

# Troisième année .

---

**Responsable de programmes : Stéphanie Lisy-Destrez**

**Inspecteurs des études : Serge Quéhan**

**Marie-Françoise Castandet**

---

## **Pourquoi une architecture domaine-profondissement ?**

La formation d'ingénieur SUPAERO compte depuis de nombreuses années parmi les références internationales du secteur aéronautique et spatial, comme l'attestent le niveau et la diversité des carrières et des postes atteints par les ingénieurs qui en sont issus. Cette notoriété est également illustrée par la qualité et la sélectivité du réseau des universités avec lesquelles elle entretient des échanges actifs d'étudiants, réseau comprenant la quasi-totalité des meilleures formations aérospatiales européennes et américaines. Bénéficiant d'un environnement scientifique et industriel exceptionnel, elle se retrouve ainsi tout naturellement au cœur du pôle Aéronautique, Espace et Systèmes Embarqués (AESE), l'un des huit pôles de compétitivité de niveau mondial labellisés par le gouvernement français en 2005.

L'ingénieur SUPAERO s'appuie sur un large spectre scientifique, lui permettant aussi bien de travailler sur les systèmes complexes et les interfaces entre disciplines, qui sont au cœur même des grandes innovations et des métiers aérospatiaux, que de rayonner dans les autres secteurs de l'économie à forte composante technologique : 50% des jeunes diplômés choisissent ainsi de s'orienter en premier poste vers l'automobile, les transports, le conseil, l'informatique, les communications, mais aussi la finance ou l'audit.

Il doit également pouvoir choisir d'approfondir sa maîtrise d'un champ particulier. La complexité et la variété des défis auxquels est confrontée l'industrie aérospatiale l'a conduite, parmi les premières, à redonner une place de choix aux profils experts ; dans plusieurs domaines, les bureaux d'études et les unités de R&D des grandes entreprises comptent désormais une proportion importante d'ingénieurs titulaires d'un doctorat. SUPAERO a délivré près de 600 doctorats depuis trois décennies, en s'appuyant notamment sur le centre de Toulouse de l'ONERA, dont les installations comptent parmi les plus performantes au monde, mais aussi sur un riche tissu de collaborations avec les universités et centres de recherche du pôle toulousain.

Il est donc logique que le profil de formation de la dernière année du cycle ingénieur combine un domaine transversal et un approfondissement scientifique. Cette combinaison vise à répondre à des profils de formation nécessaires dans les industries de haute technologie où l'on demande aux ingénieurs de haut niveau de combiner expertise et polyvalence. Il est apparu que s'il était nécessaire d'asseoir une spécialisation sur un solide tronc commun généraliste scientifique et technique, ce schéma pouvait être amélioré pour permettre aux ingénieurs concernés une évolution rapide et des possibilités de choix de carrière accrues.

Les derniers mois du cycle ingénieur sont consacrés à un stage de projet de fin d'études. Un grand nombre d'élèves de dernière année à SUPAERO choisissent de l'effectuer dans une entreprise du bassin aérospatial toulousain ou de la région parisienne, mais il est également possible de le réaliser à l'étranger pour ceux qui souhaitent renforcer la composante internationale de leur formation.

## Présentation du domaine

### → Qu'est ce qu'un domaine ?

Le domaine est l'ensemble des disciplines, et de leurs relations imbriquées, nécessaires à la réalisation de projets et d'applications dans un secteur industriel et un environnement donnés.

Le domaine se réfère à une structure indissociable d'enseignements, dispensés conjointement au tronc commun de troisième année composé de langues et de management et à l'approfondissement dans une ou plusieurs disciplines.

La liste des domaines et des professeurs responsables est :

Code	Nom de domaine	Professeur Responsable
<b>SAE</b>	Systèmes Aéronautiques	Y. Gourinat
<b>SEM</b>	Systèmes Embarqués	J. Cardoso
<b>SEN</b>	Systèmes Energétiques	A. Carrère
<b>SID</b>	Systèmes d'Information et de Décision	C. Garion
<b>SSP</b>	Systèmes Spatiaux	B. Escudier

Tous nos domaines sont associés à une dénomination de « système ». Il convient d'éclaircir la relation entre domaine et système et examiner pourquoi le domaine est au cœur d'une partie importante de l'enseignement de la troisième année.

