
PLAN DE COURS: CAO / CFAO

"Réalisé dans le cadre de la formation des enseignants nouvellement recrutés 2023 "

Spécialité : 1^{er} année Master : Construction mécanique

ARSLANE Mustapha

01/06/2024

Tables des matières

I. Informations sur le cours	1
II. Présentation du cours.....	1
III. Contenu	4
IV. Pré-requis.....	5
V. Visées d'apprentissage	5
VI. Modalités d'évaluation des apprentissages	8
VII. Activités d'enseignement-apprentissage	12
VIII. Alignement pédagogique	14
IX. Modalités de fonctionnement.....	15
X. Ressources d'aide	16

I. Informations sur le cours

Faculté: Sciences de la technologie

Département: Génie mécanique

Public cible : 1^{ère} année Master, spécialité Construction mécanique

Intitulé du cours : CAO / CFAO

Crédit:03

Coefficient:02

Durée : 15 semaines

Horaire: Mardi: 11h30-12h30

Salle: K20

Enseignant :

Cours et TP: Dr. Mustapha ARSLANE

Contact : par mail mustapha.arslane@univ-msila.dz.

Disponibilité :

Au Labo MMC : Dimanche, lundi, jeudi de 11h00 -12h00

Réponse sur le forum : toute question en relation avec le cours doit être postée sur le forum dédié pour que vous puissiez, tous, tirer profit de ma réponse, je m'engage à répondre aux questions postées dans un délai de 48 heures.

Par mail : Je m'engage à répondre par mail dans 48 heures qui suivent la réception du message, sauf en cas des imprévus, j'attire votre attention que le canal de communication privilégié c'est le forum, le mail est réservé aux « urgences » (en cas de problème d'accès de la plateforme) et il doit être utilisé avec discernement.

II. Présentation du cours

La Conception Assistée par Ordinateur (CAO) et la Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO) sont des technologies essentielles dans les domaines de l'ingénierie et de la fabrication moderne. La CAO permet aux ingénieurs et aux concepteurs de créer des modèles numériques détaillés de produits, tandis que la CFAO intègre ces modèles dans des processus de fabrication automatisés. Ensemble, ces technologies permettent de réduire les cycles de développement, d'améliorer la précision des produits finis et d'optimiser les processus de production.

La CFAO joue un rôle important dans diverses industries telles que l'aérospatiale, l'automobile, et la fabrication de moules et matrices. Elle permet non seulement la modélisation de formes complexes mais aussi la simulation et la vérification des processus d'usinage, garantissant ainsi une production efficace et de haute qualité.

Ce cours est structuré en un ensemble d'unités d'apprentissage, vise à perfectionner les connaissances

des étudiants dans le domaine de la CFAO. À la fin du semestre, les étudiants auront acquis les compétences suivantes :

