



NOTE D'ORIENTATION **SponGES**

©Pêches et Océans Canada

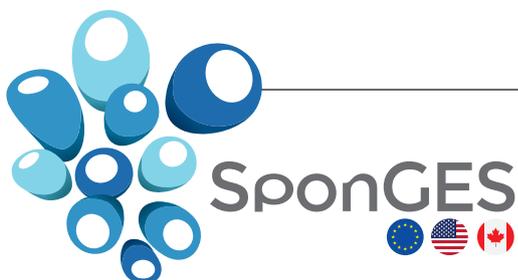
Bases de données et modèles: de nouveaux outils de gestion

L'environnement marin subit des pressions dues à de multiples problèmes, facteurs de stress directs anthropiques (pêche, exploration et extraction de pétrole, de gaz et de minéraux, rejet de déchets dans l'océan...) ou facteurs indirects tels que le changement climatique.

Pour protéger, gérer et conserver face à ces pressions les divers habitats et espèces des océans, et tout particulièrement les écosystèmes marins vulnérables (EMV), il est indispensable de réunir des connaissances étendues de la localisation de ces habitats se trouvent, de leur quantité, de leur qualité, et du rôle qu'ils jouent dans l'écosystème océanique plus général. Il y a plusieurs outils dont on se sert de plus en plus pour combler les lacunes des connaissances. La coordination et la disponibilité des données augmentent grâce à des accords d'accès ouvert aux données, à de vastes bases de données, et à des modèles de distribution des espèces marines.

Modèles de distribution des espèces marines

Les modèles de distribution des espèces marines (MDEM) aident à combler les lacunes des connaissances en conjuguant des modèles statistiques avec des informations sur les réactions biologiques des espèces à des paramètres ou facteurs (par exemple la

