers...) et non vivante (fonds blancs, fonds vaseux, fonds détritiques, roche...).

Ces évaluations se font dans un périmètre de 5 mètres autour du système ; certaines espèces remarquables étant de plus dénombrées à une distance plus grande lorsque la visibilité le permet.



Fond détritique - ©Ifremer - G. Hervé


Habitat corallien - ©L. Loubersac

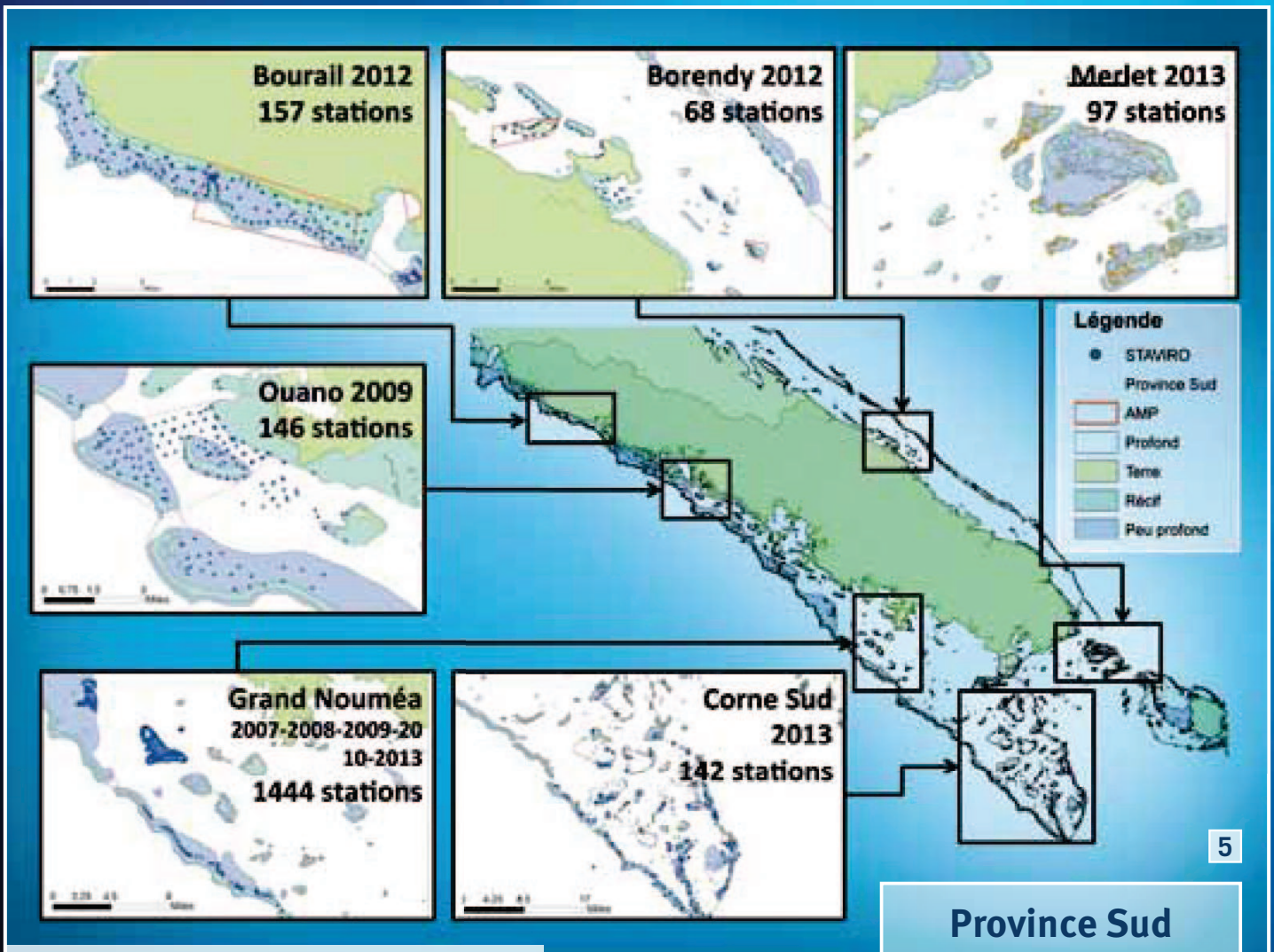
Algueraie - ©Ifremer

Herbier et tortue - ©L. Loubersac

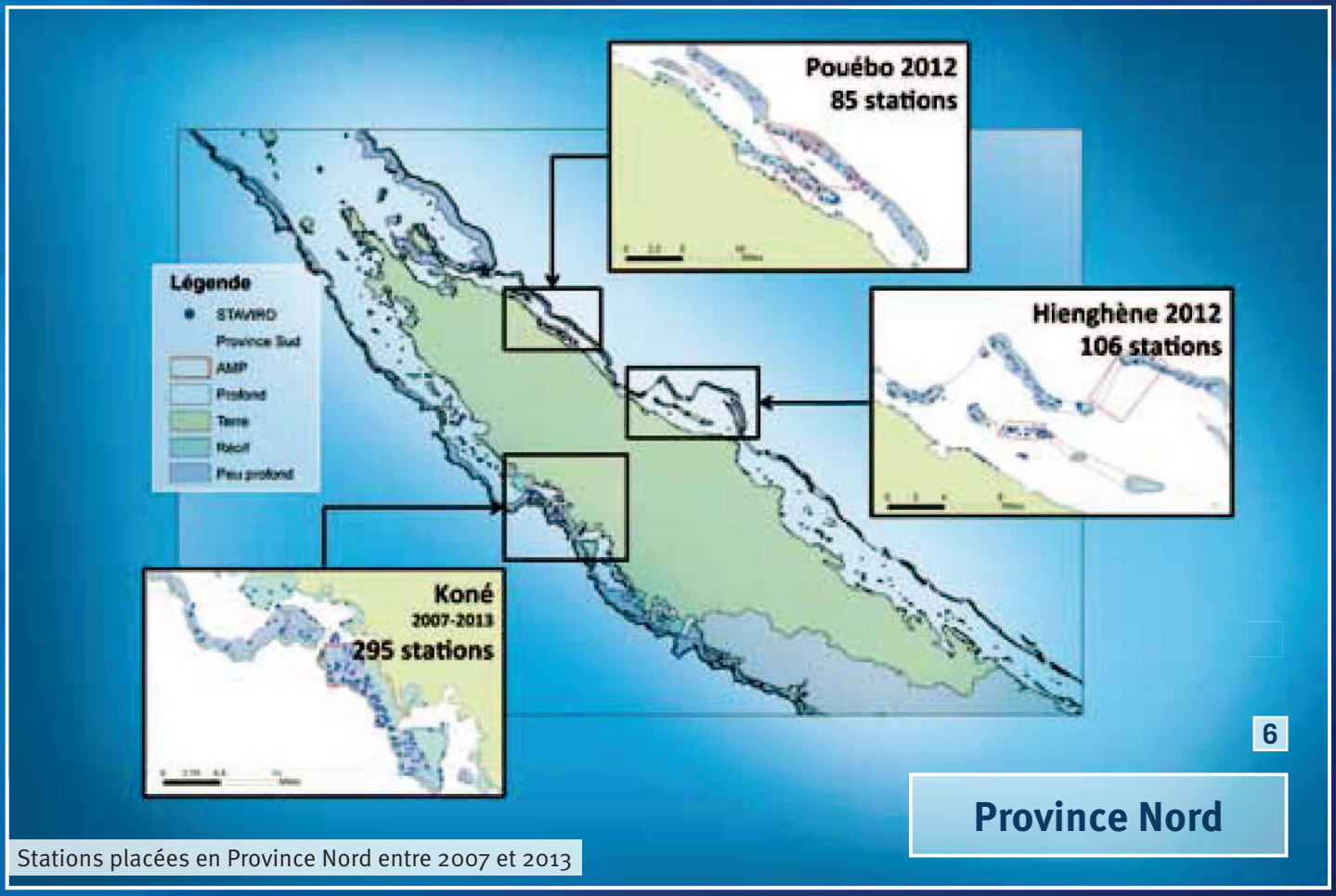
En fonction des images, et pour une liste comprenant les principales espèces d'intérêt pour la pêche et d'espèces remarquables, entre 30 mn et 1h15 sont nécessaires pour analyser une station vidéo réalisée dans le lagon. En Calédonie, l'apprentissage de l'analyse des images a initialement bénéficié de l'aide d'un expert en identification d'espèces tropicales. Depuis le début du projet, plusieurs personnes ont été formées à cette analyse : cinq stagiaires, un ingénieur et un consultant. Deux mois sont nécessaires en moyenne pour être autonome pour la liste d'espèces standard. Les images étant enregistrées, une expertise extérieure peut être recherchée en cas de doute et les images peuvent être analysées plusieurs fois, pour différents besoins ou pour vérification.

