

2SC5292 - Système de support de vie pour le spatial

Responsables : **Hervé DUVAL**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE PARIS - SACLAY**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **40**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **24**

Année académique : **2024-2025**

Niveau avancé : **non**

Présentation, objectifs généraux du cours :

L'enseignement Système de support de vie pour le spatial est l'un des 3 Enseignements d'Intégration (EI) qui concluent la Séquence Thématique n°5 (ST5) Commande de bioprocédés pour l'environnement et les biofabrications.

L'Agence spatiale Européenne (ESA) développe un système de support de vie biorégénératif permettant aux astronautes de vivre de façon autonome, sans ravitaillement de la Terre, lors de missions spatiales de longue durée. Cet enseignement d'intégration porte sur le bioprocédé qui permet de régénérer l'atmosphère de l'habitable. Il s'agit d'un photobioréacteur mettant en œuvre des microalgues qui consomment le CO₂, produisent O₂ et des compléments nutritifs.

L'objectif est de modéliser et dimensionner le photobioréacteur pour 5 astronautes en autonomie totale pendant 1000 jours, assurer le contrôle de la production en O₂ via le transfert de lumière pour des critères ALISSE raisonnables (en lien avec la fiabilité de fonctionnement, la sécurité et les risques pour l'équipage, le taux et l'efficacité du recyclage, les activités requises pour l'équipage, la consommation d'énergie, l'encombrement et la masse du système).

Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

ST5

Prérequis :

Il n'y a pas de prérequis spécifique.

Plan détaillé du cours (contenu) :

- Suivi de culture de microalgues et caractérisation de la cinétique de croissance
- Pré-dimensionnement du photobioréacteur
- Modélisation multi-physique du photobioréacteur
- Implémentation du modèle sur Simulink
- Implémentation du couplage physique entre le photobioréacteur et l'habitable
- Stratégie de commande du photobioréacteur
- Implémentation de régulation sur Simulink
- Tests de robustesse
- Optimisation du dimensionnement et de la régulation

Déroulement, organisation du cours :

Cette activité pédagogique est de type Problem solving. Elle permet de se confronter au caractère multiphysique des bioprocédés, en mettant en œuvre les concepts introduits dans le cours spécifique de génie des procédés et dans le cours commun d'automatique.

L'enseignement est programmé sur une semaine "bloquée". Il commence par une demi-journée de lancement de projet. Pendant la semaine, les étudiants travaillent par groupes de 4, encadrés par une équipe d'enseignants-chercheurs des laboratoires LGPM (génie des procédés) et L2S (automatique). Chaque groupe aborde les différentes facettes de la démarche de modélisation et de contrôle d'un bioprocédé et se familiarise avec la culture cellulaire dans le cadre de travaux pratiques.

Des points d'avancement seront réalisés quotidiennement : mise en commun des informations, apport méthodologique, compléments de cours. La semaine se termine par une séance de restitution l'après-midi du dernier jour devant des ingénieurs de l'ESA.

Organisation de l'évaluation :

L'évaluation prendra en compte : l'assiduité individuelle, l'implication du groupe, la pertinence du modèle multiphysique, la stratégie de contrôle-commande, le dimensionnement optimal proposé, la présentation orale, le rapport.

Moyens :

Equipe enseignante : H. Duval (PR, CS, Département MEP, LGPM), S. Tebbani (PR, CS, Département MEP, L2S), B. Taidi (PR, CS, Département MEP, LGPM)

Taille de l'effectif : 30

Outils logiciels et nombre de licence nécessaire : Matlab Simulink (30)

Salles de TP (département et capacité d'accueil) : salle de culture cellulaire (LGPM)

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

A l'issue du cours, les étudiants seront capables de :

1. dimensionner un bioréacteur ;
2. établir un modèle multiphysique en agrégeant des connaissances provenant de champs disciplinaires différents (biologie, génie des procédés, science des transferts) ;
3. établir une stratégie de commande de bioréacteur ;
4. avoir un regard critique sur un modèle et tester sa robustesse ;
5. déterminer expérimentalement la vitesse de prolifération d'une souche de microorganismes ;
6. présenter de façon structurée et argumentée une démarche complète d'automatique intégrant modélisation, observation et contrôle-commande.

Description des compétences acquises à l'issue du cours

:

C1. Analyse, design, and implement complex systems made-up of scientific, technological, social, and economic dimensions

C2. Acquire and develop broad skills in a scientific or academic field and applied professional areas

C4. Create value for for companies and clients

C6. Advance and innovate in the digital world
C7. Strengthen the Art of Persuasion

Bibliographie :

Diapositives des différentes présentations, articles scientifiques et techniques seront fournis lors du cours.