

# Syllabus des Enseignements

Semestres S5 et S6

# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	<b>3</b>
Formation d'Ingénieurs ESPCI Paris .....	3
Formation du tronc commun (S5 à S6) .....	5
<b>Semestre 5</b> .....	<b>6</b>
<b>UE Science de l'Ingénieur en Mécanique I</b> .....	<b>7</b>
Mécanique des Solides et des Matériaux I .....	9
Mécanique Appliquée .....	10
<b>UE Électronique, Signaux et Systèmes</b> .....	<b>11</b>
Électronique, Électrotechnique, Automatismes .....	13
Travaux Pratiques Électronique, .....	15
Électrotechnique, Automatique .....	15
Systèmes Linéaires et Signaux, Bruit .....	16
Travaux Pratiques Systèmes Linéaires et Signaux, Bruit .....	17
<b>UE Chimie I</b> .....	<b>18</b>
Chimie Organique .....	20
Chimie des Polymères .....	21
Théorie des Groupes .....	23
<b>UE Mathématiques et Méthodes Numériques I</b> .....	<b>24</b>
Mathématiques I .....	26
Programmation sous Python .....	28
<b>UE Sciences du Vivant I</b> .....	<b>29</b>
Biochimie/Biologie Cellulaire .....	31
Travaux Pratiques de Biochimie/Biologie Cellulaire .....	33
<b>UE Métier de l'Ingénieur</b> .....	<b>35</b>
Retour d'Immersion en Laboratoire .....	37
Risque et Prévention .....	38
Intégrité Scientifique .....	39
Enjeux du Changement Climatique .....	40
Gestion de l'Innovation .....	42
Droit de la Propriété Intellectuelle .....	44
<b>UE Anglais I</b> .....	<b>45</b>
Langue Vivante II .....	48
Français Langue Étrangère .....	50
<b>Semestre 6</b> .....	<b>52</b>
<b>UE Physique Statistique Appliquée</b> .....	<b>53</b>
Physique Statistique Appliquée .....	54
Travaux Pratiques de Physique Statistique Appliquée .....	55
<b>UE Physique Générale</b> .....	<b>57</b>
Ondes Électromagnétiques .....	59
Travaux Pratiques d'Ondes Électromagnétiques .....	60
Physique Quantique .....	61
Travaux Pratiques de Physique Quantique .....	63

UE Chimie II.....	64
Chimie Organique II.....	66
Travaux Pratiques de Chimie Organique .....	67
Identification des Composés Inorganiques .....	69
UE Mathématiques et Méthodes et Numériques II .....	70
Statistique Appliquée.....	72
Analyse Numérique sous Matlab.....	74
UE Communication I .....	75
Pratiques et Analyses de Communication Écrite .....	77
Communication Orale.....	79
Communication et Relations Sociales.....	81
UE Initiation à la Recherche .....	82
Projet Scientifique en Équipe I.....	83
UE Anglais II .....	85
<b>Langue Vivante II – Français Langue Etrangère.....</b>	<b>88</b>
Langue Vivante II .....	88
Français Langue Étrangère.....	90

# Introduction

## Formation d'Ingénieurs ESPCI Paris

La mission principale de l'ESPCI est de former des ingénieurs d'innovation capables d'initier et d'accompagner des innovations de rupture dans les domaines impliquant la physique, la chimie et/ou la biologie, sans négliger une culture de base sérieuse dans les domaines socio-économiques pour l'ingénieur.

L'objectif prioritaire de l'école est de donner aux élèves ingénieurs les atouts qui leur permettront tout au long de leur carrière de s'adapter, d'anticiper et de répondre, en acteurs incontournables et responsables, aux demandes d'une société en perpétuelle évolution et dans un contexte de plus en plus international.

La pédagogie développée à l'ESPCI vise à favoriser l'apprentissage du travail collectif et à stimuler le développement d'une démarche scientifique imaginative chez les élèves.

L'ESPCI propose à ses étudiants un cursus original (3 ans + 1 année facultative).



Les deux premières années de scolarité forment un tronc commun obligatoire pour tous les étudiants, avec des enseignements fondamentaux en physique, chimie, biologie, mathématiques et informatique, complétés par des enseignements de langues étrangères et socio-économiques.

L'enseignement par l'expérimentation joue un rôle très important avec 15 heures de travail expérimental par semaine, dans le cadre des travaux pratiques de physique, chimie et biologie ou du projet scientifique par équipe. Ils visent à familiariser les élèves-ingénieurs avec un maximum de techniques expérimentales.

Les cours magistraux et travaux dirigés sont complétés par des séances de préceptorat qui permettent aux étudiants de participer activement à leur apprentissage en travaillant par petits groupes de 5 ou 6, avec un enseignant-chercheur ou un chercheur.

En deuxième année, deux semaines (l'une en novembre et l'autre en mars) labellisées « semaines PSL » permettent aux étudiants d'aller suivre un module d'enseignement de leur choix dans un autre établissement de PSL tel que l'École des Mines ParisTech, Chimie ParisTech, l'ENSAD ou encore La Fémis.

La spécialisation des élèves ingénieurs intervient en troisième année avec le choix de 4 UE (Unités d'Enseignement) parmi les disciplines suivantes : physique, chimie, physico-chimie ou biotechnologies.

Le diplôme d'ingénieur de l'ESPCI Paris labellisé par la commission des titres d'ingénieur est délivré à l'issue de la troisième année de scolarité et le diplôme de fin d'études de l'ESPCI (Advanced master in Sciences and Technology de l'ESPCI Paris) est attribué à l'issue de la quatrième année, facultative.

Les objectifs de la formation de l'ESPCI Paris pour ses élèves-ingénieurs sont exprimés dans un référentiel de compétences génériques associées au titre d'ingénieur et un référentiel de compétences plus spécifiques d'un ingénieur ESPCI Paris.

i) Référentiel des compétences communes à l'ensemble des titres d'ingénieur

- C1. Aptitude à mobiliser les ressources d'un large champ de sciences fondamentales.
- C2. Maîtrise des méthodes et des outils de l'ingénieur : identification et résolution de problèmes, même non familiers et non complètement définis, collecte et interprétation de données, utilisation des outils informatiques et de modélisation, analyse et conception de système complexes, expérimentation.
- C3. Prise en compte des enjeux industriels, économiques et professionnels : compétitivité et productivité, innovation, propriété intellectuelle et industrielle. Respect des procédures qualité, sécurité, analyse et maîtrise des risques.
- C4. Capacité à s'intégrer dans une organisation, à l'animer, à la faire évoluer et à la diriger : engagement et leadership, management de projets, maîtrise d'ouvrage, communication avec des spécialistes comme avec des non spécialistes.
- C5. Connaissance et respect des valeurs sociétales : connaissance des relations sociales, des enjeux environnementaux, engagement vis-à-vis de la société. Penser et agir en citoyen et professionnel, responsable et éthique.
- C6. Aptitude à travailler dans un environnement multiculturel et international, en français et en anglais. Capacité à proposer des solutions adaptées à cet environnement.

ii) Référentiel des compétences propres à l'ingénieur ESPCI Paris

- P1. Acquisition d'un socle de compétences solide en physique, chimie et biologie.
- P2. Maîtrise d'un savoir-faire expérimental très large.
- P3. Compétence avancée dans un ou plusieurs domaines de spécialités : instrumentation, physique pour la santé, matériaux, chimie fine, biotechnologies...
- P4. Capacité à définir, gérer en équipe et faire aboutir un projet scientifique inédit et innovant.
- P5. Capacité à travailler aux interfaces et à mener un projet transversal.
- P6. Capacité d'adaptation à des contextes scientifiques et techniques inédits.
- P7. Culture de la curiosité, de la créativité, de l'esprit d'innovation, de valorisation et d'entrepreneuriat.
- P8. Polyvalence originale entre savoirs, savoir-faire et questionnement scientifique, permettant flexibilité et réactivité pour apporter des solutions innovantes aux problématiques industrielles voire aux grands défis sociétaux.

## Formation du tronc commun (S5 à S6)

La formation du tronc commun est présentée dans l'ordre chronologique des semestres.

Pour chaque semestre, un tableau regroupe les unités d'enseignement (UE) et leur découpage en éléments constitutifs (EC). Sont précisés dans ce tableau les noms des enseignants responsables, la ventilation des heures (cours, TD, super TD, tutorats, TP), le nombre de crédits ECTS alloués à chaque UE. Le volume de travail personnel est donné à titre indicatif.

Les fiches syllabus du semestre présentent les objectifs généraux et spécifiques de l'UE, les EC qui la composent, les pré-requis nécessaires, les liens éventuels avec d'autres UE de la formation, la pondération de chaque EC pour valider l'UE et les compétences visées par l'UE (matrice croisée compétences/acquis d'apprentissage).

Les fiches syllabus de chaque EC précisent les détails de l'enseignement (équipe pédagogique, ventilation du volume horaire, contenu pédagogique, supports fournis, modalités et pondération des évaluations). Elles indiquent également les acquis d'apprentissage de l'EC (AA) qui permettent de vérifier que les compétences de la formation ESPCI Paris sont atteintes avec un niveau visé (I : connaissance/compréhension, II : application/analyse ; III : synthèse/conception).

# Semestre 5

SEMESTRE 5			426 h			30 ECTS				
SEMESTRE 5	Volume horaire	ECTS pondération		Code	Responsable	Cours (h)	TD (h)	Super TD (h)	Tutorats (h)	TP (séances)
UE Sciences de l'Ingénieur en Mécanique I	56,5	5								
Mécanique des Solides I	19	50%	SIM1	MSM1	P. Kurowski	14	5			
Mécanique Appliquée	37,5	50%		MAP	P. Kurowski					10
UE Electronique, Signaux et Systemes	99	7								
Electronique, Electrotechnique, Automatisme	29	40%	ES2	EEA	J. Lucas	17	5		7	
Systèmes Linéaires et Signaux, Bruit	10	10%		SLS	F. Lemoult	8	2			
Travaux Pratiques Electronique, Electrotechnique, Automatisme	45	40%		TP EEA	J. Lucas					12
Travaux Pratiques Systèmes Linéaires et Signaux, Bruit	15	10%		TP SLS	J. Lucas					4
UE Chimie I	47,25	4								
Chimie Organique	12	30%	CH1	CO1	A. Guérinot, R. Nicolay	10	2			
Chimie des Polymères	15,25	35%		CP	R. Nicolay	4				3
Théorie des Groupes	20	35%		TDG	F. Volatron	10	8		2	
UE Mathématiques et Méthodes Numériques I	56,75	5								
Mathématiques I	38	60%	MMN1	MATH1	E. Raphaël	20	12		6	
Programmation sous Python	18,75	40%		PYTHON	A. Allauzen					5
UE Sciences du Vivant I	82,75	5								
Biochimie/Biologie Cellulaire	34	50%	SV1	BIO	P. Dupuis, A. Griffiths	26			8	
Travaux Pratiques de Biochimie/Biologie Cellulaire	48,75	50%		TP BIO	Y. Verdier					13
UE Anglais I	30	2		ANG1	D. Moreau	30				
UE Métier de l'Ingénieur	53,75	2								
Retour d'Immersion en Laboratoire	3	V	MI	IMM		3				
Risques et Prévention	4	V		RP		4				
Intégrité scientifique	1	V		IS	M. Fermigier	1				
Enjeux du Changement Climatique	18	35%		ECC	G. Pakula	6				3
Droit de la Propriété Intellectuelle	10,5	15%		BREV	P. Brochard	3				2
Gestion de l'Innovation	17,25	50%		GI	F. Vanhulle	6				3

Une séance de TP correspond à 3h 45min.

Le volume de travail personnel est estimé à 267h en appliquant les pondérations :

1h cours = 0,9h

1h TD = 0,7h

1h super TD/tutorat = 1,5h

1h TP = 0,3h

<b>UE Science de l'Ingénieur en Mécanique I</b> <i>Mechanical Engineering</i>	SEMESTRE 5  UE SIM1
56,5h - 5 ECTS	

## Présentation

Le cours Mécanique des Solides et des Matériaux I (SIM1-MSM1) permet d'acquérir des compétences nouvelles en mécanique des milieux déformables avec l'introduction des notions de champ de contraintes et de déformations.

Une première partie établit les concepts de base de la résistance des matériaux à travers des exemples simples de sollicitations comme la traction/compression, le cisaillement, la flexion ou encore la torsion avec une approche plus phénoménologique de la Mécanique des Milieux Continus. La deuxième partie-théorie de l'élasticité- généralise ces notions de base en mettant en avant le caractère tensoriel des contraintes et des déformations.

Le module Mécanique Appliquée (SIM1-MAP) comprend des séances de Travaux Dirigés qui permettent de résoudre des problèmes concrets auxquels sera confronté un futur ingénieur en génie mécanique ainsi que des Travaux Pratiques. Ceux-ci s'articulent autour de trois axes principaux : le bureau d'étude (conception, cahier des charges, dessin technique) suivi de fabrication de pièces mécaniques sur machines-outils et des Travaux Pratiques d'analyse des contraintes (caractérisation de matériaux par des techniques de jauges de déformation et par méthodes optiques). L'objectif de ce module est de donner aux étudiants les bases nécessaires en génie mécanique en vue d'un dialogue efficace avec des intervenants spécialisés (mécaniciens, techniciens et ingénieurs d'études) dans une optique de création de projets expérimentaux dédiés à la recherche et au développement.

Semestre	Programme
S5	SIM1-MSM1 Mécanique des Solides et des Matériaux SIM1-MAP Mécanique Appliquée

## Pré-requis

Mathématiques : analyse vectorielle, calcul matriciel, calcul vectoriel, équations différentielles linéaires, calcul intégral. Mécanique classique

## Liens avec d'autres cours

Méthodes mathématiques (S5-MMN1-MATH1)  
Optique (S8-OPT)

## Validation de l'UE

Moyenne pondérée : SIM1-MSM1 50%, SIM1-MAP 50%

## Compétences visées par l'UE

SIM1-MSM1	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex	III	II	II				III		II					
AA2.	Ex	III	III	II				III		II					
AA3.	Ex	III	II	II				III		II					II
SIM1-MAP	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	CR, Part				III						III				
AA2.	CR, Part		II					III	III						II
AA3.	CR, Part	III	II					III	III	II					
AA4.	CR		III					III	III						
AA5.	CR	III	III					III	III						
AA6.	Pièces mécaniques			II					II				II		

Ex : Examen écrit final, Part : participation, CR : Compte-rendu

Responsable : Pascal Kurowski

| cours : 14h | TD : 5h | langue du cours :  |

### Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. choisir un matériau en fonction de sa résistance mécanique, thermique spatiale et temporelle.
- AA2. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème complexe et/ou transverse.
- AA3. analyser un ensemble de données pour authentifier les faiblesses et les atouts d'un matériau donné.

Contenu	<p>1. Extensométrie Notion de milieu continu. Qu'est-ce que l'élasticité ? Notions de contrainte et de déformation (barre en traction, module de compressibilité, cisaillement, énergie élastique, comportement expérimental d'un matériau - courbe de charge, jauge de déformation). Quelques problèmes particuliers d'élasticité (flexion faible des poutres, flambement, torsion d'une poutre cylindrique).</p> <p>2. Théorie de l'élasticité Contraintes (forces externes et équilibre mécanique, forces internes et vecteur contrainte, contraintes normale et tangentielle, tenseur des contraintes, cercle de Mohr, états de contrainte particuliers, équation de l'équilibre dynamique). Déformations (tenseur des déformations, translation, déformation, rotation, interprétation des termes du tenseur, déformation avec changement de température). Lois de comportement (relations d'Young, relations de Lamé, modules effectifs). Énergie de déformation élastique, relation générale. Contact de Hertz</p>
---------	---

Supports Bibliographie	Polycopiés, Annales d'examens corrigés.
---------------------------	---

Évaluation	Examen écrit final (Partie A exercices d'application 40%, Partie B problème complet 60%).
------------	---

Responsable : Pascal Kurowski

Équipe pédagogique : Amaury Fourgeaud, Alexandre Lantheaume, Erika Jean-Bart

| TP : 37,5h | Langue du cours :  |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme des TP, l'étudiant sera capable de :

- AA1. travailler en groupe.
- AA2. identifier et mener en autonomie les différentes étapes d'une démarche expérimentale.
- AA3. utiliser les différentes techniques expérimentales en laboratoire de caractérisation des matériaux.
- AA4. identifier les sources d'erreur pour calculer l'incertitude et valider un résultat expérimental.
- AA5. synthétiser et interpréter de façon critique ses résultats expérimentaux.

Contenu	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Bureau d'étude Réalisation de projet (conception, cahier des charges, dessins techniques).</li><li>2. Fabrication Réalisation des pièces correspondant au projet du Bureau d'étude.</li><li>3. Résistance des matériaux : analyse des contraintes<ul style="list-style-type: none"><li>• Détermination des constantes d'élasticité (module d'Young, de cisaillement, coefficient de Poisson) par extensométrie sur des éprouvettes en traction, flexion et torsion.</li><li>• Caractérisation du champ de contrainte par la méthode de photoélasticité (réseau d'isoclines, d'isochromes et d'isostatiques) sur des matériaux biréfringents.</li><li>• Détermination du module d'Young d'un ensemble de poutres de géométrie variable à partir de la mesure par traitement d'images de leur déflexion.</li><li>• Mesure du champ de déformation et de contrainte par corrélation d'images 2D d'élastomères en élongation.</li></ul></li></ol>
---------	--

Supports Bibliographie	Énoncés de TP, énoncés de TD, polycopié de cours.
---------------------------	---

Évaluation	Participation en séance 10% Compte-rendu 50% Pièces usinées 40%
------------	---

<b>UE Électronique, Signaux et Systèmes</b> <i>Electronics, Signals and Systems</i>	SEMESTRE 5  UE E2S
99h - 7 ECTS	

## Présentation

Ce module a pour but d'apporter les bases nécessaires à la compréhension du fonctionnement d'un système électronique moderne : du téléphone portable au gadget. Ces dispositifs présents partout, s'appuient sur la théorie des signaux et des systèmes linéaires. Enfin, Le bruit qui est souvent le point d'achoppement de ces systèmes est abordé du point de vue de sa description mathématique. Toutes ces notions sont importantes et se retrouvent de façon transversale, en physique, chimie ou biologie, soit directement comme outil dans le domaine concerné, soit plus simplement dès que l'on doit mettre en œuvre un équipement de mesure électrique ou électronique pour la mesure ou le pilotage.