Observations collectées

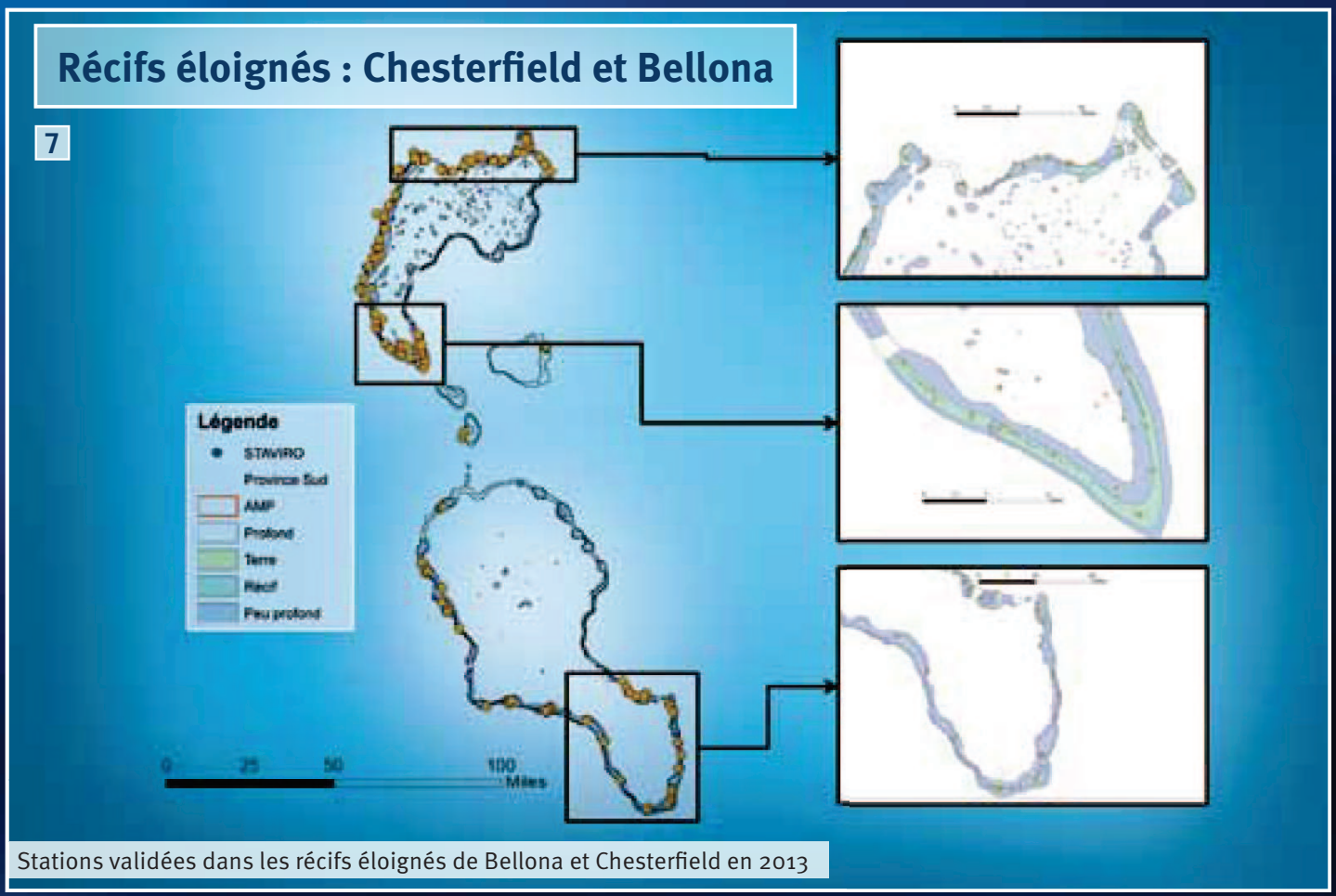
Depuis 2007, un grand nombre de données ont été récoltées dans différentes zones des lagons de Calédonie (Figures 5, 6 et 7). Dans le Grand Nouméa, les mêmes zones ont été suivies de 2007 à 2013 en vue de mettre en évidence l'effet de la protection et d'évaluer les sources de variabilité de ces composantes de la biodiversité. Le protocole couvre la plupart des habitats lagonaires et des zones protégées et non protégées.



