

Utilisation de l'imagerie numérique en sciences participative pour le recensement et le suivi des espèces et habitats marins dans le réseau d'Aires Marines Protégées

Peter Tinsley



PANACHE

Protected Area Network Across
the Channel Ecosystem

Outils et Guides

Utilisation de l'imagerie numérique en sciences participatives pour le recensement et le suivi des espèces et habitats marins dans le réseau d'Aires Marines Protégées

Prepared on behalf of / Etabli par



by / par

Author(s) / Auteur(s) : Peter Tinsley

Contact : 01305 217979

ptinsley@dorsetwildlifetrust.org.uk

In the frame of / dans le cadre de



Axe de travail 4.1

Citation : Tinsley, P., Mars 2015, Utilisation de l'imagerie numérique en sciences participatives pour le recensement et le suivi des espèces et habitats marins dans le réseau d'Aires Marines Protégées, projet PANACHE, Dorset, Royaume-Uni.

Photo de couverture: Ludivine Têtu / Agence des aires marines protégées



European Regional Development Fund
The European Union, investing in your future



Fonds européen de développement régional.
L'Union Européenne investit dans votre avenir

La présente publication est soutenue par l'Union européenne (FEDER, Fonds Européen de Développement Régional), dans le cadre du programme européen de coopération transfrontalière INTERREG IVA France (Manche) – Angleterre, selon l'Objectif 4.2. « Assurer le développement environnemental durable de l'espace commun » et l'Objectif spécifique 10 « Assurer une gestion équilibrée de l'environnement et sensibiliser aux problématiques environnementales ».

Son contenu est sous l'entière responsabilité du ou des auteur(s) et ne reflète pas nécessairement l'opinion de l'Union européenne.

Toute reproduction, même partielle, de la présente publication sans le consentement de son auteur est strictement interdite. La reproduction à visée non commerciale, et notamment éducative, est autorisée sans nécessiter une autorisation écrite, sous réserve que la source y figure. Toute reproduction à visée commerciale, et notamment destinée à la vente, sans autorisation écrite préalable de l'auteur est strictement interdite.

Utilisation de l'imagerie numérique en sciences participatives pour le recensement et le suivi des espèces et habitats marins dans le réseau d'Aires Marines Protégées

Use of digital imagery by non-specialists (citizen scientists) for marine species and habitats recording and monitoring in Marine Protected Areas

ABSTRACT

The ease of acquisition of digital imagery in biological recording has created new opportunities for the involvement of non-specialists in recording and monitoring programmes, especially in areas (such as underwater) where it was once prohibitively expensive and specialised. This report offers guidance in the use of relatively inexpensive digital camera equipment on the shore and underwater in order to obtain images that are useful for providing evidence of presence, extent or condition of habitat and species in marine protected areas. As well as image capture, the report covers the cataloguing and storage of digital images and the associated metadata required to enable images to be used as evidence.

KEYWORDS: marine protected areas, monitoring, digital images, shore, underwater, citizen scientists

RÉSUMÉ

La facilité d'acquisition d'images numériques pour le recensement biologique ouvre de nouvelles opportunités de participation d'acteurs non spécialistes dans les programmes de recensement et de suivi. C'est particulièrement le cas dans les environnements qui rendaient cette opération spécialisée, et son coût, prohibitif (notamment en milieu sous-marin). Ce rapport propose des indications d'utilisation d'un équipement photographique numérique relativement peu coûteux sur le littoral et sous l'eau afin d'obtenir des images utiles prouvant la présence, l'étendue ou l'état des habitats et des espèces dans les aires marines protégées. Outre la prise de vues, ce rapport traite également du catalogage et du stockage des images numériques et de leurs métadonnées, indispensables pour que les clichés puissent servir de preuve.

MOTS-CLÉS : aires marines protégées, suivi, images numériques, littoral, environnement sous-marin, citoyens scientifiques

Sommaire

I.	Introduction générale	1
II.	Obtenir des images de bonne qualité	3
2.1.	Choisir un équipement	3
2.2.	Qualité d'image	3
2.2.1.	Relevés d'espèces sous-marines (macro)	3
2.2.2.	Images d'habitats sous-marins	5
III.	Panoramas sous-marins	8
	Traitement des images panoramiques	8
IV.	Environnements intertidaux	9
	Élargir le champ de vision	9
V.	Mesures réalisées à partir des photographies	13
	Métadonnées	13
VI.	Taggage des images/exif	15
	Géotaggage	16
	Géotaggage post-étude	16
	Équipement nécessaire	16
	Configuration du GPS	16
	Synchronisation de l'horloge de la caméra	17
	Traitement	19
	Enregistrement de la profondeur	19
VII.	Cataloguer et retrouver les images	22
VIII.	CHDK	24
	Autres techniques d'imagerie	24
	Références	26

I. Introduction générale

L'avènement de la photographie numérique a révolutionné l'usage des appareils photo comme outils de recensement, notamment en milieu sous-marin. Il y a seulement une dizaine d'années, un équipement photographique sous-marin pouvait coûter des milliers d'Euros tout en se montrant très encombrant, compliqué et limité à 40 photographies par plongée, dont un grand nombre s'avéraient finalement inexploitable. À l'heure actuelle, un simple appareil photo numérique compact, coûtant quelques centaines d'euros, est capable de prendre un nombre quasi-illimité de clichés, et permet de vérifier instantanément la prise de vue pour reprendre la photo si nécessaire. En outre, l'utilisation répandue des appareils photo intégrés aux téléphones mobiles a largement accru les chances de réaliser des prises de vue sur le vif d'espèces ou d'habitats.

En respectant des règles simples, n'importe qui peut prendre des photographies utiles et de nombreuses informations cruciales (date et heure par exemple) sont intégrées au fichier photographique électronique, ou peuvent être intégrées par la suite, dont le nom de la personne réalisant le relevé et l'emplacement exact. Ces métadonnées sont aisément accessibles et peuvent être extraites sans difficulté, ce qui permet de cataloguer et de retrouver bien plus facilement les images. Le traitement numérique des images, que ce soit dans l'appareil photo ou en post-traitement, peut également améliorer de manière significative les photographies prises dans des conditions difficiles pour accroître leur valeur en tant qu'enregistrement photographique.

On compte deux principales utilisations de l'imagerie numérique dans la désignation et le suivi des AMP : pour obtenir des preuves (de la présence, de l'étendue ou de l'état des espèces et des habitats d'intérêt) et pour sensibiliser le public à l'environnement marin et au soutien des AMP. Les photographies sont également utilisées à des fins d'échantillonnage et comme aides à l'identification (évitant ainsi le prélèvement d'échantillons ou une perte de temps trop importante sur le terrain). La plupart des conseils apportés ici s'appliquent à l'acquisition d'images exploitables en tant que preuves, mais nombre de ces conseils contribueront également à obtenir une meilleure image.

Le processus de sélection et de désignation des Aires marines protégées en Angleterre a exploité une quantité considérable de données fournies par des « citoyens scientifiques », amateurs non professionnels s'appuyant sur différents niveaux de formation et d'expérience. Évidemment, la validité d'un grand nombre de ces enregistrements a été remise en question par les opposants aux AMP ou à des sites spécifiques. Natural England et le JNCC ont développé l'outil « *Protocol E* » pour aider à attribuer un niveau de confiance aux enregistrements fournis en tant que preuves de la présence ou de l'étendue des espèces ou des habitats pour le processus de désignation des Zones de conservation marine (MCZ). La fourniture d'une photographie de bonne qualité, géolocalisée avec une identification des espèces/habitats validée, collectée dans le cadre d'un programme organisé tel que Seasearch, peut être considérée comme un enregistrement du meilleur niveau de qualité (voir ci-dessous).