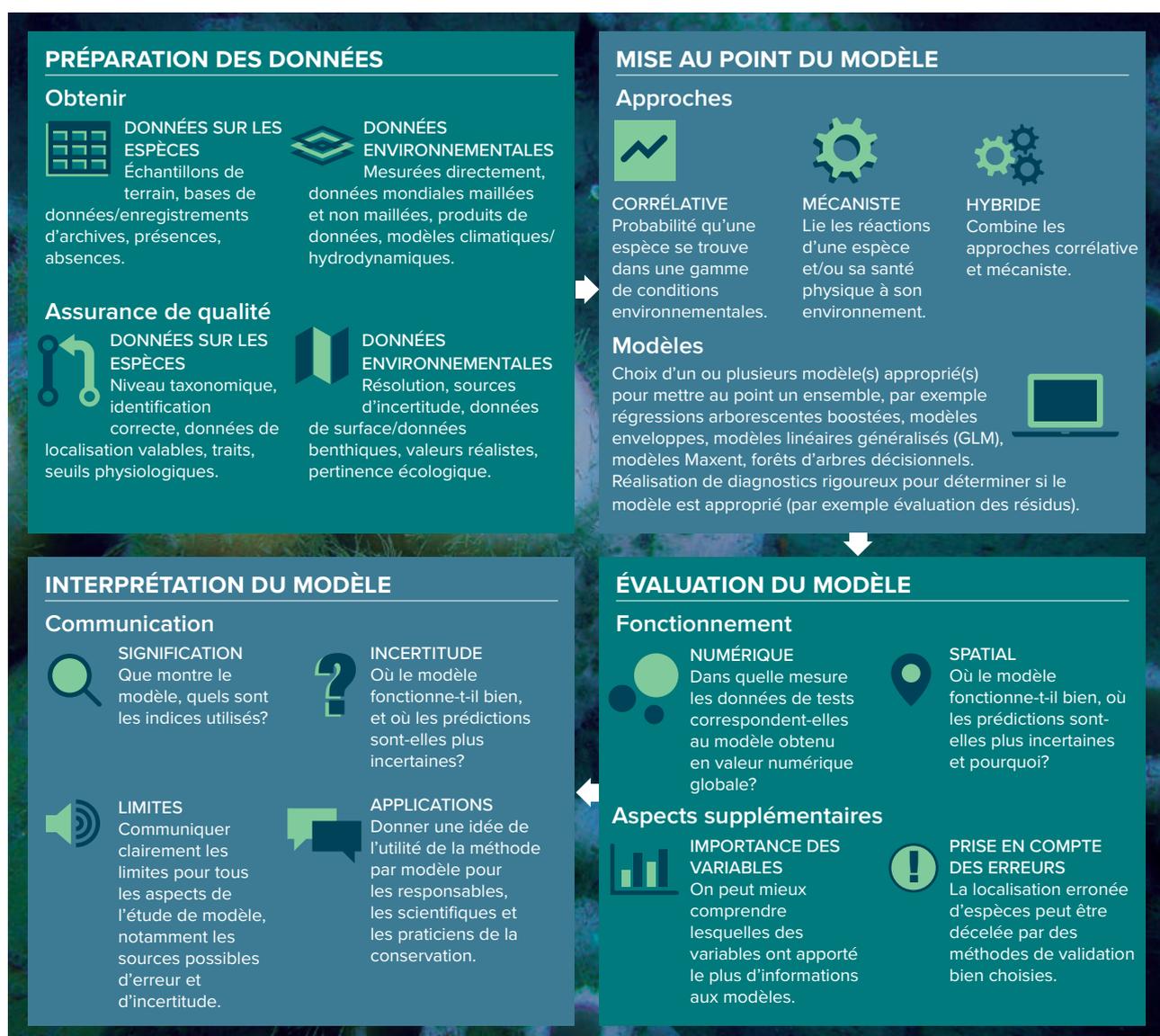


SponGES a reçu un financement d'Horizon 2020, le programme de recherche et d'innovation de l'Union européenne, en vertu de la convention de subvention N°679849. Le présent document n'exprime que le point de vue de ses auteurs – l'Agence exécutive pour les petites et moyennes entreprises (EASME) n'est pas responsable de l'usage susceptible d'être fait des informations qui y figurent.

température, la salinité, la profondeur...) (figure 1). Pour les eaux profondes, pour lesquelles les données sont absentes ou peu nombreuses, on peut, grâce aux méthodes à MDEM, se servir d'observations géoréférencées sur la présence d'espèces, et d'observations (ou d'estimations par extrapolation) sur les paramètres environnementaux au même endroit, pour estimer la probabilité qu'une espèce puisse occuper une niche environnementale donnée, et, par extension, un espace géographique du domaine modélisé.

La majeure partie des recherches menées par MDEM cherche à prédire la distribution actuelle d'une espèce dans une zone donnée, ou à prévoir la distribution d'une espèce dans l'espace et/ou dans le temps (voir par exemple e.g. Davies et Guinotte, 2011). Les progrès des technologies océanographiques, qui ont permis d'enrichir les données sur les eaux profondes, et l'évolution des techniques de MDEM ont ouvert la voie au développement de la modélisation des espèces d'eaux profondes.

FIGURE 1 Modèle de distribution des espèces marines: flux des tâches, de la préparation des données jusqu'à l'interprétation du modèle



Source: travail des auteurs.

