

2^{ème} année

Télécom Paris

Direction de la Formation Initiale

FILIERES (ANNEE 2019-2020)

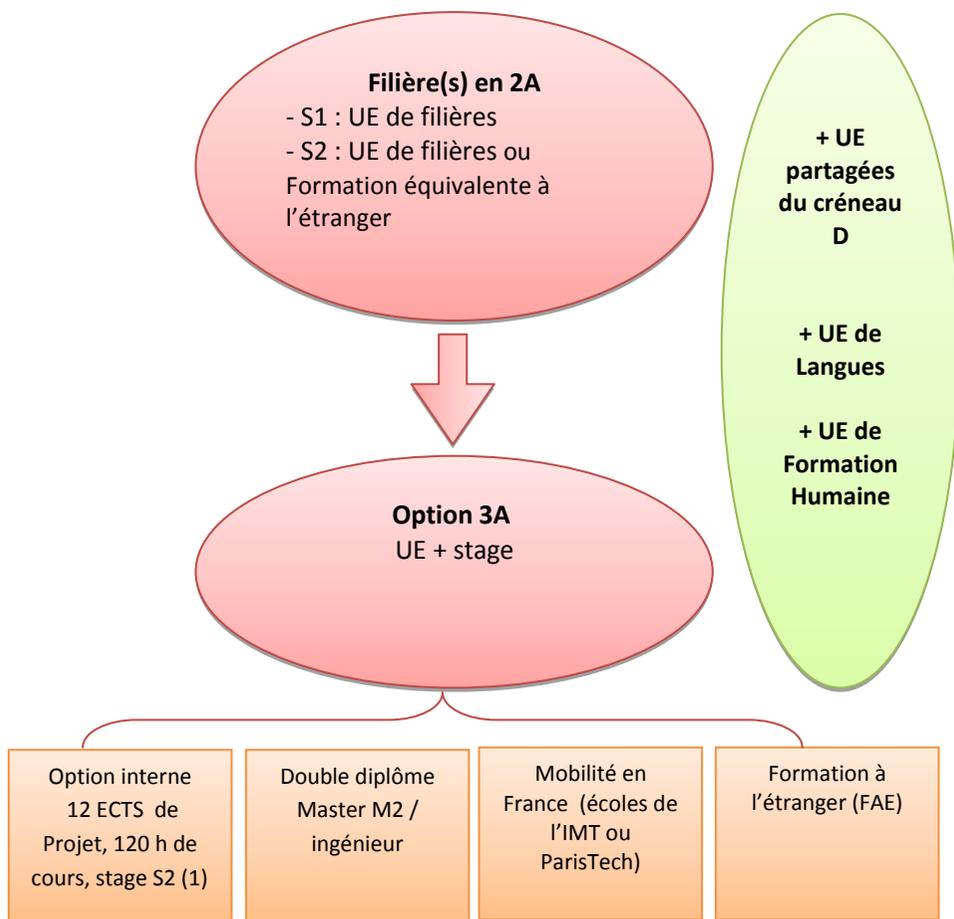
1. STRUCTURE DES ENSEIGNEMENTS, SEMAINE « TYPE », CRENEAUX
2. PRESENTATION DES FILIERES
3. LE CRENEAU DES UE PARTAGEES (CRENEAU D)
4. LES OPTIONS TRANSVERSES de la 3^e année

CATALOGUE : <https://synapses.telecom-paristech.fr>

STRUCTURE DES ENSEIGNEMENTS

Les enseignements de 2^{ème} et 3^{ème} années s'organisent en unités d'enseignement (UE) de filières en 2e année (8 cours de 24h par filière), qui ouvrent sur des options de 3e année. A ces cours s'ajoutent des UE ouvertes en 2eA et 3eA (UE partagées, Langues, Formation Humaine)

IMPORTANT : Il est nécessaire de réfléchir au choix d'une filière dans son ensemble



Options transverses :

Option interne, M2 ou FAE ou Mobilité en France transverses, c'est-à-dire accessible quelle que soit votre filière

CRENEAUX

Les filières sont programmées par créneau. Une filière occupe entièrement un créneau A, B ou C. Les créneaux sont eux-mêmes subdivisés en sous-créniaux : **A** : A1+A2 ; **B** : B1+B2 ; **C** : C1+C2

Chaque sous créneau correspond à 2 fois 1h30 (une demi-journée)

Le créneau D, le mardi, est réservé aux UE partagées (cf. chapitre créneau D), soit 8 unités d'enseignement en 2^{ème} année.

Les Langues et la Formation Humaine ont leurs créneaux spécifiques, communs à la 2^e et 3eA, en semaine pour les Langues (cf tableau ci-dessous), en jours groupés pour la Formation Humaine.

SEMAINE « TYPE » DE LA 2^E ANNEE 2019-2020

Les sous-créniaux ne sont pas programmés la même demi-journée d'une période à l'autre ; une rotation des créneaux est opérée à chaque semestre. Les cours de filière sont de **8h30 à 11h45** le matin, et de **13h30 à 16h45** l'après-midi.

Le lundi et le mercredi les cours de langues sont programmés en parallèle des créneaux de filières : les élèves veillent à choisir leurs cours dans leur créneau libre.

| Horaire | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi |
|-------------|----------------------|---------|----------------------|---------|-----------|
| 08h30-10h00 | A / B / C | D1 | A / B / C | Langues | A / B / C |
| 10h15-11h45 | A / B / C | D1 | A / B / C | Langues | A / B / C |
| | | | | | |
| 13h30-15h00 | A / B / C Langues | D2 | A / B / C Langues | Libre | A / B / C |
| 15h15-16h45 | A / B / C Langues | D2 | A / B / C Langues | | A / B / C |
| 17h00-18h30 | Langues | Langues | Langues | | |

1. Les Filières

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET SCIENCE DES DONNEES

IMA – IMAGE

SD – SCIENCES DES DONNEES 

TSIA – TRAITEMENT DU SIGNAL POUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE 

MATHEMATIQUES ET INFORMATIQUE THEORIQUE

ACCQ – ALGEBRE APPLIQUEE 

MACS – MODELISATION ALEATOIRE ET CALCUL SCIENTIFIQUE 

MITRO – MATHEMATIQUE, INFORMATIQUE THEORIQUE ET RECHERCHE OPERATIONNELLE

RESEAUX, COMMUNICATIONS ET CYBERSECURITE

RES – RESEAUX

RIO – RESEAUX MOBILES ET INTERNET DES OBJETS

SR2I – SECURITE DES RESEAUX ET INFRASTRUCTURES INFORMATIQUES

TELECOM – TELECOMMUNICATIONS : DES DONNEES AUX SYSTEMES

SYSTEMES INFORMATIQUES, INTERACTIFS ET EMBARQUES

IGR – 3D & SYSTEMES INTERACTIFS

SLR – SYSTEMES ET LOGICIELS REPARTIS

SE – SYSTEMES EMBARQUES

ECONOMIE ET INNOVATION NUMERIQUES

SIM - STRATEGIE, INNOVATION, MARCHES – SPECIALITE ECONOMIE 

SIM - STRATEGIE, INNOVATION, MARCHES – SPECIALITE INNOVATION

CRENEAUX DES FILIERES

| | |
|------------------|---|
| Créneau A | <p><u>IGR</u> - 3D & SYSTEMES INTERACTIFS</p> <p><u>MACS</u> - MODELISATION ALEATOIRE ET CALCUL SCIENTIFIQUE</p> <p><u>SLR</u> - SYSTEMES ET LOGICIELS REPARTIS</p> <p><u>TELECOM</u> - TELECOMMUNICATIONS : DES DONNEES AUX SYSTEMES</p> <p><u>SR2I</u>, SECURITE DES RESEAUX ET INFRASTRUCTURES INFORMATIQUES</p> |
| Créneau B | <p><u>IMA</u> - IMAGE</p> <p><u>MITRO</u> - MATHEMATIQUE, INFORMATIQUE THEORIQUE ET RECHERCHE OPERATIONNELLE</p> <p><u>RES</u> - RESEAUX</p> <p><u>SE</u> - SYSTEMES EMBARQUES</p> <p><u>SIM</u> - STRATEGIE, INNOVATION, MARCHES</p> |
| Créneau C | <p><u>ACCQ</u> - ALGEBRE APPLIQUEE</p> <p><u>RIO</u> - RESEAUX MOBILES ET INTERNET DES OBJETS</p> <p><u>SD</u> - SCIENCE DES DONNEES</p> <p><u>TSIA</u> - TRAITEMENT DU SIGNAL POUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE</p> |

**Responsable : Hugues Randriambololona***Responsable mobilité internationale : Michèle Wigger**Coordination des stages : Gaya Rekaya**Gestionnaire des études : Jérôme Cahors*

Pour ceux qui aiment :

- L'algèbre
- Les mathématiques en général, et qui n'ont pas peur de l'abstraction

Cette filière propose une introduction à plusieurs domaines de l'informatique et des télécommunications

: **calcul formel, codage correcteur, cryptographie, et théorie de l'information quantique**, ayant pour caractéristique de reposer en grande partie sur un corpus mathématique commun, essentiellement algébrique.

Ces domaines, qui font partie du cœur de métier d'un ingénieur en télécommunications, seront abordés ici plutôt sous l'angle théorique. La filière offrira ainsi une première ouverture sur la recherche (ce en quoi elle se mariera bien avec la filière MITRO, et la poursuite éventuelle d'un M2 puis d'une thèse).

Toutefois il pourra aussi être judicieux pour les élèves de compléter leur cursus par un choix d'UE électives dans d'autres filières, proches thématiquement, mais plus pratiques et plus appliquées (comme TELECOM, RES, ou SR2I). Ceci ouvrira des débouchés vers des métiers tels qu'ingénieur en systèmes de communication, en réseaux, ou en sécurité.

Même si aucun prérequis formel n'est exigé pour suivre cette filière, une certaine aisance préalable en mathématiques sera utile.

Associations avec d'autres filières recommandées :

- **ACCQ + MITRO**

Profil recherche en mathématiques et informatique théorique, notamment en vue du M2 AFP (ex-MPRI).

Plus généralement pour les élèves qui aiment les maths et veulent en faire à fond.