Dans sa partie Électronique (ES2-EEA), l'UE rappelle et approfondie les connaissances en théorie des circuits. Les amplificateurs opérationnels, briques de base d'électronique basse fréquence, sont étudiés du point de vue de leur architecture et de leur mise en œuvre. L'électronique numérique des fonctions de base jusqu'aux microcontrôleurs et la logique programmable est abordée. L'aspect système de l'électronique y est appréhendée au travers d'applications à la régulation. Enfin les transistors sont étudiés dans leurs principes et leur mise en œuvre dans les systèmes numériques et analogiques.

Dans sa partie Systèmes Linéaires et Signaux (ES2-SLS), linéaires invariants sont caractérisés par leur réponse impulsionnelle et leur fonction de transfert dans les espaces de Fourier et de Laplace. On montre comment déterminer la stabilité du système avec ces outils. La transformée de Fourier est ensuite utilisée pour manipuler les signaux, puis pour déterminer l'effet de l'échantillonnage d'un signal sur son spectre (théorème de Shannon-Nyquist). Enfin, le bruit est décrit comme un signal aléatoire et caractérisé par sa fonction de corrélation, dont on montre la correspondance avec la densité spectrale de puissance (théorème de Wiener-Khinchin).

Semestre	Programme
S5	E2S-EEA Électronique, Électrotechnique, Automatismes E2S-TPEEA Travaux Pratiques de EEA E2S-SLS Systèmes Linéaires et Signaux, Bruit E2S-TPSLS Travaux Pratiques de SLS

## Pré-requis

Les bases de la théorie des circuits sont pré-requises. Un certain nombre de notions fondamentales font l'objet d'un rappel au début du cours. Ce sont souvent elles qui manquent. La notation complexe et la représentation de Fresnel sont un atout.

La décomposition d'une fraction rationnelle en éléments simples est utilisée pour manipuler les fonctions de transfert. Les transformées de Fourier et de Laplace sont définies ; elles sont étudiées plus en détail dans le cours de mathématiques.

## Validation de l'UE

Moyenne pondérée : E2S-EEA 40%, E2S-TPEEA 40%, E2S-SLS 10%, E2S-TPSLS 10%

## Compétences visées par l'UE

E2S-EEA	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex	III	II					III							
AA2.	Ex	III	III					III							
AA3.	Ex	III	III					III							
AA4.	Ex	II	II					III							
AA5.	Ex		III					III							
E2S-TPEEA	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Part, PO		III		II	II			III						
AA2.	Part				II	II									
AA3.	Part, PO, cahier		III						III						
AA4.	Part, PO	II	III					II	III						
AA5.	Part, cahier	II	III					II	III						
AA6.	Part, PO		III						III						
AA7.	Part, PO		III	II					III						
E2S-SLS	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex	III	III												
AA2.	Ex	III	III												
AA3.	Ex	III	III												
AA4.	Ex	II	II					II							
AA5.	Ex	III	III												
AA6.	Ex		III												
AA7.	Ex		III												
AA8.	Ex		III												
E2S-TPSLS	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Part.		III						III						
AA2.	Part.		III	II					III						
AA3.	Part.		III						III						
AA4.	Part.		III	II					III						

Ex : Examen écrit final, Part : Participation, PO : Présentation Orale

Responsable : Jérôme Lucas

Équipe pédagogique : Jérôme Lucas, Emmanuel Géron, Yacine Oussar

| cours : 17h | TD : 5h | préceptorat : 7h | langue du cours :   |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. identifier les impédances mises en œuvre dans un système linéaire, les calculer, de modéliser le système et résoudre les problèmes de désadaptation.
- AA2. analyser un montage à amplificateur opérationnel, de concevoir un montage répondant à ses propres besoins.
- AA3. déterminer la stabilité d'un système par le calcul ou la mesure de sa réponse en boucle ouverte, de modéliser le système via la mesure de sa réponse indicielle, de stabiliser ou corriger la réponse du système pour répondre à un cahier des charges.
- AA4. identifier les différents types de composants non linéaires, d'effectuer la linéarisation en petit signal d'un montage non linéaire, d'analyser le fonctionnement et de calculer la réponse de ce type de montage.
- AA5. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème complexe et/ou transverse.

## Contenu

Cours/TD

1. Introduction
2. Prérequis
  - Lois fondamentales
  - Dipôles linéaires
  - Quadripôles linéaires
  - Les adaptations d'impédances
  - Circuits élémentaires de bases
  - Dualité temps-fréquence élémentaire
3. Amplificateurs Opérationnels
  - Mise en œuvre et modèles simples
  - Montages élémentaires
  - Amplificateur opérationnel réel
4. Les bases de l'électronique numérique
  - Algèbre de Boole, tableaux de Karnaugh
  - Logique combinatoire
  - Logique séquentielle et synchrone
  - Fonctions de l'électronique numérique : registres, mémoires, compteurs etc. Circuits configurables EPLDs FPGAs.
5. Composant non linéaires à semi-conducteurs
  - Semi-conducteurs, jonction PN
  - Diodes et interaction avec la lumière : photopiles et photodiodes
  - Transistors : exemple des MOSFETs et BJT
6. Introduction à l'électronique de puissance

	<p>Préceptorats</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superposition, conditionnement et adaptation d'impédance</li> <li>• Systèmes logiques</li> <li>• Montages analogiques à transistor MOSFET</li> <li>• Asservissement proportionnel et avec modèle de référence</li> <li>• Amplificateur à amplificateur Bipolaire, Montage Cascode</li> </ul>
<p>Travail en Autonomie</p>	<p><b>Objectifs</b> : interpréter et appliquer les notions du cours pour aller au-delà des simples applications élémentaires</p> <p><b>Méthodes</b> : Préparation de préceptorats</p>
<p>Supports Bibliographie</p>	<p>Polycopié du cours Polycopié des préceptorats et Travaux dirigés Ressources en lignes sur <a href="http://cours.espci.fr">cours.espci.fr</a> : Corrigé des TDs, Notes d'application, etc ...</p>
<p>Évaluation</p>	<p>Examen final écrit</p>

Responsable : Jérôme Lucas

Équipe pédagogique : Jérôme Lucas, Emmanuel Géron

| TP : 45h | langue du cours :  |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme des TP, l'étudiant sera capable de :

- AA1. identifier et mener en autonomie les différentes étapes d'une démarche expérimentale.
- AA2. organiser son travail en laboratoire.
- AA3. utiliser les appareils et les techniques de mesure en laboratoire dans le domaine de l'électronique.
- AA4. interpréter des données expérimentales pour envisager leur modélisation.
- AA5. valider un modèle par comparaison de ses prévisions aux résultats expérimentaux et apprécier ses limites de validité.
- AA6. exploiter des logiciels d'acquisition et d'analyse de données avec un esprit critique.
- AA7. observer et interpréter les phénomènes expérimentaux en mobilisant ses connaissances et en s'appuyant sur les ressources documentaires.

### Contenu

- Générateurs, mesures à l'oscilloscope, circuits de base : modèle et "réalité"
- Amplificateurs opérationnels
- Microcontrôleurs
- Systèmes logiques
- Asservissement numérique de température

### Fonctionnement

Les manipulations sont réparties selon les cinq thèmes ci-dessus.  
Les trois premiers thèmes s'étendent respectivement sur 2, 3 et 3 séances.  
Les thèmes quatre et cinq s'étendent sur 2 séances et sont abordés en alternance par demi groupes de TP.

### Travail en Autonomie

**Objectifs** : synthétiser, interpréter et restituer ses résultats expérimentaux.  
**Méthodes** : Mise en situation devant des problèmes pratiques à résoudre.

### Supports Bibliographie

Polycopiés de TP

### Évaluation

Manipulation, Organisation, Compréhension, Implication 80 %  
Le cahier de TP sera évalué via des questions posées sur les TP lors de l'examen final de Janvier.

Responsable : Fabrice Lemoult

| cours : 8h | TD : 2h | langue du cours :  |

### Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème complexe et/ou transverse.
- AA2. exploiter des logiciels d'acquisition et d'analyse de données avec un esprit critique.
- AA3. identifier les sources d'erreur pour calculer l'incertitude sur un résultat expérimental.
- AA4. identifier un système linéaire et calculer sa réponse impulsionnelle et sa fonction de transfert.
- AA5. évaluer la stabilité d'un système linéaire.
- AA6. analyser un signal à l'aide de la transformation de Fourier.
- AA7. calculer l'erreur induite par l'échantillonnage d'un signal.
- AA8. évaluer l'effet du bruit sur la transmission d'un signal.

Contenu	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Systèmes linéaires<ul style="list-style-type: none"><li>• Systèmes linéaires invariants, réponse impulsionnelle</li><li>• Stabilité et causalité : définitions et critères</li><li>• Représentation de Fourier et de Laplace, critères de stabilité et de causalité</li></ul></li><li>2. Signaux<ul style="list-style-type: none"><li>• Représentation et manipulation des signaux par transformée de Fourier</li><li>• Échantillonnage : théorème de Shannon-Nyquist, transformée de Fourier rapide</li></ul></li><li>3. Bruit<ul style="list-style-type: none"><li>• Signaux aléatoires</li><li>• Caractérisation dans l'espace de Fourier, théorème de Wiener-Khinchin</li></ul></li></ol>
---------	--

Supports Bibliographie	Polycopié du cours et des travaux dirigés
---------------------------	---

Évaluation	Examen final écrit
------------	--------------------

Responsable : Jérôme Lucas

Équipe pédagogique : Jérôme Lucas, Emmanuel Géron

| TP : 15h | langue du cours :  |

### Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme des TP, l'étudiant sera capable de :

- AA1. utiliser les appareils et les techniques de mesure en laboratoire dans le domaine de la mesure de spectre de fréquence.
- AA2. observer et interpréter les phénomènes expérimentaux en mobilisant ses connaissances et en s'appuyant sur les ressources documentaires.
- AA3. expliquer le fonctionnement d'une boucle à verrouillage de phase.
- AA4. appliquer une détection synchrone pour mesurer une amplitude, une phase, ou les deux.

#### Contenu

1. Analyse spectrale analogique
2. Analyse spectrale par FFT
3. Détection synchrone
4. Boucle à verrouillage de phase

#### Supports Bibliographie

Polycopiés de TP

#### Évaluation

Participation 100%

UE Chimie I <i>Chemistry I</i>	SEMESTRE 5  UE CH1
47,25h - 4 ECTS	

## Présentation

Le cours de Chimie Organique (CH1-CO1) vise à donner aux étudiants les outils fondamentaux permettant de comprendre la réaction chimique entre deux espèces organiques. La structure **des molécules (VSEPR, hybridation)**, **les mouvements d'électrons et les bases des mécanismes réactionnels** (électrophilie, nucléophilie, orbitales frontières et recouvrement orbitalaire), la corrélation structure/réactivité, les concepts de contrôle cinétique et thermodynamique, les **notions d'état de transition et le postulat de Hammond seront abordés en cours ou sous la forme de TD/cours**. Le cours de Chimie Organique (CH1-CO1) présente également les principales transformations chimiques des composés aromatiques. Les mécanismes réactionnels sont explicités et des applications dans des domaines variés (chimie médicinale, chimie des matériaux, ...) **sont** discutées. Ces bases, bien assimilées, constituent un socle de connaissances indispensables **aux étudiants quels que soient leurs futurs choix d'orientation (chimie, physico-chimie, biologie ou physique)**.

L'enseignement de Chimie des Polymères (CH1-CP) est constitué d'une partie théorique (4 h) et d'une partie expérimentale (11.25 h). Cet enseignement a pour objectif de présenter les principaux concepts et outils (relation structure/réactivité, mécanismes réactionnels, cinétique, procédés de polymérisation) utilisés pour concevoir et synthétiser des polymères à façon, en prenant en compte les différents paramètres structuraux que sont la masse molaire, la dispersité, la composition, la topologie et la fonctionnalité. La partie expérimentale vise l'acquisition des bonnes pratiques de laboratoire, l'apprentissage de diverses **techniques de mise en œuvre d'une polymérisation**, de son suivi analytique, puis de la purification et de la vérification de la structure des polymères obtenus par analyse RMN, DSC, SEC, ATG, tests de gonflement. L'accent est placé sur l'apprentissage de l'autonomie, le respect des règles de sécurité et la tenue d'un cahier de laboratoire scientifique. Enfin, les étudiants sont sensibilisés à une chimie plus respectueuse de l'environnement (éco-compatible ou chimie verte).

Le cours Théorie des Groupes (CH1-TDG) présente et utiliser les concepts et la nomenclature de la théorie des groupes en calcul d'orbitales moléculaires, spectroscopie UV/visible et vibration moléculaire.

Semestre	Programme
S5	CH1-CO1 Chimie Organique 1 CH1-CP Chimie des Polymères CH1-TDG Théorie des Groupes

## Pré-requis

Les notions pré-requises, et un certain nombre de notions fondamentales font l'objet de rappels tout au long du cours. Des connaissances de base en réactivité chimique incluant la maîtrise des réactions fondamentales (substitution, élimination, addition) sont souhaitables. Si ce socle de **connaissances n'est pas acquis**, il est vivement conseillé de suivre le module de soutien de chimie organique (cours facultatif de remise à niveau).

## Validation de l'UE

Moyenne pondérée : CH1-CO 30%, CH1-CP 35%, CH1-TDG 35%

### Compétences visées par l'UE

CH1-CO	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex	II	II					II							
AA2.	Ex	II	II					II							
AA3.	Ex	II	II					III							
AA4.	Ex	II	II							III			III		
AA5.	Ex	II	II					III		III					
AA6.	Ex		III												
CH1-CP	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	CR	II	II					III		III					
AA2.	CR	II						II							
AA3.	CR	III	III					III		III					
AA4.	CR	II	II					III		III					
AA5.	AS, CL, CR	III	III					III		III					
AA6.	CR	III	III					III		III					
AA7.	CL, TE														
AA8.	TE, AS		III												
AA9.	CL, TE		III			II			III						
AA10.	CL, TE, AS		III						III						II
AA11.	CL, TE		III	II											
AA12.	TE		III												
AA13.	CL, CR	II							II						
AA14.	TE, CL, CR	II													
AA15.	TE, CL, CR	III	III					III	III	III					
CH1-TDG	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex	II													
AA2.	Ex		II					II							
AA3.	Ex	II						II				III			
AA4.	Ex	II						II							
AA5.	Ex		III					II							
AA6.	Ex		III					II							

Ex : Examen écrit final, CL : cahier de labo, TE : travail expérimental, AS : analyse de spectres, IS : identification de structure, CR : Compte-rendu

Responsables : Renaud Nicolaÿ, Amandine Guérinot

Équipe pédagogique : Arthur Duprat, Domingo Gomez-Pardo, Benjamin Laroche

|cours : 10 h | TD : 2 h | langue du cours : 

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. identifier et utiliser des concepts fondamentaux permettant de comprendre la réaction entre deux entités chimiques.
- AA2. identifier des transformations chimiques classiques et la structure des produits formés.
- AA3. écrire un mécanisme réactionnel rationnel d'une transformation chimique.
- AA4. analyser une séquence réactionnelle multi-étapes.
- AA5. construire une suite réactionnelle raisonnable permettant l'accès à une molécule cible.
- AA6. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème complexe et/ou transverse.

Contenu	<p>Cours/TD</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Généralités <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hybridation</li> <li>• Acidité et basicité en Chimie Organique</li> <li>• Réaction chimique</li> <li>• Contrôle cinétique et thermodynamique des réactions</li> <li>• Corrélation structure/réactivité</li> <li>• Grandes classes de réaction</li> </ul> </li> <li>2. Chimie aromatique <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjugaison et aromaticité</li> <li>• Substitutions électrophiles aromatiques</li> <li>• Substitutions nucléophiles aromatiques</li> <li>• Stratégie de synthèse</li> <li>• Hétéroaromatiques</li> </ul> </li> </ol>
---------	--

Supports Bibliographie	Support de cours Énoncés de TD
---------------------------	-----------------------------------

Évaluation	Examen final écrit : questions de cours 50%, problèmes de réflexion 50%
------------	---

Responsable : Renaud Nicolay

| cours : 4h | TP : 11.25h | langue du cours :  |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. identifier et utiliser les concepts fondamentaux régissant la croissance des chaînes polymères pour analyser ou prédire la structure de polymères.
- AA2. écrire un mécanisme réactionnel d'une polymérisation radicalaire, d'une polymérisation radicalaire contrôlée ou d'une polymérisation par étapes.
- AA3. interpréter et analyser des données expérimentales pour identifier un type de polymérisation et mettre en évidence des réactions parasites.
- AA4. relier la composition d'un mélange réactionnel à la structure des polymères formés.
- AA5. mobiliser ses connaissances pour concevoir un système permettant la synthèse de polymères de masses molaires et de compositions prédéterminées.
- AA6. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème complexe et/ou transverse.
- AA7. utiliser des techniques classiques de synthèse et de purification de polymères (manipulation en atmosphère inerte, suivi cinétique, précipitation, lyophilisation)
- AA8. interpréter des résultats expérimentaux et des données spectroscopiques pour valider la structure des polymères formés
- AA9. travailler en groupe
- AA10. être autonome et organiser son travail en laboratoire
- AA11. identifier et mener en autonomie les différentes étapes d'une démarche expérimentale
- AA12. réaliser des synthèses de molécules dans le respect des normes HSE et règles d'éthiques de l'ingénieur (cahier de laboratoire, fiabilité des résultats).
- AA13. identifier les réglementations spécifiques et mettre en œuvre les principales mesures de prévention en matière d'hygiène et de sécurité (par exemple risques chimiques).
- AA14. observer et interpréter les phénomènes expérimentaux en mobilisant ses connaissances et en s'appuyant sur les ressources documentaires.
- AA15. synthétiser, interpréter et restituer ses résultats expérimentaux.