### → Préciser le secteur industriel de référence

Les organisations d'un secteur industriel sont constituées de systèmes de production complémentaires, concurrents, parfois antagonistes répartis dans des départements ou services aux fonctions différentes. Ces systèmes peuvent être étudiés sous plusieurs angles, celui du concepteur, celui du réalisateur, celui du gestionnaire.

L'objectif de l'approche systémique des fonctions de production industrielles est de faciliter l'insertion des élèves par une employabilité plus rapidement opérationnelle. En effet, cette approche a pour objet de montrer les relations et interactions des différents acteurs dans leurs mécanismes de coordination.

Il est donc nécessaire dans la présentation de chaque domaine de replacer le système dans son secteur industriel de référence qui doit être cité précisément. La prise en compte des résultats récents de la recherche finalisée et des plans prospectifs des industriels et des agences permettra d'anticiper les tendances futures et de corriger une vision à trop court terme.

## → Le périmètre scientifique et les pré requis

Une fois le domaine et son objet identifiés, il est relativement facile de dessiner le périmètre scientifique concerné. Il faut éviter le double écueil de voir trop large (« tout est dans tout ») et de se concentrer sur une discipline de référence au risque de confondre domaine « système » et approfondissement disciplinaire. Il est important aussi de commencer par citer le périmètre disciplinaire avant de mentionner les pré requis.

Les pré requis d'un domaine doivent en principe se trouver dans le tronc commun scientifique et technique. Si des pré requis jugés indispensables pour atteindre la compréhension minimale du domaine ne figurent pas dans le Tronc Commun, ils seront introduits rapidement afin d'atteindre les objectifs de formation du domaine.

## → Composition du domaine

Le domaine est constitué de 160 heures de cours, petites classes, TP et autres activités programmées obligatoires hors conférences industrielles communes qui s'ajoutent à 150 heures de tronc commun (90 heures de Langues Vivantes et 60 heures de management) et 240 heures pour l'approfondissement, soit un total de 550 heures programmées pour deux trimestres.

Le domaine comprend nécessairement :

- des cours portant sur la définition et le fonctionnement des systèmes de référence
- des cours et des bureaux d'étude de conception des systèmes de référence
- des cours portant sur la sûreté de fonctionnement et sur l'optimisation appliquées aux systèmes de référence

Il comprend généralement certains cours prolongeant les disciplines du périmètre disciplinaire et les appliquant aux systèmes de référence.

Il comprend exceptionnellement et de façon limitée des cours disciplinaires indispensables à la simple compréhension des cours précédents et qui ne pourraient trouver leur place dans le Tronc Commun Scientifique et Technique des deux premières Années.

## Présentation de l'approfondissement

### → Principes généraux

La pluridisciplinarité et l'approche Système de l'approfondissement pourraient conduire à négliger l'expertise scientifique et technique. Ceci serait une grave erreur. Les industriels du Conseil de la formation tout en encourageant l'approche Système nous mettent en garde contre l'abandon de l'excellence scientifique. De nos jours, celle-ci ne peut s'exercer à la fois dans trop de domaines. D'autre part, le volume d'un cours de vingt heures ne suffit pas à une avancée significative vers l'expertise à partir du contenu du Tronc Commun Scientifique et Technique. Enfin, SUPAERO a l'ambition de donner à tous ses étudiants à la fois une formation à l'approche système d'un domaine industriel et une formation à l'expertise dans un domaine technique.

Pour cette raison, SUPAERO prévoit un approfondissement disciplinaire important sur le plan de l'horaire et ciblé sur un champ disciplinaire assez précis. Généralement, ce champ disciplinaire est lié à un ou plusieurs Mastères Recherche (M2R) auquel l'Ecole est cohabilitée et l'étudiant peut obtenir le diplôme de Mastère parallèlement à sa formation d'ingénieur moyennant un travail supplémentaire. Cela permet à un nombre important d'ingénieurs SUPAERO de recevoir une initiation substantielle à la Recherche et à quelques-uns de poursuivre en thèse cette formation.

La pluridisciplinarité nécessaire sera favorisée en jouant sur le principe de complémentarité entre l'approfondissement et la majeure de seconde année.