- **ACCQ + TELECOM**

Profil ingénieur expert (ou chercheur) en communications numériques.

TELECOM apporte une vue d'ensemble du domaine, et ACCQ apporte des approfondissements sur une partie des mathématiques sous-jacentes.

- **ACCQ + SR2I**

Profil ingénieur expert (ou chercheur) en sécurité informatique et cryptographie.

SR2I apporte une vue d'ensemble du domaine, et ACCQ apporte des approfondissements sur une partie des mathématiques sous-jacentes.

Programme

Obligations de créneau D :

- Pas d'obligation ni de recommandation.

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|----|---|---|---|--|
| C1 | ACCQ 201 Structures algébriques finies | ACCQ 203a Algèbre computationnelle | ACCQ 206 Introduction à l'information et au calcul | ACCQ 207 Morceaux choisis en cryptographie mathématique |
| C2 | ACCQ 202 Théorie de l'information | ACCQ 204 Codage correcteur d'erreurs | ACCQ 205 Introduction aux courbes algébriques | ACCQ 203b Algèbre computationnelle |

Options de 3^e année :

| | |
|-----------------------------|---|
| Option interne | <ul style="list-style-type: none"> • Option QEng « Quantum Engineering » : 120 heures de cours spécifiques + un projet PRIM. |
| Double diplôme Master M2 | <ul style="list-style-type: none"> • Mention Informatique M2 AFP (ex MPRI) Algorithmics and Foundations of Programming (UPSay) (le suivi préalable en parallèle de MITRO fortement recommandé, selon la spécialisation envisagée) • Mention E3A : M2 SAR Advanced Wireless Communications Systems (possible après la filière TELECOM également) |
| Formation à l'international | <ul style="list-style-type: none"> • mobilité à l'étranger : <i>contacter la responsable mobilité filière et voir le site pédagogique de la filière</i> |
| Autre | <ul style="list-style-type: none"> • cursus transverse, c'est à dire ouvert quelle que soit la filière choisie en 2e année (ex. option interne ENT entrepreneuriat, ou un des M2 transverses PIC / IREN) • Mobilité en France dans une école de l'institut Mines-Télécom ou de ParisTech |

Responsables : Tamy Boubekeur, Eric Lecolinet*Responsable mobilité internationale : James Eagan**Coordination des stages : Tamy Boubekeur, Eric Lecolinet**Gestionnaire des études : Jérôme Cahors*

Pour ceux qui aiment

- La conception 3D et la réalité virtuelle
- Les dispositifs et systèmes interactifs
- Les interfaces tactiles, mobiles, gestuelles, etc.
- Les jeux vidéo et les effets spéciaux

Cette filière vise à donner aux élèves une formation complète dans les domaines de l'interaction homme-machine et de l'informatique graphique 3D.

Elle prépare les futurs ingénieurs à la conception de systèmes interactifs avancés en leur donnant les bases informatiques et mathématiques nécessaires à la modélisation numérique de ces systèmes.

Concrètement, vous apprendrez à développer des applications interactives 2D, 3D, pour des outils mobiles et pour le web ; vous ferez de l'informatique graphique 3D et de la réalité virtuelle et vous développerez le projet de votre choix au cours de séminaires dédiés.

Parmi les débouchés naturels de cette filière, on peut citer : la conception assistée par ordinateur (CAO), les jeux vidéo, les effets spéciaux, les applications mobiles, la simulation, le design d'interaction, la réalité virtuelle et la visualisation. Cette filière prépare en outre aux métiers scientifiques liés à la recherche en IHM ou en informatique graphique 3D en proposant la possibilité de suivre ensuite un Master 2 spécialisé dans l'un de ces deux domaines (Master Interaction/HCI ou MVA de l'Université Paris-Saclay, IMA de Sorbonne Université).

Associations avec d'autres filières recommandées :

- **IGR + IMA**

IGR est très complémentaire avec la filière IMA (créneau B), dans la mesure où les deux apportent des points de vue différents sur les images ; IGR sur leur création, IMA sur leur analyse. Cette combinaison met l'accent sur l'informatique & les mathématiques.

- **IGR + SD**

Il serait aussi intéressant de coupler IGR avec SD (créneau C). En effet, la 3D permet de synthétiser les données et SD complète les connaissances autour des grands algorithmes de traitement des données (par exemple pour faire du generative adversarial network (GAN), qui combine machine learning et synthèse d'images).

Programme

Obligations de créneau D :

- INF 224 obligatoirement en P1. INF224 doit être suivi obligatoirement en P1 ; cependant, en cas d'incompatibilité avec une UE requise par une autre filière suivie, et seulement dans ce cas, INF224 peut être suivi en P2 (cela pourra rendre plus difficile le suivi de certains cours de la filière IGR)
- SI 221 (Reconnaissance des formes) recommandée.

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|-----------|--|--|--|--------------------------------|
| A1 | IGR 201 (a+b) Développement d'applications interactives 2D, 3D, Mobile et Web | IGR 202 (a+b) Informatique graphique et réalité virtuelle | IGR 203 (a+b) Interaction homme-machine | IGR 204 Visualisation |
| A2 | | | | IGR 205 Séminaire de projet |

Options de 3^e année :

| | |
|--------------------------|---|
| Option interne | <ul style="list-style-type: none"> • Option IGR "3D & Systèmes interactifs" : 120 heures de cours du master HCI-Interaction + un projet PRIM. |
| Double diplôme Master M2 | <ul style="list-style-type: none"> • IMA : Parcours "Image", spécialité de la mention « Informatique » (Sorbonne Université) • HCI : Parcours "Interaction, Human Computer Interaction", spécialité de la mention "Informatique" (UPSaclay) • MVA : Parcours "Mathématiques, Vision et Apprentissage", spécialité de la mention « Mathématiques et applications » (UPSaclay) |

| | |
|-----------------------------|---|
| Formation à l'international | <ul style="list-style-type: none">• mobilité à l'étranger : <i>contacter le responsable mobilité filière</i> |
| Autre | <ul style="list-style-type: none">• cursus transverse, c'est à dire ouvert quelle que soit la filière choisie en 2e année (ex. option interne ENT entrepreneuriat, option QEng Quantum Engineering ou un des M2 transverses PIC / IREN)• Mobilité en France dans une école de l'institut Mines-Télécom ou de ParisTech |

Responsables : Yann Gousseau, Isabelle Bloch, Florence Tupin

Responsable mobilité internationale : Yann Gousseau, Isabelle Bloch, Florence Tupin

Coordination des stages : Michel Roux

Gestionnaire des études : Sylvia Alvès de Sousa

Pour ceux qui aiment :

- Les images
- La photographie numérique
- Les mathématiques et les algorithmes
- Les applications de l'apprentissage automatique

Cette filière permet d'acquérir les bases de l'analyse d'images puis d'aborder des cours plus avancés développant les techniques mathématiques de l'image, la vision par ordinateur et la reconstruction 3D, les approches inspirées de l'intelligence artificielle, et en particulier l'apprentissage profond, pour l'analyse et l'interprétation d'images, la classification et l'indexation d'images ainsi que la vidéo.

Elle prépare à des postes d'ingénieur de recherche et d'études en traitement et interprétation d'images, en vision et en 3D dans des domaines variés : imagerie médicale et biologique, photographie grand public, modélisation de scènes et synthèse, imagerie spatiale et aérienne, biométrie, défense, etc.

Les domaines d'application principaux (l'imagerie médicale, l'imagerie aérienne et satellitaire et la photographie grand public) seront présentés par des chercheurs actifs de ces domaines et complétés par des interventions d'industriels sur d'autres applications (biométrie, vision industrielle...). Les cours d'analyses d'images seront en particulier l'occasion de voir en détail des techniques récentes d'apprentissage automatique dans un cadre applicatif.

Cette filière garantit de solides connaissances dans le domaine du traitement et de l'interprétation d'images, qui seront utiles aussi bien dans l'industrie que dans un laboratoire de recherche, avec une poursuite en doctorat.

Pour suivre cette filière, il est nécessaire d'avoir acquis les bases de mathématiques appliquées, informatique, traitement du signal (cours de 1^e année).

Associations avec d'autres filières recommandées :

La filière IMA peut être utilement associée à la filière 3D & Systèmes interactifs (**IGR**) pour les aspects de réalité virtuelle et d'informatique graphique, à la filière Traitement du signal pour l'Intelligence Artificielle (**TSIA**) pour les aspects traitement du signal, ou à la filière Science des Données (**SD**) pour les techniques d'apprentissage et de fouille de données.

Programme

Obligations de créneau D :

- SI 221 (Reconnaissance des formes) recommandée,
- MDI210 (Optimisation) recommandée,
- MDI 220 (Statistiques) recommandée,
- INF 224 (Paradigmes de programmation) recommandée.

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|----|--|---|---|---|
| B1 | IMA 201 Introduction au traitement des images | IMA 204 Imagerie médicale et biologique & Représentation des connaissances | IMA 205 Apprentissage pour l'image et la reconnaissance d'objets | IMA 207 Télétection / Applications industrielles |
| B2 | | IMA 203 Méthodes variationnelles et bayésiennes & optimisation | IMA 208 Vision 3D et vidéo | IMA 206 Photographie computationnelle / Méthodes par patches |

Options de 3^e année :

| | |
|--------------------------|---|
| Option interne | <ul style="list-style-type: none"> • Option IMAGE : 120 heures de cours des masters IMA, MVA et AIC + un projet PRIM. • Option IA Intelligence Artificielle commune avec l'ENSTA |
| Double diplôme Master M2 | <ul style="list-style-type: none"> • IMA, Image (Sorbonne Université), • BIM Bioengineering, parcours Biolumagerie (Paris Descartes), • MVA Mathématiques, Vision et Apprentissage (Saclay), |

| | |
|-----------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • AIC Apprentissage, Information et Contenus (Saclay), • ATSI Automatique et Traitement du Signal et des Images (Saclay), • MPT Méthodes physiques en télédétection (Sorbonne Université) |
| Formation à l'international | <ul style="list-style-type: none"> • mobilité à l'étranger : <i>contacter le responsable mobilité filière et voir le site pédagogique de la filière</i> |
| Autre | <ul style="list-style-type: none"> • cursus transverse, c'est à dire ouvert quelle que soit la filière choisie en 2e année (ex. option interne ENT entrepreneuriat, option QEng Quantum Engineering ou un des M2 transverses PIC / IREN) • Mobilité en France dans une école de l'institut Mines-Télécom ou de ParisTech |



Responsable : *François Roueff*

Responsable mobilité internationale : *Anne Sabourin*

Coordination des stages : *Laurent Decreasefond*

Gestionnaire des études : *Sylvia Alvès de Sousa*

La filière propose une formation en mathématiques appliquées, plus précisément dans les domaines de la modélisation aléatoire et du calcul scientifique pour les applications (au choix) en mathématiques financières, sciences des données, modélisation et traitement des signaux et des images.