## Contenu

1. Radical polymerization
  - Structure/reactivity relationship
  - Initiation
  - Propagation
  - Termination
  - Transfer and telomerization
  - Degree of polymerization
  - Copolymerization
2. Controlled radical polymerization
  - Concepts and characteristics
  - Radical polymerization by reversible addition/fragmentation chain transfer (RAFT)

	<p>3. Stepwise polymerization</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degree of polymerization</li> <li>• Molar masses and molar mass distribution</li> <li>• Gel point and networks</li> <li>• Kinetics of step polymerizations</li> </ul>						
<p>Supports Bibliographie</p>	<p>Polycopié de TP et supports des cours Fiches de sécurité <b>Exemples d'article de recherche</b></p>						
<p>Évaluation</p>	<table> <tr> <td>Travail expérimental (manipulation, organisation, compréhension)</td> <td>45 %</td> </tr> <tr> <td>Cahier de laboratoire</td> <td>10 %</td> </tr> <tr> <td>Compte-rendu (rédaction d'un mode opératoire type publication, analyse et discussion des résultats)</td> <td>45 %</td> </tr> </table>	Travail expérimental (manipulation, organisation, compréhension)	45 %	Cahier de laboratoire	10 %	Compte-rendu (rédaction d'un mode opératoire type publication, analyse et discussion des résultats)	45 %
Travail expérimental (manipulation, organisation, compréhension)	45 %						
Cahier de laboratoire	10 %						
Compte-rendu (rédaction d'un mode opératoire type publication, analyse et discussion des résultats)	45 %						

Responsable : François Volatron

| cours : 10h | TD : 8h | préceptorats : 2h | langue du cours :  |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. se familiariser avec les géométries moléculaires et les éléments de symétrie.
- AA2. traiter les données expérimentales dans le formalisme de la théorie des groupes.
- AA3. appliquer ces concepts à la résolution/interprétation des données expérimentales.
- AA4. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème complexe et/ou transverse.
- AA5. interpréter des données expérimentales pour envisager leur modélisation.
- AA6. **manipuler les mécanismes fondamentaux à l'échelle microscopique, modéliser les phénomènes macroscopiques, relier un phénomène macroscopique aux processus microscopiques.**

Contenu	<p>Cours/TD</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bases de la théorie des groupes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exemple d'utilisation de la symétrie</li> <li>• Groupe des opérations de symétrie</li> <li>• <b>Représentation linéaire d'un groupe de symétrie</b></li> <li>• Éléments de la théorie des caractères</li> </ul> </li> <li>2. Applications <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul des orbitales moléculaires</li> <li>• Produit tensoriel et applications</li> <li>• Vibration moléculaire</li> <li>• Structure électronique des complexes de métaux de transition</li> </ul> </li> </ol> <p>Préceptorats</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Effet Jahn-Teller</li> <li>2. Stabilité des carbocations</li> </ol>
Pré-requis	Connaissance des orbitales atomiques ; interaction de deux orbitales atomiques sur deux centres.
Liens avec d'autres cours	Méthodes spectroscopiques (S5-CH1-ICO) ; Chimie Inorganique (S8-CH2-CMI)
Supports Bibliographie	Un livre de cours de théorie des groupes et plusieurs articles
Évaluation	Examen écrit final

<p>UE Mathématiques et Méthodes Numériques I <i>Mathematics and Numerical Methods I</i></p>	<p>SEMESTRE 5</p>  <p>UE MMN1</p>
<p>56,75h – 5 ECTS</p>	

## Présentation

L'objectif du cours de Mathématiques 1 (MMN1-MATH1) est de présenter un certain nombre de méthodes mathématiques nécessaires à une bonne formation en physique et en chimie. Il ne s'agit pas de "recettes" à appliquer aveuglément, mais d'outils mathématiques dont il importe de bien maîtriser le maniement. La première partie du cours est consacrée à la théorie des fonctions holomorphes. L'approche de Cauchy - qui repose sur la notion d'intégrale le long d'un chemin dans le plan complexe - est très féconde et conduit en particulier à la méthode des résidus et à ses diverses applications. La deuxième partie du cours présente tout d'abord les rudiments de la théorie de l'intégration de Lebesgue, puis expose en détail les notions importantes de produit de convolution, de transformation de Fourier et de transformation de Laplace. La dernière partie du cours est consacrée à la théorie des distributions. Cette théorie, élaborée par Laurent Schwartz, est devenue un outil essentiel dans de nombreux domaines des mathématiques et de la physique.

Le cours Python (MMN1-PYTHON) introduit les connaissances essentielles afin de pouvoir **programmer efficacement et d'intégrer cet outil dans la pratique** expérimentale. Pour cela le **cours est organisé autour de 5 séances de TP afin d'apprendre par la pratique** les bonnes pratiques et le potentiel de ce langage (calcul scientifique, analyse et visualisation de résultat, appréhender les possibilités offertes par toutes les bibliothèques scientifiques existantes et pouvoir les utiliser.

Semestre	Programme
S5	MMN1-MATH1 Mathématiques I MMN1-PYTHON Programmation sous Python

## Pré-requis

Etude de fonctions ; Suites et séries ; Séries de Fourier ; Equations **différentielles linéaires d'ordre 1 et 2** ; Manipulations des nombres complexes ; Polynômes et fractions rationnelles ; Intégrales (simple, double et triple).

## Validation de l'UE

Moyenne pondérée : MMN1-MATH1 60%, MMN1-PYTHON 40%

## Compétences visées par l'UE

MMN1-MATH1	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex, CC	III	III					III				II			
AA2.	Ex, CC	III	III					III							
AA3.	Ex, CC	III	III					III							
AA4.	Ex, CC	III	III					III							
AA5.	Ex, CC	II	II					II							
MMN1-PYTHON	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	CC, CR	II	II												
AA2.	CC, CR	II	II						II						
AA3.	CC, CR	II	II									II			
AA4.	CC, CR	II	III												
AA5.	CC, CR	II	III						II		II	II			

Ex : Examen écrit final, CC : Contrôle Continu, CR : compte rendu

Responsable : Elie Raphaël

| cours : 20h | TD : 12h | préceptorats : 6h | langue du cours :  |

### Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème complexe et/ou transverse.
- AA2. manipuler le calcul des résidus d'une fonction holomorphe afin de pouvoir appliquer le théorème des résidus au calcul d'intégrales.
- AA3. résoudre un problème linéaire en utilisant la transformée de Fourier.
- AA4. manipuler le produit de convolution.
- AA5. résoudre une équation différentielle linéaire au sens des distributions en utilisant les fonctions de Green.

Contenu	<p>Cours/TD</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fonctions holomorphes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dérivée d'une fonction d'une variable complexe</li> <li>• Définition et propriétés</li> <li>• Intégration dans le plan complexe</li> <li>• Théorème des résidus et applications</li> </ul> </li> <li>2. Complément sur l'intégration et transformations intégrales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Complément sur l'intégration et transformations intégrales</li> <li>• Notion de mesure et intégration de Lebesgue</li> <li>• Produit de convolution</li> <li>• Transformation de Fourier</li> <li>• Transformation de Laplace</li> </ul> </li> <li>3. Distributions <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définitions et propriétés générales</li> <li>• Dérivation</li> <li>• Produit de convolution</li> <li>• Fonctions de Green</li> <li>• Transformation de Fourier</li> </ul> </li> </ol> <p>Préceptorats</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fonctions holomorphes (application à la portance d'une aile d'avion)</li> <li>2. Transformées de Fourier et de Laplace (application à la tomographie)</li> <li>3. Distributions et fonctions de Green</li> </ol>
---------	--

Travail en Autonomie	<p><b>Objectifs</b> : Utiliser les notions issues du cours pour aller au-delà des simples applications élémentaires</p> <p><b>Méthodes</b> : Préparation de préceptorats</p>
----------------------	--

Supports Bibliographie	Polycopié et ouvrages donnés en référence
------------------------	---

## Évaluation

Contrôle continu (1/3 de la note finale) et examen écrit (2/3)

Examen écrit final : exercices courts 40%, problème 60%

Modalités du contrôle continu (sur 20)

- 3 contrôles de 15 mn en première partie de TD (sur 10). Les dates seront indiquées au préalable.

- 3 tutorats (sur 10).

Chaque tutorat est noté sur 3, avec 2 points pour la copie et 1 point pour la participation. Les 2 points de la copie sont attribués de la façon suivante :

- ✓ 0 : pas de copie.
- ✓ 1 : copie bâclée, seules les premières questions sont traitées **et l'étudiant s'arrête dès la première question difficile alors** qu'il est possible d'admettre des résultats pour continuer.
- ✓ 2 : copie sérieuse, l'ensemble de l'énoncé a été parcouru même si toutes les questions n'ont pas été traitées.

Pour noter la copie conformément au travail réellement fourni, **l'étudiant pourra passer au tableau pour refaire les questions** traitées dans sa copie.

**Un point de bonus global est attribué à l'étudiant qui aurait résolu des questions difficiles.**

Responsables : Alexandre Allauzen

| TP : 18,75h | langue du cours :  |

## Présentation

Le cours a pour objectif d'initier les élèves à la pratique de ce langage de programmation, afin de pouvoir par la suite l'utiliser de manière efficace dans les projets futurs, avec l'aisance suffisante pour évoluer et trouver les bonnes solutions. Chaque séance s'appuie sur des exemples concrets afin d'aborder les grands thèmes de la programmation en python.

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme des TP, l'étudiant sera capable de :

- AA1. résoudre des problèmes réels avec la bonne démarche et les bons choix de programmation en python
- AA2. exploiter les ressources logicielles existantes en python pour développer rapidement les solutions efficaces
- AA3. traiter, analyser et interpréter des résultats d'expériences scientifiques grâce à la programmation
- AA4. manipuler la programmation objet en python, sa syntaxe et les principaux principes.
- AA5. développer une solution logiciel dans le cadre d'un projet effectué en binôme.

Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le cours est organisé en 5 séances de TP permettant de couvrir les bases de la programmation en python.</li> <li>• Les bases du langage, son fonctionnement et les outils de programmation</li> <li>• Le calcul scientifique en Python, les entrées/sorties et les premières expériences scientifiques (la suite logistique et les fractales)</li> <li>• La simulation numérique et le modèle d'Ising</li> <li>• La programmation objet</li> </ul>
Travail en autonomie	Le cours se termine par un projet effectué en binôme qui nécessite de développer une solution complète en python à un problème.
Supports Bibliographie	Un support de cours est donné sous forme de diapositives et les énoncés de TP sont des « notebooks ».
Évaluation	TP (30 %) et projet (70 %)

<b>UE Sciences du Vivant I</b> <i>Life Sciences I</i>	SEMESTRE 5  UE SV1
82,75h – 5 ECTS	

## Présentation

L'objectif principal de l'unité d'enseignement SV1 est de présenter les notions de base de la biochimie, de la biologie moléculaire et cellulaire pour une compréhension des enjeux actuels de la recherche dans ces disciplines.

En biochimie, les principales classes de biomolécules (sucres, lipides, acides nucléiques et protéines), la catalyse biologique, la transduction des signaux, la transformation de l'énergie, le stockage et la réplication de l'information par les gènes sont exposées, de même que la façon dont les gènes codent pour les ARN (transcription) qui à leur tour codent pour les protéines (traduction).

En biologie cellulaire, les notions générales de compartimentation fonctionnelle des cellules, des transports intracellulaires, des bases de la signalisation, ou encore de la structure des cellules et des tissus ou de la mécano-transduction sont présentées. Une partie du cours est ensuite consacrée aux outils d'ingénierie cellulaire et tissulaire et aux enjeux de la recherche biomédicale, fortement multidisciplinaire, dans ces domaines.

Semestre	Programme
S5	SV1-BIO Biochimie/Biologie Cellulaire SV1-TPBIO Travaux Pratiques de Biochimie/Biologie Cellulaire

## Pré-requis

Aucun

## Validation de l'UE

Moyenne pondérée : SV1-BIO 50%, SV1-TPBIO 50%

## Compétences visées par l'UE

SV1-BIO	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex, doc	II						I,III							
AA2.	Ex, doc	III		II				II	II			I			
AA3.	Ex, doc, POF	III	III					I	III	I		I	III		
AA4.	Doc, POF	III	III									I	I	III	
AA5.	Ex, Doc		I	I				I	I			III	III	I	I
AA6.	Doc, POF		III						I			I	III	I	
AA7.	Ex, Doc	III						III	I				III	I	
SV1-TPBIO	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Part				II						III				
AA2.	CR		III						III		III		II		
AA3.	CR		II					III	III	II					
AA4.	CR, Part	III								III					
AA5.	CR		III						III	II					
AA6.	CR		III					II	III				II		
AA7.	Part			III					II						
AA8.	CR, Part		II					II	II						
AA9.	CR, Part	II	III							II					
AA10.	CR	II	III					III							II

Ex : Examen final écrit, doc : documents, POF : Présentation oral en français, CR : Compte-rendu ; Part : Participation

Responsable : Andrew Griffith, Pascale Dupuis-Williams

| cours : 26h | préceptorats : 8h | langue du cours :  |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable :

- AA1. appréhender les champs thématiques de la biologie cellulaire (membranes et signalisation, trafic des protéines et sécrétion, cytosquelette et mécano-transduction, différenciation cellulaire et organogenèse tissulaire).
- AA2. identifier les principes et mécanismes fondamentaux associés.
- AA3. s'initier aux méthodologies, analyses et procédés en biologie (traceurs et biosenseurs, microscopies photoniques et microscopique, utilisation de modèles cellulaires ou animaux...).
- AA4. appréhender l'analyse des systèmes complexes inhérents à la biologie: variables multiples, interactions multiples, analyses multi-échelles.
- AA5. s'approprier les démarches théoriques et méthodologiques par la lecture de publications ou les exemples en cours.
- AA6. mobiliser ses connaissances pour analyser les résultats d'une mesure.
- AA7. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème complexe et/ou transverse.

## Contenu

### Cours

#### 1. Biochimie

- Biomolécules principales (sucres, lipides, acides nucléiques et protéines)
- Catalyse biologique (enzymes)
- Transduction des signaux
- Transformation de l'énergie
- Réplication de l'ADN, transcription et maturation de l'ARN et traduction des protéines
- Introduction à l'ADN recombinant et au séquençage de l'ADN

#### 2. Biologie cellulaire

- Evolution cellulaire
- Procaryote/Eucaryote
- Organisation cellulaire des eucaryotes
- Propriétés des membranes biologiques
- Compartimentation cellulaire
- Trafic intracellulaire
- Cytosquelette et méchanotransduction
- Cellules souches et différenciation
- Ingénierie cellulaire et tissulaire

### Préceptorats

Analyse d'article, synthèse et recherche bibliographique thématique, organisées en 4 séances autour des thèmes :

1. dogme central de la biologie moléculaire
2. membranes
3. la cellule et son environnement
4. biotechnologies.

Travail en Autonomie	<b>Objectifs</b> : utiliser les notions du cours pour aller au-delà des applications élémentaires <b>Méthodes</b> : Préparation de préceptorats
Supports Bibliographie	Supports de cours site ESPCI. Énoncés des tutorats
Évaluation	DM (vidéo individuelle 5 mn)

Responsable : Yann Verdier

Équipe pédagogique: Yann Verdier - Alice Pavlowsky

| TP : 48,75h | langue du cours :  |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme des TP, l'étudiant sera capable de :

- AA1. travailler en groupe : mener une expérience en binôme, proposer une hypothèse au groupe de TP.
- AA2. organiser son travail en laboratoire : mener un procédé sur 11 séances, gestion des réactifs, traçabilité des résultats.
- AA3. réaliser la synthèse d'une protéine par des techniques de biologie moléculaire.
- AA4. justifier des techniques de purification de l'ADN et de protéines.
- AA5. utiliser les appareils de laboratoire : électrophorèse, spectrophotomètre, colonnes de chromatographie, thermocycleur.
- AA6. exploiter le logiciel d'analyse d'images ImageJ pour l'interprétation quantitative d'un Western blot ; analyser une séquence d'ADN et de protéine par bioinformatique.
- AA7. identifier les réglementations spécifiques en matière d'hygiène et de sécurité: traitement des déchets CMR et biologiques.
- AA8. identifier les sources d'erreur pour calculer la précision d'un rendement.
- AA9. observer et interpréter les phénomènes expérimentaux en mobilisant ses connaissances.
- AA10. synthétiser, interpréter et restituer ses résultats expérimentaux sous forme d'un cahier de laboratoire.

## Contenu

Les travaux pratiques sont conçus comme une suite d'expériences de biologie moléculaire. Chaque binôme réalise toutes les étapes du clonage d'un gène qui confère aux bactéries une coloration verte par surexpression d'une protéine fluorescente : la GFP.

- Préparation du vecteur (linéarisation, déphosphorylation, purification)
- Préparation de l'insert (PCR, purification, digestion enzymatique)
- Ligation
- Transformation
- Criblage des clones recombinants par PCR
- Expression induite de la protéine
- Extraction de la protéine et analyse par Western blot.

Durant les TP de bioinformatique, les étudiants vont analyser une séquence d'ADN et en déduire des informations pertinentes (structure du gène, séquence structure et fonction de la protéine) par l'utilisation de banques de données et d'outils de prédiction. Pour finir, les étudiants devront concevoir le schéma expérimental pour le clonage d'un gène dans l'objectif d'exprimer la protéine codée par ce gène, faisant ainsi le lien avec ce qui a été fait pendant les TP.

Fonctionnement	Un procédé réparti sur 11 séances. Deux séances de Bioinformatique.
Supports Bibliographie	Polycopiés de TP et de TD
Évaluation	60% résultats et interprétation 15% cahier de laboratoire 25 % implication dans le TP (participation, ...)

<p>UE Métier de l'Ingénieur <i>Engineer Skills</i></p>	<p>SEMESTRE 5</p>  <p>UE MI</p>
<p>53,75h – 2 ECTS</p>	

## Présentation

L'objectif du module d'immersion (MI-IMM) est de permettre aux élèves de découvrir la vie d'un laboratoire accompagnés d'un chercheur de l'École.

La conférence MI-IS vise à sensibiliser les étudiants aux questions d'intégrité scientifique. On décrira les principes de l'intégrité scientifique et d'ouverture des données.

A travers quelques exemples remarquables de manquement à l'intégrité scientifique, on en évoquera les conséquences sur la qualité de la production scientifique et sur la perception de la recherche par les citoyens.

On incitera les étudiants à mettre en œuvre des bonnes pratiques dans leurs activités à l'école, en particulier les travaux pratiques et les différents projets.

