

PROGRAMME INGÉNIERIE SYSTÈME APPLIQUÉE AU SPATIAL

Responsable pédagogique

Directeur adjoint du CSUG

Erik Kerstel : erik.kerstel@univ-grenoble-alpes.fr

Contact administratif

Direction de la Formation Continue et Apprentissage

Laura di Ruzza : laura.di-ruzza@univ-grenoble-alpes.fr | 06 43 24 54 73



MODULE 1

COURS DE TECHNIQUES SPATIALES

8 SESSIONS DE 3H (TOTAL 24H)

1a - Introduction : Environnement spatial (Erik Kerstel, 1,5h)

Gestion thermique, vide, micropesanteur, radiation, vibration & accélération, interférence E-M ; Développement sur longue durée, grandes équipes, organisation, complexité, couts, ...

1b - Introduction : Ingénierie spatiale (Mylene Bouzat, ALAT, 1,5h)

Introduction à l'Ingénierie système, à l'ECSS, et aux référentiels normatifs du spatial, Assurance de Qualité.

2a - Gestion de projet (André Debus, CNES, 1,5h)

Développement, organisation et gestion de projet spatial.

2b - Vérification et tests niveau produit (André Debus, CNES, 1,5h)

Ingénierie système. L'organisation d'un projet spatial : La phase AIT : Assemblage, Intégration et Test.

3a - Les outils d'ingénierie concourante (Thierry Sequies, 1,5h)

Développement et élaboration de bilans masse, puissances, données, liaison. Ces bilans font intervenir les différentes compétences des équipes spécialisés et l'interconnexions des résultats.

3b - Introduction : Orbitographie (Mathieu Barthelemy, 1,5h)

Introduction terminologie, définitions, les outils du CNES.

4 - Thermique spatiale (Jean-Michel Niot, 3h)

Pourquoi faire des études thermiques ?, le satellite dans son environnement, comment réguler un équipement, modélisation thermique, les éléments du contrôle thermique, cas de calcul et marges, exemple de dimensionnement, les essais thermiques, plan de développement.

5 - Architecture mécanique (Jean-Michel Niot, 3h)

Pourquoi faire des études mécaniques ?, les environnements mécaniques, déroulement d'une analyse mécanique, modélisation éléments-finis, quelques exemples particuliers (liaison vissée, liaison collée, mécanisme), quelques règles de conception, les essais mécaniques, plan de développement.

6 - Systèmes électroniques (Jean-Renaud Meyer, CNES, 3h)

Architecture plateforme et charge utile. Block diagrammes. Systèmes : énergie, contrôle d'attitude et d'orbite, ordinateur de bord, RF, etc. Radiocommunications et liaisons bord/sol.

MODULE 1

COURS DE TECHNIQUES SPATIALES

8 SESSIONS DE 3H (TOTAL 24H)

7a - Communication radiofréquence (Emil Novakov, 1,5h)

Les communications radio avec un satellite pendant sa mission : dans la pratique, quel matériel et quels logiciels utiliser ? Quel mode opératoire ? Quels sont les incidents les plus courants et comment réagir ? Illustrations avec des cas réels d'une mission CSUG.

7b - Le NewSpace, Space 4.0 (Mathieu Barthelemy, 1,5h)

De spatial traditionnel au NewSpace : quels changements ? Cadre programmatique des grandes agences spatiales & prospectives. Problématiques de pollution de l'espace et management des débris

8a- Capteurs optiques : principes (Joel Vaillant, Teledyne, 1,5h)

Historique et premiers capteurs embarqués (petite histoire du site de Saint-Egrève). Rappel des objectifs de l'observation de la Terre. Comment fabriquer des capteurs à haute fiabilité pour le spatial (aspect industriel) ? La tenue aux irradiations : indispensable pour le spatial. Capteurs CCD (principes de fonctionnement, évolution des technologies et des capteurs, les 3 grandes familles barrettes / matrices / TDI, l'enjeu de l'aminci ...). Pourquoi les CMOS ? Capteurs CMOS (principes de fonctionnement, évolution des technologies et des capteurs). Les COTS pour le spatial (avantages et inconvénients...).

8b- Composants électroniques face aux radiations cosmiques (Rodrigo Possamai Bastos, 1,5h)

L'environnement radiatif spatial est connu pour dégrader la fiabilité des composants électroniques et des systèmes numériques. Nous présentons une introduction aux effets des radiations sur les composants microélectroniques et systèmes numériques d'un satellite, les techniques matérielles utilisées pour mitiger ces effets ainsi que les méthodes et tests mis en place pour les évaluer en utilisant des outils de simulation de faute et des accélérateurs de particules. Des résultats expérimentaux des tests et d'un système numérique UGA/TIMA en orbite depuis juin 2019 seront présentés.

Organisation

8 séances pour salariés à la fin d'une journée fixe par semaine (jeudi 16-19h).

