

Nom de la TAF : Automatique et Systèmes Cyber-Physiques (ASCy)

Objectifs et ambitions :

La **TAF Automatique et Systèmes Cyber-Physiques** s'inscrit dans le domaine de **l'ingénierie système et le génie automatique**. Grâce à cette culture interdisciplinaire, l'ingénieur de l'IMT-Atlantique pourra **appréhender et concevoir des systèmes dynamiques complexes** quelle que soit leur nature, souvent hétérogène (mécatronique, énergétique, biologique, économique, etc...) ou leur mission, ceci au travers de l'étude de leur comportement dynamique. Ces systèmes complexes, impliquant différents éléments physiques en interaction, et pilotés par une intelligence embarquée répartie sur un réseau d'éléments informatiques se définissent comme des **systèmes cyber-physiques**. De tels systèmes sont historiquement au cœur des secteurs du transport (aéronautique, automobile, ferroviaire), de la production industrielle, mais aussi de plus en plus de l'énergie et la santé.

L'IMT-Atlantique se donne pour mission de former des ingénieurs en prise avec les besoins industriels d'aujourd'hui et de demain, et donc aptes à accompagner les entreprises dans leurs transitions numérique et énergétique, étapes clés pour la nouvelle révolution industrielle impulsée par le concept d'« Usine du futur » ou « Usine 4.0 ». Les systèmes Cyber-Physiques sont un des deux piliers technologiques de cette révolution, et l'ingénierie système est désormais identifiée par les entreprises comme cruciale pour mener à bien les missions de développement d'équipements ou systèmes technologiques, des plus simples aux plus complexes.

La **TAF Automatique et Systèmes Cyber-Physiques** dote l'ingénieur de compétences par essence généralistes, *via* l'enseignement de méthodes transdisciplinaires. Grâce à leur vision globale des systèmes, les ingénieurs seront capables de jouer un rôle clé dans la gestion de projets touchant toutes les étapes : conception, développement, mais aussi mise en œuvre, installation et maintenance. En tant qu'ingénieurs R&D, ils feront valoir leurs compétences au service notamment de la conception, la modélisation et le pilotage de systèmes complexes ; modélisation et simulation pour comprendre son fonctionnement, instrumentation et informatique embarquée pour recueillir, traiter et transmettre en temps réel les informations. Enfin, l'automatique pour concevoir l'ensemble.

Liens avec le profil PGO :

Les ingénieurs formés dans cette **TAF Automatique et Systèmes Cyber-Physiques** seront acteurs du changement numérique (mobilité, usine du futur) et énergétique (mobilité durable, smart grid).

Compétences spécifiques principalement adressées par la TAF :

1. CSDI Math 1 : Modélisation mathématique et Résolution numérique
2. CSDI Math 2 : Modélisation mathématique des transferts
3. CSDI Math 3 : Modélisation de phénomènes aléatoires

4. CSDI PHY 2 : Modéliser un système physico-chimique multi-échelle
5. CSDI AUTO 1 : Pilotage (conduite) des systèmes dynamiques
6. CSDI ELEC 1 : Capteurs, Chaîne de Mesure
7. CSDI ELEC 2 : Expliquer les dépendances et les liens entre matériel et logiciel
8. CSDI Réseaux 1 : Réseaux d'information
9. CST 1 : Poser, analyser, reformuler, structurer
10. CST 6 : Elaborer et mettre en œuvre une vision systémique
11. CST 14 : Concevoir, modéliser et simuler
12. CST 15 : Mettre en œuvre des solutions concrètes

Débouchés :

- métiers à la sortie (50 à 100 mots)
 - Ingénieur R&D dans les transports (intelligents) : *véhicule autonome, mobilité écologique et durable (routier, aéronautique, naval...)*
 - Ingénieur système / mécatronicien : *modélisation, analyse, et dimensionnement de systèmes mécatroniques*
 - Ingénieur consultant en automatique, contrôle / commande : *secteur du transport ou de l'énergie*
 - Chef de projet : *en charge de la conception système / produit*

- entreprises cibles (30 à 60 mots)
 - Secteur automobile : *constructeur (Renault, PSA...), sous-traitants (Valeo Group, Bosch, Continental, Chassis Brake International...)*
 - Secteur aéronautique, aérospatiale, défense : *Airbus, Safran – Snecma, MBDA, EADS, Eurocopter*
 - Secteur ferroviaire : *Alstom, SNCF*
 - Secteur énergétique : *EDF, AREVA*
 - Secteur STIC, Robotique : *ST Microelectronics, BA Systèmes, SoftBank Robotics*
 - Secteur de la santé : *GE Healthcare*
 - Entreprises d'ingénierie et de Conseils : *Siemens-Imagine, Assystem, ACsystème, Sherpa Engineering, Capgemini, Accenture, Alten, Altran...*

Département ou équipe pédagogique porteur de la TAF :

Département Automatique Productique et Informatique, **DAPI**, Campus de **Nantes**

Référents : Fabien CLAVEAU (fabien.claveau@imt-atlantique.fr)

Disciplines du coeur de la thématique :

Modélisation Multi-Physique, Simulation, Automatique, Théorie du Signal et de l'Estimation, Informatique Industrielle

Mots-clés :