Le module Enjeux du Changement Climatique (MI-ECC) est destiné à fournir aux étudiants les connaissances de base en lien avec trois problématiques sociétales qui gagnent de l'ampleur, et qui sont transverses à leurs futures activités, quelles qu'elles soient (R&D, enseignement, brevets, marketing...) :

- 1) développement durable & économie circulaire,
- 2) éco-conception des produits,
- 3) hygiène-sécurité-environnement dans le quotidien professionnel.

La prise en compte de ces aspects est désormais indispensable, tant pour des raisons de conformité réglementaire que de durabilité économique, sociale et environnementale des organisations. Le module fournit des éléments de contexte historique, de cadre réglementaire et de bonnes pratiques dans ces trois domaines. De plus, il fournit plusieurs éléments méthodologiques, notamment pour la réalisation d'une Analyse de Cycle de Vie, étude préliminaire à l'éco-conception. Les aspects théoriques de la méthodologie ACV et des bonnes pratiques HSE de laboratoire sont présentées de manière synthétique et approfondis lors des séances de TD, où sont aussi abordés certains de leurs aspects pratiques.

Le module Gestion de l'Innovation (MI-GI) est une sensibilisation à la notion d'innovation et permet aux étudiants de comprendre les freins internes et externes aux développements de nouveaux concepts. Les définitions multiples de l'innovation seront données afin de saisir la différence entre l'évolution incrémentale et l'évolution de rupture et ainsi comprendre pourquoi, contrairement à l'incrémental, l'innovation échoue. Le profil de l'innovateur, qu'il soit industriel, collectif ou individuel sera décrit afin d'identifier les rôles de chacun comme, à titre d'exemple, des pôles de compétitivité. La bonne compréhension des moteurs de l'innovation, vue à travers l'approche de Porter élargie, et de son évolution dans le temps, vue sous l'angle quantitatif et sociologique, permettra *in fine* à chacun de conclure pourquoi manager l'innovation est indispensable.

Le cours Droit de la Propriété Intellectuelle (MI-BREV) vise à en donner une connaissance concrète, et plus particulièrement des brevets.

Semestre	Programme	
----------	-----------	--

S5	MI-IMM	Retour d'Immersion en Laboratoire
	MI-RP	Risques et Prévention
	MI-IS	Intégrité Scientifique
	MI-ECC	Enjeux du Changement Climatique
	MI-GI	Gestion de l'Innovation
	MI-BREV	Droit de la Propriété Intellectuelle

### Validation de l'UE

Moyenne pondérée : MI-IMM présence, MI-RP présence, MI-IS présence, MI-ECC 35%, MI-GI 50%, MI-BREV 15%

### Compétences visées par l'UE

MI-IMM	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Présentiel				I	I							I		
AA2.	Présentiel				II										
AA3.	Présentiel				II	II							I		
MI-RP	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Présentiel					II									
AA2.	Présentiel					II									
MI-IS	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Présentiel			I	I	I							I		
AA2.	Présentiel				I	II									II
MI-ECC	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex		II	II		II								II	III
AA2.	Ex	II	III	II	I	III			II	II	II	III	II	II	II
AA3.	Ex	II	III	II	I						I	III	II	III	III
AA4.	Ex	II		II		II						II	I		II
AA5.	Ex	I	II							II			II		III
AA6.	Ex				II	II							II		II
AA7.	Ex				II							II			
AA8.	Ex		III	II						II			II	III	III
AA9.	Ex														
MI-GI	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Dossier final	I		I										I	
AA2.	Dossier final	I		I										I	
AA3.	Dossier final	I		I										I	
AA4.	Dossier final	I		I										I	
AA5.	Dossier final	II		II	II	II					II			II	
AA6.	Dossier final	I		I	I	I								I	
AA7.	Dossier final	I		I							I			I	
AA8.	Dossier final	II		II	II	II					II			II	
MI-BREV	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex			I											
AA2.	Ex			I										II	
AA3.	Ex			II										II	
AA4.	Ex			I										II	

Ex : Examen final écrit, POF : Présentation oral en français, PMC : Présentation à mi-parcours, CR : Compte-rendu, Part : Participation, Ent : Entretien final

Responsables : Nicolas Lequeux, Pascal Kurowski, Corinne Soulié-Ziakovic

| présentation : 3h | langue :  |

### **Objectifs / Compétences visées par l'EC**

Au terme des deux jours d'immersion en laboratoire et de leur restitution, l'étudiant sera capable de :

AA1. apprécier un environnement de travail dans le milieu de la recherche académique.

AA2. travailler en groupe.

AA3. communiquer à l'oral et à l'écrit en s'adaptant au public concerné.

### **Contenu**

Selon les thématiques proposées par les chercheurs de l'École

### **Fonctionnement**

Par binômes, les élèves font un stage d'observation de 2 jours accompagnés d'un chercheur d'un laboratoire de l'École. Ils font une restitution de leur expérience sous la forme d'un exposé de 15 mn et répondent aux questions de leurs camarades.

### **Évaluation**

Présence obligatoire aux 2 journées d'immersion et à la séance de restitution

Responsable : **Service de Prévention de l'ESPCI Paris**

| cours : 4h | langue du cours :  |

### **Objectifs / Compétences visées par l'EC**

A l'issue de la présentation l'étudiant sera capable de :

AA1. Appliquer des règles de sécurité

AA2. Gérer les déchets et le stockage de produits chimiques

#### **Contenu**

Sensibilisation à la gestion des risques

Présentation des règles générales de sécurité mises en **place à l'ESPCI**

Présentation de la conduite à tenir pour protéger sa santé (port obligatoire des équipements de protection individuelle et obligation de manipuler sous les équipements de protection collective — hottes, sorbonnes...)

Sensibilisation à la **préservation de la qualité de l'environnement et à la minimisation des risques** (gestion des déchets — stockage des produits chimiques et solvants).

Ces règles et bonnes pratiques de laboratoire sont rappelées, expliquées et appliquées au cours des sessions expérimentales des deux années de tronc commun.

#### **Évaluation**

Présence obligatoire

Responsable : Marc Fermigier

| présentation : 1h | langue :  |

### Objectifs / Compétences visées par l'EC

A l'issue de la présentation l'étudiant sera capable de :

AA1. Connaître les principes de l'intégrité scientifique

AA2. Mettre en œuvre ces principes dans son activité, en particulier travaux pratiques et projets.

#### Contenu

Les principes de l'intégrité scientifique définis par les chartes nationale et européenne.

Discussion de quelques exemples de manquement aux principes de l'intégrité scientifique en recherche fondamentale et appliquée et leurs conséquences.

#### Évaluation

Présence obligatoire

Responsable : Guillaume Pakula

| cours : 6h | TP : 9h + 3h (fresque) | langue :  |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. expliquer et justifier les enjeux du changement climatique, son fondement scientifique, ses conséquences et ramifications sociales, sociétales, humaines et sur l'environnement
- AA2. identifier le rôle et l'importance de l'énergie et ses liens étroits avec le changement climatique.
- AA3. évaluer les ordres de grandeurs associés au changement climatique : émissions de GES, énergie, trajectoires scientifiques (GIEC, rapport RTE, SNBC...).
- AA4. mettre en perspective son rôle en tant qu'ingénieur et/ou scientifique dans un monde en transition, comprendre et mesurer son impact.
- AA5. chiffrer et quantifier les impacts des individus, entreprises et produits : découvrir le bilan carbone et l'ACV.
- AA6. réaliser un bilan carbone a minima sur des cas simples.
- AA7. réaliser une ACV (analyse de cycle de vie) à l'aide d'un logiciel adapté.
- AA8. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème complexe et/ou transverse, réduire la complexité d'un problème pour en tirer les conclusions principales.
- AA9. travailler en groupe.

## Contenu

### Cours

1. Les enjeux du changement climatique
  - Les fondements, origine, causes, conséquences : ce que dit la science
  - **Des impacts d'origines humaines** : les émissions de GES
  - Les trajectoires à horizon 2100, les conséquences et solutions possibles
2. **L'énergie & les ordres de grandeurs du** changement climatique
  - Rôle et dépendance à l'énergie de nos sociétés modernes
  - Les ordres de grandeurs de l'énergie, la produire et la consommer
  - L'énergie du futur : entre sobriété et électrification
3. **Mesurer l'impact** : bilan carbone et ACV
  - Les outils de quantifications de GES et d'autres indicateurs environnementaux
  - Les applications du bilan carbone : la nécessité de quantifier pour réduire
  - Cas pratique et utilisations

Tout le long de ce cours, nous tenterons de créer le lien le plus étroit possible avec les considérations sociétales et d'actualité. Des fondements théoriques jusqu'à l'utilisations d'outils de quantifications opérationnels, nous balayerons le paysage complexe et intriqué du changement climatique et ses différentes facettes.

	<p>TD</p> <p>1 TD Enjeux Energie-climat : manipuler les outils, ordres de grandeurs et les mettre en regard avec les réalités physiques du changement climatique.</p> <p>2 TD ACV/bilan carbone : comprendre lors d'un cas pratique l'utilisation conjointe du bilan carbone et de l'ACV. Réalisation d'études pratiques sur des cas semi-réels et en lien avec le quotidien d'un étudiant en école d'ingénieur.</p> <p>Fresque (obligatoire) : au choix Climat, Numérique, Plastiques</p>
Fonctionnement	<p>6h de cours magistral en classe complète, en amphi (3x2h)</p> <p>3x3h de TP/TD en lien avec les thématiques du cours pour pratiquer et illustrer le propos à partir de cas concrets (et réels, autant que possible)</p>
Supports Bibliographie	<p>Supports électroniques de cours</p> <p>3 énoncés de TD</p>
Évaluation	<p>Examen final écrit (questions ouvertes sur le cours et les TD)</p> <p>+ participation à la fresque</p>

Responsable : Faustine Vanhulle

| cours : 6h | TP : 11,25h | langue du cours :  |

### Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. définir les principaux termes de la gestion de l'innovation (innovation, créativité, découverte...).
- AA2. expliquer la diffusion et le cycle de vie d'une innovation.
- AA3. décrire les principaux enjeux de l'innovation, les principales typologies de l'innovation, les sources et acteurs de l'innovation.
- AA4. expliquer les étapes d'un processus de gestion de l'innovation.
- AA5. décrire le déroulement, construire un plan d'animation et analyser la viabilité d'idées émises d'une séance de créativité.
- AA6. énumérer plusieurs techniques de créativité, en identifier les freins et les conditions de réussite.
- AA7. décrire le business model canvas.
- AA8. effectuer une analyse SWOT.

Contenu	<p>Définitions de l'innovation  Nécessité d'innover : diffusion, cycle de vie, enjeux de l'innovation pour l'entreprise et la société  Typologies de l'innovation  Qui innove ? : sources et acteurs de l'innovation, collaboration avec les fournisseurs, les clients, le grand public ; freins et leviers de l'innovation  Management de l'innovation : définition et périmètre du gestion de l'innovation, processus  Veille et prospective : définitions et intérêt  Axes d'innovation : définition, identification des axes potentiels, SWOT  Créativité : définitions, freins et facteurs favorisant la créativité, processus, structure et organisation d'une séance de créativité  Présentation du Business Model Canvas  Définition et intérêt de la gestion de portefeuille innovation  Présentation du design thinking</p> <p>Travail en groupe : Mise en pratique  Choix d'un domaine d'activité  Identification d'une innovation passée dans ce domaine  Identification d'axes d'innovation  Choix d'un axe  <b>Génération d'idées de nouveaux produits, services... sur cet axe</b>  Choix d'une idée, enrichissement, illustration, construction du business model canvas  Pitch de l'idée devant l'ensemble du groupe</p>
---------	---

Fonctionnement	Cours + mise en pratique en TD en sous-groupes
----------------	--

Supports  
Bibliographie

Support de cours Bibliographie: Voir sources dans les supports de cours + lectures, TED talks et MOOC recommandés

Évaluation

Note sur la base d'un dossier à rendre à l'issue des TD

## S5 – MI – BREV Droit de la Propriété Intellectuelle

Responsable : Pascale Brochard

| cours : 3h | TP : 7,5h | langue du cours :  |

### Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. définir quels droits de PI peuvent protéger les innovations.
- AA2. identifier des innovations qui pourraient être brevetables.
- AA3. analyser un brevet, en comprendre les informations principales, avoir une idée de la portée juridique.
- AA4. interpréter une discussion avec un expert PI pour la prise de décision.

Contenu	<ul style="list-style-type: none"><li>• La description des droits de propriété intellectuelle (marques, brevets, dessins &amp; modèles, droits d'auteur) qu'un entrepreneur peut utiliser pour protéger ses innovations</li><li>• Le choix entre garder secret, publier ou déposer des brevets ;</li><li>• <b>Ce qu'est un droit exclusif (et ce qu'il n'est pas !)</b> ;</li><li>• Comment faire respecter les droits de propriété intellectuelle (licences ou contentieux) ;</li><li>• Quelle innovation peut être brevetée (la notion de brevetabilité sera abordée principalement à travers des exemples) ;</li><li>• Qui a le droit d'obtenir des brevets (inventions des employés) ;</li><li>• Le document brevet et les différents types de brevets.</li></ul>
Travail en autonomie	Des travaux pratiques basés sur des recherches à travers des bases de données brevets en accès libre et un jeu de rôle permettront de rendre plus concrètes les notions abordées en cours.
Évaluation	examen écrit de 45 minutes

UE Anglais I <i>English I</i>	SEMESTRE 5  UE ANG1
30h – 2 ECTS	

Responsable : Daria Moreau

| TD : 30h | langue du cours :  |

## Présentation

Les cours d'anglais ont pour objectif d'améliorer les compétences en anglais et d'enseigner l'autonomie linguistique afin de préparer les étudiants à utiliser l'anglais technique et scientifique dans un contexte professionnel international et interculturel. Ces cours visent également à aider les étudiants dans la préparation à l'examen TOEIC requis par la CTI pour l'obtention du diplôme d'ingénieur ESPCI.

Semestre	Programme
S5	Ang1 30h, 2 ECTS

## Pré-requis

B1 de la grille du CECRL

## Evaluation

Validation des 5 compétences linguistiques (la grille du CECRL) au moins au niveau B2 par :

- des examens TOEIC blanc à la fin de chaque semestre et des contrôles continus (EX, PO,CC)
- le travail personnel (P),
- la connaissance de la culture et la communication interculturelle et la médiation (CC),
- la motivation (Part),
- la participation aux cours (Part),
- l'assiduité (Part).

## Compétences visées par l'UE

	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	CC				II		III								
AA2.	CC				II		III								
AA3.	Ex, CC						III								
AA4.	CC						III					III	III		
AA5.	CC, PO						III						III		

Ex : examen, CC : Contrôle Continu, Part : participation, PO : Présentation orale

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. identifier rapidement des sources de stages ou d'emplois, analyser et synthétiser les attentes des employeurs et répondre en anglais aux offres de stages de son choix en rédigeant une lettre de motivation et / ou un CV vidéo, en tenant compte des particularités culturelles d'un pays anglophone.

- AA2. appliquer ses connaissances approfondies de la grammaire et du vocabulaire thématique et scientifique en communiquant parfaitement en anglais écrit et oral dans une situation professionnelle au sein d'une entreprise multiculturelle.
- AA3. analyser la structure du test TOEIC et développer sa stratégie personnelle pour maximiser son score à l'examen.,
- AA4. synthétiser un texte scientifique ou un document audio, identifier les informations pertinentes et les présenter à un public.
- AA5. argumenter son point de vu dans un débat, une discussion sur un sujet de la vie quotidienne, technique ou scientifique et répondre à des questions factuelles sur le sujet donné.

Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analyse des offres de stages dans les pays anglophones et les simulations d'entretiens d'embauche,</li> <li>• écriture de lettres de motivation,</li> <li>• exercices de préparation au TOEIC (un examen blanc du TOEIC aura lieu à la fin de chaque semestre),</li> <li>• connaissance du vocabulaire technique et scientifique,</li> <li>• rédaction de rapports, descriptions, résumés, consignes, descriptions de produits, procédés, analyses de graphiques. Ces rédactions porteront sur un large éventail de sujets,</li> <li>• synthèse et comparaison de véritables documents techniques,</li> <li>• débats sur n'importe quel sujet (culturel, économique, technique, scientifique, etc.), sans formation préalable ni formation spéciale afin de pouvoir prendre part à un échange collectif,</li> <li>• pratique de la compréhension orale et écrite.</li> </ul>
Fonctionnement	Les cours d'anglais sont obligatoires pour tous. Ils se déroulent dans des groupes de niveau établis au début d'année sur la base du test de niveau et des évaluations orales. Les cours en classe sont accompagnés d'un "e-learning" adapté et varié (les applications ont pour but de faciliter la lecture en VO ; les activités linguistiques multiples ; l'auto-apprentissage dans le laboratoire de langues).
Supports Bibliographie	Polycopié de cours, articles, journaux, documents audio et vidéo ; exemples des véritables documents.
Évaluation	La progression, les compétences et résultats de l'étudiant seront synthétisés dans un rapport pédagogique personnalisé :

## RAPPORT PEDAGOGIQUE

Nom et prénom de l'étudiant(e) :

L'année d'études :

L'étudiant(e) se situe à ces niveaux (voir définition au verso)

	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Compréhension orale						
Compréhension écrite						
Production orale						
Production écrite						
Niveau global						
Médiation						
Note globale						

Attitude pendant la formation et connaissance de la culture

	excellent	bon	satisfaisant	insuffisant	médiocre
Motivation					
Participation					
Travail personnel					
Assiduité					
Connaissance de la culture et communication interculturelle					
Note globale					

Fait à :

Nom de l'enseignant :

Total points :

Responsable : Daria Moreau

| cours : 13h | langue du cours : Espagnol, Allemand, Chinois, Japonais, Portugais, Italien, Russe, Arabe... |

## Présentation

La formation linguistique et culturelle fait partie intégrante du cursus des étudiants à l'ESPCI. Cette formation a pour but de les préparer aux stages ou séjours d'études à l'étranger et à une possible carrière professionnelle internationale ainsi que de les familiariser avec d'autres cultures. Les enseignants de langues LV2 organisent également une préparation qui permet aux élèves de passer des examens de langues reconnus internationalement.

Les cours de LV2 sont facultatifs à l'ESPCI.

Ce cours donne 1 **ECTS/semestre** et permet de valider l'**UE S10-DEV** à l'issue du cursus.

