

MINISTÈRE DE  
L'ÉDUCATION NATIONALE

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT SCOLAIRE

Bureau du partenariat avec le monde professionnel  
et des commissions professionnelles consultatives  
DESCO A5

*sections de techniciens supérieurs*

# ***CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS***

ÉDITION SEPTEMBRE 1997

MINISTÈRE DE  
L'ÉDUCATION NATIONALE

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT SCOLAIRE

Bureau du partenariat avec le monde professionnel  
et des commissions professionnelles consultatives  
DESCO A5

*sections de techniciens supérieurs*

# ***CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS***

DESCO A5  
142, rue du Bac  
75357 PARIS SP 07

Téléphone 01 55 55 17 04  
Télécopie 01 45 48 44 01

ISBN 2-11-090092-X

## ***PRÉFACE***

Le corollaire à la mise en place des mesures de déconcentration et de décentralisation est le renforcement nécessaire des missions de conseil et d'expertise assumées, dans le domaine des équipements des établissements, par l'administration centrale de l'éducation nationale. Ce renforcement est illustré notamment par l'élaboration de guides d'équipements conseillés, qui constituent des documents de référence et des outils d'aide à la décision à l'intention des responsables rectoraux, mais aussi, et à leur appréciation, des représentants des régions soucieux de disposer d'éléments de réponse aux attentes qu'ils expriment assez fréquemment à cet égard.

Leur réalisation en étroite concertation avec l'inspection générale de l'éducation nationale, au sein de commissions composées de spécialistes du domaine concerné, constitue une démarche exemplaire ; elle permet en effet la mise en relation rationnelle de l'ensemble des dimensions qui régissent l'installation des équipements et des locaux : dimensions pédagogique, technologique et économique, sans oublier les questions essentielles d'hygiène et de sécurité.

L'élaboration et la publication du présent guide, relatif à la formation dispensée dans les **sections de techniciens supérieurs CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS** s'inscrivent par conséquent dans ce contexte nouveau où la fonction de conseil du ministère de l'éducation nationale, de la recherche et de la technologie se doit d'être assumée de façon satisfaisante dans le domaine de l'équipement pédagogique.

Les indications apportées par le présent document sont exhaustives, car elles décrivent l'ensemble des équipements souhaitables en cas d'implantation nouvelle **de sections de techniciens supérieurs CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS**. Toutefois, leur portée doit être bien précisée : en effet, si aucun des matériels n'est assurément superflu, il ne s'agit pas, pour autant, de se placer dans une logique de "tout ou rien". **Il est donc indispensable de prendre en compte l'existant** présentant des caractéristiques similaires, notamment dans les domaines de l'informatique et des machines. Ces dernières devront être en conformité avec les dispositions de la réglementation de sécurité qui leur est applicable.

Quant aux recommandations relatives aux locaux, ce guide ne prétend pas proposer des solutions universelles, qui apparaîtraient comme seules valablement envisageables : telle ou telle approche peut parfaitement être retenue, en fonction des considérations architecturales prévalant pour la construction ou l'aménagement d'un établissement donné. Il conviendra néanmoins de ménager, autour des postes de travail, des zones de circulation et d'intervention garantissant des conditions de travail et de sécurité optimales, conformément à la législation en vigueur.

Les utilisateurs de ce guide sont enfin vivement encouragés à faire part à la direction des lycées et collèges de toutes les remarques qui peuvent être de nature à améliorer la qualité du document et à faire progresser la réflexion sur les questions d'équipement pédagogique.

Alain BOISSINOT

Directeur des lycées et collèges

***Ce guide a été élaboré par :***

<b>Michel AUBLIN</b>	<i>Inspecteur général groupe des sciences et techniques industrielles</i>
<b>Sylvain MARCACCI</b>	<i>Inspecteur pédagogique régional Inspecteur d'académie</i>
<b>Christian PATOZ</b>	<i>Inspecteur pédagogique régional Inspecteur d'académie</i>
<b>Michel SAINT VENANT</b>	<i>Inspecteur pédagogique régional Inspecteur d'académie</i>
<b>Bernard GILABERT</b>	<i>Chef de travaux</i>
<b>Daniel PRIEST</b>	<i>Chef de travaux</i>
<b>Hervé CASPANI</b>	<i>Professeur</i>
<b>Jacques DAURES</b>	<i>Professeur</i>
<b>Jean-Pierre FABRE</b>	<i>Professeur</i>
<b>Jean-Paul JOLIE</b>	<i>Professeur</i>
<b>Claude MURET</b>	<i>Professeur</i>
<b>et</b>	
<b>Christian WALENTEK</b>	<i>Section technique - DLC C3</i>

# SOMMAIRE

---

<b>Chapitre 1 :</b> Utilisation, Objectif du guide	pages 2 à 3
<b>Chapitre 2 :</b> Locaux	pages 4 à 8
<b>Chapitre 3 :</b> Structure pédagogique	pages 9 à 16
<b>Chapitre 4 :</b> Aménagement des locaux	pages 17 à 27
<b>Chapitre 5 :</b> Recommandations pour la mise en œuvre des travaux pratiques de construction et de mécanique	pages 28 à 34
<b>Chapitre 6 :</b> Recommandations pour la mise en œuvre des travaux pratiques d'industrialisation des produits	pages 35 à 40

# CHAPITRE 1 : UTILISATION OBJECTIF

---

## 1. Utilisation du guide

Ce guide s'adresse à toutes les personnes intervenant dans la définition, la mise en œuvre et le financement des équipements pour l'enseignement professionnel dans les sections de Techniciens Supérieurs Conception de Produits Industriels :

- \* instances régionales et rectores,
- \* architectes chargés de la construction de nouveaux établissements ou de la restructuration d'anciens,
- \* équipes pédagogiques d'établissements chargées de choisir les équipements.

Le tableau récapitulatif ci-après indique à chacun des acteurs les parties qui le concernent particulièrement.

PARTIES	Région, Rectorat	Architecte	Equipe Pédagogique
<b>Chapitre 1</b> Utilisation et Objectif	<b>X</b>		
<b>Chapitres 2 et 4</b> Aménagements et équipements des locaux	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Chapitre 3</b> Structure pédagogique	<b>X</b>		<b>X</b>
<b>Chapitre 5</b> Recommandations pour la mise en œuvre des travaux pratiques de construction et de mécanique	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Chapitre 6</b> Recommandations pour la mise en œuvre des travaux pratiques d'industrialisation de produits	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

## 2. Objectif du guide d'équipement

Ce guide permet de trouver des renseignements précis sur :

- \* les caractéristiques des locaux à construire ou à restructurer,
- \* les équipements souhaitables lors de la création de sections de Techniciens Supérieurs Conception de Produits Industriels..

Il s'adresse aussi **aux responsables pédagogiques**. Il doit leur permettre, en relation avec les décideurs régionaux et rectoraux, et compte tenu des objectifs de formation, de parvenir à une meilleure définition des besoins en équipement.

Ce guide présente donc un certain nombre d'**informations**, de **conseils techniques et pédagogiques** que chacun devra **adapter aux situations locales** afin de servir au mieux l'intérêt des étudiants.

Son but est d'aider à une **bonne implantation du site**, dans une démarche réfléchie et dynamique, et non de figer une situation dans un cadre trop rigide.

## CHAPITRE 2 : LOCAUX

---

### 1. Caractéristiques générales des locaux

Pour une section de Techniciens Supérieurs Conception de Produits Industriels de première et deuxième année, l'espace nécessaire à l'enseignement professionnel se répartit en six secteurs :

- \* **Une salle de conception et d'analyse de produits industriels** de 110 à 120 m<sup>2</sup>,
- \* **Un laboratoire de conception et d'expérimentation de produits industriels** de 150 à 160 m<sup>2</sup>,
- \* **Une salle de communication et documentation** de 30 à 40 m<sup>2</sup>,
- \* **Un laboratoire d'automatismes industriels**,  
Ce laboratoire est un des lieux d'enseignement de l'automatisme et de l'informatique industrielle de l'établissement dont les créneaux horaires sont rendus disponibles pour les STS CPI.
- \* **Des espaces d'étude et d'expérimentation des procédés d'industrialisation**,
- \* **Une salle de cours et de travaux dirigés** équipée d'un environnement multimédia est disponible pour partie du temps à d'autres sections de l'établissement.

En supplément des six secteurs précédemment définis il convient de prévoir :

**Une salle de préparation et de rangement** de 30 à 40 m<sup>2</sup>, qui est réservée aux professeurs enseignant dans ces sections.

Elle doit permettre :

- de gérer les flux informationnels (informatique, téléphone)
- la mise au point des travaux pratiques.



## 2. Second œuvre

**Il est conseillé de prendre en compte les spécifications ci-après pour la salle de conception et d'analyse de produits industriels, le laboratoire de conception et d'expérimentation de produits industriels ainsi que pour les deux salles de "communication-documentation" et de "préparation-rangement".**

### ■ PLANCHER :

Les planchers doivent pouvoir supporter une charge n'excédant pas 3 kN/m<sup>2</sup>.

### ■ SOLS :

Le revêtement des sols devra être fiable et assurer une bonne tenue dans le temps. Il devra répondre aux critères suivants :

- \* être antipoussière, antistatique, ceci pour ne pas perturber le bon fonctionnement des appareillages de mesures, de calculs, de simulations utilisés dans la formation.

- \* permettre l'amélioration acoustique.

- \* résister aux chocs...

Certains produits du type dalles thermoplastiques traitées répondent aux critères définis ci-dessus.

### ■ MURS :

Les murs seront traités pour :

- \* permettre l'amélioration acoustique,

- \* favoriser l'éclairage naturel.

### ■ PLAFONDS :

Les locaux seront équipés d'un faux-plafond facilement démontable et remontable plusieurs fois de suite sans dégâts apparents. L'espace entre plafond et faux-plafond sera réservé à la distribution des fluides et énergies. Cette distribution devra rester flexible pour permettre le réaménagement des zones d'activités dans le temps.