Stations placées en Province Sud entre 2007 et 2013



Stations placées en Province Nord entre 2007 et 2013



Stations validées dans les récifs éloignés de Bellona et Chesterfield en 2013

Ces observations représentent une masse d'information qu'il convient de pouvoir organiser. Dans cette optique, la bancarisation de ce type d'information est déjà à l'étude afin d'intégrer ces données dans un système d'information pérenne.

Evaluation de la technique STAVIRO

Rappelons que la technique de vidéo rotative a été proposée pour trois raisons principales :

- pouvoir réaliser un grand nombre d'observations sans requérir de compétences particulières sur le terrain.
- limiter l'effet plongeur qui influence la macrofaune mobile, et de manière peut-être variable d'une zone à l'autre.
- éviter l'utilisation d'appât (vidéo appâtée) qui influence également la macrofaune mobile.

On ajoutera la possibilité d'échantillonner dans des zones difficiles d'accès pour les plongeurs (zones profondes plus de 20 mètres comme par exemple dans les fonds lagonaires, les passes, les pieds de tombants, les zones de forts courants et de houle ou des récifs profonds de configuration spécifique comme à Bellona et Chersterfield…) Ainsi qu'on l'a évoqué plus haut, les suivis écologiques sont habituellement réalisés en plongée.

Dès lors, il est légitime de s'interroger sur la comparaison entre les comptages en plongée et la vidéo et de vouloir situer les informations fournies par chaque technique les unes par rapport aux autres.

Une réponse partielle à cette question est apportée par les résultats d'une manipulation de terrain effectuée en 2009, à l'occasion du suivi UVC habituel, sur les pentes récifales d'une AMP de la Province Sud (Réserve de Ouano). Des stations vidéo avaient été réalisées une heure après un comptage UVC, exactement au même endroit, et ce sur 26 points. De ces données, il ressort que les observations des deux techniques obtenues sur ces 26 points diffèrent sur les points suivants. Les UVC voient plus d'espèces différentes et d'individus de petites espèces (c-a-d de taille maximum ‹ 30 cm). La vidéo voit plus d'individus des espèces pêchées. Les deux méthodes ont observé le même nombre de grandes espèces (taille maximum des espèces › 30 cm) Ces résultats demandent

à être reproduits sur d'autres zones, et il serait intéressant de réaliser les STAVIRO avant les UVC. Néanmoins, ils apportent de premiers éléments de comparaison qui sont très précieux.

Au delà d'une comparaison point à point, il apparaît nécessaire de réfléchir aux avantages de chaque technique pour couvrir une zone donnée. Schématiquement, la méthode vidéo permet de couvrir de grands espaces plus facilement et avec une contrainte de profondeur moindre alors que les UVC permettent d'observer plus précisément les récifs ou de recenser les macroinvertébrés et les petites espèces. A notre sens, la technique vidéo doit donc être vue comme un complément aux UVC et non comme une technique concurrente.

Les apports de la vidéo

Tout d'abord, les séquences vidéo issues des stations fournissent des données chiffrées qui permettent de calculer des indicateurs. Ces derniers sont ensuite analysés pour construire des graphiques, pour tester soit des différences entre zones protégées et non protégées, soit des évolutions au cours du temps, et ce en tenant compte d'autres facteurs tels que l'habitat de chaque station. Ces analyses contribuent aux diagnostics sur l'état de la biodiversité et des ressources, pour ce qui est des composantes observables par la vidéo, c'est à dire :

- les espèces dites commerciales qui peuvent présenter un intérêt pour la pêche.
- les espèces faciles à observer comme les poissons-papillons qui constituent un indicateur de l'état de santé du récif.
- certaines espèces remarquables qui sont régulièrement observées en vidéo, comme les poissons napoléons et les tortues, voire les requins.
- l'habitat et notamment le recouvrement en corail vivant, en herbier et en grandes algues.