Tableau 1 – vue des critères de base utilisés pour évaluer la qualité des enregistrements de points comme preuves de la présence ou de l'étendue d'une fonctionnalité d'une AMP – extrait des indications complémentaires de *Protocol E* (Natural England/JNCC 2013)

Notation de	Critères
qualité	
3*	Les données ont été collectées conformément aux normes approuvées et interprétées par un spécialiste compétent, selon des normes de qualité appliquées et consignées. La preuve photographique intègre la géolocalisation dans l'image, et a fait l'objet de l'interprétation et de la validation d'un spécialiste compétent.
2*	Les données ont été collectées conformément à des méthodes consignées et interprétées par un spécialiste compétent, mais présentent des preuves limitées des normes de qualité appliquées. Informations limitées sur les méthodes utilisées pour l'interprétation des données, en particulier pour les données collectées de manière linéaire, telles que les enregistrements vidéo tractés ou les données d'observation de plongeurs.
1	Informations limitées sur le mode de collecte, de vérification ou d'interprétation des données ; données identifiées par un personnel non spécialiste. Données basées sur des connaissances locales ou informations anecdotiques sans vérification supplémentaire.



II. Obtenir des images de bonne qualité

Les indications qui suivent permettent de s'assurer que les photographies fournies en qualité de preuves pour la désignation ou le suivi des AMP sont aussi utiles que possible.

2.1. Choisir un équipement

Si vous prenez simplement des photographies sur le littoral, n'importe quel modèle d'appareil photo (ou presque) fera l'affaire, y ceux qui sont intégrés aux téléphones mobiles. Le choix d'un appareil moins onéreux peut se justifier par le fait qu'une exposition en continu à une atmosphère salée sera préjudiciable à l'équipement. Plusieurs options pourront se révéler utiles :

Étanche/à boîtier renforcé : pour survivre à une chute accidentelle (ou délibérée) dans une vasque et mieux supporter le contact des mains trempées d'eau salée.

Réglage macro : très utile pour les images d'identification des espèces.

GPS intégré : pour un géotaggage sans effort des images.

Si vous allez sous l'eau, d'autres considérations devront également être prises en compte. Il existe plusieurs appareils photo compacts entièrement étanches et adaptés à la plongée, mais des boîtiers étanches sont disponibles pour de nombreux appareils photo de modèles courants. Les éléments à rechercher sont les suivants :

Balance des blancs manuelle : très utile pour la lumière disponible.

Plage de sensibilité ISO élevée : pour pouvoir prendre des photos en conditions de faible luminosité.

Diffuseur flash sur le boîtier : un morceau de plastique blanc opaque sur le boîtier au-dessus du flash de l'appareil contribuera à diffuser la lumière pour les prises de vue rapprochées.

Réglage macro : très utile pour l'identification des espèces et « l'échantillonnage sur le terrain ».

Capacité à monter un adaptateur grand angle au boîtier : il s'agit d'un moyen efficace, mais relativement onéreux, d'améliorer la qualité des images des échelles d'habitats.

2.2. Qualité d'image

La plupart des appareils photo numériques sont simples d'utilisation et nécessitent juste un peu de soin pour prendre des photos de bonne qualité. La prise de vue sous l'eau est un peu plus délicate, mais quelques règles de base vous permettront d'obtenir des images claires et nettes.

2.2.1. Relevés d'espèces sous-marines (macro)

Il s'agit probablement des photos sous-marines les plus simples à réaliser : le sujet est généralement relativement immobile et suffisamment petit pour pouvoir s'en rapprocher (les poissons faisant exception : ces règles s'appliquent également, mais cela nécessite plus de patience). La distance entre l'appareil et le sujet est le facteur le plus crucial dans le domaine de la photographie sous-marine. Moins il y a d'eau entre l'appareil et le sujet, plus l'image sera claire et lumineuse. La plupart

des caméras embarquent un réglage « macro » permettant une mise au point au plus proche du sujet, entre quelques cm et 10 cm de celui-ci. À cette distance, le flash intégré à l'appareil génèrera une luminosité largement suffisante (la plupart des boîtiers sont dotés d'un diffuseur de flash, un morceau de plastique blanc translucide placé devant le flash) pour produire de bons résultats (voir les images ci-dessous).



Figure 1 - Images prises avec le réglage macro et le flash intégré avec diffuseur. Canon Ixus 800



Figure 2 – Mêmes réglages que ci-dessus, mais avec une distance accrue par rapport au sujet. Remarquez la perte de contraste et la rétrodiffusion plus importante. Le sujet est en effet difficile à approcher.

Si l'on augmente la distance entre l'appareil photo et le sujet au-delà de 15 cm, la qualité d'image se dégradera rapidement. Les images paraîtront moins nettes, plus sombres et présenteront une dominante verte. Hormis dans les eaux particulièrement limpides, le flash provoquera également une rétrodiffusion importante.

Régler le flash sur « toujours activé ». Régler l'objectif sur « macro ». Régler le mode programme sur « nuit ».

Placer le collimateur d'autofocus au centre de l'image et s'assurer que le sujet principal est cadré au centre. La profondeur de champ est fixe sur la plupart des appareils photo compacts car l'ouverture n'est pas réglable.

Le recours grandissant à la photographie sous-marine a entraîné une augmentation du nombre de relevés de certaines espèces difficiles à identifier *in situ*, mais qui peuvent être identifiées de manière fiable à partir de bonnes photographies. Les gobies en sont un bon exemple. Le Gobie boutonneux, rarement recensé, a été confirmé sur plusieurs photographies dans le Dorset ces dernières années. (Baldock & Kay 2012).



2.2.2. Images d'habitats sous-marins

Ces prises de vue sont plus délicates à réaliser et il vaut mieux tenter de les saisir à l'aide d'un objectif grand angle. Des adaptateurs grand angle sont disponibles pour de nombreux appareils photo compacts, mais ils peuvent coûter aussi cher que l'appareil lui-même. Ces adaptateurs sont généralement des optiques dites « étanches » qui peuvent être montées ou retirées sous l'eau. Les photographes peuvent ainsi changer de mode de prise de vue sous l'eau, mais il est recommandé de n'opter que pour une seule approche et de s'y tenir tout au long de la session de plongée.

Prendre des photographies au flash avec un objectif grand angle peut être coûteux et compliqué : vous devrez vous équiper d'un flash puissant (généralement plusieurs) pour bien éclairer la scène et les positionner avec soin au bout de longues perches pour éviter une trop importante rétrodiffusion. Il existe heureusement une alternative : les appareils photo numériques présentent une sensibilité impressionnante à la lumière et parviennent très bien à compenser la perte de couleur sous l'eau. La photographie à la lumière naturelle avec un objectif grand angle rend l'opération bien plus simple et abordable. Les images n'ont pas le même aspect que des photographies grand angle prises au flash, mais représentent souvent mieux l'habitat dans son ensemble.



Figure 3 – Même scène photographiée avec le flash (à gauche), sous la lumière naturelle (au milieu) et sous la lumière naturelle avec balance des blancs (à droite)



Figure 4 – Photo prise en condition de lumière naturelle avec un appareil photo compact et un adaptateur grand angle à 24 m (Gordon Bird). Remarquer le léger vignettage dans le coin de l'image causé par l'adaptateur grand-angle et la granulosité (« bruit ») causée par le réglage ISO élevé.

Le flash de l'appareil photo doit être coupé et la balance des blancs doit être réglée en fonction de la profondeur à laquelle vous prenez les photographies. Vous devrez consulter le manuel de votre appareil photo pour ce faire, mais il s'agit généralement de prendre en photo un objet blanc (par ex. une ardoise de plongée) une fois arrivé à la profondeur de travail. Si vous sauvegardez des fichiers RAW en plus des JPEG, vous pourrez modifier la balance des blancs plus tard, bien que cela ne semble jamais aussi efficace que de procéder au réglage « sur l'appareil photo ».

Si vous changez de profondeur de travail de manière significative, vous devrez régler à nouveau la balance des blancs : la balance des couleurs évolue plus rapidement à proximité de la surface. Vous devrez donc vérifier votre balance des blancs plus fréquemment lorsque vous plongez en eaux peu profondes.