Si la structure du gros œuvre nécessite des retombées de poutres, des réservations seront prévues pour le passage des fluides et énergies afin de pouvoir alimenter tous points des secteurs d'activité.

### ■ ACCES :

La largeur de passage de la porte d'accès sera de 0,90 m pour permettre l'accueil des handicapés ; la deuxième porte sera à double battant pour permettre le passage de matériels ou supports encombrants.

### 3. Equipement technique

La distribution des fluides et énergies se fera à partir du local de préparation et rangement. L'ensemble du matériel de distribution, de protection etc... sera rassemblé dans des armoires spécifiques.

**Il est conseillé de prendre en compte les spécifications ci-après pour la salle de conception et d'analyse de produits industriels, le laboratoire de conception et d'expérimentation de produits industriels ainsi que les deux salles de "communication-documentation" et de "préparation-rangement".**

#### ■ ECLAIRAGES:

Naturel : prévoir la possibilité d'occultation.

Artificiel : le niveau d'éclairage est de 400 lux nominal au niveau des postes de manipulation.

Néanmoins, certaines zones nécessitent un niveau d'éclairage réduit 200 lux notamment le travail sur poste informatique.

Pour permettre la flexibilité de ces zones d'activités les points lumineux seront regroupés en 3 ou 4 travées. Ces travées seront pilotées individuellement au niveau de l'armoire centrale par un variateur.

#### ■ ELECTRICITÉ:

L'alimentation des différents postes de travail sera assurée en 230 volts.

La puissance totale installée sera de l'ordre de 15 kW.

Les circuits seront protégés par un disjoncteur différentiel de 30 mA.

Un disjoncteur différentiel de 300 mA retardé protégera l'ensemble des circuits.

Pour l'alimentation des différents postes de travail en 230 volts monophasés, l'équipement électrique doit comprendre :

- dans la salle de conception et d'analyse de produits industriels :
  - . 1 bloc de 4 prises
- dans le laboratoire de conception et d'expérimentation de produits industriels :
  - . 8 blocs de 4 prises
- dans la salle de réparation et de rangement :
  - . 2 blocs de 4 prises

Pour l'alimentation des différents postes informatiques en 230 volts monophasés, l'équipement électrique doit comprendre :

- dans la salle de conception et d'analyse de produits industriels :
  - . 9 blocs de 4 prises
- dans le laboratoire de conception et d'expérimentation de produits industriels :
  - . 16 blocs de 4 prises
- dans la salle de communication et documentation :
  - . 2 blocs de 4 prises
- dans la salle de préparation et de rangement :
  - . 1 bloc de 4 prises

Les circuits d'alimentation des postes informatiques sont autonomes et protégés par alimentation sans interruption.

Une extension possible de 30 % sera prévue dans l'armoire centrale.

L'ensemble des câbles d'alimentation circulera en faux-plafond pour descendre au droit des postes de travail en plinthes murales ou en colonnes pour les postes informatiques.

#### ■ TÉLÉPHONE :

Une ligne téléphonique (RNIS) avec 2 prises RJ45 sera prévue pour :

- un accès direct au téléphone et télécopie
- un accès via un modem, au réseau interconnecté type internet.

#### ■ AIR COMPRIMÉ :

Sauf dans un établissement comportant une installation générale, un compresseur de petite capacité en assurera la production. Il sera placé dans un local dédié avec une alimentation et une protection individuelle. Selon le matériel installé, une attention particulière sera portée sur le traitement du bruit.

La distribution du fluide sera rigide du local dédié jusqu'au laboratoire de conception et d'expérimentation de produits industriels ainsi qu'à la salle de préparation rangement, deux ou trois départs seront en attente en faux-plafond.

#### ■ POINT D'EAU :

Un point d'eau en 12/14 et vanne d'arrêt avec évacuation et siphon seront prévus dans le laboratoire et la salle de conception ainsi que dans la salle de préparation et de rangement.

#### ■ VENTILATION :

Il est recommandé de mettre à disposition des utilisateurs la possibilité d'assurer un renouvellement d'air par une ventilation mécanique commandée manuellement (2 à 3 fois le volume par heure).

#### ■ PROTECTION :

\* **Des personnes :** Outre les protections électriques pour chaque circuit, un extincteur pour installation électrique sera placé dans chaque salle ou laboratoire. Un arrêt de sécurité à déverrouillage par clé sera placé sur l'armoire électrique et un autre dans chaque laboratoire à proximité d'une porte .

\* **Des biens :** En raison de la présence de matériels coûteux et fragiles, on prévoira la protection contre l'effraction.

Les dispositifs de protection seront en conformité aux normes en vigueur.

#### ■ CHAUFFAGE, CLIMATISATION :

Sont exclus tous émetteurs faisant du bruit (Aérotherme, Ventiloconvecteur...). Des dispositions seront prises afin que la température puisse être régulée de façon à éviter des pointes excédant 28 °C dues à l'utilisation des postes informatiques en continu (salle de conception et d'analyse de produits industriels et laboratoire de conception et d'expérimentation de produits industriels).

*Nota : Toutes les spécifications doivent s'inscrire dans le strict respect des normes et de la réglementation en vigueur.*

## 4. Etat des locaux

Les locaux sont livrés par le maître d'œuvre dans la configuration suivante :

■ **SALLE DE CONCEPTION ET D'ANALYSE DE PRODUITS INDUSTRIELS:**

- \* Energie électrique en attente dans le faux plafond,
- \* Point d'eau et évacuation,
- \* Eclairage, sols, murs, protections conformes aux prescriptions,
- \* Air comprimé en attente dans le faux plafond.

■ **LABORATOIRE DE CONCEPTION ET D'EXPERIMENTATION DE PRODUITS INDUSTRIELS:**

- \* Energie électrique en attente dans le faux plafond,
- \* Point d'eau et évacuation,
- \* Eclairage, sols, murs, protections conformes aux prescriptions,
- \* Air comprimé.

■ **SALLE DE COMMUNICATION ET DE DOCUMENTATION:**

- \* Energie électrique en attente dans le faux plafond,
- \* Ligne téléphonique,
- \* Eclairage, sols, murs, protections conformes aux prescriptions.

■ **SALLE DE PRÉPARATION ET DE RANGEMENT:**

- \* Armoire électrique,
- \* Armoire téléphone,
- \* Ligne téléphonique (RNIS),
- \* Point d'eau et évacuation,
- \* Air comprimé.

## CHAPITRE 3 : STRUCTURE PEDAGOGIQUE

---

### 1. Objectifs généraux

Le Technicien Supérieur Conception de Produits Industriels peut participer à des activités liées aux fonctions suivantes :

- Fonction RECHERCHE ET INNOVATION : collecter, organiser et élaborer les informations relatives à la compétitivité du produit.
- Fonction ETUDE : concevoir et définir un ensemble à forte composante mécanique.
- Fonction INDUSTRIALISATION : intégrer, dans l'étude, les contraintes de fabrication et de production afin d'optimiser le produit à définir.
- Fonction GESTION DES RESSOURCES HUMAINES : garantir l'efficacité d'un groupe en composant au mieux l'information, la communication et la formation.
- Fonction SUIVI DE PRODUIT : assurer la satisfaction du client dès la mise en service du produit.

**L'enseignement professionnel** vise la compréhension et l'appropriation des **démarches, des méthodes et des connaissances** liées à la **conception de produits industriels**.

L'acquisition des **codes et des langages** de la communication technique internationale est un des éléments caractéristiques de cette formation.

Les **activités** proposées aux étudiants reposent essentiellement sur :

- la conception, l'industrialisation, le suivi de produits industriels,
- l'étude et le comportement de produits pluritechniques à forte composante mécanique,
- les techniques de communication,
- le suivi d'affaires.
- la vie dans l'entreprise,

## 2. L'enseignement professionnel

### ■ ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT :

La formation professionnelle des étudiants, d'une durée de deux ans, comprend trois grandes parties :

#### 1 L'enseignement qui repose sur :

- des cours qui permettent soit d'élaborer des synthèses structurant les connaissances abordées lors des travaux pratiques soit d'acquérir les concepts de base et les connaissances préalables à des travaux pratiques ou des travaux dirigés ,
- des travaux dirigés,
- des travaux pratiques qui, par l'approche concrète qu'ils proposent, permettent des apprentissages fondamentaux à travers des activités diversifiées en développant l'autonomie, l'initiative, le sens critique.

#### 2 Le stage en entreprise :

Le stage en entreprise contribue à la formation et à l'insertion sociale et professionnelle. Au travers des activités qui lui sont confiées, le stagiaire doit prendre la mesure des réalités techniques et économiques de l'industrie et appréhender les divers aspects du fonctionnement de l'entreprise. Les activités relèvent de la conception et/ou de l'industrialisation des produits conformément au référentiel des activités professionnelles.

**3 Le projet support de l'épreuve professionnelle de synthèse** est un élément structurant de la formation. C'est aussi une préparation de l'étudiant à l'autonomie de réflexion et d'action dans le cadre des activités professionnelles.

### ■ REPARTITION DE L'ENSEIGNEMENT :

L'enseignement professionnel comporte :

\* 22 heures hebdomadaires d'enseignement en première année et en deuxième année comprenant :

- un enseignement de conception de produits industriels intégrant l'étude des solutions constructives ( construction mécanique) et la mécanique appliquée au champ industriel,
- un enseignement d'industrialisation des produits,
- un enseignement d'automatismes industriels.

Le découpage horaire est le suivant :

**1ère année de BTS CPI**

ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL		COURS	TD	TP
Conception de produits industriels	<b>S61</b> construction mécanique	56	56	168
	<b>S62</b> mécanique appliquée	84	28	56
Industrialisation des produits		56	0	56
Automatismes industriels		28	0	28
TOTAL pour 28 semaines		224	84	308

**2ème année de BTSCPI**

ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL		COURS	TD	TP
Conception de produits industriels	<b>S61</b> construction mécanique	60	0	300
	<b>S62</b> mécanique appliquée	60	60	0
Industrialisation des produits		30	0	90
Automatismes industriels		30	0	30
TOTAL pour 30 semaines		180	60	420

**RECOMMANDATIONS:**

Pour en assurer la cohérence, l'enseignement de conception de produits industriels est confié, pendant toute la durée de l'année scolaire à deux professeurs de construction pour une division complète de Techniciens Supérieurs C.P.I.

