

**Ingénieur Polytech Nice Sophia
spécialité Mathématiques Appliquées**

Département MAM – Mathématiques Appliquées et Modélisation

2^{ème} année (MAM4) et 3^{ème} année (MAM5)

Mineures :

IMAFA : Informatique et Mathématiques Appliquées à la Finance et l'Assurance

INUM : Ingénierie Numérique

SD : Science des Données


FORMA SUP
MÉDITERRANÉE

Table des matières

TABLE DES MATIÈRES.....	2
Programme de formation.....	3
Objectifs de la formation	3
Public visé	3
Processus d'évaluation de la formation	4
Liste des moyens pédagogiques	5
Accessibilité aux personnes en situation de handicap	5
Coût de la formation	6
Contacts	6
2^{ème} année ingénieur – MAM4	7
Maquette pédagogique	7
1 ^{er} semestre (S7).....	7
2 ^{ème} semestre (S8).....	9
Volumes horaires MAM4 et calendrier prévisionnel	10
3^{ème} année ingénieur – MAM5 – Option IMAFA.....	13
Maquette pédagogique IMAFA	13
1 ^{er} semestre IMAFA (S9)	13
2 ^{ème} semestre IMAFA (S10)	15
Volumes horaires MAM5 IMAFA et calendrier prévisionnel	16
3^{ème} année ingénieur – MAM5 – Option INUM	18
Maquette pédagogique INUM	18
1 ^{er} semestre INUM (S9)	18
2 ^{ème} semestre INUM (S10)	21
Volumes horaires MAM5 INUM et calendrier prévisionnel	22
3^{ème} année ingénieur – MAM5 – Option SD	24
Maquette pédagogique SD.....	24
1 ^{er} semestre SD (S9).....	24
2 ^{ème} semestre SD (S10).....	26
Volumes horaires MAM5 SD et calendrier prévisionnel.....	27

Programme de formation

Objectifs de la formation

Après la construction durant les deux premiers semestres (1^{ère} année, MAM3) du cycle ingénieur d'un socle commun de compétences généralistes dans les domaines fondamentaux pour la spécialité (mathématiques, informatique et modélisation), mais aussi dans les domaines connexes (notamment la physique), la 2^{ème} année du cycle ingénieur (MAM4) propose d'acquérir des compétences plus pointues, notamment en équations aux dérivées partielles, méthodes numériques, programmation orientée objet, bases de données... Plusieurs cours en rapport avec les différentes options de dernière année sont proposés, en prélude à un parcours complètement différencié en 3^{ème} et dernière année du cycle ingénieur MAM5. Les trois options de MAM5 sont : INUM (ingénierie numérique), IMAFA (Informatique et Mathématiques Appliquées à la Finance et l'Assurance) et SD (Science des données). Une présentation détaillée des parcours aux élèves ingénieurs a lieu en cours de MAM4. Ce choix est affiné lors d'un entretien avec le responsable de cette année, les responsables des parcours de dernière année et le responsable de la spécialité. Ces derniers conseillent l'élève ingénieur sur la pertinence de sa sélection. Les modules sont donc bien identifiés par les élèves ingénieurs et le corps enseignant en termes de compétences à acquérir pour accéder à différents types de métiers dans des secteurs bien identifiés. Les séjours et stages à l'étranger, et les possibilités de diplôme complémentaire (master recherche, master professionnalisant, master administration des entreprises...) entrent totalement dans cette démarche d'individualisation des parcours.

La construction des projets, à vocation de recherche appliquée ou industrielle, en 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} années, permet de proposer aux élèves ingénieurs des mises en situation professionnelles représentatives des structures d'embauche les plus probables : apprentissage du travail sur des projets en groupe en 1^{ère} année MAM3 (sur un sujet directement inspiré d'un des modules d'enseignement), projets de recherche plus libre et autonome en 2^{ème} année MAM4, et projet inspiré de l'expérience d'un ingénieur recherche et développement dans une grande structure en 3^{ème} année MAM5.

Les ingénieurs formés sont aptes à analyser un problème (quel que soit le domaine dans lequel il se pose), le modéliser à l'aide d'outils mathématiques, proposer une approche adaptée (théorique, numérique ou expérimentale), la mettre en œuvre avec l'aide de l'outil informatique, évaluer les résultats, concevoir des solutions innovantes, et proposer des évolutions. Les activités principales, déclinées en compétences spécifiques, consistent en effet à :

- modéliser des phénomènes, de champs disciplinaires aussi nombreux que variés, à l'aide d'outils et équations mathématiques,
- proposer une démarche innovante et efficace pour la résolution du problème,
- mettre en œuvre la résolution du problème à l'aide de l'outil informatique (programmation dans différents langages, publics ou propriétaires).

Public visé

La formation dispensée dans la spécialité de nom d'usage « Mathématiques Appliquées et Modélisation », MAM, est construite pour que chaque élève ingénieur, en fonction de son projet professionnel et personnel, puisse développer des compétences particulières qui lui confèrent un profil fortement attractif pour son futur recrutement dans le métier et secteur qu'il vise. En effet, le parcours est

personnalisé en 2^{ème} année (MAM4) et presque totalement différencié en 3^{ème} année (MAM5), afin de permettre aux élèves de se démarquer pour une première embauche.

La vocation de la spécialité « Mathématiques Appliquées et Modélisation » est de former des ingénieurs avec une solide base généraliste, complétée par un volet de formation plus spécifique ciblé sur la modélisation, la mise en œuvre des méthodes mathématiques, ou suivant les options, l'ingénierie numérique, la modélisation en mathématiques financières, et la fouille de données. L'objectif est d'offrir à l'élève ingénieur un bagage scientifique et technique permettant une insertion dans tous les secteurs du monde socio-économique (industriel, bancaire, start-up, ...), tout en lui donnant les compétences transversales (langues, sciences humaines, économiques et sociales) nécessaires à la bonne conduite de son projet professionnel.

Les étudiants intègrent le cycle ingénieur MAM par plusieurs canaux distincts : PeiP (parcours des élèves ingénieurs Polytech – « prépa intégrée » du réseau Polytech), classes préparatoires classiques, licence (L2 ou L3)...

Les types d'entreprises visés sont tout aussi bien des PME que des grands groupes nationaux/internationaux, des sociétés de prestation de service, des entreprises publiques, des organismes de recherche, ou encore des start-up.

Les emplois accessibles sont très nombreux et variés : ingénieur recherche, ingénieur de développement, développeur scientifique, responsable de projets, maître d'œuvre dans la réalisation de logiciels, chef de projet calcul scientifique...

Processus d'évaluation de la formation

L'évaluation des résultats a lieu sous le régime du contrôle continu. Les différentes épreuves (écrites, orales, individuelles ou non) font l'objet d'une évaluation (note sur 20). Une épreuve ne peut compter pour plus de la moitié de l'évaluation finale d'une matière composant l'UE (unité d'enseignement). Le nombre et le type d'épreuves minimum sont mentionnés sur chaque fiche matière (ou cours) présente dans les modalités de contrôle des connaissances, modalités qui sont validées chaque année par le Conseil Académique d'Université Côte d'Azur et fournies aux étudiants.

Toute UE dont la note est supérieure ou égale à 10/20 ou dont le grade dans la nomenclature ECTS est supérieur ou égal à E, est validée, à condition qu'aucune moyenne d'ECUE (élément constitutif d'une UE, c-à-d un module) ne soit inférieure à 7/20. Un semestre est validé si toutes les UE du semestre sont validées. Une année est validée si les deux semestres sont validés. Il n'y a pas de compensation entre les UE ni entre les semestres.

Le jury de semestre (ou d'année), valide l'ensemble des résultats académiques des élèves ingénieurs et décide, sur proposition des commissions préparatoires des spécialités, la participation à d'éventuelles épreuves complémentaires, en cas de non-validation d'une UE.

Un élève qui n'a pas validé toutes les UE de son année peut être autorisé à se réinscrire dans la même année. Le redoublement n'est pas un droit et une seule réinscription au titre du redoublement est autorisée dans le cycle ingénieur. Lorsque le jury propose un redoublement, celui-ci donne lieu à un contrat pédagogique signé avec l'élève, précisant notamment l'organisation pédagogique de l'année et les modalités de validation de la ou des Unités d'Enseignement redoublées et les crédits ECTS correspondants.

Enfin, en cas de décision de non-autorisation à poursuivre, l'élève est reçu par le directeur des études et/ou le responsable de spécialité de façon à étudier avec lui les possibilités de poursuites d'études qui

peuvent lui être offerte au sein de l'université ou dans d'autres établissements.