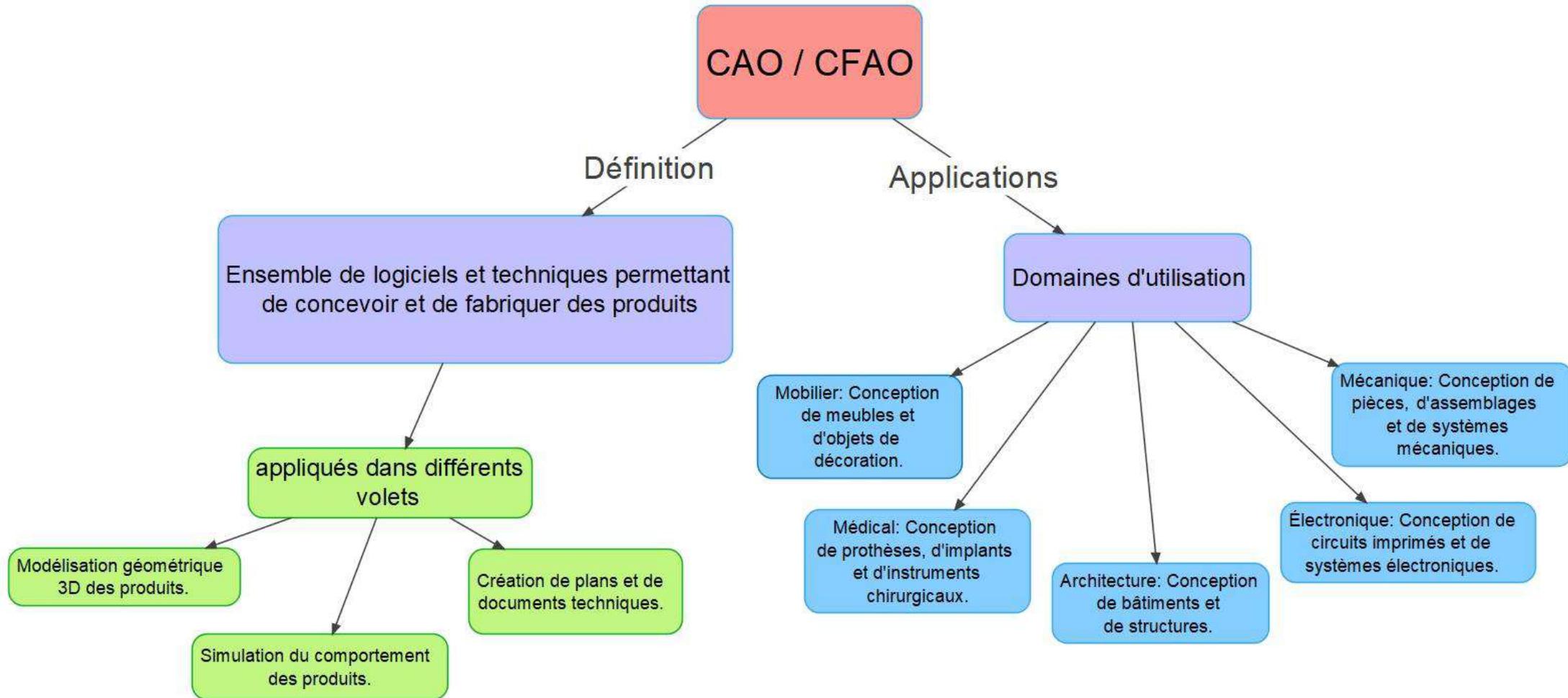
- **Modélisation des pièces de formes complexes** : Les étudiants apprendront à créer des modèles numériques détaillés de pièces complexes telles que les moules et matrices. Cette compétence est nécessaire pour concevoir des produits qui répondent aux exigences de performance et de qualité.
- **Simulation du processus d'usinage** : Les étudiants seront capables de simuler les processus d'usinage en utilisant des logiciels de CFAO. Cette simulation permet de prévoir les éventuels problèmes de fabrication et de les corriger avant la production réelle, réduisant ainsi les coûts et le temps de fabrication.
- **Interprétation et vérification du programme d'usinage généré automatiquement** : Les étudiants apprendront à interpréter et à vérifier les programmes d'usinage générés par les logiciels de CFAO. Cette compétence est essentielle pour s'assurer que les instructions données aux machines-outils sont correctes et optimisées.

Les séances de TP sont conçues pour fournir aux étudiants une expérience pratique et approfondie des logiciels de CFAO. Durant ces séances, les étudiants devront :

- **Maîtriser un logiciel de CFAO** : Les étudiants apprendront à utiliser un logiciel de CFAO pour concevoir des pièces et des assemblages complexes. Ils seront formés à toutes les fonctionnalités du logiciel, depuis la création de modèles jusqu'à la simulation de l'usinage.
- **Simuler l'usinage des pièces conçues** : Une fois les modèles créés, les étudiants simuleront le processus d'usinage pour identifier et résoudre les éventuels problèmes avant la fabrication réelle.
- **Exécution des programmes sur des machines-outils à commande numérique (MOCN)** : Si les moyens existants le permettent, les étudiants auront l'opportunité de passer à l'atelier pour exécuter les programmes d'usinage générés sur des MOCN. Cette étape permet de concrétiser les connaissances théoriques et pratiques acquises en travaillant directement sur des équipements industriels.

