

INRIA

Personnes présentes :

- Lars Stemmann : Maître de Conférence à Villefranche-sur-Mer (LOV)
- Éric Benoit : Professeur à l'Université de la Rochelle (en délégation à l'INRIA Sophia-Antipolis)
- Gaby Gorsky : Directeur de Recherche à Villefranche-sur-Mer (LOV)
- Olivier Bernard : Chercheur (HDR) à l'INRIA de Nice Sophia-Antipolis
- Jean-Luc Gouzé : Directeur de Recherche à l'INRIA de Nice Sophia-Antipolis
- Pieter Vandromme : Doctorant (dirigé par Lars Stemmann et Gaby Gorsky) à Villefranche-sur-Mer (LOV)
- Jonathan Rault : Stagiaire M2 (dirigé par Éric Benoit et Lars Stemmann) à l'INRIA de Nice Sophia-Antipolis et à Villefranche-sur-Mer (LOV)
- Léo Berline : Post-doctorant (dirigé par Gaby Gorsky) à Villefranche-sur-Mer (LOV)
- Autres étudiants de l'INRIA

Objectifs de la réunion :

Il s'agissait de la première réunion du projet COLOR ModZoo de l'INRIA. Ce projet a pour but d'établir une collaboration entre l'INRIA de Nice Sophia-Antipolis au travers d'Éric Benoit et Jonathan Rault et le Laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-Mer par la voie de Lars Stemmann et Pieter Vandromme. Même s'il ne s'agit pas de la première collaboration entre ces deux laboratoires, il s'agit de la première sur le sujet du zooplancton. Le but de ce groupe de travail est de définir un modèle du zooplancton structuré en taille des organismes. En effet, il existe à Villefranche-sur-Mer un point de mesure journalier où sont collectées des informations sur l'environnement et notamment des spectres de taille du zooplancton depuis 1966. L'objectif est donc d'utiliser ces données afin de construire et valider un modèle de ce type. Les modèles préexistants n'ayant jamais été confrontés à des données in situ, il s'agira d'une première. Le but de cette réunion était donc d'introduire les différentes parties à la problématique et de commencer à discuter sur la manière d'y arriver et le rôle de chacun. Cette réunion s'est déroulée sur une journée, avec des présentations de Lars Stemmann, Pieter Vandromme et Éric Benoit le matin et sous forme de discussion l'après-midi.

Présentation de Lars Stemmann : le zooplancton en méditerranée

La présentation de Lars Stemmann a consisté en l'introduction à l'écologie du zooplancton et à la manière de l'analyser. L'accent a été mis sur la complexité des réseaux trophiques et la diversité des formes de celui-ci. Cette présentation a notamment souligné le rôle important de deux groupes zooplanctoniques de part leur abondance et leur rôle écologique. Le premier est celui des copépodes, de petits crustacés d'environ 200µm à 2 mm de longueur totale. Ce sont les organismes métazoaires (à plusieurs cellules) les plus abondants en milieu aquatique. De plus ils constituent un lien extrêmement important de la chaîne trophique, se nourrissant du phytoplancton (et aussi du zooplancton) et servant de nourriture aux maillons supérieurs : les crevettes, poissons. Une description des copépodes est disponible sur le site <http://www.obs-vlfr.fr/~gaspari/copepodes>. Le

deuxième groupe zooplanctonique mis en avant est celui des appendiculaires. Il s'agit d'organismes chordés (ébauche de colonne vertébrale à l'état larvaire) de quelques millimètres voir centimètres de long pour les plus grands. Ils sont souvent les deuxièmes en terme d'abondance. Ils se nourrissent de phytoplancton mais aussi de bactéries et détritiques en les filtrant grâce à une logette. Pour plus d'information sur ces organismes voir le site http://www.darse.org/v1/sciences/plan_tuniciers.html. L'étude du zooplancton est actuellement faite au LOV grâce au ZooScan. Il s'agit d'un scanner modifié sur lequel l'on dépose un échantillon de plancton, cet échantillon est ensuite scanné puis un logiciel mesure différents paramètres sur chaque organisme reconnu. Un logiciel de reconnaissance automatique permet ensuite de séparer les copépodes, les appendiculaires, ... Cette reconnaissance automatique est la plus performante (de l'ordre de 90%) pour les copépodes. Il devient donc possible d'avoir une mesure de l'abondance des copépodes ainsi que des paramètres comme la taille pour chacun d'entre eux. Actuellement cette mesure de la taille n'est pas utilisée par les modèles or comme nous allons le voir dans la présentation de Pieter Vandromme, elle est très significative et indispensable à une modélisation biogéochimiques du zooplancton.