Utilisation des modèles

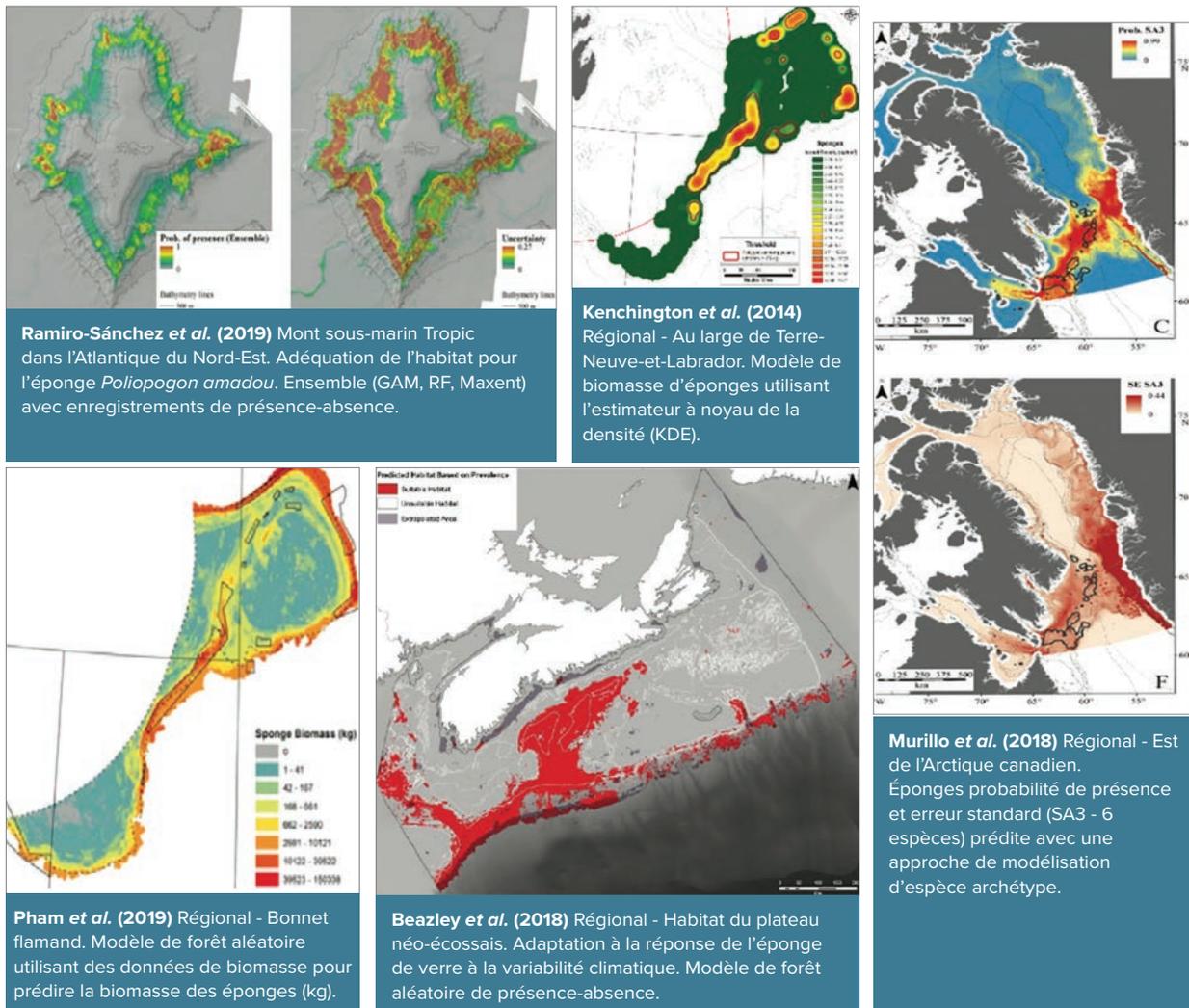
La majorité des études sont faites par approches corrélatives ou modèles additifs généralisés, où ne sont enregistrées que la présence ou l'absence, ou la présence seule. Des recherches récentes sur la distribution des éponges d'eaux profondes dans l'Atlantique Nord ont prédit la distribution actuelle de différentes espèces (par exemple *Vazella pourtalesi*, *Geodia barretti* et *Poliopogon amadou*) (figure 2). Des données de référence sur la distribution des éponges dans l'est de l'océan Arctique canadien ont été obtenues par modélisation des archétypes d'espèce (encadré 1). Il est impératif d'avoir des données de référence pour pouvoir prédire tout changement futur causé par des changements climatiques ou des facteurs anthropiques.

ENCADRÉ 1 Termes techniques

La méthode de **modélisation des espèces par archétype** consiste à grouper des espèces en fonction de réactions semblables à l'environnement (archétype d'espèces); on parle alors de grappes. Chaque grappe est ensuite modélisée selon un **modèle linéaire généralisé**. Cette méthode livre des prédictions plus solides pour les espèces rares et simultanément des estimations de la probabilité qu'une espèce appartienne à son groupe, ainsi que de la réaction du groupe à des facteurs environnementaux (Hui *et al.*, 2013; Leaper *et al.*, 2014).

On peut se servir d'**estimations de densité de noyaux** pour tirer plus d'informations de la distribution modélisée en identifiant les zones de concentration importante comportant une forte biomasse d'espèces (Kenchington *et al.*, 2009; Kenchington *et al.*, 2014).

FIGURE 2 Exemples de modèles de distribution d'espèces mis au point pour les éponges d'eaux profondes



Source: travail des auteurs à partir des publications indiquées en référence sous chacune des cartes.