La figure 1 montre la définition et les domaines d'utilisation de la CAO / CFAO

Figure 1 – définition et domaines d'utilisation la CAO / CFAO



III. Contenu

Le cours est scindé en cinq chapitres d'apprentissage. Chaque chapitre d'apprentissage est traité à travers des séquences pédagogiques permettant l'assimilation des concepts prévus. Cette assimilation est consolidée par des activités d'apprentissage où ces notions sont mises en œuvre, ce qui constitue une des forces de ce cours. L'ensemble des chapitres d'apprentissage est décrit ci-dessous. Le plan détaillé du cours est disponible en accédant au cours en ligne puis en cliquant sur "plan détaillé".

- **Chapitre 1 : Généralités sur le système de CAO et modélisation des courbes, des surfaces et des solides**
- **Chapitre 2 : Les MOCN (Introduction, principaux organes, domaines d'utilisation, axes normalisés, origines, asservissement d'un axe, différentes architectures des MOCN**
- **Chapitre 3 : Programmation des MOCN (Description des différentes méthodes de programmation : Programmation manuelle, assistée et automatique). Comparaison des méthodes de programmation. Programmation ISO, principales fonctions préparatoires, principales fonctions auxiliaires, paramètres de coupe, cycles prédéfinis, exemples**
- **Chapitre 4 : Logiciel de FAO (Utilisation du logiciel FAO (exemple CamWorks, Mastercam ou autres), génération et simulation de la trajectoire de l'outil, génération du fichier en langage G code et transmission à la machine**
- **Chapitre 5 : Notions sur le prototypage rapide et l'impression 3D (Introduction au prototypage rapide et à l'impression 3D. Concepts de base du prototypage rapide. Technologies d'impression 3D**

IV. Prérequis

Les connaissances préalables recommandées sont :

- ✓ Mathématiques,
- ✓ DAO,
- ✓ Notions de CAO
- ✓ Et fabrication mécanique (usinage conventionnel).

V. Visées d'apprentissage

Le cours "CAO / CFAO" est conçu pour fournir aux étudiants une compréhension approfondie des technologies modernes de conception et de fabrication assistées par ordinateur. À travers un ensemble structuré de chapitres d'apprentissage, les étudiants seront exposés aux concepts théoriques et pratiques essentiels, leur permettant de développer des compétences clés dans la modélisation, la programmation et l'utilisation de logiciels spécialisés. Les visées d'apprentissage de ce cours visent à préparer les étudiants à relever les défis techniques et à exceller dans diverses industries innovantes.

Le cours CAO / CFAO vise à :

1. Maîtrise des outils de CAO et de modélisation

- Se souvenir des concepts fondamentaux de la Conception Assistée par Ordinateur (CAO).
- Comprendre les principes de modélisation des courbes, des surfaces et des solides.
- Appliquer des compétences pratiques en utilisant des logiciels de CAO pour créer des modèles numériques détaillés.
- Analyser différents types de modèles et leurs applications.
- Évaluer la qualité et l'efficacité des modèles créés.
- Créer des modèles complexes répondant à des spécifications précises.

2. Connaissance des Machines-Outils à Commande Numérique (MOCN)

- Se souvenir des principaux composants et des différentes architectures des MOCN.
- Comprendre les axes normalisés et les origines des MOCN.
- Appliquer des connaissances sur les domaines d'utilisation des MOCN et leur asservissement.
- Analyser les différentes architectures des MOCN.
- Évaluer les performances des MOCN dans divers contextes industriels.
- Créer des configurations de MOCN adaptées à des tâches spécifiques.

3. Compétences en programmation des MOCN

- Se souvenir des différentes méthodes de programmation (manuelle, assistée, automatique).
- Comprendre la structure d'un programme CN et les principes de la programmation ISO.
- Appliquer les principales fonctions préparatoires et auxiliaires, ainsi que les cycles prédéfinis.

- Analyser les programmes CN pour identifier et corriger les erreurs.
- Évaluer l'efficacité et l'optimisation des programmes d'usinage.
- Créer des programmes CN complexes pour des opérations d'usinage spécifiques.

