

Ingénieur en 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



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 horaire 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 et calendrier prévisionnel.....	10
3^{ème} année ingénieur – MAM5 – Option IMAFA.....	12
Maquette pédagogique IMAFA	12
1 ^{er} semestre IMAFA (S9)	12
2 ^{ème} semestre IMAFA (S10)	14
Volumes horaires IMAFA	15
3^{ème} année ingénieur – MAM5 – Option INUM	17
Maquette pédagogique INUM	17
1 ^{er} semestre INUM (S9)	17
2 ^{ème} semestre INUM (S10)	20
Volumes horaires INUM	21
3^{ème} année ingénieur – MAM5 – Option SD	23
Maquette pédagogique SD.....	23
1 ^{er} semestre SD (S9).....	23
2 ^{ème} semestre SD (S10).....	25
Volumes horaires SD.....	26

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 horaire de la formation

Le coût annuel de la formation en contrat d'apprentissage est de 14000 € / an (référentiel France Compétences).

Code RNCP : 37929.

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.

Contacts

Responsable de la formation par apprentissage, 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

CFA Epure Méditerranée, Responsable relations OPCO (Apprentissage et Contrats de Professionnalisation) et référente contrat d'apprentissage

Stéphanie BURANI

stephanie.burani@cfa-epure.com - 06 79 68 37 91

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 S7 :

- **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 et séries temporelles**

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 chronologiques 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 associés 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 S7 :

- **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 S7 :

- **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 S7

Acquis en entreprise S7

2^{ème} semestre (S8)

Humanités S8 :

- **Conférences métiers**

- **Réunions tuteurs/apprentis**

- **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.

- **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 S8

Acquis en entreprise S8

Volumes horaires et calendrier prévisionnel

2ème année - MAM4	435
Semestre 7 - 4A FISA	336
Mathématiques Appliquées S7	108
Méthodes numériques pour les EDP	54
Processus stochastiques pour l'ingénieur	54
Informatique S7	81
Analyse conception objet	27
Base de données relationnelles	27
C++	27
Modélisation mathématique S7 FISA	108
Optimisation et apprentissage automatique	54
Valorisation des données	27
1 ECUE obligatoire aux choix parmi 3	27
Satellites	
Biologie mathématique	
Modélisation pour la transition écologique	
Acquis en entreprise S7	7
Acquis en entreprise S7	4
Réunion tuteurs/apprentis	3
Anglais S7 ou Langue vivante 2	32
Semestre 8 - 4A FISA	99
Humanités FISA S8	71
Gestion comptable et financière	24
Interculturalité en entreprise	6
Ethique	8
Droit social	4
Management d'équipe	10
Jeu d'entreprise	14
Conférences métiers	2
Réunion tuteurs/apprentis	3
Acquis en entreprise S8	4
Anglais S8 ou Langue vivante 2	24

- **Date de rentrée prévisionnelle** : 01 septembre 2025
- **Date de fin d'année** : 31 août 2026
- **Date prévisionnelle du jury d'année** : 17 septembre 2026
- **Durée de la formation** : 12 mois pour la 2^{ème} année (+ 12 mois pour la 3^{ème} année)

