

## Ingénierie de la Production (IP)

Enseignements de mineure		
Modules	Semestre	Volume horaire (h)
Fondamentaux de Gestion de Production	1	30
Logistique - Données techniques	1/2	20
Usine Numérique	2	20
Production et développement durable	3	20
Méthodes et outils de la qualité	3	30
Enseignements de majeure		
Simulation et dimensionnement	2/4	20
Calculs de coûts	2/4	10
Planification-ordonnancement	2/4	30
Sûreté de fonctionnement et maintenance	2/4	30
Projet d'industrialisation	2/4	10

La spécialité Ingénierie de la Production a pour objectif de former aux techniques avancées d'amélioration de la performance industrielle dans les domaines de la conception de produits et de la chaîne logistique pour la production de biens en prenant en compte la donnée environnementale.

## Fondamentaux de Gestion de Production

**Objectifs du module :** Le module doit permettre à l'étudiant d'avoir une vision globale et transversale du système économique et fonctionnel de l'entreprise. À l'issue du module, l'étudiant est capable de répondre à la question suivante : *Comment l'outil industriel peut-il être optimisé afin de contribuer au mieux à la rentabilité et la réactivité de l'entreprise ?*

**Compétences visées :**

- Cartographier un processus (Représenter les boucles de pilotage)
- Délimiter un périmètre de projet d'amélioration
- Mesurer la performance d'un processus de délivrance de produits ou de services
- Caractériser un système de production

**Contenus :**

Description du système économique et fonctionnel de l'entreprise  
Description des objectifs, méthodes de production et moyens à mettre en œuvre

**Mots clés :** outil de production, Flux, charge, capacité, délais, cartographie

## Logistique - Données techniques

**Objectifs du module :**

À l'issue du module, l'étudiant doit être capable de :

- Mettre en place un système de données techniques cohérent pour l'organisation d'une production.
- Cartographier un processus de production, mettre en évidence les boucles de pilotage.
- Analyser les performances d'un système de production.

**Compétences visées :**

- Définir les informations et modes de récupérations de celles-ci pour pouvoir évaluer la pertinence et l'efficacité de la planification
- Organiser la gestion des articles (allotissement, référencement, adressage, rotation...)
- Caractériser les flux de production (taille de lot, mode de circulation...) et le dispositif de gestion (technique de pilotage des flux) et de suivi
- Mettre en œuvre les techniques de pilotage de flux (flux poussés, tirés, tendus, régulés et séquencés...)
- Identifier et classer des données techniques

**Contenus :**

- Codification et catégories des articles
- Les différents types de nomenclatures
- Centre de charge, poste de charge et poste de travail
- Les gammes et leurs données

- Organisation du processus de production avec les gammes et les nomenclatures, dans un objectif de satisfaction client
- Débit, cadence, rendement d'un processus de production, notion de productivité et flexibilité
- Optimisation des flux, gestion des goulets d'étranglement et des postes critiques
- Temps opératoires, temps de cycle de production

**Mots clés :** Gamme, nomenclature, article

## Usine Numérique

**Objectifs du module :** Au terme de ce module, l'étudiant connaît le fonctionnement des outils numériques (capteurs, réseaux de communication, etc.) qui équipent un atelier, une ligne de production automatisée.

**Compétences visées :**

- concevoir des outils de pilotage, de contrôle et de diagnostic qui s'appuient sur les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC).
- Mettre en œuvre des matériels et logiciels pour diagnostiquer en temps réel les performances ou contre-performance des équipements.
- Proposer des modes de production sophistiqués qui repensent l'interface et la collaboration homme-machine
- Proposer des outils de production reconfigurables
- Concevoir une ligne de production dans laquelle les équipements matériels sont pilotés par des systèmes logiciels embarqués, interconnectés et auto-adaptatifs.

