

---

# PROGRAMME INGÉNIEUR

2024-2025

2e année / 3e année

---

## Option Disciplinaire

### Produits et procédés, innovants et soutenables

OD PRO2

---

RESPONSABLE DU PROGRAMME

Tugdual LE NÉEL



INGÉNIEUR - OD PRO2

# 1er Semestre

Unité d'Enseignement	Crédits ECTS	Parcours	Acronyme	Libellé
UE 73	12	Tronc commun	CMMO CONCEPT LOW MICRO	Choix des Matériaux et leur Mise en Oeuvre Idéation produit Basses technologies : Innovation soutenable Électronique dans les produits
UE 74	13	Tronc commun	CMCAO CONFORM P1IPRO2 PLANEX RAPMA	Conception et Modélisation des Mécanismes en CAO Conformité et stabilisation de la production Projet 1 Plan d'expériences Fabrication rapide

# 2e Semestre

---

Unité d'Enseignement	Crédits ECTS	Parcours	Acronyme	Libellé
UE 83	14	Tronc commun	DESIN FABAD P2PRO2 PROCD REVXR	Design industriel Fabrication additive Projet 2 Procédés Reverse-engineering et Réalité Virtuelle

# INGÉNIEUR - OD PRO2

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

## Choix des Matériaux et leur Mise en Oeuvre [CMMO]

*Responsable(s) du cours : Jérôme FRIANT / Tugdual LE NÉEL*

### Pré-requis

### Objectifs

Connaître les différents matériaux et leurs emplois

### Plan de l'enseignement

Caractéristiques de plusieurs familles de matériaux permettant de choisir celui qui sera le plus adapté pour une application donnée

Démarche de choix d'un couple matériau/procédé. Méthode d'Ashby.

Microprojet de conception/fabrication de prototype permet d'appréhender les connaissances à mobiliser et avoir une vision du périmètre et des objectifs de l'option IPROD

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)  
EVC 2 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	8 hrs	10 hrs	14 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR - OD PRO2

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

## Idéation produit [CONCEPT]

Responsable(s) du cours : Jean-François PETIOT

### Pré-requis

---

### Objectifs

---

Présenter les différentes étapes du processus de conception de produits industriels.

Présenter les méthodes et les outils utilisés pour

- la formulation du besoin utilisateur
- l'aide multicritère à la décision
- le dimensionnement d'éléments de machines
- l'innovation et la créativité

### Plan de l'enseignement

---

Analyse fonctionnelle de produits

- diagramme fonctionnel
- cahier des charges fonctionnel
- analyse fonctionnelle interne

Aide à la décision

- décision multicritère
- méthode AHP
- méthode ELECTRE
- agrégation de votes

Design management

- cahier des charges centré utilisateur,
- créativité et situations d'usage - Méthode TRIZ
- maquettage et test utilisateur

Elements de machines

Calculs de dimensionnement

- calcul d'arbres de transmission (en statique, en fatigue)
- calculs de roulements
- calculs d'embrayages et de freins
- trains d'engrenages

Collaboration en conception

Le jeu DELTA DESIGN (TP)

### Bibliographie

---

Systèmes Mécaniques - Aublin et coll. DUNOD

Eppinger & Ulrich Product design and development. Third edition Mc Graw Hill.

La conception industrielle de produits. Hermès Science, Lavoisier, 2008

### Évaluation

---

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.25)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.75)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	14 hrs	16 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR - OD PRO2

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

## Basses technologies : Innovation soutenable [LOW]

Responsable(s) du cours : Jean-Marc BEN GUIGUI

### Pré-requis

Notions de base sur la conception et les procédés de fabrication

### Objectifs

Objectif général :

- Former des acteurs capables de concevoir, mettre en œuvre et évaluer des solutions technologiques sobres et durables, répondant aux enjeux environnementaux et sociaux actuels.

Objectifs spécifiques par module :

- Comprendre les fondements de la low-tech et ses applications.
- Maîtriser les méthodes de conception et d'évaluation de projets low-tech.
- Identifier les enjeux économiques, sociaux et environnementaux liés à la low-tech.
- Développer des compétences pour innover et entreprendre dans le domaine de la low-tech.