Le choix d'une LV2 se fait au début d'année scolaire sur la plateforme Moodle. Le test de positionnement est obligatoire pour des cours d'allemand et d'espagnol.

Les étudiants peuvent choisir parmi les cours suivants :

- l'allemand (4 groupes de niveau A1-C1),
- l'espagnol (4 groupes de niveau A1-C1),
- le chinois (2 groupes de niveau A1-A2),
- le japonais (2 groupes de niveau A1-A2),
- l'italien (2 groupes de niveau A1-A2),
- le suédois ( 1 groupe de niveau A1).

Les étudiants peuvent également suivre des cours d'arabe, de portugais ou de russe proposés par PSL.

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. développer des compétences linguistiques et interculturelles,
- AA2. s'insérer à l'étranger dans les domaines professionnel, académique et social,
- AA3. travailler en collaboration en LV2,
- AA4. argumenter à l'oral sur un sujet de la vie courante, technique ou scientifique,
- AA5. répondre à des questions factuelles et argumenter sur le sujet donné,
- AA6. tenir une conversation et s'exprimer avec aisance sur une large gamme de sujets,
- AA7. synthétiser un texte scientifique ou général ou un document audio en dégagant l'information pertinente pour la restituer devant un public,
- AA8. confronter les particularités culturelles, sociales et historiques d'un pays étranger,
- AA9. comprendre la langue quotidienne à travers le cinéma, des émissions de radio ou de télévision.

<b>Contenu</b>	<p>Selon le niveau tel que décrit dans le CECR :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'<b>expression orale</b> en continu et en interaction sur une grande gamme de sujets de la vie quotidienne, professionnelle et sur des sujets relatifs au monde de la langue étudiée,</li> <li>• l'<b>acquisition de la grammaire et du vocabulaire</b>,</li> <li>• l'<b>entraînement régulier à la compréhension orale et écrite</b> au travers de sujets variés,</li> <li>• la rédaction de textes variés,</li> <li>• l'<b>interaction avec un interlocuteur natif</b>,</li> <li>• la compréhension des discours,</li> <li>• l'<b>argumentation à travers l'actualité et les informations, des chansons, des extraits de film.</b></li> </ul>
----------------	--

<b>Fonctionnement</b>	<p>Les cours se déroulent dans des groupes de niveau établis en début d'année sur la base des tests de placement et des évaluations orales. Des sorties culturelles seront proposées.</p>
-----------------------	---

<b>Supports Bibliographie</b>	<p>Documents audio et vidéo ; exemples des documents authentiques, factuels.</p>
-------------------------------	--

<b>Évaluation</b>	<p>A la fin de chaque semestre la validation des 5 compétences de la grille du CECRL et du travail personnel, de la connaissance de la culture et la communication interculturelle, de la motivation, de la participation aux cours, de l'<b>assiduité</b>.</p>
-------------------	---

## Compétences visées par l'UE

DEV-LV2	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.							III								
AA2.					II		III								
AA3.					II		III					II	III		
AA4.					II		III						III		
AA5.					II		III					II			
AA6.					II		III								
AA7.					II		III						III		
AA8.						II	III							II	
AA9.							III								

Responsable : Daria Moreau

| cours : 9h | langue du cours :  |

## Présentation

Ces cours ont pour objectif que tous les étudiants atteignent au moins le niveau B2 en FLE.

L'accent est mis :

1. sur la capacité de suivre les cours de sciences et d'y participer : compréhension, production, interaction, médiation
2. sur la communication avec les étudiants français et la vie sociale en France, afin de faciliter l'intégration à l'Ecole et en France.

**Ce cours donne 1 ECTS/semestre et permet de valider l'UE S10-DEV à l'issue du cursus.**

## Pré-requis

Niveau B1

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. développer des compétences linguistiques et interculturelles,
- AA2. se préparer à l'insertion professionnelle, académique et sociale en France,
- AA3. être ouvert à la pratique du travail collaboratif en français,
- AA4. répondre à des questions factuelles sur le sujet donné,
- AA5. tenir une conversation et de s'exprimer avec aisance sur une large gamme de sujets,
- AA6. synthétiser un texte scientifique ou général ou un document audio, dégager l'information pertinente et la restituer devant un public,
- AA7. communiquer à l'écrit comme à l'oral sur un sujet de la vie courante, technique ou scientifique,
- AA8. faire un exposé clair sur un sujet à contenu culturel, civilisationnel, technique ou scientifique, préparé à l'avance.

## Contenu

### Avant l'arrivée en France

Avant l'arrivée à l'ESPCI, les étudiants internationaux passent un test de niveau en ligne et des entretiens oraux pour évaluer leurs compétences en français oral et écrit. Ceci permet de les accompagner en amont en leur proposant ensuite des outils linguistiques à distance quand ils sont encore dans leurs pays d'origine.

### Avant le début des études

#### • Stages d'été

Avant le début des études, des stages intensifs d'été (3 semaines/3h par jour) sont proposées à ceux qui n'ont pas le niveau C1 en français afin de mieux les intégrer dans le contexte francophone professionnel, administratif et quotidien.

#### • Séminaire de préparation aux études d'ingénieur en France

Tous les étudiants internationaux participent avant le début d'année scolaire à un séminaire de préparation aux études d'ingénieur en France.

<b>Examen</b>	<p>A la fin des études, le niveau en FLE est vérifié par un test de niveau externe TCF et par une évaluation interne. Le niveau B2 est demandé par la CTI afin de valider les diplômes d'ingénieur.</p>
---------------	---

<b>Supports Bibliographie</b>	<p>Polycopiés de cours, articles, journaux, manuels, document audio et vidéo ; exemples des documents authentiques.</p>
-------------------------------	---

<b>Évaluation</b>	<p>A la fin de chaque semestre la validation des 5 compétences de la grille du CECRL et de : le travail personnel (CC), la connaissance de la culture et la communication interculturelle (CC), la motivation (CC), la participation aux cours (CC), l'assiduité (P).</p> <p>L'examen TCF est obligatoire à la fin de troisième année (EX) avec le niveau minimum requis B2 pour tous les étudiants</p>
-------------------	---

### Compétences visées

DEV-FLE	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.							III								
AA2.					II	II	III								
AA3.					II		III						III		
AA4.					II		III					II			
AA5.					II		III								
AA6.					II		III						III		
AA7.					II		III						III		
AA8.					II		III						III		

# Semestre 6

SEMESTRE 6			461.25 h			30 ECTS				
SEMESTRE 6	Volume horaire	ECTS pondération		Code	Responsable	Cours (h)	TD (h)	Super TD (h)	Tutorats (h)	TP (séances)
UE Physique Statistique Appliquée	76	5								
Physique Statistique Appliquée	31	50%	PSA	PSA	A. Colin	24		7		
Travaux Pratiques de Physique Statistique Appliquée	45	50%		TP PSA	H. Montès					12
UE Physique Générale	128.75	8								
Ondes Electromagnétiques	26	30%	PG	OEM	R. Carminati	15	5		6	
Physique Quantique	39	30%		PQ	N. Bergeal	26	5		8	
Travaux Pratiques d'Ondes Electromagnétiques	33.75	20%		TP OEM	C. Feuillet-Palma					9
Travaux Pratiques de Physique Quantique	30	20%		TP PQ	N. Bergeal					8
UE Chimie II	96.25	7								
Chimie Organique 2	22	40%	CH2	CO2	A. Guérinot, R. Nicolay	11	4	1	6	
Identification des Composés Organiques	18	20%		ICO	D. Gomes-Pardo	9	9			
Travaux Pratiques de Chimie Organique	56.25	40%		TP CO	A. Duprat					15
UE Mathématiques et Méthodes Numériques II	38.25	2								
Statistiques Appliquées	19.5	50%	MMN2	STAP	I. Rivals	12				2
Analyse Numérique sous Matlab	18.75	50%		ANUM	I. Rivals					5
UE Communication I	45	3								
Pratiques et Analyses de Communication Ecrite	18	50%	COMM1	PACE	I. Garron	1	17			
Communication Orale	12	25%		COMOR	C. Probst		12			
Communication et Relations Sociales	15	25%		CRS	B. Beaussart, E. Honikman					4
UE Initiation à la Recherche	45	3								
Projet Scientifique en Equipe I	45		INREC	PSE1	E. Fort, Y. Tran, M. Ardré					12
UE Anglais II	32	2	ANG2	ANG2	D. Moreau		32			

Une séance de TP correspond à 3h 45min.

Le volume de travail personnel est estimé à 264h en appliquant les pondérations :

1h cours = 0,9h

1h TD = 0,7h

1h super TD/tutorat = 1,5h

1h TP = 0,3h

<h2 style="margin: 0;">UE Physique Statistique Appliquée</h2> <p style="margin: 0;"><i>Applied Statistical Physics</i></p>	<p>SEMESTRE 6</p>  <p>UE PSA</p>
76h – 5 ECTS	

### Présentation

L'unité d'enseignement Physique Statistique Appliquée (PSA) est une introduction aux idées générales et aux méthodes de la physique statistique. On insistera particulièrement sur les concepts de base (entropie, température) et sur la pertinence des méthodes utilisées. On discutera certains exemples classiques (gaz parfait, paramagnétisme, élasticité des polymères), ainsi que la physique des transitions de phase et des phénomènes collectifs et les statistiques quantiques. On tentera de maintenir un (difficile) équilibre entre approche intuitive des phénomènes et calculs plus rigoureux.

Semestre	Programme
S6	PSA-PSA    Physique Statistique Appliquée PSA-TPPSA    Travaux Pratiques de PSA

### Pré-requis

Thermodynamique et mathématiques de base

### Validation de l'UE

Moyenne pondérée : PSA-PSA 50%, PSA-TPPSA 50%

### Compétences visées par l'UE

PSA-PSA	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex	III	III					II							
AA2.	Ex		II							II					
AA3.	Ex, Super TD	III	III					II							
AA4.	Ex, Super TD		III												
AA5.	Ex, Super TD		III										II		II
PSA-TPPSA	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	CR + oral				II	II									
AA2.	CR + oral				II										
AA3.	CR + oral				II										
AA4.	CR + oral			II	II	II	II								
AA5.	CR + oral		III			II		II	II						
AA6.	CR + oral		III					II							
AA7.	CR + oral	I	II	I				I	II						
AA8.	CR + oral		II						II						
AA9.	CR + oral	II	II					II							
AA10.	CR + oral	II	II					II	II						

Ex : Examen écrit, CR : Compte-rendu

## S6 – PSA – PSA Physique Statistique Appliquée

Responsable : Annie Colin

| cours : 24h | Super TD : 7h | langue du cours :  |

### Objectifs / Compétences **visées par l'EC**

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. identifier et utiliser les concepts fondamentaux qui régissent les systèmes d'un grand nombre d'éléments.
- AA2. relier les propriétés microscopiques des particules à leur comportement macroscopique.
- AA3. analyser et justifier le lien entre la thermodynamique classique et la physique statistique.
- AA4. mobiliser ses connaissances pour analyser les résultats d'une mesure.
- AA5. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème complexe et/ou transverse.

Contenu	Introduction et rappels de thermodynamique Physique statistique d'un système isolé : ensemble "microcanonique" Physique statistique à température constante : énergie libre, ensemble canonique Physique statistique à potentiel chimique constant : ensemble grand canonique Equivalence des ensembles Physique statistique des systèmes classiques sans interactions : gaz parfait, <b>mesure de la constante d'une réaction chimique.</b> Gaz parfaits quantiques Transitions de phase, champ moyen
Supports Bibliographie	Cours et polycopié
Évaluation	Examen écrit final 70% Super TD 30%

Responsables : Hélène Montes

| TP : 45h | langue du cours : ■ ■ |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme des TP, l'étudiant sera capable :

- AA1. travailler en groupe.
- AA2. être autonome et organiser son travail en laboratoire.
- AA3. observer et interpréter les phénomènes expérimentaux en mobilisant ses connaissances et en s'appuyant sur les ressources documentaires.
- AA4. synthétiser et restituer ses résultats expérimentaux sous la forme d'un rapport en français.
- AA5. fabriquer et caractériser une émulsion dans le respect des normes HSE et règles d'éthiques de l'ingénieur (cahier de laboratoire, fiabilité des résultats).
- AA6. appliquer le cours de physique statistique pour décrire une transition de phase.
- AA7. utiliser les appareils et les techniques de mesure en laboratoire pour observer et caractériser les transitions de phase (DSC, microscopie, diffusion dynamique de la lumière, granulométrie).
- AA8. exploiter des logiciels d'acquisition et d'analyse de données avec un esprit critique (DSC, Python).
- AA9. interpréter des données expérimentales pour envisager leur modélisation (thermoporosimétrie, suivi de cinétique).
- AA10. calculer et interpréter les propriétés d'un modèle microscopique à l'aide de simulations numériques.

## Contenu

1. Emulsion  
Grâce à 4 expériences distinctes, ce thème illustre les phénomènes d'interface et de métastabilité d'émulsions élaborées pendant les séances de TP :
  - Diagramme de phase solide-gaz, tri par déplétion
  - Système métastable, drainage, coalescence, mûrissement d'Ostwald
  - Etude de l'adsorption d'un surfactant soluble à une interface liquide air
  - Mesure de l'activité chimique d'une solution d'eau salée
2. Modélisation : simulation et étude de la thermodynamique des sphères et des disques durs  
Les étudiants utilisent des simulations numériques, dont les résultats sont analysés à l'aide de Python, pour explorer les conséquences de l'hypothèse atomiste, en étudiant, pour un système de sphères dures, l'équation d'état et la transition de phase gaz-cristal, le mouvement brownien d'une macromolécule, et l'interaction de déplétion entre deux macromolécules.
3. Transitions de phase par Calorimétrie Différentielle à Balayage (DSC)
  - Approche par l'expérience de la Transition Vitreuse des polymères
  - Transition de phase en milieu confiné : fusion et cristallisation d'un liquide simple

Supports  
Bibliographie

Documents de Travail de TP : énoncé, articles, cours.

Évaluation

Participation 50%  
Compte-rendu 50%

<p>UE Physique Générale <i>General Physics</i></p>	<p>SEMESTRE 6</p>  <p>UE PG</p>
<p>128,75h – 8 ECTS</p>	

## Présentation

Le cours Ondes Electromagnétiques (PG-OEM) présente les concepts physiques nécessaires à la compréhension des phénomènes de propagation d'ondes électromagnétiques. La connaissance des méthodes de modélisation des systèmes élémentaires (ex : guides d'onde, antennes) permet de saisir le lien avec d'autres thématiques des sciences fondamentales et des sciences de l'ingénieur (optique, physique du solide, traitement de signal, télécommunications).

Les travaux pratiques d'Ondes Electromagnétiques (PG-TPOEM) illustrent les notions vues en cours, notamment, la propagation guidée et en espace libre d'ondes hyperfréquences dans plusieurs milieux. L'accent est mis sur la mesure et la détermination des vitesses de phase et de groupe, de la courbe de dispersion et de l'impédance caractéristique.

L'objectif du cours de Physique Quantique (PG-PQ) est d'introduire les principes fondamentaux nécessaires pour comprendre les sciences et technologies modernes (science des matériaux, électronique, chimie des molécules, ingénierie quantique, nanotechnologies, photonique...). Le cours met l'accent sur la compréhension des concepts physiques tout en s'appuyant sur la dose nécessaire de formalisme mathématique essentielle à la maîtrise de la mécanique quantique. De nombreux exemples d'utilisation pratique de la mécanique quantique sont donnés pendant les cours et sont approfondis lors des séances de travaux dirigés et de préceptorats.

Les travaux pratiques de Physique Quantique (PG-TPPQ) illustrent les concepts vus en cours. Les étudiants réalisent des expériences variées (spectroscopie atomique, effet Zeeman, résonance de spin...) en utilisant une instrumentation utile aussi bien en science fondamentale qu'en science de l'ingénieur.

Semestre	Programme	
S6	PG-OEM	Ondes Electromagnétiques
	PG-TPOEM	Travaux Pratiques d'Ondes Electromagnétiques
	PG-PQ	Physique Quantique
	PG-TPPQ	Travaux Pratiques Physique Quantique

## Pré-requis

Physique classique et mathématiques de classes préparatoires filière Physique-Chimie.

## Validation de l'UE

Moyenne pondérée : PG-OEM 30%, PG-TPOEM 20%, PG-PQ 30%, PG-TPPQ 20%

## Compétences visées par l'UE

PG-OEM	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex	III						III		III					
AA2.	Ex	III						III		III					
AA3.	Ex, prec	III	II					III							
AA4.	Ex	II	II					III							
AA5.	Ex, prec	II						III							
AA6.	prec	II	II							II			II		
PG-TPOEM	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	CR, part	III	III		II			III	III	II			I		
AA2.	Part	III	III		II			III	III	II			I		
AA3.	Part	III	III		II			II	III				I		
AA4.	Part	III	III		II			III	III	II			I	II	
AA5.	Part		III		II				III	II			I	II	
AA6.	CR, part		III		II			III	III	II			I	II	
AA7.	CR, part		III		II			III	III	II			I	II	
AA8.	Part		III		II			III	III	II			I	II	
AA9.	CR				III	II									
PG-PO	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex	III	II					III							
AA2.	Ex	II						III							
AA3.	Ex	III	III					III							
AA4.	Ex	II						III							
AA5.	Ex, prec	II	II					III		II					
AA6.	Ex	III	III					III		II					
AA7.	Prec		II					II					II		
PG-TPPO	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	CR, part	III	III					III	III				I	I	
AA2.	CR, part	III	III					III	III	III			II	I	
AA3.	CR, part	III	III					III	III	II			I		
AA4.	CR, part	III	III					III	III				I		
AA5.	CR, part	III	III					III	III				I		
AA6.	CR, part				II	I									
AA7.	CR				II										

Ex : Examen écrit, prec : préceptorat, CR : Compte-rendu, Part : participation

Responsables : Rémi Carminati, Cheryl Feuillet-Palma

Équipe pédagogique : Fabrice Lemoult, Ricardo Lobo, Bastien Guigue

| cours : 15h | TD : 5h | préceptorat : 6h | langue du cours :   |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. expliquer et justifier les phénomènes d'émission et propagation d'ondes électromagnétiques.
- AA2. décrire et prédire le comportement des ondes électromagnétiques en espace libre et confiné.
- AA3. identifier et choisir les concepts physiques nécessaires à la modélisation de systèmes électromagnétiques simples.
- AA4. appliquer les méthodes techniques de calcul à la résolution de problèmes simples.
- AA5. analyser un problème en s'appuyant sur une estimation d'ordres de grandeur.
- AA6. identifier et illustrer les liens avec d'autres thématiques des sciences fondamentales et de l'ingénieur sur la base d'exemples concrets.