L'inconvénient de cette approche est que vous devrez respecter des temps d'obturation plus longs au fur et à mesure que vous plongerez en profondeur, à un point tel qu'il deviendra difficile de maintenir l'appareil photo en restant suffisamment immobile. Vous pouvez augmenter la sensibilité de l'appareil (augmenter le réglage ISO au maximum). Vous obtiendrez une image avec plus de « grain » mais vos images devraient être moins floues. Les conditions ensoleillées aident énormément.

Maintenez un sujet au premier plan pour avoir quelques détails et pointez l'appareil légèrement vers le bas. Il est inutile d'inclure beaucoup d'eau dans la photo, et vous devrez régler l'exposition sur les fonds marins, et non sur l'eau. Cette technique aura généralement pour effet notable de surexposer l'eau. N'oubliez pas que l'objectif grand angle vous permet de vous rapprocher physiquement du sujet tout en visualisant une vaste étendue. Moins il y a d'eau entre l'appareil et le sujet, plus l'image sera claire.



III. Panoramas sous-marins

Si vous n'avez pas d'objectif grand angle, vous pouvez toujours faire des prises de vues utiles de scènes étendues en prenant plusieurs photographies que vous assemblerez par la suite. Il faut toutefois prendre garde à certaines choses : vous devez maintenir un chevauchement suffisant entre les images (idéalement 50 %) et maintenir les réglages d'exposition de l'appareil photo (y compris la balance des blancs) constants à travers l'ensemble d'images. Vous devez vraiment contrôler manuellement l'exposition ainsi que la balance des blancs. La règle consistant à maintenir la distance entre l'appareil et le sujet reste applicable. Cette approche fonctionne encore mieux avec un objectif grand angle. Essayez de faire faire une rotation à l'appareil photo pour réduire les problèmes de parallaxe lors du traitement des images.

(Vous constaterez rapidement qu'imprimer une rotation à l'appareil photo présente des limites : l'approche décrite ci-après pourrait être meilleure. Il s'agit de réaliser des mosaïques intertidales, toutefois nous n'avons pas essayé cette méthode à ce jour).

Traitement des images panoramiques

Si vous disposez d'un logiciel professionnel tel qu'Adobe Photoshop, vous pourrez assembler les images de manière simple et directe. Des outils gratuits existent également et donneront de bons résultats, par exemple Hugin - <http://hugin.sourceforge.net/>



Figure 5 – Prise de vue cinquième panoramique composée de 5 images horizontales assemblées à l'aide de l'outil Photomerge d'Adobe Photoshop

IV. Environnements intertidaux

À terre, les choses sont bien plus simples et il est beaucoup plus facile d'obtenir des images de bonne qualité. Lors de la prise de vue, il reste utile de réfléchir en termes d'espèces (macro) et d'habitats élargis. En ce qui concerne les espèces, tentez de vous rapprocher et pensez à utiliser un trépied ou un flash si la luminosité est insuffisante. Il ne faut toutefois pas perdre de vue que le flash peut provoquer des reflets gênants sur les objets mouillés et luisants. Pour les photos d'habitats, concentrez-vous sur ce qui se trouve au sol. L'objectif n'est pas de faire un cliché du paysage mais un relevé de l'habitat. Il conviendra donc de manière générale de pointer l'appareil vers le bas.

Élargir le champ de vision

Pour représenter au mieux un habitat côtier, il faut souvent suffisamment de détail pour reconnaître les espèces et une couverture suffisante pour apprécier la composition de l'habitat. Il est possible de créer une mosaïque avec un certain nombre d'images se chevauchant. Pour que cela fonctionne bien, l'appareil doit être pointé à la verticale vers le bas, et le chevauchement entre les images doit être d'au moins 30%. Cela correspond à un petit pas sur le côté ou vers l'avant.



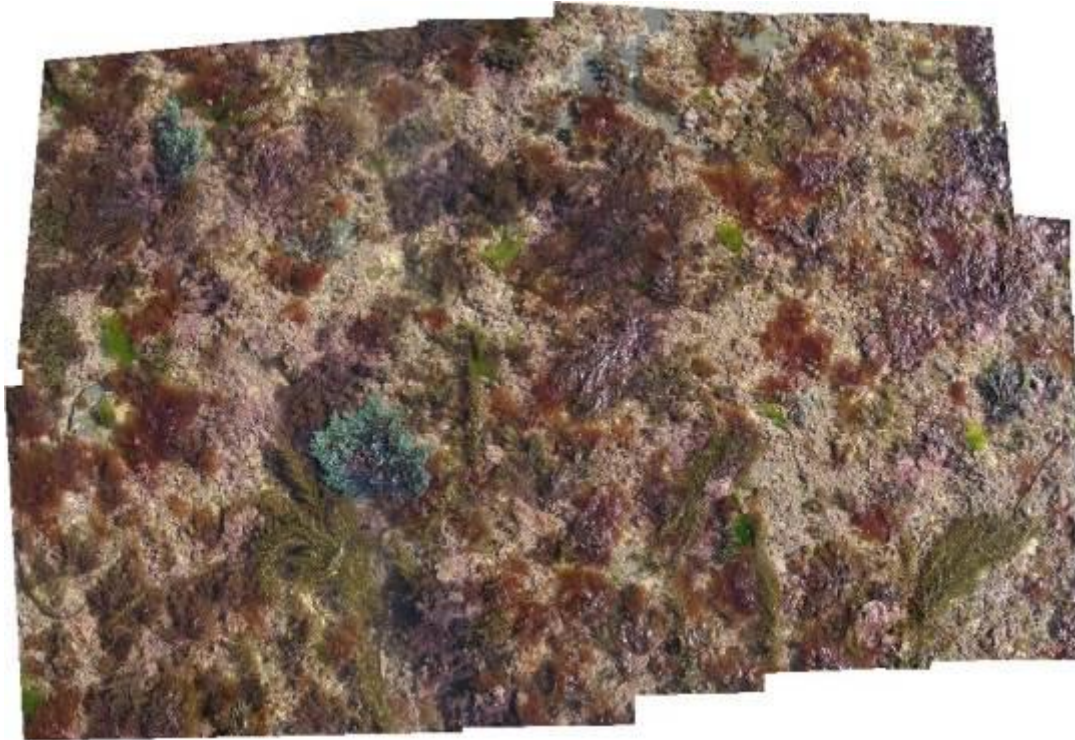


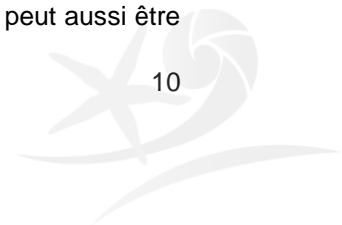
Figure 6 – Mosaïque de 25 images se chevauchant

Il n'y a pas de limite à la taille d'une telle mosaïque, hormis la puissance de calcul de votre ordinateur. Si les images sont prises à une hauteur constante (avec un dispositif d'aide au cadrage par exemple) et si une échelle est intégrée à l'image, il est possible de calculer la superficie couverte par l'espèce ou les groupes, ce qui peut former la base d'un suivi à long terme pour visualiser les changements importants au niveau de la couverture au fil du temps (Van Rein, 2011b). L'inconvénient de cette approche est que seule la couche supérieure de la couverture peut faire l'objet du recensement. Les espèces sous-jacentes telles que les algues rouges et les corallinales encroûtantes seront sous-représentées.



Figure 7 – Mosaïque de 99 images couvrant un certain nombre de zones intertidales

La création de mosaïques d'images est moins efficace (et moins fiable pour le calcul des superficies) lorsque la surface photographiée est inégale ou accidentée, mais des logiciels plus spécialisés dans le domaine de la photogrammétrie peuvent gérer cela, en ortho-rectifiant les images voire en créant des surfaces tridimensionnelles à partir des images dans le processus. Le logiciel Photoscan d'Agisoft (<http://www.agisoft.com/>) est très efficace et simple à utiliser, mais coûteux. Ce résultat peut aussi être



atteint à l'aide d'un certain nombre de logiciels libres : [Visual SFM](#), [CloudCompare](#) et [Meshlab](#), par exemple. Pour bien commencer, vous pouvez suivre le tutoriel (en anglais) disponible à cette adresse : <http://flightriot.com/visualsfm-cmvs-post-processing-tutorial/>. Si votre objectif consiste à créer un modèle 3D, prenez encore plus de clichés et essayez de couvrir tous les angles, de toutes les surfaces. Vous n'aurez pas à vous soucier des questions de parallaxe.