### Plan de l'enseignement

Introduction à la Low-Tech et ses enjeux :

- Définition, historique et contexte de la low-tech.
- Les limites de la high-tech et les raisons d'adopter une approche low-tech.
- Enjeux environnementaux, sociaux et économiques.

Principes fondamentaux de la Low-Tech :

- L'approche systémique et la pensée complexe.
- Les principes clés : sobriété, résilience, adaptabilité.
- Les penseurs et les mouvements qui ont inspiré la low-tech.

La démarche low-tech en pratique :

- La définition du besoin et l'analyse fonctionnelle.
- Le design au service de la low-tech : principes et applications.
- Les méthodes d'innovation adaptées à la low-tech.

Éco-conception et évaluation environnementale :

- Les étapes de l'éco-conception : de la conception à la fin de vie.
- L'analyse de cycle de vie (ACV) : un outil essentiel.
- Les indicateurs environnementaux, sociaux et low-tech

L'économie circulaire et les modèles d'affaires :

- Les principes de l'économie circulaire.
- Les modèles économiques alternatifs : location, réparation, économie de fonctionnalité
- Les enjeux de la recyclabilité et de la réutilisation.

Outils et méthodes de l'innovation low-tech :

- Les méthodes d'innovation : brainstorming, design thinking, etc.
- L'innovation sous contrainte, de rupture et la frugalité.
- L'importance de l'expérimentation et du prototypage.

La low-tech, un modèle économique et sociétal :

- La triple comptabilité : un outil d'évaluation globale

- L'industrie low-tech : un nouveau paradigme
- Les modèles économiques de la low-tech

Applications de la low-tech : domaines variés et études de cas :

- Ce module regrouperait les applications de la low-tech dans différents domaines (énergie, alimentation, habitat, mobilité) et présenterait des études de cas concrètes.
- Rencontres avec des acteurs du terrain : entreprises sociales, collectivités, associations.
- Analyse de projets réussis et de leurs impacts.

## Bibliographie

- ADEME. (2022). Etat des lieux et perspectives des démarches "low-tech"
- AFNOR. (2013). Management environnemental – Aide à la mise en place d’une démarche d’éco-conception. NF X30-264
- Bellini, B., & Janin, M. (2019). Écoconception : état de l’art des outils disponibles. Techniques de l’ingénieur.
- Bihoux, P. (2014). L’âge des low tech: vers une civilisation techniquement soutenable. Éditions du Seuil.
- Brown, T., Katz, B. (2010). L’esprit design: le design thinking change l’entreprise et la stratégie. France: Pearson.
- Brunet, E. (2019). La boîte à outils du Design Thinking. France: Dunod.
- Crawford, M. B. (2016). Éloge du carburateur: Essai sur le sens et la valeur du travail. France: La Découverte.
- Crawford, M. B. (2019). Contact: pourquoi nous avons perdu le monde, et comment le retrouver. France: La Découverte.
- Ellul, J. (1988) Le bluff technologique.
- Fustec, A. (2024). La stratégie du Y.
- Illich, I., Giard, L., & Bardet, V. (1973). La convivialité. Editions du Seuil.
- Le Moigne, R. (2018) L’économie circulaire: Stratégie pour un monde durable. Dunod. (2ème édition).
- Mumford, L. (1966). Le Mythe de la machine, technique et développement humain.
- Radjou, N., Prabhu, J., Ahuja, S. (2023). L’innovation Jugaad: redevenons ingénieurs !. France: Diateino.
- Raworth, K. (2021). La théorie du donut: l’économie de demain en 7 principes. France: J’ai lu.
- Schumacher, E. (1973). Small is Beautiful: A Study of Economics As If People Mattered.

## Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	8 hrs	22 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs



## INGÉNIEUR - OD PRO2

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

# Électronique dans les produits [MICRO]

*Responsable(s) du cours : Tugdual LE NÉEL*

### Pré-requis

Aucun

### Objectifs

Apprendre les bases de électroniques afin de concevoir un produit mécatronique.

### Plan de l'enseignement

Cours => TD => Cours => TD => Projet

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	10 hrs	14 hrs	8 hrs	0 hrs	0 hrs

## INGÉNIEUR - OD PRO2

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

# Conception et Modélisation des Mécanismes en CAO [CMCAO]

Responsable(s) du cours : Olivier LEGOFF

### Pré-requis

Pas de pré requis par rapport aux autres enseignements.

