Complexité structurale des récifs biogéniques d'hermelles (Sabellaria alveolata) par drone aérien

Antoine Collin, Stanislas Dubois, Dorothée James, Camille Ramambason, Hélène Gloria, Eric Feunteun, Samuel Etienne

▶ **To cite this version:**

Antoine Collin, Stanislas Dubois, Dorothée James, Camille Ramambason, Hélène Gloria, et al.. Complexité structurale des récifs biogéniques d'hermelles (Sabellaria alveolata) par drone aérien. 2ème colloque merigéo, Mar 2018, Aix-en-Provence, France. hal-01812540

HAL Id: hal-01812540
https://hal.science/hal-01812540

Submitted on 29 Jun 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Complexité structurale des récifs biogéniques d'hermelles (*Sabellaria alveolata*) par drone aérien

Collin Antoine[1]*, Dubois Stanislas[2], James Dorothée[1], Ramambason Camille[1], Gloria Hélène[1], Feunteun Eric[3] et Etienne Samuel[1]

[1]Ecole Pratique des Hautes Etudes-PSL Research University, CNRS LETG 6554, Dinard, France.
[2]IFREMER, Centre de Bretagne, DYNECO LEBCO, Plouzane, France
[3]Museum National d'Histoire Naturelle, CNRS BOREA 7208, Dinard, France.

_____

Introduction

Les récifs d'hermelles, érigés par le polychète grégaire et tubicole *Sabellaria alveolata* (Linnaeus, 1767), au sein de la Baie du Mont-Saint-Michel, constituent la plus grande bioconstruction intertidale en Europe (Desroy et al. 2011). Evoluant sur l'estran sablo-vaseux, les récifs fournissent de précieux services écosystémiques, tels qu' (1) une diversité de niches écologiques (Jones et al. 2018); (2) la stabilisation et le piégeage de sédiments (Dubois et al. 2005); et (3) la pêche à pied (Plicanti et al. 2016). Toutefois, ces récifs sont menacés par les activités anthropiques locales, telles que l'aquaculture industrielle de l'huître (*Magallana gigas*) et de la moule (*Mytilus edulis*), compétiteurs de nourriture et d'espace (Dubois et al. 2006), et la pêche à pied non durable, piétinant et fragmentant les récifs (Plicanti et al. 2016). Ces pressions ont provoqué une forte dégradation de l'état de santé des récifs entre 1970 et 2007 (Desroy et al. 2011, Rollet et al. 2015).

Malgré le caractère interdisciplinaire (sédimentologie, biologie et écologie), le précédent diagnostic est basé sur une équipe de 15 personnes échantillonnant 307 stations, de 75 m $\times$ 75 m chacune, ce qui correspond difficilement à la fine résolution spatiale des colonies d'hermelles (de 1 à 2 m de diamètre). Situés à 5 km du trait de côte et entre 2 et 4 m au-dessus du zéro hydrographique, les récifs sont difficiles d'accès et n'émergent que sporadiquement. L'approche de télédétection par satellite ou avion est donc contrainte par l'émersion des récifs, ce qui n'a pu être réalisée que lors d'un levé LiDAR en 2002 (Noernberg et al. 2010), et de l'acquisition des produits *Ortholittorale* V1 (2000) et V2 (2014). Ce dernier produit, offrant une résolution spatiale de 0.5 m pour quatre bandes spectrales (bleu-vert-rouge-infrarouge), a permis la première cartographie à très haute résolution (THR) de l'abondance des tubes d'hermelles (Collin et al. 2018). Néanmoins, le coût logistique et financier d'un survol reste conséquent.

Nous proposons, ici, une méthode aisément transférable de cartographie THR de l'abondance des tubes d'hermelles de la Baie du Mont Saint Michel (Fig. 1) par une caméra visible (bleu-vert-rouge) montée sur un drone aérien, calibrée et validée par des vérités-terrain et une modélisation de réseau de neurones artificiels.

Matériels et Méthodes

Site d'étude

Les récifs d'hermelles de Sainte-Anne (48°38'50''N, 1°40'W) sont composés de cinq récifs adjacents, situés dans la partie centrale de la Baie du Mont Saint Michel, soumise à des variations de 14 m d'amplitude lors des marées de vive-eau. Ils s'étendent sur 2.23 km^2 et leur volume a été estimé à 96 301 m^3 (Noernberg et al. 2010). Le paysage récifal des hermelles englobent chenaux de marée, sédiments sablo-vaseux secs et humides, micro- et macroalgues, ainsi que divers bivalves sessiles (*M. gigas*, *M. edulis*, *Crepidula fornicata*).