Édité le vendredi 10 juin 2022

septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre
L 01 (S 36)	M 01	S 01	L 01 (S 43)	J 01	D 01	M 01	V 01	L 01	M 01 (S 23)	J 01	S 01	M 01 (S 36)
M 02	J 02	D 02	M 02	V 02	L 02 (S 6)	L 02	S 02	M 02	D 02	M 02	D 02	M 02
M 03	V 03	L 03 (S 45)	M 03	D 03	M 03	M 03	V 03	D 03	M 03	V 03	L 03 (S 32)	J 03
J 04	M 04	M 04	J 04	D 04	M 04	M 04	S 04	L 04 (S 19)	J 04	S 04	M 04	V 04
V 05	D 05	M 05	V 05	L 05 (S 2)	J 05	J 05	D 05	M 05	V 05	D 05	M 05	S 05
S 06	L 06 (S 41)	J 06	S 06	M 06	V 06	V 06	L 06 (S 15)	M 06	S 06	L 06	J 06 (S 28)	D 06
D 07	M 07	D 07	M 07	S 07	S 07	S 07	M 07	J 07	D 07	M 07	V 07	L 07 (S 37)
L 08 (S 37)	M 08	S 08	L 08	J 08	D 08	D 08	M 08	V 08	L 08 (S 24)	M 08	S 08	M 08
M 09	J 09	D 09	M 09	L 09	M 09 (S 7)	L 09	J 09	S 09	M 09	J 09	D 09	M 09
M 10	V 10	L 10 (S 46)	M 10	S 10	M 10	M 10	V 10	D 10	M 10	V 10	L 10 (S 33)	J 10
J 11	S 11	M 11	J 11	D 11	M 11	M 11	S 11	L 11 (S 20)	J 11	S 11	M 11	V 11
V 12	D 12	M 12	V 12	L 12 (S 3)	J 12	J 12	D 12	M 12	V 12	D 12	M 12	S 12
S 13	L 13 (S 42)	J 13	S 13	M 13	V 13	V 13	L 13	(S 16)	M 13	S 13	(S 29)	D 13
D 14	M 14	V 14	D 14	M 14	S 14	S 14	M 14	J 14	L 14	M 14	V 14	L 14 (S 38)
L 15 (S 38)	M 15	S 15	L 15 (S 51)	J 15	D 15	D 15	M 15	V 15	L 15 (S 25)	M 15	S 15	M 15
M 16	J 16	D 16	M 16	V 16	L 16 (S 8)	L 16	(S 11)	J 16	S 16	M 16	D 16	M 16
M 17	V 17	L 17 (S 47)	M 17	D 17	M 17	M 17	V 17	D 17	M 17	V 17	L 17	J 17 (S 34)
J 18	S 18	M 18	J 18	D 18	M 18	M 18	S 18	L 18 (S 21)	J 18	S 18	M 18	V 18
V 19	D 19	M 19	V 19	L 19 (S 4)	J 19	J 19	D 19	M 19	V 19	D 19	M 19	S 19
S 20	L 20 (S 43)	J 20	S 20	M 20	V 20	V 20	M 20	(S 17)	S 20	L 20	J 20 (S 30)	D 20
D 21	M 21	V 21	D 21	M 21	S 21	S 21	M 21	J 21	D 21	M 21	V 21	L 21 (S 39)
L 22 (S 39)	M 22	S 22	L 22 (S 52)	J 22	D 22	D 22	M 22	V 22	L 22 (S 26)	M 22	S 22	M 22
M 23	J 23	D 23	M 23	V 23	L 23 (S 9)	L 23	(S 13)	J 23	S 23	M 23	D 23	M 23
M 24	V 24	L 24 (S 48)	M 24	S 24	M 24	M 24	V 24	D 24	M 24	V 24	L 24	J 24 (S 35)
J 25	S 25	M 25	J 25	D 25	M 25	M 25	S 25	L 25 (S 22)	J 25	S 25	M 25	V 25
V 26	D 26	M 26	V 26	L 26 (S 5)	J 26	J 26	D 26	M 26	V 26	D 26	M 26	S 26
S 27	L 27 (S 44)	J 27	S 27	M 27	V 27	V 27	L 27 (S 18)	M 27	S 27	L 27	J 27 (S 34)	D 27
D 28	M 28	V 28	D 28	M 28	S 28	S 28	M 28	J 28	D 28	M 28	V 28	L 28 (S 40)
L 29 (S 40)	M 29	S 29	L 29	J 29	D 29	D 29	M 29	V 29	L 29	M 29	S 29	M 29
M 30	J 30	D 30	M 30	S 30	L 30	L 30	(S 14)	J 30	M 30	D 30	M 30	S 30
	V 31	M 31	M 31	S 31		M 31		D 31	V 31	L 31		

 Jours fériés
 Début/fin d'année
 En Entreprise
 Formation au centre
 En entreprise ou en pause pour expérience à l'international

Rentrée : 01/09/2025
 Fin d'année : 31/08/2026
 Jury d'année : 17/09/2026
 Volume horaire global : 435h de formation

Remarque : suite à l'obligation d'exposition à l'international des élèves ingénieurs, le calendrier prévoit une période potentielle de césure 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.