Liste des moyens pédagogiques

Pour la formation de ses élèves (de l'ordre de 50 chaque année), la 3^{ème} année MAM5 du département MAM s'appuie sur des enseignants-chercheurs permanents de l'Université Côte d'Azur, mais aussi sur des vacataires du monde de la recherche (INRIA, Mines ParisTech) et du monde de l'entreprise et de la finance (Thales, Banque de France, 3DS, CFM, IBM, Caisse d'Epargne...).

L'école Polytech Nice Sophia est installée sur le campus SophiaTech, qui regroupe sur le même site plusieurs acteurs majeurs académiques : Université Côte d'Azur, EURECOM, Inria, le CNRS et l'INRAE. Ce campus a pour vocation de développer les synergies entre les acteurs présents sur le site, de favoriser les échanges entre étudiants, enseignants, chercheurs, pôles de compétitivité et créateurs d'entreprises.

Les locaux pédagogiques sont mutualisés pour l'ensemble des spécialités, y compris les salles informatiques dédiées aux projets et TP sur ordinateur. L'école dispose de plusieurs dispositifs de visioconférence permettant de transmettre en audio et vidéo, mais aussi des données informatiques. La visioconférence est utilisée en accès libre. De plus, le système de vidéoconférence (Teams ou Zoom), mis en œuvre par l'Université dans le cadre de son Environnement Numérique de Travail régional et sa plateforme Moodle, est disponible pour faire des réunions multisites, pour suivre des élèves dans le cadre de leurs stages en entreprise...

Polytech Nice Sophia met à la disposition de ses élèves et de ses personnels d'importants moyens informatiques pour toutes les spécialités. L'école confie à chaque élève qui n'en possède pas un ordinateur portable qu'il conserve durant toute sa scolarité. En complément de cet équipement individuel, il existe des salles de postes fixes (actuellement, 144 PC fixes au total) utilisés essentiellement en libre-service ou avec des logiciels spécifiques nécessitant des licences particulières. Pour la pédagogie et les enseignements, l'école met également à disposition 1 serveur Dell pour abriter les profils, les applications et les espaces disques des élèves, 1 serveur Dell pour les applications et espaces disques des enseignants, 1 serveur Dell pour l'enseignement des Bases de données, en plus des serveurs web, du serveur mail, serveur ftp, serveur web local, et du serveur de fichiers et sauvegardes.

Les étudiants bénéficient d'un accès à la bibliothèque universitaire et au Learning Center du campus Sophia Tech. Enfin, chaque étudiant dispose d'un ordinateur portable en plus de l'accès aux salles informatiques dans le cadre de cours nécessitant des logiciels spécifiques (Abaqus, SAS).

Accessibilité aux personnes en situation de handicap

Université Côte d'Azur, dont l'école Polytech Nice Sophia fait partie, a mis en place un aménagement des études et des examens pour les personnes en situation de handicap, avec notamment la possibilité de :

- Prêt de matériel informatique
- Supports d'enseignement papier lorsque cela est possible
- Dispense d'assiduité
- Délais supplémentaires pour les rendus
- Temps majoré d'un tiers pour diverses épreuves

D'avantages d'informations sur ce lien : <http://univ-cotedazur.fr/handicap> .

Coût de la formation

Le coût annuel de la formation en contrat d'apprentissage est de 14000 € / an.

Il n'y a pas de reste à charge pour l'employeur. Nous nous alignons sur le montant de la prise en charge de votre OPCO (convention avec un reste à charge de 0€).

Attention, depuis le décret 2025-585 du 27 juin 2025 applicable au 1er juillet 2025, il existe une participation obligatoire pour les entreprises de 750 euros par contrat pour les formations de niveau 6 et 7. En outre, il n'y a plus de prise en charge pour le secteur public.

En contrat de professionnalisation, le coût de la formation est de 20€ / heure.

L'apprenti ne paye pas de frais d'inscription lors de son inscription dans la formation, il doit seulement s'acquitter de la CVEC.

Code RNCP de la formation : [37929](#)

Contacts

Responsable de la formation par apprentissage, pédagogie, validation des sujets d'alternance

Didier AUROUX

Didier.AUROUX@univ-cotedazur.fr – 04 89 15 41 51

Directeur du département MAM

Cédric BOULBE

Cedric.BOULBE@univ-cotedazur.fr – 04 89 15 41 32

Responsable relations entreprises Polytech Nice Sophia

Veronika NEDELTCHEV

Veronika.NEDELTCHEV@univ-cotedazur.fr – 04 89 15 40 37

Gestion, administration des contrats

Najat BOUASLA

Najat.Bouasla@univ-cotedazur.fr – 04 89 15 41 02

Suivi des alternants

Nathalie DUCHAUCHOY

Nathalie.DUCHAUCHOY@univ-cotedazur.fr – 04 89 15 40 38

CFA FORMASUP Méditerranée

Jennifer DAUBEC, Conseillère Apprentissage

Jennifer.daubec@formasup-med.com – 06 79 68 37 91 / 04 91 14 04 50.

Maquette pédagogique

La formation a pour objectif de permettre aux élèves ingénieurs d'acquérir des compétences regroupant l'utilisation de logiciels de modélisation et de simulation, l'analyse de bases de données, le développement des algorithmes de machine Learning, le développement d'outils de simulation numérique et la programmation (C++, Java, Matlab et Python). Elle permet plus globalement de renforcer les compétences de l'étudiant en analyse numérique, en mathématiques appliquées et en informatique.

1^{er} semestre (S7)

Mathématiques appliquées :

- **Méthodes numériques pour les EDP**

Ce cours consiste à étudier la modélisation de différents problèmes physiques (diffusion, transport, ondes). Ce cours introduit différents types d'EDP ainsi que leur résolution numérique à l'aide de schémas numériques aux différences finies dont il est étudié la consistance, l'ordre, la stabilité, la convergence. Le module comprend également l'étude des problèmes elliptiques avec sa formulation variationnelle, l'existence et l'unicité de la solution, mais aussi le traitement de l'aspect numérique associé en regardant la résolution numérique des EDP considérées en revenant sur les éléments finis entre autres.

- **Processus stochastiques pour l'ingénieur**

Ce cours a pour objectif d'aborder la notion de processus stochastique avec un focus notamment sur les chaînes de Markov à espaces d'état finis, sans oublier de revenir auparavant sur les notions de mesurabilité et d'espérance conditionnelle. L'idée est de donner les outils mathématiques et d'insister sur l'utilisation de ses notions dans des situations concrètes avec la modélisation de jeu à l'aide de tels processus et de leur montrer en quoi la théorie peut permettre de répondre à des problématiques concrètes. Une deuxième partie aborde l'aspect prévision pour des données temporelles. Après un retour sur le modèle classique de régression linéaire, l'accent est mis sur les séries chronologique en insistant dans un premier temps sur l'aspect descriptif et les techniques pratiques permettant de retirer la tendance et les composantes saisonnières. Dans un second temps, il est abordé les processus stationnaires et les modèles classiques associées avec les processus AutoRégressifs, les processus Moyenne Mobile et pour finir les processus ARMA. Si les grandes lignes des éléments théoriques sont enseignées, il est aussi fait le lien avec la modélisation pratique et notamment la reconnaissance des modèles à partir de l'auto-corrélation et de l'auto-corrélation partielle.

Informatique :

- **Analyse conception objet**

Ce cours consiste en la présentation et la mise en oeuvre de la notion UML et des schémas de conception pour analyser un problème en partant de la définition des besoins jusqu'à son implémentation dans le langage objet.

- **Base de données relationnelles**

Dans ce cours, les principes de base du modèle relationnel seront présentés ainsi que quelques éléments sur les techniques d'implémentation utilisées par les SGBD.

- **C++**

Ce cours consiste en l'apprentissage du langage C++, à la mise en pratique des concepts de la programmation orientée objets (classes, encapsulation des données, héritage, polymorphisme) et à la réalisation et l'optimisation d'applications en C++

Modélisation mathématique :

- **Optimisation et apprentissage automatique**

Ce cours fournit une introduction générale à l'apprentissage automatique et à ses principaux outils. Les sujets incluent l'apprentissage supervisé (régression linéaire et machines à vecteurs de support) et l'apprentissage non supervisé (factorisation matricielle avec SVD, réduction de dimensionnalité et clustering). Le cours présentera également des notions de base en optimisation numérique avec ou sans contraintes. Un accent particulier est mis sur la programmation linéaire en tant qu'introduction à l'optimisation contrainte. Le cours aborde également les conditions d'optimalité et d'existence, la conception et étude de convergence d'algorithmes de descente.

