

# Contrat de Professionnalisation

## 5<sup>ème</sup> année d'ingénieur :

### *Génie Physique orientation Micro-Nano Physique et Applications*

Code RNCP : 41251	Code CPF : 239906	Mise à jour : 28/04/2026
-------------------	-------------------	--------------------------

Intitulé	Durée
Nano-Physique et Nano-Chimie	<b>50h</b> (dont 3h d'évaluation)
Technologies, matériaux et dispositifs innovants	<b>70h</b> (dont 4h d'évaluation)
Ingénierie physique et valorisation	<b>80h</b> (dont 4h d'évaluation)
Physique Appliquée et communication scientifique en langue étrangère	<b>70h</b> (dont 3h d'évaluation)
<b>1 atelier au choix :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atelier Instrumentation 1</li> <li>• Atelier NanoBioIngénierie</li> <li>• Atelier Nano Capteur : Ingénierie des nanotechnologies</li> <li>• Atelier systèmes micro-nano-electro-mécanique</li> <li>• Atelier « 2D electron gaz »</li> </ul>	<b>35h</b> (dont 2h d'évaluation)
Relations humaines et professionnelles, éthique, Parcours Professionnel Individualisé et Activités Physiques & Sportives	<b>65h</b> (dont 3h d'évaluation)
PFE	1h d'évaluation
Tutorat	<b>15h</b>
<b>Sous-total enseignements (hors évaluation et tutorat)</b>	<b>370 h</b>
<b>Sous-total évaluations et tutorat</b>	<b>35 h</b>
<b>TOTAL : 405 heures</b> (dont 20 heures d'évaluation & 15 heures de tutorat)	

## INSA TOULOUSE & MIDISUP

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

Contact : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

**UE : Nano-Physique et Nano-Chimie**

**Responsable du cours :** G. Viau

**Contenu pédagogique :**

Cette UF est une approche théorique des principaux concepts relatifs à la nanoélectronique, la spintronique et la plasmonique, d'une part, à la physique et chimie des surfaces et de la physique en champ proche, d'autre part. Cette UF est complétée par une introduction à la nanochimie.

Les objectifs pédagogiques sont de deux ordres :

- acquérir les connaissances scientifiques relatives à la physique et à la chimie des solides nanostructurés, des solides de basses dimensionnalités et des surfaces ;
- permettre à l'étudiant de faire le lien entre ces enseignements pour élaborer, observer, comprendre les propriétés de nano-objets et de nanostructures et utiliser ceux-ci dans des buts aussi divers que la nano-électronique et les applications biologiques.

L'étudiant devra être capable :

- de décrire les principaux phénomènes relatifs au transport électroniques (polarisés ou non en spin) dans des systèmes de faibles dimensionnalités et de donner les principales applications de la spintronique ;
- de décrire la physique des plasmons de surface dans les nanostructures et de l'illustrer par les principales applications pratiques ;
- de décrire les principales caractéristiques des synthèses de nano-objets par des méthodes de chimie douce et d'illustrer leur intérêt pour l'intégration de nano-objets et pour des applications biologiques ;

**Prérequis :** Master 1 de Physique générale ou Physique appliquée ou équivalent

**Evaluation :** Examen écrit

---

**UE : Technologies, matériaux et dispositifs innovants**

**Responsable du cours :** I. Gerber

**Contenu pédagogique :**

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- Les procédés plasmas
- Les technologies et matériaux nouveaux de la microélectronique (SiGe, SiC, III-V, SOI, OLED...)
- Les principaux concepts de la physique des milieux continus.
- Les phénomènes quantiques tels que la diffusion, la résonance paramagnétique électronique (RPE), la cryptographie quantique: états intriqués, émetteurs à boîtes quantiques semiconductrices de paires de photons intriqués et de photon unique.