Édité le vendredi 10 juin 2022

septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre
M 01 (S 36)	J 01	D 01	M 01 (S 45)	V 01	L 01 (S 6)	L 01 (S 10)	J 01	S 01	M 01	J 01	D 01	M 01
M 02	V 02	L 02	M 02	S 02	M 02	M 02	V 02	D 02	M 02	V 02	L 02 (S 32)	J 02
J 03	S 03	M 03	J 03	D 03	M 03	M 03	S 03	L 03 (S 19)	J 03	S 03	M 03	V 03
V 04	D 04	M 04	V 04	L 04 (S 2)	J 04	J 04	D 04	M 04	V 04	D 04	M 04	S 04
S 05	L 05 (S 41)	J 05	S 05	M 05	V 05	V 05	L 05 (S 15)	M 05	S 05	L 05	J 05 (S 28)	D 05
D 06	M 06	D 06	M 06	S 06	S 06	S 06	M 06	J 06	D 06	M 06	V 06	L 06 (S 37)
L 07 (S 37)	M 07	S 07	L 07 (S 50)	J 07	D 07	D 07	M 07	V 07	L 07 (S 24)	M 07	S 07	M 07
M 08	J 08	D 08	M 08	V 08	L 08 (S 7)	L 08 (S 11)	J 08	S 08	M 08	D 08	M 08	V 08
M 09	V 09	L 09 (S 46)	M 09	S 09	M 09	M 09	V 09	D 09	M 09	V 09	L 09 (S 33)	J 09
J 10	S 10	M 10	J 10	D 10	M 10	M 10	S 10	L 10 (S 20)	J 10	S 10	M 10	V 10
V 11	D 11	M 11	V 11	L 11 (S 3)	J 11	J 11	D 11	M 11	V 11	D 11	M 11	S 11
S 12	L 12 (S 42)	J 12	S 12	M 12	V 12	V 12	L 12 (S 16)	M 12	S 12	L 12	J 12 (S 29)	D 12
D 13	M 13	V 13	D 13	M 13	S 13	S 13	M 13	J 13	D 13	M 13	V 13	L 13 (S 38)
L 14	(S 38)	M 14	S 14	L 14 (S 51)	J 14	D 14	M 14	V 14	L 14	M 14	V 14	M 14
M 15	J 15	D 15	M 15	V 15	L 15 (S 8)	L 15 (S 12)	J 15	S 15	M 15	D 15	M 15	S 15
M 16	V 16	L 16 (S 47)	M 16	S 16	M 16	M 16	V 16	D 16	M 16	V 16	L 16 (S 34)	J 16
J 17	S 17	M 17	J 17	D 17	M 17	M 17	S 17	L 17 (S 21)	J 17	S 17	M 17	V 17
V 18	D 18	M 18	V 18	L 18 (S 4)	J 18	J 18	D 18	M 18	V 18	D 18	M 18	S 18
S 19	L 19 (S 43)	J 19	S 19	M 19	V 19	V 19	L 19 (S 17)	M 19	S 19	L 19	J 19 (S 30)	D 19
D 20	M 20	V 20	D 20	M 20	S 20	S 20	M 20	J 20	D 20	M 20	V 20	L 20 (S 39)
L 21 (S 39)	M 21	S 21	L 21 (S 52)	J 21	D 21	D 21	M 21	V 21	L 21 (S 26)	M 21	S 21	M 21
M 22	J 22	D 22	M 22	V 22	L 22 (S 9)	L 22 (S 13)	J 22	S 22	M 22	D 22	M 22	V 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 (S 35)	J 23
J 24	S 24	M 24	J 24	D 24	M 24	M 24	S 24	L 24 (S 22)	J 24	S 24	M 24	V 24
V 25	D 25	M 25	V 25	L 25 (S 5)	J 25	J 25	D 25	M 25	V 25	D 25	M 25	S 25
S 26	L 26 (S 44)	J 26	S 26	M 26	V 26	V 26	L 26 (S 18)	M 26	S 26	L 26	J 26 (S 31)	D 26
D 27	M 27	V 27	D 27	M 27	S 27	S 27	M 27	J 27	D 27	M 27	V 27	L 27 (S 40)
L 28 (S 40)	M 28	S 28	L 28	J 28	D 28	D 28	M 28	V 28	L 28	M 28	S 28	M 28
M 29	J 29	D 29	M 29	S 29	L 29	L 29	(S 14)	J 29	M 29	D 29	M 29	V 29
M 30	V 30	L 30 (S 49)	M 30	S 30	M 30	M 30	V 30	D 30	M 30	V 30	L 30 (S 38)	J 30
	S 31	M 31	M 31	S 31		M 31		L 31 (S 29)	V 31	L 31		