Les modèles de distribution des espèces marines ont servi à différents usages:

- planification spatiale marine (questions de gestion et de conservation) (Ramiro-Sánchez *et al.*, 2019);
- planification de réseaux d'aires marines protégées (Hooker *et al.*, 2011);
- évaluation de la distribution de taxons ou de ressources biologiques marines (Murillo *et al.*, 2018);
- évaluation de l'étendue d'EMV (Kenchington *et al.*, 2014);
- étude des réactions aux impacts anthropiques (Pham *et al.*, 2019);
- détermination des réactions d'espèces au changement climatique (Beazley *et al.*, 2018).

QUANTIFICATION DES ORGANISMES

Il devient possible par ailleurs, au moyen d'études ciblées, d'estimer la quantité d'organismes (leur abondance ou leur biomasse) dans l'environnement, en particulier à petite échelle (de l'ordre des dizaines de mètres, par exemple). Les données obtenues par des études dirigées de chalutage de fond (Murillo *et al.*, 2018), de systèmes de surveillance des navires par satellite (Pham *et al.*, 2019), et de systèmes de caméras lestées (Rooper *et al.*, 2018) peuvent toutes servir à calculer des estimations de biomasse ou d'abondance (en kilogrammes ou tonnes au kilomètre carré, ou en effectifs par transect enregistré sur l'image). Ces estimations peuvent servir d'intrants dans des MDEM, en vue de prédire la distribution des éponges en poids humide, en continu dans l'aire visée, comme l'ont fait Pham *et al.* (2019) dans le Bonnet flamand afin d'estimer l'impact économique utile qu'assure cette accumulation d'éponges. C'est là un exemple de transposition à plus grande échelle d'estimations de la biomasse et de l'abondance, dans le but d'en tirer des informations sur les fonctions écologiques de l'habitat ou de la communauté, qui éclaire en outre sur le concours que les espèces d'eaux profondes sont susceptibles d'apporter à des processus à plus grande échelle dans les océans.

RÉACTIONS DES ÉPONGES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

C'est une tâche ardue que de comprendre les réactions des espèces au changement, tout particulièrement dans les grands fonds, où on en comprend mal la physiologie. On peut se servir de modèles de distribution des espèces marines pour prédire la distribution d'habitats adaptés à telle ou telle espèce dans les projections de scénarios du climat futur (Morato *et al.*, 2020), même lorsque les besoins physiologiques des espèces sont inconnus. Pour pouvoir calculer des prédictions selon diverses projections du climat, il faut construire un modèle d'aptitude actuelle des habitats à partir d'une combinaison de variables environnementales courantes et historiques. Cela fait, on peut projeter la distribution des espèces sur la même aire spatiale en se servant d'estimations des variables environnementales futures. Une autre méthode analogue, appliquée aux *Vazella pourtalesi* par Beazley *et al.* (2018), pour évaluer si une espèce persistera dans un scénario climatique différent à l'avenir, consiste à se baser sur des paramètres environnementaux historiques pour reconstruire l'intensité de la variabilité que l'espèce a connue au fil du temps. Si l'espèce étudiée a manifesté une résistance robuste à une forte variabilité au cours de plusieurs décennies, on pourrait avoir là une indication de la manière dont elle réagira à la variabilité future du climat.

Une modification de la distribution d'une espèce peut retentir aussi sur d'autres espèces tributaires de l'habitat qu'elle assure. Cet aspect est spécialement préoccupant car les agrégats d'éponges d'eaux profondes et les coraux formant des récifs assurent de nombreux services écosystémiques (alimentation, aires de reproduction, recyclage de nutriments, assimilation du carbone...) (Roberts *et al.*, 2009).