- **Valorisation des données**

Ce cours est une introduction à l'apprentissage statistique et l'analyse de données. Les statistiques sont nécessaires afin de nettoyer les données mais aussi pour les analyser. Elles permettent également d'évaluer les performances des algorithmes de traitement de données. Ce cours aborde également les statistiques inférentielles qui permettent d'aller de la donnée à l'information.

- **Cours optionnel - 1 parmi 3**

- **Satellites** : Ce cours permet d'appréhender la problématique de la modélisation physique et l'utilisation des mathématiques appliquées dans le domaine de l'ingénierie, la conception des satellites et d'acquérir une culture générale dans le domaine du spatial.
- **Biologie mathématique** : Ce cours propose une introduction à la modélisation mathématiques dans le champ des sciences de la vie. Il se concentre essentiellement sur la biologie des populations et notamment la dynamique des populations sous l'angle démographique et évolutionnaire. Du point de vue démographique, ce cours aborde les problèmes liés à la propagation des épidémies, les interactions entre les différentes espèces... Les thématiques liées à l'évolution des espèces sont vues via la théorie des jeux évolutionnaires et les méthodes de dynamique adaptative. Ces notions seront appliquées à des questions écologiques actuelles comme la surpêche, les espèces invasives, la lutte biologique, ...
- **Modélisation pour la transition écologique** : Ce cours propose une introduction à la modélisation du climat, comment on peut calculer le coût écologique, le bilan carbone, ...

Anglais

Acquis en entreprise

2^{ème} semestre (S8)

Humanités 1 :

- **Conférences métiers**
- **Gestion comptable et financière**
Ce cours consiste à apprécier la situation financière de l'entreprise, identifier les différents types de financement de l'entreprise, déterminer le seuil de rentabilité et le point mort d'un projet, d'une manifestation.
- **Interculturalité en entreprise**
Ce cours consiste à identifier et appréhender différences culturelles au sein d'une équipe à partir du Modèle d'Hofstede : Individualisme ou collectivisme. Distance hiérarchique forte ou faible ; dans quelle mesure le collaborateur accepte la hiérarchie. Niveau de contrôle de l'incertitude. Masculinité ou féminité.
- **Ethique**
L'objectif de ce cours est d'éclairer le rôle de l'ingénieur face à l'avenir technologique. Développer une attitude critique, prospective vis-à-vis des liens entre connaissance et monde social. Cerner les mécanismes et les enjeux du concept de responsabilité dans le monde technologique actuel. Reconnaître les dimensions éthiques et sociales de l'ingénierie. Connaître ses droits et obligations en tant que salarié et employeur.
- **Droit social**
L'objectif de ce cours est d'éclairer le rôle de l'ingénieur face à l'avenir technologique. Développer une attitude critique, prospective vis-à-vis des liens entre connaissance et monde social. Cerner les mécanismes et les enjeux du concept de responsabilité dans le monde technologique actuel. Reconnaître les dimensions éthiques et sociales de l'ingénierie. Connaître ses droits et obligations en tant que salarié et employeur.

Humanités 2 :

- **Management d'équipe**
L'objectif de ce cours est de sensibiliser les ingénieurs et cadres techniques aux aspects humains du fonctionnement des organisations, et de faciliter les relations au sein d'un groupe (management des équipes). Les compétences visées sont: appréhender le fonctionnement humain des organisations et de management d'équipe (interactions dans un groupe), et manager une équipe de travail : favoriser le développement de la motivation, asseoir son leadership (affirmation de soi), gérer les conflits et négocier
- **Jeu d'entreprise**
Ce cours consiste à simuler le fonctionnement d'une création d'entreprise (serious game). Définir une stratégie et établir des prévisionnels. Prendre des décisions en groupe (divergences d'opinion). Gérer la concurrence et l'incertitude inhérente au monde des affaires.

Anglais

Acquis en entreprise

Projets

Différents projets donnant lieu à une évaluation doivent être réalisés au cours des deux semestres pour permettre à l'étudiant de passer des concepts théoriques à la mise en œuvre pratique dans différents cours.

Volumes horaires MAM4 et calendrier prévisionnel

MAM4 - Semestre 7	445
Mathématiques appliquées	123
Méthodes numériques pour les EDP	69
Processus stochastiques pour l'ingénieur	54
Informatique	96
Analyse conception objet	27
Base de données relationnelles	27
C++	42
Modélisation mathématique	138
Optimisation et apprentissage automatique	54
Valorisation des données	42
1 cours au choix parmi :	42
Satellites	
Biologie mathématique	
Modélisation pour la transition écologique	
Acquis en entreprise	32
Acquis en entreprise	29
Réunion tuteurs/apprentis	3
Anglais	56

MAM4 - Semestre 8	94
Humanités 1	41
Gestion comptable et financière	24
Interculturalité en entreprise	3
Ethique	8
Droit social	4
Conférences métiers	2
Humanités 2	22
Management d'équipe	8
Jeu d'entreprise	14
Acquis en entreprise	31
Acquis en entreprise	28
Réunion tuteurs/apprentis	3

- **Volume horaire de la formation** : 539 heures, dont 109 heures en FOAD
- **Date de rentrée prévisionnelle** : 01 septembre 2026
- **Date de fin d'année** : 31 août 2027
- **Date prévisionnelle du jury d'année** : 16 septembre 2027
- **Durée de la formation** : 12 mois pour la 2^{ème} année (+ 12 mois pour la 3^{ème} année)

	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août		
M 01	J 01	D 01	M 01	V 01	L 01	(S 5)	L 01	(S 9)	J 01	D 01	M 01	J 01	D 01	M 01
M 02	V 02	L 02	(S 45)	M 02	S 02	M 02	M 02	V 02	D 02	M 02	V 02	S 03	L 02	(S 31)
J 03	S 03	M 03	J 03	D 03	M 03	D 03	M 03	S 03	L 03	M 03	S 03	M 03	M 03	M 03
V 04	D 04	M 04	V 04	L 04	(S 1)	J 04	J 04	D 04	M 04	(S 18)	V 04	D 04	M 04	M 04
S 05	L 05	(S 41)	J 05	S 05	M 05	V 05	V 05	L 05	(S 14)	M 05	S 05	L 05	(S 27)	J 05
D 06	M 06	V 06	D 06	M 06	M 06	S 06	S 06	M 06	J 06	D 06	M 06	V 06	V 06	V 06
L 07	(S 37)	M 07	S 07	L 07	(S 50)	J 07	D 07	D 07	M 07	V 07	(S 23)	M 07	S 07	S 07
M 08	V 08	D 08	M 08	V 08	(S 6)	L 08	(S 10)	J 08	S 08	M 08	J 08	D 08	D 08	D 08
M 09	J 09	L 09	(S 46)	M 09	S 09	M 09	M 09	V 09	D 09	M 09	S 09	L 09	L 09	(S 32)
J 10	S 10	M 10	J 10	D 10	M 10	M 10	M 10	S 10	L 10	(S 19)	J 10	S 10	M 10	M 10
V 11	D 11	M 11	(S 42)	V 11	(S 2)	J 11	J 11	D 11	M 11	V 11	D 11	M 11	M 11	M 11
S 12	L 12	(S 47)	J 12	S 12	M 12	V 12	V 12	L 12	(S 15)	M 12	L 12	(S 28)	J 12	J 12
D 13	M 13	V 13	D 13	M 13	S 13	S 13	M 13	M 13	J 13	D 13	M 13	V 13	V 13	V 13
L 14	(S 38)	M 14	S 14	L 14	(S 51)	J 14	D 14	M 14	V 14	L 14	(S 24)	M 14	S 14	S 14
M 15	V 15	D 15	M 15	V 15	(S 7)	L 15	(S 11)	J 15	S 15	M 15	J 15	D 15	D 15	D 15
M 16	S 16	L 16	(S 47)	M 16	S 16	M 16	M 16	V 16	D 16	M 16	V 16	L 16	L 16	(S 33)
J 17	D 17	M 17	J 17	D 17	D 17	M 17	M 17	S 17	(S 20)	J 17	(S 24)	S 17	M 17	M 17
V 18	L 18	(S 43)	J 19	S 19	(S 3)	V 19	V 19	L 19	(S 16)	M 19	S 19	L 19	(S 29)	J 19
S 19	M 20	V 20	D 20	M 20	(S 52)	J 21	S 20	M 20	J 20	D 20	M 20	V 20	V 20	V 20
D 20	(S 39)	M 21	(S 48)	M 23	(S 52)	D 21	D 21	M 21	V 21	(S 25)	M 21	S 21	S 21	S 21
M 22	J 22	D 22	M 22	V 22	(S 8)	L 22	(S 12)	J 22	S 22	M 22	J 22	D 22	D 22	D 22
M 23	V 23	L 23	(S 48)	M 23	S 23	M 23	M 23	V 23	D 23	M 23	V 23	L 23	L 23	(S 34)
J 24	S 24	M 24	(S 44)	V 25	(S 4)	J 25	J 25	D 25	(S 21)	J 24	S 24	M 24	M 24	M 24
V 25	D 25	(S 44)	J 26	S 26	(S 53)	J 28	D 28	M 28	(S 17)	M 26	S 26	L 26	(S 30)	J 26
S 26	L 26	(S 44)	V 27	D 27	(S 53)	S 27	S 27	M 27	(S 17)	M 26	S 26	L 26	(S 30)	J 26
D 27	M 27	(S 44)	V 27	D 27	(S 53)	S 27	S 27	M 27	(S 17)	M 26	S 26	L 26	(S 30)	J 26
L 28	(S 40)	M 28	S 28	L 28	(S 53)	D 28	D 28	M 28	(S 17)	M 26	S 26	L 26	(S 30)	J 26
M 29	J 29	D 29	(S 49)	M 29	(S 53)	V 29	L 29	M 29	(S 13)	J 29	M 29	J 29	D 29	D 29
M 30	V 30	L 30	(S 49)	M 30	(S 53)	S 30	M 30	V 30	(S 13)	J 29	M 29	J 29	D 29	D 29
	S 31	(S 49)	(S 49)	J 31	(S 53)	D 31	M 31	V 30	(S 22)	M 30	S 31	M 31	(S 35)	(S 35)