 Jours fériés
 Début/fin d'année
 En Entreprise
 Formation au centre
 Volume horaire global : 460h de formation

Rentrée : 01/09/2026
 Fin d'année : 31/08/2027
 Jury d'année : 16/09/2027

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 bénéfices.

- **Marché de l'énergie**

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

Humanités S9 :

- **Innovation et entrepreneuriat**
- **Conférences métiers**

Acquis en entreprise S9 :

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

2^{ème} semestre IMAFA (S10)

Recherche et Innovation :

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

Humanités S10 :

- **Stratégie d'entreprise**
- **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 S10 :

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

Projets - Examens

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

Volumes horaires IMAFA

3ème année - MAM5 IMAFA	460
Semestre 9 Normal - 5A FISA-CP	377
HUMANITES FISA S9	10
Innovation et entrepreneuriat	8
Conférences métiers	2
Acquis en entreprise S9	7
Acquis en entreprise S9	4
Réunion de régulation apprentis	3
MINEURE IMAFA	360
Mathématiques et Modélisation	108
Méthodes numériques pour le pricing d'options	30
Machine learning pour l'actuariat	24
Modèles mathématiques	54
Numérique et Informatique	108
Applications distribuées en environnement hétérogène	30
Applications relationnelles pour le web	30
Génie logiciel	48
Finance et Assurance 1	72
Finance de marché	27
Marché des taux	45
Finance et Assurance 2	72
Gestion de portefeuille	24
Calcul actuariel	36
Marché de l'énergie	12
Semestre 10 Normal - 5A FISE-CP	83
Recherche et Innovation	26
Projet pluridisciplinaire	5
Conférences et visites métiers recherche	21
Humanités FISA S10	50
Stratégie d'entreprise	12
Négociation commerciale	12
Culture juridique et propriété intellectuelle	12
Networking professionnel	14
Acquis en entreprise S10	7
Acquis en entreprise S10	4
Réunion de régulation apprentis	3

- **Date de rentrée prévisionnelle** : 01 septembre 2025
- **Date de fin d'année** : 31 août 2026
- **Date prévisionnelle du jury d'année** : 17 septembre 2026
- **Durée de la formation** : 12 mois pour la 3^{ème} année