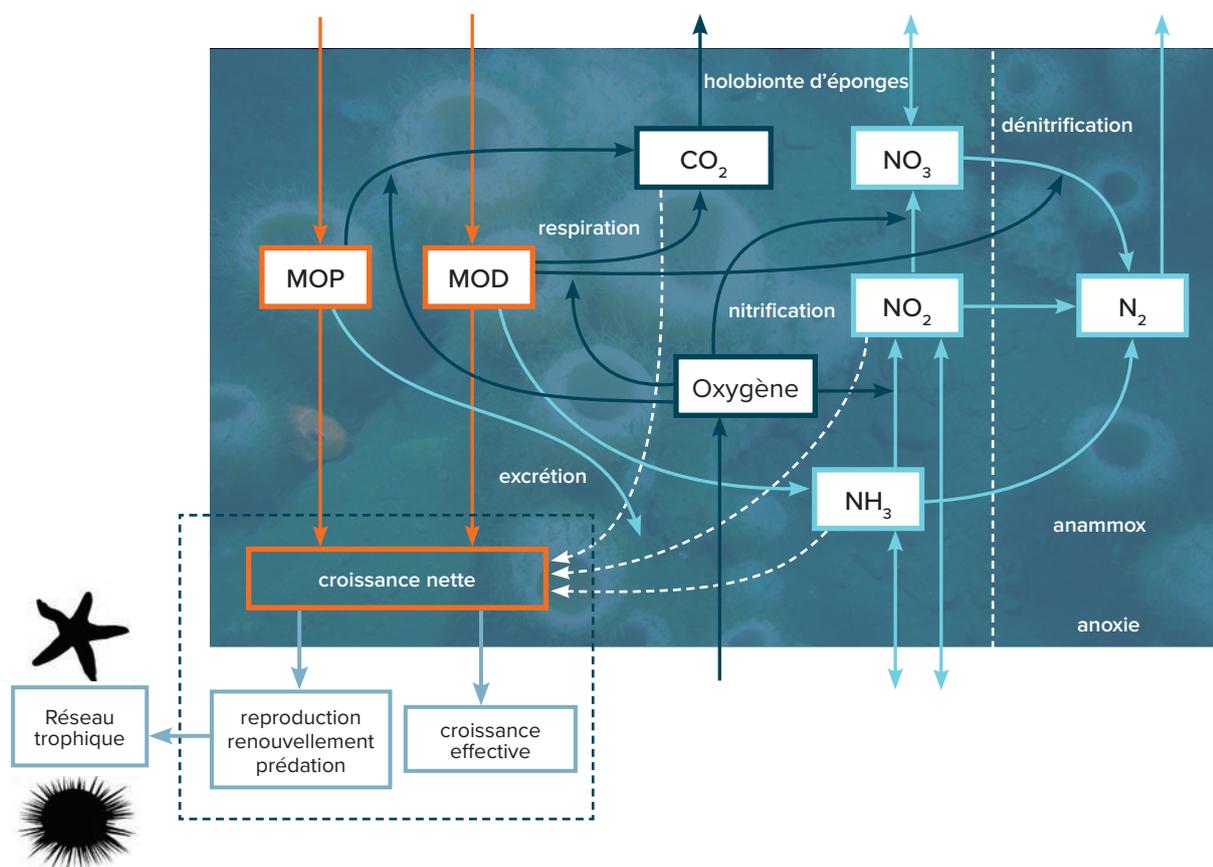
Pham *et al.* (2019) ont estimé la valeur économique du filtrage par les éponges *Geodia* dans le Bonnet flamand. Ils ont calculé que le filtrage et le cycle de l'azote assurés par les éponges doubleraient presque la valeur des prises de poisson pour la région. Ce genre d'estimations des cycles biogéochimiques benthiques seraient moins exacts si on n'utilisait pas d'abord les MDEM pour prédire la biomasse actuelle de l'espèce qui concourt au cycle biogéochimique.

Autres types de modèles

Il existe bien d'autres applications de modèles, au-delà de ceux qui prédisent la distribution d'espèces. Il y a par exemple des modèles de cycle du réseau trophique et de cycle biogéochimique permettant de quantifier des processus écosystémiques. Des modèles de réseau chimique ont été mis au point pour la démosponge d'eaux profondes *Geodia barretti* de la mer de Barents, afin de lier les flux mesurés de carbone et d'azote à des processus internes non quantifiés, tels que la production de biomasse, la (dé)nitrification, l'oxydation anaérobie de l'ammonium (anammox) et la fixation du carbone. La *Geodia barretti* choisit ou retient des substances riches en azote, comme le montre le faible ratio C/N des éponges. Les nutriments sont recyclés efficacement à l'intérieur des

éponges. La majeure partie de l'azote inorganique consommée par une éponge est retenue, le reste étant libéré sous forme de N_2 et NO_3 (figure 3). En revanche, les deux-tiers environ du carbone organique est rejeté par la respiration. L'azote et le carbone organiques retenus peuvent servir à la croissance, ou être libérés sous forme de matières organiques d'éponge, qui peuvent alimenter le réseau trophique. Ces modèles ont permis de savoir que les astéries et les oursins se nourrissent d'éponge. La transposition à l'échelle d'un champ d'éponges a révélé que le rythme de la respiration est plus rapide que la sédimentation, et que celui des processus de transformation de l'azote est du même ordre que celui de la sédimentation, ce qui indique l'importance des champs d'éponges pour le traitement du carbone dans les environnements d'eaux profondes.