### → Modalités générales de construction des approfondissements

- Durée : 240 heures
- Ouverture sur le maximum de domaines utilisant effectivement la discipline
- Cours de base dans la discipline en approfondissement du tronc commun
- Cours avancés dans la discipline
- BE ou projets d'application
- Retour en application de la discipline vers le domaine

### → Liste des approfondissements et des professeurs responsables

Code	Nom de l'approfondissement	Responsable de la conception
<b>AE</b>	Aérodynamique	A. Bonnet
<b>AU</b>	Automatique	C. Bérard
<b>IM</b>	Imagerie	E. Zenou
<b>IN</b>	Systèmes Informatiques	C. Garion
<b>IF</b>	Ingénierie Financière	L. Germain
<b>LO</b>	Logistique	A. Haït
<b>AMT</b>	Architecture Mécanique et Thermique des véhicules spatiaux	D. Mimoun
<b>PR</b>	Propulsion	J. Gressier
<b>IP</b>	Physique Spatiale et imagerie	J.-C. Mollier
<b>ST</b>	Structures	J. Morlier
<b>TN</b>	Télécommunications, Navigation	M. Bousquet

## Parcours de formation et projet professionnel.

Le profil de formation présenté dans ce projet combine donc en troisième année un domaine transversal et un approfondissement scientifique. Cette combinaison vise à répondre à des profils de formation nécessaires dans les industries de haute technologie où on demande aux ingénieurs de haut niveau de combiner expertise et polyvalence. Il est apparu qu'asseoir une spécialisation sur un solide tronc commun généraliste scientifique et technique était nécessaire mais pouvait être amélioré pour permettre aux ingénieurs concernés une évolution rapide et des possibilités de choix de carrière accrues.

Dans cette logique, l'étudiant ne choisit ses cours ni dans un menu à la carte qui rendra difficile l'acquisition d'une expertise par manque de pré requis d'un cours à l'autre ni dans le cadre d'une spécialisation exclusive. Il construit un parcours de formation cohérent avec un projet professionnel. L'architecture domaine - approfondissement rend possible beaucoup plus de parcours qu'une architecture en arbre qui aboutirait à une séparation disciplinaire. Evidemment, certains parcours sont plus utilisés que d'autres et il est de la responsabilité de l'Ecole de conforter les débouchés des étudiants en soulignant ces parcours dans l'orientation des étudiants. Presque aucun choix n'est interdit a priori, certains sont plus naturels (ou plus classiques), d'autres doivent être expliqués par l'étudiant candidat pour être validés.

Le tableau suivant montre les combinaisons les plus classiques (○), les itinéraires correspondant à des projets moins classiques mais cohérents et répondant à des besoins industriels identifiés (Δ), enfin des itinéraires moins cohérents dont la justification doit être apportée par un projet personnel particulier (□)(par exemple orientation de recherche, étude complémentaire....)

		Systèmes Aéronautiques	Systèmes Embarquées	Systèmes Energétiques	Systèmes d'Information et de Décision	Systèmes Spatiaux
<b>Code Appro</b>	<b>Code Domaine</b>	<b>SAE</b>	<b>SEM</b>	<b>SEN</b>	<b>SID</b>	<b>SSP</b>
<b>AE</b>	Aérodynamique	○	○	○	□	Δ
<b>AU</b>	Automatique	○	○	○	○	○
<b>IM</b>	Imagerie	○	○	□	○	○
<b>IN</b>	Systèmes Informatiques	○	○	Δ	○	○
<b>IF</b>	Ingénierie Financière	Δ	Δ	Δ	○	Δ
<b>LO</b>	Logistique	Δ	Δ	Δ	○	Δ
<b>AMT</b>	Architecture Mécanique et Thermique des véhicules spatiaux	□	Δ	□	□	○
<b>PR</b>	Propulsion	○	○	○	Δ	Δ
<b>IP</b>	Physique spatiale	□	○	□	□	○
<b>ST</b>	Structures	○	Δ	Δ	Δ	○
<b>TN</b>	Télécommunications, Navigation	○	○	□	○	○

La troisième année comprend également, pour les élèves de toutes les filières, des cours d'anglais et d'une autre langue vivante, trois séries de cours et de séminaires traitant d'économie et de management en contexte international, ainsi qu'un cycle de conférences.