### Objectifs

La définition, la conception et la représentation numérique 3D des produits et la CAO sont des domaines clés d'une formation d'ingénieur généraliste. Les connaissances et compétences développées constituent des éléments fondamentaux pour divers domaines de l'ingénierie qui pourront être approfondis par la suite : conception, production, infographie, réalité virtuelle, ...

Connaissances et compétences :

- Modélisation paramétrique d'objets volumique en 3D.
- Modélisation surfacique.
- Analyse de système mécanique et reconception partielle (mise en situation).
- Design for Manufacturing (DFM).
- Conception mécanique de produits simples.
- Communication, édition de documentation technique (communication en projet).
- Éléments de conception mécanique : liaisons, transmission puissance.

### Plan de l'enseignement

Historique de la CAO :

- Modélisation CSG, BREP
- Courbes et surfaces : Bézier, B-Spline
- Modeleur paramétrique

Apprentissage CAO SolidWorks : modélisation de pièces, assemblage, mise en plan

Analyse ACV partielle (SolidWorks Sustainability)

Micro-projet de conception mécanique.

### Bibliographie

Guide des sciences et technologies industrielles, J.-L. Fanchon, AFNOR-NATHAN

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	8 hrs	12 hrs	12 hrs	0 hrs	0 hrs

## INGÉNIEUR - OD PRO2

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

# Conformité et stabilisation de la production [CONFORM]

*Responsable(s) du cours : Hervé THOMAS*

### Pré-requis

### Objectifs

Dans le cadre de l'industrialisation d'un produit, cet enseignement permet à l'étudiant d'acquérir les compétences nécessaires à la maîtrise de la conformité des pièces produites et la stabilisation du processus de production.

### Plan de l'enseignement

Décrypter la cotation d'une pièce,  
Savoir générer un processus de production,  
Savoir générer et analyser des trajectoires en Fabrication Assistée par Ordinateur,  
Savoir générer et analyser des trajectoires en Métrologie Assistée par Ordinateur,  
Analyser le processus de production pour assurer la conformité des pièces produites,  
Mettre en oeuvre des outils de la qualité dans le cadre du processus d'industrialisation.

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	8 hrs	8 hrs	16 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR - OD PRO2

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

## Projet 1 [P1IPRO2]

*Responsable(s) du cours : Tugdual LE NÉEL*

### Pré-requis

### Objectifs

Projet de développement de produit en situation réelle avec un client extérieur à l'école.  
L'objectif de ce projet est d'appliquer les notions vues en cours sur un cas d'application industriel et de développer un sens pratique et une capacité à travailler en équipe.

### Plan de l'enseignement

Les étudiants sont répartis par groupe et selon les années:

- ont leur projet indépendant
- travaillent en concurrence sur le même projet

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	1	0 hrs	0 hrs	0 hrs	32 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR - OD PRO2

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

## Plan d'expériences [PLANEX]

Responsable(s) du cours : Jean-François PETIOT

### Pré-requis

bases de statistiques  
bases sur le modèle linéaire

### Objectifs

Fournir aux étudiants les outils et méthodes pour l'étude expérimentale de systèmes.

- Comprendre l'effet de facteurs sur une réponse
- modéliser et prédire une réponse en fonction de facteurs expérimentaux
- optimiser une réponse et réaliser une conception robuste

### Plan de l'enseignement

Présentation générale

La démarche expérimentale  
illustration : la pesée d'Hotelling  
notion d'espace expérimental

Plans factoriels complets à deux niveaux:  $2^k$

Plan à deux facteurs : exemple : consommation d'essence d'un véhicule  
Plan à trois facteurs  
Un exemple de plan à cinq facteurs  
Notation matricielle

Plans factoriels fractionnaires à deux niveaux:  $2^{k-p}$

Construction des plans fractionnaires  
Groupe des générateurs d'alias  
Calcul des contrastes  
Technique pour désaliaser

Notions de statistique appliquées au PLEX

Analyse de la variance  
Régression linéaire multiple  
Modélisation de données expérimentales  
Ordre des essais