FIGURE 3 Modèle de réseau trophique pour une communauté d'éponges où prédominent les *Geodia barretti*



Source: travail des auteurs.

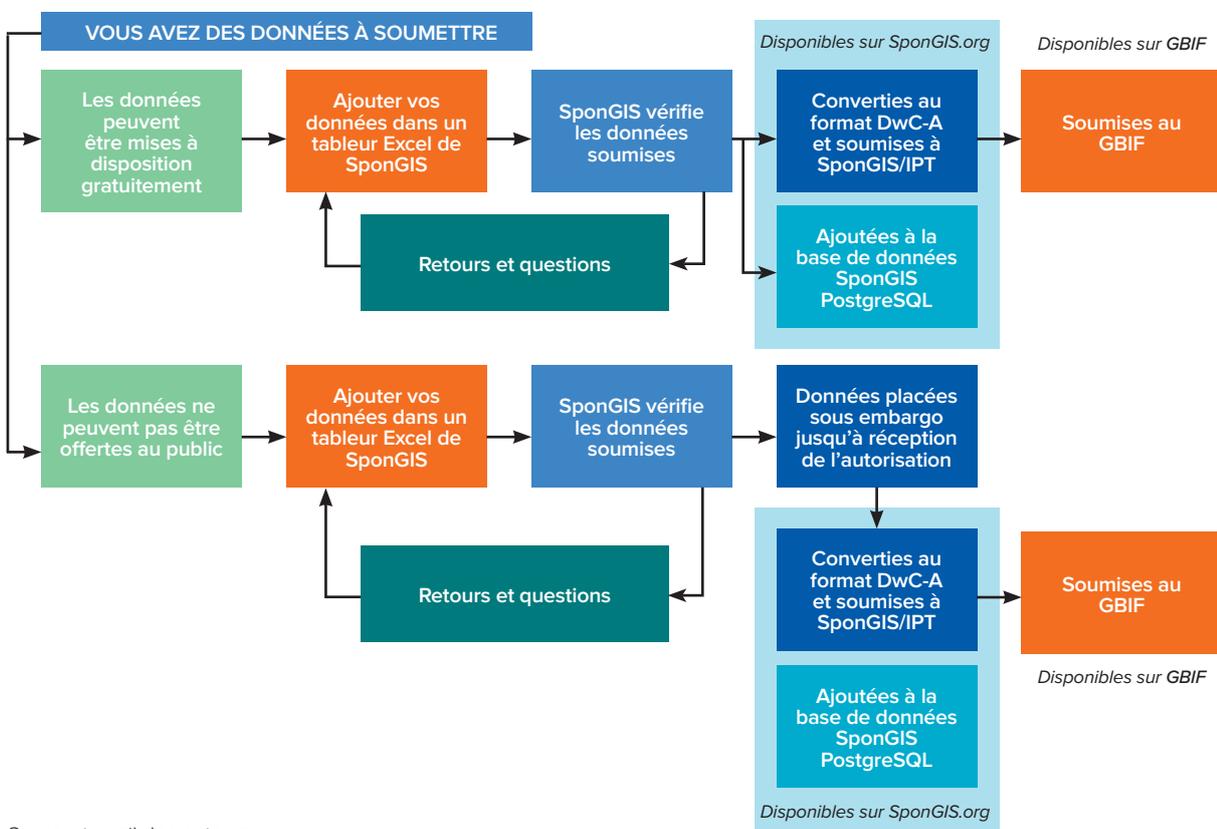
Bases de données et données

La nécessité de développer l'interopérabilité des données sur la biodiversité (et des données associées), de les sécuriser et d'en améliorer l'accès est reconnue comme priorité à l'échelle mondiale. Cette vue a été motivée surtout par le besoin de mieux comprendre les schémas à l'œuvre face au changement climatique, aux extinctions d'espèces et aussi à la perte de données causée par les changements de formats, l'archivage sur des supports qu'on ne peut plus lire, et par le manque de stockage à long terme bien pensé. Plusieurs grands projets ont permis de développer l'interopérabilité, principalement grâce à la définition d'un langage commun, d'abord pour le stockage des données (définition des termes utilisés pour le stockage, par exemple), puis pour le partage de données sous format non propriétaire et convenablement décrit. C'est dans ce but qu'a été mis en place SponGIS.org (abréviation de Sponge Geographical Information System - Système d'information géographique sur les éponges): c'est une base de données conçue pour recueillir et gérer

des données de haute qualité sur les éponges d'eaux profondes.

