

UM4EU006 MODÉLISATION		
3 ECTS	<i>Mots clefs</i>	modélisation, équation différentielle, intégration, modèle NPZD, modèle de dynamique de population
M1	<i>Responsables</i>	Sakina-Dorothee AYATA (LOCEAN, Paris)
Paris	<i>Intervenants</i>	Corentin CLERC (LOCEAN, Paris), Jean-Olivier IRISSON (LOV, Villefranche)

Descriptif

Format de l'UE

Modalités d'enseignement

Cette UE se compose de deux cours introductifs incluant des exercices (4h) et de 7 séances de cours-TD sous R (28h). Toutes les séances sont en présentiel.

Modalités d'évaluation

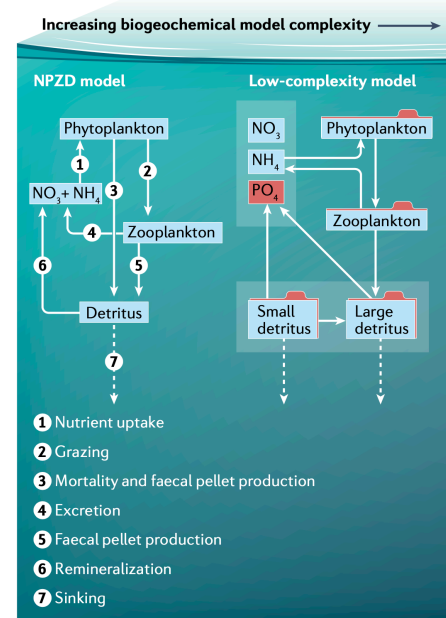
1 séance de TD de mini-projet en binôme, 1 séance de TD avec compte-rendu individuel, et 1 séance de TD avec présentation orale d'un article par trinôme sont évaluées dans le cadre du contrôle continu (CC/50) et un examen final écrit individuel a lieu à la fin de l'UE (examen/50).

Résumé

Le but de l'UE est de proposer une introduction à la modélisation en océanographie biogéochimique et biologique à l'aide de modèles mécanistiques basés sur des équations différentielles. Les principales méthodes d'intégration numériques seront présentées. Les principaux modèles utilisés pour simuler la dynamique d'un écosystème pélagique simple (modèle NPZD, modèle proie-prédateur) seront présentés ainsi que les modèles de dynamique de population (modèle matriciel). Les étudiants développeront le code associé pour réaliser des simulations sur ordinateur. Une lecture d'article est également proposée à la fin de l'UE pour s'entraîner à comprendre un article de modélisation. Le public ciblé est toute étudiante ou étudiant en sciences de la mer pour lui fournir les clés pour comprendre les principes de la modélisation dynamique.

Figure 1 : modélisation de la biogéochimie océanique, avec à gauche un modèle NPZD (Nutriment, Phytoplancton, Zooplancton, Détritus) et à droite un modèle de faible complexité. Chaque variable du modèle est représentée par une boîte, les processus régissant les flux de matières entre ces boîtes sont représentés par des flèches.

Issue de Fennel et al. (2022).



Objectifs d'apprentissage

Au terme de l'UE, l'étudiante ou étudiant sera capable de :

1. Concevoir un schéma conceptuel pour répondre à une question simple et appliquer les exemples vus en cours/TD pour proposer des équations simples permettant de simuler la dynamique de ce système simple (1 à 3 variables d'état).
2. Comprendre et expliquer les équations présentées dans un article de modélisation, identifier les principales hypothèses de ce modèle, et éventuellement les convertir en schéma conceptuel.
3. Énumérer les principales méthodes d'intégration numérique et savoir les expliquer.

4. Coder un modèle simple, simuler sa dynamique sur l'ordinateur et interpréter les sorties d'un modèle numérique.

Prérequis

- Connaissances de mathématiques de terminale générale avec spécialité maths et/ou option « maths expertes » ou « maths complémentaires » (ou équivalent) : savoir étudier une fonction, en particulier savoir la dériver, faire un tableau de variation de cette fonction, connaître la notion de dérivation.
- Des bases en programmation et algorithmiques sont souhaitables (boucle « for », manipulation de tableaux, avoir déjà codé dans un langage de programmation).
- Des bases en algèbre linéaire sont un plus, mais non indispensables (notion de matrice)
- Connaître la notion d'intégration est un plus, mais non indispensable.

Bibliographie

- Auger P, Lett C & Poggial JC (2010) Modélisation mathématique en écologie. Cours et exercices corrigés. IRD Éditions/Dunod.
- Soetaert K & Herman PMJ (2009) A Practical Guide to Ecological Modelling. Using R as a Simulation Platform. Springer.
- Franks PJ (2002) NPZ models of plankton dynamics: their construction, coupling to physics, and application. *Journal of Oceanography*, 58(2), 379-387. <https://doi.org/10.1023/A:1015874028196>
- Fennel, K., Mattern, J.P., Doney, S.C. et al. (2022) Ocean biogeochemical modelling. *Nat Rev Methods Primers* 2, 76. <https://doi.org/10.1038/s43586-022-00154-2>

Fonctionnement

L'organisation de l'UE est la suivante :

- Cours d'introduction à la modélisation des écosystèmes marins avec exercices (2h)
- Cours d'introduction à l'intégration numérique et application à des modèles simples avec exercices (2h)
- Séance de cours-TD sur l'intégration numérique et la programmation d'un modèle simple (croissance exponentielle, logistique) avec R (3h)
- Séance de cours-TD (analyse mathématique et programmation) sur les modèles proie-prédateur type Lotka-Volterra avec R (4h)
- Séance de cours-TD (programmation) sur les modèles NPZD (Nutriment, Phytoplancton, Zooplankton, Détritus) (4h)
- Séance de cours-TD (programmation) sur les modèles NPZD avec advection et diffusion par les courants en une dimension (1D) (4h)
- Séance de TD (programmation) sur un mini-projet à réaliser par binôme (complexification d'un modèle NPZD) (4h)
- Séance de cours-TD (programmation) sur la modélisation de la dynamique des populations structurées (4h)
- Séance de cours-TD (lecture d'article et présentation orale) sur les modèles de dispersion larvaire (4h)

NB : Ce document est indicatif. Les détails du contenu et de la forme des enseignements et des évaluations peuvent évoluer d'une année à l'autre.