Université de Bretagne Occidentale

MASTER BIOLOGIE

PARCOURS SCIENCES BIOLOGIQUES MARINES (SBM)

semestre 9 Biologie SBM

Spécialité "Quantitatif"

16 crédits ECTS

Interactions physique-biologie

Présentation

Ce cours vise à donner les clés permettant de suivre les exposés de plus en plus nombreux sur la problématique des interactions physique-biologie, autant pour les physiciens que pour les biologistes. Les étudiants amélioreront leur compréhension de l'interdisciplinarité et leur perception de l'océanographie et apprendront comment mettre en œuvre ces concepts dans le cadre de leurs propres recherches.

4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 16h
Travaux Pratiques : 6h

Objectifs

> Donner une vision pluridisciplinaire de l'océan, focalisée sur les interactions entre les processus physiques et biologiques
> Balayer une large bande spectrale en temps et en espace, allant de l'échelle des bassins océaniques jusqu'à la fine échelle à laquelle évoluent les organismes marins
> Associer étudiants de Physique et de Biologie, en incitant le travail en binômes/groupes mêlant ces deux disciplines

Pré-requis nécessaires

> Notions de programmation scientifique
> Notions de bases d'océanographie Physique (courants, mélange turbulent, couche mélangée) et Biologiques (écosystèmes, producteurs primaires et secondaires, interactions proie-prédateur)

Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Utiliser et développer des outils d'analyse / modélisation dans des langages de programmation adaptés à la problématique
> Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes
> Caractériser la structure et la dynamique spatio-temporelle des communautés et des écosystèmes (biodiversité, interactions biotiques, etc)
> Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Utiliser les traceurs biogéochimiques, les indicateurs écologiques et des outils de modélisation

Descriptif

L'enseignement se fait sous forme de cours, de travaux sur PC notamment à l'aide de différents modèles numériques simples, et de lectures d'articles sous forme de projets bibliographiques.

Détail du contenu :

> Fonctionnement des écosystèmes dans les couches de surface de l'océan : autour de la production primaire et des écosystèmes pélagiques. Approche s'appuyant sur les observations satellitaires permettant de donner les bases concernant la production primaire, l'utilisation de la lumière et le lien avec les structures physiques observées.
> Notions de couplage Physique-Biologie.
> Structure verticale de l'océan ouvert : turbulence et couche de mélange océanique - dynamique verticale du plancton. Approche individu centré (Individual Based Model) et modèles Lagrangiens.
> Propagation de la marée dans les écosystèmes peu profonds.
> Etudes de cas : Fronts - « Plankton patchiness » - Top predators et biologing

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	

Modélisation des systèmes biologiques

Présentation

Cette UE vise à former les étudiants à la conceptualisation, la construction et l'utilisation de modèles mécanistes basés sur des équations différentielles en biologie et écologie.

4 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 32h

Objectifs

> Conceptualiser le fonctionnement d'un système biologique
> Transcrire ce fonctionnement conceptualisé en équations différentielles
> Intégrer des équations différentielles ce dans le cadre de modèles mécanistes pouvant être appliqués à différents niveaux d'intégration (individu, population, communauté, écosystème)
> Mettre en oeuvre - de manière pratique - ce modèle sous la forme d'un code/programme numérique de résolution d'équations différentielles

Pré-requis nécessaires

> Notions de base en mathématiques et en langages de programmation (e.g. R, ou Matlab, ou Python)
> Connaissances de base en biologie (biologie cellulaire, biologie moléculaire, écologie, statistiques)
> UEs Communautés et écosystèmes S7, Traitement des données biologiques S7, Océanographie Physique S7, Pratiques analytiques S8 (ou UEs équivalentes)

Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre et synthétiser le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Utiliser les traceurs biogéochimiques, les indicateurs écologiques et des outils de modélisation

Descriptif

L'enseignement se fait en deux temps : un premier temps sous forme de TD en salle informatique et combine enseignements transmissifs et mise en pratique sur un logiciel de programmation; un seconde temps de mini-projet réalisé en binôme. Dans un premier temps, les TDs comprenant :

> Mise en application de schémas d'intégration numériques sur un logiciel de programmation (Python, Matlab)
> Les bases de la conceptualisation d'un modèle de système biologique/écologique (définition des limites du système, notions de variables d'états, de flux/transferts, de conditions initiales, etc), et mise en équations.
> Mise en oeuvre de modèles écologiques simples type NPZ
> Introduction à la Théorie des "Dynamics Energy Budgets" (DEB)

Dans un second temps les binômes choisissent un article de modélisation et doivent :

> Analyser l'article pour en extraire les équations différentielles, et les paramètres
> Réaliser, en langage informatique, un programme permettant d'intégrer des ces équations différentielles
> Identifier la question, (ou une des questions), posée dans l'article, voire une question proposée par le binôme, et y répondre au travers de simulations à l'aide du modèle réalisé précédemment.
> Synthétiser la construction du modèle, et la réponse à la/aux question(s) posées dans un rapport