Les plans pour surfaces de réponse

Plans optimaux  
Critères d'optimalité  
Mise en oeuvre de la D-optimalité  
Modélisation surface de réponse - optimisation

Les plans pour expériences numériques

LHS et OSF

La conception robuste de TAGUCHI

3 TP (4h) sur Excel et MODDE sur la mise en oeuvre de plans d'expériences

Projet (8h) réalisé en binôme sur l'optimisation d'un système par la méthode des plans d'expériences

## Bibliographie

---

Gilles et Marie-Christine SADO. Les plans d'expérience. AFNOR Technique  
 Jacques GOUPY, Lee Creighton. Introduction aux plans d'expériences. DUNOD  
 Méthodologie Expérimentale. Baléo, Bourges, Courcoux, Faur-Brasquet, Le Cloirec. Editions TEC &DOC  
 Driesbeke J-J, Fine J., Saporta G. Plans d'expériences. Applications à l'entreprise. Editions TECHNIP.  
 Jacques GOUPY, Plans d'expériences pour surfaces de réponse. DUNOD  
 Maurice PILLET. Introduction aux plans d'expériences par la méthode TAGUCHI. EO.Sup.

## Évaluation

---

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.3)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.7)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	10 hrs	20 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR - OD PRO2

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

## Fabrication rapide [RAPMA]

*Responsable(s) du cours : Matthieu RAUCH*

### Pré-requis

### Objectifs

Proposer les méthodes et outils à mettre en oeuvre dans le cadre d'une Fabrication Assistée par Ordinateurs pour différents procédés innovants comme la fabrication additive ou l'usinage

### Plan de l'enseignement

1. Machines-Outils à Commande Numérique: Structures Cinématiques, Commande
2. Génération de Trajectoires: Structures d'un logiciel de FAO, Génération de trajectoires multi-axes, Définition et gestion des paramètres opératoires, Simulation, Interface logiciel MOCN
3. Procédés Innovants: UGV, Fabrication Additive, Formage Incrémental, OpenCN, RA-RV en Fabrication

### Bibliographie

Machine à Commande Numérique, B. Méry, Hermès  
 CadCam Theory and Practice, I. Zeid, Mc Graw-Hill  
 Surface Modeling for CadCam, BK. Choi, Elsevier  
 Fundamentals of Computer Integrated Manufacturing, A.L. Foston, C.L. Smith, T. Au, Prentice Hall  
 La CFAO- Concevoir et produire autrement, F. Piquet, JP Poitou, JC Tasse Nathan  
 NC Machine Programming and Software Design, C.H. Chang, M.A. Melkanoff, Prentice Hall  
 Notes de cours et de TP.

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	8 hrs	8 hrs	16 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR - OD PRO2

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

## Design industriel [DESIN]

*Responsable(s) du cours : Jean-François PETIOT*

### Pré-requis

néant

### Objectifs

Initier les étudiants aux trois valeurs fondamentales des produits industriels : valeur technique, valeur d'usage, valeur de communication.

Permettre aux étudiants de maîtriser les valeurs connotatives des produits.

Donner aux étudiants les moyens de comprendre l'activité de designer industriel, sa valeur ajoutée, et d'organiser son intervention à l'intérieur d'un groupe de projet de conception.

### Plan de l'enseignement

Cours :

Éléments de sémiologie - théorie du design

Gestalt, sémiotique, Planches de tendances, Contraintes et créativité

L'analyse conjointe pour le design produit.

Communication par le graphisme

Travaux dirigés

Exercice de design - communication des tendances par le produit.

Exercice d'analyse conjointe

Mise en oeuvre d'un projet design en groupe - maquettage - prototypage rapide

### Bibliographie

Danielle QUARANTE. Éléments de design industriel. 3ième Edition. Polytechnica. 2001.

EGER A., BONNEMA M., LUTTERS E., VAN DER VOORT M. Product Design. Eleven International Publishing, 2013.

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

EVC 2 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	8 hrs	20 hrs	4 hrs	0 hrs	0 hrs



# INGÉNIEUR - OD PRO2

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

## Fabrication additive [FABAD]

*Responsable(s) du cours : Tugdual LE NÉEL*

### Pré-requis

Aucun

### Objectifs

Apprendre la fabrication additive métallique.