Jours fériés
 Début / fin d'année
 En Entreprise
 Formation au centre
 Pause possible pour expérience à l'international

Durée de la formation : 539 heures 77 jours de formation au centre - 178 jours en entreprise

Remarque : suite à l'obligation d'exposition à l'international des élèves ingénieurs, le calendrier prévoit une période potentielle de césure de 9 semaines en juillet-août, conditionnée à l'accord des entreprises et apprentis, pour permettre aux élèves de réaliser un stage à l'international si l'entreprise ne prévoit pas de période à l'étranger pendant la durée du contrat.

	septembre 27	octobre 27	novembre 27	décembre 27	janvier 28	février 28	mars 28	avril 28	mai 28	juin 28	juillet 28	août 28		
M 01	V 01	L 01	(S 44)	M 01	S 01	M 01	J 02	M 01	S 01	L 01	(S 18)	J 01	S 01	M 01
J 02	S 02	M 02	J 02	D 02	M 02	M 02	D 02	D 02	M 02	M 02	V 02	D 02	D 02	M 02
V 03	D 03	M 03	V 03	L 03	(S 1)	J 03	V 03	L 03	(S 14)	M 03	S 03	L 03	L 03	J 03
S 04	L 04	(S 40)	J 04	S 04	M 04	V 04	S 04	M 04	M 04	J 04	D 04	M 04	M 04	V 04
D 05	M 05	D 05	D 05	M 05	S 05	S 05	D 05	M 05	M 05	V 05	L 05	(S 23)	M 05	S 05
L 06	(S 36)	M 06	S 06	(S 49)	J 06	D 06	L 06	(S 10)	J 06	S 06	M 06	J 06	D 06	D 06
M 07	J 07	D 07	M 07	V 07	L 07	(S 6)	M 07	V 07	M 07	D 07	M 07	V 07	L 07	(S 32)
M 08	V 08	L 08	(S 45)	M 08	S 08	M 08	S 08	S 08	L 08	(S 19)	J 08	S 08	M 08	M 08
J 09	S 09	M 09	M 09	D 09	M 09	M 09	J 09	D 09	M 09	M 09	V 09	D 09	M 09	M 09
V 10	D 10	M 10	V 10	L 10	(S 2)	J 10	V 10	L 10	(S 15)	M 10	S 10	L 10	(S 28)	J 10
S 11	L 11	(S 41)	J 11	S 11	M 11	V 11	S 11	M 11	M 11	J 11	D 11	M 11	V 11	V 11
D 12	M 12	V 12	M 12	D 12	M 12	S 12	D 12	M 12	M 12	V 12	(S 24)	M 12	S 12	S 12
L 13	(S 37)	M 13	S 13	(S 50)	J 13	D 13	L 13	(S 11)	J 13	S 13	M 13	J 13	D 13	D 13
M 14	J 14	D 14	M 14	V 14	L 14	(S 7)	M 14	V 14	D 14	M 14	V 14	V 14	L 14	(S 33)
M 15	V 15	(S 46)	M 15	S 15	M 15	M 15	S 15	S 15	(S 20)	J 15	S 15	S 15	M 15	M 15
J 16	S 16	M 16	J 16	D 16	M 16	M 16	J 16	D 16	M 16	V 16	D 16	D 16	M 16	M 16
V 17	D 17	(S 42)	M 17	V 17	(S 3)	J 17	V 17	L 17	(S 16)	M 17	S 17	L 17	(S 29)	J 17
S 18	L 18	M 18	S 18	M 18	M 18	V 18	S 18	M 18	M 18	J 18	D 18	M 18	M 18	V 18
D 19	M 19	V 19	D 19	M 19	S 19	S 19	D 19	M 19	M 19	V 19	L 19	(S 25)	M 19	S 19
L 20	(S 38)	M 20	S 20	(S 51)	J 20	D 20	L 20	(S 12)	J 20	S 20	M 20	J 20	D 20	D 20
M 21	J 21	D 21	M 21	V 21	L 21	(S 8)	M 21	M 21	D 21	M 21	V 21	V 21	L 21	(S 34)
M 22	V 22	L 22	(S 47)	M 22	S 22	M 22	M 22	S 22	(S 21)	J 22	(S 21)	J 22	M 22	M 22
J 23	S 23	M 23	J 23	D 23	M 23	M 23	J 23	D 23	M 23	V 23	D 23	D 23	M 23	M 23
V 24	D 24	(S 43)	M 24	V 24	L 24	(S 4)	J 24	V 24	(S 17)	M 24	S 24	L 24	(S 30)	J 24
S 25	L 25	(S 43)	J 25	S 25	M 25	V 25	S 25	M 25	M 25	J 25	D 25	M 25	V 25	V 25
D 26	M 26	V 26	D 26	(S 52)	M 26	S 26	D 26	M 26	M 26	V 26	L 26	(S 26)	M 26	S 26
L 27	(S 39)	M 27	S 27	L 27	J 27	D 27	L 27	(S 13)	J 27	S 27	M 27	J 27	D 27	D 27
M 28	J 28	D 28	M 28	(S 48)	M 28	L 28	(S 9)	M 28	V 28	D 28	M 28	V 28	L 28	(S 35)
M 29	V 29	L 29	M 29	S 29	M 29	S 29	M 29	S 29	(S 22)	J 29	S 29	S 29	M 29	M 29
J 30	S 30	M 30	J 30	D 30	M 30	J 30	J 30	D 30	M 30	V 30	D 30	D 30	M 30	M 30
	D 31	V 31	L 31	(S 9)	M 31	V 31	M 31	M 31	M 31	L 31	(S 31)	J 31	L 31	J 31

Jours fériés
 Début / fin d'année
 En Entreprise
 Formation au centre

Durée de la formation : 553 heures

79 jours de formation au centre - 175 jours en entreprise

3^{ème} année ingénieur – MAM5 – Option IMAFA

Maquette pédagogique IMAFA

Les enseignements dispensés en 5^{ème} année sont regroupés en sept unités d'enseignement. Cinq unités regroupent des cours scientifiques renforçant les compétences de l'étudiant en mathématiques appliquées et en informatique. Les unités d'enseignement "industrielles" (ou métiers) ont pour d'introduire des problématiques applicatives utilisant le socle de connaissances acquises au cours de la formation. Les thèmes abordés sont la finance et l'assurance. Comme durant chaque semestre du cycle ingénieur, une unité SHES permet à l'étudiant de renforcer son niveau d'anglais et ses compétences en management.