Edité le vendredi 10 juin 2022

septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre
L 01 (S 36)	M 01	S 01	L 01 (S 49)	J 01	D 01	L 01	M 01	V 01	L 01 (S 23)	M 01	S 01	M 01 (S 36)
M 02	J 02	D 02	M 02	V 02	L 02 (S 6)	L 02	J 02	S 02	M 02	J 02	D 02	M 02
M 03	V 03	L 03 (S 45)	M 03	S 03	M 03	M 03	V 03	D 03	M 03	V 03	L 03 (S 32)	J 03
J 04	S 04	M 04	J 04	D 04	M 04	M 04	S 04	L 04 (S 19)	J 04	S 04	M 04	V 04
V 05	D 05	M 05	V 05	L 05 (S 2)	J 05	M 05	D 05	M 05	D 05	M 05	S 05	M 05
S 06	L 06 (S 41)	J 06	S 06	M 06	V 06	M 06	L 06 (S 15)	M 06	S 06	L 06 (S 28)	J 06	D 06
D 07	M 07	V 07	D 07	M 07	S 07	M 07	M 07	J 07	D 07	M 07	V 07	L 07 (S 37)
L 08 (S 37)	M 08	S 08	L 08 (S 50)	J 08	D 08	M 08	M 08	V 08	L 08 (S 24)	M 08	S 08	M 08
M 09	J 09	D 09	M 09	V 09	L 09 (S 7)	M 09	J 09	S 09	M 09	V 09	D 09	M 09
M 10	V 10	L 10 (S 46)	M 10	S 10	M 10	M 10	V 10	D 10	M 10	J 10	L 10 (S 33)	J 10
J 11	S 11	M 11	J 11	D 11	M 11	M 11	S 11	L 11 (S 20)	J 11	S 11	M 11	V 11
V 12	D 12	M 12	V 12	L 12 (S 3)	J 12	M 12	D 12	M 12	V 12	D 12	M 12	S 12
S 13	L 13 (S 42)	J 13	S 13	M 13	V 13	M 13	L 13 (S 16)	M 13	S 13	L 13 (S 29)	J 13	D 13
D 14	M 14	V 14	D 14	M 14	S 14	M 14	M 14	J 14	D 14	M 14	V 14	L 14 (S 38)
L 15 (S 38)	M 15	S 15	L 15 (S 51)	J 15	D 15	M 15	J 15	V 15	L 15 (S 25)	M 15	S 15	M 15
M 16	J 16	D 16	M 16	V 16	L 16 (S 8)	M 16	M 16	S 16	M 16	J 16	D 16	M 16
M 17	V 17	L 17 (S 47)	M 17	S 17	M 17	M 17	V 17	D 17	M 17	V 17	L 17 (S 34)	J 17
J 18	S 18	M 18	J 18	D 18	M 18	M 18	S 18	L 18	M 18	S 18	M 18	V 18
V 19	D 19	M 19	V 19	L 19 (S 4)	J 19	M 19	D 19	M 19	V 19	D 19	M 19	S 19
S 20	L 20 (S 43)	J 20	S 20	M 20	V 20	M 20	L 20	M 20	S 20	L 20 (S 30)	J 20	D 20
D 21	M 21	V 21	D 21	M 21	S 21	M 21	M 21	J 21	D 21	M 21	V 21	L 21 (S 39)
L 22 (S 39)	M 22	S 22	L 22 (S 52)	J 22	D 22	M 22	M 22	V 22	L 22 (S 28)	M 22	S 22	M 22
M 23	J 23	D 23	M 23	V 23	L 23 (S 9)	M 23	J 23	S 23	M 23	J 23	D 23	M 23
M 24	V 24	L 24 (S 48)	M 24	S 24	M 24	M 24	V 24	D 24	M 24	V 24	L 24 (S 35)	J 24
J 25	S 25	M 25	J 25	D 25	M 25	M 25	S 25	L 25 (S 22)	J 25	S 25	M 25	V 25
V 26	D 26	M 26	V 26	L 26 (S 5)	J 26	M 26	D 26	M 26	D 26	M 26	S 26	M 26
S 27	L 27 (S 44)	J 27	S 27	M 27	V 27	M 27	L 27 (S 18)	M 27	S 27	L 27 (S 31)	J 27	D 27
D 28	M 28	V 28	D 28	M 28	S 28	M 28	M 28	J 28	D 28	M 28	V 28	L 28 (S 40)
L 29 (S 40)	M 29	S 29	L 29 (S 1)	J 29	D 29	M 29	L 29	V 29	L 29 (S 27)	M 29	S 29	M 29
M 30	J 30	D 30	M 30	V 30	L 30 (S 14)	M 30	J 30	S 30	M 30	J 30	D 30	M 30
	V 31		M 31	S 31		M 31	D 31			V 31	L 31	