Pour ceux qui aiment :

- Les probabilités
- L'analyse de données
- Les mathématiques et leurs applications (en finance, science des données, etc.)

Dans ces domaines, l'acquisition de connaissances solides en mathématiques appliquées de niveau master permet une bien meilleure compréhension des outils utilisés.

Les meilleurs masters français de mathématiques appliquées (Paris Saclay, Paris 6 et Paris 7) sont notamment ouverts aux élèves de cette filière en 3^{ème} année. Un double diplôme avec ces masters est particulièrement apprécié des entreprises technologiques ou de l'industrie financière.

Ce type de cursus ouvre par ailleurs de nombreuses opportunités de doctorats sous la forme de thèses académiques ou dans le cadre d'un projet industriel (thèses CIFRE).

Associations avec d'autres filières recommandées :

- **MACS + TSIA** : Les bases théoriques de la modélisation aléatoire et du calcul scientifique sont indispensables pour la maîtrise des aspects théoriques de la science des données. En particulier, l'appariement des filières SD ou TSIA avec MACS est très fortement recommandée pour l'option externe que constitue le M2 Sciences de données, commune à ces filières.
- **MACS + SIM** : Un débouché traditionnellement important de la modélisation aléatoire et du calcul scientifique est son application à l'économétrie et à la finance quantitative. La filière SIM, dans son orientation "Economie" offre une formation permettant de mieux appréhender le fonctionnement concret et les dangers

potentiels des marchés. Elle intéressera donc particulièrement les élèves de MACS qui se destinent à l'industrie des services financiers.

- **MACS + MITRO** : Les filières MACS et MITRO permettent d'acquérir des bases mathématiques complémentaires pour de nombreuses applications. Le recours aux algorithmes stochastiques ou aux simulations pour l'optimisation, la modélisation aléatoire couramment utilisée pour les files d'attente, les réseaux ou les graphes, ou même les processus de décision, sont autant de points de rencontre entre analyse, probabilités et informatique théorique qui constituent le domaine de la "recherche opérationnelle".

Programme

Obligations de créneau D :

- MDI210 (Optimisation) obligatoire en P1,
- MDI 220 (Statistiques) obligatoire en P1.

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|----|--|---|--------------------------------------|--|
| A1 | MACS 201 (a+b) Hilbert spaces, mathematical statistics and Probability | MACS 203 (a+b) Martingales and Asymptotic Statistics | MACS 205 (a+b) Numerical analysis | MACS 207 (a+b) (Option Alea) Stochastic calculus |
| A2 | | | | |

Options de 3^e année :

| | |
|-----------------------------|--|
| Option interne | <ul style="list-style-type: none"> • Option MACS : 120 heures de cours issus de différents Masters 2 + un projet PRIM. |
| Double diplôme Master M2 | <ul style="list-style-type: none"> • M2MO Modélisation Aléatoire-Statistiques et Modèles Aléatoires en Finance (Paris-Diderot) • Master Probabilités et Finance de Nicole El Karoui (Sorbonne Université) • Data Sciences (mathématique de la science des données) (UPSaclay) |

| | |
|-----------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • MATHFI Mathématiques financières – Site Palaiseau (Polytechnique, UPSaclay) • MOA Mathématiques de l'aléatoire (UPSaclay) • MVA Mathématiques, Vision, Apprentissage (UPSaclay) pour les applications à l'imagerie |
| Formation à l'international | <ul style="list-style-type: none"> • Programme équivalent dans une université étrangère : <i>contacter la responsable mobilité filière</i> |
| Autre | <ul style="list-style-type: none"> • cursus transverse, c'est à dire ouvert quelle que soit la filière choisie en 2e année (ex. option interne ENT entrepreneuriat, option QEng Quantum Engineering ou un des M2 transverses PIC / IREN) • Mobilité en France dans une école de l'institut Mines-Télécom ou de ParisTech |

Responsable : Bertrand Meyer

*Responsable mobilité internationale : Petr Kuznetsov,
Jean Leneutre*

Coordination des stages : Bertrand Meyer

Gestionnaire des études : Sylvia Alvès de Sousa

Pour ceux qui aiment :

- Résoudre des problèmes mathématiques par des approches originales
- Comprendre les possibilités et les limites de l'informatique

Cette filière s'adresse aux étudiants cherchant une formation approfondie à l'interface entre informatique et mathématiques ou aux étudiants inscrits dans d'autres filières voulant asseoir leur formation par des compléments théoriques. Elle est particulièrement recommandée à ceux qui désirent poursuivre en doctorat en informatique.

La filière forme de futurs ingénieurs qui souhaitent être suffisamment outillés pour analyser et résoudre des problèmes mathématiques et algorithmiques difficiles par des approches variées (Cours d'optimisation combinatoire MITRO205, d'algorithmique avancée MITRO208, de théorie des jeux MITRO206 et de manipulation des graphes MITRO209), en comprendre les limites (Cours de complexité MITRO203) et pour maîtriser les tenants et aboutissants de la programmation et de leurs langages (Cours de calculabilité et logique MITRO201, de calcul réparti MITRO207).

Cette filière prépare des têtes bien faites prêtes à résoudre les défis non seulement parmi les grands noms de l'informatique mais aussi dans tous types de secteur (transport, énergie, logistique, banques, santé, télécommunication). Des carrières sont possibles tant dans la recherche que comme expert dans des entreprises allant de la start-up innovante au grand groupe.

Associations avec d'autres filières recommandées :

- MITRO + ACCQ
- MITRO + SD

- MITRO + SLR

Programme

Obligations de créneau D :

- MDI 210 (Optimisation) obligatoire en P1 ou en P2
- INF280 (Projet de Programmation : problèmes pratiques et concours) est très fortement conseillé.

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|----|----------------------------|--|---|--|
| B1 | MITRO 201 Logique | MITRO 203 Complexité | MITRO 205 Optimisation combinatoire et analyse combinatoire | MITRO 207 Calcul réparti par topologie combinatoire |
| B2 | MITRO 202 Calculabilité | MITRO 209 Graphes et partitionnement de données | MITRO 206 Théorie des jeux | MITRO 208 Algorithmique avancée |

Options de 3^e année :

| | |
|--------------------------------|---|
| Option interne | <ul style="list-style-type: none"> • Option QEng (ex QSCrypt) « Quantum Engineering » : 120 heures de spécifiques HCI-Interaction + un projet PRIM. • Option SD « Science de données » si la mineure SD a été suivie en créneau D |
| Double diplôme Master M2 | <ul style="list-style-type: none"> • M2 FIIL, Fondements de l'informatique et Ingénierie du Logiciel, mention Informatique à l'Université Paris-Saclay • M2 RO, Recherche Opérationnelle, mention Informatique à l'Université Paris-Saclay • M2 AFP (ex-MPRI), Algorithmics and Foundations of Programming, mention Informatique à l'Université Paris-Saclay |
| Formation à l'international | <ul style="list-style-type: none"> • Formations équivalentes à l'étranger : <i>contacter le responsable mobilité filière</i> |
| Autre | <ul style="list-style-type: none"> • cursus transverse, c'est à dire ouvert quelle que soit la filière choisie en 2e année (ex. option interne ENT entrepreneuriat, option |

| | |
|--|--|
| | <p>QEng Quantum Engineering ou un des M2 transverses PIC / IREN)</p> <ul style="list-style-type: none">• Mobilité en France dans une école de l'institut Mines-Télécom ou de ParisTech |
|--|--|

Responsable : Maurice Gagnaire*Responsable mobilité internationale : Dario Rossi**Coordination des stages : Luigi Iannone**Gestionnaire des études : Carole Peltier*

L'émergence des services Cloud consistant à déporter les traitements informatiques des entreprises et des particuliers vers des datacenters a profondément modifié le modèle économique de l'Internet. Cette évolution s'est faite à l'initiative de nouveaux acteurs désignés par OTTs (Over-The-Top) tels que Google, Facebook ou Amazon.

Pour ceux qui aiment :

- Comprendre les mécanismes en action derrière leur écran
- Comprendre les choix auxquels sont confrontés les opérateurs
- Découvrir les outils incontournables des réseaux

Grâce à la conception d'outils sophistiqués d'analyse des traces de trafic, les OTTs ont acquis une très bonne connaissance de la logique associée aux grands flux de trafic dans les réseaux IP. Cette évolution s'est faite dans un premier temps au détriment commercial des opérateurs télécoms traditionnels.

Ces toutes dernières années, l'extrême diversité du trafic liée au développement des services Cloud a conduit les opérateurs et les équipementiers télécoms à développer de nouveaux outils permettant de reconfigurer à la demande le plan de contrôle des commutateurs/routeurs au moyen des nouvelles techniques SDN (Software Defined Networking) et NFV (Network Function Virtualization).

Dans ce contexte, beaucoup prédisent un retour en force des opérateurs face aux OTTs en termes de part de marché. Sur un plan plus prospectif, l'émergence d'une nouvelle génération de réseaux d'accès désignée par CRAN visant à faciliter la "virtualisation" des services mobiles ainsi que le concept de Cloud sans fil pour l'IoT sont étudiés.

La filière RES vise ainsi à fournir les connaissances indispensables pour bien comprendre les enjeux techniques et économiques associés à ces évolutions. Elle entend former des ingénieurs maîtrisant les technologies et des protocoles réseaux les plus récents (routage, ingénierie de trafic, sécurisation des données et des infrastructures).