1^{er} semestre IMAFA (S9)

Mathématiques et modélisation :

- **Méthodes numériques pour le pricing d'options**

Ce cours aborde le problème de la résolution numérique des équations aux dérivées partielles elliptiques et paraboliques par différences finies avec application aux options européennes et la résolution numérique des inéquations variationnelles paraboliques par différences finies avec application aux options américaines. Il introduit également les méthodes de simulations des variables aléatoires et de Monte-Carlo avec en ligne de mire la simulation des équations différentielles stochastiques et pour application le calcul numérique des valeurs des options.

- **Machine learning pour l'actuariat**

Dans ce module, on étudiera l'application du machine learning (et plus généralement de l'intelligence artificielle) à l'actuariat. Le ML peut par exemple servir à prédire le calcul de primes pour un contrat d'assurance vie.

- **Modèles mathématiques**

Ce cours introduit les modèles mathématiques continus utilisés pour l'évaluation d'options et l'analyse du risque : Mouvement Brownien, Intégrale d'Itô, équations différentielles stochastiques et théorème de Girsanov. Du point de vue de la modélisation ces outils seront utilisés pour introduire la notion de stratégie, d'arbitrage, de probabilité risque-neutre et résoudre le problème du calcul de la prime et de la couverture dans le modèle de Black-Scholes.

Numérique et informatique :

- **Applications distribuées en environnement hétérogène**

Ce cours a pour but d'identifier et de comprendre les problèmes posés par la programmation en environnement distribué et hétérogène.

- **Applications relationnelles pour le web**

Ce cours a pour but de : comprendre la nécessité de gérer la persistance des données ; juger de l'adéquation d'un outil de modélisation ; évaluer la pertinence de la localisation des traitements des données sur architectures réparties (client-serveur et multi tier). Pour cela,

l'étudiant sera amené à apprendre à concevoir des bases de données relationnelles efficaces (normalisées), utiliser ORM et UML, programmer en langages SQL (SGBD Postgres), Java (JSP, JDBC, EJB) et utiliser l'environnement Resin.

- **Génie logiciel**

Ce cours introduit la notion de génie logiciel et introduit et la modélisation avec le langage UML. Il comporte trois parties : des compléments sur le génie logiciel et les processus de développement ; l'introduction à UML 1 et son utilisation pour la modélisation dans toutes les phases de développement d'un projet logiciel ; enfin, une partie sur les méthodes de test.

Finance et Assurance 1 :

- **Finance de marché**

Cet enseignement constitue une introduction à la finance de marché. On aborde le marché des taux d'intérêt ; le marché des produits dérivés, le thème de la décision ; les modèles d'équilibre du portefeuille. On donne une vue générale des marchés financiers et de leur fonctionnement, et on définit les actifs dérivés pour approfondir leurs stratégies de gestion.

- **Marché des taux**

Le cours vise à expliquer comment sont gérés les risques liés aux taux et actifs dérivés. On étudie les courbes de taux, le calcul des taux zéro-coupon, le pricing obligataire, les CMS, ...

Finance et Assurance 2 :

- **Gestion de portefeuille**

Ce cours vise à donner une introduction à la gestion du risque des portefeuilles d'actifs financiers : Modèles de Markowitz et de Black-Litterman; Risques "ex-post", Ratios de risque classiques (Sharpe, Beta, Ratio d'information...) et utilisation ; Risques "ex-ante", modélisation multifactorielle et matrice de variance covariance ; Couverture des risques, le marché des futures, des options et des produits dérivés pour la couverture des risques de marché et de crédit. Ce cours comprend des applications réalisées sous Excel.

- **Calcul actuariel**

Le cours vise à poser les bases du calcul actuariel, en étudiant les assurances vie et non vie, la tarification des primes d'assurances-vie, et l'évaluation des bénéficiaires.

- **Marché de l'énergie**

Le cours vise à poser les principes des marchés de l'énergie, notamment de l'électricité et du gaz.

Acquis en entreprise :

- **Acquis en entreprise**
- **Réunions de régulation apprentis**
- **Conférences métiers**

2^{ème} semestre IMAFA (S10)

Recherche et Innovation :

- **Projet pluridisciplinaire**
- **Conférences et visites métier recherche**

Humanités :

- **Négociation commerciale**
- **Culture juridique et propriété intellectuelle**
- **Networking professionnel**

Ce module commun à tous les alternants de Polytech doit permettre de développer leurs compétences sur l'accomplissement de projets multidisciplinaires, la création de réseaux et le lien avec le monde de la recherche.

Acquis en entreprise :

- **Acquis en entreprise**
- **Réunions de régulation apprentis**

Projets

Différents projets donnant lieu à une évaluation doivent être réalisés au cours des deux semestres pour permettre à l'étudiant de passer des concepts théoriques à la mise en œuvre pratique dans différents cours.

Volumes horaires MAM5 IMAFA et calendrier prévisionnel

MAM5 - Semestre 9 - Mineure IMAFA	454
Mathématiques et Modélisation	123
Méthodes numériques pour le pricing d'options	45
Machine learning pour l'actuariat	24
Modèles mathématiques	54
Numérique et Informatique	138
Applications distribuées en envt hétérogène	30
Applications relationnelles pour le web	45
Génie logiciel	63
Finance et Assurance 1	87
Finance de marché	42
Marché des taux	45
Finance et Assurance 2	72
Gestion de portefeuille	24
Calcul actuariel	36
Marché de l'énergie	12
Acquis en entreprise	34
Acquis en entreprise	29
Réunion de régulation apprentis	3
Conférences métiers	2

MAM5 - Semestre 10	99
Recherche et Innovation	56
Projet pluridisciplinaire	35
Conférences et visites métiers recherche	21
Humanités	27
Négociation commerciale	8
Culture juridique et propriété intellectuelle	12
Networking professionnel	7
Acquis en entreprise	16
Acquis en entreprise	11
Réunion tuteur/apprenti (soutenance)	2
Réunion de régulation apprentis	3

- **Volume horaire de la formation** : 553 heures, dont 123 heures en FOAD
- **Date de rentrée prévisionnelle** : 01 septembre 2026
- **Date de fin d'année** : 31 août 2027
- **Date prévisionnelle du jury d'année** : 16 septembre 2027
- **Durée de la formation** : 12 mois pour la 3^{ème} année