Contenu	<p>Cours/TD</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Équations de Maxwell dans le vide et dans les milieux continus</li> <li>2. Ondes dans les milieux et aux interfaces</li> <li>3. Propagation guidée, lignes de transmission et adaptation d'impédance</li> <li>4. Cavités électromagnétiques</li> <li>5. Rayonnement et antennes</li> </ol> <p>Préceptorats</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Télécommunications</li> <li>• Métamatériaux</li> <li>• Antenne</li> </ul>
Liens avec d'autres cours	Physique Quantique (S6-PG-PQ), Optique (S8-OPT), Physique du Solide (S7-MATC-PS), Traitement de Signal et Télécommunications (S5-E2S-SLS)
Supports Bibliographie	<p>Polycopié de cours</p> <p>Enoncés et corrigés de TD</p> <p>J.D. Jackson, <i>Electrodynamique Classique</i> (Dunod, Paris, 2001)</p> <p>A. Zangwill, <i>Modern Electrodynamics</i> (Cambridge University Press, Cambridge, 2013)</p>
Évaluation	Examen final écrit : questions de cours 40%, problèmes de réflexion 60%

Responsable : Cheryl Feuillet-Palma

| TP : 33,75h | langue du cours :  |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme des TP, l'étudiant sera capable de :

- AA1. mobiliser ses connaissances pour interpréter les phénomènes de propagation d'ondes électromagnétiques.
- AA2. se coordonner avec son binôme pour optimiser le temps disponible et l'usage des divers instruments de mesure.
- AA3. organiser son travail pour mener de front, en autonomie, mesures et interprétations de manière à tester seulement les manipulations nécessaires à l'illustration d'un concept théorique.
- AA4. dépasser le cadre d'un sujet de TP pour réaliser les manipulations de façon optimale et approfondir les concepts présentés.
- AA5. manipuler en autonomie les appareils de mesure propres aux hyperfréquences.
- AA6. faire des hypothèses et comparer aux résultats expérimentaux pour valider le modèle.
- AA7. juger les limites de validités du modèle utilisé.
- AA8. identifier les sources d'erreur de mesure (bruit, montage non idéal, incertitude sur les composants utilisés) et évaluer l'incertitude sur un résultat expérimental.
- AA9. observer et interpréter les phénomènes expérimentaux en mobilisant ses connaissances et en s'appuyant sur les ressources des photocopiés de cours et de TP.
- AA10. synthétiser, interpréter et restituer ses résultats expérimentaux.

Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulation d'hyperfréquences (guide d'onde métallique à 9 GHz)</li> <li>• Propagation d'ondes dans les lignes continues, les cristaux photoniques les métamatériaux 1D (ligne droite, ligne gauche à 1 MHz)</li> <li>• Simulation hyperfréquence et adaptation d'impédance dans le cadre de lignes micro-ruban à 2 GHz</li> <li>• Propagation en espace libre et diagrammes de rayonnement d'antennes</li> </ul>
Fonctionnement	Chaque manipulation se déroule sur 2 demi-journées de TP. Une rotation est mise en place pour que tous les étudiants fassent toutes les manipulations. La première demi-journée inclut un cours de 2h pour rappeler la notion de coefficient de réflexion, sa représentation en polaire dans le repère complexe et l'abaque de Smith qui permet de le manipuler rapidement.
Supports Bibliographie	Un photocopié des sujets de TP est disponible en téléchargement. Il décrit pour chaque expérience des rappels et/ou des compléments théoriques utiles à leur pleine compréhension.
Évaluation	L'évaluation inclut 2 parties non équivalentes : une partie prépondérante (80%) via une évaluation du travail en séance par le collège des encadrants, et une seconde partie via un compte-rendu très synthétique sur une des 4 manipulations (20%).

Responsable : Nicolas Bergeal

Équipe pédagogique : Cheryl Feuillet-Palma, Sergio Vlaic, Stéphane Pons & Nicolas Bergeal

| cours : 26h | TD : 5h | préceptorat : 8h | langue du cours : ■ ■ |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. identifier et justifier les situations pour lesquelles il est nécessaire d'utiliser la théorie quantique.
- AA2. expliquer les postulats fondamentaux de la mécanique quantique et les mettre en application.
- AA3. résoudre l'équation de Schrödinger et calculer l'évolution temporelle d'un état quantique.
- AA4. expliquer la théorie du moment cinétique (orbital et spin) et la mettre en application.
- AA5. appliquer la mécanique quantique au traitement de différents systèmes simples (oscillateur harmonique, système à deux niveaux, atomes d'hydrogène).
- AA6. appliquer les théories de perturbations stationnaires et dépendantes du temps de la mécanique quantique pour proposer des solutions approchées à un problème lorsqu'il n'existe pas de solution exacte simple.
- AA7. choisir des exemples concrets pour illustrer les principaux concepts de la mécanique quantique.

## Contenu

### Cours

- Introduction à la physique quantique
- Mécanique Ondulatoire
- Formalisme de la mécanique quantique
- Les postulats de la mécanique quantique
- Théories des perturbations stationnaires et dépendant du temps.
- Oscillateur harmonique quantique
- Moments cinétiques orbitaux et spins
- Atome d'hydrogène
- Addition de deux moments cinétiques
- Statistiques quantiques

### Préceptorats

Les séances de préceptorat permettront d'aborder de nombreux domaines de la physique contemporaine (fondamentale ou appliquée) où la mécanique quantique joue un rôle majeur.

- Dualité "onde - corpuscule". Applications aux sondes de la matière et à l'optique atomique.
- Centres colorés dans les cristaux ioniques (centres F).
- Méthode W.K.B.. Applications à l'effet tunnel et au modèle de Gamow de l'émission alpha.
- Formation de l'Hydrogène moléculaire interstellaire.
- Interférométrie de neutrons. Application à la rotation d'un spin et à l'effet gravitationnel.
- Etats quantiques factorisables, états quantiques intriqués. Applications aux principes de la téléportation d'un qubit et à la cryptographie quantique.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le MASER NH<sub>3</sub>.</li> <li>• Effet Zeeman et effet Stark sur l'atome d'hydrogène.</li> <li>• Bit quantique supraconducteur.</li> </ul>
Supports Bibliographie	Mécanique quantique tome I et II, de Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu et Franck Laloë, EDP Sciences. Mécanique quantique, Tome 1,2&3, de Claude Aslangul, De Boeck université
Évaluation	Examen final écrit : exercices de cours sans document 40%, problème avec document du cours 60%.

Responsable : Nicolas Bergeal

Équipe pédagogique : Luca De Medici, Jérôme Lesueur, Sergio Vlaic & Nicolas Bergeal

| TP : 30h | langue du cours :  |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme des TP, l'étudiant sera capable de :

- AA1. observer et interpréter les phénomènes expérimentaux en mobilisant ses connaissances et en s'appuyant sur les ressources documentaires.
- AA2. utiliser en autonomie les appareils et les techniques de mesure en laboratoire dans le domaine de l'électronique, l'électromagnétisme, l'optique et la physique quantique.
- AA3. exploiter des logiciels d'acquisition et d'analyse de données avec un esprit critique.
- AA4. valider un modèle par comparaison de ses prévisions aux résultats expérimentaux et apprécier ses limites de validité.
- AA5. identifier les sources d'erreur pour évaluer l'incertitude sur un résultat expérimental.
- AA6. discuter et développer un travail en groupe.
- AA7. synthétiser, interpréter et restituer ses résultats expérimentaux.

Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pompage optique des atomes de Rubidium</li> <li>• Effet Zeeman</li> <li>• Microscopie/spectroscopie à effet tunnel</li> <li>• Radioactivité</li> <li>• Principe de la résonance nucléaire</li> <li>• Résonance paramagnétique électronique.</li> </ul>
Supports Bibliographie	Énoncés de TP, photocopiés de cours, articles scientifiques Mécanique quantique tome I et II, de Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu et Franck Laloë, EDP Sciences
Évaluation	Travail expérimental (manipulation, organisation, compréhension) 20% Rapport (article synthétique) 80%

UE Chimie II <i>Chemistry II</i>	SEMESTRE 6  UE CH2
96,25h - 7 ECTS	

## Présentation

En s'appuyant sur les outils fondamentaux enseignés lors du cours CH1-CO1, le cours de Chimie Organique (CH2-CO2) vise à présenter aux étudiants une sélection de transformations chimiques **incontournables couvrant la réactivité des dérivés carbonylés et des dérivés d'acide**, la réactivité des alcènes et la catalyse organométallique homogène. Les mécanismes réactionnels sont explicités et des applications dans des domaines variés (chimie médicinale, chimie des matériaux, chimie-biologie...) **sont discutées. Ces bases, bien assimilées, constituent un socle de connaissances indispensables aux étudiants quels que soient leurs futurs choix d'orientation** (chimique, physico-chimie, biologie ou physique).

Le module expérimental de Chimie Organique (CH2-TPCO) vise l'acquisition des bonnes pratiques de laboratoire, l'apprentissage des différentes **techniques de mise en œuvre d'une réaction**, de son suivi analytique, puis de la purification et de la vérification de la structure des composés obtenus par analyse des spectres IR, RMN et CPG-masse. Les étudiants se familiarisent avec l'utilisation de bases de données chimio-informatiques (Reaxys, Scifinder...), de logiciels de simulation de spectres RMN  $^1\text{H}$  et  $^{13}\text{C}$  (ChemDraw), et consultent des publications scientifiques **en ligne. Cette partie d'analyse et de simulation de spectres permet d'appliquer les concepts mis en avant en cours d'identification des composés organiques** (CH2-ICO). L'accent est aussi placé sur l'apprentissage de l'autonomie, le respect des règles de sécurité et la tenue d'un cahier de laboratoire scientifique. Enfin, les étudiants sont sensibilisés à une chimie plus respectueuse de l'environnement (éco-compatible ou chimie verte).

Le cours Identification des Composés Organiques (CH2-ICO) présente les concepts de base des techniques de caractérisation : Infrarouge, Spectrométrie de Masse, Résonance Magnétique Nucléaire, UV-visible et Fluorescence. L'analyse détaillée de spectres permet de comprendre les applications et les limitations de ces techniques pour la caractérisation chimique de composés organiques.

Semestre	Programme	
S6	CH2-CO2	Chimie Organique 2
	CH2-ICO	Identification des Composés Organiques
	CH2-TPCO	Travaux Pratiques de Chimie Organique

## Pré-requis

La maîtrise des notions fondamentales présentées dans le cours de CH1-CO1 est indispensable à la bonne compréhension du cours de CH2-CO2. Des connaissances de base en réactivité chimique incluant la maîtrise des réactions fondamentales (substitution, élimination, addition) sont souhaitables. Si les rappels proposés en CH1-CO1 ne semblent pas suffisants, il est vivement conseillé de suivre le module de soutien de chimie organique (cours facultatif de remise à niveau).

## Validation de l'UE

Moyenne pondérée : CH2-CO2 40%, CH2-ICO 20%, CH2-TPCO 40%

### Compétences visées par l'UE

CH2-CO2	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex, prec	II	II					II							
AA2.	Ex, prec, sTD	II	II					II							
AA3.	Ex, prec, sTD	II	II					III							
AA4.	Ex, prec, sTD	III	III							III			III		
AA5.	Ex, prec, sTD	III	III					III		III					
AA6.	Ex, prec, sTD		III												
AA7.	Prec		II		II										
CH2-TPCO	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	CL, TE		II						III						
AA2.	CL, TE		II						II	II					
AA3.	AS		III												
AA4.	CL, TE		III						III						
AA5.	IS		II						II				II		II
AA6.	CL,TE,AS,IS,CR	III	III					III	III						
AA7.	CL, AS				I	II					III				
AA8.	CL, TE		III			II			III						
AA9.	CL, TE, AS		III						III						II
AA10.	CL, TE		III	II											
AA11.	TE		III												
AA12.	CL			II											
AA13.	CL, CR	II							II						
AA14.	CL, CR, AS	II													
CH2-ICO	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex	II						II							
AA2.	Ex	III	III					III							
AA3.	Ex	III						III							
AA4.	Ex	II						II							
AA5.	Ex	III	III					III							II

Ex : Examen écrit final, prec : préceptorat, sTD : super TD, CL : cahier de labo, TE : travail expérimental, AS : analyse de spectres, IS : identification de structure, CR : Compte-rendu

Responsables : Renaud Nicolaÿ, Amandine Guérinot

Équipe pédagogique : Arthur Duprat, Domingo Gomez-Pardo, Benjamin Laroche

|cours : 11 h | TD : 4 h | Super TD : 1 | Tutorats : 6 | Langue du cours : 

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. identifier et utiliser des concepts fondamentaux permettant de comprendre la réaction entre deux entités chimiques.
- AA2. identifier des transformations chimiques classiques et la structure des produits formés.
- AA3. écrire un mécanisme réactionnel rationnel d'une transformation chimique.
- AA4. analyser une séquence réactionnelle multi-étapes.
- AA5. construire une suite réactionnelle raisonnable permettant l'accès à une molécule cible.
- AA6. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème complexe et/ou transverse.
- AA7. travailler en groupe pour analyser un problème ou une synthèse complexe (préceptorats).

Contenu	<p>Cours/TD</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Réactivités des <b>composés carbonylés et dérivés d'acide</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Additions nucléophiles sur les aldéhydes et cétones</li> <li>• Formation et réactivité des énols et énolates</li> <li>• Formation et réactivité des dérivés d'acide</li> <li>• Réactivité des dérivés carbonylés <math>\alpha,\beta</math>-insaturés</li> </ul> </li> <li>2. Réactivité des alcènes           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Epoxydation et réactivité des époxydes</li> <li>• Dihydroxylation et ozonolyse</li> </ul> </li> <li>3. Catalyse organométallique homogène           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etapes « élémentaires »</li> <li>• Réactions de couplage catalysées par des complexes de Pd</li> <li>• Métathèse des oléfines</li> </ul> </li> </ol> <p>Préceptorats</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réactivité des dérivés carbonylés</li> <li>• Catalyse organométallique</li> <li>• Analyse de synthèse multi-étapes de molécules fonctionnalisées</li> </ul>
---------	--

Supports Bibliographie	Support de cours Énoncés de TD et de préceptorats
---------------------------	--

Évaluation	Examen final écrit : questions de cours 50%, problèmes de réflexion 50%
------------	---

Responsable : Arthur Duprat

Équipe pédagogique : D. Gomez-Pardo, A. Guérinot, R. Nicolaÿ, B. Laroche

| TP : 56,25h | langue du cours :  |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme des TP, l'étudiant sera capable de :

- AA1. utiliser des techniques classiques de synthèse et avancées (manipulation en atmosphère inerte, activation sous micro-ondes, hydrogénation en flux continu).
- AA2. utiliser des techniques de purification (recristallisation, distillation sous vide, chromatographie sur colonne).
- AA3. interpréter des données spectroscopiques pour valider les structures des composés synthétisés.
- AA4. utiliser des techniques de caractérisation adaptées aux molécules synthétisées.
- AA5. interpréter des spectres (IR, masse, RMN proton et carbone 1D et 2D) pour identifier un composé inconnu.
- AA6. utiliser des logiciels de modélisation de spectres RMN et de consultation de bases de données chimiques.
- AA7. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème complexe et/ou transverse.
- AA8. travailler en groupe.
- AA9. organiser son travail en laboratoire.
- AA10. **identifier et mener en autonomie les différentes étapes d'une démarche expérimentale.**
- AA11. réaliser des synthèses de molécules dans le respect des normes HSE et règles **d'éthiques de l'ingénieur** (cahier de laboratoire, fiabilité des résultats).
- AA12. utiliser les appareils et les techniques de mesure en laboratoire dans le domaine de **la chimie organique (balance, point de fusion, pouvoir rotatoire...).**
- AA13. identifier les réglementations spécifiques et **mettre en œuvre les principales mesures de prévention en matière d'hygiène et de sécurité** (par exemple risques chimiques).
- AA14. observer et interpréter les phénomènes expérimentaux en mobilisant ses connaissances et en **s'appuyant sur les ressources documentaires.**
- AA15. synthétiser, interpréter et restituer ses résultats expérimentaux.

## Contenu

- Réalisation de 8 manipulations permettant d'approfondir le cours de Chimie Organique (CO) et d'expérimenter de nouvelles techniques générales (distillation fractionnée sous vide, manipulation sous atmosphère inerte, séparation sur colonne chromatographique, synthèses multi-étapes, enzymatiques et sous micro-ondes).
- Analyse des conditions expérimentales utilisées et du mécanisme des réactions étudiées.
- Utilisation de méthodes de caractérisation des produits synthétisés (mesure des températures de fusion, d'ébullition et du pouvoir rotatoire, chromatographie sur couche mince) et des méthodes d'analyse spectroscopiques (RMN  $^1\text{H}$  et  $^{13}\text{C}$ , IR, chromatographies CPG-masse et en phase supercritique).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification de la structure d'un composé inconnu à partir de différents spectres (RMN 1D et 2D, masse, IR) en relation avec le cours <b>d'Identification des Composés Organiques (ICO)</b>. Modélisation de spectres RMN et recherches bibliographiques informatisées.</li> </ul>
Fonctionnement	49 h consacrées à la synthèse de produits 7 h pour l'identification d'un produit inconnu
Supports Bibliographie	Polycopiés de TP et supports de cours Fiches de sécurité Exemples d'article de recherche
Évaluation	Travail expérimental (TE, rendements et puretés) 70% Cahier de laboratoire (CL) 10% Compte-rendu (CR, rédaction d'un mode opératoire type publication) 5% Identification de structure (IS) 10% Analyse de spectres (AS) 5%

## S6 – CH2 – ICO Identification des Composés Inorganiques

Responsable : Domingo Gomez-Pardo

Équipe pédagogique : Hélène Montès, Corinne Soulié-Ziakovic, Yvette Tran  
| cours : 9h | TD : 9h | langue du cours : 

### Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. utiliser les concepts de base des techniques de caractérisation usuelles : Infrarouge, Spectrométrie de Masse, Résonance Magnétique Nucléaire, UV-visible et fluorescence.
- AA2. analyser de façon détaillée des spectres pour identifier/élucider la structure chimique de composés organiques.
- AA3. analyser et justifier les effets des **paramètres expérimentaux sur l'allure des spectres (solvant, concentration, température, ...)**.
- AA4. choisir la ou les techniques adaptées compte-tenu des spécificités chimiques ou physiques de **l'échantillon analysé, les croiser pour confirmer/renforcer l'analyse**.
- AA5. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème complexe et/ou transverse.