Bibliographie

Hastings, A. (Ed.). (2013) *Population biology: concepts and models*. Springer Science & Business Media

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Ecrit - rapport		2/3	
	CT	Oral - exposé	15	1/3	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	

Ecologie numérique

4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 12h
Travaux Pratiques : 10h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - rapport		100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	

Modeling for the conservation of marine megafauna

Présentation

4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Pratiques : 20h

The marine megafauna is not a taxonomically defined group, as it includes sea mammals, birds, reptiles, large fish and elasmobranchs. Marine megafauna species are large vertebrates that depend on marine food resources. These mobile species are generally at the top of their trophic food webs and have none or few predators. Our perception of marine megafauna as a coherent group is based on ecological similarities and shared conservation issues. These species are exposed to a myriad of threats and generally show limited resilience due to their intrinsic life history traits such low fecundity rates and high longevity, which often limit the capacity of collapsed populations to quickly recover. Consequently, they share common conservation challenges, and their current conservation status often results from pressures of the last century cumulated with current pressures.

Marine megafauna are a key element of many marine conservation strategies. Large marine vertebrates are generally used as flagships to mobilize society at large on conservation issues. They can function as umbrella species due to their large home ranges and high trophic level. Conservation measures focusing on marine megafauna often benefit lower trophic level species, positively impacting marine habitat protection. They also have the potential to act as sentinel species and inform the ecological status of other less visible compartments of marine ecosystems. Focusing on marine megafauna as a target of conservation strategies is thus rational and ecologically motivated.

However, despite their large body size, marine megafauna can be very elusive, undermining our ability to document crucial parameters for effective conservation such as population size (abundance), distribution, or vital rates (fecundity, survival or mortality). The presence or absence of a species across a set of spatial units is a fundamental concept in ecology, conservation biology and wildlife management (e.g., species range or distribution changes, habitat use, resource selection functions). An important sampling issue, however, is that a species may not always be detected when present at a spatial unit. Unaccounted for, 'false absences' can lead to misleading inferences about patterns and dynamics of species occurrence, and the factors that influence them. Similarly, abundance and population vital rates (mortality, breeding frequency, dispersal among habitat 'patches' or suitable areas) are fundamental quantities required to address questions about population dynamics and assess population 'health' state. Imperfect detectability of individuals during sampling sessions can also plague inferences about patterns and processes underlying population dynamics.

Objectifs

This course will cover the design of sampling protocols and the modeling of species occurrence and population processes in marine megafauna in classical situations where the detectability of species or individuals is imperfect, with a particular emphasis on marine mammals and seabirds. The course will address the estimation of quantities needed in the modeling effort, and the application of these estimates and models to monitoring and conservation problems. Students will be introduced to the models through worked examples, with a particular emphasis on state-of-the-art inference techniques in the Bayesian framework. The main pieces of software that will be used are R, JAGS or NIMBLE (to fit models to real-life datasets and estimate parameters of interest). All models that will be detailed fall under the umbrella of 'hierarchical models' with latent parameters separating population and observation processes. The conceptual and philosophical foundations of such models will be briefly detailed to enable users to build a subsequent in-depth understanding with regular practice.

Pré-requis nécessaires

- Knowledge of the R language
- Bases in statistical theory and Generalized linear models
- Bases in population dynamics

Compétences visées

- Formalize demographic processes governing population fluctuations in situations of anthropogenic pressures and environmental variation
- Develop models for population size to address population trajectory under different scenarios of global change
- Use quantitative methods to model processes operating at the population level.
- Use statistical theory to design monitoring programs, population and occupancy models, and to draw inferences about model parameters; quantitative ecology skills

- Use and develop analytical tools in programming languages that are relevant to the question
- Use statistical theory to design monitoring programs, population and occupancy models, for decision making in conservation biology, and to draw inferences about model parameters; quantitative ecology skills
- Critically address interactions between human beings and marine ecosystems (global change, species interactions, ecosystem services)
- Use reproducible research methods
- Contextualize and write scientific results in formats relevant to knowledge transfer or to teaching

Descriptif

This course will cover the design of sampling protocols and the modeling of species occurrence and population processes in marine megafauna in classical situations where the detectability of species or individuals is less than one, with a particular emphasis on marine mammals and seabirds. The course will address the estimation of quantities needed in the modeling effort, and the application of these estimates and models to monitoring and conservation problems. Students will be introduced to the models through worked examples, with a particular emphasis on state-of-the-art inference techniques in the Bayesian framework. The main software that will be used is R (to handle data) and JAGS (to fit models to real-life datasets and estimate parameters of interests). All models that will be detailed fall under the umbrella of 'hierarchical models' with latent parameters. The conceptual and philosophical foundations of such models will be briefly detailed to enable users to build a subsequent in-depth understanding with regular practice.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Ecrit - rapport		100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit et/ou Oral	60	100%	