	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août
M 01	J 01	D 01	M 01	V 01	L 01	(S 5)	L 01	(S 9)	J 01	S 01	M 01	D 01
M 02	V 02	L 02	(S 45)	M 02	S 02	M 02	M 02	V 02	D 02	M 02	V 02	L 02
J 03	S 03	M 03	J 03	D 03	M 03	M 03	M 03	S 03	L 03	(S 18)	J 03	S 03
V 04	D 04	M 04	V 04	L 04	J 04	J 04	J 04	D 04	M 04	V 04	D 04	M 04
S 05	L 05	(S 41)	J 05	S 05	M 05	V 05	V 05	L 05	(S 14)	M 05	S 05	L 05
D 06	M 06	(S 37)	D 06	L 06	M 06	S 06	S 06	M 06	J 06	D 06	M 06	V 06
L 07	J 07	(S 42)	S 07	(S 50)	J 07	D 07	D 07	M 07	V 07	(S 23)	M 07	S 07
M 08	D 08	(S 38)	M 08	(S 46)	L 08	(S 6)	L 08	(S 10)	J 08	M 08	J 08	D 08
M 09	S 09	(S 43)	S 09	(S 51)	M 09	M 09	M 09	V 09	D 09	M 09	V 09	L 09
J 10	V 10	(S 39)	D 10	(S 47)	D 10	S 10	M 10	S 10	(S 19)	J 10	S 10	M 10
V 11	D 11	(S 44)	M 11	(S 52)	L 11	(S 2)	J 11	D 11	M 11	V 11	D 11	M 11
S 12	L 12	(S 40)	S 12	(S 53)	V 12	(S 3)	V 12	L 12	(S 15)	M 12	S 12	L 12
D 13	M 13	(S 41)	D 13	(S 48)	M 13	(S 4)	S 13	M 13	J 13	D 13	M 13	V 13
L 14	J 14	(S 42)	L 14	(S 49)	J 14	(S 5)	D 14	M 14	V 14	(S 24)	M 14	S 14
M 15	V 15	(S 43)	M 15	(S 50)	V 15	(S 6)	L 15	(S 11)	S 15	M 15	J 15	D 15
M 16	D 16	(S 44)	L 16	(S 51)	M 16	(S 7)	M 16	V 16	D 16	M 16	V 16	L 16
J 17	S 17	(S 45)	J 17	(S 52)	D 17	(S 8)	M 17	S 17	(S 20)	J 17	(S 25)	M 17
V 18	D 18	(S 46)	M 18	(S 53)	L 18	(S 9)	J 18	D 18	M 18	V 18	D 18	M 18
S 19	L 19	(S 47)	S 19	(S 54)	M 19	(S 10)	V 19	L 19	(S 16)	M 19	S 19	L 19
D 20	M 20	(S 48)	D 20	(S 55)	J 20	(S 11)	S 20	M 20	(S 21)	J 20	D 20	V 20
L 21	J 21	(S 49)	L 21	(S 56)	V 21	(S 12)	D 21	M 21	V 21	(S 26)	M 21	S 21
M 22	D 22	(S 50)	M 22	(S 57)	D 22	(S 13)	L 22	S 22	(S 22)	(S 31)	J 22	D 22
M 23	S 23	(S 51)	J 23	(S 58)	M 23	(S 14)	M 23	V 23	(S 27)	(S 36)	M 23	L 23
J 24	D 24	(S 52)	L 24	(S 59)	D 24	(S 15)	M 24	S 24	(S 32)	(S 41)	S 24	M 24
V 25	L 25	(S 53)	M 25	(S 60)	L 25	(S 16)	J 25	D 25	(S 37)	(S 46)	D 25	M 25
S 26	M 26	(S 54)	D 26	(S 61)	V 26	(S 17)	V 26	L 26	(S 43)	(S 51)	L 26	J 26
D 27	J 27	(S 55)	L 27	(S 62)	D 27	(S 18)	S 27	M 27	(S 48)	(S 56)	D 27	V 27
L 28	D 28	(S 56)	M 28	(S 63)	L 28	(S 19)	D 28	M 28	(S 53)	(S 61)	V 28	S 28
M 29	S 29	(S 57)	J 29	(S 64)	V 29	(S 20)	L 29	(S 13)	(S 58)	(S 66)	J 29	D 29
M 30	V 30	(S 58)	D 30	(S 65)	D 30	(S 21)	M 30	(S 14)	(S 63)	(S 71)	L 30	(S 35)
	S 31	(S 59)	L 31	(S 66)	D 31	(S 22)	M 31	(S 15)	(S 68)	(S 76)	M 31	

■ Jours fériés
 ■ Début / fin d'année
 ■ En Entreprise
 ■ Formation au centre

Durée de la formation : 553 heures

79 jours de formation au centre - 176 jours en entreprise

3^{ème} année ingénieur – MAM5 – Option INUM

Maquette pédagogique INUM

La formation a pour objectif de renforcer les compétences de l'étudiant en analyse numérique, en mathématiques appliquées et en informatique. Les sujets abordés au cours de cette formation couvrent un large panel permettant de développer des outils numérique répondant aux besoins actuels des entreprises allant des éléments finis au deep learning et à la réduction de modèles.

Des enseignements métiers permettront d'introduire des problématiques applicatives utilisant le socle de connaissances acquises au cours de la formation. Les thèmes abordés sont la modélisation en sciences du vivant, le contrôle de trajectoire des satellites ou la modélisation géométrique. Comme durant chaque semestre du cycle ingénieur, des cours de Sciences et Humanité ainsi que différents projets viendront compléter la formation de l'étudiant.

La formation est encadrée par des enseignants chercheurs de Université Côte d'Azur, des chercheurs de INRIA Sophia Antipolis et des partenaires du secteur privé (Thales Alenia Space, Exact Cure, EDF, Doréa, Ansys).

1^{er} semestre INUM (S9)

Modélisation et optimisation :

- **Commande optimale**

Contrôle optimal de systèmes régis par des équations aux dérivées partielles (systèmes à paramètres distribués): systèmes elliptiques (Laplace) et paraboliques (équation de la chaleur). Contrôle distribué, contrôle frontière. Problèmes inverses : résolution par contrôle optimal avec régularisation. Exemples d'applications.

- **Optimisation avancée**

Optimisation paramétrique en dimension finie (méthode du gradient, algorithmes évolutionnaires) ; prise en compte des contraintes ; calcul des variations, contrôle optimal, optimisation de forme. La formation inclut des travaux pratiques encadrés au cours desquels sont traités des problèmes simplifiés d'optimisation en aérodynamique et en calcul des structures.

- **Réduction de modèles & Digital twin**

La simulation numérique joue un rôle important dans l'industrie. Elle permet par exemple d'aider à la conception ou l'exploitation de systèmes industriels complexes. Souvent basés sur des équations différentielles, ces modèles peuvent être parfois coûteux en temps de calcul. Par conséquent, l'industrie a de plus en plus recours aux méthodes de réduction de modèles. Ces méthodes consistent à construire un modèle simplifié à partir de modèles complexes. Le modèle réduit obtenu, bien que moins précis, devra garder une bonne représentativité du modèle initial. Différentes méthodes de réductions de modèles seront présentées dans ce cours. Un des enjeux de l'industrie est de construire des jumeaux numériques (digital twin) capables de reproduire le fonctionnement complet d'un objet, d'un processus (e.g. chaîne de production

d'énergie). Ce cours a également pour objectif d'introduire ces outils numériques qui ont recours à la fois à la simulation numérique, à de l'analyse de données et de l'apprentissage automatique.

Modélisation et optimisation :

- **Eléments finis**

Formulation mixte du problème de Stokes ; Compatibilité vitesse-pression ; Convergence. Application à l'élasticité linéaire

- **Volumes finis**

Introduction des conditions aux limites ; mise en œuvre pratique dans le cas de l'écoulement d'un liquide dans une chambre de refroidissement d'un générateur de gaz. Loi de pression pour le changement de phase. Application à l'écoulement d'un liquide avec changement de phase.

- **Deep Learning**

Ce cours présentera les fondements théoriques de l'apprentissage profond (« Deep Learning ») et mettra en œuvre des Réseaux de Neurones Profonds (RNP) avec Python. Il s'agira notamment de

- comprendre les limites des algorithmes d'optimisation pour l'entraînement des RNP,
- cerner les capacités d'approximation mathématiques des RNP,
- découvrir les avantages des RNP pour modéliser une sous-variété d'un espace euclidien,
- savoir utiliser les outils informatiques appropriés pour manipuler les RNP.

- **Machine learning en calcul scientifique**

L'apprentissage automatique, en particulier l'apprentissage profond ou Deep Learning (DL), est de plus en plus utilisé pour effectuer, améliorer et accélérer des simulations numériques en calcul scientifique. Ce cours vise à présenter une sélection de sujets de recherche actuels dans le domaine général de DL pour le calcul scientifique avec une application aux systèmes, modélisés par les équations aux dérivées partielles. L'accent sera mis sur la conception et la mise en œuvre d'algorithmes ainsi que sur la théorie sous-jacente qui garantit la fiabilité des algorithmes.

Numérique et informatique :

- **Calcul haute performance**

Rappels Unix ; Optimisation des algorithmes en Fortran 90 ; Introduction à la programmation parallèles ; Programmation par échange de messages (MPI). Domaines de dépendance des algorithmes numériques. Partitionnements de domaine et structures de communication

- **Logiciels industriels (SAS + Abaqus)**

Introduction au logiciel Abaqus et au logiciel de statistiques SAS

Mathématiques et applications :

- **Systèmes satellitaires**

Problématique de la dynamique du vol en attitude et position des satellites artificiels, technique de contrôle boucle ouverte/boucle fermée associé. Analyse de mission / control d'orbite : principe de mise à poste, optimisation de manœuvre en dynamique képlérienne avec analyse des perturbations orbitales et impacts sur le contrôle d'orbite. Contrôle d'altitude : Modélisation de la dynamique d'attitude d'un satellite, description des perturbations environnementales, technique de stabilisation active et passive, senseurs et actionneurs, lois de contrôle et performances.

- **Modélisation numérique pour la physique**

En exploitant conjointement des données physiques de plus en plus nombreuses et précises d'une part et de puissants outils de modélisation utilisés dans des secteurs d'ingénierie plus traditionnels (apprentissage statistique, modélisations mécaniques déterministes ou stochastiques, théorie du contrôle) d'autre part, la physique des systèmes s'est révélée être un outil de choix pour élucider les propriétés émergentes des systèmes sur des échelles aussi diverses.