Deuxièmement, les séquences vidéo présentent un intérêt en tant que telles, parce qu'elles fournissent une image du lagon à un instant donné, et qui de plus peut être partagée. Cette possibilité présente plusieurs avantages :

- elle garantit la traçabilité des informations, et donc la possibilité de vérifier les résultats.
- elle permet de montrer les images aux acteurs de la gestion, qu'ils soient services techniques ou comités de gestion, ainsi qu'au plus grand nombre, contribuant ainsi à la sensibilisation, un élément fondamental de la gouvernance des espaces marins.
- les images peuvent faire partie intégrante du diagnostic et être associées aux chiffres, afin de les rendre plus visuels et donc plus facilement appréhendables par un public non-spécialiste.
- les images sont disponibles pour des actions à but éducatif ; nous les avons ainsi souvent utilisées lors de la Fête de la Science depuis 2009 ou au Festival de l'Image sous-marine.

Application à d'autres régions

La mise en œuvre de la technique mise au point ici en Nouvelle-Calédonie a été testée et est aujourd'hui utilisée dans d'autres régions et écosystèmes.

Dans le cadre du projet PAMPA et des partenariats avec des AMP Méditerranéennes, les systèmes ont été utilisés et parfois adaptés à la Méditerranée française. Ainsi, le système MICADO a été utilisé pour le suivi des récifs du Prado devant Marseille en 2010. En 2010 et 2011, 124 stations STAVIRO et 2 MICADO ont été validés au Parc Marin de la Côte Bleue. Chaque année de 2011 à 2013, une campagne a été conduite dans et autour de la Réserve de Banyuls

pour un total de 221 STAVIRO et 2 MICADOS validés. Des STAVIRO ont été validés dans la zone des Oursinières en Rade de Toulon et en Corse. En septembre 2013 s'est tenu un atelier de formation aux techniques de suivi dont le STAVIRO aux Iles Salomons en partenariat avec la CPS, le CRIOBE et l'Université du Pacifique Sud.

Transférabilité de la technique

L'objectif est de pouvoir transférer cette technique à d'autres utilisateurs, qu'ils soient scientifiques ou gestionnaires de l'environnement marin. A cet effet le projet a permis de développer un ensemble d'outils :

- un documentaire général présentant la technique et des exemples d'images produites.
- un guide méthodologique de mise en œuvre de la technique.
- un documentaire d'une quinzaine de minutes qui illustre cette mise en œuvre.
- une banque d'échantillons d'images annotées, construite au fur et à mesure de l'analyse des images. Cette banque est destinée à produire à terme un guide électronique d'aide à l'identification des espèces, qui pourrait être liée à un référentiel d'espèces marines.
- un format pour la gestion des données destiné à faciliter l'archivage et la récupération des images et des données sur un ensemble de critères de recherche (espèce, zone, images remarquables, etc.).

La technique STAVIRO a été identifiée parmi les techniques utiles au suivi des peuplements côtiers dans le cadre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin. Elle est par ailleurs à l'étude pour créer un réseau contribuant au suivi du milieu côtier en Méditerranée.

Quel avenir pour la vidéo ?

Outre l'acquisition de connaissances sur la présence et l'abondance des espèces et sur les habitats, la technique informe aussi sur l'activité, les comportements des espèces et leurs interactions. Ainsi d'autres questions sont-elles à l'étude dans le projet AMBIO comme :

- l'étude des agrégations de géniteurs de poissons.
- l'observation dans des milieux à visibilité variable.
- l'observation discrète d'espèces remarquables et vulnérables.
- le suivi à long terme de la reconquête de la qualité de milieux perturbés suite à la mise en place d'une politique particulière : assainissement, dépollution…
- l'adaptation des systèmes vers une station autonome d'observation sur des pontes de tortues sur les plages de sites éloignés, basé sur des caméras travaillant dans l'infra rouge.