**Contenus :** Les thèmes étudiés seront ceux liés aux systèmes cyber-physiques installés sur les lignes de production dans lesquelles les équipements matériels sont pilotés par des systèmes logiciels embarqués, interconnectés et auto-adaptatifs

**Mots clés :** Système cyber-physique, capteur, réseau de communication, automatisme, logiciel embarqué, diagnostic intelligent, aide à la décision, production reconfigurable

## Production et développement durable

**Objectifs du module :**

Il s'agit de donner aux étudiants les clés afin qu'ils soient capables d'optimiser la consommation énergétique des procédés industriels pour un développement durable. En effet, l'optimisation des procédés industriels joue un rôle de premier plan dans la lutte contre le changement climatique et dans la protection de l'environnement.

**Compétences visées :**

- concevoir des solutions à haute valeur ajoutée pour les industriels
- spécifier de nouveaux équipements pour les industriels
- mettre au point des technologies respectueuses de l'environnement.

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proposer l'usage d'énergie alternative ou recyclable dans un atelier de production tout en minimisant les émissions polluantes et les rejets</li> </ul>
<p><b>Contenus :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>L'éco-conception</i> des procédés et équipements, pour des équipements et des usines conciliant performances industrielle et environnementale. Cette démarche s'appuie sur des méthodes d'analyse quantitative de l'impact environnemental généré par une technologie, et mobilise les équipes autour de la recherche de la meilleure combinaison entre performance environnementale, facilité d'utilisation et coût d'opération minimal, tout en maintenant une qualité du produit fini optimale.</li> <li>• <i>La récupération d'énergie</i>, pour des usines sans perte d'énergie qui ne soit pas valorisée. Il s'agit de minimiser les pertes, en réutilisant autant que possible cette énergie à l'intérieur du procédé. Lorsque cette recherche d'efficacité énergétique interne atteint sa limite, une solution de valorisation externe peut être conçue, par exemple en convertissant la chaleur en électricité ou en l'acheminant jusqu'à une usine voisine.</li> <li>• <i>Le stockage d'énergie</i>, pour des usines plus flexibles, capables de moduler leur niveau de charge et de s'adapter à des approvisionnements énergétiques fluctuants.</li> </ul>
<p><b>Mots clés :</b> Développement durable, éco-conception, efficacité énergétique, énergie renouvelable, récupération d'énergie, stockage d'énergie</p>

<b>Méthodes et outils de la qualité</b>
<p><b>Objectifs du module :</b></p> <p>À l'issue du module, l'étudiant doit être capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Participer à la construction d'un Système de management de la qualité</li> <li>- Identifier et décrire les processus et les objectifs</li> <li>- Améliorer les processus</li> <li>- Participer à la conduite d'un chantier d'amélioration de la performance de type Lean ou Six Sigma</li> </ul>
<p><b>Compétences visées :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyser les dysfonctionnements</li> <li>- Améliorer et conduire la démarche de progrès</li> <li>- Mettre en œuvre les principes du Lean</li> <li>- Mesurer les résultats obtenus, résoudre les problèmes</li> <li>- Évaluer les gains et les coûts, mesurer la rentabilité du projet</li> <li>- Stabiliser et mettre sous contrôle le résultat obtenu</li> </ul>
<p><b>Contenus :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Indicateurs et tableaux de bord</li> <li>- Amélioration continue</li> <li>- Cartographie</li> <li>- Evaluations</li> </ul>

- Structure documentaire et gestion des données
- Créativité et démarche
- Référentiels et Système de management de la qualité
- Principes du Lean
- Définition du contexte, des enjeux et du périmètre d'action d'un chantier Lean 6 sigma
- Cartographie des flux (VSM), mesure du lead time et analyse quantitative du terrain (GEMBA)
- Analyse des dysfonctionnements et des causes racines
- Amélioration des délais : Mettre en flux et tendre les flux avec le juste nécessaire, production au Takt Time (production régulée et séquencée), réalisation du one piece flow, réduire le lead time
- Amélioration de la qualité : fiabiliser les moyens, maîtriser les processus, mettre en place des bonnes pratiques et des standards, faire de l'autocontrôle
- Réduction des coûts : réduire les gaspillages, gérer la variabilité et les aléas, optimiser les moyens, améliorer la prise de décisions (management visuel, signal d'appel, entraide et polyvalence ...)
- Amélioration de l'hygiène, la sécurité et les conditions de travail et de l'environnement

