

Modélisation spatiale des macroalgues intertidales via la science citoyenne et la télédétection par avion : Ortholittorale et Litto3D

Agathe Bouet^{1*}, Antoine Collin², Dorothée James², Cam Ly Rintz³, Eric Feunteun³

^{1*} Association Planète Mer, Dinard, France (agathe.bouet@planetemer.org)

² Centre de GéoEcologie Littorale, EPHE-PSL, Dinard, France

³ Laboratoire de Biologie des Organismes et Ecosystèmes Marins, Museum National d'Histoire Naturelle, Dinard, France



Figure 1. Estran rocheux de l'Islet (Lancieux)



Figure 2. Estran rocheux du Fort National (Saint-Malo)

Contexte

- Les **estrans rocheux intertidaux** accueillent de nombreuses espèces de **macroalgues brunes**, **espèces ingénieuses** qui offrent une multitude de **services écosystémiques** (support à la biodiversité, matière première pour l'agro-alimentaire, régulation du cycle de carbone, cueillette récréo-culturelle, etc).
- En contexte de **changement climatique**, la **distribution géographique** répond aux **facteurs environnementaux** (température, salinité, acidité, houle, etc..) mais aussi anthropiques (eutrophisation ou sédimentation).
- Objectif** : cette étude propose une **modélisation spatiale régionale de l'abondance des macroalgues intertidales** via la fusion des bandes multispectrales de l'**Ortholittorale V3**, et de la topobathymétrie du **Litto3D**, entraînées par des données collectées par le **protocole citoyen BioLit** sur trois sites de la Côte d'Émeraude.

Site d'étude

- La **Côte d'Émeraude** s'étend sur **40 kilomètres** entre le Cap Fréhel (*Côtes d'Armor*) et la Pointe du Grouin (*Ile-et-Vilaine*). Pointes rocheuses et anses abritées se succèdent et offrent une grande **richesse paysagère**. La **biodiversité** est reconnue au niveau européen à travers de nombreux **espaces protégés** (Natura 2000).
- Le littoral façonné par un régime de marée **méga-tidal** est soumis à une forte **pression anthropique** (artificialisation du littoral et multiples activités humaines)



Fig 3. La Côte d'Émeraude

Méthode

1) ACQUISITION DE DONNÉES

2) RÉGRESSION LINÉAIRE

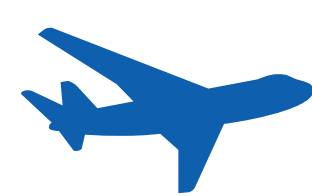
3) TRAITEMENT D'IMAGES



Sciences Participatives **BioLit**
Les Observateurs du Littoral

- BioLit "Algues Brunes et Bigorneaux"** (www.biolit.fr)
- 84 quadrats** géoréférencés (0.1m²) sur 3 sites
- Recouvrement algal** et **densité de gastéropodes**

Télédétection par avion



- Ortholittorale V3 (2018-2022), 0.5m** : bandes multispectrales RVB et InfraRouge (*GéoPortail*)
- Litto3D (Bretagne 2018-2021), MNT 1m** : topobathymétrie (*Shom - IGN, 2024*)

- Variable à expliquer** : % de recouvrement algal
- Variables explicatives** :
 - Bandes spectrales RVB et InfraRouge (Ortho V3)
 - Topographie (Litto 3D)



Fig 4. Relevé science participative BioLit



Fig 5. Outils BioLit : protocole et fiches d'identification

4) MODÉLISATIONS SPATIALES

- Outil **"Band Math"**
- Application de la régression linéaire aux images issues de la télédétection

Résultats

Le pourcentage de recouvrement des macroalgues brunes sur les estrans rocheux de la côte d'Émeraude a été bien modélisé par une relation linéaire multiple (**R² : 0.62**).



Fig 6. Modélisation spatiale du recouvrement algal à l'échelle de la Côte d'Émeraude. Les points rouges (1,2,3) correspondent aux sites échantillonnés avec le protocole BioLit. Le point jaune (4) est un site où il n'y a pas eu de relevés BioLit effectués.