Elle entend par ailleurs fournir la maîtrise des principaux outils nécessaires à la conception et à l'opération des réseaux du futur dans un contexte d'émergence de l'Internet des objets (IoT).

Un projet final permet de concrétiser par une étude pratique certains des concepts présentés au long du cursus.

Associations avec d'autres filières recommandées :

La filière RES peut être associée avec profit à la filière **SR2I** "Sécurité des réseaux et infrastructures informatiques" en créneau C, à la filière **TELECOM** "Télécommunication : des données aux systèmes" en créneau A ou encore à la filière **SD** "Science de données" en créneau C.

Programme

Obligations de créneau D :

- MDI230 (Files d'attente) recommandée.

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|----|------------------------------------|---|--------------------------------------|-------------------------------------|
| B1 | RES 201 Réseaux IP | RES 203 | RES 209 Wireless Cloud for IoT | RES 213 Projets de la filière |
| B2 | RES 211 Data Center et Cloud | RES 204 Signalisation et Multimédia | RES 210 Réseaux IP Cœur | |

Options de 3^e année :

| | |
|----------------|--|
| Option interne | <ul style="list-style-type: none"> • Option RES (Réseaux) : choix d'UE parmi des UE Telecom du master ACN (en anglais) + un projet PRIM. • Option SR2I « Sécurité des réseaux et infrastructures informatiques » avec deux sous options : management de la sécurité ou implémentation de la sécurité (plus technique). |
|----------------|--|

| | |
|-----------------------------|--|
| Double diplôme Master M2 | <ul style="list-style-type: none"> • ACN Advanced Communication Network, mention informatique Université Paris-Saclay (cours à Télécom, en anglais) |
| Formation à l'international | <ul style="list-style-type: none"> • Programme équivalent dans une université étrangère ou une école partenaire : <i>contacter le responsable mobilité filière</i> |
| Autre | <ul style="list-style-type: none"> • cursus transverse, c'est à dire ouvert quelle que soit la filière choisie en 2e année (ex. option interne ENT entrepreneuriat, option QEng Quantum Engineering ou un des M2 transverses PIC / IREN) • Mobilité en France dans une école de l'institut Mines-Télécom ou de ParisTech |

Responsable : Marceau Coupechoux

Responsable mobilité internationale : Marceau Coupechoux

Coordination des stages : Sawzan Al Zahr

Gestionnaire des études : Carole Peltier

Pour ceux qui aiment :

- Découvrir le monde de l'Internet des Objets
- Comprendre comment nos smartphones communiquent
- Comprendre les enjeux des opérateurs et des acteurs de l'IoT

La filière RIO propose une formation approfondie en réseaux mobiles et Internet des objets.

Alors que les réseaux cellulaires ont bouleversé nos modes de communication, l'Internet des objets (IoT) est appelé à révolutionner la santé, l'industrie, les transports, la ville ou les loisirs. Réseaux mobiles et IoT sont par conséquent les deux grandes composantes de la cinquième génération à venir.

La filière entend donc former des ingénieurs, excellents connaisseurs des technologies existantes, mais aussi capables de concevoir ces réseaux du futur. La filière offre une formation équilibrée entre principes généraux des réseaux sans fil, aspects technologiques (normes, protocoles, architectures, y compris pour le cloud mobile), expérimentations sur plateformes, aspects théoriques (modélisation stochastique pour l'évaluation de performance et l'optimisation) et ouvertures sur les défis actuels.

La filière RIO vise à former des consultants, architectes réseaux, ingénieurs d'étude chez les opérateurs, mais aussi chez les fournisseurs d'énergie, les constructeurs de voitures intelligentes, dans l'e-santé, etc. Il sera aussi possible de travailler dans des start-up de l'Internet des Objets, de poursuivre en recherche ou dans l'enseignement.

Associations avec d'autres filières recommandées :

- **RIO + TELECOM** : Profil ingénieur expert en Internet des objets.

TELECOM fournit les fondements des communications au niveau physique et vous apprend à concevoir des objets et des capteurs. RIO aborde les aspects réseaux, protocoles, architectures, performances du système.

- **RIO + SE** : Profil ingénieur expert en Internet des objets.

Les capteurs sans fil sont des composantes essentielles de nombreux systèmes embarqués. RIO vous apprendra à les faire communiquer en réseaux pour concevoir de nouveaux services.

- **RIO + SIM** : Profil entrepreneur ou consultant.

Les smartphones et l'Internet des objets sont au cœur de nombreuses innovations technologiques et de service. RIO vous permettra d'en connaître les potentialités et les bases techniques nécessaires au conseil et à l'innovation.

- **RIO + SR21** : Profil ingénieur expert en cyber-sécurité des réseaux.

Les réseaux mobiles et l'Internet des objets sont des infrastructures critiques particulièrement sensibles aux attaques à cause de la transmission radio et de leur place centrale dans nos modes de communications. SR21 vous donnera une solide formation en sécurité, RIO vous expliquera comment les réseaux mobiles fonctionnent et quels sont les mécanismes de protection mis en oeuvre.

- **RIO + RES** : Profil ingénieur expert en réseaux.

Les filières RES et RIO couvrent l'ensemble des technologies réseaux, de l'Internet aux réseaux cellulaires, du cloud et des data centers à l'Internet des objets. Ces profils sont particulièrement prisés par les opérateurs et les constructeurs IT.

Programme

Obligations de créneau D :

- MDI230 (Files d'attente) obligatoire,
- Prérequis : connaissances équivalentes au cours de 1eA RES101.

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|-----------|-----------------------------------|---|--|---|
| C1 | RIO 201 IoT sans fil | RIO 203 Plateformes et Applications IoT | RIO 206 Réseaux mobiles avancés | RIO 208 Modélisation stochastique |
| C2 | RIO 202 Réseaux cellulaires | RIO 204 Réseaux mobiles | RIO 205 Cloud pour IoT et mobile | RIO 207 Ingénierie Radio |

Options de 3^e année :

| | |
|-----------------------------|---|
| Option interne | <ul style="list-style-type: none">• Option RES (Réseaux) : choix d'UE parmi des UE Telecom du master ACN (en anglais) + un projet PRIM. |
| Double diplôme Master M2 | <ul style="list-style-type: none">• M2 Advanced Communication Network (ACN), mention informatique (UPSaclay)• M2 Réseaux optiques et systèmes photoniques (ROSP), Mention E3A Electronique, Energie électronique, énergie électrique (UPSaclay) |
| Formation à l'international | <ul style="list-style-type: none">• Programme équivalent dans une université étrangère ou une école partenaire : <i>contacter la responsable mobilité filière</i> |
| Autre | <ul style="list-style-type: none">• cursus transverse, c'est à dire ouvert quelle que soit la filière choisie en 2e année (ex. option interne ENT entrepreneuriat, option QEng Quantum Engineering ou un des M2 transverses PIC / IREN)• Mobilité en France dans une école de l'institut Mines-Télécom ou de ParisTech |

**Responsables : Mauro Sozio, Florence d'Alché-Buc**

Responsable mobilité internationale : Stéphan Cléménçon

Coordination des stages : François Portier

Gestionnaire des études : Magali Leblond

Pour ceux qui aiment :

- Les mathématiques appliquées
- Travailler sur un sujet (très) récent

La filière Science des données couvre l'ensemble des domaines liés à l'exploitation, la gestion et l'analyse de grands volumes de données, structurées et non structurées.

La filière vous permet d'explorer les grands volumes de données, de comprendre et analyser les données.

Les cours associent théorie et pratique grâce à un bon équilibre entre TD de maths et TP en salle informatique. Vous développerez vos connaissances en bases de données, développement web, statistiques et apprentissage statistique.

Des exemples de débouchés naturels sont les métiers de « data scientist » ou analyste des données, d'ingénieur statisticien, d'administrateur de bases de données, ou les domaines de recherche et R&D en apprentissage statistique, gestion de données, extraction de données, fouille de données, mathématiques de l'apprentissage.

Associations avec d'autres filières recommandées :

- La filière SD partage avec les filières MACS (créneau A) et IMA (créneau B) de nombreuses problématiques en ce qui concerne les data sciences, le Machine Learning, les techniques de reconstitutions... l'image constitue de surcroît un gigantesque champ d'applications. Le choix d'une de ces filières est cohérent avec une orientation vers un M2 de recherche type DataScience, MVA, etc... dans le but, par exemple, de devenir data analyst.
- Il est aussi intéressant de choisir la filière SIM (créneau B) pour s'orienter vers une carrière dans le data business.

- Il est également pertinent d'associer la filière SD avec SR2I (créneau A) ou SE (créneau B).

Programme

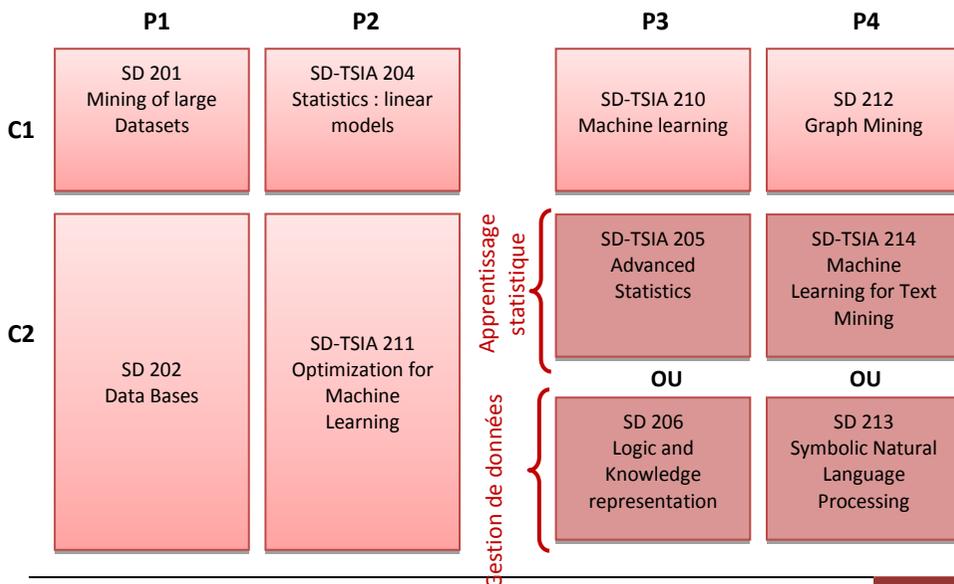
La filière se divise en deux spécialisations :

- Apprentissage Statistique (à l'intersection entre informatique et mathématiques)
- Gestion de Données (informatique)

Les étudiants suivront en 2e année 6 unités d'enseignement communes et 2 autres spécifiques (au P3 et P4) selon leur choix d'option.