Contenu	<p>Cours</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bases d'Infrarouge (2h)</li><li>• Bases de Spectrométrie de Masse (3h)</li><li>• Bases en RMN (2h)</li><li>• Bases d'UV-visible et fluorescence (3h)</li></ul> <p>Travaux dirigés</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture de spectres RMN <math>^1\text{H}</math></li><li>• Paramètres influençant l'allure d'un spectre</li><li>• RMN <math>^{13}\text{C}</math> : RMN par impulsion, découplage</li><li>• Lecture de spectres RMN <math>^{13}\text{C}</math></li><li>• RMN 2D</li><li>• Infrarouge</li><li>• UV-visible, fluorescence</li><li>• Entraînement : utiliser toutes les spectroscopies pour déterminer une structure chimique</li></ul>
Liens avec d'autres cours	À l'occasion des travaux pratiques de Chimie Organique (CH1-TPCO), les étudiants analysent et interprètent des spectres de RMN $^1\text{H}$ , RMN $^{13}\text{C}$ et RMN 2D ainsi que des spectres d'Infrarouge et de Masse sur des <b>produits qu'ils synthétisent</b> ou utilisent en TP. Ils ont ainsi un retour concret sur la pureté de leurs propres manipulations en travaux pratiques de chimie organique.
Supports Bibliographie	Polycopiés et supports des cours Énoncés de TD Correction des TD
Évaluation	Examen écrit : 1) élucidation de structures chimiques au travers de l'analyse de spectres RMN, IR et Masse (16/20) ; 2) problèmes en UV-visible, fluorescence (4/20).

<p>UE Mathématiques et Méthodes et Numériques II <i>Mathematics and Numerical Methods II</i></p>	<p>SEMESTRE 6</p>  <p>UE MMN2</p>
<p>38,25h - 2 ECTS</p>	

## Présentation

Le cours de Statistique Appliquée (MMN2-STAP) a pour objectif l'acquisition des notions de la statistique qui sont nécessaires à l'exploitation rationnelle de résultats numériques expérimentaux, notamment pour l'aide à la prise de décisions. Il doit également conduire à pouvoir poser correctement un problème spécifique à un statisticien spécialiste.

Le cours d'Analyse Numérique sous Matlab (MMN2-ANUM) propose de programmer avec Matlab, non comme avec une boîte noire, mais d'une part en exploitant ses spécificités (vectorisation des calculs), et d'autre part en sachant analyser les résultats et évaluer la confiance à leur accorder (importance de la notion de conditionnement d'un système linéaire).

Semestre	Programme	
S6	MMN2-STAP MMN2-ANUM	Statistique Appliquée Analyse Numérique sous Matlab

## Pré-requis

Méthodes Mathématiques I (S5-MMN1-MATH1)

Bases de la programmation (S5-MMN1-PYTHON).

Notions d'épreuve et d'événement aléatoire, d'algèbre d'événements, de probabilité d'un événement aléatoire. Notions de probabilité conditionnelle et d'indépendance d'événements, formules de Bayes. Notion de variable aléatoire.

## Validation de l'UE

Moyenne pondérée : MMN2-STAP 50%, MMN2-ANUM 50%

## Compétences visées par l'UE

MMN2-STAP	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Ex	II	II												
AA2.	Ex	II	II												
AA3.	Ex	II	III	II											
AA4.	Ex	II	III									II			
AA5.	Ex	II	II									II			
AA6.	Ex	II	III									II			
MMN2-ANUM	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Part, CR	II	II												
AA2.	Part, CR	II	II												
AA3.	Part, CR	II	II												
AA4.	Part, CR	II	III					II							
AA5.	Part, CR	II	III					II				II			
AA6.	Part, CR	II	III						II						
AA7.	Part, CR	II	II						II			II			

Ex : examen, CC : Contrôle Continu, Part : participation, CR : Compte-rendu

Responsable : Isabelle Rivals

Équipe pédagogique : Alexandre Allauzen, Brigitte Quenet, Yacine Oussar

| Cours : 12h | TP : 7,5h | langue du cours :  |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. caractériser des variables aléatoires et des couples de telles variables.
- AA2. estimer des paramètres (espérance, variance, probabilité) à partir de données numériques et la confiance à accorder à ces estimations.
- AA3. **prendre des décisions concernant la valeur vraie de paramètres à l'aide de tests d'hypothèses et d'évaluer les risques d'erreur associés à ces décisions.**
- AA4. estimer la relation entre une réponse quantitative et une ou plusieurs variables explicatives en utilisant la régression linéaire.
- AA5. **estimer la probabilité d'un résultat binaire pour des problèmes de classification en utilisant la régression logistique.**
- AA6. **avoir un regard critique sur la présentation et l'interprétation statistique de résultats numériques dans la littérature scientifique, notamment par l'analyse des hypothèses non remises en question.**
- AA7. synthétiser, interpréter et restituer ses résultats expérimentaux.
- AA8. **exploiter des logiciels d'analyse de données avec un esprit critique.**

Contenu	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variables aléatoires <ul style="list-style-type: none"> <li>• définitions, notions de statistique descriptive</li> <li>• densités de probabilité utiles</li> <li>• théorème de Fisher-Cochran</li> </ul> </li> <li>2. Estimation ponctuelle et par intervalle <ul style="list-style-type: none"> <li>• d'une variance</li> <li>• d'une espérance mathématique</li> <li>• d'une probabilité</li> </ul> </li> <li>3. Tests d'hypothèses <ul style="list-style-type: none"> <li>• tests de comparaison de deux échantillons</li> <li>• tests de comparaison à une référence</li> <li>• test d'élimination de valeurs aberrantes</li> <li>• tests de <math>\chi^2</math> de conformité à une distribution et d'indépendance</li> <li>• notion de valeur-p</li> </ul> </li> <li>4. Régression linéaire <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimateur des moindres carrés</li> <li>• Régression linéaire simple et multiple</li> </ul> </li> <li>5. Régression logistique <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classification binaire et régression logistique</li> <li>• Fonction de <b>coût de l'entropie croisée</b></li> <li>• Optimisation par descente de gradient</li> </ul> </li> </ol>
---------	---

Liens avec d'autres cours	Méthodes Mathématiques (S5-MMN1-MATH1)
---------------------------	--

Supports  
Bibliographie

Polycopié

Évaluation

Examen écrit final (2/3) et rapport de TP (1/3)

Responsable : Isabelle Rivals

Équipe pédagogique: Yacine Oussar, Maxime André, Brigitte Quenet

| TP : 18,75h | langue du cours :  |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme des TP, l'étudiant sera capable de :

- AA1. analyser les problèmes liés à la précision numérique limitée.
- AA2. programmer avec MATLAB de manière vectorisée.
- AA3. résoudre avec MATLAB des problèmes numériques classiques (résolution de systèmes, intégration numérique, recherche de zéros) en utilisant des algorithmes standards.
- AA4. appliquer les outils précédents à des problèmes numériques complexes (résolution d'équations différentielles, analyse en composantes principales).
- AA5. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème complexe et/ou transverse.
- AA6. exploiter des logiciels d'analyse de données avec un esprit critique.
- AA7. interpréter des données expérimentales en vue de leur modélisation.

Contenu	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction à MATLAB</li> <li>2. Environnement de développement</li> <li>3. Manipulation des données</li> <li>4. Manipulation des graphes</li> <li>5. Types de MATLAB et précision numérique</li> <li>6. Programmes et fonctions</li> <li>7. Lecture et écriture de fichiers</li> <li>8. Résolution de systèmes et moindres carrés</li> <li>9. Factorisations matricielles et conditionnement</li> <li>10. Analyse en composantes principales</li> </ol>
Fonctionnement	Cet enseignement est fait sous forme de TP-cours pendant lequel les notions et les outils associés sont introduits par de brefs exposés, suivis <b>immédiatement d'une mise en œuvre pratique.</b>
Supports Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polycopié</li> <li>• Polycopié de MMN2-MENU</li> </ul>
Évaluation	Rapport sur l'un des thèmes traités (compte-rendu + programmes Matlab associés)

<b>UE Communication I</b> <i>Communication I</i>	SEMESTRE 5  <b>UE COMM1</b>
45h – 3 ECTS	

## Présentation

Le module Pratiques et Analyse de Communication Ecrite (COMM1-PACE) aborde les problématiques de l'écriture et de la recherche à partir de la réalisation par chaque élève d'un document écrit traitant d'un sujet de son choix. Il se déroule sur le mode du projet et propose à l'élève un apport notionnel issu des sciences de l'information et de la communication, de la sociologie et des sciences de l'art. Concrètement, le projet se construit par paliers. Chaque étape est validée par l'enseignant.

A la fin du module l'élève présente un document écrit rendant compte de son projet de recherche mené à terme, témoignant d'une intention quant au traitement de l'information et ayant tenu compte d'un lectorat particulier.

Le module est portée par une équipe d'enseignant.e.s pour lesquels l'écriture est au cœur de leur activité professionnelle.

Dans le monde professionnel et de la recherche, les élèves devront en permanence travailler en équipe, présenter leurs projets et leurs résultats, affirmer leurs opinions que ce soit aux personnes qu'ils encadrent, à leur hiérarchie ou même à des personnes transverses venant parfois d'univers très différents (juristes, ingénieurs, commerciaux, informaticiens...). Au cœur de ces relations il n'est pas toujours simple de transmettre clairement un message et que celui-ci soit reçu, encore moins de convaincre. **L'oralité ne va pas de soi, il faut d'abord être écouté par des personnes sur-sollicitées, captiver afin de transmettre un message clair, fort et qui sera retenu. Prendre la parole de manière impactante est un art qui s'apprend, une discipline avec ses outils, très techniques et très concrets, que nous proposons de transmettre tout au long de cette formation. Faire passer à l'oral, un message, un argumentaire, une conviction que ce soit à ses camarades, ses enseignants, son équipe, sa hiérarchie ou à ses clients ne va absolument pas de soi.**

**Loin d'un cours de théâtre, mais reposant sur l'expérience du comédien, le module de Communication Orale (COMM1-COMOR) fait travailler très concrètement sur les différentes dimensions de la prise de parole : occupation de l'espace, gestuelle, regards, silences, postures, débit, articulation, maîtrise du stress, placement de la voix, gestion de l'interaction, prise en compte de l'autre...**

Les objectifs principaux du module Communication et Relations sociales (COMM1-CRS) sont de découvrir les grandes fonctions de toute entreprise, asseoir son projet professionnel et mieux anticiper sur ses responsabilités comme futur manager (droits et devoirs), comprendre la place des ressources humaines dans l'entreprise.

Semestre	Programme	
S5	COMM1-PACE	Pratiques et Analyse de Communication Écrite
	COMM1-COMOR	Communication Orale
	COMM1-CRS	Communication et Relations Sociales

## Validation de l'UE

Moyenne pondérée : COMM1-PACE 50%, COMM1-COMOR 25%, COMM1-CRS 25%

## Compétences visées par l'UE

COMM1-PACE	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Part, PMC, Ent				III										
AA2.	PMC, CR	III			III									III	
AA3.	CR	II			II										
AA4.	Part, PMC, Ent				II									II	
AA5.	CR	II			II										
AA6.	CR	III			III										
AA7.	Part, PMC				II										
AA8.	Pres				III										
AA9.	Pres				III										
AA10.	CR, Pres				III										
AA11.	Part, Ent				III										
COMM1-COMOR	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Part, POF				III							II		III	
AA2.	Part, POF				II							II		II	
AA3.	Part, POF				III							II		III	
AA4.	Part, POF				II							II		II	
COMM1-CRS	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Présentiel, Part			I		I								I	
AA2.	Présentiel, Part			I							I	I			
AA3.	Part, CV, LMotiv	II							II		I				
AA4.	Part, pitch				III										II

Responsable coordination : Isabelle Garron (Telecom ParisTech)

| ateliers : 18h | langue du cours :  |

### Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du module, l'étudiant sera capable de :

- AA1. planifier un projet et le mener à son terme
- AA2. établir une bibliographie : définir une problématique de recherche, organiser une recherche documentaire **ciblée**, **consulter de l'information** et **citer sans plagier**
- AA3. organiser des annexes pertinentes
- AA4. argumenter ses idées
- AA5. rédiger pour un destinataire
- AA6. concevoir une ligne éditoriale adaptée au projet
- AA7. travailler en rythme alterné : présence/ distance
- AA8. communiquer en **environnement numérique hors d'un registre informel**
- AA9. présenter oralement des travaux écrits et participer à la circulation des savoirs
- AA10. **se présenter à l'écrit et à l'oral**
- AA11. développer l'écoute & un sens critique

#### Contenu

Etape 1 : choix du sujet et contrat de communication

**Etape 2 : définir une problématique et mise en place d'une recherche documentaire**

Etape 3 : stratégie de recherches : veille biblio et enquête de terrain

Etape 4 : planification du document et ligne éditoriale

Etape 5 : iconographie et travail de rédaction

Etape 6 : épreuve de la réception

#### Fonctionnement

Le module propose à chaque session, un apport notionnel et un temps de travail pratique individuel ou en binôme ou en groupe (exercices et /ou écriture ). **Il permet d'avancer dans le travail de conception, d'élaboration et de rédaction.**

1h de mise à disposition des concepts, des outils, des méthodes,

1h de travail en individuel ou en sous-groupes.

#### Supports Bibliographie

Ouvrages parmi ceux qui sont source d'inspiration pour la conception de ce module mais qu'il n'est pas nécessaire d'avoir lus intégralement pour assister au cours

- *Dictionnaire d'analyse du discours*, sous la direction de Patrick Charaudeau et Dominique Maingeneau, Paris, Seuil, 2002
- Barthes, Roland, *Le plaisir du texte*, Paris, Seuil, 1973
- Barthes Roland, *Mythologies*, Paris Seuil, coll° essais, 1957, 2014

- Compagnon, Antoine, *La seconde main ou le travail de la citation*, Paris, Seuil, 1979
- Glevarec, Hervé, Macé, Eric, Maigret, Eric, *Cultural Studies, Anthologie*, Paris, Armand Colin, 2008
- Goldsmith, Kenneth, *L'écriture sans écriture, du langage à l'ère numérique*, Paris, Jean Boite Editions, 2018
- Goody, Jack, *La raison graphique*, Paris, Editions de Minuit, 2002
- Jauss, H.R., *Pour une esthétique de la réception*, Paris, Gallimard, 1978, coll° Tel
- Winkin, Yves, 1996. *Anthropologie de la communication : de la théorie au terrain*, Bruxelles, Éditions De Boeck Université. Nouvelle édition entièrement refondue aux Éditions du Seuil, collection "Points", 2001

## Évaluation

Participation et remise des rendus : 25%  
 Présentation à mi-parcours : 25%  
 Document remis + entretien final : 50%

Responsable coordination : Clément Probst

Équipe pédagogique : C. Probst, A. Robinet, A. Maquiné-Denecker, A. Balme, B. Guillemain

Ateliers : 12h | langue du cours : 

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme des ateliers, l'étudiant sera capable de :

- AA1. établir un lien direct avec chaque personne pour capter et captiver son auditoire.
- AA2. affirmer sa posture et développer une gestuelle large, marquée et précise pour illustrer ses propos.
- AA3. s'exprimer sans tic de langage et sans "euh". Ralentir son propos et faire des silences qui marquent. Articuler et parler assez fort pour son public.
- AA4. synthétiser en supprimant les détails inutiles d'une intervention orale, délivrer une argumentation claire, structurée et impactante.

### Contenu

Les techniques proposées permettent de se sentir plus confortable et moins **stressé, de capter l'attention, d'être clair et concis dans son discours et de transmettre sa force de conviction** dans cette situation que nous avons trop **peu l'occasion de vivre. Jusqu'à être performant et y prendre du plaisir !**

#### Objectifs :

- Gagner en aisance et réduire le sentiment de stress
- **Capter et retenir l'attention de son auditoire**
- Délivrer un message clair
- Développer son pouvoir de conviction
- Bâtir une argumentation structurée et impactante, adaptée au temps imparti, au contexte et à la cible

Nous progresserons par palier à travers des exercices de diagnostic partagés puis la mise en application avec la lecture de textes pour finir par des situations de prise de parole sans notes.

### Fonctionnement

Nous allons travailler sur l'expression physique et sonore des élèves et sur la **structuration de leur message à l'oral. Pour une plus grande efficacité, il serait vraiment bénéfique que ces derniers préparent en amont un discours, une présentation professionnelle d'une durée de 3 à 5 minutes. Il s'agit pour eux de travailler une situation professionnelle (par exemple une prise de parole en réunion) qu'ils ont vécu ou qu'ils pourraient vivre. Ils doivent donc venir avec un contenu visant à convaincre d'une idée, du bienfait d'un projet...**

**S'ils n'ont pas d'inspiration, ils peuvent prendre un sujet d'actualité de leur secteur professionnel et préparer un discours de 3 à 5 minutes pour présenter leur opinion sur ce sujet. Attention, plus ils maîtriseront leur contenu en amont, plus ils seront capables de se concentrer sur leur impact à l'oral.**

### Supports Bibliographie

Mémo-pédagogique distribué à la fin de la formation.

## Évaluation

L'évaluation est faite tout au long du cours par l'enseignant en fonction de l'attention de l'élève, de sa participation, de sa mise en application des outils transmis lors d'exercice de présentation orale. Travaillant sur des soft skills, nous évaluerons le niveau final mais sera également pris en compte l'effort et la progression de l'élève tout au long de la formation.

## S6 – COMM1 – CRS Communication et Relations Sociales

Responsables : Brigitte Beaussart, Esther Honikman

| ateliers : 15h | langue du cours : 

### Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA1. identifier les différents types d'organisation des Entreprises.
- AA2. distinguer les différents métiers liés au diplôme d'Ingénieur.
- AA3. rédiger CV et lettre de motivation en vue de stages.
- AA4. présenter et argumenter son parcours à l'oral.