Figure 8 – Mosaïque de 10 images d'une scène accidentée. L'image de gauche a été créée à l'aide de l'outil Photomerge de Photoshop, qui ne gère pas les modifications de parallaxe. L'image de droite est ortho-rectifiée et a été réalisée à l'aide de PhotoScan

Les surfaces tridimensionnelles créées à partir d'ensembles d'images peuvent être exportées dans un logiciel de modélisation 3D et être utilisées dans des applications de sensibilisation/d'engagement.

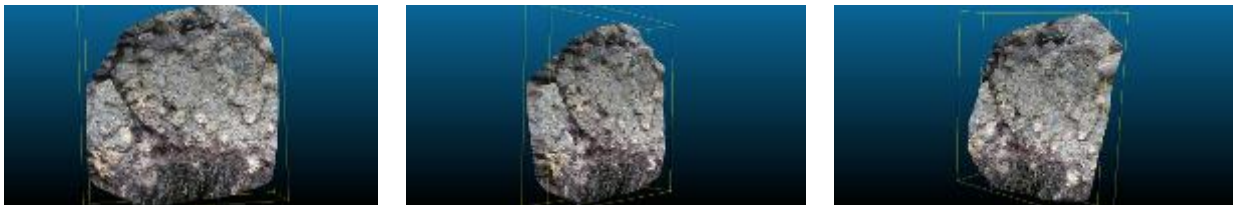


Figure 9 – Vues 3D de la face d'un rocher créées à partir de 52 images se chevauchant, à l'aide de VisualSFM et de CloudCompare

Une alternative peut être proposée : élever l'appareil photo de sorte à couvrir une vaste étendue. Le moyen le plus simple consiste à placer l'appareil au bout d'une perche. Pour maintenir l'appareil à la perpendiculaire du sol, vous pouvez utiliser un dispositif Picavet, un système de lignes et de poulies conçu pour maintenir l'appareil photo selon un angle stable.



Figure 10 – Système Picavet utilisé en photo cervolisme

Les systèmes Picavet sont couramment utilisés en photo cervolisme, ou photographie aérienne par cerf-volant : ils permettent d'atteindre une plus grande hauteur, moyennant une forte dépendance des conditions climatiques (et un risque accru pour le matériel photographique). Dans les deux cas, vous devrez prévoir un moyen de déclencher. Vous pouvez utiliser un dispositif sans fil ou infrarouge ou utiliser la solution Canon CHDK précédemment mentionnée pour exécuter un intervallo-mètre, permettant à l'appareil photo de prendre en continu des clichés.

À titre d'alternative, nous proposons de fixer l'appareil photo à un petit drone, une solution de plus en plus abordable. L'équipement des drones sort du cadre du présent guide, mais les images ci-dessous présentent un exemple de résultat pouvant être obtenu pour un tronçon de côte. De nombreuses informations utiles et des liens vers des logiciels peuvent être trouvés sur ce site : <http://flightriot.com>

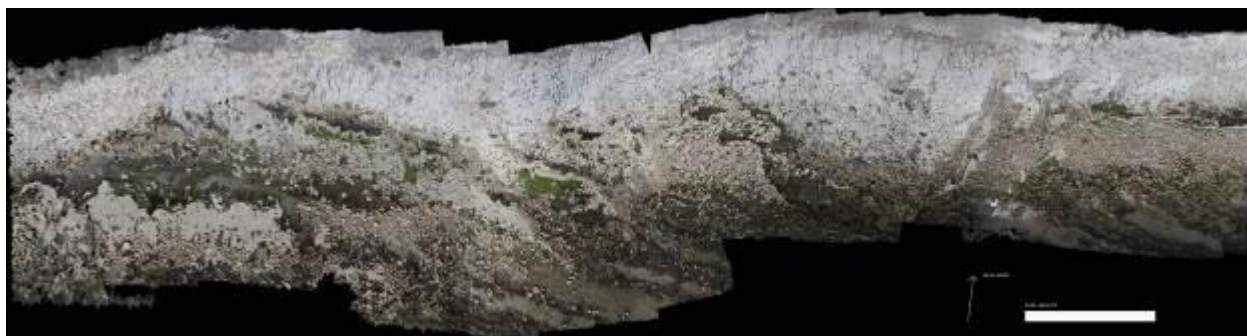


Figure 11 – Mosaïque présentant une résolution de 2 mm obtenue à partir du vol d'un drone à une hauteur de 8 m, couvrant un tronçon de côte de 270 m x 70 m.

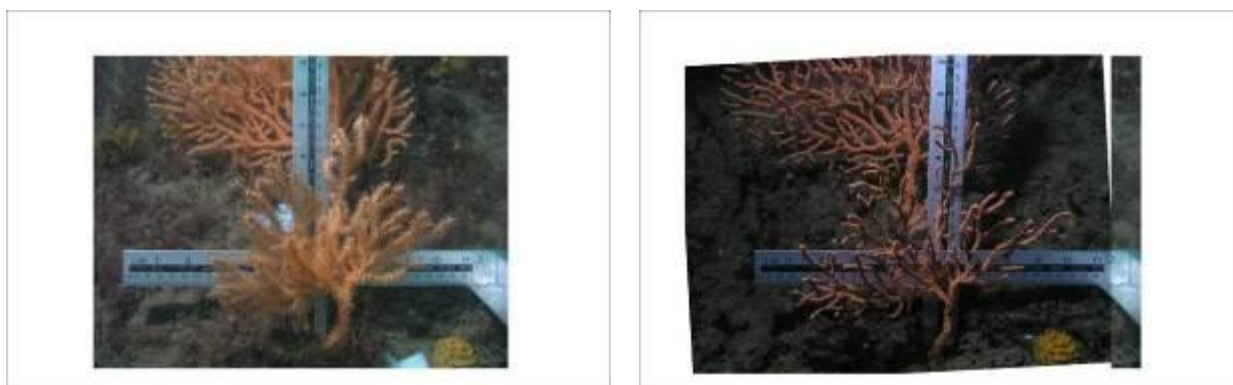
Ce niveau de complexité dans l'acquisition d'images sort naturellement du cadre des sciences citoyennes, mais il ouvre une nouvelle voie dans la sollicitation du public pour contribuer à l'analyse de vastes ensembles de données plutôt que de les collecter. Voir le modèle Seafloor Explorer de Zooniverse :

http://www.seafloorexplorer.org/?utm_source=Zooniverse%20Home&utm_medium=Web&utm_campaign=Homepage%20Catalogue



V. Mesures réalisées à partir des photographies

Si la photographie comporte un objet de référence adapté, il devient possible de mesurer les objets. C'est un domaine dans lequel la photographie numérique a permis une avancée significative. Une simple règle placée dans le cadre peut suffire pour prendre des mesures tant qu'elle se trouve dans le même plan que l'objet mesuré, et parallèle à l'appareil photo. Il est possible de supprimer toute distorsion de perspective ou d'objectif avec Photoshop, GIMP ou tout autre logiciel de retouche d'image, et les mesures sont prises directement dans la photographie. Cette méthode fonctionne bien pour les objets plutôt bidimensionnels, tels que les Gorgones.



*Figure 12 - Images de la même Gorgone prises à 10 mois d'intervalle.
Extraites du projet Worbarrow Reefs Seafan 2003-2005*

Prendre deux ou plusieurs clichés d'angles de vue légèrement différents permet de créer un modèle 3D à partir des photographies, pour des mesures plus précises, y compris au niveau des volumes (voir plus haut pour des exemples de logiciels de photogrammétrie). Les photographies peuvent être prises avec un seul appareil (en le déplaçant autour du sujet) même si prendre plusieurs photos simultanément présente des avantages, en particulier si le sujet bouge, comme c'est souvent le cas des fonds marins.