Dans ce cours, nous illustrerons la puissance d'une telle approche de modélisation numérique sur de nombreux exemples, et quelques outils d'analyse des modèles seront présentés.

- **Modélisation géométrique**

Ce cours est une introduction à la modélisation géométrique, c'est-à-dire aux outils mathématiques, numériques et informatiques qui permettent la création d'objets 3D numériques dans le but de concevoir, simuler et valider de nouveaux produits et processus industriels. La représentation d'une géométrie 3D au moyen de courbes et surfaces NURBS découpées ("trimmed") sera au centre de ce cours. On y introduira donc les courbes et surfaces paramétrées (courbes et surfaces NURBS, paramétrisations produit-tensoriel et triangulaires) dans leur généralité, ainsi que quelques classes de surfaces particulières très utilisées telles que les surfaces de Coons, les surfaces réglées, les surfaces développables et les surfaces canales. Les problèmes de calcul géométrique sur ces modèles seront également traités, notamment les problèmes d'intersection (problématique de la représentation implicite), de calculs de distances, de calculs de courbes et surfaces parallèles ("offsets" en anglais), de projection orthogonale, de calcul du point le plus proche, ainsi que les problèmes de raccordement, de continuité géométrique, d'étanchéité des modèles et de réparation. Enfin, les représentations d'une géométrie par maillage et par surfaces de subdivision seront abordées, ainsi que les conversions entre ces différentes représentations géométriques.

Acquis en entreprise S9 :

- **Acquis en entreprise**
- **Réunions de régulation apprentis**

2^{ème} semestre INUM (S10)

Recherche et Innovation :

- **Projet pluridisciplinaire**
- **Conférences et visites métier recherche**

Humanités :

- **Négociation commerciale**
- **Culture juridique et propriété intellectuelle**
- **Networking professionnel**

Ce module commun à tous les alternants de Polytech doit permettre de développer leurs compétences sur l'accomplissement de projets multidisciplinaires, la création de réseaux et le lien avec le monde de la recherche.

Acquis en entreprise :

- **Acquis en entreprise**
- **Réunions de régulation apprentis**

Projets

Différents projets donnant lieu à une évaluation doivent être réalisés au cours des deux semestres pour permettre à l'étudiant de passer des concepts théoriques à la mise en œuvre pratique dans différents cours.

Volumes horaires MAM5 INUM et calendrier prévisionnel

MAM5 - Semestre 9 - Mineure INUM	454
Modélisation et optimisation	123
Commande optimale	30
Optimisation avancée	30
Réduction de modèle & Digital Twin	63
Calcul scientifique et apprentissage	138
Eléments finis	45
Volumes finis	24
Deep Learning	24
Machine learning en calcul scientifique	45
Numérique et informatique	87
Calcul Haute Performance	40
Logiciels industriels (SAS + Abaqus)	47
Mathématiques et applications	72
Systèmes satellitaires	24
Modélisation numérique pour la physique	24
Modélisation géométrique	24
Acquis en entreprise	34
Acquis en entreprise	29
Réunion de régulation apprentis	3
Conférences métiers	2

MAM5 - Semestre 10	99
Recherche et Innovation	56
Projet pluridisciplinaire	35
Conférences et visites métiers recherche	21
Humanités	27
Négociation commerciale	8
Culture juridique et propriété intellectuelle	12
Networking professionnel	7
Acquis en entreprise	16
Acquis en entreprise	11
Réunion tuteur/apprenti (soutenance)	2
Réunion de régulation apprentis	3

- **Volume horaire de la formation** : 553 heures, dont 123 heures en FOAD
- **Date de rentrée prévisionnelle** : 01 septembre 2026
- **Date de fin d'année** : 31 août 2027
- **Date prévisionnelle du jury d'année** : 16 septembre 2027
- **Durée de la formation** : 12 mois pour la 3^{ème} année

	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août			
M 01	J 01	D 01	M 01	V 01	L 01	(S 5)	L 01	(S 9)	J 01	D 01	M 01	D 01			
M 02	V 02	L 02	(S 45)	M 02	S 02	M 02	M 02	V 02	D 02	M 02	V 02	L 02	(S 31)		
J 03	S 03	M 03	J 03	D 03	M 03	M 03	M 03	S 03	L 03	(S 18)	S 03	M 03	M 03		
V 04	D 04	M 04	V 04	L 04	(S 1)	J 04	J 04	D 04	M 04	V 04	D 04	M 04	M 04		
S 05	L 05	(S 41)	J 05	S 05	M 05	V 05	V 05	L 05	(S 14)	M 05	S 05	L 05	(S 27)	J 05	
D 06	M 06	V 06	D 06	M 06	M 06	S 06	S 06	M 06	D 06	(S 23)	M 06	V 06	V 06	M 06	
L 07	(S 37)	M 07	S 07	L 07	(S 50)	J 07	D 07	D 07	M 07	V 07	L 07	M 07	S 07	S 07	
M 08	J 08	D 08	M 08	V 08	M 08	L 08	(S 6)	L 08	(S 10)	J 08	S 08	M 08	J 08	D 08	
M 09	V 09	L 09	(S 46)	M 09	S 09	M 09	M 09	V 09	D 09	M 09	D 09	M 09	V 09	L 09	(S 32)
J 10	S 10	M 10	J 10	D 10	M 10	M 10	M 10	S 10	(S 19)	J 10	S 10	M 10	M 10	M 10	(S 32)
V 11	D 11	M 11	V 11	L 11	(S 2)	J 11	J 11	D 11	M 11	V 11	D 11	M 11	D 11	M 11	(S 32)
S 12	L 12	(S 42)	S 12	M 12	M 12	V 12	V 12	L 12	(S 15)	M 12	S 12	L 12	L 12	(S 28)	J 12
D 13	M 13	V 13	D 13	M 13	S 13	S 13	M 13	M 13	J 13	(S 24)	M 13	V 13	V 13	M 13	(S 33)
L 14	(S 38)	M 14	L 14	(S 51)	J 14	D 14	D 14	M 14	V 14	M 14	(S 24)	M 14	S 14	M 14	(S 33)
M 15	J 15	D 15	M 15	V 15	L 15	(S 7)	L 15	J 15	S 15	M 15	J 15	D 15	D 15	M 15	(S 33)
M 16	V 16	L 16	(S 47)	M 16	S 16	M 16	M 16	V 16	D 16	(S 20)	M 16	V 16	L 16	L 16	(S 33)
J 17	S 17	M 17	J 17	D 17	M 17	M 17	M 17	S 17	(S 16)	M 17	S 17	L 17	M 17	M 17	(S 33)
V 18	D 18	(S 43)	J 18	L 18	(S 3)	J 18	J 18	D 18	M 18	(S 20)	M 18	V 18	D 18	M 18	(S 33)
S 19	L 19	(S 43)	J 19	S 19	M 19	V 19	V 19	L 19	(S 16)	M 19	S 19	L 19	(S 29)	J 19	(S 33)
D 20	M 20	V 20	D 20	M 20	S 20	S 20	M 20	M 20	J 20	(S 16)	D 20	M 20	V 20	M 20	(S 33)
L 21	(S 39)	M 21	S 21	L 21	(S 52)	J 21	D 21	D 21	M 21	(S 25)	L 21	(S 25)	M 21	S 21	(S 33)
M 22	J 22	D 22	M 22	V 22	L 22	(S 8)	L 22	(S 12)	J 22	(S 25)	M 22	J 22	D 22	M 22	(S 33)
M 23	V 23	L 23	(S 48)	M 23	S 23	M 23	M 23	V 23	D 23	(S 21)	M 23	V 23	L 23	M 23	(S 34)
J 24	S 24	M 24	J 24	D 24	M 24	M 24	M 24	S 24	L 24	(S 21)	J 24	S 24	M 24	M 24	(S 34)
V 25	D 25	(S 44)	M 25	V 25	(S 4)	J 25	J 25	D 25	M 25	(S 21)	V 25	D 25	M 25	M 25	(S 34)
S 26	L 26	(S 44)	J 26	S 26	M 26	V 26	V 26	L 26	(S 17)	M 26	S 26	L 26	(S 30)	J 26	(S 34)
D 27	M 27	V 27	D 27	M 27	M 27	S 27	S 27	M 27	J 27	(S 17)	D 27	M 27	V 27	M 27	(S 34)
L 28	(S 40)	M 28	S 28	L 28	(S 53)	J 28	D 28	D 28	M 28	(S 17)	L 28	(S 26)	M 28	S 28	(S 34)
M 29	J 29	D 29	M 29	V 29	M 29	V 29	L 29	L 29	(S 13)	J 29	M 29	J 29	D 29	M 29	(S 34)
M 30	V 30	L 30	(S 49)	M 30	S 30	S 30	M 30	M 30	D 30	(S 13)	M 30	V 30	L 30	M 30	(S 35)
	S 31	D 31	J 31	D 31	M 31	M 31	M 31	L 31	(S 22)	M 31	S 31	M 31	D 31	M 31	(S 35)

Jours fériés Début / fin d'année En Entreprise Formation au centre

Durée de la formation : 553 heures

79 jours de formation au centre - 176 jours en entreprise

Maquette pédagogique SD

Les enseignements dispensés en 5^{ème} année sont regroupés en sept unités d'enseignement. Cinq unités regroupent des cours scientifiques renforçant les compétences de l'étudiant en mathématiques appliquées et en informatique. Les unités d'enseignement "industrielles" (ou métiers) ont pour d'introduire des problématiques applicatives utilisant le socle de connaissances acquises au cours de la formation. Les thèmes abordés sont ceux des sciences des données. Comme durant chaque semestre du cycle ingénieur, une unité SHES permet à l'étudiant de renforcer ses compétences en management.