Présentation de Pieter Vandromme : l'importance de la taille dans la modélisation du zooplancton

L'information que nous avons du zooplancton est sa structuration en taille. En plus d'être une mesure rapide grâce au ZooScan il s'agit aussi d'une mesure pertinente pour décrire le zooplancton. En effet la taille joue à deux niveaux au niveau individuel : la physiologie et les taux de rencontres. Il est maintenant bien connu que les fonctions physiologiques sont proportionnées à la taille souvent plus fortement qu'à la taxonomie, en d'autres termes, une larve de poisson d'un millimètre de long est souvent plus proche physiologiquement d'un copépode adulte de la même taille que de l'adulte poisson correspondant. On observe donc des relations allométriques qui sont expliquées par la théorie métabolique ou la théorie DEB (Budgets Énergétique Dynamiques). La taille est aussi déterminante pour calculer les taux de rencontre individuels et il existe des formulations de probabilités de rencontres dont la variable est la taille. Ces taux de rencontres déterminent la prédation, le broutage, les accouplements, ... L'exposé de Pieter Vandromme a ensuite présenté la manière d'analyser les données de structure de taille. Elles se présentent sous forme de spectres sur lesquels plusieurs mesures sont envisageables, principalement la pente, l'intercepte, le coefficient de détermination avec un ajustement linéaire, ... à partir de ces mesures des modèles existent afin de calculer des paramètres de l'écosystème tels que la croissance des communautés, le niveau de la production primaire, le nombre de niveau trophiques, ... Il ne s'agit pourtant pas de réels modèles d'écosystème. Peu existent dans la littérature, et même ceux publiés en 2007 semblent incomplets. Il n'y a pas de confrontation aux données, de plus l'incorporation des taux de rencontres et les liens entre le zooplancton et son univers sont mal représentés. Ceci devra, semble-t-il, constituer un travail important durant le doctorat de Pieter Vandromme.

Présentation d'Éric Benoit : un modèle structuré en taille pour la dynamique du poisson

Éric Benoit a publié en 2004, avec Marie-Joëlle Rochet, un modèle de dynamique de population de poisson structuré en taille. Son exposé a consisté en la présentation de ce modèle qui devrait servir de base à un modèle de zooplancton qui sera développé au cours du M2 de Jonathan Rault en collaboration avec l'équipe de Villefranche-sur-Mer. C'est un modèle continu temps-dépendant du spectre de taille-biomasse. Dans ce modèle la prédation est le seul processus qui gouverne le flux d'énergie dans le système car il est la cause d'à la fois la croissance et la mortalité. Comparé à

nombre de modèles de ce genre où le rapport de taille prédateur/proie est une valeur fixe, ici il est distribué, ceci améliore grandement le réalisme du modèle. Ce modèle présente une solution linéaire stationnaire. Des simulations ont ensuite été effectuées afin de montrer l'effet des conditions initiales ainsi que l'effet d'oscillations dans le stock de plancton sur le spectre du poisson. Des perturbations apparaissent alors qui peuvent se stabiliser après plusieurs « mois » ou, dans certains cas, conduire au crash des stocks de poissons. L'influence de la pêche sur la partie droite du spectre a aussi été simulée, montrant que cela affecte plus la courbature et la stabilité du spectre que la pente générale, cependant la pertinence de ce terme semble difficile à isoler des effets numériques du modèle.

Discussion

Des discussions ont pris place dans l'après-midi, ceci a permis d'échanger sur nos différents domaines, notamment de mieux expliquer à l'équipe de l'INRIA le fonctionnement du zooplancton et de l'écosystème pélagique. Cela a aussi permis de prendre certaines décisions sur le déroulement des prochains mois, de la thèse de Pieter Vandromme et du stage de Jonathan Rault. Les principales décisions sont :

- Identification des projets de recherche de Pieter Vandromme (modélisation des spectres de taille en prenant en compte les modèles de physiologie et de taux de rencontres pertinents, travail sur 3 ans) et de Jonathan Rault (adaptation et développement du modèle de Benoit et Rochet (2004) au zooplancton, travail sur 8 mois).
- Création d'un site internet de type CMS (Content Management System) administré par Pieter Vandromme.
- Mise en place d'un agenda de travail comportant notamment une réunion tous les mois environ.
- Mise en place d'une réunion fin mars pour préparer le workshop SIZEMIC (<http://www.sizemic.org>) à Cambridge auquel Éric Benoit et Pieter Vandromme iront.