Évaluation

Dossier (~15 pp, 50%) et soutenance (50%). Thème : Définir une mission.

Cours 24 hCM + Soutenance 3 hCM = 27 hCM = 40,5 hTD

MODULE 2

ENJEUX ÉCONOMIQUES, LÉGISLATIFS, SOCIÉTAUX ET SCIENTIFIQUES

1 - Météo de l'Espace (Lionel Biree, Elios-Space, 3h)

La météo et la surveillance de l'espace : Mécanismes, modélisation, observations, impact sociétal et économique.

2 - La législation internationale et la loi sur les opérations spatiales (Jean-Christophe Videlin, 3h)

Introduction aux grands principes juridiques relatifs à l'encadrement des missions spatiales en France et à l'international dans le contexte du NewSpace, ainsi que les divers enjeux économiques qui en découlent, tels que l'appropriation de l'espace extra-atmosphérique et l'utilisation de l'espace circumterrestre. L'accent sera plus particulièrement mis sur la récente privatisation des activités spatiales et sur le rôle des nouveaux acteurs inhérents à cette privatisation vis-à-vis des agences spatiales nationales, notamment dans des logiques de financements publics-privés.

3 - Définition de missions (Mathieu Barthelemy, 3h)

Comment définir une mission en fonction d'une application. Traiter à travers un exemple, la définition d'une mission dans la Phase 0, à partir d'un objectif scientifique.

4a - Retours d'expériences (Thierry Sequies, 1,5h)

Un retour sur les différents projets du CSUG.

4b - Earth Observations : Interaction onde/matière (Ghislain Picard, 3h)

Les principes à la base de la télédétection.

5 - Domaines d'application : Earth Observations (Ghislain Picard, 3h)

Tour des multiples applications de la télédétection en observation de la Terre: atmosphère, océan, biosphère, hydrologie, cryosphère, hydrologie, agriculture, urbanisation, pollution, géologie et géophysique, ...

MODULE 2

ENJEUX ÉCONOMIQUES, LÉGISLATIFS, SOCIÉTAUX ET SCIENTIFIQUES

6 - Aspects techniques du traitement de données. Grands principes : compression, calibration, bruit, incertitudes, niveaux/hiérarchie (Mauro Dalla Mura, 3 h)

Introduction à l'imagerie hyperspectrale : challenges et opportunités. Analyse d'images hyperspectrales : classification automatique et dé-mélange spectrale. Session pratique sur la classification d'images hyperspectrales.

7 - Quelles utilisations commerciales pour les données Obs. Terre ? (David Gal-Regniez, Minalogic Pole Numerique, 3h)

Discussion des diverses applications des données de l'observation de la Terre et leurs commercialisation.

8 - Économie et marché du spatial (Yannick Juanico, ALAT, 3h)

Chiffres clefs et macroéconomie du spatial. Principaux acteurs du marchés privés institutionnels. Enjeux géopolitiques du spatial.

Évaluation

Dossier (15 pp) et soutenance.

27 hCM (24 hCM + 3 hCM de soutenance)

MODULE 3

PROJETS EN LEARNING-BY-DOING (OU “PROBLEM-BASED LEARNING”)

Les stagiaires interviendront sur un cas concret dans une logique d'apprentissage par la pratique.

Il sera nécessaire/préférable d'avoir complété le module 1 avant de pouvoir commencer le module 3.

Au choix :

- 7 séances de 3h (21h) + 1 stage d'une semaine à temps complet (35h) + revue (3h) soit 59h,
- OU
- 8 séances de 7h (56h) + revue (3h), soit également 59h

Encadrants en fonction des projets

Peut-être étalé sur une période plus longue que 7-8 semaines en fonction des disponibilités des stagiaires.

Participation à un projet de développement d'instrument spatial du CSUG.

Participation aux points clés et revues.

Évaluation

Évaluation : Rédaction d'une fiche technique et prestation orale lors de la revue.

ÉVALUATION

Module 1

Dossier de définition d'une mission (~15 pp, 50%) et soutenance (50%).

Thème : Conception et analyse préliminaire d'une mission spatiale. Définition des objectifs scientifiques, analyse orbitographique, architecture système, plan de développement.

Module 2

Dossier d'analyse d'une mission (~15 pp, 50%) et soutenance (50%).

Thème : Un service de vente de données (exemple imposé ; par exemple, détection de feu). Comment construire la mission avec les avantages New Space. Quelles données mises à disposition (format, capteurs, calibration,...). Comment les diffuser (communication) et les mettre à disposition (business plan).

Module 3

Rédaction d'une fiche technique (50%) et prestation orale lors de la revue de la mission (50%).

Note globale

Moyenne des notes des trois modules.

Certification

Admission des trois modules (note ≥ 10 pour chacun des trois modules).