Métadonnées

Une photographie ne devient un enregistrement (et ne devient donc utile) que du moment où l'on sait quelque chose du sujet (quoi, quand, où) et du photographe (qui).

Les informations suivantes sont essentielles:

Date/Heure : ces données sont automatiquement intégrées au « tag » de la date dans le fichier image, à condition que l'horloge de l'appareil photo soit correctement réglée¹. La plupart des appareils photo offrent également un réglage permettant d'afficher de manière visible la date et l'heure sur

¹ La plupart des appareils photos sont dotés d'une pile interne permettant à l'horloge de fonctionner, même lorsque la batterie principale est vide ou retirée, pour vous éviter de régler à nouveau l'horloge à chaque changement de batterie. Cette pile peut s'épuiser sur les équipements les plus anciens, entraînant la remise à zéro de tous les éléments, dont la date et l'heure.



l'image elle-même, mais ce n'est plus nécessaire. Le champ exif enregistrant les informations de date et d'heure n'intègre pas le fuseau horaire, ce qui peut provoquer une certaine confusion à propos de l'heure d'été/d'hiver et des fuseaux horaires. Cet élément n'est vraiment important que lorsque vous utilisez une trace GPS pour géoréférencer vos images. La meilleure solution consiste à être cohérent : utilisez le même fuseau horaire et les mêmes paramètres d'heure d'été/d'hiver sur votre appareil photo, sur votre GPS et sur l'ordinateur que vous utiliserez pour traiter vos images. Si vous utilisez l'appareil photo de votre téléphone mobile, l'heure devrait être synchronisée avec celle du réseau. Pour plus de précautions, utilisez le fuseau UTC sur les trois équipements.

Familiarisez-vous avec le réglage de l'horloge de votre appareil photo au début de chaque sortie, idéalement par rapport à un GPS, car l'horloge de l'appareil se dérèglera légèrement au fil du temps. Lorsque l'horloge de l'appareil photo est dérèglée de plus de 24 heures, le géotaggage pourra être un peu plus compliqué.

Nom du recenseur : idéalement, nous devons savoir non seulement qui a pris la photo, mais également qui a identifié l'espèce ou l'habitat présent sur la prise de vue et qui a validé cette identification.

Contenu : le nom de l'espèce ou de l'habitat présent sur la prise de vue, de préférence sur la base d'une liste agréée telle que MSBIAS (pour les espèces) ou EUNIS (pour les habitats)

Localisation : nous devons savoir le plus précisément possible à quel endroit la photo a été prise. Sur terre, cet enregistrement peut être automatique si l'appareil photo intègre une puce GPS ou cette information peut être rajoutée par la suite à partir d'une trace GPS si le photographe porte sur lui un traceur GPS. C'est plus délicat sous l'eau, mais des méthodes éprouvées existent pour la géolocalisation des images sous-marines.

Copyright : facultatif. Si vous souhaitez conserver un copyright sur vos images, remplissez ce champ.



VI. Taggage des images/exif

Certaines des informations évoquées ci-dessus sont automatiquement intégrées au fichier image lors de la prise de vue. Les autres informations doivent être ajoutées dès que possible. L'approche recommandée consiste à ajouter les métadonnées à l'image en utilisant les tags exif standards. Il existe de nombreuses possibilités pour cataloguer/éditer vos images, et de toutes aussi nombreuses façons d'ajouter des « tags » ou des métadonnées à vos images, mais le choix des champs est relativement standard. La difficulté reste la cohérence dont vous devrez faire preuve pour utiliser ces champs et les termes que vous y insérerez. Beaucoup de ces champs offrent la possibilité d'y saisir du texte libre, mais les métadonnées seront d'autant plus utiles si ces champs sont limités à des terminologies restreintes. Pensez aux problèmes qui se poseront en cas de recherche d'images d'*Eunicella verrucosa* avec des termes possibles tels que Gorgone verruqueuse, Gorgone blanche, Éventail de mer, *Eunicella verrucosa*, *Eunicella verucosa*, *E verrucosa*, etc.

Recenseur : Le nom de la personne qui a pris la photographie. Il convient de le renseigner dans le champ « Auteur » ou « Créateur ». On supposera que la personne dont le nom figure ici est celle qui a identifié les espèces ou biotopes listés.

Contenu : Ajoutez le nom des espèces dans le champ destiné aux mots-clés. Pour garantir la cohérence et l'exactitude de l'orthographe, utilisez l'outil de recherche MSBIAS (<http://www.marinespecies.org/msbias/aphia.php?p=search>) pour sélectionner le nom des espèces. Séparez ces noms par une virgule. Vous pouvez en ajouter autant que vous voulez, mais tenez-vous en à celles qui sont clairement identifiables dans l'image. Si vous pouvez identifier les biotopes, ajoutez-les au champ « Description ». Utilisez la hiérarchie extensible des biotopes du JNCC pour garantir la cohérence (<http://jncc.defra.gov.uk/marine/biotopes/hierarchy.aspx>). Vous pouvez en ajouter plusieurs, que vous séparerez par une virgule. Vous pouvez également ajouter du texte libre aux champs Titre ou Légende.

Localisation : Le champ « localisation » peut être utilisé pour ajouter un nom de localisation adapté, idéalement à partir d'une liste contrôlée, telle que le répertoire du service cartographique britannique Ordnance Survey (<http://data.ordnancesurvey.co.uk/datasets/50k-gazetteer>). Il n'existe pas à ce jour de système de recherche comparable dans un répertoire marin. Le champ est facultatif. Les tags véritablement utiles sont les champs GPS Lat/Long présentés dans la section suivante.

Si vous n'avez pas accès à un logiciel permettant d'éditer les métadonnées, il existe un programme gratuit ici (<https://github.com/hvdwolf/pyExifToolGUI>). Vous devrez télécharger le programme ExifTool et l'interface (GUI).

Une alternative plus simple, apportant une réponse à un grand nombre de problématiques énoncées ci-dessus, serait de transmettre vos images en ligne dans le cadre d'un recensement en utilisant l'un des outils de reporting en ligne développés pour PANACHE, par ex. l'outil d'enregistrement en ligne Seasearch ou dans le cadre d'un système de catalogage d'image personnalisé (voir ci-après).

Géotaggage

Connaître l'emplacement des images enregistrées est crucial pour le recensement et le suivi basé sur la photographie. De nombreux appareils photo intègrent désormais une puce GPS qui enregistrera automatiquement les données de latitude, longitude et altitude dans les champs exif correspondants. Cette fonctionnalité est également prise en charge par de nombreux téléphones dotés d'un appareil photo. Si vous utilisez un appareil photo équipé d'un GPS sur le littoral, vos clichés seront automatiquement géotaggués. La seule chose à ne pas perdre de vue est le fait que certains logiciels de retouche d'image peuvent corrompre les données exif associées aux images : si vous rognez ou retouchez vos images, vous risquez de perdre ces informations cruciales.

Si vous utilisez un appareil photo sans GPS intégré, il est relativement simple d'ajouter un tag à vos photographies à l'aide d'une trace réalisée par un GPS distinct porté à proximité de l'appareil photo, mais cette opération demande un peu de soin et d'organisation.

Géotaggage post-étude

Équipement nécessaire

GPS avec dispositif d'enregistrement de trace et connexion USB/sans fil. Il peut s'agir d'un appareil GPS portable standard ou d'un traceur GPS spécialisé. Si vous utilisez plusieurs paires d'équipements appareil photo/GPS, chaque GPS doit être identifiable de sorte que chaque trace puisse être liée à l'ensemble approprié d'images. La trace désigne une série de points enregistrés à des intervalles définis. En recherchant un point de la trace dont l'horaire est proche de celui d'une photo prise, il est possible de déduire l'emplacement de cette photographie. Cette opération peut être réalisée automatiquement par des logiciels gratuits.