1^{er} semestre SD (S9)

Fondements technologiques de la science des données :

- **Big Data Technologies**

Ce cours s'intéresse au stockage et au traitement distribués des données massives. Il étudie notamment les environnements Hadoop et Spark. Les étudiants découvriront le langage Scala et les principales bibliothèques de Spark. Ils apprendront à utiliser les bases de données NoSQL et à effectuer des analyses de données avancées dans un environnement distribué.

- **Data Science**

Ce cours propose une introduction à la science des données au travers de différentes applications. Il s'appuie notamment sur des outils d'analyse de données développés et employés par l'entreprise IBM. Il s'intéresse également aux bibliothèques Python les plus pertinents dans le domaine de la science des données.

- **Artificial Intelligence Engineering**

L'objectif de ce cours est donc de renforcer les connaissances des ingénieurs de demain autour des problématiques d'opérationnalisation de l'IA en production, au regard des besoins, contraintes et processus exigeants de l'industrie d'aujourd'hui. L'ambition de ce cours est de transmettre aux étudiants : une sensibilisation aux méthodologies MLOps et DataOps afin qu'ils puissent les appliquer sur des exemples simples, une meilleure connaissance des environnements et des technologies cloud native, une bonne visibilité sur le cycle de vie complet d'une application de Machine Learning, avec CI/CD, monitoring technique et monitoring business, quelques notions autour de la sensibilité, sécurisation, chiffrement et isolation des données.

Apprentissage profond et ses applications :

- **Advanced Topics in Deep Learning**

Ce cours s'intéresse aux techniques les plus avancées en apprentissage profond. Il étudie notamment la capacité d'un réseau de neurones à modéliser et à estimer une fonction multidimensionnelle. Il s'intéresse à la convergence de l'algorithme du gradient pour l'entraînement d'un réseau de neurones, aux propriétés structurelles des réseaux convolutifs et

aux réseaux de neurones appliqués au graphe. Il considère également les fondements statistiques des autoencodeurs variationnels. Enfin, il étudie les aspects théoriques de l'explicabilité des réseaux de neurones. De nombreuses applications avec la librairie Pytorch permettent de mettre en pratique les concepts théoriques étudiés.

- **Deep Learning**

Ce cours propose une introduction aux réseaux de neurones profonds. Il fournit une présentation complète des réseaux de neurones : profonds, convolutifs, récurrents, contradictoires et génératifs. Il fournit également une introduction aux outils couramment utilisés par les praticiens. Une partie importante du cours est consacrée à des études de cas pratiques sur ordinateur, à l'aide de notebooks Jupiter. Plus précisément, les étudiants étudieront la catégorisation des images, la segmentation sémantique des images et la reconnaissance de la parole.

- **From NLP Foundations to Generative and Agentic AI**

Ce cours s'intéresse au traitement automatique et à l'analyse de données textuelles et, plus généralement, au traitement du langage naturel. Il s'agit notamment d'étudier les techniques les plus récentes avec un accent sur l'apprentissage profond, les réseaux de neurones récurrents et les transformers. De nombreuses applications avec le langage Pytorch permettent de mettre en pratique les concepts théoriques étudiés.

Traitement de données multidimensionnelles :

- **Frugal Computer Vision**

Frugal Computer Vision explores efficient and resource-aware approaches to computer vision. In a first part, the course covers foundational topics such as feature engineering, exploratory data analysis, and machine learning paradigms (supervised, unsupervised, reinforcement learning), and discusses visual association rule mining. In a second part, it emphasizes frugality for low-resource settings through techniques like model compression (quantization, pruning, distillation) and explores advanced methods including spiking neural networks and applications to computer vision. The course includes hands-on projects and a written exam for evaluation.

- **Machine Learning for Image Analysis**

Ce cours s'intéresse à la représentation et l'amélioration de la qualité visuelle des images. Il introduit différents outils pour l'analyse des d'images tels que que les représentations fréquentielles et la transformée en ondelettes. Il propose également une étude des représentations continues et des représentations géométriques. Enfin, des outils en apprentissage automatique dédiés au traitement des images sont analysés, en particulier la classification SVM, les algorithmes de clustering et l'apprentissage de dictionnaire.

Applications de l'intelligence artificielle :

- **Applied Artificial Intelligence**

Ce cours étudie quelques applications majeures dans le domaine de l'intelligence artificielle. Il s'intéresse notamment à l'analyse et la reconstruction de scène 3D, à l'imagerie biologique, aux nouvelles données en biologie, aux applications biométriques, à la génération et à la détection de falsifications avec des réseaux de neurones et à la compression dans le domaine des données massives.

- **Virtual Reality**

Ce cours propose une introduction à l'animation d'objets tridimensionnels et, plus généralement, à la construction d'environnement tridimensionnels. Il apprend également aux étudiants à éclairer des objets et à modifier leurs rendus. De nombreux développements informatiques permettent de mettre en pratique les concepts théoriques étudiés.

Acquis en entreprise:

- **Acquis en entreprise**
- **Réunions de régulation apprentis**

2^{ème} semestre SD (S10)

Recherche et Innovation :

- **Projet pluridisciplinaire**
- **Conférences et visites métier recherche**

Humanités :

- **Négociation commerciale**
- **Culture juridique et propriété intellectuelle**
- **Networking professionnel**

Ce module commun à tous les alternants de Polytech doit permettre de développer leurs compétences sur l'accomplissement de projets multidisciplinaires, la création de réseaux et le lien avec le monde de la recherche.

Acquis en entreprise :

- **Acquis en entreprise**
- **Réunions de régulation apprentis**

Projets

Différents projets donnant lieu à une évaluation doivent être réalisés au cours des deux semestres pour permettre à l'étudiant de passer des concepts théoriques à la mise en œuvre pratique dans différents cours.

Volumes horaires MAM5 SD et calendrier prévisionnel

MAM5 - Semestre 9 - Mineure SD	454
Fondements technologiques de la science de	126
Big Data Technologies	42
Data Science	42
Artificial Intelligence Engineering	42
Apprentissage profond et ses applications	126
Advanced Topics in Deep Learning	42
Deep Learning	42
From NLP Foundations to Gen/Agentic AI	42
Traitement de données multidimensionnelles	84
Frugal Computer Vision	42
Machine Learning for Image Analysis	42
Applications de l'intelligence artificielle	84
Applied Artificial Intelligence	42
Virtual Reality	42
Acquis en entreprise	34
Acquis en entreprise	29
Réunion de régulation apprentis	3
Conférences métiers	2

MAM5 - Semestre 10	99
Recherche et Innovation	56
Projet pluridisciplinaire	35
Conférences et visites métiers recherche	21
Humanités	27
Négociation commerciale	8
Culture juridique et propriété intellectuelle	12
Networking professionnel	7
Acquis en entreprise	16
Acquis en entreprise	11
Réunion tuteur/apprenti (soutenance)	2
Réunion de régulation apprentis	3

- **Volume horaire de la formation** : 553 heures, dont 123 heures en FOAD
- **Date de rentrée prévisionnelle** : 01 septembre 2026
- **Date de fin d'année** : 31 août 2027
- **Date prévisionnelle du jury d'année** : 16 septembre 2027
- **Durée de la formation** : 12 mois pour la 3^{ème} année