4. Utilisation des logiciels de FAO

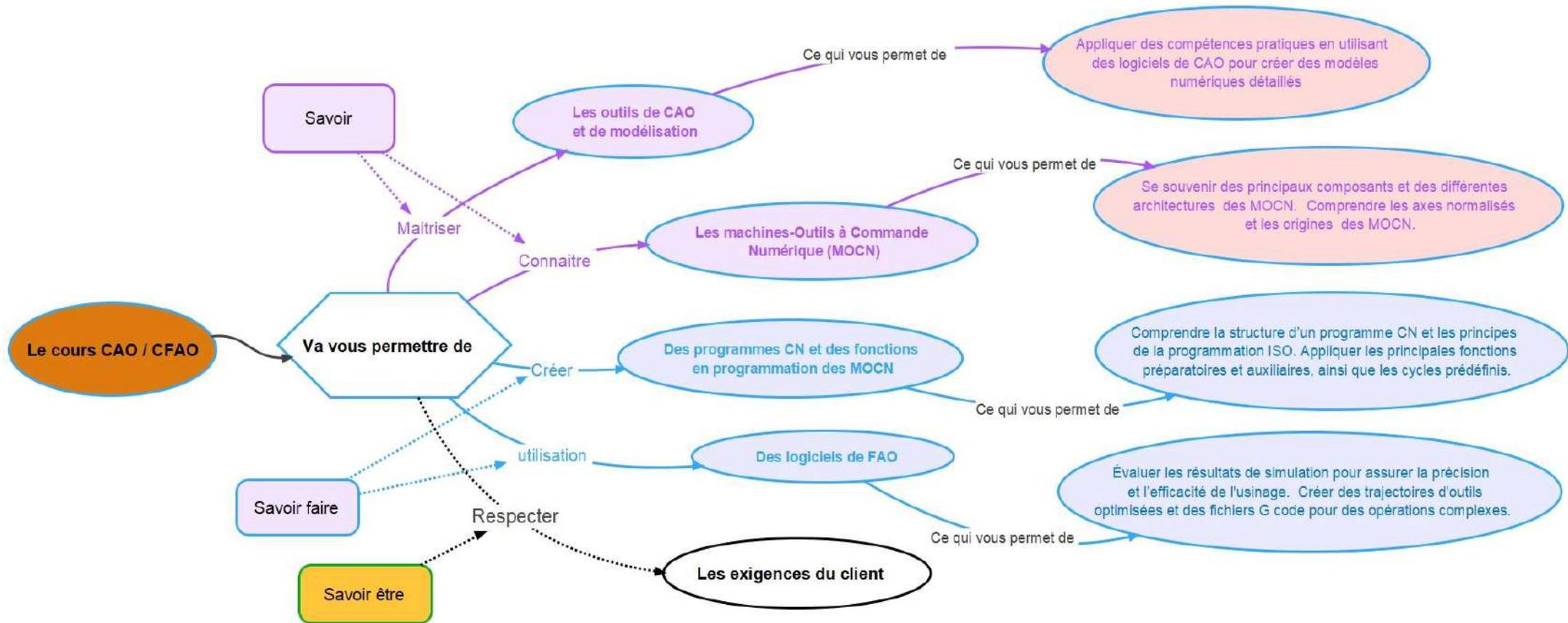
- Se souvenir des fonctionnalités des logiciels de FAO tels que CamWorks, Mastercam, ou autres.
- Comprendre le processus de génération et de simulation de la trajectoire de l'outil.
- Appliquer les étapes de génération du fichier en langages G code et sa transmission aux machines.
- Analyser les trajectoires d'outils pour optimiser les processus d'usinage.
- Évaluer les résultats de simulation pour assurer la précision et l'efficacité de l'usinage.
- Créer des trajectoires d'outils optimisées et des fichiers G code pour des opérations complexes.

5. Introduction au prototypage rapide et à l'impression 3D

- Se souvenir des principes de base du prototypage rapide et de l'impression 3D.
- Comprendre les différentes technologies et applications du prototypage rapide et de l'impression 3D.
- Appliquer des techniques de prototypage rapide et d'impression 3D dans des projets pratiques.
- Analyser les avantages et les limitations des différentes technologies de prototypage rapide et d'impression 3D.
- Évaluer les prototypes créés pour vérifier leur conformité aux spécifications.
- Créer des prototypes innovants en utilisant des techniques avancées d'impression 3D.