 Jours fériés
 Début/fin d'année
 En Entreprise
 Formation au centre
 Volume horaire global : 460h de formation

Rentrée : 01/09/2025
 Fin d'année : 31/08/2026
 Jury d'année : 17/09/2026

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 l'analyse de données et de l'apprentissage automatique.

Modélisation et optimisation :

- **Eléments finis**

Formulation mixte du problème de Stokes ; Compatibilité vitesse-pressure ; 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 en biologie**

La biologie des systèmes peut être définie comme une branche de la biologie qui s'appuie sur une approche interdisciplinaire pour étudier des phénomènes biologiques complexes.

En exploitant conjointement des données biologiques 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 mécanistiques déterministes ou stochastiques, théorie du contrôle) d'autre part, la biologie des systèmes s'est révélée être un outil de choix pour élucider les propriétés émergentes des systèmes sur des échelles aussi diverses que la cellule, les tissus, voire l'organisme, avec de fascinantes et très importantes applications en recherche biomédicale et biologie synthétique.

Dans ce cours, nous illustrerons la puissance d'une telle approche de modélisation systémique sur de nombreux exemples : la modélisation des réseaux de réactions métaboliques, des voies de signalisations intracellulaires, des réseaux de régulation génétique seront évoquées, quelques outils d'analyse des modèles seront présentés et des applications thérapeutiques (en cancérologie notamment) seront mentionnées.

- **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 canaux. 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.

Humanités S9 :

- **Innovation et entrepreneuriat**

- **Conférences métiers**

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 S10 :

- **Stratégie d'entreprise**
- **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 S10 :

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

Projets - Examens

Différents projets donnant lieu à une évaluation doivent être réalisés au cours du premier semestre pour permettre à l'étudiant de passer des concepts théoriques à la mise en œuvre pratique dans différents cours (Abaqus, Calcul Parallèle, Mise en œuvre des éléments finis etc.).

Volumes horaires INUM

3ème année - MAM5 INUM	460
Semestre 9 Normal - 5A FISA-CP	377
HUMANITES FISA S9	10
Innovation et entrepreneuriat	8
Conférences métiers	2
Acquis en entreprise S9	7
Acquis en entreprise S9	4
Réunion de régulation apprentis	3
MINEURE INUM	360
Modélisation et optimisation	108
Commande optimale	30
Optimisation avancée	30
Réduction de modèle & Digital Twin	48
Calcul scientifique et apprentissage	108
Eléments finis	30
Volumes finis	24
Deep Learning	24
Machine learning en calcul scientifique	30
Numérique et Informatique	72
Calcul Haute Performance	30
Logiciels industriels (SAS + Abaqus)	42
Maths et applications	72
Systèmes satellitaires	24
Modélisation en biologie	24
Modélisation géométrique	24
Semestre 10 Normal - 5A FISE-CP	83
Recherche et Innovation	26
Projet pluridisciplinaire	5
Conférences et visites métiers recherche	21
Humanités FISA S10	50
Stratégie d'entreprise	12
Négociation commerciale	12
Culture juridique et propriété intellectuelle	12
Networking professionnel	14
Acquis en entreprise S10	7
Acquis en entreprise S10	4
Réunion de régulation apprentis	3