La base de données SponGIS, conçue suivant des normes établies pour les données, notamment les terminologies Darwin Core et Dublin Core, adopte le format Darwin Core Archive pour stocker les jeux de données reçus (figure 4). Darwin Core est désormais un langage commun pour le partage de données sur la biodiversité (et de données associées); il peut être utilisé pour une structure de base de données plate (table unique) ou relationnelle (tables multiples liées) (Wieczorek *et al.*, 2012). Le partage de données sera facilité par l'usage de la Trousse de publication intégrée [Integrated Publishing Toolkit] du Système mondial d'information sur la biodiversité (Robertson *et al.*, 2014). SponGIS adopte quelques termes spéciaux spécifiques au site Web du projet, mais l'adoption de normes internationales, dont une terminologie commune, est une étape essentielle pour encourager l'interopérabilité des données, qui pourra ouvrir sur une meilleure compréhension des schémas de la biodiversité (Wieczorek *et al.*, 2012), y compris ceux des éponges d'eaux profondes, et plus généralement des données sur les eaux profondes.

FIGURE 4 Les étapes d'une soumission de données à SponGIS



Source: travail des auteurs.

Conclusions

- Les modèles de distribution des espèces marines (MDEMs) sont des outils servant à la conservation et à la gestion des espèces. Ils procurent des informations précieuses sur la manière dont une espèce (ou un groupe d'espèces) réagit à son environnement en montrant où l'espèce se distribue dans l'espace. Grâce aux méthodes de MDEM, on arrive à projeter la manière dont une espèce pourrait réagir à la montée des pressions climatiques ou anthropiques.
- D'autres types de modèles (cycles biogéochimiques, réseaux trophiques...) peuvent renseigner sur l'espèce étudiée; ce genre d'information peut servir à mieux comprendre les processus à l'œuvre dans un écosystème. Des meilleures connaissances écologiques ne peuvent qu'être utiles pour la mise au point et l'interprétation des MDEMs.
- C'est sur les données que se fonde la construction de modèles de distribution des espèces, la qualité et la quantité des données pouvant retentir directement sur la solidité et l'interprétabilité d'un modèle. Il est donc crucial d'utiliser les données les plus récentes, d'admettre et de signaler les incertitudes, et d'interpréter ces modèles avec prudence, en tenant compte des limites des données.