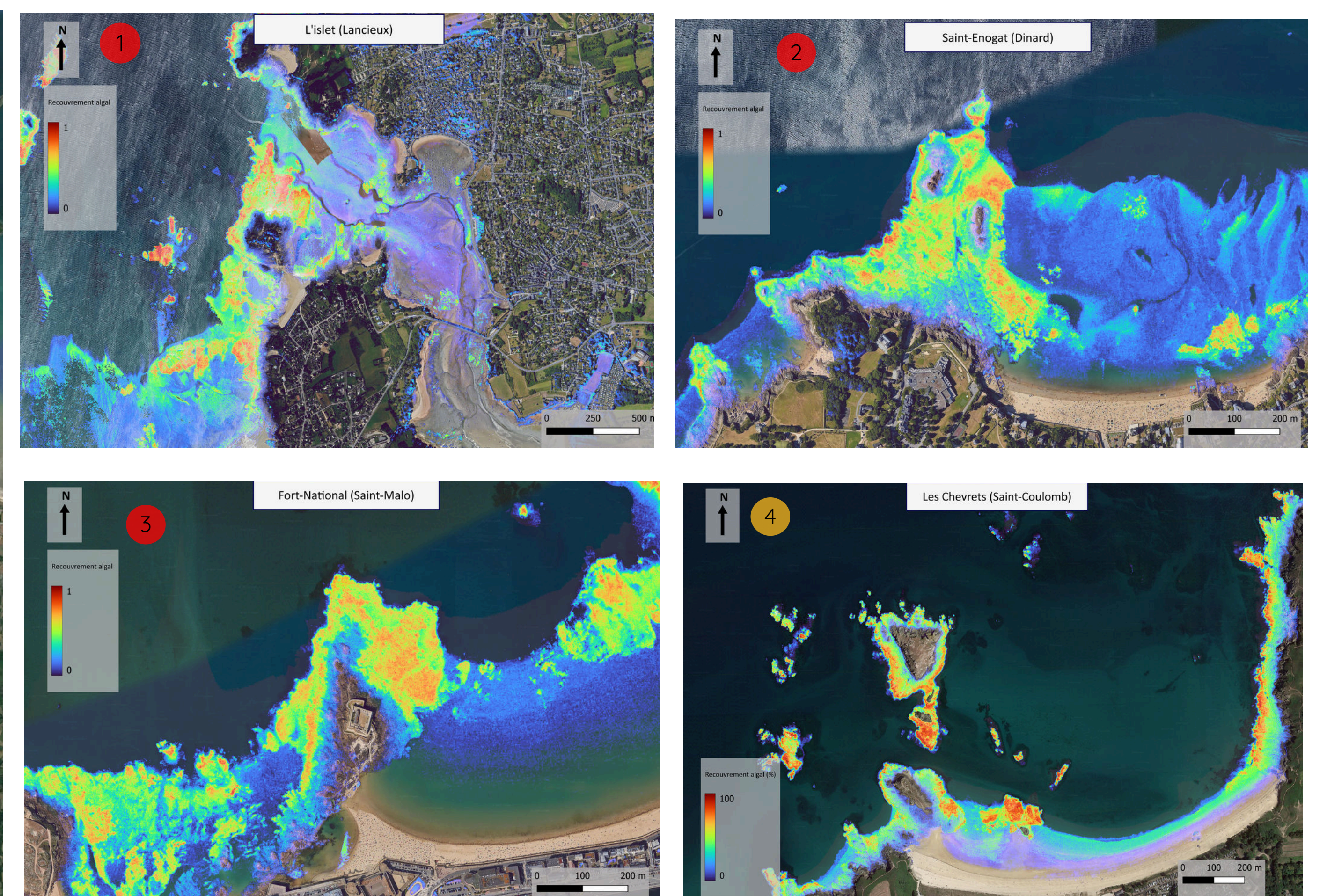


Fig 7. Zoom sur quatre pointes rocheuses : en rouge les estrans suivis avec BioLit 1) L'Islet (Lancieux); 2) Saint-Enogat (Dinard), 3) Fort-National (Saint-Malo) et en jaune un site non suivi avec BioLit 4) Les Chevrets (Saint-Coulomb)