Contenu	<ul style="list-style-type: none"><li>• Positionnement des entreprises dans le marché économique français</li><li>• Organisation des entreprises</li><li>• Les différents métiers de l'ingénieur</li><li>• Place des RH dans l'entreprise et lien avec l'ingénieur</li><li>• Processus de recrutement</li><li>• Rédaction de CV et de lettres de motivation</li><li>• Prise de parole en public (pitch...)</li></ul>
Fonctionnement	Le cours se déroule sous la forme d'ateliers interactifs. Présentation obligatoire
Supports Bibliographie	INSEE, Enquêtes socio-économiques, Presse économique et sociale, Rapports d'activité d'entreprises.
Évaluation	Participation active au module 25% Présence vivement recommandée aux conférences d'entreprises Questionnaire sur les notions vues au cours du module 75%

<b>UE Initiation à la Recherche</b> <i>Initiation to Scientific Research</i>	SEMESTRE 6  UE INREC
45h – 3 ECTS	

## Présentation

Les PSE sont un module d'enseignement interdisciplinaire développé sur les semestres 6, 7 et 8. Le but de ce module est de réaliser des projets expérimentaux. Le fonctionnement est proche de celui d'un "hacklab". Les projets portent sur l'ensemble des disciplines enseignées à l'ESPCI Paris : la physique, la chimie et la biologie... Certains projets sont transdisciplinaires. Les projets sont tous différents et renouvelés chaque année. Une trentaine de projets sont développés chaque année par l'ensemble de la promotion.

Lors de ces projets les élèves apprennent à mener des projets en équipe et également à communiquer dessus sous plusieurs formats (présentation, affiche, vidéo). Cette dernière composante est essentielle dans le module. À ce titre, ce module est lié au module Communication Orale (S6-COMMI2-COMOR) du semestre 6.

Semestre	Programme
S6	INREC-PSE1    Projet Scientifique en Équipe I

## Pré-requis

Il n'y a pas de compétence requise particulière, les sujets étant très variés et appartenant à de nombreux champs disciplinaires. Il s'agit d'une formation par la recherche. La démarche scientifique critique dans l'interrogation et l'analyse des observations est au cœur de ce module ainsi que la communication.

## Validation de l'UE

Moyenne INREC-PSE1

## Compétences visées par l'UE

INITREC-PSE1	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	Part	III	III						III		II	II		II	I
AA2.	Part				II		II				II				I
AA3.	Part				II				III	III			II		I
AA4.	Part	III	III					II			II	II	II		
AA5.	Part	III	III												
AA6.	Part	III	III						II				II		
AA7.	Part	III	III												
AA8.	Part	III	III						III						
AA9.	Part	III	III								II	II			
AA10.	Prés	II	II								II				I

Part : Participation, Prés : Présence

Responsables : Emmanuel Fort, Maxime Ardré, Yvette Tran

Équipe pédagogique : Philippe Nghe, Pascale Dupuis-Williams, Antonin Eddi, André Klarsfeld, Lea-Laetitia Pontani, Emilie Verneuil, Raymond Even, Suzie Protière, Jean-Baptiste d'Espinose, Amandine Guérinot, Thomas Aubineau, Justine Laurent, Matthew Deyell

| TP : 45h langue du cours :  |

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du module, l'étudiant sera capable de :

- AA1. mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème expérimental complexe.
- AA2. travailler en groupe.
- AA3. organiser son travail afin d'atteindre l'objectif visé.
- AA4. identifier et mener en autonomie les différentes étapes d'une démarche expérimentale.
- AA5. utiliser des appareils et techniques de mesures performants dans le domaine du projet.
- AA6. exploiter et interpréter des données expérimentales pour envisager leur modélisation.
- AA7. exploiter des logiciels d'acquisition et d'analyse de données avec un esprit critique.
- AA8. identifier les sources d'erreurs pour calculer l'incertitude sur un résultat expérimental.
- AA9. manipuler les concepts scientifiques dans un contexte expérimental.
- AA10. communiquer vers un public de non spécialistes.

## Contenu

Les grandes lignes de fonctionnement pour du module de PSE sont :

- Ce module expérimental aborde de façon transverse les différentes disciplines physique, chimie, biologie ou projets transdisciplinaires.
- **Cet enseignement s'étend sur une trentaine de séances d'une demi-journée** durant un an (1/3 en S6, S7 et S8 respectivement).
- Les sujets sont proposés soit par les enseignants, soit par les élèves eux-mêmes. Des groupes de trois élèves se forment par affinité et choisissent **un des sujets proposés. Le groupe chargé d'un projet s'y attache pendant toute la durée du module.**
- Les PSE se déroulent dans des locaux spécifiques afin de conserver les expériences montées. Les élèves ont accès à des équipements scientifiques pour leur permettre de réaliser leur projet ainsi qu'à un atelier service de mécanique. Un budget est alloué pour l'achat de fonctionnements spécifiques.
- Les projets sont renouvelés systématiquement chaque année et tous les projets sont différents.
- Les élèves doivent à chaque fin de semestre présenter à l'ensemble de la promotion leurs projets. Ils doivent également communiquer vers l'extérieur sous forme d'une vidéo (MOOC Expérimental) qui est diffusée en ligne.

<p>Travail en autonomie</p>	<p><b>Objectifs</b> : Formation par la recherche expérimentale, réalisation de montage expérimentaux et de protocoles originaux, analyse critique des résultats, apprentissage de la gestion de projet, communication sur l'avancement et des résultats obtenus.</p> <p><b>Méthodes</b> : Réalisations d'expériences et mise au point de protocoles et méthodes expérimentaux. Production de présentation, d'affiches et de vidéo.</p>
<p>Supports Bibliographie</p>	<p>Documents fournis (articles, liens vers des sites internet,...) en début de PSE, recherche bibliographique autonome, discussions avec chercheurs et enseignants.</p>
<p>Évaluation</p>	<p>Présentation orale 30% (Prés) Participation et investissement personnel en séances 70% (Part)</p>

<b>UE Anglais II</b> <i>English II</i>	SEMESTRE 6  <b>UE ANG2</b>
32h – 2 ECTS	

Responsable : Daria Moreau

| TD : 32h | langue du cours :  |

## Présentation

Les cours d'anglais ont pour objectif d'améliorer les compétences en anglais et d'enseigner l'autonomie linguistique afin de préparer les étudiants à utiliser l'anglais technique et scientifique dans un contexte professionnel international et interculturel. Ces cours visent également à aider les étudiants dans la préparation à l'examen TOEIC requis par la CTI pour l'obtention du diplôme d'ingénieur ESPCI.

Semestre	Programme
S6	Ang2 32h, 2 ECTS

## Pré-requis

B1 de la grille du CECRL

## Evaluation

Validation des 5 compétences linguistiques (la grille du CECRL) au moins au niveau B2 par :

- des examens TOEIC blanc à la fin de chaque semestre et des contrôles continus (EX, PO,CC)
- le travail personnel (P),
- la connaissance de la culture et la communication interculturelle et la médiation (CC),
- la motivation (Part),
- la participation aux cours (Part),
- l'assiduité (Part).

## Compétences visées par l'UE

	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.	CC				II		III								
AA2.	CC				II		III								
AA3.	Ex, CC						III								
AA4.	CC						III					III	III		
AA5.	CC, PO						III						III		

Ex : examen, CC : Contrôle Continu, Part : participation, PO : Présentation orale

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA6. identifier rapidement des sources de stages ou d'emplois, analyser et synthétiser les attentes des employeurs et répondre en anglais aux offres de stages de son choix en rédigeant une lettre de motivation et / ou un CV vidéo, en tenant compte des particularités culturelles d'un pays anglophone.

- AA7. appliquer ses connaissances approfondies de la grammaire et du vocabulaire thématique et scientifique en communiquant parfaitement en anglais écrit et oral dans une situation professionnelle au sein d'une entreprise multiculturelle.
- AA8. analyser la structure du test TOEIC et développer sa stratégie personnelle pour maximiser son score à l'examen.,
- AA9. synthétiser un texte scientifique ou un document audio, identifier les informations pertinentes et les présenter à un public.
- AA10. argumenter son point de vu dans un débat, une discussion sur un sujet de la vie quotidienne, technique ou scientifique et répondre à des questions factuelles sur le sujet donné.

Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analyse des offres de stages dans les pays anglophones et les simulations d'entretiens d'embauche,</li> <li>• écriture de lettres de motivation,</li> <li>• exercices de préparation au TOEIC (un examen blanc du TOEIC aura lieu à la fin de chaque semestre),</li> <li>• connaissance du vocabulaire technique et scientifique,</li> <li>• rédaction de rapports, descriptions, résumés, consignes, descriptions de produits, procédés, analyses de graphiques. Ces rédactions porteront sur un large éventail de sujets,</li> <li>• synthèse et comparaison de véritables documents techniques,</li> <li>• débats sur n'importe quel sujet (culturel, économique, technique, scientifique, etc.), sans formation préalable ni formation spéciale afin de pouvoir prendre part à un échange collectif,</li> <li>• pratique de la compréhension orale et écrite.</li> </ul>
Fonctionnement	Les cours d'anglais sont obligatoires pour tous. Ils se déroulent dans des groupes de niveau établis au début d'année sur la base du test de niveau et des évaluations orales. Les cours en classe sont accompagnés d'un "e-learning" adapté et varié (les applications ont pour but de faciliter la lecture en VO ; les activités linguistiques multiples ; l'auto-apprentissage dans le laboratoire de langues).
Supports Bibliographie	Polycopié de cours, articles, journaux, documents audio et vidéo ; exemples des véritables documents.
Évaluation	La progression, les compétences et résultats de l'étudiant seront synthétisés dans un rapport pédagogique personnalisé :

## RAPPORT PEDAGOGIQUE

Nom et prénom de l'étudiant(e) :

L'année d'études :

L'étudiant(e) se situe à ces niveaux (voir définition au verso)

	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Compréhension orale						
Compréhension écrite						
Production orale						
Production écrite						
Niveau global						
Médiation						
Note globale						

Attitude pendant la formation et connaissance de la culture

	excellent	bon	satisfaisant	insuffisant	médiocre
Motivation					
Participation					
Travail personnel					
Assiduité					
Connaissance de la culture et communication interculturelle					
Note globale					

Fait à :

Nom de l'enseignant :

Total points :

# Langue Vivante II – Français Langue Etrangère

LV2

Langue Vivante II

Responsable : Daria Moreau

| cours : 13h | langue du cours : Espagnol, Allemand, Chinois, Japonais, Portugais, Italien, Russe, Arabe... |

## Présentation

La formation linguistique et culturelle fait partie intégrante du cursus des étudiants à l'ESPCI. Cette formation a pour but de les préparer aux stages ou séjours d'études à l'étranger et à une possible carrière professionnelle internationale ainsi que de les familiariser avec d'autres cultures. Les enseignants de langues LV2 organisent également une préparation qui permet aux élèves de passer des examens de langues reconnus internationalement.

Les cours de LV2 sont facultatifs à l'ESPCI.

**Ce cours donne 1 ECTS/semestre et permet de valider l'UE S10-DEV à l'issue du cursus.**

Le choix d'une LV2 se fait au début d'année scolaire sur la plateforme Moodle. Le test de positionnement est obligatoire pour des cours d'allemand et d'espagnol.

Les étudiants peuvent choisir parmi les cours suivants :

- l'allemand (4 groupes de niveau A1-C1),
- l'espagnol (4 groupes de niveau A1-C1),
- le chinois (2 groupes de niveau A1-A2),
- le japonais (2 groupes de niveau A1-A2),
- l'italien (2 groupes de niveau A1-A2),
- le suédois (1 groupe de niveau A1).

Les étudiants peuvent également suivre des cours d'arabe, de portugais ou de russe proposés par PSL.

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA10. développer des compétences linguistiques et interculturelles,
- AA11. s'insérer à l'étranger dans les domaines professionnel, académique et social,
- AA12. travailler en collaboration en LV2,
- AA13. argumenter à l'oral sur un sujet de la vie courante, technique ou scientifique,
- AA14. répondre à des questions factuelles et argumenter sur le sujet donné,
- AA15. tenir une conversation et s'exprimer avec aisance sur une large gamme de sujets,
- AA16. synthétiser un texte scientifique ou général ou un document audio en dégagant l'information pertinente pour la restituer devant un public,
- AA17. confronter les particularités culturelles, sociales et historiques d'un pays étranger,
- AA18. comprendre la langue quotidienne à travers le cinéma, des émissions de radio ou de télévision.

Contenu	<p>Selon le niveau tel que décrit dans le CECR :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'expression orale en continu et en interaction sur une grande gamme de sujets de la vie quotidienne, professionnelle et sur des sujets relatifs au monde de la langue étudiée,</li> <li>• l'acquisition de la grammaire et du vocabulaire,</li> <li>• l'entraînement régulier à la compréhension orale et écrite au travers de sujets variés,</li> <li>• la rédaction de textes variés,</li> <li>• l'interaction avec un interlocuteur natif,</li> <li>• la compréhension des discours,</li> <li>• l'argumentation à travers l'actualité et les informations, des chansons, des extraits de film.</li> </ul>
---------	---

Fonctionnement	<p>Les cours se déroulent dans des groupes de niveau établis en début d'année sur la base des tests de placement et des évaluations orales. Des sorties culturelles seront proposées.</p>
----------------	---

Supports Bibliographie	<p>Documents audio et vidéo ; exemples des documents authentiques, factuels.</p>
---------------------------	--

Évaluation	<p>A la fin de chaque semestre la validation des 5 compétences de la grille du CECRL et du travail personnel, de la connaissance de la culture et la communication interculturelle, de la motivation, de la participation aux cours, de l'<b>assiduité</b>.</p>
------------	---

### Compétences **visées par l'UE**

DEV-LV2	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.							III								
AA2.					II		III								
AA3.					II		III					II	III		
AA4.					II		III						III		
AA5.					II		III					II			
AA6.					II		III								
AA7.					II		III						III		
AA8.						II	III							II	
AA9.							III								

Responsable : Daria Moreau

| cours : 9h | langue du cours :  |

## Présentation

Ces cours ont pour objectif que tous les étudiants atteignent au moins le niveau B2 en FLE.

L'accent est mis :

3. sur la capacité de suivre les cours de sciences et d'y participer : compréhension, production, interaction, médiation
4. sur la communication avec les étudiants français et la vie sociale en France, afin de faciliter l'intégration à l'Ecole et en France.

**Ce cours donne 1 ECTS/semestre et permet de valider l'UE S10-DEV à l'issue du cursus.**

## Pré-requis

Niveau B1

## Objectifs / Compétences visées par l'EC

Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :

- AA9. développer des compétences linguistiques et interculturelles,
- AA10. se préparer à l'insertion professionnelle, académique et sociale en France,
- AA11. être ouvert à la pratique du travail collaboratif en français,
- AA12. répondre à des questions factuelles sur le sujet donné,
- AA13. tenir une conversation et de s'exprimer avec aisance sur une large gamme de sujets,
- AA14. synthétiser un texte scientifique ou général ou un document audio, dégager l'information pertinente et la restituer devant un public,
- AA15. communiquer à l'écrit comme à l'oral sur un sujet de la vie courante, technique ou scientifique,
- AA16. faire un exposé clair sur un sujet à contenu culturel, civilisationnel, technique ou scientifique, préparé à l'avance.

## Contenu

### Avant l'arrivée en France

Avant l'arrivée à l'ESPCI, les étudiants internationaux passent un test de niveau en ligne et des entretiens oraux pour évaluer leurs compétences en français oral et écrit. Ceci permet de les accompagner en amont en leur proposant ensuite des outils linguistiques à distance quand ils sont encore dans leurs pays d'origine.

### Avant le début des études

#### • Stages d'été

Avant le début des études, des stages intensifs d'été (3 semaines/3h par jour) sont proposées à ceux qui n'ont pas le niveau C1 en français afin de mieux les intégrer dans le contexte francophone professionnel, administratif et quotidien.

• Séminaire de **préparation aux études d'ingénieur en France**  
Tous les étudiants internationaux participent avant le début d'année scolaire à un séminaire de préparation aux études d'ingénieur en France.

#### A l'ESPCI

- Cours de FLE

Pendant l'année scolaire, les étudiants suivent obligatoirement les cours de FLE hebdomadaires dans les groupes correspondant à leur niveau dans le cadre européen commun de référence pour les langues (CECRL).

- Ressources supplémentaires

Des sorties culturelles et gastronomiques sont aussi proposées par PSL Welcome Desk. Les étudiants ont aussi accès à de nombreuses ressources linguistiques et culturelles disponibles sur la plateforme Moodle de l'école.

- Ateliers de FLE

En plus des cours donnés par les enseignants qualifiés en FLE, des ateliers de conversations (1h1/semaine) animés par des étudiants francophones sont proposés pour tous les étudiants internationaux indépendamment de leurs niveaux en FLE. Les ateliers facultatifs composés de 3 étudiants internationaux et un/e étudiant(e) francophone créent un espace de pratique de la langue quotidienne et c'est également un moyen d'intégration.

Afin d'acquérir plus d'aisance à l'oral et de développer une capacité à travailler en groupe, les étudiants internationaux peuvent aussi participer à un groupe de théâtre animé par leurs camarades francophones.

#### Examen

A la fin des études, le niveau en FLE est vérifié par un test de niveau externe TCF et par une évaluation interne. Le niveau B2 est demandé par la CTI afin de valider les diplômes d'ingénieur.

#### Supports Bibliographie

Polycopiés de cours, articles, journaux, manuels, document audio et vidéo ; exemples des documents authentiques.

#### Évaluation

A la fin de chaque semestre la validation des 5 compétences de la grille du CECRL et de : le travail personnel (CC), la connaissance de la culture et la communication interculturelle (CC), la motivation (CC), la participation aux cours (CC), l'assiduité (P).

L'examen TCF est obligatoire à la fin de troisième année (EX) avec le niveau minimum requis B2 pour tous les étudiants

## Compétences visées

DEV-FLE	Eval	C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
AA1.							III								
AA2.					II	II	III								
AA3.					II		III						III		
AA4.					II		III					II			
AA5.					II		III								
AA6.					II		III						III		
AA7.					II		III						III		
AA8.					II		III						III		