La figure 2 illustre les compétences visées par ce cours

Figure 2: Les compétences visées



VI. Modalités d'évaluation des apprentissages

L'évaluation finale se fait à travers:

a. Un examen final sur table et qui porte sur tout ce que vous avez vu dans ce cours pendant le semestre, lors de cet examen, qui compte pour 60% de la note finale (figure 3), vous aurez

- ✓ À résoudre des problèmes similaires ou proches aux problèmes traités lors des TPs et des interrogations.
- ✓ À répondre à des questions de synthèse (via des QCM)
- ✓ À répondre des questions de réflexion. (Vous serez entraînés à répondre à ce type de questions par les questions posées lors des TPs, des cours et lors des quiz qui vous seront proposés en ligne)

b. Évaluation continue et régulières à raison de 40% restant, elle vous permet d'engranger des points tout au long du semestre, cette évaluation continue est réalisée par différentes formes, chaque forme présente un quart ($\frac{1}{4}$) de la note globale (note de l'évaluation continue), il s'agit :

- De la moyenne des notes des interrogations écrites,
- Des notes obtenues aux projets individuel et collectif
- De la moyenne des notes des TP.

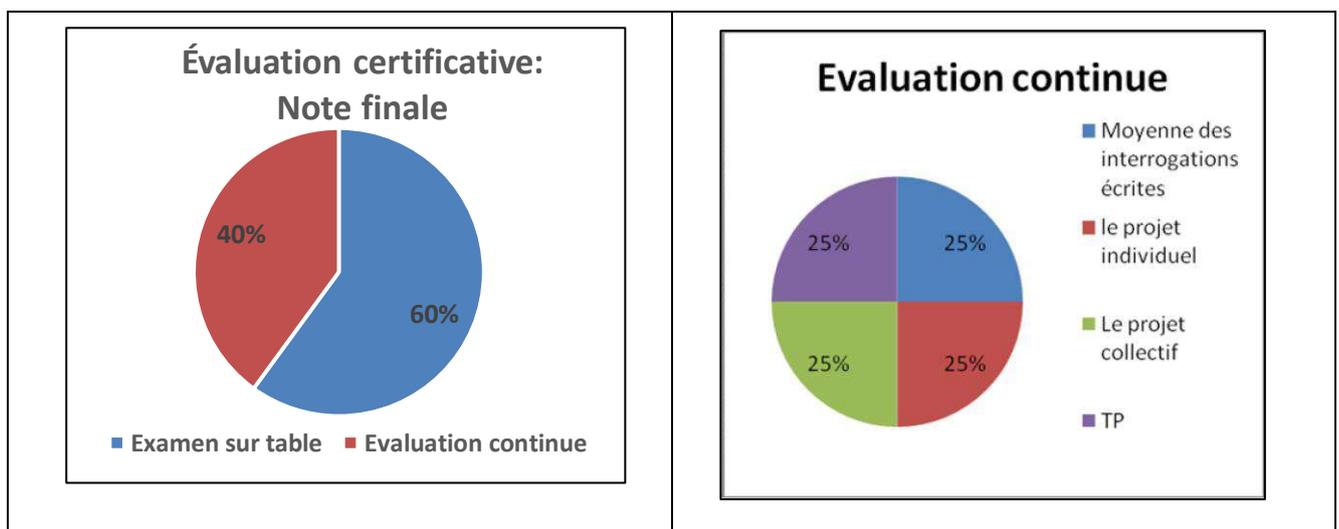


Figure 3 : Modalités de l'évaluation

Voici comment se déroule l'évaluation continue:

- ✓ Des interrogations écrites de courte durée qui portent sur les concepts vus et qui seront

prévues toutes les **5 semaines, soit 3 interrogations/semestre.**

- ✓ Le projet individuel et qui porte sur la conception d'une pièce mécanique de forme complexe et qui dont le thème **vous sera attribué après 3 semaines**, et évalué sur la base de la qualité de conception et selon les critères suivants :
 - Respect de l'échéance.
 - La clarté du travail en considérant les étapes suivies pour l'aboutissement au résultat attendu et qui peut être pertinent en suivant les consignes données.
- ✓ Les Tps programmés chaque semaine, à raison de 6 TPs par semestre, qui vont traiter chaque point vu pendant le cours, le TP se divise en deux parties, une partie CAO à faire pendant les 1^{ère} TPs et une partie pratique FAO à réaliser devant MOCN, l'évaluation du TP est basée sur la préparation de la partie CAO, la réponse aux questions posées pour expliquer les démarches de conception, le compte-rendu qui résume la partie CAO et la partie expérimentales (FAO).

