

---

# PROGRAMME INGÉNIEUR

2022-2023

2e année / 3e année

---

## Option Disciplinaire Ingénierie de produits

OD IPROD

---

RESPONSABLE DU PROGRAMME

Matthieu RAUCH



INGÉNIEUR - OD IPROD

# 1er Semestre

Unité d'Enseignement	Crédits ECTS	Parcours	Acronyme	Libellé
UE 73 / 93	12	Tronc commun	CMMO CONCEPT MOMAQ USAGES	Choix des Matériaux et leur Mise en Oeuvre Conception Modélisation/Maquettage Usages
UE 74 / 94	13	Tronc commun	CONFORM P1IPROD PLANEX PROCOM RAPMA	Conformité et stabilisation de la production Projet 1 Plan d'expériences Programmation commande machines et objets Rapid Manufacturing

# 2e Semestre

---

Unité d'Enseignement	Crédits ECTS	Parcours	Acronyme	Libellé
UE 103 / 83	14	Tronc commun	DESIN HACOPG P2IPROD PROCD SYPRO	Design industriel Achats, coûts et prix Projet 2 Procédés Gestion de production

## INGÉNIEUR - OD IPROD

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

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

*Responsable(s) du cours : Jérôme FRIANT / Matthieu RAUCH*

### 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 IPROD

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

## Conception [CONCEPT]

Responsable(s) du cours : Jean-François PETIOT

### Objectifs

Présenter les différentes étapes du processus de conception de produits industriels.  
Présenter les méthodes et les outils utilisés pour la conception de produits centrée sur l'usage  
Décrire les méthodes pour l'innovation et la créativité  
Dimensionnement en conception

### 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 et DesignThinking

- 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 & Ullrich 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 IPROD

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

# Modélisation/Maquettage [MOMAQ]

*Responsable(s) du cours : Jean-Yves HASCOËT*

### Objectifs

Dans le cadre de l'Ingénierie Simultanée, cet enseignement doit permettre d'acquérir un ensemble de connaissances depuis la conception jusqu'à la réalisation d'un produit au travers du maquettage numérique.

### Plan de l'enseignement

1. Modélisation du Produit: Maquettes Numériques - Représentation d'objets - Techniques Graphiques - modélisations topologiques- Rétroconception dans la démarche CFAO - Eléments de Design Industriel et de RV
2. Développement rapide de produits : Prototypage Rapide- Fabrication Directe
3. Ingénierie des Savoir-faire: Capitaliser le savoir-faire - Systèmes CFAO avancés Intégration des contraintes de Production en Conception (DFM, DFA)- Applications « Métiers » en CFAO : Intégration des Données
4. Gestion de l'Information: Gestions des Données Techniques, - Gestion de Configuration Produit- Elements de PDM, PLM - Bases de Données, SGBD - Echanges de Données Techniques - BIM - Cloud Computing
5. Applications

### Bibliographie

Machine à commande numérique, B. MERY, Hermès - CADAM Theory and Practice, I. Zeid, Mc Graw-Hill - Surface Modeling for CadCam, BK. Choi, Elsevier - Fundamentals of Computer Integrated Manufacturing, A.L. Foston, CL Smith, T. Au, Prentice Hall - La CFAO Concevoir et produire autrement, F. Piquet, JP Poitou, JC Tass, Nathan - NC Machine Programming and Software Design, CH Chang, MA Melkanoff, Prentice Hall - Note de cours et 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	10 hrs	4 hrs	16 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR - OD IPROD

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

## Usages [USAGES]

*Responsable(s) du cours : Catherine MICHEL*

### Objectifs

Comprendre le principe du design thinking  
 Comprendre les liens entre les utilisateurs, les besoins et les produits.  
 Expliquer les interdépendances entre le design et le marketing.  
 Sensibiliser les étudiants à l'importance de l'écoute des clients dans la conception des produits.  
 Présenter des méthodes et des outils pour capter la voix du client et la transformer en spécifications produits qui intègrent les besoins réels des utilisateurs.  
 Présenter les méthodes et outils utilisés dans la conception de produits : ingénierie concurrente - analyse de la valeur - théorie TRIZ  
 Développer la créativité

### Plan de l'enseignement

- Usages /Tendances
- Design Thinking
- Méthodologie de développement/Innovation
- Collaboration
- Prototypage/Test/Validation

### Bibliographie

G.Delafoillie Analyse de la valeur,  
 C.Petitdemange Créer et Développer vos produits,

### 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	20 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs



## INGÉNIEUR - OD IPROD

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

# Conformité et stabilisation de la production [CONFORM]

*Responsable(s) du cours : Hervé THOMAS*

### 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 IPROD

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

## Projet 1 [P1IPROD]

*Responsable(s) du cours : Matthieu RAUCH*

### 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 IPROD

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

## Plan d'expériences [PLANEX]

Responsable(s) du cours : Jean-François PETIOT

### 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: 2k

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: 2k-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  
 Dreesbeke 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 IPROD

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

# Programmation commande machines et objets [PROCOM]

*Responsable(s) du cours : Matthieu RAUCH*

### Objectifs

Concevoir et intégrer commandes et aspects mécatroniques dans la développement des produits.  
Introduction aux objets connectés

### Plan de l'enseignement

Rappels sur les architecture réseaux, capteurs et principes mécatroniques, (CM)  
Programmation de cartes électroniques, réalisation de systèmes capteurs/carte (TD, TP)  
Microprojets sur cas d'usages de commande et contrôle

### Bibliographie

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

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

## INGÉNIEUR - OD IPROD

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

### Rapid Manufacturing [RAPMA]

*Responsable(s) du cours : Jean-Yves HASCOËT*

#### Objectifs

Proposer les méthodes et outils à mettre en oeuvre dans le cadre d'une Fabrication Assistée par Ordinateurs pour différents procédés innovants

#### 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 Directe, 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 IPROD

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

# Design industriel [DESIN]

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

### 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 :

Eléments 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. Eléments 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 IPROD

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

# Achats, coûts et prix [HACOPG]

*Responsable(s) du cours : Catherine MICHEL*

### Objectifs

Maîtriser la dimension économique liée à l'activité de l'entreprise dans la chaîne de valeur

### Plan de l'enseignement

Achat  
Costing  
Pricing  
Négociations

### 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	22 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs



## INGÉNIEUR - OD IPROD

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

### Projet 2 [P2IPROD]

*Responsable(s) du cours : Matthieu RAUCH*

#### 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 IPROD

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

### Procédés [PROCD]

*Responsable(s) du cours : Jérôme FRIANT*

#### 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 IPROD

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

# Gestion de production [SYPRO]

Responsable(s) du cours : Hervé THOMAS

### Objectifs

Connaître les principaux types de production d'un produit depuis sa conception jusqu'à la livraison. Comprendre les contraintes normatives et réglementaires, les organisations des entreprises pour gérer les flux et l'optimisation de la production (des besoins jusqu'à l'implantation d'atelier).

### Plan de l'enseignement

- La production et les flux
- La prévision de la demande, la gestion des stocks et des données techniques
- Les besoins, capacité, charges
- Optimisation des flux : Implantation d'atelier, simulation des flux

### 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	16 hrs	8 hrs	0 hrs	0 hrs