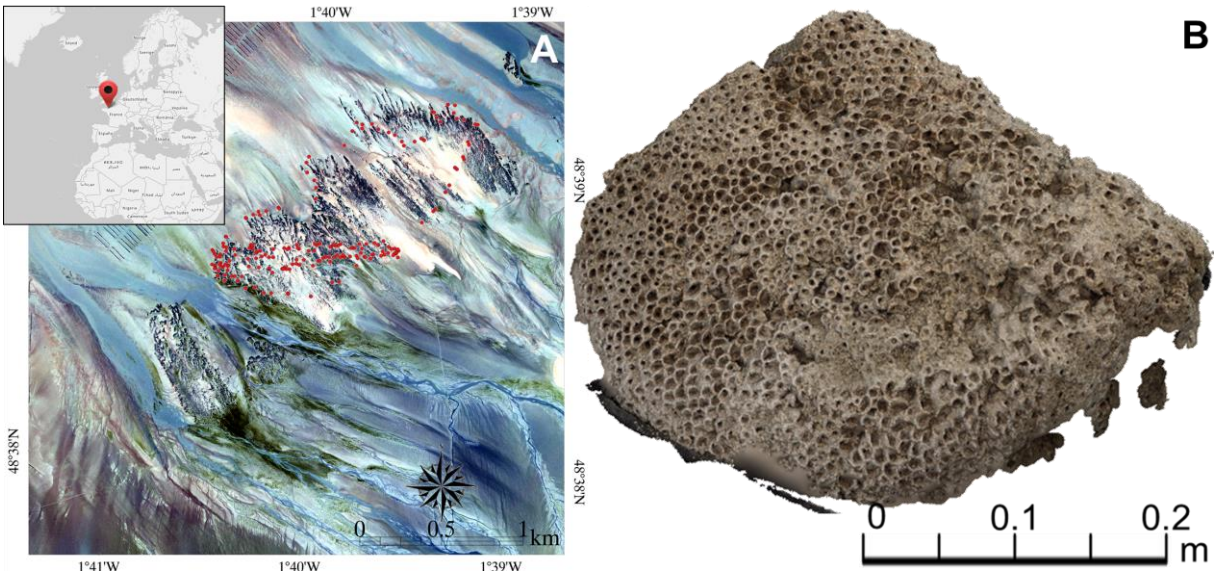

Figure 1 : (A) Imagerie aérienne en couleur naturelle acquise pour l'Ortholittorale V2 (10 septembre 2014, 6547 x 6566 pixels, 0.5 m de résolution) au-dessus des récifs d'hermelles de Sainte-Anne. Les points rouges représentent les vérités-terrain. (B) Modèle 3D d'une colonie d'hermelles.

Photoquadrats comme réponses

Une campagne d'échantillonnage a été menée le 26 juin 2017 par deux personnes munies, chacune, d'une caméra visible et d'un quadrat de 0.5 m × 0.5 m, totalisant 303 photoquadrats géoréférencés (WGS 84). Le jeu de données a été scindé en 202 échantillons de calibration et 101 de validation. Chaque photoquadrat a été standardisé et analysé (cf. Collin et al. 2018) pour construire une matrice de données, caractérisant l'abondance relative de deux polychètes (*S. alveolata* et *Lanice conchilega*), trois bivalves (*M. gigas*, *M. edulis* et *C. fornicata*), des algues, des coquilles vides, du gravier, sable, vase et de l'eau.

Trois bandes du visible comme prédicteurs

Trois bandes spectrales ont été acquises par un levé de drone aérien (DJI Phantom 3) à basse altitude (100 m) le 22 septembre 2017. Une planification de vol a permis de collecter 109 photographies aériennes dont le centre de l'image était géoréférencé en XYZ (Fig. 2A). Une mosaïque a été élaborée par assemblage (Fig. 2B) et calée sur l'*Ortholittorale* V2.

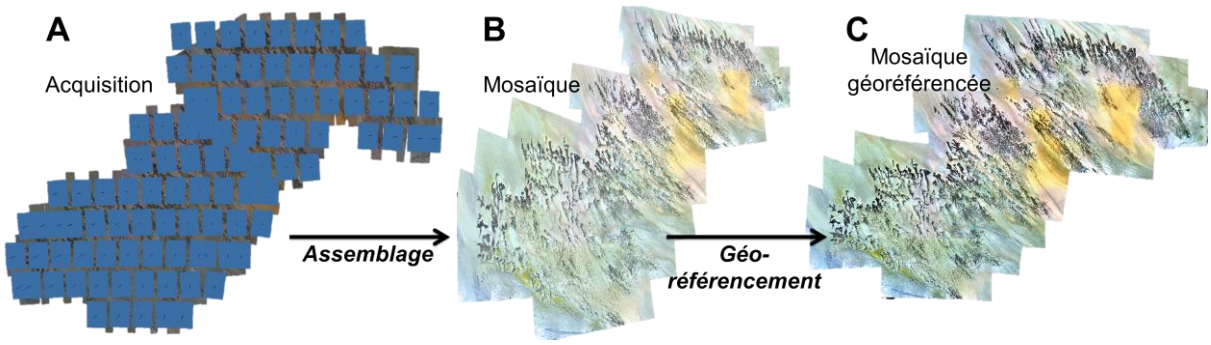

Figure 2 : (A) Acquisition des 109 images (bleu-vert-rouge) par drone aérien. (B) Assemblage des images en mosaïque. (C) Recalage de la mosaïque par géoréférencement se basant sur l'Ortholittorale V2.