L'étudiant devra être capable de décrire par un formalisme quantique les interactions rayonnement-matière dans des dispositifs innovants :

- choisir le type de microscopie à champ proche adapté à une application donnée
- analyser, critiquer et interpréter des images simples de microscopie à champ proche

**INSA TOULOUSE & MIDISUP**

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

Contact : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

Présentation générale des procédés assistés par plasma froid – Notion de décharge électrique dans un gaz - Décharge continue - Décharges radiofréquence - Mécanismes réactionnels dans les plasmas - Procédés de dépôt assistés par plasma (PECVD) - Gravures sèches

Les alliages Si-Ge-C: structure, propriétés électriques, applications, intégration composants

Le SiC : structure, pps électriques, applications, intégration composants

Le SOI : fabrication, applications

Les nanocristaux de Si : mémoires et opto-électronique

Fonctionnement à l'échelle nanométrique d'une OLED - Principe de base de RPE - Emetteur nanométrique à photon unique - Phénomène de diffusion: notion de section efficace d'un élément embarqué

Théorie des champs proches électroniques, électrostatiques et optiques

Microscopies à champ proche : STM, AFM, SNOM

Principe, architecture, modes d'imagerie et de spectroscopie

**Prérequis** : Electromagnétisme ; Mécanique quantique (I4GPPM11) ; Mathématiques: calcul matriciel et résolutions équations différentielles ; Métallurgie Physique (cristal « réel », diffusion, précipitation, nucléation, croissance) ; Logiciel de calcul formel Maxima: Notions de base

**Evaluation** : Examen écrit et TP

---

## UE : Ingénierie physique et valorisation

**Responsable du cours** : C. Vieu

**Contenu pédagogique** :

L'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- Les technologies de Micro et Nanofabrication modernes mises en œuvre dans les domaines de la microélectronique, des microsystèmes et des nanotechnologies.
- Les principes de bases des hyperfréquences et de CEM
- Les principes de la valorisation industrielle et les mécanismes de l'entrepreneuriat.
- les concepts d'instrumentation virtuelle avancée (LabVIEW)
- les enjeux des nanotechnologies

L'étudiant devra être capable de :

- Maitriser les principes techniques des méthodes de lithographie et de transfert. Analyser et choisir les caractéristiques des procédés de micro/Nanofabrication.
- Décrire les fondements des hyperfréquences et de les appliquer aux satellites.
- Décrire la compatibilité électromagnétique des équipements, le durcissement contre des agressions (foudre, champs forts, impulsion électromagnétique nucléaire, etc... ) les menaces, les phénomènes de couplage, techniques de protection.
- mettre en œuvre les procédures d'optimisation de code sous labVIEW® (architecture, mécanisme de synchronisation, gestion de la mémoire...)

Le contexte des micro et nanotechnologies

## INSA TOULOUSE & MIDISUP

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,

BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

Contact : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

De la micro à la nanofabrication : Généralités sur la lithographie, les résines et les méthodes de transfert; les différentes méthodes de lithographie, optique, rayons X, LIGA, extrême UV, électronique en projection, la nano-impression, la lithographie douce, la lithographie électronique, les faisceaux d'ions focalisés, la lithographie en champ proche

Description de la compatibilité électromagnétique des équipements, le durcissement des systèmes contre des agressions (foudre, champs forts, impulsion électromagnétique nucléaire, etc... ) les menaces, les phénomènes de couplage, techniques de protection.

Fondamentaux (propagation) / Fonctions principales hyperfréquences (lignes planaires et coupleurs, amplificateurs, atténuateurs, déphaseur, oscillateurs, mélangeurs) / Composants actifs hyperfréquences (semi-conducteurs, transistors, MMICs, oscillateurs) / Applications dans les satellites

- Politique de brevet et entrepreneuriat
- LabVIEW (concepts principaux)

**Prérequis** : M1 en physique ; physique des semiconducteurs, Electromagétisme

**Evaluation** : Examen écrit

## **UE : Physique Appliquée et communication scientifique en langue étrangère**

**Responsable du cours** : X. Marie et B. Moore

**Contenu pédagogique** :

A la fin de ce module (enseigné entièrement en anglais), l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- Les principes de base de fonctionnement des lasers et des techniques associées
- Les différences de fonctionnement des principes de l'expression écrite et orale en anglais scientifique

L'étudiant devra être capable de:

- mettre en œuvre dans son métier d'ingénieur des technologies liées aux techniques laser et former des techniciens dans ce domaine (y compris sur les aspects sécurité)
- suivre un cours scientifique en anglais
- sélectionner les informations significatives adaptées à son interlocuteur ou son public
- développer, reformuler, synthétiser en anglais des connaissances spécifiques scientifiques
- présenter le travail sur projet oralement et par écrit en Anglais
- traduire des connaissances scientifiques à l'adresse d'un public non spécialiste
- adapter son expression à des situations formelles et informelles

Enseignement laser (en anglais) :

- Interactions rayonnement-matière
- Principes de pompage / Gain
- Cavité résonante
- Modes de fonctionnement : cw, Q-switching, mode-locking
- Caractéristiques du faisceau laser : cohérence, divergence...

## **INSA TOULOUSE & MIDISUP**

**INSA Toulouse Formation Continue**, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

**MIDISUP**, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

**Contact** : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

- Applications : usinage, métrologie, médecine...
- Spécificités des lasers à semiconducteurs

Enseignement d'anglais :

- Collaboration avec le cours scientifique Laser réalisé en langue anglaise
- Présentations informelles individuelle/équipe
- Présentation individuelle (2') filmée, analysée en groupe
- Présentations en équipe des étapes du projet pour un public spécialisé
- Exercices écrits individuels et en groupe : emailing, compte rendu sur l'expérience professionnelle, étapes du rapport
- Rédaction d'un rapport technique sur un sujet technique lié aux techniques laser + exposé suivi à la fois par les enseignants d'anglais et l'enseignant du cours laser

**Prérequis** : Anglais : niveau B2 ; Laser : quantique, physique statistique, optique géométrique et ondulatoire, physique des matériaux

**Evaluation** : Rapport, exposé

---

## UE : Ateliers

### *Atelier Instrumentation 1*

**Responsable du cours** : D. Vignolles

**Contenu pédagogique** :

Ce module contient 2 enseignements. A la fin de ces enseignements, l'étudiant devra :

- Programmation objet : Connaître et savoir appliquer les principes de base de la programmation objet
- Projet : être capable de rédiger une proposition technique et financière en réponse à un appel d'offre sur un projet d'instrumentation

#### *Programmation objet*

« Apprentissage et mise en œuvre des principes de la programmation orienté objet en C#. Réalisation de deux versions d'un programme en mode console puis avec interface. Ceci permettant la mise en évidence des avantages de l'approche objet de la programmation. »

#### *Projet*

Mise en oeuvre autour d'un cas pratique des différents aspects de la gestion de projet (techniques, économiques, humains, environnementaux, ...) et préparation des élèves ingénieurs à la réalisation de projets dont la majeure partie n'est pas ou insuffisamment définie par le demandeur. Mise en évidence de la pluralité des solutions correspondant à un problème donné

**Prérequis** :

**Evaluation** : Examen écrit, exposé et TP

### *Atelier NanoBioIngénierie*

**Responsable du cours** :

**Contenu pédagogique** :

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

## INSA TOULOUSE & MIDISUP

INSA Toulouse Formation Continue, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

MIDISUP, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,

BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

Contact : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

- Les procédés issus des nanotechnologies afin d'étudier, mesurer et quantifier les interactions spécifiques entre biomolécules, base de tous les biodétecteurs.
- Le principe de certaines de ces technologies: la fluorescence, la MicroBalance à Quartz, la lithographie douce, la biofonctionnalisation de surfaces, les mesures en molécule unique, les biopuces, la lithographie 3D, la microfluidique.