L'enseignement des travaux pratiques d'atelier, des travaux dirigés ou travaux pratiques de laboratoire de conception de produits industriels sera partagé par moitié entre les deux professeurs d'une même section.

Pour les cours l'un des professeurs assurera celui de construction mécanique, l'autre celui de mécanique appliquée.

*NOTA : les enseignements d'industrialisation des produits et les automatismes industriels peuvent faire l'objet de regroupement par quinzaine.*

## ■ TYPOLOGIE DES ACTIVITES

L'activité de conception des produits détermine en majeure partie les coûts et les délais de fabrication.

**Les activités peuvent être organisées soit à partir de :**

- \* **postes de travail informatiques** supportant des logiciels de conception, de calcul et de simulation,
- \* **mécanismes réels** (éventuellement appareillés), **deconstituants**, **decomposants**, **demaquettes**, **de prototypes**,
- \* **supports dédiés** à l'étude et à la vérification de phénomènes mécaniques,
- \* **moyens techniques de production** ainsi que **de contrôle** et **des outillages associés**,
- \* **systèmes de communication** (multimédia, télécopie, vidéoprojection, audiovisuel),
- \* **moyens de traitement de texte et de P.A.O.**

**L'ensemble des moyens techniques disponibles doit permettre :**

- 1- de produire l'ensemble des documents et fichiers traduisant une conception,
- 2- de vérifier des spécifications :
  - mesure des écarts éventuels entre les comportements attendus et les comportements effectivement observés de produits industriels,
  - mesure des caractéristiques de conformité au cahier des charges,
- 3- d'apprécier l'influence des paramètres mobilisés dans les modèles (en particulier informatiques) dans le cas d'une recherche d'un compromis,
- 4- de vérifier dans une démarche d'amélioration par l'expérimentation les performances des produits,
- 5- de rédiger un dossier de projet.



### 3. Organisation des activités

■ **Les activités de la salle de conception et d'analyse de produits industriels sont :**

- analyse
- conception, calcul, simulation.

Cette salle permet d'accueillir sous la responsabilité d'un professeur une demi-division de 15 étudiants travaillant individuellement ou en groupes en activités de travaux pratiques et, dans la mesure des disponibilités, les étudiants en activités libres.

■ **Le laboratoire de conception et d'expérimentation de produits industriels est organisé en 2 zones d'activités qui sont :**

- conception, calcul, simulation
- expérimentation

Ces deux zones sont regroupées pour accueillir une demi-division de 15 étudiants travaillant individuellement ou en groupes en activités de travaux pratiques et, dans la mesure des disponibilités, les étudiants en activités libres.

Remarque : Cette mise à disposition souhaitable des moyens techniques de la salle et du laboratoire de conception à des étudiants en activités libres impose des règles de fonctionnement :

- procédure(s),
- administration des postes,
- antivirus automatique,
- .....

*NOTA : lorsque l'effectif de la division sera différent de 30 étudiants, l'espace de formation sera adapté en conséquence.*

■ **Les zones d'activité pour l'enseignement de l'industrialisation de produits :**

CONTEXTE et OBJECTIFS :

L'activité de conception détermine largement les coûts et les délais de fabrication des produits. Le concepteur occupe dans cette perspective un rôle central. Pour bien jouer ce rôle éminemment pluridisciplinaire, il doit s'appuyer sur des connaissances pluritechniques. Concrètement, l'enseignement d'industrialisation des produits doit permettre à l'étudiant d'acquérir progressivement les savoirs lui permettant de trouver, en autonomie ou à l'occasion d'échanges efficaces avec un spécialiste, le meilleur compromis dans les choix : du matériau, du procédé, du processus, satisfaisant les fonctions du produit tout en prenant en compte les coûts et les moyens techniques disponibles.

Il exprime ces choix à travers les éléments de la définition du produit : dessin des formes, désignation du matériau, choix des traitements, détermination des exigences de dimensionnement et de tolérancement.

## METHODOLOGIE:

### **L'enseignement en 1ère année : construction de la base de connaissances**

Construit autour de deux problématiques cet enseignement sera conduit autour d'activités d'observation, d'analyse de produits industriels existants et de travaux pratiques d'expérimentation et de mesurage. La démarche inductive sera privilégiée.

La première problématique concerne l'architecture et la construction des systèmes à dominante mécanique avec comme intention l'accès progressif à la maîtrise des règles réagissant le choix des solutions constructives au regard de fonctions techniques définies par un cahier des charges fonctionnel. Elle impose le développement simultané d'une culture des solutions techniques et d'une culture des modèles.

La deuxième problématique concerne la relation matériau-procédé avec comme souci principal la mise en évidence de ce qui est réalisable avec un procédé donné mais également le suivi du comportement de la matière et de l'évolution de ses propriétés durant sa transformation lors de la mise en œuvre du procédé. Elle concerne également la relation procédé-processus en réponse au cahier des charges de production : pièces, séries, cadences, moyens, délais.

Il s'agira là aussi d'analyser et de justifier les écarts entre ce qui est souhaité et ce qui est obtenu afin de mieux maîtriser les limites des spécifications.

### **L'enseignement en 2ème année : Accès à l'intégration industrialisation-conception et prise de décision sur les choix.**

Un premier type d'activités pédagogiques visera une approche plus synthétique après la découverte et/ou le rappel des outils de l'intégration : CFAO, prototypage, liaison définition-fabrication-contrôle. Ces activités devront, à partir d'études de cas précis, et des cahiers des charges associés permettre à l'étudiant de définir ou de faire évoluer tout ou partie d'une solution constructive.

La préparation de l'épreuve professionnelle de synthèse constituera le terrain essentiel de la 2ème problématique de cet enseignement d'industrialisation en 2ème année. Les activités seront liées au projet et se traduiront par des recherches d'informations sur les matériaux et procédés envisagés, par des consultations de spécialistes pour la connaissance de processus particuliers, des essais éventuels sur des équipements existants ou sur des appareillages simples réalisés spécialement pour valider une forme, une spécification.

Cet enseignement dans le cadre de l'épreuve professionnelle de synthèse prendra toute sa signification lors de la préparation de la revue de faisabilité mais surtout durant la phase de définition de produit.

Afin de faciliter l'intégration industrialisation-conception il paraît judicieux d'organiser l'emploi du temps pour avoir un recouvrement de deux des trois heures de travaux pratiques d'industrialisation avec des heures de travaux pratiques de conception.

## 4. Occupation des locaux

### **Recommandation pour la construction de l'emploi du temps :**

Première règle :

en 1<sup>ère</sup> année de STS CPI :

Afin de promouvoir une stratégie de formation qui intègre l'analyse de solutions constructives sur plans industriels et l'expérimentation de produits industriels les groupes ont un fonctionnement non parallèle qui leur permet d'utiliser successivement d'une part la salle possédant outre l'équipement informatique des supports pour les plans des grands formats et d'autre part le laboratoire d'expérimentation.

en 2<sup>ème</sup> année STS CPI :

Pour l'enseignement des travaux pratiques de conception les deux groupes fonctionnent en parallèle pendant 8 heures sur les 10 heures. Pour les deux heures décalées le parallélisme s'inscrit avec l'enseignement de l'industrialisation de produits.

Deuxième règle :

En 2<sup>ème</sup> année de STS CPI l'utilisation en parallèle de la salle et du laboratoire de conception mobilise l'équipement disponible dans les deux secteurs.

L'organisation des enseignements (S6) et (S7) ci-dessous est un exemple type applicable à une filière de formation.  
Les jours choisis sont donnés à titre indicatif, l'essentiel étant les plages horaires.

### ■ Salle de conception et d'analyse de produits industriels (S6)

jours	8-9h	9-10h	10-11h	11-12h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h
<b>lundi</b>	*	*	CPI 1 TP S61 Gr A	CPI 1 TP S61 Gr A	CPI 1 TP S61 Gr A	CPI 1 TP S61 Gr A	CPI 1 TP S61 Gr A	CPI 1 TP S61 Gr A
<b>mardi</b>	CPI 1 TP S61 Gr B	CPI 1 TP S61 Gr B	CPI 1 TP S61 Gr B	CPI 1 TP S61 Gr B	CPI 1 TP S61 Gr B	CPI 1 TP S61 Gr B	*	*
<b>mercredi</b>								
<b>jeudi</b>	*	*	CPI 2 TP S61 Gr A	CPI 2 TP S61 Gr A	CPI 2 TP S61 Gr A	CPI 2 TP S61 Gr A	CPI 2 TP S61 Gr A	CPI 2 TP S61 Gr A
<b>vendredi</b>	CPI 2 TP S61 Gr B	CPI 2 TP S61 Gr B	CPI 2 TP S61 Gr B	CPI 2 TP S61 Gr B	CPI 2 TP S61 Gr B	CPI 2 TP S61 Gr B	*	*
<b>samedi</b>								

### ■ Laboratoire de conception et d'expérimentation de produits industriels (S6)

jours	8-9h	9-10h	10-11h	11-12h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h
<b>lundi</b>	*	*	*	*	CPI 2 TD S62 Gr A	CPI 2 TD S62 Gr A	CPI 1 TP S62 Gr B	CPI 1 TP S62 Gr B
<b>mardi</b>	CPI 1 TP S62 Gr A	CPI 1 TP S62 Gr A	*	*	CPI 2 TD S62 Gr B	CPI 2 TD S62 Gr B	CPI 1 TD S62 Gr A	CPI 1 TD S62 Gr B
<b>mercredi</b>	CPI 1 TD S61 Gr A	CPI 1 TD S61 Gr A	CPI 1 TD S61 Gr B	CPI 1 TD S61 Gr B				
<b>jeudi</b>					CPI 2 TP S61 Gr B	CPI 2 TP S61 Gr B	CPI 2 TP S61 Gr B	CPI 2 TP S61 Gr B
<b>vendredi</b>	CPI 2 TP S61 Gr A	CPI 2 TP S61 Gr A	CPI 2 TP S61 Gr A	CPI 2 TP S61 Gr A				
<b>samedi</b>								