**Mots clés** : Lean, six sigma, production agile, lead time, Takt Time

## Simulation et dimensionnement

### Compétences visées :

- savoir prendre une décision au sein du pilotage d'atelier de production
- mesurer les conséquences d'un événement venant d'apparaître.
- aider à la prise de décision en simulant en accéléré plusieurs scénarii de correction, afin de limiter les conséquences d'un événement critique.

### Contenus :

Le potentiel de la simulation est très vaste car elle est applicable à tous les flux de l'industrie et même des services. Dans ce cours, nous expliquons que le logiciel de simulation est utilisé en phase de conception ou d'amélioration des ateliers pour dimensionner les capacités des stocks et files d'attente, pour tester des règles de fonctionnement, pour identifier les goulots d'étranglement, pour mesurer l'influence des perturbations, etc.

La simulation de flux peut également être utilisée en phase d'exploitation, en complément d'outils de planification ou d'ordonnancement pour, par exemple, estimer des délais. Elle permet aussi de déterminer les valeurs optimales des paramètres de pilotage à appliquer au système de production avant de lancer l'exécution en couplant au modèle de simulation un algorithme d'optimisation.

La simulation sera appliquée en ligne, c'est-à-dire connectée au système réel. L'intérêt est d'avoir un outil d'aide à la décision centré sur le pilotage d'atelier par rapport à des événements se produisant en temps réel et pour un horizon à très court terme. Cette simulation en ligne permet d'analyser et de comparer plusieurs scénarii du système de production, notamment à partir d'événements comme l'apparition d'une panne, l'arrivée d'une commande urgente.

Outre la théorie des files d'attente, la gestion accès réseaux/serveurs, les lan stratégiques et hiérarchiques et commercial, la prospection, les étudiants travaillent avec WITNESS, un outil de simulation pour dimensionner les files d'attente.

**Mots clés :** Simulation, conception/amélioration d'ateliers

## Calculs de coûts

### Objectifs du module :

À l'issue du module, l'étudiant doit être capable de :

- Appréhender la notion de coûts,
- Calculer les coûts de revient,
- Analyser la structure des coûts.

### Compétences visées :

- Evaluer et chiffrer les coûts et temps de fabrication, déterminer les standards de prix et les devis
- Gérer les coûts de production et les coûts d'obtention de la qualité
- Évaluer les gains et les coûts, mesurer la rentabilité du projet

### Contenus :

- Passage de la notion de charges à la notion de coûts
- Méthode des coûts complets : charges directes, charges indirectes, unité d'œuvre
- Méthode des coûts partiels
- Analyse de la structure des coûts
- Analyse critique des méthodes traditionnelles

**Mots clés :** Coûts, coûts complets, coûts partiels

## Planification - ordonnancement

### Objectifs du module :

À l'issue du module, l'étudiant doit être capable de :

- Planifier la production en fonction des différents niveaux de décisions
- Ajuster les moyens de production en fonction de la charge
- Déterminer l'ordre de passage des ordres de fabrication,
- Élaborer un planning de production et mesurer sa performance

### Compétences visées :

- Choisir les horizons et périodes de planification
- Planifier (déterminer une adéquation charge/capacité) les activités industrielles et de service en évaluant les répercussions en termes de coût et d'impact sur l'environnement
- Faire évoluer la méthode de planification en fonction des flux, délais, approvisionnement...
- Identifier les besoins des clients et des parties prenantes
- Déterminer, représenter et communiquer l'ordre de traitement des commandes (séquencer, jalonner ou ordonnancer)
- Effectuer le lancement des activités et des documents de production