Extrait d'une trace gpx :

```
<trkpt lat="50.6408" lon="-1.91548">  
  <ele>11.5</ele>  
  <time>2009-05-08T13:01:00Z</time>  
<trkpt lat="50.6427" lon="-1.91523">  
  <ele>11.6</ele>  
  <time>2009-05-08T13:02:00Z</time>
```

Appareil photo numérique. La carte mémoire utilisée dans chaque appareil doit être identifiable pour s'assurer qu'elle correspond à la trace GPS correcte. Enregistrez ces informations au début de l'étude.

Configuration du GPS

La configuration du GPS dépendra de sa marque et de son modèle. Vous devez vous assurer que l'enregistrement de trace est actif et vous pouvez avoir besoin de définir le mode d'enregistrement. Il peut s'agir d'une période définie (par ex. enregistrement de la position toutes les 5 secondes) ou être

basé sur un changement de position (par ex. enregistrement de la position chaque fois qu'elle change de 5 m). Étant donné le mode de fonctionnement d'un logiciel de géotaggage (correspondance avec l'horaire le plus proche dans la trace), il vaut probablement mieux utiliser la première méthode. La trace doit être sauvegardée soit au format gpx, soit au format NMEA. Vous devez également réfléchir au nombre de points que vous pouvez enregistrer (avez-vous besoin de libérer de l'espace mémoire au début de chaque étude ?) et au comportement de l'équipement une fois la mémoire pleine (s'arrête-t-il d'enregistrer ou écrase-t-il les données les plus anciennes ?)

Chaque fois que vous allumerez le GPS, vérifiez les paramètres de la trace. Certains modèles affichent un « fil d'Ariane » à l'écran pour indiquer que l'enregistrement de trace est actif.

Vérifiez l'état de votre batterie : idéalement, votre batterie devrait être entièrement rechargée au début de chaque journée.

Synchronisation de l'horloge de la caméra.

Deux approches existent : toutes deux nécessitent de mettre en marche le GPS et d'attendre l'acquisition des satellites. L'heure indiquée par le GPS sera alors exacte. Vérifiez les paramètres d'affichage de l'horloge sur le GPS et sur l'appareil photo : les paramètres indiquent-ils l'heure locale ou UTC ? Qu'importe votre choix du moment que vous le mémorisez et qu'il reste cohérent. Faites un choix et tenez-vous y.

Pour synchroniser, vous pouvez :

- 1 – soit synchroniser l'horloge de l'appareil photo à celle du GPS. À l'aide du menu de configuration de l'appareil photo, paramétrez l'horloge de l'appareil avec celle du GPS, à la seconde près. Vous devrez répéter cette opération chaque jour.
- 2 – soit prendre une photo de l'écran du GPS indiquant l'heure actuelle. Vous devrez pouvoir voir l'heure, les minutes et les secondes, et si possible la date (des problèmes apparaîtront si la date n'est pas réglée correctement ou si l'horloge de l'appareil est dérégulée au-delà d'une certaine mesure). Vous devrez répéter cette opération pour chaque journée d'étude et sur chaque paire d'équipements appareil photo/GPS.

L'avantage de cette dernière méthode, en particulier si vous utilisez plusieurs paires appareil photo/GPS, est que vous pouvez voir quel GPS a été associé à tel appareil photo, mais vous devez vous assurer que ces informations sont quoi qu'il en soit consignées pour chaque événement d'étude.



Figure 13 – Vue de l'horloge d'un GPS réglée au 08/05/2009 12:59:43

La date et l'heure présentes dans les données exif de l'image affichent 2009-05-08T13:01:02Z – soit une différence de 1 mn 19 s.

Une fois cette opération réalisée, vous devrez vous assurer que le GPS reste à proximité de l'appareil photo. C'est évidemment plus difficile sous l'eau car le GPS doit rester à la surface. Le seul recours consiste à tracter le GPS sur une bouée de plongée (SMB). La précision de la trace dépendra de la profondeur de l'eau et de la longueur de drisse laissée pour la bouée flottant en surface. Le GPS fonctionnera à l'intérieur d'une housse de protection, voire d'un boîtier rigide en polycarbonate, de type OtterBox.



Figure 14 - GPS portable dans une boîte étanche fixée à une chambre à air gonflée et tractée à côté d'une bouée de plongée

La meilleure méthode à employer pour tracter un GPS fait débat, mais une petite bouée annulaire gonflable (par exemple une chambre à air de scooter) offre une bonne plateforme.

Il est recommandé de prendre un cliché lorsque vous avez atteint le fond marin, pour marquer le début de l'étude, et une photo de fin avant de quitter le fond, pour en marquer la fin. La trace peut alors être réduite à ces horaires pour mieux représenter l'étendue de fond marin couverte par l'étude.

Vous pouvez également fixer un petit traceur GPS à une bouée de plongée à déploiement différé (DSMB). Si le traceur est activé avant la plongée, il perdra la réception satellite lorsque le plongeur entre dans l'eau (marquant le début de la plongée) et retrouvera la réception après déploiement de la

bouée, pouvant indiquer la fin de la plongée ou une caractéristique intéressante observée durant la phase de plongée.

Traitement

<https://code.google.com/p/gpicsync/>

Le lien ci-dessus vous redirigera vers la page d'accueil de GPicSync. Il s'agit d'un utilitaire libre et gratuit permettant de géotaguer vos photographies en établissant une correspondance entre la date/l'heure de l'image et la position la plus proche sur une trace GPS. Toutes les instructions sont données sur le site, ainsi qu'une liste de programmes de géotaggage alternatifs. L'export Google Earth/Google Maps est utile pour vérifier que les résultats sont appropriés. Si un problème apparaît, il est généralement dû à une question d'heure d'été/d'hiver ou de trace GPS incorrecte.

Vous pourriez également avoir une seule position pour toutes les images d'une session de plongée. La position de la drisse ou une seule position enregistrée par le skipper du bateau durant votre plongée. Il est toujours intéressant de l'utiliser pour ajouter un tag à vos images (vous pouvez utiliser GPicSync pour taguer toutes les images d'un dossier avec la même position). La fiabilité des positions sera bien évidemment inférieure.

Enregistrement de la profondeur

Tout comme la latitude et la longitude, les tags exif GPS intègrent l'altitude. Ce champ sera automatiquement rempli à partir de la trace GPX lorsque l'on utilise GPicSync ou un appareil photo équipé d'un module GPS sur le littoral, mais pourrait être théoriquement rempli à partir d'un fichier exporté d'un ordinateur de plongée pour visualiser la profondeur de la même manière que GPicSync utilise la trace GPS. Toutefois, il n'existe pas de format d'exportation universel sur les ordinateurs de plongée, ce qui complique cette tâche. Un outil simple d'utilisation pourrait être développé sur la base de l'un des formats de fichier les plus courants sur ordinateur de plongée et étendu pour couvrir d'autres formats si nécessaire.

Une photographie intégrant toutes les métadonnées présentées ci-dessus constitue un élément de recensement biologique et peut être utilisée telle quelle pour soutenir la désignation ou le suivi des AMP. Protocol E (voir ci-dessus) semble accorder une importance particulière à l'intégration de la position GPS à une image, ce qui n'est pas nécessairement très précis (comme dans le cas d'un GPS tracté à la surface lors d'une plongée profonde). Il doit être possible de quantifier la précision de la position latitude/longitude inscrite dans les champs exif GPS.