Obligations de créneau D :

- Le module MDI 210 Optimisation devra être suivi en P1 (prérequis pour SD 211)
- MDI210 doit être suivi obligatoirement en P1 ; cependant, en cas d'incompatibilité avec une UE requise par une autre filière suivie, et seulement dans ce cas, MDI210 peut être suivi en P3 (cela pourra rendre plus difficile le suivi de certains cours de la filière SD).
- MDI 220 Statistiques en P1 (obligatoire)
- INF 224 Paradigmes de programmation (recommandé)



Options de 3^e année :

| | |
|-----------------------------|--|
| Option interne | <ul style="list-style-type: none"> • Option SD « science de données » : 120 heures de cours parmi une sélection de masters + un projet PRIM. • Option IA « Intelligence Artificielle » commune avec l'ENSTA |
| Double diplôme Master M2 | <p>Spécialisation Apprentissage : Master M2 de l'Université de Paris-Saclay</p> <ul style="list-style-type: none"> • M2 parcours AIC : Apprentissage, Information et Contenu (mention Informatique) • M2 parcours Data Sciences (mention Mathématiques et applications) • M2 parcours MVA : Mathématiques, Vison et Apprentissage (mention Mathématiques et applications) <p>Spécialisation Gestion de Données : Master M2 de l'Université de Paris-Saclay, Mention Informatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • M2 parcours DataScale : Gestion de données dans un monde numérique (mention informatique) • M2parcours D&K : Data & Knowledge - Données et Connaissances (mention Informatique) |
| Formation à l'international | <ul style="list-style-type: none"> • Formation équivalente dans une université étrangère : <i>contacter le responsable mobilité filière</i> |
| Autre | <ul style="list-style-type: none"> • cursus transverse, c'est à dire ouvert quelle que soit la filière choisie en 2e année (ex. option interne ENT entrepreneuriat, option QEng Quantum Engineering ou un des M2 transverses PIC / IREN) • Mobilité en France dans une école de l'institut Mines-Télécom ou de ParisTech |

Responsable : Guillaume Duc*Responsable mobilité internationale : Samuel Tardieu**Coordination des stages : Tarik Graba**Gestionnaire des études : Jérôme Cahors*

Un système embarqué peut se définir comme un système électronique et informatique autonome spécialisé dans une tâche bien précise.

Pour ceux qui aiment :

- Comprendre les interactions entre le matériel et le logiciel en ne laissant aucune zone d'ombre
- Un apprentissage aussi pratique que théorique

En fonction du contexte, de nombreuses contraintes doivent être prises en compte lors de sa conception : autonomie (ex. dispositifs médicaux implantables), coût (ex. téléphone portable), ressources limitées (ex. carte à puce), fiabilité (ex. pilote automatique d'un avion ou d'un train), résistance physique (ex. satellite), temps réel (ex. modem radio), sécurité (ex. carte à puce bancaire)... Afin de pouvoir répondre à toutes ces contraintes, il est nécessaire de disposer de solides connaissances aussi bien au niveau matériel que logiciel.

Cette filière interdisciplinaire vise à donner aux élèves une formation complète dans le domaine des systèmes embarqués. Elle prépare les futurs ingénieurs à la conception, au développement et au test de systèmes embarqués, aussi bien au niveau matériel (langages de description de matériel, architectures reconfigurables, support d'exécution...) que logiciel (programmation d'un système à micro-processeur, compilation, programmation concurrente, modélisation...).

Elle offre des débouchés dans de nombreux secteurs industriels : transports, télécommunications, spatial, nucléaire, robotique, productique, défense, électronique grand public...

Associations avec d'autres filières recommandées :

- **SE + SD** : l'augmentation du nombre et de la complexité des systèmes embarqués entraîne une augmentation de la quantité de données à traiter, soit en local dans le système, soit à distance. De solides connaissances en science des données sont donc un avantage majeur pour pouvoir concevoir et développer des systèmes embarqués modernes.
- **SE + SLR** : De nombreux systèmes embarqués sont amenés à communiquer et coopérer ensemble et forment ainsi un système réparti. La filière SE, centrée sur le

système embarqué lui-même, et la filière SLR, qui traite des systèmes et logiciels répartis, sont donc naturellement complémentaires.

- SE + MITRO : La filière SE aborde l'informatique sous un aspect essentiellement appliqué (architecture des processeurs, programmation, modélisation, compilation). A contrario, la filière MITRO permet aux élèves d'aborder une vision plus théorique de l'informatique et des disciplines qui y sont liées. Le choix combiné de ces deux filières permet donc de couvrir tous les aspects de l'informatique, choix pertinent notamment dans l'optique d'un M2 orienté recherche dans ces thématiques.
- SE + TÉLÉCOM : Un système embarqué à très souvent besoin de communiquer. La filière TÉLÉCOM permet d'approfondir le dimensionnement et la conception de cette partie communication.
- SE + SR2I : Les systèmes embarqués ont des spécificités du point de vue de la sécurité mais partagent également de nombreuses problématiques de sécurité avec les systèmes informatiques "classiques" qui sont couvertes par la filière SR2I.

Programme

Obligations de créneau D :

- INF 224 (Paradigmes de programmation) obligatoire en P1 ou P2.

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|----|--|---|--|--|
| B1 | SE 203 Outils, langages et pratique des systèmes à microprocesseurs | SE 204 Architectures reconfigurables et langages HDL | SE 206 Modélisation, génération de code et vérification | SE 207 Introduction au SystemC OU SE208 Électronique pour la conception de svstèmes embarqués |
| B2 | | SE 201 Support d'exécution | SE 205 Programmation concurrente | SE 202 Compilation |

Options de 3^e année :

| | |
|-----------------------------|--|
| Option interne | <p>L'option SE à l'école comporte plusieurs spécialités :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systèmes temps réel embarqués critiques (STREC) • Systèmes embarqués et objets connectés (ROSE) • Conception et architecture des systèmes sur puces (SoC) |
| Double diplôme Master M2 | <p>Masters M2 de l'université de Paris-Saclay ou de l'UPMC :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ICS Intégration Circuits ans Systems, mention E3A de l'Université Paris-Saclay (Master également proposé comme option (3A) de la filière Télécommunication) • SETI Systèmes Embarqués et Traitement de l'Information, mention E3A de l'Université Paris-Saclay • COMASIC Conception, Modélisation et Architecture des Systèmes Informatiques complexes (Design, Modeling and Architecture of Complex Industrial Systems), mention informatique de l'Université Paris-Saclay (Master également proposé comme option (3A) de la filière Systèmes et logiceils répartis (SLR)) • SAR Systèmes et applications réparties, mention informatique de l'UPMC |
| Formation à l'international | <ul style="list-style-type: none"> • Formation équivalente à l'étranger : <i>contacter le responsable mobilité filière</i> |
| Autre | <ul style="list-style-type: none"> • cursus transverse, c'est à dire ouvert quelle que soit la filière choisie en 2e année (ex. option interne ENT entrepreneuriat, option QEng Quantum Engineering ou un des M2 transverses PIC / IREN) • Mobilité en France dans une école de l'institut Mines-Télécom ou de ParisTech |



Responsables : Valérie Beaudouin, Myriam

Davidovici

Responsable mobilité internationale : Lukasz

Grzybowski

Coordination des stages : Dana Diminescu

Gestionnaire des études : Magali Leblond

Pour ceux qui aiment :

- Créer leur propre start-up
- Comprendre le fonctionnement de l'économie et des entreprises
- Travailler en consulting ou en finance

L'innovation dans le monde numérique entraîne des changements économiques, sociaux et culturels de grande ampleur qui ont également un impact sur la stratégie des entreprises. La filière Stratégie, Innovation, Marché (SIM) vous permettra de décrypter le fonctionnement des marchés, de construire des modèles d'affaire, d'intégrer la démarche design dans l'innovation et d'analyser les usages... Les mutations (sociales, politiques, économiques, culturelles...) liées au numérique sont au centre des enseignements de cette filière.

Vous expérimenterez au travers de projets en équipe en lien avec des entreprises la manière dont s'imbriquent dans la pratique, les compétences techniques, la compréhension du marché, la connaissance des usages, mais aussi les compétences relationnelles (travail en équipe, communication, créativité...). Vous vivrez de l'intérieur un processus d'innovation.

Cette filière permet de comprendre les dimensions et déterminants de l'orientation stratégique de l'entreprise. Elle s'appuie sur des bases théoriques en économie et en gestion. Elle s'adresse plus spécifiquement à deux publics :

- les étudiants qui souhaitent s'orienter vers le milieu du conseil, de la stratégie et du marketing
- les étudiants motivés par l'innovation en entreprise (recherche et développement, intrapreneuriat) et l'entrepreneuriat (création de start-up).

La filière SIM propose deux spécialités :

- Une **spécialisation Economie (ECO)** centrée sur un approfondissement des questions économiques et des impacts du numérique sur l'économie (les marchés et les stratégies d'entreprises). Elle est suivie par les élèves qui veulent un bon background en économie numérique, qui souhaitent s'orienter vers un M2 en Finance. Pas obligatoire mais fortement recommandée pour poursuivre un M2 en Economie (IREN). Cette spécialisation est enseignée en anglais.
- Une **spécialisation Innovation (INNOV)** centrée sur l'innovation et l'entrepreneuriat. Cette spécialisation est multidisciplinaire (gestion, sociologie, usages). Elle permet de découvrir l'écosystème des start-ups, le fonctionnement de l'incubateur de l'école, des méthodes d'analyse des marchés et des usages en participant à des projets de start-ups incubées. Elle permet aussi de s'initier aux transformations numériques qui constituent un enjeu majeur d'innovation aujourd'hui dans les grandes entreprises au travers de projets en partenariat avec ces entreprises. Au final, vous expérimenterez au travers de projets en équipe en lien avec des entreprises (grandes entreprises ET start-ups) la manière dont s'imbriquent dans la pratique, les compétences techniques, la compréhension du marché, la connaissance des usages, mais aussi les compétences relationnelles (travail en équipe, communication, créativité...). Vous vivrez de l'intérieur un processus d'innovation. Elle permet aux élèves de poursuivre en option Entrepreneuriat en 3ème année, en option SciencesPo, en M2 PIC.