L'étudiant devra être capable de :

- Reformuler les mécanismes d'interactions spécifiques entre biomolécules
- Maitriser les techniques à l'échelle nanométrique afin d'immobiliser des sondes moléculaires
- Maitriser les techniques à l'échelle nanométrique afin de transformer un événement d'interaction moléculaire en signal
- Analyser les caractéristiques de tout type de biodétecteur
- Mettre en œuvre une démarche expérimentale
- Mettre en œuvre ces techniques issues des nanotechnologies.
- Interpréter les résultats et les discuter de manière critique
- Colliger les différents concepts, les assimiler puis les décontextualiser afin d'appréhender des situations adidactiques

**Prérequis** : initiation aux micro/nano-biotechnologies, Scientific M1 in chemistry, biology or physics

**Evaluation** : Rapport et oral

### ***Atelier Nano Capteur : Ingenierie des nanotechnologies***

**Responsable du cours** : S. Lachaize

**Contenu pédagogique** :

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- la démarche qui consiste à réaliser des dispositifs de nano- et micro-électronique par des méthodes à bas coût intégrant des nano-objets préparés en solution ;
- le fonctionnement d'un nano-capteur

L'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- les concepts et les pratiques expérimentales visant à synthèse de nano-objets en phase liquide ; la stabilisation de solutions colloïdales ;
- les concepts et les pratiques expérimentales de dépôts de ces nano-objets sous forme de réseaux 2D et 3D ;
- les principes physiques des capteurs à base de nanoparticules (capteurs de gaz, de contrainte)

L'étudiant devra être capable de :

- produire expérimentalement un capteur à base de nanoparticules qu'il aura synthétisé et assemblé entre deux électrodes ;
- mesurer les propriétés du capteur et décrire son fonctionnement
- discuter les résultats expérimentaux et proposer des améliorations.
- proposer une solution pour la réalisation d'un capteur intégrant les concepts décrit plus haut ;
- produire une expertise sur la conception et l'élaboration d'un nano-capteur

## **INSA TOULOUSE & MIDISUP**

**INSA Toulouse Formation Continue**, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

**MIDISUP**, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

**Contact** : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

**Prérequis** : Master 1 de Physique générale ou appliquée, de Chimie ou de Sciences des Matériaux ou équivalent

**Evaluation** : Rapport et oral

### ***Atelier systèmes micro-nano-electro-mécanique***

**Responsable du cours** : X. Hebras

**Contenu pédagogique** :

Cet atelier a pour objectif de simuler, fabriquer et caractériser de nouveaux capteurs de type micro-nanosystème grâce à l'exploitation des micro et nano technologies.

A la fin de ce module, l'étudiant devra maîtriser les bases théoriques, les techniques de conceptions, de réalisation et de caractérisations de nouveaux capteurs Micro et Nanosystèmes et être capable de caractériser et expertiser des dispositifs ces échelles micrométriques et nanométriques.

Le fil directeur de la formation est de privilégier d'une part le travail expérimental par groupe autour de thèmes très applicatifs et d'autre part de renforcer le lien entre les cours théoriques de leur cursus et les notions dont ils auront besoin au cours de leur future vie professionnelle. Dans ce cadre, la conduite d'un projet, se voulant structurant, permettra alors à l'étudiant d'effectuer une synthèse bibliographique et de développer un sujet d'étude sur ces nouveaux capteurs dont les applications portent dans de nombreux secteurs e.g. micro-nanoélectronique, aéronautique, médecine.

Les thèmes suivants seront abordés :

- Cours de modélisation MEMS/NEMS
- TP de simulations multi-physiques (e.g. COMSOL)
- Réalisation de MEMS en salle Blanche AIME (1/2 process)
- TP de caractérisation de MEMS par tests sous pointes
- Soutenance projet MEMS/NEMS

**Prérequis** : Physique des semiconducteurs et des microsystèmes ; Connaissances de base en Physique du solide (niveau Master 1)

**Evaluation** : Rapport et oral

### ***Atelier « 2D electron gaz »***

**Responsable du cours** : W. Excoffier

**Contenu pédagogique** :

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- les principales propriétés des nouveaux matériaux bidimensionnels tels que le graphène ou les dichalcogénures de métaux de transition.
- les techniques de fabrication issues de l'exfoliation mécanique d'un matériau mère et la manipulation de ces objets à l'échelle micrométrique.
- les concepts et les pratiques expérimentales visant l'adressage électrique de ces matériaux par lithographie électronique.
- les propriétés électroniques de ces matériaux, ainsi que leur potentiel dans des applications futures.