La vidéo sous-marine en tant qu'outil de mesure et de suivi de l'état de la biodiversité, s'inscrit dans une ambition plus large de diagnostic pour l'évaluation des plans de gestion des Aires Marines Protégées et du Patrimoine Inscrit. Une autre composante du diagnostic concerne la connaissance des pressions et usages (impacts, capacité de charge des écosystèmes…) et leurs réponses à ces politiques publiques

de gestion de l'environnement lagonaire. Grâce aux autres outils développés dans le projet AMBIO, les données issues de la vidéo sous-marine seront intégrées depuis une échelle locale vers une échelle « pays ».
Cette intégration se fait sur la base d'un référentiel spatial cohérent en construction sur l'ensemble des lagons et zones côtières de la Nouvelle-Calédonie et des espaces du bien inscrit qui représente à lui seul 15000 km2, complétant ainsi un dispositif d'évaluation locale par une approche à l'échelle du territoire.

Le projet AMBIO a démarré en 2013 pour une durée de trois ans. A travers ses différentes actions, il vise à finaliser et à transférer des outils pour le suivi et l'évaluation de l'efficacité de la gestion des lagons à travers les Aires Marines Protégées et l'inscription au Patrimoine Mondial, parmi lesquels la technique vidéo est un des éléments des suivis.

Les rendus du projet s'accompagnent donc, d'ores et déjà, d'actions de formation et d'information des acteurs. Ils pourront se traduire par un transfert vers les donneurs d'ordre publics, gestionnaires des milieux avec la perspective de création de ressources humaines nouvelles et de services associés au programme (fabrication des systèmes, mise en oeuvre, maintenance des outils, adaptations électroniques, gestion des données, exploitation, restitution…). Une partie des systèmes est déjà mise au point localement, et ceux-ci devraient être intégralement fabriqués sur le territoire dans un avenir proche.

A retenir

Au plan scientifique : une technique innovante qui présente des avantages et des complémentarités par rapport aux techniques existantes d'observation de la biodiversité côtière :

- possibilité de réaliser un grand nombre d'observations
- pas d'effet plongeur et perturbation minimale du milieu
- observations simultanées de la macrofaune vagile et de l'habitat
- possibilité de partage des informations de base

©Hugues Lemonnier - www.ifremer.fr

Comme outil d'aide à la gestion :

- couverture spatiale et temporelle importante
- facilité de mise en œuvre
- peut être mise en œuvre sur le terrain sans formation poussée préalable
- technique peu coûteuse
- traçabilité des informations
- reproductibilité des observations dans le temps et selon les zones
- déjà testée dans d'autres zones géographiques et à d'autres écosystèmes que ceux de la Nouvelle-Calédonie

Comme outil de communication :

- Images partageables avec les gestionnaires : appuyer le diagnostic chiffré par des images parlantes et non techniques, garder une trace visuelle de l'état du lagon à un temps t.
- images utiles pour des actions de sensibilisation ou d'éducation.

Quelques liens sur Internet pour en savoir plus sur les techniques de la vidéo rotative

http://wwz.ifremer.fr/ncal/Biodiversite-et-ressources/Suivi-de-la-biodiversite/Protocoles-d-observation/La-biodiversite-a-travers-la-video-sous-marine

http://www.oceanplus.tv/fr/reportages/video/192-les-techniques-videos-d-observation-du-milieu-marin-staviro-et-micado.

http://www.oceanplus.tv/fr/reportages/video/186-campagne-video-en-nouvelle-caledonie
http://www.oceanplus.tv/fr/reportages/video/190-campagne-video-en-nouvelle-caledonie-hyehen

Pelletier, D. Suivre le milieu sans le perturber avec une vidéo haute définition. Dossier Protéger la mer : c'est possible ? Espaces Naturels 42, p. 27. http://www.espaces-naturels.info/node/1544

Guide méthodologique pour la mise en oeuvre et l'analyse des stations vidéos rotatives. 61 p. http://www.crisponline.net/Portals/1/PDF/FR%202008%20Guide%20methodologique%20Video%20rotatives.pdf; http://w3.ifremer.fr/blpintra/doc/00029/14032/.

Dominique Pelletier
Chercheur biostatisticienne, responsable du projet AMBIO.
Unité de Recherche LEAD/NC
dominique.pelletier@ifremer.fr

Delphine Mallet
Doctorante, spécialiste de la vidéo-sous marine.
Unité de Recherche LEAD/NC
delphine.mallet@ifremer.fr

William Roman
Ingénieur, Unité de Recherche LEAD/NC
william.roman@ifremer.fr

Lionel Loubersac
Ancien Délégué de l'Ifremer en Nouvelle-Calédonie
lionel.loubersac@ifremer.fr