--> 20 places proposées.

Associations avec d'autres filières recommandées :

La filière SIM spécialité "économie" peut être associé avec profit aux filières:

- **SD** = les technologies numériques font baisser le coût de recherche, de distribution, de stockage et de suivi des informations. Il est possible de récupérer massivement des données sur les comportements des agents économiques. La question intéressante est comment en tirer de la valeur, pour qui, pour faire quoi tout en respectant le RGPD et les questions de privacy. Un nouveau cours dédié « économie des données » se crée aussi à cette fin pour compléter le cursus. => la complémentarité s'opère entre l'orientation Economie et SD. Les débouchés sont les M2 IREN et M2 en management
- **MACS** = une partie des élèves qui suivent MACS souhaitent partir dans la finance d'entreprise ou de marchés. Le parcours SIM leur offre des cours complémentaires

(tels que Économétrie et Digital Finance) leur permettant de postuler a des M2 en Finance (HEC, Dauphine)

La filière SIM spécialité "innovation" peut être associé avec profit à la filière:

- **IGR** = les modules de développement des applications interactives sur mobiles, en 2D et 3D proposés en filière IGR fournissent les bases techniques indispensables aux cours de Design User Expérience en ouvrant des pistes créatives nouvelles tout en permettant de développer des prototypes plus aboutis.

Programme

Obligations de créneau D :

- Pas d'obligation ni de recommandation.

| | | P1 | P2 | P3 | P4 |
|---|-----------|--|--|---|---|
| Innovation | B1 | SIM203 a Entreprenariat <i>Fondamentaux</i> |  SIM209 Innovations with incubator startups | SIM214 SI et transformation numérique | SIM214 Systèmes d'information et transformation numérique |
| | B2 | SIM203 b Entreprenariat <i>Immersion</i> | | SIM207 Analyse de données et stratégie | |
| <hr/> | | | | | |
|  Econom | B1 | SIM201 Microeconomics and industrial organization | SIM216 Economics of platforms | SIM218 Competition and Regulation of Digital Economy | SIM213 Project in Applied Economics |
| | B2 | SIM217 Digital Finance | SIM215 Econometrics | SIM219 Economics of data | |

Options de 3^e année :

| | |
|-----------------------------|---|
| Option interne | <ul style="list-style-type: none"> • Option transverse ENT, Entreprenariat. • Option « Management innovation numérique » avec Sciences Po / Télécom Paris (diplôme d'établissement de Sciences Po) |
| Double diplôme Master M2 | <p>Les masters M2 transverses :</p> <ul style="list-style-type: none"> • IREN, Network Industries and Digital Economy (l'école est référente sur ce master) (UPSay, mention « Innovation, entreprise, société ») • PIC, Projet, Innovation, Conception (Université Paris-Saclay-X, mention « Innovation, entreprise, société ») <p>Les masters M2 spécifiques de la filière SIM (prérequis filière SIM)</p> <ul style="list-style-type: none"> • DAM Design, Arts et médias numériques (Paris1 - Panthéon Sorbonne) • RED Recherche en Design (ENS Cachan) • MPPBS Management of production process of good and services (Univ. Dauphine) <p>et par exception d'autres M2, comme GDO-MOPP Gestion et management des organisations (Univ. Nanterre)</p> |
| Formation à l'international | <ul style="list-style-type: none"> • Un semestre ou un autre Master à l'étranger, (LSE, Berkeley, Columbia...) en accord avec les responsables de la filière : <i>contacter la responsable mobilité filière</i> |
| Autre | <p>Mobilité en France dans une école de l'institut Mines-Télécom ou de ParisTech</p> <ul style="list-style-type: none"> • en particulier le M. Sc. Digital Business, avec HEC, env. 15 000 euros/an |

Responsables : Petr Kuznutsov, Rémi Sharrock

Responsable mobilité internationale : Elie Najm, Petr Kuznetsov

Coordination des stages : Sylvie Vignes

Gestionnaire des études : Magali Leblond

Pour ceux qui aiment

- Concevoir des systèmes informatiques
- Percevoir les tendances des systèmes actuels
- Concrétiser par des travaux pratiques

Cette filière présente une vue d'ensemble des fondements théoriques, des modèles structurants, des solutions, des pratiques et méthodes, indispensables aux architectes et aux concepteurs-développeurs des logiciels et systèmes répartis.

L'objectif est que les élèves acquièrent des connaissances concrètes leur permettant d'appréhender l'ingénierie en entreprise. Les problématiques abordées concernant la répartition, la conception, la vérification et la validation, le cycle de vie de développement sont renouvelées par les nouveaux domaines d'application.

La filière SLR vise la formation de spécialistes en informatique grâce aux compétences acquises dans trois domaines clés : les technologies avancées en systèmes répartis, les nouveaux modes de développement et de déploiement de solutions logicielles et les processus métiers de l'entreprise.

Parmi les métiers visés on trouve :

- Architecte ou Urbaniste en systèmes répartis,
- Ingénieur développement de services et systèmes logiciels,
- Ingénieur intégration,
- Consultant,
- Chef de projet...

Associations avec d'autres filières recommandées :

En complément, les élèves peuvent s'orienter selon deux tendances :

(i) compléter leurs connaissances pour les systèmes informatiques aux spécificités distinctives tels que les Systèmes Embarqués (SE) ou les systèmes de Sciences de Données (SD).

(ii) approfondir les aspects théoriques de l'informatique (MITRO)

- **SLR + SE** : Les systèmes embarqués ont des propriétés caractéristiques et des contraintes de « temps réel » dont la spécification doit être précisément détaillée. Les modèles et les techniques de vérification enseignés dans SLR et dans SE se complètent lors du processus de conception de systèmes embarqués.
- **SLR + SD ou TSIA** : L'analyse, exploration et machine learning de grands volumes de données et les heuristiques d'Intelligence Artificielle utilisent des algorithmes répartis spécifiquement optimisés et en général implémentés sur des architectures réparties, des plateformes de Cloud. Les fondements de ces aspects répartis tels qu'enseignés en SLR donnent à l'ingénieur « Data Scientist » la capacité et les moyens techniques de mieux appréhender sa « boîte à outils » de composants logiciels pur Big Data.
- **SLR + MITRO** : Par les problématiques qui sont traitées complémentirement, les fondements des systèmes répartis et les aspects d'informatique théorique constituent les bases de l'ingénierie du logiciel pour les systèmes « à grande échelle ».

Programme

Obligations de créneau D :

- INF224 (Paradigmes de programmation) obligatoire
- SD202 (Bases de Données) recommandée.

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|----|--|--|--|------------------------------------|
| A1 | SLR 201 Bases du développement des applications réparties | SLR 203 Architectures de Services Web | SLR 206 Fondements des algorithmes répartis | SLR 210 Blockchain |
| A2 | SLR 202 Modélisation Orientée Objet et simulation comportementale | SLR 204 Bases de la vérification des systèmes et logiciels répartis | SLR 207 Infrastructures et plateformes pour l'informatique répartie | SLR 209 Séminaire de la filière |

Options de 3^e année :

| | |
|-----------------------------|---|
| Option interne | <ul style="list-style-type: none">• Option SLR « Systèmes logiciels répartis » : 120 heures de cours du master HCI-Interaction + un projet PRIM. |
| Double diplôme Master M2 | <ul style="list-style-type: none">• COMASIC (parcours de la mention Informatique de l'université Paris-Saclay - en systèmes complexes)• ACN (Advanced Communication Networks) de la mention Informatique de l'université Paris-Saclay (en anglais) |
| Formation à l'international | <ul style="list-style-type: none">• Formation équivalente à l'étranger : <i>contacter le responsable mobilité filière</i> |
| Autre | <ul style="list-style-type: none">• cursus transverse, c'est à dire ouvert quelle que soit la filière choisie en 2e année (ex. option interne ENT entrepreneuriat, option QEng Quantum Engineering ou un des M2 transverses PIC / IREN)• Mobilité en France dans une école de l'institut Mines-Télécom ou de ParisTech |

Responsables : Ahmed Serhrouchni

Responsable mobilité internationale : Rida Khatoun

Coordination des stages : Pascal Urien

Gestionnaire des études : Carole Peltier

La sécurité n'est plus un choix, elle est devenue une exigence au niveau de la régulation !

La filière SR2I a pour objectif de former des ingénieurs hautement qualifiés en Cyber sécurité et en Cyberdéfense en leur fournissant les fondements nécessaires, théorique et pratique afin de maîtriser les aspects techniques et organisationnels des infrastructures informatiques et des réseaux dans leurs diverses mutations afin de gérer les risques associés.

Il s'agit de :

- Maîtriser les différents services de sécurité et leurs mécanismes cryptographiques
- Savoir évaluer les risques, les menaces et les conséquences
- Maîtriser l'analyse et la mise en œuvre des attaques
- Maîtriser les outils d'analyse et d'audit
- Maîtriser les techniques de développement d'applications et de protocoles sécurisés
- Concevoir et mettre en œuvre des infrastructures de confiance

Une maîtrise des concepts/outils se fait à travers un enseignement théorique renforcé par la pratique sous une forme diversifiée (ateliers, travaux pratiques, projets en groupes, projets individuels). La filière se termine par un projet.

SR2I ouvre la voie aux métiers : expert en cybersécurité & cyberdefense, Auditeur de sécurité, Analyste en cybersécurité. Aussi SR2I couvre l'ensemble des thématiques de la

Pour ceux qui aiment

- Réfléchir sur un système et en détourner son usage
- La cybersécurité sous tous ses aspects
- Les défis cryptographiques
- Les réseaux du futur et les infrastructures critiques
- Le paiement électronique et systèmes embarqués

cybersécurité & cyberdefense cela va de la gouvernance, analyse de risque jusqu'aux problématiques de hacking avancé.