Bibliographie

- Beazley L, Wang Z, Kenchington E, Yashayaev, I., Rapp, H.T., Xavier, J.R., Murillo, F.J., Fenton, D. et Fuller, S. 2018. Predicted distribution of the glass sponge *Vazella pourtalesi* on the Scotian Shelf and its persistence in the face of climatic variability. *PLoS One*, 13(10) [Disponible en ligne]. [Consulté le 8 Septembre 2020]. doi:10.1371/journal.pone.0205505.
- Davies, A. et Guinotte, J. 2011. Global habitat suitability for framework-forming cold-water corals. *PLoS ONE*, 6 [Disponible en ligne]. [Consulté le 8 Septembre 2020]. doi: 10.1371/journal.pone.0018483
- Hooker, S.K., Cañadas, A., Hyrenbach, K.D., Corrigan, C., Polovina, J.J. et Reeves, R.R. 2011. Making protected area networks effective for marine top predators. *Endangered Species Research*, 13: 203–218.
- Hui, F.K.C, Warton, D.I., Foster, S.C. et Dunstan, P.K. 2013. To mix or not to mix: comparing the predictive performance of mixture models vs. separate species distribution models. *Ecology*, 94: 1913–1919.
- Kenchington, E., Cogswell, A., Lirette, C. et Murillo Perez, F.J. 2009. *The use of density analyses to delineate sponge grounds and other benthic VMEs from trawl survey data*. Ser No N5626. NAFO SCR Doc 09/6. 18 pp.
- Kenchington, E., Murillo, F.J., Lirette, C., Sacau, M., Koen-Alonso, M., Kenny, A., Ollerhead, N., Wareham, V. et Beazley, L. 2014. Kernel density surface modelling as a means to identify significant concentrations of vulnerable marine ecosystem indicators. *PLoS ONE*, 10(1) [Disponible en ligne]. [Consulté le 8 Septembre 2020]. doi:10.1371/journal.pone.0117752.
- Leaper, R., Dunstan, P.K., Foster, S.D., Barret, N.S. et Edgar, G.J. 2014. Do communities exist? Complex patterns of overlapping marine species distributions. *Ecology*, 95: 2016–2025.
- Morato, T., González-Irusta, J.-M., Dominguez-Carrió, C., Wei, C.-L., Davies, A., Sweetman, A.K., Taranto, G.H., et al. 2020. Climate-induced changes in the suitable habitat of cold-water corals and commercially important deep-sea fishes in the North Atlantic. *Global Change Biology*, 00: 1–21 [Disponible en ligne]. [Consulté le 8 Septembre 2020]. https://doi.org/10.1111/gcb.14996
- Murillo, F.J., Kenchington, E., Tompkins, G., Beazley, L., Baker, E., Knudby, A. et Walkusz W. 2018. Sponge assemblages and predicted archetypes in the eastern Canadian Arctic. *Marine Ecology Progress Series*, 597: 115–135 [Disponible en ligne]. [Consulté le 8 Septembre 2020]. https://doi.org/10.3354/meps12589
- Pham, C.K., Murillo, F.J., Lirette, C., Maldonado, M., Colaço, A., Ottaviani, D. et Kenchington, E. 2019. Removal of deep-sea sponges by bottom trawling in the Flemish Cap area: conservation, ecology, and economic assessment. *Scientific Reports*, 9: 1–13.
- Ramiro-Sánchez, B., González-Irusta, J.M., Henry, L.-A., Cleland, J., Yeo, I., Xavier, J.R., Carreiro-Silva, M., Sampaio, Í., Spearman, J., Victorero, L., Messing, C.G., Kazanidis, G., Roberts, J.M. et Murton, B. 2019. Characterization and mapping of a deep-sea sponge ground on the Tropic Seamount (Northeast Tropical Atlantic): implications for spatial management in the high seas. *Frontiers in Marine Science*, 6: 278 [Disponible en ligne]. [Consulté le 8 Septembre 2020]. doi:10.3389/fmars.2019.00278
- Roberts, J.M., Wheeler, A., Freiwald, A. et Cairns, S.D. 2009. *Cold-water corals: the biology and geology of deep-sea coral habitats*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Robertson, T., Döring, M., Guralnick, R., Bloom, D., Wiecek, J., Braak, K., Otegui, J., Russell, L. et Desmet, P. 2014 The GBIF Integrated Publishing Toolkit: facilitating the efficient publishing of biodiversity data on the Internet. *PLoS ONE*, 9: e102623 [Disponible en ligne]. [Consulté le 8 Septembre 2020]. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0102623
- Rooper, C.N., Wilborn, R., Goddard, P., Williams, K., Towler, R. et Hoff, G.R. 2018. Validation of deep-sea coral and sponge distribution models in the Aleutian Islands, Alaska. *ICES Journal of Marine Science*, 75(1): 199–209 [Disponible en ligne]. [Consulté le 8 Septembre 2020]. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx087
- Vierod, A.D.T., Guinotte, J.M. et Davies, A.J. 2014. Predicting the distribution of vulnerable marine ecosystems in the deep sea using presence-background models. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 99: 6–18 [Disponible en ligne]. [Consulté le 8 Septembre 2020]. https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.06.010
- Wiecek, J., Bloom, D., Guralnick, R., Blum, S., Döring, M., Giovanni, R., Robertson, T. et Vieglais, D. 2012. Darwin Core: an evolving community-developed biodiversity data standard. *PLoS ONE*, 7: e29715 [Disponible en ligne]. [Consulté le 8 Septembre 2020]. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0029715

Cette note d'orientation a été élaborée par Andrew J. Davies, Alexandria Rhoads et Anna De Kluijver, et révisé par Claus Hagebro.

✉ info@deepseasponges.org
🏠 deepseasponges.org
📘 @DeepSeaSponges
🐦 @DeepSea_Sponges



Certains droits réservés. Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la licence CC BY-NC-SA 3.0 IGO