Un examen TP est envisagé à la fin du semestre et qui traite l'ensemble des points traités pendant le déroulement des TPs, la note finale du TP est calculée par la formule :

**LA NOTE FINALE QUI ASSURERA LA RÉUSSITE DE CE COURS DOIT ÊTRE
SUPÉRIEURE OU ÉGALE À 10**

c. Évaluation formative est assurée à travers des activités ponctuelles (à distance et en présentiel) pour vous aider à réussir votre examen final, **elle ne compte pas pour des points.**

Elle sera autour des questions orales, des exercices d'application et les quiz en ligne,

A distance

- ✓ La consultation de la version légère qui contient un ensemble de questions servant comme test de votre compréhension.
- ✓ Tous les quiz réalisés sont suivis par un feedback servant soit à vous permettre de passer à l'unité suivante, soit à revoir l'unité.
- ✓ Un examen blanc, définissant une épreuve analogue à celle de « l'examen sur table », cet examen blanc est un ensemble de questions englobant tous les éléments vus dans le cours et le feedback est affiché à la fin du test afin de vous orienter vers le point à revoir.

En présentiel

La présence au cours vous permet de tirer profit du débat initié par des questions, des échanges et des interactions entre vous ce qui aide à mieux comprendre les concepts donnés et cerner le sujet en question.

VII. Activités d'enseignement-apprentissage

Afin que vous puissiez assimiler les concepts de la CAO et de la CFAO et développer des compétences pratiques en modélisation, programmation et fabrication assistées par ordinateur, le cours propose plusieurs méthodes pédagogiques ayant leurs spécificités et leurs avantages.

En présentiel :

✓ Cours Magistral :

Les connaissances sont transmises à travers des cours magistraux. Je vous encourage à prendre des notes attentivement, car elles vous aideront à maîtriser les concepts essentiels nécessaires à la réalisation des activités d'apprentissage proposées pendant les séances.

✓ Débats et Échanges :

Vous êtes également invités à participer à des débats, initiés par des questions posées sur la séquence pédagogique en cours. Ces débats, sans aucune forme d'évaluation, visent à développer des échanges entre vous. Je vous encourage à participer librement en proposant des réponses aux questions posées afin de mobiliser vos connaissances, de comparer vos points de vue et de bénéficier pédagogiquement de ces échanges.

✓ Travaux Pratiques (TP) :

Des travaux pratiques sont programmés pour vous entraîner à mobiliser toutes les notions théoriques présentées. Ils vous permettent également de vous familiariser avec les outils de CAO/CFAO et de simuler vos conceptions.

✓ Projets Collectifs :

Des projets collectifs sont également proposés, vous permettant de travailler sur des conceptions complexes utilisées dans divers domaines industriels. Ces projets collectifs vous aideront à développer vos compétences en travail d'équipe, à échanger vos idées pour assurer la qualité de vos productions, et à développer des aptitudes de collaboration qui seront utiles dans votre vie professionnelle.

A distance:

Vous êtes appelés à:

- ✓ Participer au forum intitulé « *débat* » qui se trouve au début de la section contenant le chapitre » en suivant le fil de discussion lancé par votre enseignant, une question est posée sur le forum au début de chaque chapitre et autour de laquelle un débat doit se construire, en répondant, en prenant connaissance des réponses des autres, en les analysant, en comparant vos réponses afin de déduire vos lacunes. C'est une méthode qui espère vous aider au développement de votre réflexion et à la prise de conscience de votre progression
- ✓ Consulter la version légère du cours (version SCORM) qui vous aide à organiser vos prises de notes en présentiel, cette version légère contient également des activités d'apprentissage insérées dans les différentes séquences pédagogiques.
- ✓ Faire le quiz, contenant différents types de questions (QCM, QCU, question à trou, ...), à la fin de chaque chapitre, ce qui devrait vous aider à faire une synthèse sur ce que vous avez appris et de détecter vos lacunes.
- ✓ Poser vos questions à propos du chapitre en cours sur le forum intitulé « *Posez ici vos questions* » et répondre à vos camarades, il s'agit d'encourager les échanges entre vous, de développer la métacognition et le conflit sociocognitif.