Cette filière SR2I ouvre la voie à l'option 3A fortement dense qui vous permettra de prendre en main de grands projets de cybersécurité et de cyberdefense.

Ainsi cet ensemble couvre amplement : Analyse de risque, Hacking avancé, Cryptographie, sécurité hardware, sécurité software, gouvernance, certification, architecture de sécurité, protocoles, Blockchain et cryptomonnaies, protocoles cryptographiques, réseaux privés, gestion et supervision des ressources, audit, Forensic.

Associations avec d'autres filières recommandées :

La filière SR2I porte sur la sécurité des réseaux de communications, des applications et des données et peut s'articuler de manière naturelle avec une majeure partie de filières. Ainsi la sécurité est une composante transversale à toutes les filières et est de plus en plus considéré dans une majeure partie de formations. SR2I s'articule et aussi peut être nécessaire pour les filières SD, RIO, RES, SE.

Programme

Obligations de créneau D :

- Pas d'obligation
- INF224 (Paradigmes de programmation) recommandé aux élèves n'ayant pas les prérequis

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|----|--|---|--|---|
| A1 | SR2I 201 Infrastructure Internet, principes, méthodes, architecture et protocoles | SR2I 203 Hacking : méthodes et pratiques | SR2I 205 Sécurité des Réseaux et des systèmes informatiques | SR2I 207 Sécurité des échanges et des applications |
| A2 | SR2I 202 Services de sécurité et mécanismes de cryptographie | SR2I 204 Contrôle d'accès et gestion des identités | SR2I 206 Infrastructure de confiance et mise en œuvre | SR2I 208 Projet de filière |

Options de 3^e année :

| | |
|-----------------------------|---|
| Option interne | <ul style="list-style-type: none">• Option SR2I « Sécurité des réseaux et infrastructures informatiques » avec deux sous options : management de la sécurité ou implémentation de la sécurité (plus technique). ouverte aussi aux élèves ayant validé RES, SLR ou SE |
| Formation à l'international | <ul style="list-style-type: none">• mobilité à l'étranger : <i>contacter le responsable mobilité filière</i> |
| Autre | <ul style="list-style-type: none">• cursus transverse, c'est à dire ouvert quelle que soit la filière choisie en 2e année (ex. option interne ENT entrepreneuriat, option QEng Quantum Engineering ou un des M2 transverses PIC / IREN)• Mobilité en France dans une école de l'institut Mines-Télécom ou de ParisTech |

Responsable : Anne Claire Lepage

Responsable mobilité internationale : Michèle Wigger

Coordination des stages : Anne Claire Lepage

Gestionnaire des études : Jérôme Cahors

Le concept "anytime, anywhere, anydevice" propre aux nouveaux usages des télécommunications ainsi que l'explosion de la quantité de données numériques à transmettre, se traduisent par la nécessité d'innover sur les systèmes de communication et tout particulièrement au niveau des technologies sous-jacentes. En effet, de

nombreux défis sont à relever, notamment le très haut-débit pour les communications sans fil, le ultra haut-débit pour les communications optiques, les communications intermittentes de l'internet des objets, la fiabilité absolue pour les communications dans l'industrie ou les voitures autonomes, la mobilité toujours plus grande, la diversité des applications et des contraintes inhérentes nécessitent une connaissance et la maîtrise d'une palette très large d'outils -physiques et mathématiques- et de technologies.

Dans ce contexte, la filière « Télécommunications : des données aux systèmes » apporte une vue à la fois globale et complète des technologies des réseaux de communication tant d'un point de vue théorique que pratique.

Un des points forts de la filière est le projet "fil rouge" qui accompagne les étudiants tout au long de l'année et qui permet de mieux appréhender la notion de systèmes de communication en faisant l'articulation entre les différentes Unités d'Enseignement.

Ainsi à l'issue de la filière, l'étudiant sera capable :

- d'identifier les spécificités d'un système de communication,
- d'analyser les limites techniques et théoriques d'un système de communication,

Pour ceux qui aiment

- Comprendre l'architecture d'un système de communication
- Savoir comment s'effectue concrètement un transfert de données
- Allier pratique et théorie avancée
- Connaître le fonctionnement d'un laser, d'une antenne...

- de concevoir un système de communication en accord avec un cahier des charges,
- de comprendre les limites technologiques ultimes d'un réseau de communication

Plus précisément, en deuxième année, les communications numériques, les communications optiques, les antennes et les systèmes électroniques de communication sans fil associés seront étudiés ainsi que leur interaction afin d'obtenir une vision de bout en bout d'un réseau de communication.

Associations avec d'autres filières recommandées :

- **TELECOM + RIO** : TELECOM concerne entre autres la couche physique des systèmes sans fil et RIO est dédiée aux couches supérieures de ces systèmes.
- **TELECOM + TSIA** : TSIA donne une vision large et opérationnelle du traitement de signal.
- **TELECOM + SE** : Cette filière est complémentaire de TELECOM et propose un prolongement dans l'électronique. Notamment le M2 ICS est accessible depuis les 2 filières.

Programme

Obligations de créneau D :

- Pas d'obligation, ni de recommandation.

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|----|--|--|---|---|
| A1 | TELECOM 202a Théorie des communications numériques (partie A) | TELECOM 202b Théorie des communications numériques (partie B) | TELECOM 203 Communications optiques | TELECOM 205 Projet de synthèse : système de communications |
| A2 | TELECOM 201a Systèmes de communications sans fil (partie A) | TELECOM 201b Systèmes de communications sans fil (partie B) | TELECOM 205 Projet de synthèse : système de communications | TELECOM 204 Accès et ordonnancement |

Options de 3^e année :

| | |
|-----------------------------|---|
| Option interne | <ul style="list-style-type: none"> • Option interne IMOC « Ingénierie Micro-ondes pour les Objets connectés et les Communications mobiles et satellitaires » • Option interne ICSOC « Intégration circuits Systèmes et objets communicants » : cours mutualisés avec le M2 ICS |
| Double diplôme Master M2 | <p>Masters 2 de l'université Paris Saclay :</p> <ul style="list-style-type: none"> • M2 Mention E3A, parcours CAT (Composants et Antennes pour les Télécoms) • M2 Mention E3A, parcours ICS (Integration Circuits Systems), en anglais • M2 Mention E3A, parcours ROSP (Réseaux Optiques Systèmes Photoniques), en anglais • M2 Mention E3A, parcours SAR (Advanced Wireless Communications Systems), en anglais • M2 Mention Informatique, parcours ACN (Advanced Communication Networks), en anglais |
| Formation à l'international | <p>3ème année à l'étranger (parfois aussi en S2 de 2A). Il est possible de faire une partie de la scolarité à l'étranger :</p> <ul style="list-style-type: none"> • en choisissant l'un des parcours présélectionnés par la filière (parfois disponible en 2A aussi) comme l'Imperial College, la KTH, la TUM, l'Ecole polytechnique de Montréal, l'université Jiao Tong de Shanghai, etc... • en proposant un parcours détaillé au responsable international de la filière pour validation |
| Autre | <ul style="list-style-type: none"> • cursus transverse, c'est à dire ouvert quelle que soit la filière choisie en 2e année (ex. option interne ENT entrepreneuriat, option QEng Quantum Engineering ou un des M2 transverses PIC / IREN) • Mobilité en France dans une école de l'institut Mines-Télécom ou de ParisTech |



Responsable : Roland Badeau

Responsable mobilité internationale : Chloé Clavel

Coordination des stages : Marco Cagnazzo

Gestionnaire des études : Jérôme Cahors

Pour ceux qui aiment

- Les maths appliquées à des problèmes concrets
- L'apprentissage statistique
- Le traitement du signal

A l'issue de la filière, l'étudiant aura acquis une vision large et opérationnelle de l'apprentissage statistique et du traitement du signal.

Il comprendra les enjeux du traitement des données et du big data, les fondements méthodologiques (statistiques, optimisation) et les techniques visant à traiter plus particulièrement des données temporelles (traitement du signal).

La filière vise à former de futurs ingénieurs ayant un large spectre de compétences autour de l'apprentissage statistique (machine learning) et du traitement de signal, ce qui recouvre un immense panel de domaines applicatifs : musique et parole, signaux biologiques, radioastronomie, transmission et compression de l'information multimédia, etc.

La pédagogie met à la fois l'accent entre des cours magistraux rigoureux et des travaux pratiques en contexte réaliste. La formation proposée en deuxième année est une introduction pertinente à différents M2 de Paris-Saclay ou d'autres universités.

Associations avec d'autres filières recommandées :

- **TSIA + IMA** : Le traitement de l'image et le traitement du signal partagent de nombreux outils fondamentaux. Les outils de traitement du signal abordés en TSIA viennent naturellement renforcer les méthodes spécifiques d'analyse des images. Les thèmes utiles, abordés en TSIA sont : statistiques, ondelettes, bancs de filtre, compression et transmission de signaux multimedia (images).

- **TSIA + MACS** : La filière TSIA contient des cours de modélisation aléatoire qui apportent un complément très pertinent à la filière MACS : séries chronologiques, statistiques avancées, optimisation en contexte stochastique, filtrage et modèles de Markov cachés.

Programme

Les enseignements (192 heures) sont composés d'UE spécifiques à TSIA sur les données temporelles (code : TSIA) et d'UE communes avec la filière SD Science des données, sur l'apprentissage statistique et la gestion de données (code : SD-TSIA).

Obligations de créneau D :

- MDI210 doit être suivi obligatoirement en P1 ; cependant, en cas d'incompatibilité avec une UE requise par une autre filière suivie, et seulement dans ce cas, MDI210 peut être suivi en P3 (cela pourra rendre plus difficile le suivi de certains cours de la filière).
- MDI 220 Statistiques en P1 (obligatoire).