L'étudiant devra être capable de :

## **INSA TOULOUSE & MIDISUP**

**INSA Toulouse Formation Continue**, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

**MIDISUP**, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

**Contact** : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

- produire un dispositif expérimental connecté avec un matériau bidimensionnel.
- mesurer les propriétés électroniques du dispositif créé
- discuter les résultats expérimentaux et proposer des améliorations.

**Prérequis** : Master 1 de Physique générale ou appliquée, de Chimie ou de Sciences des Matériaux ou équivalent

**Evaluation** : Rapport et oral

---

### **UE : Relations humaines et professionnelles, éthique**

**Responsable du cours** : Hélène HERENG, Thierry DUPONT, Françoise REY

**Contenu pédagogique** :

Management d'équipe, Psychologie sociale et éthique

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- Les objectifs et l'organisation de la Fonction RH, l'analyse des emplois, le processus de recrutement, la Gestion Prévisionnelle des Emplois et des Compétences, la motivation au travail, les rémunérations, le processus d'appréciation des salariés, la formation, la gestion des carrières, la gestion des conflits, les contrats de travail.
- Ce qu'est un groupe, ce qui l'influence et le dynamise.

L'étudiant devra être capable de :

- Décoder les problèmes de GRH, les situer dans leur contexte et proposer des solutions pertinentes pour les résoudre.
- Evaluer l'efficacité des diverses pratiques de GRH et les interrelations qui existent entre elles.
- Faire l'analyse d'une situation de groupe.

Parcours Professionnel Individualisé

Le Parcours Professionnel Individualisé (PPI) a pour vocation d'accompagner les élèves-ingénieurs tout au long de leur scolarité à l'INSA Toulouse pour leur permettre de construire leur projet professionnel, de développer leurs compétences et d'accroître leur employabilité dans une perspective humaine durable et globale.

La coopération avec les professionnels du secteur de l'industrie se décline au travers de différents processus tels que des entretiens individuels, des simulations de recrutement, des sessions de groupes, des travaux en équipes-projets, des rencontres et immersions en entreprises, des conférences-métiers et des tables rondes...

Activités Physiques et Sportives

Objectifs du stage APPN (activités physiques de pleine nature) :

- Entretien sa santé par une pratique physique
- Développer sa culture sportive
- Intégrer et manager une équipe

L'étudiant devra être capable de :

## **INSA TOULOUSE & MIDISUP**

**INSA Toulouse Formation Continue**, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

**MIDISUP**, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,

BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

**Contact** : fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23

- respecter et s'intégrer dans un environnement différent de ses habitudes : comprendre intégrer et respecter le cadre d'une organisation, s'intéresser au patrimoine et à l'environnement, respecter les lieux, les personnels, les autres.
- s'engager avec cohérence dans le projet d'activités : évaluer sa performance au regard de ses ressources et des objectifs, prendre conscience du danger pour maîtriser les risques, respecter les règles de sécurité, s'engager physiquement et mentalement dans l'effort.
- prendre part activement au collectif : savoir se positionner dans l'équipe, accompagner et aider les autres dans l'effort, respecter l'autre et l'équipe.

**Prérequis :** Aucun

**Evaluation :** Rapport, cas pratique et exposé

---

### **UE : Projet de fin d'études**

**Responsable du cours :** Directeur du département d'ingénierie et tuteur pédagogique

**Contenu pédagogique :**

L'étudiant devra être capable de :

- Mettre en application les connaissances théoriques acquises
- Mettre en œuvre son initiative individuelle au profit d'une réalisation concrète au sein de l'entreprise
- Pratiquer la prise de responsabilité et la gestion de projet

**Prérequis :** validation pédagogique de la fiche missions de l'alternant

**Evaluation :** rapport écrit et soutenance orale

---

## **INSA TOULOUSE & MIDISUP**

**INSA Toulouse Formation Continue**, Batiment 7, 135 avenue de Ranguel, 31 077 Toulouse cedex 4

**MIDISUP**, Maison de la Recherche et de la Valorisation, 118 route de Narbonne,  
BP 14209 - 31432 Toulouse cedex 4

**Contact :** fc@insa-toulouse.fr // Tél : 05.67.04.88.66 // contact@midisup.com // Tél : 05.61.10.01.23