### Plan de l'enseignement

Cours + TD + projet

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	6 hrs	18 hrs	8 hrs	0 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR - OD PRO2

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

## Projet 2 [P2PRO2]

*Responsable(s) du cours : Tugdual LE NÉEL*

### Pré-requis

### Objectifs

Projet de développement de produit en situation réelle avec un client extérieur à l'école.  
L'objectif de ce projet est d'appliquer les notions vues en cours sur un cas d'application industriel et de développer un sens pratique et une capacité à travailler en équipe.

### Plan de l'enseignement

Les étudiants sont répartis par groupe et selon les années:  
- ont leur projet indépendant  
- travaillent en concurrence sur le même projet

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	2	0 hrs	0 hrs	0 hrs	48 hrs	0 hrs

## INGÉNIEUR - OD PRO2

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

### Procédés [PROCD]

*Responsable(s) du cours : Jérôme FRIANT*

#### Pré-requis

#### Objectifs

Connaître les différents procédés de mise en oeuvre des matériaux  
 Approfondir les connaissances sur les procédés conventionnels et les nouveaux moyens de mise en oeuvre des matériaux.  
 Incidences de leur intégration sur la conception et la fabrication et prise en compte du cycle de vie du produit

#### Plan de l'enseignement

Démarche de choix d'un couple matériau/procédé.  
 Développement d'un programme spécifique basé sur la méthode de l'apprentissage par le problème et par le projet.  
 Mise en oeuvre de procédés de fonderie, forge, emboutissage, soudage automatisé, coupage, et chaudronnerie automatisée.  
 Extension à d'autres procédés

#### Bibliographie

#### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	4 hrs	8 hrs	20 hrs	0 hrs	0 hrs

## INGÉNIEUR - OD PRO2

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

# Reverse-engineering et Réalité Virtuelle [REVXR]

Responsable(s) du cours : Florent LAROCHE

## Pré-requis

---

## Objectifs

---

Dans un monde en pleine digitalisation, la maîtrise des technologies immersives et des outils numériques est essentielle pour les ingénieurs de demain. Ce cours innovant propose aux étudiants une immersion dans l'univers de la Réalité Virtuelle (RV) et de la Réalité Mixte (XR), en mettant un accent particulier sur les applications industrielles telles que le reverse-engineering et la photogrammétrie.

Les élèves seront initiés à l'utilisation des logiciels de modélisation, de simulation et de création d'interfaces homme-machine (IHM) pour concevoir des environnements virtuels complexes. Ils apprendront également comment intégrer des fichiers CAO (Conception Assistée par Ordinateur) dans ces environnements, leur permettant de visualiser et d'interagir avec leurs créations via des casques de réalité virtuelle.

## Plan de l'enseignement

---

1. Introduction à la Réalité Virtuelle et XR
  - Concepts de base et panorama des technologies immersives.
  - Exploration des outils logiciels couramment utilisés dans l'industrie.
2. Digitalisation et Reverse-Engineering : Méthodes et Outils
  - Présentation des processus de rétro-conception, depuis la capture des données jusqu'à leur modélisation numérique.
  - Cas pratiques avec des logiciels de référence pour reconstruire des modèles 3D à partir d'objets réels.
3. Initiation à la Photogrammétrie
  - Méthode de capture d'objets physiques en 3D à partir de photos.
  - Transformation des modèles photogrammétriques en fichiers exploitables pour la RV et la CAO.
4. Environnements Virtuels et IHM
  - Création d'environnements immersifs avec gestion des éclairages, des cinématiques et des animations.
  - Conception et personnalisation des IHM pour optimiser l'interaction en RV.
5. Intégration des fichiers CAO dans un Environnement Virtuel
  - Méthode de récupération de fichiers CAO et leur intégration dans un environnement virtuel.
  - Manipulation et visualisation des objets techniques en RV.
6. Mini-projet appliqué
  - Les étudiants mettront en pratique l'ensemble des compétences acquises pour créer un environnement virtuel immersif intégrant des éléments de modélisation 3D, de simulation physique et d'interactions.
  - Ce projet sera testé à l'aide de casques de réalité virtuelle pour simuler des scénarios industriels complexes.

## Bibliographie

---

## Évaluation

---

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	11 hrs	18 hrs	2 hrs	0 hrs	1 hrs