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|----|---|--|--|---|
| C1 | TSIA 202a Séries chronologiques 1e partie | SD-TSIA 204 Statistics – Linear models | SD-TSIA 210 Machine Learning | TSIA206 Analyse des signaux de musique et de parole OU TSIA 207 Introduction au traitement et à la transmission des signaux multimédia |
| C2 | TSIA 201 Représentations des signaux | SD-TSIA 211 Optimization for machine learning | TSIA 202b Séries chronologiques 2e partie OU SD-TSIA 205 Advanced Statistics | TSIA 203 Introduction to deep learning OU SD-TSIA 214 Machine learning for Text Mining |

Options de 3^e année :

| | |
|-----------------------------|---|
| Option interne | <ul style="list-style-type: none"> • Option interne SD-TSIA (au S1), composée de 120 heures de cours issus de M2 de l'université Paris-Saclay et d'un projet de 120h, complétée par un stage au S2. Le choix des cours dépendra de l'orientation souhaitée : coloration apprentissage statistique et signal, Audio et parole, Multimedia • Option IA Intelligence Artificielle commune avec l'ENSTA |
| Double diplôme Master M2 | <ul style="list-style-type: none"> • ATSI , Automatique et Traitement du Signal et des Images (Upsay, mention E3A) • MN, Multimedia Networking (Upsay, mention E3A). Cours à Télécom ParisTech • IC, Apprentissage, information et contenu (UPSAY, mention informatique) • DataSciences , (UPSAY, mention Maths appliquées) • MVA, Mathématiques, Vision, Apprentissage (UPSAY, mention Maths appliquées) • ATIAM, Acoustique, traitement du signal et informatique appliqués à la musique (UPMC) • BIM, Bio-Imagerie (Université Paris-Descartes, mention Biomédical) |
| Formation à l'international | <ul style="list-style-type: none"> • Formation équivalente à l'étranger : <i>contacter le responsable mobilité filière</i> |
| Autre | <ul style="list-style-type: none"> • cursus transverse, c'est à dire ouvert quelle que soit la filière choisie en 2e année (ex. option interne ENT entreprenariat, option QEng Quantum Engineering ou un des M2 transverses PIC / IREN) • Mobilité en France dans une école de l'institut Mines-Télécom ou de ParisTech |

2. UE partagés du créneau D

| | Mardi Matin (8h30-11h45) créneau D1 | Mardi Après Midi (13h30-16h45) créneau D2 |
|-----------|---|---|
| Période 1 | INF 224 Paradigmes de programmation MDI 220 Statistiques | MDI 210 Optimisation (<i>en français et en anglais</i>) SI 221 Bases de l'apprentissage SES 215 (SES-B) User-centered design, introduction (<i>nc 20</i>) |
| Période 2 | Culture générale ou Formation Humaine <i>(5 demi-journées, 1,5 crédits, cours compatibles avec SES-Mooc)</i> + SES-MOOC (SES-A) Innover et entreprendre dans un monde numérique (<i>6h de présentiel, 1 crédit</i>) ***** DROIT-TRAV Droit du travail DROIT-TECH Droit des nouvelles technologies | INF 224 Paradigmes de programmation SES 201 (SES-A) Economie du Numérique (<i>nc 70</i>) SES 210 (SES-B) Sociologie du numérique (<i>nc 25</i>) SES 211 (SES-B) Innovation responsable (<i>nc 25</i>) SES 216 (SES-B) User-centered Design, prototyping (<i>nc 20</i>) |
| Période 3 | Culture générale ou Formation Humaine <i>(5 demi-journées, 1,5 crédits, cours compatibles avec SES-Mooc)</i> + SES-MOOC (SES-A) Innover et entreprendre dans un monde numérique (<i>6h de présentiel, 1 crédit</i>) | MDI 210 Optimisation SI 221 Bases de l'apprentissage INF 280 Préparation aux concours de programmation / Programming contest training (<i>nc 20 en anglais, nc 20 en français</i>) INF 203 Web Développement (<i>en anglais</i>) |

| | | |
|-----------|---|---|
| | <p>*****</p> <p>DROIT-COMP Comparative international law (<i>en anglais</i>)</p> <p>DROIT-TECH Droit des nouvelles technologies</p> | <p>SES 204 (SES-B) Internet and Society (<i>nc 30, en anglais</i>)</p> <p>SES 212 (SES-A) Introduction au management (<i>nc 30</i>)</p> |
| Période 4 | <p>SES 207 (SES-B) Sociologie du Big Data, (<i>nc 30</i>)</p> <p>SES 214 (SES-A) Business Economics for Strategy and Innovation (<i>nc 50</i>)</p> <p>SD 202 Bases de données (<i>en anglais</i>)</p> <p>INF280 Préparation aux concours de programmation / Programming contest training (<i>nc 20, en français ou en anglais</i>)</p> <p>MDI230 Files d'attente</p> | <p>SES 202 (SES-A) Finance d'entreprise (<i>nc 50</i>)</p> <p>SES 205 (SES-B) Industries culturelles face au numérique : de la création aux usages (<i>nc 25</i>)</p> <p>SES 206 (SES-B) Cinéma, société et management (<i>nc 50</i>)</p> <p>SES 213 (SES-B) Interactions sociales, technologies, usages (<i>nc 20</i>)</p> <p>INF280 Préparation aux concours de programmation / Programming contest training (<i>nc 20, en français ou en anglais</i>)</p> <p>IT201 Innovation Technologique (<i>nc 25</i>)</p> <p>INFPHY201 Modern physics in Python (<i>nc 20, en anglais</i>)</p> <p>SD-TSIA210 Machine Learning (<i>en anglais</i>)</p> |

Parcours « Science de données » du créneau D

Le parcours « Science de données » du créneau D est réservé aux élèves qui ne suivent pas la filière SD ou la filière TSIA et qui voudraient avoir une culture suffisante de la science de données notamment pour candidater aux masters de science de données.

Ce parcours est constitué de 2 UE pré requises et 3 UE obligatoires :

- *MDI220 Statistiques*
- *MDI210 Optimisation*
- SI221 Bases de l'apprentissage
- SD202 Bases de données
- SD-TSIA210 Machine Learning

Détail des cours de Culture Générale :

| P2 matin | P3 matin |
|----------|----------|
| | |

*NB **CG** : Les élèves non-francophones inscrits en FLE suivent, en culture générale, le cours FLES-CG au P2 et le cours DROIT-COMP au P3

Obligations de validation : 18 crédits (cursus 36 mois), 17 crédits (cursus 24 mois), 8 crédits (cursus 18 mois)

Inscriptions en 2eA : Inscrivez-vous **dans chaque demi-journée** pour pouvoir valider le nombre de crédits suffisant en UE partagées en un an.

Obligations d'inscription pour les élèves 24 et 36 mois :

- Prérequis filières éventuellement
- UE « Optimisation », (2,5 ECTS)
- UE « Innover dans un mode numérique » (1 ECTS)
- 1 UE de droit (2,5 ECTS)
- 1 UE « socio-infocom-design » (2,5 ECTS)
- 1 UE « économie-gestion » (2,5 ECTS)

Obligations d'inscription pour les élèves 18 mois :

- UE « Innover dans un mode numérique » (1 ECTS)
- 1 UE de droit (2,5 ECTS)
- 1 UE « socio-infocom-design » (2,5 ECTS)
- 1 UE « économie-gestion » (2,5 ECTS)

Obligations et recommandations des filières :

| | |
|----------------|---|
| ACCQ | Pas d'obligation ni recommandation |
| IGR | <ul style="list-style-type: none"> • INF 224 obligatoirement en P1 • SI 221 recommandée |
| IMA | <ul style="list-style-type: none"> • SI 221 recommandée • MDI 220 recommandée • INF 224 recommandée • MDI210 recommandée |
| MACS | <ul style="list-style-type: none"> • MDI210 et MDI 220 obligatoirement en P1 |
| MITRO | <ul style="list-style-type: none"> • MDI 210 obligatoirement en P1 • INF 280 recommandée |
| RIO | <ul style="list-style-type: none"> • MDI230 recommandée |
| RES | <ul style="list-style-type: none"> • MDI230 recommandée |
| SD | <ul style="list-style-type: none"> • Le module MDI 210 Optimisation devra être suivi en P1 (prérequis pour SD 211) • MDI 220 Statistiques en P1 (obligatoire) • INF 224 Paradigmes de programmation (recommandé) |
| SE | <ul style="list-style-type: none"> • INF 224 obligatoirement en P1 ou P2 |
| SIM | Pas d'obligation ni recommandation |
| SLR | <ul style="list-style-type: none"> • INF 224 obligatoirement en P1 ou P2 • SD 202 recommandée |
| SR2I | Pas d'obligation ni recommandation |
| TELECOM | Pas d'obligation ni recommandation |
| TSIA | <ul style="list-style-type: none"> • MDI 210 Optimisation en P1 • MDI 220 Statistiques en P1 obligatoire • SD 202 Bases de données recommandée |

Annexe

Les Options transverses de 3^e année

Les options transverses sont les options qui vous sont ouvertes quelle que soit la filière que vous avez validée en 2eA (les autres options dépendent de la filière validée). Chaque option a ses prérequis spécifiques.

Pour une formation à l'étranger, vous devez avoir l'accord de la direction de la formation et celui de votre responsable filière, qui valide votre plan de formation, qu'il s'agisse de remplacer le S2 de la 2eA ou de partir en FAE au titre de votre option de 3eA.

OPTION INTERNE

- ENT Option Entrepreneurat
- QEng Quantum Engineering

FAE transverse

- Formation à l'étranger transverse (contacter le responsable mobilité de la filière SIM)

MASTER 2 de l'UPSay, mention « Innovation, entreprise, société »

- M2 PIC « Projet, Innovation, Conception »
- M2 IREN « Network Industries and Digital Economy »

MOBILITE EN FRANCE

- 3^eème année dans une des écoles de l'Institut Mines-Télécom (cursus 36 mois)
- 3^eème année dans une des écoles de ParisTech (cursus 36 mois)
- 3^eème année cursus «TIC pour la santé » (à Montpellier) (cursus 24 et 36 mois)
- 3^eème année « Management innovation numérique » avec Sciences Po (cursus 24 et 36 mois), diplôme d'établissement de Sciences Po

Double diplôme :

- Double diplôme avec HEC (en trois ans, Diplôme Grande école, payant)
- Double diplôme IFP School [Institut Français du Pétrole] (en deux ans)
- Double diplôme avec l'ENSAE (en deux ans) ou avec l'armée