### ■ Distribution de l'horaire de l'enseignement de travaux pratiques de l'industrialisation de produits (S7)

jours	8-9h	9-10h	10-11h	11-12h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h
<b>lundi</b>			CPI 1 TP S7 Gr B	CPI 1 TP S7 Gr B				
<b>mardi</b>			CPI 1 TP S7 Gr A	CPI 1 TP S7 Gr A				
<b>mercredi</b>								
<b>jeudi</b>		CPI 2 TP S7 Gr B	CPI 2 TP S7 Gr B	CPI 2 TP S7 Gr B				
<b>vendredi</b>					CPI 2 TP S7 Gr A	CPI 2 TP S7 Gr A	CPI 2 TP S7 Gr A	
<b>samedi</b>								

### ■ Distribution de l'horaire de cours (S61 ; S62 ; S7)

jours	8-9h	9-10h	10-11h	11-12h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h
<b>lundi</b>	CPI 1 cours S61	CPI 1 cours S61	CPI 2 cours S62	CPI 2 cours S62				
<b>mardi</b>			CPI 2 cours S61	CPI 2 cours S61				
<b>mercredi</b>								
<b>jeudi</b>	CPI 2 cours S7	CPI 1 cours S62	CPI 1 cours S62	CPI 1 cours S62				
<b>vendredi</b>			CPI 1 cours S7	CPI 1 cours S7				
<b>samedi</b>								

Légende :

CPI1 : Section de première année de S.T.S. Conception de Produits Industriels,  
CPI2 : Section de deuxième année de S.T.S. Conception de Produits Industriels,  
S61 : Construction mécanique,  
S62 : Mécanique appliquée,  
S7 : Industrialisation des produits.  
\* : Préparation des activités et maintenance du site.

## CHAPITRE 4 : AMÉNAGEMENTS DES LOCAUX

---

### 1. Aménagements et mobiliers

On trouvera ci-après une formule d'aménagement possible dans un espace volontairement limité à un pourtour rectangulaire.

Il va de soi que l'enveloppe géométrique de cet espace peut être tout autre (carrée, polygonale...), en fonction de l'architecture développée dans l'établissement.

On portera une attention particulière sur le choix du mobilier équipant l'ensemble des locaux afin de fournir aux étudiants un cadre de travail agréable et fonctionnel.

Les couleurs, la robustesse, la flexibilité seront entre autres des éléments à prendre en considération.

Afin de sensibiliser les étudiants à l'environnement, on aménagera des zones «espace vert» (plantes vertes, fleurs...).

On veillera à ne conserver, si possible qu'une seule hauteur pour les meubles servant de support aux prototypes, aux maquettes, aux systèmes pluritechniques, aux matériels informatiques, aux tables de travail...etc.

Les tableaux seront métalliques blancs à écriture feutre, l'utilisation de la craie étant néfaste pour le matériel informatique.

L'utilisation d'un vestiaire mobile à cintres est préférable à des patères fixées au mur.

Afin d'aider au mieux les personnes ayant en charge l'équipement d'un site, vous trouverez dans les pages suivantes un tableau récapitulatif pour le mobilier, l'audiovisuel et l'informatique.

■ **Matériel de la salle de conception et d'analyse de produits industriels :**

● **Mobilier et appareillage**

Désignation	Nb
Casiers étudiants	30
Armoire haute	2
Lot de 100 dossiers suspendus	2
Bureau professeur + siège	1
Table de rétroprojecteur	1
Rétroprojecteur	1
Table pour vidéoprojecteur	1
Meuble bibliothèque	1
Table pour imprimante	1
Table informatique simple 70x70	15
Table 1/4 de rond rayon 70	15
Table rectangulaire 120x70*	15
Siège pour poste informatique	15
Tableau blanc	1
Vestiaire mobile	1
Lot de cintres	2
Ecran de projection	1
Tableau bloc papier	2
Tableau d'affichage	1
Composition florale	2

*Légende :*

\* Ces tables sont principalement destinées à des études de solutions industrielles dans des phases d'analyse constructive. On observe l'intérêt qu'il y a de les rendre ergonomiques pour permettre la lecture de documents qui y sont placés.

Dans la phase transitoire vers une épreuve ponctuelle utilisant un support informatique, ces tables permettent le déroulement de l'épreuve "Avant projet de produit industriel."

● **Informatique**

- Matériel

Désignation	Nb
Postes informatiques avec lecteur de cédérom	15
Traceur jet d'encre AO sur pieds	1
Imprimante jet d'encre A3	1
Vidéoprojecteur multimédia	1

- Logiciel

Compte tenu de l'évolution rapide des matériels et des différentes opérations de portage des logiciels spécialisés, l'environnement recommandé est **windows NT serveur** associé à des **windows NT workstation**.

Cette relative banalisation des moyens informatiques permet une mise à disposition très large de l'outil CAO-DAO dans les différentes salles.

L'ensemble logiciel proposé doit comporter des modules intégrés à un même produit ou non, permettant de supporter toutes les activités d'aide à la conception, c'est-à-dire :

- un modéleur géométrique,
- un ensemble d'outils spécialisés permettant :
  - . la modélisation et l'étude cinématique,
  - . le calcul et le dimensionnement,
  - . la visualisation et si possible l'animation,
- un ensemble d'outils de gestion de périphériques.

*Remarque : La qualité de l'interface utilisateur, la simplicité d'utilisation, seront des critères de choix prépondérants. Seules des versions françaises devront être validées.*

Visualisation, animation, habillage :

Les ensembles de modèles 3D doivent pouvoir être visualisés en rendu réaliste. La possibilité de simuler cinématiquement le fonctionnement d'un mécanisme sera appréciée.

La mise en plan 2D et l'habillage des pièces sont faits directement à partir des modèles 3D. L'édition des nomenclatures est conjointe.

L'ensemble des plans et leur mise à jour sont gérés sur une base de données. Il est souhaitable que la modification des modèles 3D soit gérée de façon interactive avec la banque de plans.

Gestion des périphériques :

Les périphériques de sauvegarde, d'impression, de traçage, d'importation et d'exportation d'images numériques doivent être gérés de la façon la plus conviviale possible, selon des protocoles pris parmi les plus répandus : IGES, TIFF, HPGL, PostScript, etc...

Le contrat devra intégrer la mise à jour logicielle sur la durée pré-citée.

La formation des professeurs-utilisateurs se fera sur place ou dans un centre de formation spécifique.

La mise à jour logicielle est accompagnée de la formation nécessaire pendant la période de maintenance de 5 ans.

La documentation :

La totalité de la documentation concernant les logiciels et le matériel est en français,

L'ensemble logiciel est fourni avec :

- des bibliothèques de composants mécaniques (visserie, roulements, ..)
- des modèles 3D et leurs plans, de mécanismes industriels, utilisables en formation,
- des outils didacticiels d'aide à l'apprentissage utilisateur.

■ **Mobilier et appareillage du laboratoire de conception et d'expérimentation de produits industriels**

● **Mobilier**

Désignation	Nb
Armoire basse	1
Armoire haute	4
Lot de 100 dossiers suspendus	4
Bureau professeur + siège	1
Table de rétroprojecteur	1
Rétroprojecteur	1
Téléviseur + lecteur	1
Support vidéo	1
Meuble bibliothèque	1
Table pour imprimante	1
Table informatique simple 70 x 70	15
Table trapézoïdale 120x70x70	15
Siège pour poste informatique	15
Tableau blanc	1
Vestiaire mobile	1
Lot de cintres	2
Ecran de projection	1
Tableau bloc papier	2
Tableau d'affichage	1
Composition florale	2
Poste de travail simple avec pieds coffres	7
Chaises de travaux pratiques	7
Armoire d'outillage	1

● **Informatique**

- Matériel

Désignation	Nb
Postes informatiques avec lecteur de cédérom	15
Traceur jet d'encre A0 sur pieds	1
Imprimante jet d'encre A3	1

- Logiciel

Mêmes recommandations et mêmes spécifications que ceux de la salle de conception et d'analyse de produits industriels.



## ■ Matériel de la salle de communication et documentation

### • Mobilier et appareillage

Désignation	Nb
Armoire métallique haute	4
Lot de 100 dossiers suspendus	4
Meuble bibliothèque	1
Chaise pour poste téléphonique	1
Siège pour poste informatique	2
Table informatique 2 postes	1
Table pour imprimante	1
Table pour téléphone	1
Table pour scanner	1
Téléphone numérique	1

### • Informatique

#### - Matériel

Désignation	Nb
Ordinateur multimédia	1
Ordinateur orienté traitement de texte et P.A.O.	1
Imprimante à jet d'encre couleur A3	1
Scanner A3	1

#### - Logiciel

Désignation	Nb
Logiciel d'environnement windows	2
Tableur	2
Traitement de texte	2
Logiciel d'illustration graphique	1
Logiciel de P.A.O.	2
Logiciel de traitement d'images	1
Gestionnaire de B.D.	1

#### - Documentation

Désignation
Livres et cédérom de normes
Livres de cours mécanique, RdM, automatique...
Catalogues constructeur
Dossiers et fiches techniques
Abonnements

### ■ Matériel de la salle de préparation et rangement :

Cette salle utilisée par les enseignants a deux vocations :

- mise au point de travaux pratiques,
- rédaction et préparation des documents de travail.