- **Date de rentrée prévisionnelle** : 01 septembre 2025
- **Date de fin d'année** : 31 août 2026
- **Date prévisionnelle du jury d'année** : 17 septembre 2026
- **Durée de la formation** : 12 mois pour la 3^{ème} année

septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre
L 01 (S 36)	M 01	S 01	L 01 (S 49)	J 01	D 01	L 01 (S 10)	M 01	V 01	L 01 (S 23)	M 01	S 01	M 01 (S 36)
M 02	J 02	D 02	M 02	V 02	L 02	J 02	S 02	M 02	J 02	D 02	M 02	M 02
M 03	V 03	L 03 (S 45)	M 03	S 03	M 03	M 03	V 03	D 03	M 03	V 03	L 03 (S 32)	J 03
J 04	S 04	M 04	J 04	D 04	M 04	M 04	S 04	L 04 (S 19)	J 04	S 04	M 04	V 04
V 05	D 05	M 05	V 05	L 05 (S 2)	J 05	J 05	D 05	M 05	V 05	D 05	M 05	S 05
S 06	L 06 (S 41)	J 06	S 06	M 06	V 06	M 06	L 06 (S 15)	M 06	S 06	L 06 (S 28)	J 06	D 06
D 07	M 07	D 07	D 07	M 07	S 07	S 07	M 07	J 07	D 07	M 07	V 07	L 07 (S 37)
L 08 (S 37)	M 08	S 08	L 08 (S 50)	J 08	D 08	D 08	M 08	V 08	L 08 (S 24)	M 08	S 08	M 08
M 09	J 09	D 09	M 09	V 09	L 09 (S 7)	L 09 (S 11)	J 09	S 09	M 09	D 09	D 09	M 09
M 10	V 10	L 10 (S 46)	M 10	S 10	M 10	M 10	V 10	D 10	M 10	V 10	L 10 (S 33)	J 10
J 11	S 11	M 11	J 11	D 11	M 11	M 11	S 11	L 11 (S 20)	J 11	S 11	M 11	V 11
V 12	D 12	M 12	V 12	L 12 (S 3)	J 12	J 12	D 12	M 12	V 12	D 12	M 12	S 12
S 13	L 13 (S 42)	J 13	S 13	M 13	V 13	V 13	L 13 (S 16)	M 13	S 13	L 13 (S 29)	J 13	D 13
D 14	M 14	V 14	D 14	M 14	S 14	S 14	M 14	J 14	D 14	M 14	V 14	L 14 (S 38)
L 15 (S 38)	M 15	S 15	L 15 (S 51)	J 15	D 15	D 15	M 15	V 15	L 15 (S 25)	M 15	S 15	M 15
M 16	J 16	D 16	M 16	V 16	L 16 (S 8)	L 16 (S 12)	J 16	S 16	M 16	J 16	D 16	M 16
M 17	V 17	L 17 (S 47)	M 17	S 17	M 17	M 17	V 17	D 17	M 17	V 17	L 17 (S 34)	J 17
J 18	S 18	M 18	J 18	D 18	M 18	M 18	S 18	L 18	J 18	S 18	M 18	V 18
V 19	D 19	M 19	V 19	L 19 (S 4)	J 19	J 19	D 19	M 19	V 19	D 19	M 19	S 19
S 20	L 20	J 20 (S 43)	S 20	M 20	V 20	V 20	L 20 (S 17)	M 20	S 20	L 20 (S 30)	J 20	D 20
D 21	M 21	V 21	D 21	M 21	S 21	S 21	M 21	J 21	D 21	M 21	V 21	L 21 (S 39)
L 22 (S 39)	M 22	S 22	L 22 (S 52)	J 22	D 22	D 22	M 22	V 22	L 22 (S 26)	M 22	S 22	M 22
M 23	J 23	D 23	M 23	V 23	L 23 (S 9)	L 23 (S 13)	J 23	S 23	M 23	D 23	M 23	V 23
M 24	V 24	L 24 (S 48)	M 24	S 24	M 24	M 24	V 24	D 24	M 24	V 24	L 24 (S 35)	J 24
J 25	S 25	M 25	J 25	D 25	M 25	M 25	S 25	L 25 (S 22)	M 25	S 25	M 25	V 25
V 26	D 26	M 26	V 26	L 26 (S 5)	J 26	J 26	D 26	M 26	V 26	D 26	M 26	S 26
S 27	L 27 (S 44)	J 27	S 27	M 27	V 27	V 27	L 27 (S 18)	M 27	S 27	L 27 (S 31)	J 27	D 27
D 28	M 28	V 28	D 28	M 28	S 28	S 28	M 28	J 28	D 28	M 28	V 28	L 28 (S 40)
L 29 (S 40)	M 29	S 29	L 29 (S 1)	J 29	D 29	D 29	M 29	V 29	L 29 (S 27)	M 29	S 29	M 29
M 30	J 30	D 30	M 30	V 30	L 30	L 30 (S 14)	J 30	S 30	M 30	V 30	D 30	M 30
	V 31		M 31	S 31		M 31	D 31		V 31	L 31		