Réseau de neurones artificiels comme modèle

La modélisation par réseau de neurones artificiels a été sélectionnée du fait de ses meilleures performances par rapport aux régresseurs linéaires multiples et généralisés (Collin et al. 2017). La réponse, spatialement discrète, de l'abondance des tubes d'hermelles est modélisée par la combinaison des trois prédicteurs spectraux, spatialement continus. Le réseau de neurones minimise les moindres carrés en utilisant une couche intermédiaire pour approximer la réponse, *h(X)*, avec les prédicteurs spectraux, *X*, par le biais de fonctions pondérées, w_i, appelées neurones, n_i (Heermann and Khazenie 1992):

$$h(X) = k\left(\sum_i w_i n_i(X)\right)$$

Résultats et Discussion

Le jeu de données de calibration (N=202) a permis de construire un réseau de neurones très satisfaisant (R^2=0.82, EQM=0.06). Le pouvoir prédictif de ce réseau est aussi robuste (N=101, R^2=0.75, EQM=0.06). Les trois formules de la couche intermédiaire ont été appliquées aux trois bandes spectrales, créant les troix images neuronales, qui, à leur tour, ont permis de créer le modèle THR de l'abondance des tubes d'hermelles (Fig. 3). Le modèle spatial montre une spatialisation nette de l'abondance des tubes : grande abondance face à la mer et faible abondance en arrière. Le front abondant est exposé à l'hydrodynamisme et potentiellement à des sédiments plus grossiers, contrairement, à l'arrière, plus abrité, et donc baignant dans des environnements plus vaseux. L'activité de construction des tubes peut donc être favorisée sur le front, alors que les sédiments fins ne sont pas favorables à une activité de bioconstruction et limitent l'activité d'alimentation par colmatage des structures de filtration (Dubois et al. 2005).