#### ● Mobilier et appareillage

Désignation	Nb
Armoire de rangement basse	1
Armoire de rangement haute	1
Lot de 100 dossiers suspendus	1
Etabli avec pied coffre	1
Chaises de travaux pratiques	2
Lot petit outillage	3
Table pour imprimante	1
Desserte	1
Table informatique deux postes	1
Chaise informatique	2
Meuble à tiroirs	1
Vestiaire	1
Table pour téléphone	1
Téléphone numérique	1
Photocopieur	1

#### ● Informatique

- Matériel

Désignation	Nb
Ordinateur orienté P.A.O.	1
Serveur* informatique multimédia + Tour cédérom 8 lecteurs	1
Imprimante jet d'encre couleur A3	1

- Logiciel

Désignation	Nb
Logiciel d'environnement windows	2
Logiciel de traitement de texte	1
Logiciel de P.A.O.	1
Logiciel de gestion d'un réseau	1

\* NOTA : Ce poste informatique multimédia contient une carte modem-télécopie  $\geq 28800$  Bps afin de pouvoir se raccorder aux réseaux interconnectés (internet ...).

Les postes informatiques de la salle de conception et d'analyse de produits industriels et du laboratoire de conception et d'expérimentation de produits industriels doivent être raccordés en réseau point-à-point (Ethernet fin câble coaxial).

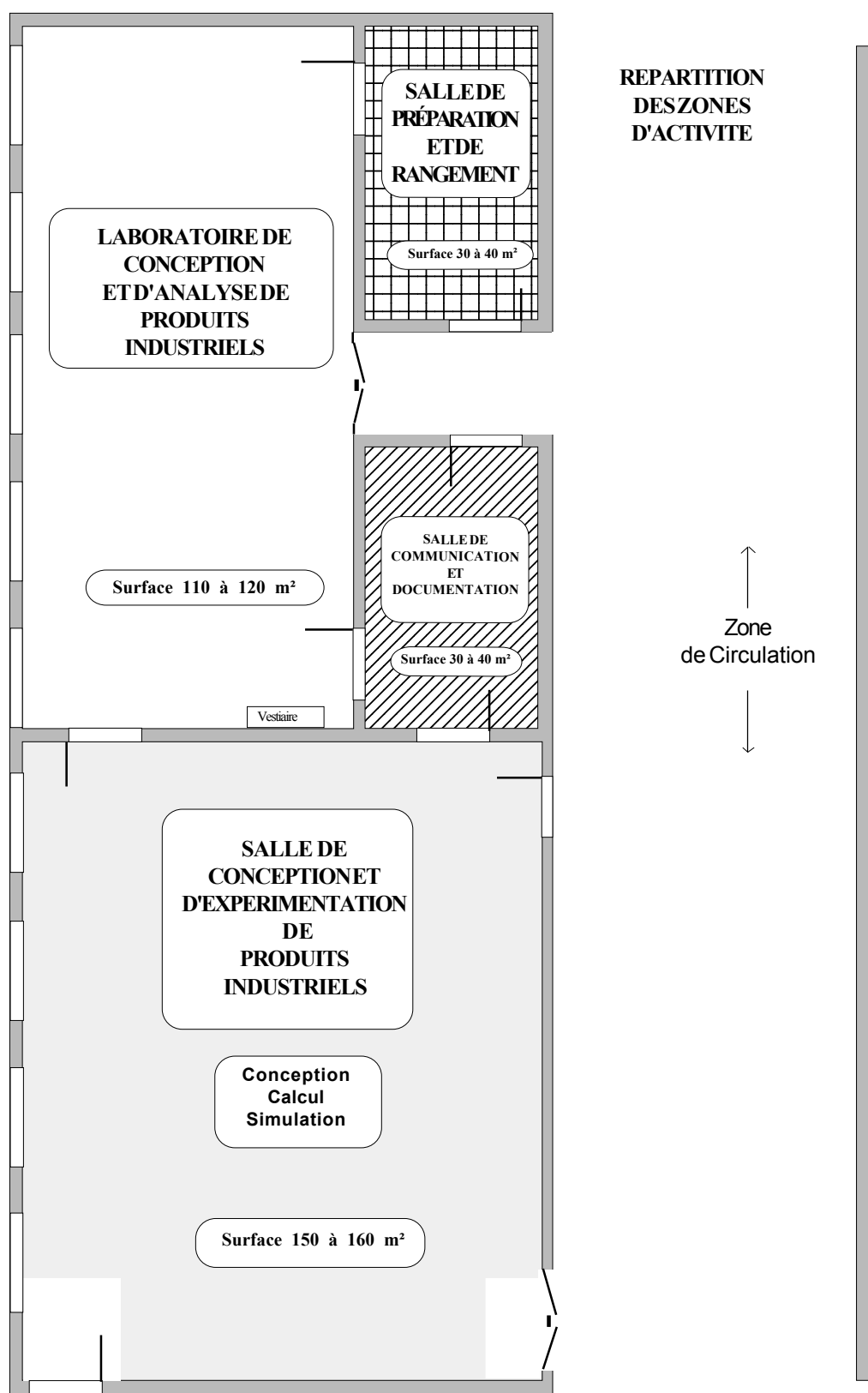
Pour N postes il faudra donc prévoir :

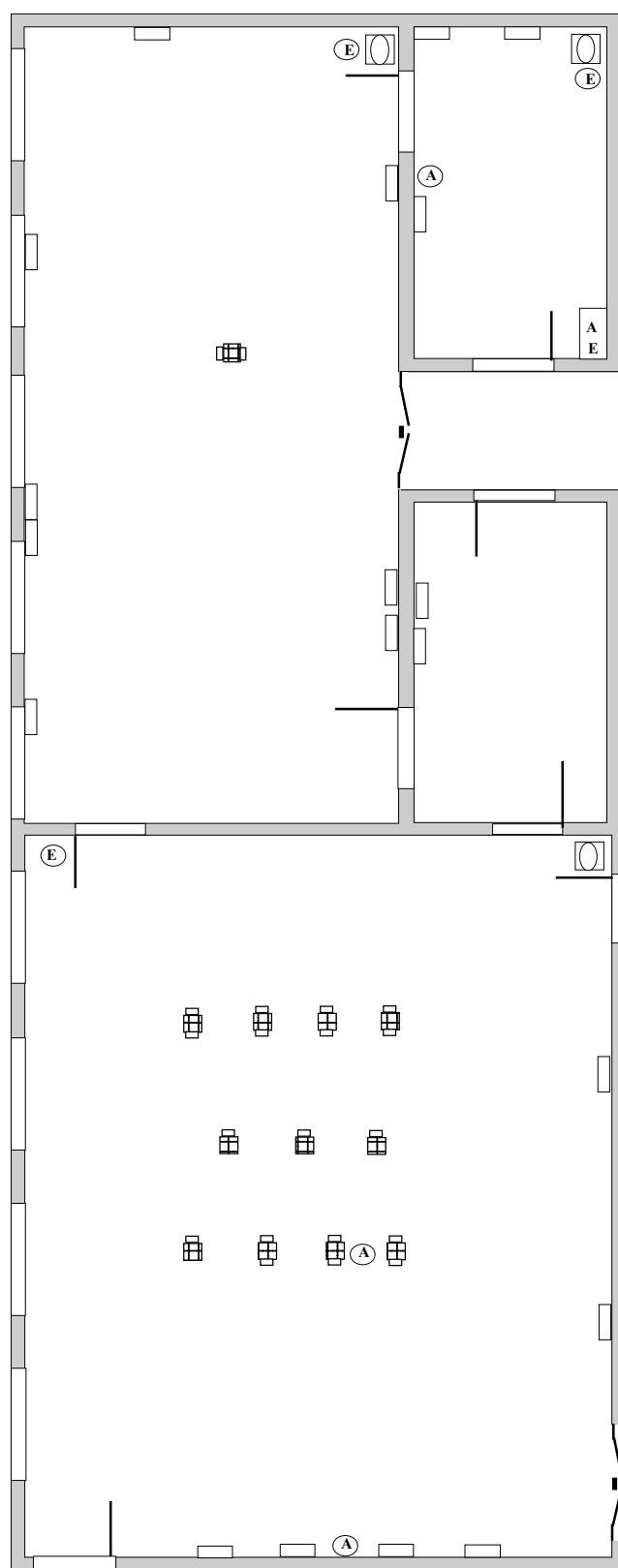
- N-1 cordons de liaisons coaxiaux (BNC-BNC)
- N tés de raccordement
- deux bouchons de terminaison.

## **2. Plans et exemples d'implantation**

Les pages suivantes proposent les plans d'implantation du site.

- . Le premier propose une répartition des zones d'activité,**
- . Le second précise les alimentations en énergie,**
- . Le troisième propose un aménagement possible.**