Discussion et conclusion

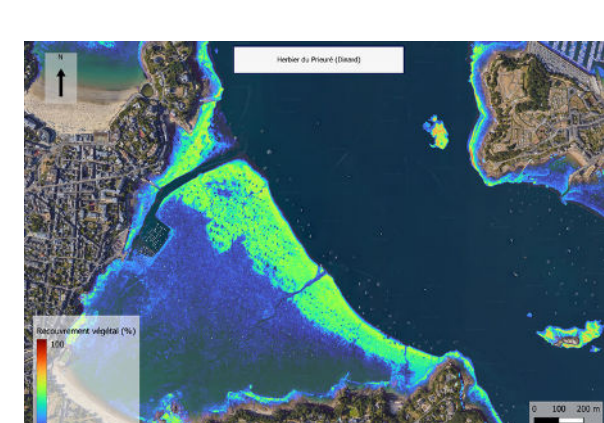


Fig 8. Zoom du modèle sur un herbier de zostère

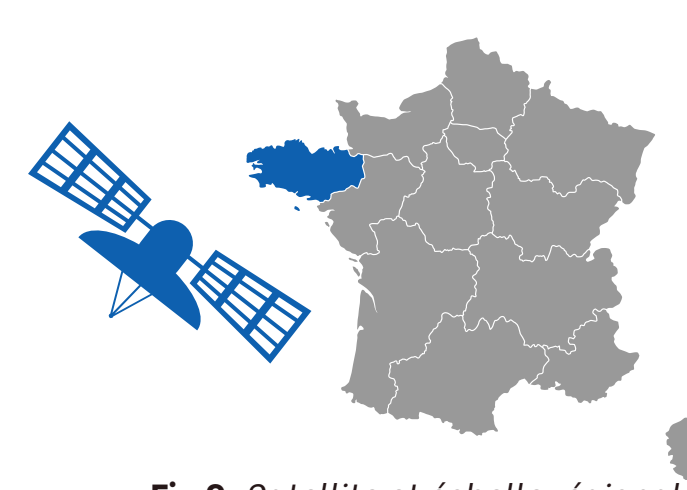


Fig 9. Satellite et échelle régionale

- Le **modèle fonctionne sur les estrans rocheux** en indiquant la présence et le recouvrement des **macroalgues brunes**. Il fonctionne également sur le **substrat meuble** en mettant en évidence les **végétaux marins : herbiers, pré-salés, microalgues...**
- Perspective 1 : **Affiner la classification des végétaux** par la **différenciation du substrat meuble et du substrat rocheux**. Possibilité d'utiliser des critères de rugosité à partir des données Lidar et d'affiner les résultats grâce aux données multispectrales et à des vérités terrain.
- Perspective 2 : **Augmenter l'emprise spatiale** du modèle en utilisant des images satellite et proposer des cartographies à **l'échelle régionale** (Bretagne)

Références

- Bouet, A.; Collin, A.; James, D.; Rintz, C-L.; Dusseau, P.; Lesacher, M., and Feunteun, E., 2024. On the synergy of the UAV spatial modelling and citizen science for tidal coasts: The case of canopy-forming macroalgae and gastropods on the Emerald Coast, Brittany, France. *Journal of Coastal Research, Special Issue No. 113*.
- Collin, A.; Bulot, A.; Pastol, Y.; Le Goff, L., and Feunteun, E., 2023. Classification des habitats benthiques par segmentation sémantique d'imagerie optique et LiDAR ouverte : Ortho-littorale et Litto3D en baie de Saint-Malo, <hal-04061926>.
- Cotas, J.; Gomes, L.; Pacheco, D., and Pereira, L., 2023. Ecosystem services provided by seaweeds. *Hydrobiology*, 2(1), 75-96.