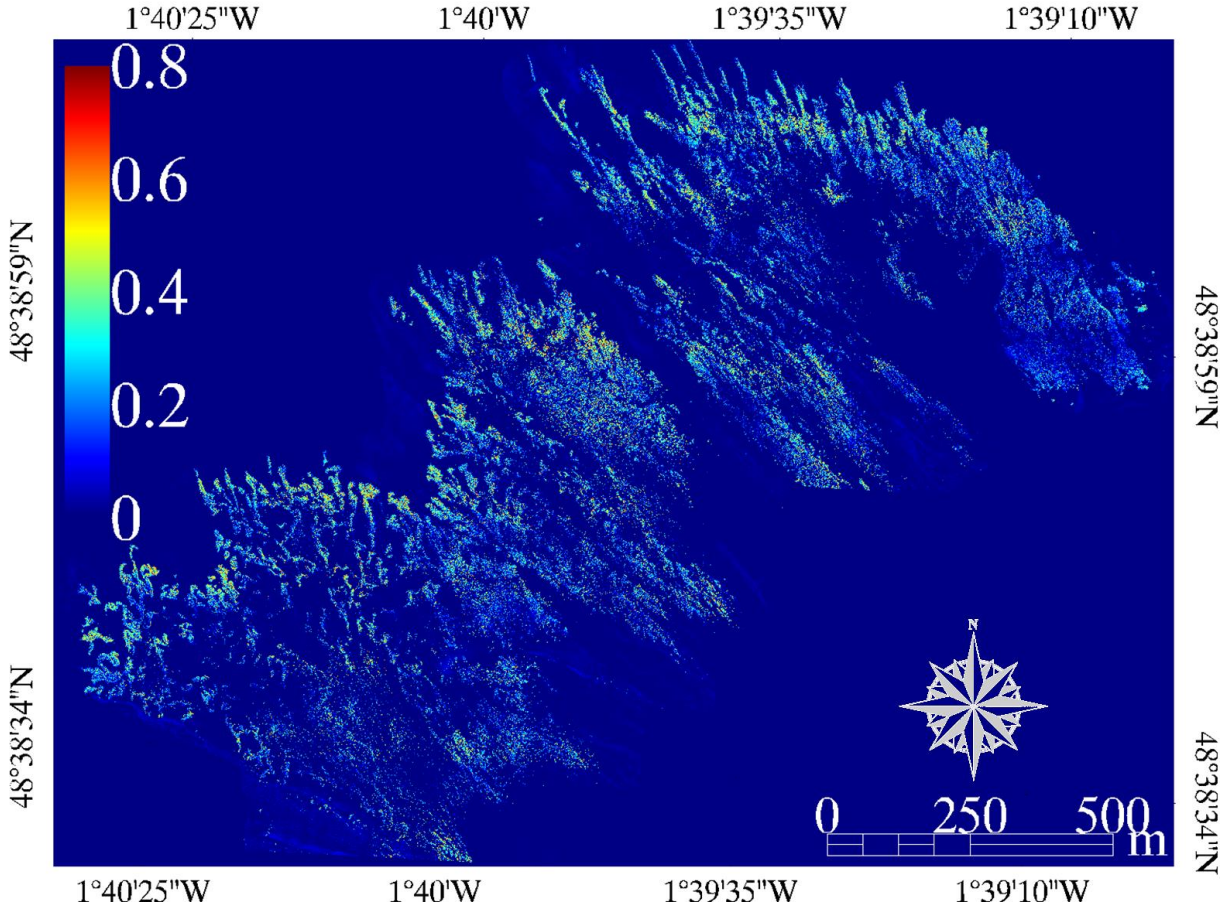

Figure 3 : Modélisation spatiale de l'abondance des tubes d'hermelles par une caméra visible montée sur un drone et un réseau de neurones artificiels (24731 x 18277 pixels, 0.08 m de résolution).

Conclusion

Cette recherche originale démontre qu'une caméra visible montée sur un drone aérien « grand public » permet de modéliser spatialement l'abondance des tubes d'hermelles de la plus grande bioconstruction intertidale d'Europe à très haute résolution (0.08 m). Par assemblage de 109 images, une mosaïque volumineuse (24731 x 18277 pixels) peut être géoréférencée. Calibré par des photoquadrats rapidement collectés, un réseau de neurones artificiels construit un modèle robuste de l'abondance des tubes d'hermelles (R^2=0.75, EQM=0.06). Les perspectives de développement sont nombreuses et impliquent l'utilisation d'un capteur hyperspectral dans la caractérisation de l'état de santé de ces bioconstructions.

Collin, A., S. Dubois, C. Ramambason, S. Etienne, E. 2018. Rapid fine-scale mapping of honeycomb worm (Sabellaria alveolata) reef abundance using airborne multispectral imagery and neural network. International J. Remote Sensing submitted.

Collin, A., S. Etienne, E. Feunteun, E. 2017. VHR coastal bathymetry using WorldView-3: colour versus learner. Remote Sensing Letters 8(11): 1072-1081.

Desroy, N., S. Dubois, J. Fournier, L. Ricquiers, P. Le Mao, P., L. Guérin, L., ... , A. Legendre. 2011. The conservation status of Sabellaria alveolata (L.)(Polychaeta: Sabellariidae) reefs in the Bay of Mont-Saint-Michel. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 21(5): 462-471.

Dubois, S., C. Retière, F. Olivier. 2002. Biodiversity associated with Sabellaria alveolata (Polychaeta: Sabellariidae) reefs: effects of human disturbances. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 82(5): 817-826.

Dubois, S., L. Barillé, B. Cognie, P.G. Beninger. 2005. Particle capture and processing mechanisms in Sabellaria alveolata (Polychaeta: Sabellariidae). Marine Ecology Progress Series 301: 159-171.

Heermann, P.D., N. Khazenie. 1992. Classification of multispectral remote sensing data using a back-propagation neural network. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 30(1): 81-88.

Jones, A.G., S.F. Dubois, N. Desroy, J. Fournier. 2018. Interplay between abiotic factors and species assemblages mediated by the ecosystem engineer Sabellaria alveolata (Annelida: Polychaeta). Estuarine, Coastal and Shelf Science 200: 1-18.

Noernberg, M.A., J. Fournier, S. Dubois, J. Populus. 2010. Using airborne laser altimetry to estimate Sabellaria alveolata (Polychaeta: Sabellariidae) reefs volume in tidal flat environments. Estuarine, coastal and shelf science 90(2): 93-102.

Plicanti, A., R. Domínguez, S. Dubois, I. Bertocci. 2016. Human impacts on biogenic habitats: Effects of experimental trampling on Sabellaria alveolata (Linnaeus, 1767) reefs. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 478: 34-44.

Rollet, C., Matherion, D., Desroy, N., Le Mao, P. 2015. Suivi de l'état de conservation des récifs d'hermelles (Sabellaria alveolata). Rapport Final. Ifremer/ODE/LITTORAL/LER/BN-15-008.