 Jours fériés
 Début/fin d'année
 En Entreprise
 Formation au centre
 Volume horaire global : 460h de formation

Rentrée : 01/09/2025
 Fin d'année : 31/08/2026
 Jury d'année : 17/09/2026

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 librairies 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 différents applications. Il s'appuie notamment sur des outils d'analyse de données développés et employés par l'entreprise IBM. Il s'intéresse également aux librairies 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.

- **Text mining and Natural Language Processing**

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 :

- **Advanced Data Mining**

Ce cours présentera diverses techniques de fouille de données multidimensionnelles ainsi que les méthodes de réduction de dimensionnalité pour pouvoir les visualiser. Le cours comportera aussi une introduction à la visualisation de données. En ce qui concerne les méthodes de fouille de données, on se concentrera sur les méthodes à modèles latents déterministes, telles que les factorisations matricielles sous contraintes et les factorisations tensorielles. Les méthodes seront programmées par les étudiants en langage python pendant les TD et appliquées à des données provenant de problématiques diverses (traitement d'images, chimométrie, systèmes de recommandation). La partie du cours autour de la visualisation de données contiendra une introduction à ses enjeux et à son historique. Plusieurs méthodes de réduction dimension linéaires et non linéaires seront présentées dans cette partie et utilisées en TD pour analyser des données réelles.

- **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.

Humanités S9 :

- **Innovation et entrepreneuriat**
- **Conférences métiers**

Acquis en entreprise S9 :

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

2^{ème} semestre SD (S10)

Recherche et Innovation :

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

Humanités S10 :

- **Stratégie d'entreprise**
- **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 S10 :

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

Projets - Examens

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

Volumes horaires SD

3ème année - MAM5 SD	460
Semestre 9 Normal - 5A FISA-CP	377
HUMANITES FISA S9	10
Innovation et entrepreneuriat	8
Conférences métiers	2
Acquis en entreprise S9	7
Acquis en entreprise S9	4
Réunion de régulation apprentis	3
MINEURE SD	360
Fondements technologiques de la science des données	108
Big Data Technologies	36
Data Science	36
Artificial Intelligence Engineering	36
Apprentissage profond et ses applications	108
Advanced Topics in Deep Learning	36
Deep Learning	36
Text Mining and Natural Language Processing	36
Traitement de données multidimensionnelles	72
Advanced Data Mining	36
Machine Learning for Image Analysis	36
Applications de l'intelligence artificielle	72
Applied Artificial Intelligence	36
Virtual Reality	36
Semestre 10 Normal - 5A FISE-CP	83
Recherche et Innovation	26
Projet pluridisciplinaire	5
Conférences et visites métiers recherche	21
Humanités FISA S10	50
Stratégie d'entreprise	12
Négociation commerciale	12
Culture juridique et propriété intellectuelle	12
Networking professionnel	14
Acquis en entreprise S10	7
Acquis en entreprise S10	4
Réunion de régulation apprentis	3

- **Date de rentrée prévisionnelle** : 01 septembre 2025
- **Date de fin d'année** : 31 août 2026
- **Date prévisionnelle du jury d'année** : 17 septembre 2026
- **Durée de la formation** : 12 mois pour la 3^{ème} année

