

3GS3130 - Intégration des systèmes humains

Responsables : **François CLUZEL , Marija JANKOVIC , Guy-André BOY**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

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

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **30**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **21**

Année académique : **2024-2025**

Niveau avancé : **non**

Présentation, objectifs généraux du cours :

Ce cours est basé sur la conception anthropocentrée (HCD) et la pratique associée dans le développement de prototypes virtuels qui nécessite une tangibilité opérationnelle progressive vers l'intégration homme-système (HSI). Il introduit la flexibilité dans la conception et les opérations, la tangibilité des systèmes à forte intensité logicielle, le HCD virtuel, les systèmes complexes de plus en plus autonomes, les facteurs humains et l'ergonomie des systèmes sociotechniques, et l'intégration anthropocentrée des systèmes de systèmes. Ce cours introduit une approche systémique fondamentale du HSI, en termes de maturité, d'autonomie, d'équipe humains-machines, d'organisations complexes et de gestion du changement, en particulier dans les organisations à forte composante numériques.

Ce cours est donc une introduction approfondie au HSI qui associe le HCD à l'ingénierie des systèmes afin d'intégrer les connaissances, les méthodes et les outils humains et organisationnels pour répondre aux exigences menant à des systèmes sociotechniques performants. Il est organisé en deux parties : (1) HSI : gestion de la complexité des technologies, des organisations et des personnes ; et (2) conception centrée sur l'homme de systèmes à autonomie croissante. L'objectif principal est de fournir des connaissances nécessaires et suffisantes en matière de HSI et d'organiser des activités de développement de cas d'utilisation réels avec un soutien industriel externe.

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

SM11

Prérequis :

Aucun prérequis en plus des disciplines de bases des sciences de l'ingénieur.

Plan détaillé du cours (contenu) :

1. Intégration humains systèmes : Gérer la complexité de la technologie, des organisations et des personnes

Programme des cours sur 12 HPE + 6 HEE supplémentaires :

a. Introduction à la conception et à la gestion de l'intégration humains systèmes (IHS) [1 HPE]

b. Ingénierie cognitive (modélisation de l'humain pour l'évaluation des problèmes humains) - analyse des fonctions cognitives

- modélisation structure-fonction incluant les humains - théories des systèmes naturels et artificiels [3 HPE].

c. Conception et gestion de l'organisation et analyse de la complexité des systèmes sociotechniques - ingénierie agile des systèmes et les facteurs humains associés [2 HPE]

d. Conception basée sur des scénarios, modélisation et simulation humains dans la boucle (analyse

de l'activité) - tangibilité physique et figurative - jumeaux numériques [3 HPE]
e. Exercices IHS (conception participative, évaluation formative...) [2 HPE + 6 HEE supplémentaires]
f. Examen de mi-parcours (écrit) [1 HPE]

2. Conception de systèmes autonomes anthropo-centrés
Programme des cours sur 9 HPE + 9 HEE supplémentaires :

- a. Évolution de l'automatisation - coopération, délégation et confiance entre les humains et les systèmes [1 HPE].
- b. Autonomie : définitions, discussions et synthèse - modèles et métriques - équipes d'équipes [2HPE]
- c. De l'automatisation rigide à l'autonomie flexible (niveaux d'autonomie) - évaluation et certification [2 HPE]
- d. Un cas concret (un des trois) [2 HPE + 9 HEE supplémentaires]

1 : tour de contrôle aérienne virtuelle (éventuellement avec CS Group/Sopra-Steria)

2. IHM modélisée pour l'automatisation des chemins de fer (éventuellement avec la SNCF)

3 : combat aérien (éventuellement avec Thales et l'armée de l'air et de l'espace française)

4 : système de santé avec les médecins au centre

5 : télérobotique (éventuellement avec TotalEnergies)

6 : maintenance aéronautique (éventuellement avec Safran)

7 : jumeau numérique pour l'intégration du retour d'expérience (éventuellement avec TotalEnergies)

e. Examen final (écrit et oral) [2 HPE]

Déroulement, organisation du cours :

- Dans la séquence de (a) à (f) de la première partie, l'item (d) consiste à énoncer le problème, les 6 HEE supplémentaires sont consacrées aux devoirs pour résoudre les problèmes des exercices, et la deuxième HPE à examiner la résolution des problèmes et les solutions des élèves.
- Dans la séquence de (a) à (e) de la deuxième partie, l'item (d) consiste à résoudre le(s) problème(s), les 9 HEE supplémentaires sont consacrés au travail à domicile pour traiter le cas réel choisi - éventuellement un travail pourrait être effectué avec un partenaire industriel lié au cas, et la deuxième HPE pour examiner la résolution de problèmes et les solutions des élèves. L'examen final se présente sous la forme d'un rapport écrit soumis quelques jours avant une présentation orale des solutions du cas réel.
- L'examen de mi-session est un examen formel qui teste l'acquisition des connaissances.
- Notez que des exposés supplémentaires sur invitation peuvent être donnés par les partenaires industriels (ils peuvent être soit obligatoires et remplacer 1 HPE chacun, soit supplémentaires mais fortement recommandés).

Organisation de l'évaluation :

Évaluation (Modalités et pondération de chaque évaluation dans la note finale : examen à mi-parcours, examen final oral (présentation de projet), examen final écrit (rapport de projet)) : L'examen de mi-parcours sera noté en fonction des résultats obtenus sur une épreuve écrite. L'examen final sera noté avec 50% sur la qualité du rapport écrit et 50% sur la présentation orale des travaux réalisés sur un cas réel.

Moyens :

Équipe pédagogique : Guy André Boy et ses collègues du domaine HSI

Volume des laboratoires (autour des étudiants) : utilisation éventuelle de DIGISCOPE

Outils logiciels et nombre de licences requises : N/A

Salles de laboratoire (département et capacité) : salle de classe ordinaire

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

À la fin de ce cours, les étudiants seront capables de :

- Prendre en compte les facteurs humains et organisationnels dans la conception de systèmes sociotechniques complexes afin d'améliorer la sécurité, l'efficacité et le confort.
- Connaître et comprendre les grands principes de l'intégration des systèmes humains (HSI) et les appliquer au développement de la conception de systèmes complexes homme-machine.
- Avoir le HSI à l'esprit chaque fois que la conception et le développement de systèmes complexes hommes-machines seront concernés.
- Connaître et être capable d'appliquer les principes de l'IHS et de la simulation humains-dans-la-boucle dans le contexte de la conception de systèmes humains-machines.
- Connaître et mettre en œuvre la flexibilité de la conception et des opérations, la tangibilité dans le HCD virtuel, la maturité et la stabilité sociotechnique dans le contexte de la conception de systèmes critiques pour la vie.
- Connaître et appliquer les principales mesures centrées sur l'humain et l'analyse de la complexité (socio) cognitive dans le contexte de la conception de systèmes humains-machines.

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.

C4 Create value for companies and clients

C6 Advance and innovate in the digital world

C7 Strengthen the Art of Persuasion

C8 Lead a team, manage a project

Bibliographie :

- Human Systems Integration: From Virtual to Tangible, by Guy André Boy, CRC-Taylor & Francis, USA. 2020.
- Orchestrating Human-Centered Design, by Guy André Boy, Springer, USA. 2013.
- Tangible Interactive Systems, by Guy André Boy, Springer, USA. 2016
- Slides of the classes and additional articles on HSI.