Modélisation Multi-Physique, Identification, Contrôle-Commande, Diagnostique, Théorie des Observateurs, Optimisation, Systèmes Intelligents, Implémentation Numérique, Ingénierie Système

Organisation de la TAF :

- Répartition des 8 UE parmi les UE cœur - électives – libres : **4-3-1**
- Effectifs cibles : *entre 10 et 30 élèves, l'idéal se situant à 20 élèves.*
- A priori la TAF n'a pas pour vocation d'accueillir d'autres élèves issus d'un autre cursus.
- Modalités de gestion des pré-requis :
 - Aucun pré-requis autre que les compétences (CSDI et CST) acquises en première année de Tronc Commun
 - L'UE élective UE1 « Méthodologie de commande avancée » devra impérativement être jouée après l'UE cœur UC1 « De la perception à l'action : commande robuste des systèmes dynamiques ».
- Combinaison envisagée avec les TAF
 - TAF 6N « Robotique et Interactions » : *pas d'ordre préférentiel* – interaction forte aboutissant à un profil global très cohérent en termes de compétences scientifiques et techniques. A noter la présence d'UE électives communes.
 - TAF 22B « Systèmes Embarqués et Hétérogènes » : *TAF étoilée à suivre après*
 - TAF 8N « Transitions Energétique et Environnementale » : *pas d'ordre préférentiel*
 - TAF 4N « Ingénierie Nucléaire » : *pas d'ordre préférentiel*
 - TAF 5N « Management de la Performance et du Risque des Systèmes Industriels Complexes » : *pas d'ordre préférentiel*
 - TAF 10B « Observation et perception de l'environnement » : *pas d'ordre préférentiel*
 - TAF 9B « Conception d'Objets Communicants » : *pas d'ordre préférentiel*
 - TAF 1R « Internet des objets pour l'industrie 4.0 » : *pas d'ordre préférentiel*

Modalités de prise en compte des fils rouges de la formation ingénieur IMT Atlantique

- SHS : La TAF Automatique et Systèmes Cyber-Physiques ne propose pas d'UE spécifiquement dédiée au SHS. Ce choix est principalement motivé par le fait que les TAF ciblées pour combinaison et construction de parcours proposent toutes une UE de cœur ou élective labellisée SHS en adéquation avec les préoccupations des ingénieurs que nous souhaitons former. Il est toutefois possible d'utiliser l'UE libre sur un sujet complet de SHS (par exemple sur l'innovation ou l'entrepreneuriat).
- DDRS : Cette TAF à orientation technique ne proposera pas d'UE spécifiquement dédiée au DDRS. Elle articulera cependant la dimension écologique avec l'étude de solutions technologiques à faible impact environnemental (parcimonie énergétique, pollution maîtrisée, etc...) pour lesquelles lois de contrôle-commande et d'estimation peuvent jouer un rôle crucial ; citons à titre d'exemple les questions de mobilité

durable ou d'efficacité énergétique (e.g. hybridation des motorisations, pilotage des bâtiments à énergie positive ou des smart-grids). Ces applications seront traitées au travers des différentes UE, notamment l'UE élective UE2 « Transports Intelligents ».

- **Systèmes en réseau** : Avec la notion de « système de systèmes », cette TAF est en phase avec la problématique des systèmes en réseau. En automatique la modélisation d'un système dit complexe passe souvent par la recherche d'une décomposition en sous-systèmes (dynamiques) interconnectés plus simples à appréhender. Certains cas d'étude rentreront dans cette classification ; pilotage d'un réseau d'énergie, optimisation de la production global d'un champ d'éoliennes... La notion de réseau d'information sera plus précisément abordée, à travers des différents enseignements en Informatique Industrielle (UE électives).
- **Innovation/entrepreneuriat** : Une des ambitions de la TAF Automatique et Systèmes Cyber-Physiques est de former des ingénieurs qui évolueront dans l'univers de la R&D, dans des domaines porteurs de fortes innovations techniques tels que transport, robotique ou bien encore santé. Les compétences acquises sont aussi très recherchées dans le milieu des start-up à haute valeur ajoutée technologique (IoT, robotique...).

Liste des UE cœur

- **UE Cœur 1N-UC1 (Sem1 - UEA) : Modélisation, analyse et simulation des systèmes mécatroniques**
- **UE Cœur 1N-UC2 (Sem1 - UEB) : De la perception à l'action : commande robuste des systèmes dynamiques**
- **UE Cœur 1N- UC3 (Sem1 - UEC) : Identification et estimation des signaux et systèmes dynamiques**
- **UE Cœur 1N-UC4 (Sem2 - UEF) : Mise en œuvre des algorithmes de pilotage ou de diagnostic**

Liste des UE électives

Coloration « Systèmes et Automatique » :

- **UE Elective 1N-UE1 (sem2 - UEG) : Méthodologie de commande avancée**
- **UE Elective 1N-UE2 (sem2 - UEH): Transports intelligents**
- **UE Elective 1N-UE3 (sem2 - UEH) : Optimisation des systèmes cyber-physiques**

Coloration « Systèmes Embarqués » :

- **UE Elective 1N-UE4 (sem2 - UEH) : Systèmes embarqués**
- **UE Elective 1N-UE5 (sem2 – UEG) : Systèmes d'information temps réel et distribués**
- **UE Elective 1N-UE6 (Sem1janv-UED) : Prototypage des systèmes robotisés**