Le tableau 1 donne une vue globale des objectifs et de l'ensemble des méthodes qui viennent d'être présentées pour vous aider à comprendre pourquoi les méthodes sont pertinentes et complémentaires.

Tableau 2 : Vue globale des objectifs et les méthodes déployées

Les modalités	En présentiel	En ligne
Les savoirs	Le cours théorique en amphi	Les forums
	Les débats en amphi	Les quiz
	La prise de notes	Le cours en format SCORM
Les savoir-faire	Les TP	Le projet individuel (dépôt et interactions entre les pairs)
	Le projet individuel (présentation, consultation avec l'enseignant)	
Les savoir-être	Les projets collectifs (présentation, consultation avec l'enseignant)	Les projets collectifs (dépôt et interactions entre les pairs)

VIII. Alignement pédagogique.

La compétence visée repose sur trois piliers : savoir, savoir-faire et savoir-être. Ces piliers nécessitent des méthodes spécifiques pour leur acquisition et des évaluations pour tester votre compréhension et atteindre les objectifs.

1. Savoir :

- Vous allez acquérir les connaissances essentielles via une méthode transmissive, la plus efficace pour assimiler des concepts théoriques.
- Des démonstrations aideront à mémoriser ces concepts.
- Votre compréhension sera évaluée par des questions théoriques, des quiz en ligne et de simples exemples d'application.

2. Savoir-faire :

- Vous apprendrez à appliquer les règles et concepts pour concevoir des systèmes à travers des exercices et des problèmes pratiques.
- Vous travaillerez en collaboration pour comparer vos résultats et tirer profit des échanges entre vous.
- Les évaluations testeront votre capacité à maîtriser les concepts et à les appliquer à des systèmes réels, facilitant le transfert des acquis vers des applications professionnelles.

3. Savoir-être :

- Vous développerez votre sensibilité au respect des exigences d'un commanditaire dans la conception de systèmes.
- Vous serez impliqués dans des projets collectifs nécessitant l'application de tous les concepts vus, respectant les normes exigées.
- Le travail en groupe vous aidera à organiser et présenter vos idées, avec des évaluations basées sur les résultats obtenus, leur clarté et le respect des échéances.

IX. Modalités de fonctionnement

Le cours est organisé en :

- Séances théoriques afin de vous transmettre l'ensemble des savoirs permettant de développer des compétences pratiques en modélisation, vers la programmation et la fabrication assistées par ordinateur
- En séances de travaux pratiques qui sont programmés pour vous entraîner à mobiliser toutes les notions théoriques présentées. Ils vous permettent également de vous familiariser avec les outils de CAO/CFAO et de simuler vos conceptions.

Le déroulement du cours est assuré en hybride, en présentiel (en classe) et à distance via la plateforme d'enseignement à distance qui va vous permettre, le cas échéant, de revoir ou d'approfondir les concepts vus en présentiel et de surmonter les difficultés rencontrées. C'est une condition pour pouvoir contribuer positivement à la réalisation des activités collectives et de réaliser les activités distancielles dans les limites des échéances communiquées.

En outre, cette stratégie de formation en hybride va vous permettre de rester en contact permanent avec votre enseignant et vos condisciples à travers les espaces de communication qui favorisent le travail collaboratif et l'interactivité étudiant/enseignant et étudiant/étudiant.

Le dispositif en ligne contient des espaces pour:

- ✓ Télécharger les différents chapitres après l'échéance programmée pour la réalisation du quiz en ligne.
- ✓ Déposer votre projet individuel dans l'espace approprié.
- ✓ Déposer votre projet collectif dans l'espace approprié

X. Ressources d'aide

Des ressources sont mises à votre disposition sur la plateforme :

- ✓ Le manuel d'utilisation du logiciel SolidWorks : cette ressource est indispensable car vous allez l'utiliser pour pouvoir réaliser vos TP
- ✓ Les liens vers des packages : ressources fortement recommandée car au cours de la conception vous allez être face aux différentes situations qui nécessitent différents outils.
- ✓ Un handbook : qui contient des informations quant à l'utilisation des instructions