

Modélisation de la Croissance Logistique de la Biomasse

BADJI Mohamed

ED-ST / CEA-MITIC

Colloque des Doctorants, 2025

Objectifs

- ▶ Présenter une progression du modèle de croissance de la biomasse : de l'exponentiel au logistique stochastique.
- ▶ Justifier la double écriture de la variation de biomasse dans les modèles discrets.
- ▶ Mettre en lien les approches analytique (EDO) et discrète (modèle pas à pas journalier).
- ▶ Proposer une extension du modèle logistique avec facteurs environnementaux.

Méthodologie

- Résolution analytique de l'équation logistique classique :

$$\frac{dB}{dt} = rB \left(1 - \frac{B}{K} \right)$$

- Passage au modèle discret journalier basé sur les travaux de Monteith, Brun et Bayol.
- Introduction d'un modèle stochastique :

$$\delta B_j = f(\dots) \cdot (1 + b_j), \quad b_j \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2)$$

- Incorporation des variables climatiques : température, rayonnement, etc.

Résultats

- ▶ Justification de la double écriture de la variation de biomasse.
- ▶ Passage rigoureux du modèle continu au modèle discret.
- ▶ Extension environnementale cohérente avec les dynamiques observées.

Perspectives

- ▶ Développement d'un modèle spatialement explicite.
- ▶ Intégration de données satellitaires (NDVI, SPEI).
- ▶ Préparation d'un article scientifique (exemple souhaité pour structuration).
- ▶ Participation au colloque pour retour critique et échanges.

Proposed Title

Modeling Plant Biomass Growth under Environmental Constraints : An Analytical, Stochastic and Simulation-Based Approach

Résumé

Dans un contexte de changements climatiques affectant fortement les rendements agricoles, il devient crucial de mieux modéliser la croissance de la biomasse végétale en intégrant les contraintes environnementales. Ce travail propose une progression rigoureuse depuis le modèle exponentiel de Malthus vers une formulation logistique déterministe, puis vers une extension stochastique permettant de capturer l'effet des aléas environnementaux. Nous justifions les différentes écritures de la variation de la biomasse en nous appuyant sur des preuves analytiques et des considérations écophysiologiques.

Résumé (suite)

En intégrant des variables environnementales clés (température, rayonnement photosynthétiquement actif, précipitations, etc.) dans les paramètres du modèle (taux de croissance et capacité de charge), nous développons une version discrète du modèle simulée à pas de temps journalier, en lien avec les données climatiques. Cette approche permet de faire le pont entre modélisation mathématique et simulation numérique, et ouvre des perspectives d'intégration dans des systèmes de prévision alimentés par des données satellites et des algorithmes d'apprentissage automatique.

Résumé (conclusion)

Ce travail s'inscrit dans une perspective interdisciplinaire alliant mathématiques, écologie, modélisation environnementale et data science. Il constitue une première étape vers des outils de diagnostic et de prévision à l'échelle de la parcelle agricole ou du paysage.