Il est possible d'utiliser le tag exif GPSDOP. L'indicateur DOP (dilution de précision) est un indice de confiance attribué à la précision de la position enregistrée. Certains appareils GPS inscriront une valeur DOP lors de la réalisation d'une trace et cette valeur pourra être inscrite dans les champs exif GPS par un appareil photo intégrant une puce GPS. Nous suggérons que le tag GPSDOP puisse être utilisé comme présenté ci-après pour indiquer le niveau de confiance d'une position GPS intégrée, ce tag pouvant être renseigné en utilisant ExifTool. Le tableau ci-dessous est extrait de Wikipédia



Tableau 2 – Tableau des valeurs DOP et suggestions de quantification de la précision de position des images marines

Valeur DOP	Niveau	Description	Signification suggérée relative aux images marines
1-2	Excellent	À ce niveau de confiance, les mesures de position sont considérées comme suffisamment précises pour satisfaire toutes les applications hormis les plus sensibles.	Photos prises lors des études sur le littoral avec une vue dégagée sur le ciel.
2-5	Bon	Désigne un niveau représentant le minimum approprié pour la prise de décisions dans le domaine des affaires. Les mesures de position peuvent être utilisées pour proposer à l'utilisateur des suggestions de navigation fiables en cours de trajet.	Photos prises lors des études sur le littoral avec une vue limitée du ciel.
5-10	Modéré	Les mesures de position peuvent être utilisées pour les calculs, mais la qualité d'acquisition (« fix ») pourrait encore être améliorée. Une vue plus dégagée du ciel est recommandée.	GPS tracté à la surface, par un plongeur à moins de 10 m de fond.
10-20	Passable	Représente un niveau de confiance faible. Les mesures de position doivent être rejetées ou utilisées uniquement pour indiquer une estimation très globale de la localisation actuelle.	GPS tracté à la surface, par un plongeur à plus de 10 m de fond. Une seule position pour toutes les images de la plongée lorsque les plongeurs se sont déplacés sur moins de 50 m.
>20	Mauvais	À ce niveau, les mesures sont insuffisamment précises (300 mètres pour un appareil disposant d'une précision à 6 mètres, $50 \text{ DOP} \times 6 \text{ mètres}$) et doivent être rejetées.	GPS tracté à la surface par un plongeur en eau profonde, avec un courant supérieur à 1 nœud ou position unique pour toutes les images de la session de plongée lorsque les plongeurs ont dérivé de plus de 50 m (idéalement, les positions de départ et d'arrivée doivent être fournies pour les plongées dérivantes, mais les tags exif GPS ne peuvent enregistrer qu'une seule position)

L'un des plus importants enseignements tirés du taggage, en particulier du géotaggage des images d'étude, est qu'il faut les traiter le plus rapidement possible après l'étude. Si vous laissez passer une semaine ou deux, avec de nombreux fichiers gpx et dossiers de photographies sans nom, il sera très difficile de déterminer quelle trace correspond à tel ensemble de photographies. De même, plus le nombre d'images non traitées grandit, moins vous serez susceptible de les traiter un jour.



VII. Cataloguer et retrouver les images

Les bibliothèques d'images numériques peuvent grossir très vite. Vous pouvez facilement accumuler des dizaines de milliers de clichés en seulement une année. Voilà pourquoi il est vital d'attribuer un tag aux images dès leur acquisition. Vous aurez également besoin d'un système de stockage et de classement des images, de préférence un dispositif permettant de retrouver ultérieurement des images spécifiques facilement et proposant une fonctionnalité de sauvegarde appropriée.

Vous pouvez stocker vos images dans des dossiers sur la base de la date, du sujet, du photographe, etc., mais cette approche manquera rapidement de flexibilité et la recherche d'images deviendra difficile. C'est là qu'intervient naturellement un Système de gestion des ressources numériques (DAMS) spécialement conçu. De nombreux logiciels de ce type existent, mais nous nous intéresserons ici à une solution couramment utilisée, gratuite et libre : ResourceSpace.

ResourceSpace est un système entièrement basé sur le Web : les images (ou autres médias) sont transféré(e)s par les contributeurs sur un système d'archivage sur serveur et accessible via un navigateur Web. L'archivage est basé sur un dossier unique. Toutes les fonctions de tri, de classement et de récupération des images sont basées sur les métadonnées. Le système est entièrement configurable et peut intégrer un nombre illimité de champs personnalisables, avec des terminologies contrôlées comme indiqué précédemment.

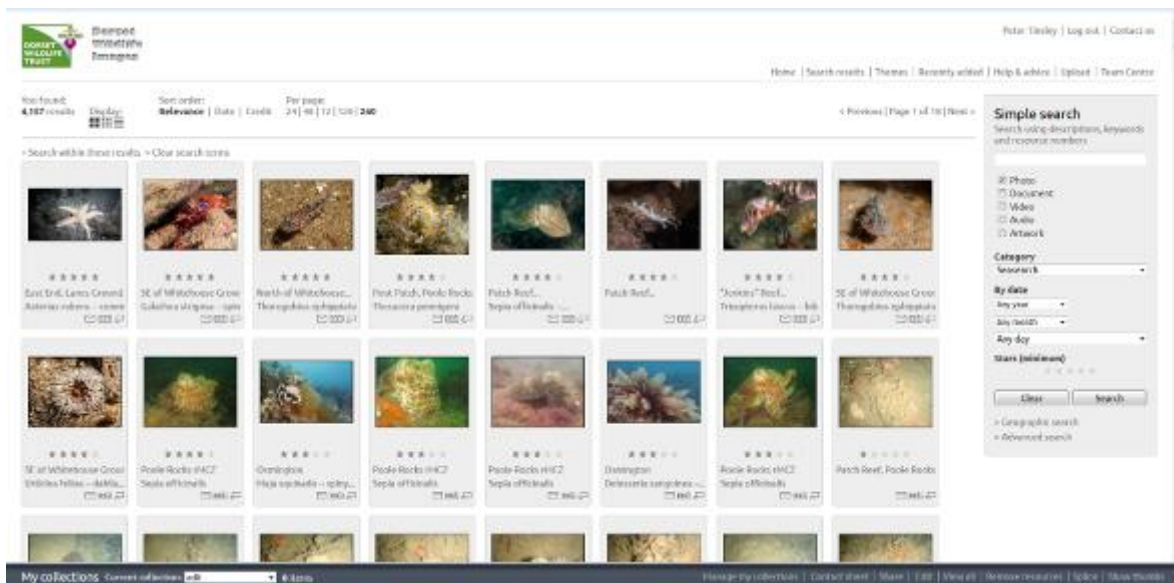


Figure 15 – Capture d'écran du catalogue d'images ResourceSpace du Dorset Wildlife Trust