### Contenus :

Programme Directeur de Production (PDP) ; Typologies de PDP ; Horizons et zone de gestion ; Disponible à vendre, consommation des prévisions ; Mesure des performances du PDP ; Définition des types d'ateliers et des rendements, capacités des postes de travail, postes de charge ; Détermination des séquences d'ordonnancement avec des méthodes d'ordonnancement simples ; Jalonnement au plus tôt et au plus tard, chevauchement, fractionnement ; Réalisation de plannings de Gantt ; Ordonnancement par les goulets et optimisation ; Évaluation de la performance d'un planning et prise de décision ; Évolution du planning en fonction des aléas

**Mots clés :** Suivi et Pilotage, Planification, Programme Directeur de Production, Lancement

## Sûreté de fonctionnement et maintenance

### Objectifs du module :

À l'issue du module, l'étudiant doit être capable de :

- Evaluer la disponibilité des moyens de production,
- Identifier les ressources critiques et les postes goulot en production,
- Connaître les différents niveaux et politiques de maintenance.

### Compétences visées :

- Diagnostiquer l'efficacité des postes de travail et définir des plans d'actions pour maintenir les ressources en état de bon fonctionnement.
- Définir et planifier les actions curatives, correctives, préventives et vérifier la mise en œuvre pour l'amélioration du système
- Contrôler l'état et la conformité des moyens de production par rapport aux caractéristiques prévues (productivité, qualité...) et évaluer les taux de disponibilité, qualité et performance des ressources et identifier les dysfonctionnements
- Identifier les causes de manque de disponibilité, qualité, performance
- Conseiller et prescrire des solutions techniques curatives, préventives ou d'amélioration des équipements

### Contenus :

- Les arbres de défaillances
- Fiabilité prévisionnelle et opérationnelle
- Essais et tests en fiabilité
- Analyse préliminaire des risques
- Retour d'expérience, traitement et analyse des données

**Mots clés :** Sûreté de fonctionnement, AMDEC, Maintenance

## Projet d'industrialisation

### Objectifs du module :

L'objectif de ce module est d'apprendre à concevoir un atelier de production et d'en organiser la montée en charge (ramp up) dans le cadre d'un projet d'industrialisation. Il s'agit de designer l'implantation de l'atelier ainsi que le dispositif organisationnel associé. L'approche est pluri-disciplinaire car elle intègre des objectifs de qualité, d'efficacité, de pérennité environnementale, sociale et ergonomique et d'apprentissages organisationnels.

Le cours s'organise autour des grandes étapes du design d'atelier : implantation physique et choix technologiques, définition et conception des postes de travail, calculs temps et des rotations, gestion des interfaces et des flux, conception des postes supports et des dispositifs d'apprentissage, montée en cadence.

Le module articule des temps de cours, des temps de conception et de simulation et des temps de retour d'expérience.

**Compétences visées :** concevoir un atelier de production durable

**Contenus :**

Implantation physique et choix technologiques  
Etude des données sociologiques, économiques, environnementales et techniques initiales  
Définition des grandes zones de l'atelier et des relations fonctionnelles entre elles  
Définition de la division du travail et choix technologiques associés (division horizontale et verticale ; travail unitaire/degré de division du travail ; process manuel/semi-automatisés/automatisés ; degré de flexibilité de l'implantation)  
Choix du type de production (one piece flow / batch)  
Schéma global de flux

Conception des interfaces  
Distribution des tâches et équilibrage des postes  
Dispositif qualité 1 : définition des contrôles  
Détermination des temps  
Gestion des files d'attente  
Bilan environnemental

Conception des postes  
Conception détaillée des tâches et des compétences pour tous les postes  
Définition détaillée des aires de stockage

Dispositif organisationnel de pilotage et d'apprentissage  
Dispositif qualité 2 (amélioration continue) et boucles d'apprentissage