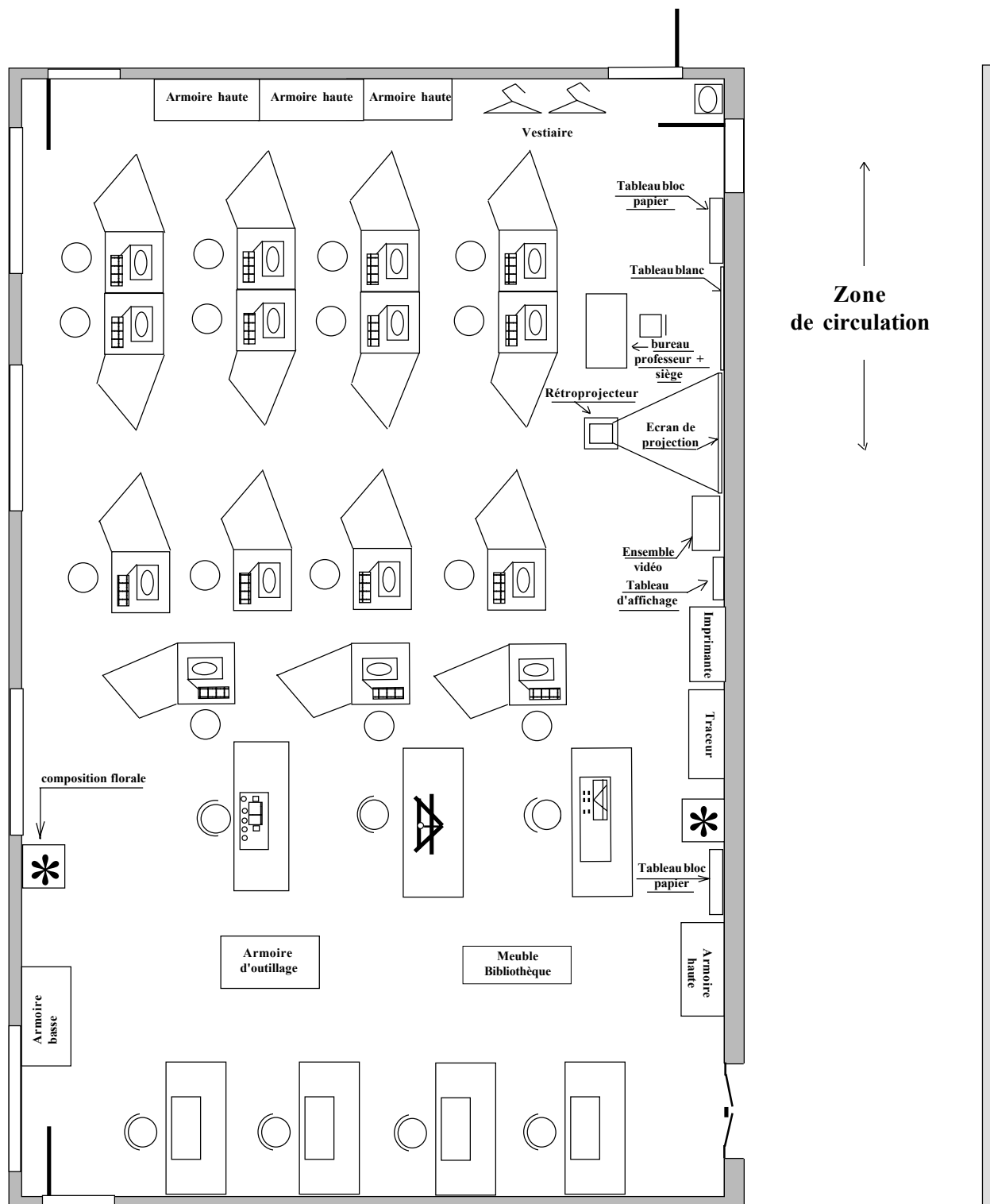
## ALIMENTATION EN ÉNERGIE

↑  
Zone  
de Circulation  
↓

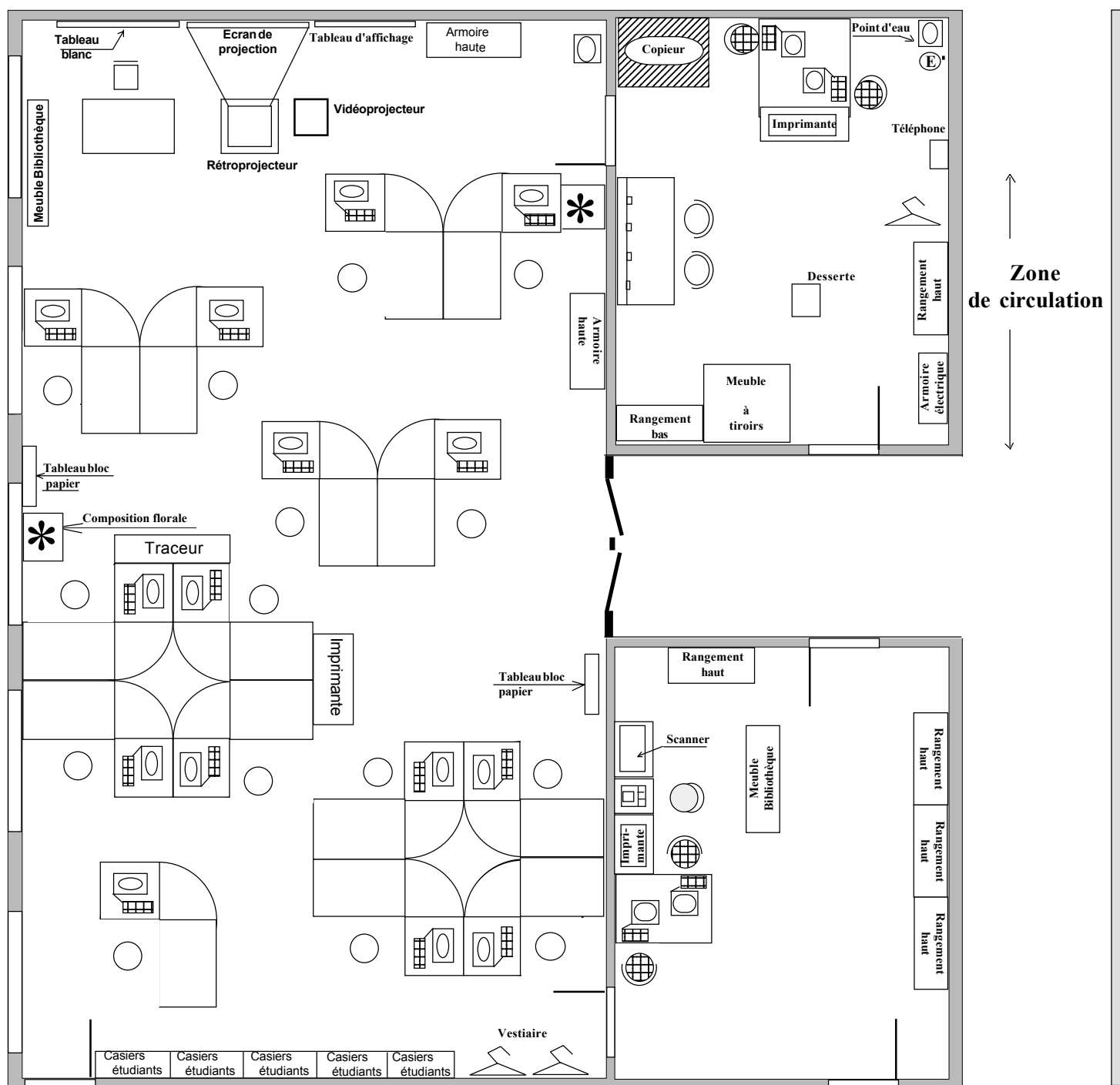
Note importante : la distribution électrique se fera par goulottes posées en allège (h = 1,20 m) et /ou par colonnes. Ces équipements permettent la pose en tout point des prises nécessaires.

	Bloc de 4 prises à 1,20 m du sol
	Alimentation électrique par colonne
	Air comprimé
	Point d'eau
	Armoire électrique
	Extincteur

## PLAN D'AMENAGEMENT DU LABORATOIRE DE CONCEPTION ET D'EXPERIMENTATION DE PRODUITS INDUSTRIELS



**PLAND'AMENAGEMENT  
DE LA SALLE DE PREPARATION ET DE RANGEMENT  
DE LA SALLE DE COMMUNICATION, DOCUMENTATION,  
DU LABORATOIRE DE CONCEPTION ET D'ANALYSE  
DE PRODUITS INDUSTRIELS**



## CHAPITRE 5 : RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX PRATIQUES DE CONSTRUCTION ET DE MECANIQUE

---

Le guide ne prétend pas définir les équipements recommandés en les désignant, mais caractérise chacune des activités de travaux pratiques par des compétences visées et des connaissances associées.

### 1. Organisation des activités de travaux pratiques

#### Réflexions générales :

L'efficacité dans la conduite des activités des étudiants au sein du laboratoire de conception et d'expérimentation de produits industriels, et des zones d'activités pour l'enseignement de l'industrialisation des produits impose une gestion rigoureuse des travaux qui leur sont proposés.

Il semble qu'un total de **5 à 6 activités différentes** pour un groupe de 15 étudiants soit une **fourchette raisonnable**.

Il paraît intéressant de **privilégier des modules de 2h** pour la **durée des travaux pratiques**.

### 2. Spécifications des matériels de travaux pratiques d'expérimentation de produits industriels

#### 2.1 Présentation générale :

Les travaux pratiques de construction mécanique et de mécanique appliquée mettent en œuvre des supports matériels qui peuvent être classés selon deux types principaux :

- des mécanismes réels et authentiques : ceux-ci sont appareillés pour analyser des solutions constructives, mesurer des caractéristiques et, plus généralement, permettre des observations relatives à leur comportement en situation réelle,
- des supports destinés à l'étude et la vérification des phénomènes mécaniques : ceux-ci sont conçus en vue de mettre en évidence les phénomènes mécaniques, d'en mesurer les effets et d'en faire émerger des lois et des règles.



Activités privilégiées pour utiliser conjointement les savoirs et savoir-faire en construction et en mécanique, ces travaux pratiques permettent :

- de mettre en relation le réel et ses représentations ; d'apprécier les écarts entre les résultats obtenus à partir du modèle d'étude et les résultats mesurés sur le réel,
- de mettre en lumière le choix des solutions constructives adoptées en regard des fonctions techniques à réaliser,
- de découvrir ou d'illustrer les lois fondamentales de la mécanique.

Ces activités utilisant largement l'outil informatique seront aussi l'occasion de développer, dans ce domaine, les apprentissages fondamentaux qui permettront d'atteindre l'autonomie nécessaire dès la seconde année de formation.

## **2.2 Répartition des travaux pratiques sur les deux années de formation :**

- En première année, vingt travaux pratiques, au minimum, de construction mécanique et de mécanique appliquée : les deux séries "Analyse de mécanismes" et "Solutions constructives pour les liaisons élémentaires" permettent, dès le début de l'année scolaire, d'approfondir puis de développer les connaissances fondamentales, socle nécessaire à une formation de technicien supérieur de conception.

- En seconde année, six travaux pratiques, au minimum de construction mécanique et de mécanique appliquée seront mis en œuvre. Les autres activités de travaux pratiques seront directement liées à l'Epreuve Professionnelle de Synthèse.

La liste qui suit n'est pas limitative mais comprend le noyau dur des travaux pratiques à mettre en œuvre. La mécanique doit être clairement placée au service de la construction en terme de mécanique industrielle.

Ce guide ne prétend pas désigner des supports existants ; certains sont disponibles aujourd'hui, d'autres doivent être créés ou modifiés. Il est nécessaire de faire, au niveau de chaque académie un choix précis et cohérent des produits retenus ou à développer.