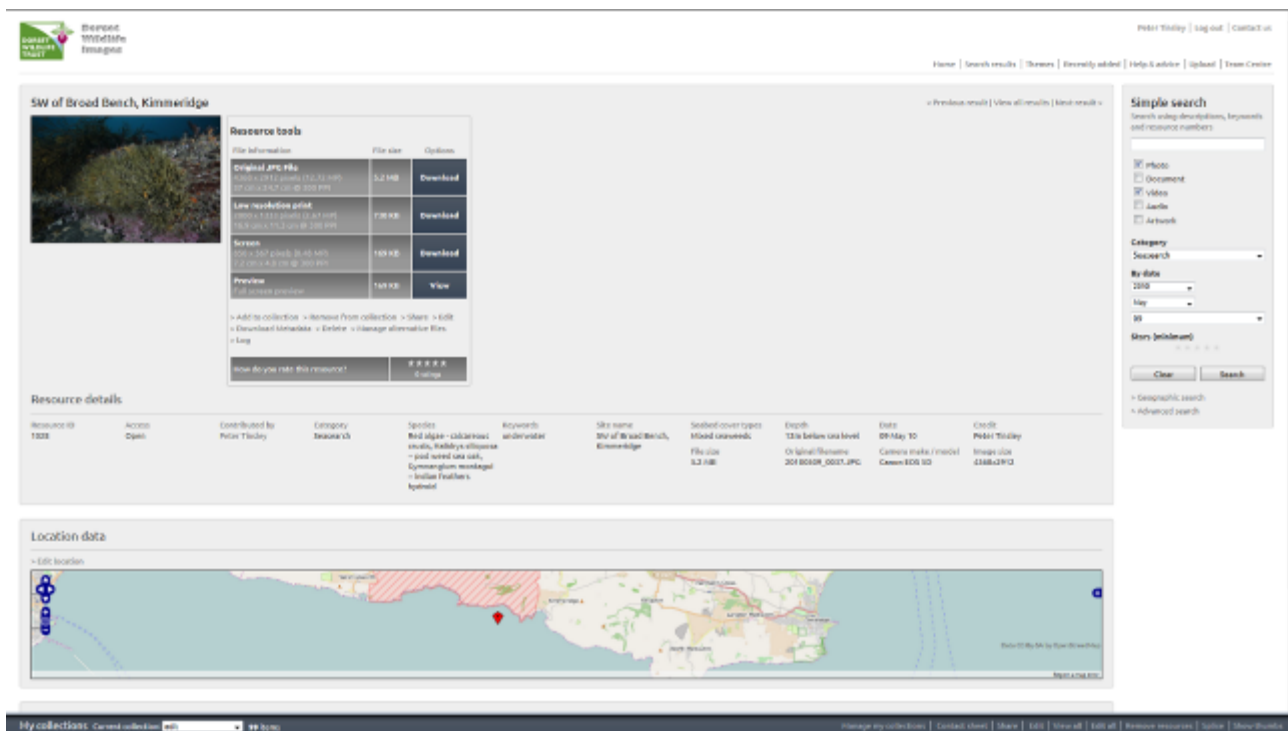


Figure 16 – Capture d'écran de la page « Détails de la ressource » du catalogue ResourceSpace du DWT

ResourceSpace peut extraire les métadonnées (date/heure, mots clés, localisation GPS, etc.) des fichiers une fois transférés en ligne et/ou être utilisé pour ajouter ou modifier des métadonnées. Les fichiers peuvent être édités par lots pour un gain de temps considérable. Les recherches peuvent être très simples : il est possible de rechercher un seul mot ou une expression dans tous les champs simultanément ou de réaliser des recherches plus avancées. Il est également possible de faire une recherche d'images géoréférencées à partir d'une carte.

Une gestion complète des utilisateurs est intégrée au système : vous pouvez ainsi contrôler quels utilisateurs peuvent transférer/modifier les images et qui peut visualiser/télécharger les images.

Il existe différentes manières de configurer ResourceSpace : le Dorset Wildlife Trust l'exploite sur la base d'une instance Amazon EC2, configurée selon les instructions disponibles à partir de ce lien : <http://rsinthecloud.com/guides/instance.php>, bien qu'il soit désormais possible de lancer une image machine préconfigurée avec ResourceSpace, ce qui simplifie considérablement le processus : <https://bitnami.com/stack/resourcespace/cloud/amazon>.

Une fois le système initialisé, vous pouvez le configurer et l'adapter à vos besoins spécifiques, voir le lien suivant pour de plus amples informations :

http://wiki.resourcespace.org/index.php?title=Main_Page#System_Administrator.27s_Guide

L'exemple du DWT est disponible ici : <http://rs.dorsetwildlifetrust.net/RS/>. Sélectionnez « General Users » (utilisateurs génériques) si vous souhaitez demander un compte.



VIII. CHDK

Il est intéressant de mentionner le cas des appareils photo compacts de marque Canon, qui peuvent être « hackés » pour étendre leurs capacités. Le Canon Hack Development Kit (CHDK) est sauvegardé sur la carte SD de l'appareil photo et permet à l'utilisateur d'outrepasser ou d'étendre un certain nombre de paramètres de l'appareil photo, et de programmer l'appareil à l'aide de scripts (de nombreux scripts sont disponibles). L'appareil peut alors être doté d'un intervallo-mètre, permettant de le laisser prendre seul des photographies à intervalles réguliers pendant une certaine période, d'une fonctionnalité de détection de mouvement, qui permet à l'appareil de déclencher uniquement lorsque quelque chose entre dans le champ, voire de la photographie 3D, pour relier deux appareils et prendre des photos stéréoscopiques. Le site <http://chdk.wikia.com/wiki/CHDK> fournit de plus amples informations. Il faut toutefois garder à l'esprit qu'il existe un (faible) risque que l'appareil soit endommagé.

Autres techniques d'imagerie

Il existe une longue tradition de collecte de spécimens, en particulier d'algues. L'opération consiste à les conserver en les pressant et en les séchant pour créer une collection de référence. Dans une certaine mesure, la photographie *in situ* a remplacé la compilation de collections, mais certains groupes, en particulier les algues, sont difficiles à photographier clairement sous l'eau et peuvent être collectés à des fins d'identification. Au lieu de les presser et de les sécher et, dans une certaine mesure, pour remplacer un microscope, un scanner à plat peut numériser des images claires, haute résolution, d'objets principalement monodimensionnels, tels que les algues mais également de nombreux hydroïdes et bryozoaires.

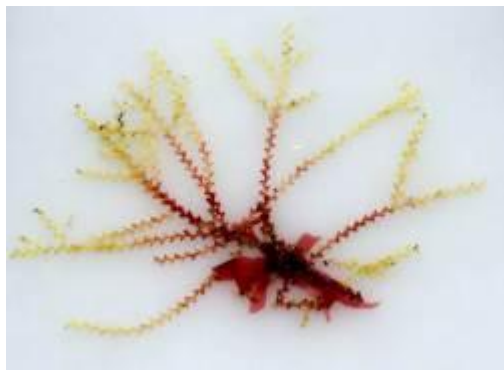


Figure 17 – Image issue d'un scanner à plat d'hydroïde





Figure 18 – Image issue d'un scanner à plat de Chondrus crispus – extrait de l'ouvrage An Ocean Garden: The Secret Life of Seaweed de Josie Iselin

Références

Baldock, L; Kay, P 2012. [New records of some rare British and Irish gobies \(Teleostei: Gobiidae\).](#)

Marine Biodiversity Records, Vol. 5, p1

Tinsley, P, 2005. Worbarrow Reefs Seafan Study 2003-2005 – A Dorset Wildlife Trust Report

Van Rein, H. B., Schoeman, D., Brown, C. B., Quinn, R. and Breen, J. 2012. Development of low-cost image mosaics of hard-bottom sessile communities using SCUBA: comparisons of optical media and proxy measures of community structure. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 92 (1): 49-62. DOI: 10.1017/ S0025315411000233

Van Rein, H. Schoeman, D. S., Brown, C. J., Quinn, R. and Breen, J. 2011b. Development of benthic monitoring methods using photoquadrats and SCUBA on heterogeneous hard-substrata: A boulder-slope community case study. *Aquatic Conservation* 21 (7): 676-689. DOI: 10.1002/acq.1224.





PANACHE

Protected Area Network Across
the Channel Ecosystem

PANACHE is a project in collaboration between France and Britain. It aims at a **better protection** of the Channel marine environment through the **networking** of existing marine protected areas.

The project's five objectives:

- Assess the existing marine protected areas network for its ecological coherence.
- Mutualise knowledge on monitoring techniques, share positive experiences.
- Build greater coherence and foster dialogue for a better management of marine protected areas.
- Increase general awareness of marine protected areas: build common ownership and stewardship, through engagement in joint citizen science programmes.
- Develop a public GIS database.

France and Great Britain are facing similar challenges to protect the marine biodiversity in their shared marine territory: PANACHE aims at providing a **common, coherent and efficient reaction**.

PANACHE est un projet franco-britannique, visant à une **meilleure protection** de l'environnement marin de la Manche par la **mise en réseau** des aires marines protégées existantes.

Les cinq objectifs du projet :

- Étudier la cohérence écologique du réseau des aires marines protégées.
- Mutualiser les acquis en matière de suivi de ces espaces, partager les expériences positives.
- Consolider la cohérence et encourager la concertation pour une meilleure gestion des aires marines protégées.
- Accroître la sensibilisation générale aux aires marines protégées : instaurer un sentiment d'appartenance et des attentes communes en développant des programmes de sciences participatives.
- Instaurer une base de données SIG publique.

France et Royaume-Uni sont confrontés à des défis analogues pour protéger la biodiversité marine de l'espace marin qu'ils partagent : PANACHE vise à apporter **une réponse commune, cohérente et efficace**.

- www.panache.eu.com -

Financed by / financé par



PANACHE Project partners / Partenaires du projet PANACHE