La scolarité s'achève par un stage d'une durée minimale de trois mois et maximale de six mois, le projet de fin d'études (PFE). Ce projet se déroule le plus souvent en milieu industriel. Chaque stage de PFE est suivi par un responsable de stage dans l'entreprise ou le laboratoire d'accueil et par un responsable académique à SUPAERO. Le stage s'achève par la rédaction d'un rapport et une soutenance devant une commission. Les soutenances relevant d'une même thématique disciplinaire sont, dans la mesure du possible, regroupées en sessions (fin août – début septembre).

Pour les étudiants qui suivent une seconde année de master recherche en parallèle de la troisième année, le projet de fin d'études se confond le plus souvent avec le stage de master.

Les ingénieurs de l'armement (issus ou non de l'École polytechnique) qui suivent leur formation à SUPAERO effectuent un PFE long de neuf mois.

Les élèves de troisième année ont également la possibilité de suivre, après sélection et en parallèle de leur cursus d'ingénieur, la formation de DESIA, Diplôme d'Études Supérieures en Ingénierie des Affaires. Le DESIA est un diplôme d'établissement propre à SUPAERO.

### **Conditions de validation de l'année**

Les critères de suffisance portent sur les notes attribuées après rattrapage. Ils restent valables après examen de rappel éventuel.

Les critères de suffisance conduisant à la validation de la troisième année d'études sont les suivants :

- aucune note R (refus de noter) ;
- aucune note de module inférieure à la « barre minimale » de 8/20 (ce critère démontre l'absence de lacune rédhibitoire dans l'une des matières du cursus), barre servant également de seuil pour les crédits ECTS ;
- moyenne générale de l'année supérieure ou égale à 12/20 (ce critère démontre le niveau global de l'étudiant, en tenant compte en particulier de ses points forts) avec un minimum de 10/20 en langues vivantes;
- mention «satisfaisant» au projet de fin d'études.

## **Masters 2 Recherche**

Les étudiants de troisième année du cycle ingénieur ont la possibilité de demander leur inscription et de suivre les cours de l'un des Masters Recherche (M2R) suivants auxquels SUPAERO est co-habillée. L'obtention d'un Master Recherche ouvre la possibilité de passer un doctorat en trois ans. SUPAERO dispose de laboratoires de recherches propres ou en association avec des partenaires et en premier lieu avec l'Office National de Recherche Aérospatiales (ONERA). C'est une des Ecoles d'ingénieurs françaises habilitée à délivrer le doctorat sous son sceau propre.

Liste des M2R co-habilités :

- Astrophysique, sciences de l'espace, planétologie
- Micro et nano-systèmes
- Dynamique des fluides, énergétique et transferts
- Génie mécanique
- Informatique et télécommunication
- Mathématiques appliquées
- Micro-ondes, électromagnétisme et optoélectronique
- Signal, image acoustique et optimisation
- Systèmes automatiques, informatiques et décisionnels

## **Les conférences d'entreprises**

Les étudiants de SUPAERO ont de multiples occasions de découvrir les entreprises, notamment à travers l'enseignement grâce à l'intervention de nombreux vacataires venus de l'industrie et des services.

Afin de mieux préparer les élèves à affiner leurs choix d'enseignement et à construire leur projet professionnel, des interventions plus spécifiques sont également organisées. Les entreprises présentent leurs activités, les opportunités offertes aux jeunes diplômés et les stages. Au-delà des informations générales, ces interventions associent la plupart du temps des jeunes diplômés qui témoignent de leurs débuts dans la vie professionnelle et peuvent aborder de façon très concrète les différents aspects de leur métier. Les jeunes anciens interviennent également lors de présentations destinées à orienter les élèves dans leurs choix de majeures ou de domaine et approfondissement de troisième année.

Les conférences sont souvent suivies d'entretiens de recrutement pour les stages ou de simulations d'entretien. Ces interventions sur site sont très précieuses pour les étudiants et sont une aide efficace pour préparer leur recherche de stage ou d'emploi, en leur permettant de mieux comprendre les attentes des recruteurs et d'aborder les techniques d'entretien.

L'organisation des conférences est assurée par le service stages et carrières en partenariat avec le bureau des élèves (notamment son chargé des relations avec les entreprises) ainsi qu'avec l'association SUPAERO des anciens élèves qui apporte un indispensable soutien à l'Ecole. Le calendrier des conférences tente de concilier les sollicitations des entreprises, les attentes des étudiants et les possibilités offertes par l'emploi du temps.