L'organisation pédagogique souhaitable en cycles de quatre semaines impose l'achat de certains supports en deux exemplaires, particulièrement dans le cadre de l'analyse des liaisons et des mécanismes.

Le choix des supports et les décisions organisationnelles relevant de l'équipe enseignante devront tenir compte des remarques suivantes :

- les cycles de travaux pratiques doivent être courts,
- le nombre de thèmes abordés (ou de centres d'intérêt) par cycle doit être très réduit,
- pour un apprentissage donné, plusieurs supports peuvent être utilisés (principe de diversité, de répétition, de redondance),
- l'utilisation des supports peut être adaptée à plusieurs travaux pratiques,
- le cours doit être rapproché du cycle de travaux pratiques correspondant,
- la gestion des antériorités doit être maîtrisée.

L'inventaire ci-après correspond au noyau dur des travaux pratiques à mettre en œuvre. Certains d'entre eux peuvent être plus développés (1 TP de plus par exemple) et d'autres peuvent être créés. Ils constituent dans tous les cas la base commune à l'ensemble des sections.

## **Compétitivité des produits industriels : : 1 TP**

**Programme :** S611b : Les méthodes d'analyse

**Objectif:**

Justifier les évolutions d'un produit à partir de celles de son cahier des charges ou des objectifs éventuels de réduction de coût.

**Support et activités :**

A partir de plusieurs générations d'un même produit, des modifications de son cahier des charges et/ou des contraintes économiques :

- . comparer les performances (techniques et économiques),
- . justifier l'évolution des solutions techniques, des procédés, des matériaux.

## **Analyse de mécanismes : 5 TP**

**Programme :** S621 : Modélisation

S612 : Les outils de la communication technique

S623 : Cinématique

S613 : Technologie des mécanismes

Cette série d'au moins cinq travaux pratiques suppose la mise en œuvre de l'ensemble des outils de communication, de modélisation et de simulation.

**Objectifs :**

Ces travaux pratiques doivent permettre de :

- . décrire le fonctionnement d'un mécanisme avec des outils adaptés,
- . établir les relations cinématiques entrée/sortie,
- . élaborer partiellement ou totalement, par l'étude des solutions constructives un modèle d'étude des actions mécaniques mises en jeu.

**Supports :**

Ce sont des mécanismes industriels représentatifs des familles suivantes :

- . transformateur à mécanisme bielle-manivelle,
- . transformateur à came,
- . transformateur à mécanisme vis-écrou,
- . réducteur à train épicycloïdal,
- . pompe ou moteur hydraulique.

**Activités :**

- . démonter-remonter le mécanisme,
- . rechercher les caractéristiques géométriques utiles à l'étude cinématique,
- . établir les relations entrée/sortie,
- . exploiter un outil de simulation informatique pour évaluer ou valider des performances,
- . écrire, dessiner, schématiser (éventuellement à main levée) et présenter oralement.

## **Solutions constructives pour les liaisons élémentaires : 3 TP**

**Programme :** S613 : Technologie des mécanismes

**Objectifs :**

Vérifier ou découvrir les relations entre des fonctions techniques à satisfaire et des solutions constructives.

**Supports :**

Les matériels utilisés seront industriels.

Pour les guidages en translation et en rotation les solutions à éléments roulants seront présentées.

**Activités :**

- . analyse détaillée d'une solution constructive en relation avec un cahier des charges,
- . étude de comportement ; découverte et/ou validation des modèles d'étude,
- . exploitation de logiciels spécifiques,
- . identification des conditions (et donc des spécifications) requises pour un bon fonctionnement.

## **Simulation de comportement : mécanismes à modèle plan : 5 TP**

**Programme :** S622 : Mécanique appliquée

Cette série d'au moins cinq TP doit développer les savoir-faire fondamentaux permettant l'utilisation raisonnée des logiciels de calcul et de simulation pour l'élaboration et le traitement des modèles.

**Objectifs :**

- . simuler informatiquement le comportement d'un mécanisme,
- . interpréter les résultats obtenus.

**Supports :**

Les mécanismes qui peuvent ou non être présents dans le laboratoire doivent être définis par des dossiers techniques complets (une bonne variété de supports est nécessaire). Un des TP porte sur l'analyse géométrique et cinématique d'un engrenage et permet de mettre en évidence les phénomènes de génération et d'interférences. Les autres travaux pratiques permettront par exemple : recherche de volumes, enveloppes des trajectoires, détermination des valeurs limites d'une caractéristique ( $\gamma$ , C, V, P, ...), etc ....

**Activités :**

- . adapter le modèle issu de l'analyse constructive pour rendre le problème résoluble,
- . saisir la géométrie et les charges,
- . réaliser la simulation (après avoir le cas échéant créé le mécanisme générateur nécessaire),
- . interpréter les résultats obtenus au regard d'un cahier des charges.

## **Simulation de comportement : mécanismes à modèle spatial : 3 TP**

Les objectifs et la stratégie sont identiques à ceux de la précédente série. L'analyse des comportements cinématiques et dynamiques sera privilégiée.

## **Motorisation des chaînes cinématiques : 3 TP**

**Programme :** S613 : Technologie des mécanismes (actionneurs)  
S624 : Dynamique (énergétique)

### **Objectifs :**

Mettre en évidence l'influence des inerties, charges et rendements des éléments d'une chaîne d'action sur le comportement dynamique d'un système mécanique en vue de choisir un actionneur.

### **Supports :**

Deux supports seront utilisés :

- . le premier comportera une chaîne d'action à moteur électrique, le second à vérin hydraulique ou pneumatique.

Pour chacun d'entre eux il sera possible de faire varier charges et/ou inerties.

### **Activités :**

Elles présenteront un caractère de synthèse par rapport aux précédents travaux pratiques.

Seront privilégiés dans l'étude dynamique :

- . l'influence des inerties et des charges,
- . les analyses énergétiques locales et globales.

La mise à disposition d'un mécanisme à mouvement de rotation pourra faire l'objet d'une exploitation dans le domaine de l'équilibrage (avec éventuellement une maquette d'accompagnement).

A cette occasion on pourra se préoccuper de la détermination des actions dans les guidages afin de faire percevoir aux étudiants l'effet potentiel des fréquences de rotation sur ces actions.

## **Résistance des matériaux : 5 TP**

L'analyse expérimentale de quelques sollicitations simples a été traitée en classes de première et terminale.

Cette série de travaux pratiques permet de vérifier les lois et principes de la résistance des matériaux, de mettre en œuvre des dispositifs de mesure de déformations et d'analyser les écarts entre les comportements réels et les résultats du traitement des modèles.

**Programme :** S625 : Sollicitations simples

S625 : Sollicitations composées

S625 : Systèmes hyperstatiques

S625 : Contraintes et déformations planes

### **Objectifs 1 :**

Définir l'influence des formes d'une pièce sur la distribution des contraintes. Induire des démarches de choix ou d'optimisation de forme.

### **Supports et activités :**

En relation avec un système mécanique identifié, à partir d'un dispositif simple de photo élasticité et/ou d'un logiciel de simulation (solutions planes et axisymétriques) analyser et évaluer l'influence des formes sur la distribution des contraintes pour un chargement donné.

**Objectifs 2 :**

Dans le cadre d'un état de sollicitations composées, comparer les résultats de l'expérimentation extensométrique avec les résultats informatiques ou ceux des calculs théoriques. Ces études exploiteront les cercles de Mohr des contraintes.

**Supports et activités :**

- . exploiter un dispositif d'extensométrie,
- . analyser les résultats.

**Objectifs 3 :**

Déterminer l'effort de serrage permettant d'obtenir une précontrainte donnée dans un assemblage boulonné.

**Supports et activités :**

Le support dédié à cette étude devra permettre des charges variables (à des niveaux d'introduction différents de la charge). Il permettra :

- . le calcul de la variation de longueur d'une vis pour une précontrainte donnée,
- . la détermination expérimentale de l'allongement,
- . une approche de l'effet d'une précontrainte dans un assemblage boulonné.

**Objectifs 4 :**

Déterminer les contraintes principales dans la zone critique d'une pièce mécanique en exploitant un logiciel utilisant la méthode des éléments finis et conclure au regard des critères de résistance.

**Supports et activités :**

La pièce sera choisie de telle sorte que les résultats expérimentaux soient disponibles. Il s'agira de simuler informatiquement le comportement après avoir recherché : cas de charge et conditions aux limites par l'analyse des solutions constructives.

## **Mécanique des fluides : 2 TP**

**Programme :** S626 : Écoulement unidimensionnel  
S613 : Technologie des mécanismes

**Objectifs :**

Appréhender la structure d'un système à énergie hydraulique et évaluer les pertes de charge dans un circuit hydraulique.

**Supports et activités :**

Deux supports différents sont probablement nécessaires pour atteindre l'ensemble des objectifs. Le premier à caractère expérimental permettra une approche qualitative et quantitative des pertes de charge. Le second à caractère industriel permettra une découverte de la technologie hydraulique et de ses contraintes de fonctionnement (compte tenu du coût il devra être utilisé dans plusieurs des travaux pratiques prévus).

## **Plan d'expérience : 1 TP**

**Programme :** S611 Méthodes et outils de la compétitivité

**Objectifs :**

Mettre en œuvre un plan d'expérience à deux ou trois paramètres dans le cadre d'une recherche de solutions constructives.

**Supports et activités :**

Il s'agit de mettre à disposition pour chacun des paramètres plusieurs solutions correspondant à différents niveaux du paramètre et de mesurer les effets sur le comportement global de la solution. Les pistes d'investigation sont multiples (assemblage, formes de raidisseurs, composition d'une structure, dimensionnement d'un mécanisme, ...).

## **Energies et rendement : 1 TP**

**Programme :** S6 Mécanique appliquée

**Objectifs :**

Identifier différentes formes d'énergie et les dispositifs de conversion. Déterminer les rendements individuels et le rendement global à un régime nominal donné.

**Supports et activités :**

Le dispositif expérimental dédié à cette activité doit mettre en évidence un nombre important de types d'énergies (solaire, électrique, mécanique, hydraulique, potentielle .... par exemple). Instrumenté il doit permettre la détermination des relations entrée/sortie de chaque convertisseur.

Il doit éventuellement être utilisable pour d'autres travaux pratiques (en mécanique des fluides par exemple).

## **CHAPITRE 6 : RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX PRATIQUES D'INDUSTRIALISATION DE PRODUITS**

---

### **Présentation générale :**

Au plan matériel, l'enseignement s'appuie sur :

- des moyens techniques de fabrication : outils, outillages réels représentatifs des différents procédés d'élaboration de produits :
  - . moulage,
  - . formage par déformations plastiques,
  - . collage,
  - . usinage,
  - . injection des matières plastiques,
  - . soudage.
- et ceci pour différents matériaux : métaux, alliages, matières plastiques, composites, poudres, sous leurs diverses formes : lopins, profilés, plaques, granulés ...
- des produits ou pièces et porte-pièces significatifs des procédés abordés,
- des outils et matériels de contrôle permettant l'association et la compréhension du contrôlable au regard du spécifié,
- des moyens techniques de montage et d'assemblage,
- des visites d'entreprise.

Ces moyens seront complétés en tant que de besoin par :

- les moyens vidéos,
- la documentation des équipementiers.

A partir de cet inventaire on peut proposer dans le cadre de l'enseignement d'industrialisation les activités de travaux pratiques qui suivent (liste non hiérarchisée) :

- mise en œuvre de machines à commande numérique dans une logique de relation produit/procédé/matériaux,
- contrôle sur machine à mesurer tridimensionnelle et en métrologie conventionnelle,
- mise en forme des matériaux,
- collage et essais associés,
- réalisation de pièces en matières plastiques,
- validation des formes d'une pièce en vue d'un posage,
- prototypage rapide,
- obtention de pièces brutes (moulage, soudage, ...), réalisation de traitements thermiques ou de surface, ... en fonction des équipements de l'établissement,
- essais de matériaux (résistance mécanique, fatigue résilience, dureté),
- montage de composants mécaniques en liaison complète.

L'inventaire ci-dessus correspond au noyau dur des travaux pratiques à mettre en œuvre. Certains d'entre eux peuvent être plus développés (1 TP de plus par exemple) et d'autres peuvent être créés. Ils constituent dans tous les cas la base commune à l'ensemble des sections.

## **Mise en œuvre d'une MOCN dans une logique de relation produit/procédé/matériau : 2 TP**

**Programme S742 :** Etude des interactions produit-processus

### **Objectifs :**

- déterminer la faisabilité d'un usinage au regard des formes à obtenir et des fonctions à assurer
- évaluer les défauts des formes obtenus par usinage

### **Supports et activités :**

A l'aide de machines à commande numérique, des outillages et des pièces à usiner, les deux travaux pratiques de mise en œuvre permettent :

- pour le premier, la compréhension du principe de génération des surfaces complexes sur CN2 ; 2,5 ; 3 ; 4 ; ...axes,
- pour le deuxième, une analyse géométrique des formes obtenues en contournage ... (facettisation, précision ...).

## **Contrôle par mesurage sur MMT et en métrologie conventionnelle : 2 TP**

**Programme S742 :** Etude des interactions produit-processus : contrôle final et qualification d'un produit

### **Objectifs :**

Appréhender les méthodes de mesure spécifiques au mesurage tridimensionnel et conventionnel dans le respect des spécifications dimensionnelles et géométriques normalisées. Comprendre la relation entre géométrie réelle, spécifiée, mesurée et les fonctions à réaliser.

### **Supports et activités :**

Sur MMT d'une part et avec l'instrumentation et le matériel conventionnel d'autre part, à partir d'une pièce, de son dessin de définition et du dessin d'ensemble :

- mesurer sur la pièce des dimensions, des positions relatives et appréhender des formes,
- mettre en évidence le principe de l'indépendance, les exigences particulières (enveloppe, maxi de matière,...) ainsi que les écarts possibles entre les spécifications normalisées et les valeurs correspondantes issues des mesures,
- apprécier la pertinence d'une cotation au regard des fonctions à assurer.



## **Mise en forme des matériaux en feuilles : 1 TP**

### **Programme S722 : Déformation plastique**

#### **Objectifs :**

Mise en évidence de l'expansion et du retrait lors d'une opération d'emboutissage/formage

#### **Supports et activités :**

Matériel : mini presse hydraulique instrumentée, flancs circulaires (matériaux différents : acier, aluminium...)

Mettre en œuvre : une série d'essais mettant en évidence les paramètres suivants :

- ceux liés à la forme que l'on veut obtenir,
- ceux liés au matériau utilisé.

## **Collage des matériaux et essais associés : 1 TP**

### **Programme S724 : Assemblage permanent (par collage)**

#### **Objectifs :**

Mise en évidence des paramètres influents sur les caractéristiques d'une liaison par adhésifs.

Mise en œuvre d'une liaison par adhésifs.

#### **Supports et activités :**

Matériel : machine d'essais et éprouvettes ou sur systèmes réels.

Mise en œuvre :

1) sur une machine d'essais, équipée, avec système d'acquisition ou non, mettre œuvre une série d'essais sur éprouvettes axe/bague, mettant en évidence les paramètres suivants :

- pour un adhésif donné, des caractéristiques géométriques et surfaciques constantes, analyser l'influence de la nature du matériau et des conditions de collage,
- pour un adhésif et un matériau donnés, étudier l'influence du jeu et de la rugosité sur les performances de la liaison.

2) à partir de systèmes réels valider une ou plusieurs solutions par collage.

## Réalisation de pièces plastiques : 2 TP

**Programme S727 :** Transformation des matières plastiques par injection

**Objectifs :**

Produire quelques pièces en matières plastiques avec comme points clés : la matière d'œuvre, le moule, les cadences, les déchets.

**Supports et activités :**

Matériel : mini presse à injecter les matières plastiques

Mise en œuvre : à partir d'une fabrication de pièces en matières plastiques, mettre en évidence les relations suivantes :

- relation produit-matériau
  - . forme (charnière, clipsage ...)
- relations produit-procédé
  - . point(s) d'injection
  - . plan de joint
  - . dépouilles
  - . noyau(x)
- relation produit-processus
  - . temps de cycle
  - . multi-empreintes
- relation produit-environnement
  - . recyclage

## Validation des formes d'une pièce en vue d'un posage : 1 TP

**Programme S742 :** Etude des interactions produit-processus

**Objectifs :**

- Justification de formes additionnelles sur une pièce compte-tenu du référentiel de mise en position et/ou du maintien en position, ... etc
- Analyse structurelle d'un porte-pièce (spécifique ou modulaire) en relation avec les surfaces nécessaires à la mise en position.

**Supports et activités :**

A partir d'un porte-pièce associé à la pièce à usiner, définir les degrés de liberté supprimés par les surfaces de départ d'usinage et en déduire le caractère isostatique ou hyperstatique du montage.

L'étude du dessin de définition et des conditions économiques (délais, cadence ...) permet de justifier le choix de ces surfaces et le caractère isostatique ou hyperstatique du montage. Ce T.P. sera l'occasion de montrer qu'avec les spécifications des surfaces usinées, la stabilité de la pièce est un critère primordial dans le choix des surfaces de départ et que des surfaces associées au posage doivent faire l'objet d'une analyse spécifique et d'échanges avec la production.

## **Obtention de pièces brutes différentes : 2 TP**

**Programme S72 :** Etude comparative des procédés d'obtention des produits

### **Objectifs :**

- mise en œuvre d'un procédé de réalisation d'une pièce brute (soudage, moulage, découpage, etc ...)
- mise en évidence des particularités du procédé utilisé et des dispositions à observer pour obtenir un produit satisfaisant.

### **Supports et activités :**

A partir d'un dessin définissant la pièce brute, des outillages et appareillages nécessaires à sa réalisation et de la gamme définissant sa fabrication, mettre en œuvre (ou faire mettre en œuvre) le procédé de fabrication, apprécier la conformité du produit obtenu par rapport aux exigences attendues.

## **Essais de matériaux : 2 TP**

**Programme S6 - S7 :** Relations entre conception de produits industriels S6 et industrialisation des produits S7

### **Objectifs :**

- mesurer les caractéristiques mécaniques des matériaux (dureté, résilience, limite élastique, résistance à la rupture, résistance à la fatigue).

### **Supports et activités :**

Machines d'essais et de mesures.

A partir de pièces de matériaux différents et/ou ayant subi des traitements thermiques différents ou des transformations locales ou non par un procédé particulier (soudage, matriçage, moulage, forgeage, etc ...), mettre en œuvre les postes d'essais, interpréter les résultats des mesures par rapport aux performances attendues, effectuer des comparaisons.

## **Montage de composants mécaniques en liaison complète : 2 TP**

### **Programme S724 : Assemblages permanents**

(voir également en construction mécanique le chapitre 613 :  
liaison encastrement)

#### **Objectifs :**

- mettre en œuvre un procédé d'assemblage de composants mécaniques (roulements, bagues, engrenages, etc....) en liaison complète (emmanchement ou fretage),
- apprécier les particularités de la mise en œuvre ainsi que les performances du résultat obtenu.

#### **Supports et activités :**

A partir de couples de pièces à assembler par emmanchement dormant des "serrages" différents, mettre en œuvre le procédé d'assemblage établi à l'aide de l'outillage adapté. Apprécier les performances qualitatives de l'assemblage et effectuer des comparaisons.

## **Prototypage rapide : 1 TP**

### **Programme S728 : Les procédés de prototypage rapide : stéréolithographie**

#### **Objectifs :**

Tester des configurations de formes différentes et faire découvrir l'opportunité d'exploiter un procédé de prototypage rapide conduisant à un gain de temps d'étude.

#### **Supports et activités :**

Dans l'état actuel du coût d'une machine de stéréolithographie, il est difficilement envisageable d'équiper les établissements ayant des STS CPI. Dès que l'offre financière sera abordable, il est recommandé d'exploiter ce type de procédé.