

85 Fiches de Révision

# BTS CPI

Conception des Produits Industriels

 Fiches de révision

 Fiches méthodologiques

 Tableaux et graphiques

 Retours et conseils



Conforme au Programme Officiel



Garantie Diplômé(e) ou Remboursé

**4,7/5** selon l'Avis des Étudiants



# Préambule

## 1. Le mot du formateur :



Hello, moi c'est **Romain Legrand** 🙋

D'abord, je tiens à te remercier de m'avoir fait confiance et d'avoir choisi [www.bts-cpi.fr](http://www.bts-cpi.fr).

Si tu lis ces quelques lignes, saches que tu as déjà fait le choix de la **réussite**.

Dans cet E-Book, tu découvriras comment j'ai obtenu mon **BTS Conception de Produits Industriels (CPI)** avec une moyenne de **16.20/20** grâce à ces **fiches de**

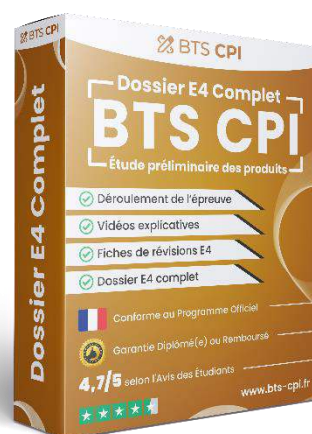
**révisions**.

## 2. Pour aller beaucoup plus loin :

Étant donné la spécificité de l'examen de l'épreuve E4 "Étude préliminaire des produits", Léa et moi avons décidé de créer une **formation vidéo ultra-complète** pour t'assurer au moins 15/20 à cette épreuve.


En effet, c'est l'une des épreuves les plus importantes de l'examen. Elle est au coefficient de 8 et influe pour 29 % de la note finale.

C'est d'ailleurs une matière à double tranchant car si tu maîtrises la **méthodologie** et les **notions à connaître**, tu peux être sûr(e) d'obtenir une excellente note. À l'inverse, si tu n'as pas les clés pour mener à bien cette épreuve cruciale, tu risques d'avoir une note assez limitée.



## 3. Contenu du Dossier E4 :

1. **Vidéo 1 - Analyse du contexte et identification du besoin** : 23 minutes de vidéo abordant toutes les informations à connaître à ce sujet.
2. **Vidéo 2 - Élaboration du Cahier Des Charges Fonctionnel (CDCF)** : 27 minutes de vidéo pour évoquer toutes les notions à maîtriser et être 100% prêt pour le jour J.
3. **Vidéo 3 - Recherche et génération d'idées** : 18 minutes de vidéo pour te délivrer des astuces et des pépites pour te faire grimper ta note.

4. **Vidéo 4 – Choix des matériaux et conception des systèmes** : 32 minutes de vidéo pour évoquer toutes les subtilités sur le choix des matériaux et la conception des systèmes, un sujet abordé chaque année.
5. **Fichier PDF – 23 Fiches de Révision** : E-Book abordant les notions à connaître 

Découvrir le Dossier E4

# Table des matières

<b>E1 : Culture Générale et Expression (CGE)</b> .....	<b>5</b>
<b>Chapitre 1</b> : Synthèse de documents .....	6
<b>Chapitre 2</b> : Écriture personnelle .....	10
<b>E2 : Langue vivante étrangère anglais</b> .....	<b>13</b>
<b>Chapitre 1</b> : Compréhension de l'écrit .....	15
<b>Chapitre 2</b> : Expression écrite .....	16
<b>Chapitre 3</b> : Comment organiser ses pensées ? .....	17
<b>Chapitre 4</b> : Les expressions dans un débat .....	19
<b>Chapitre 5</b> : Les pronoms relatifs .....	21
<b>Chapitre 6</b> : Les verbes irréguliers .....	22
<b>E3.1 : Mathématiques</b> .....	<b>27</b>
<b>Chapitre 1</b> : Étude d'une fonction .....	29
<b>Chapitre 2</b> : Les statistiques .....	32
<b>Chapitre 3</b> : Les suites .....	35
<b>E3.2 : Physique Chimie</b> .....	<b>37</b>
<b>Chapitre 1</b> : Les bases de la mécanique et de la cinématique .....	39
<b>Chapitre 2</b> : Électricité et électronique .....	42
<b>Chapitre 3</b> : Thermodynamique et transfert de chaleur .....	45
<b>Chapitre 4</b> : Chimie des matériaux et des procédés industriels .....	47
<b>E4 : Étude préliminaire des produits</b> .....	<b>50</b>
<b>Accès au dossier E4</b> .....	50
<b>E5.1 : Conception détaillée</b> .....	<b>52</b>
<b>Chapitre 1</b> : Approfondissement de la conception .....	54
<b>Chapitre 2</b> : Calculs et simulations numériques .....	55
<b>Chapitre 3</b> : Choix des procédés de fabrication et d'assemblage .....	57
<b>Chapitre 4</b> : Documentation technique et plans de fabrication .....	59
<b>E5.2 : Soutenance du rapport de stage</b> .....	<b>61</b>
<b>Chapitre 1</b> : Préparation du rapport de stage .....	63
<b>Chapitre 2</b> : Analyse des résultats et des réalisations .....	64
<b>Chapitre 3</b> : Préparation de la présentation orale .....	65
<b>Chapitre 4</b> : Soutenance et défense du rapport de stage .....	67
<b>E6.1 : Projet de prototypage</b> .....	<b>69</b>
<b>Chapitre 1</b> : Planification et gestion du projet de prototypage .....	71

<b>Chapitre 2 :</b> Techniques et matériaux de prototypage .....	73
<b>Chapitre 3 :</b> Validation et tests des prototypes .....	75
<b>Chapitre 4 :</b> Optimisation et ajustements de conception.....	76
<b>E6.2 : Projet collaboratif d'optimisation .....</b>	<b>78</b>
<b>Chapitre 1 :</b> Mise en place du projet collaboratif .....	80
<b>Chapitre 2 :</b> Analyse des axes d'optimisation .....	82
<b>Chapitre 3 :</b> Validation et intégration des améliorations .....	84

## E1 : Culture Générale et Expression (CGE)

### Présentation de l'épreuve :

Évaluée à hauteur d'un coefficient de 3, la Culture Générale et Expression (CGE) se déroule sous forme écrite sur une durée de 4 heures.

À elle seule, cette épreuve compte pour environ 11 % de la note finale. Il est donc primordial de ne pas la négliger.

### Conseil :

L'épreuve de Culture Générale et Expression (CGE) est l'une des matières les plus difficiles à réviser car il n'y a pas vraiment de cours.

Privilégie l'apprentissage par cœur de la méthodologie de la synthèse de documents et de l'écriture personnelle et effectues-en pour t'entraîner.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Synthèse de documents .....	6
1. Réaliser une synthèse de documents .....	6
2. Synthèse de documents - Mise en place d'une introduction attirante .....	7
3. Synthèse de documents - Réussir son développement.....	8
4. Synthèse de documents - Réussir sa conclusion .....	9
<b>Chapitre 2 :</b> Écriture personnelle .....	10
1. Réaliser une écriture personnelle .....	10
2. Écriture personnelle - Analyser son sujet .....	10
3. Écriture personnelle - Introduction.....	11
4. Écriture personnelle - Chercher des exemples.....	11
5. Écriture personnelle - Donner son point de vue.....	12
6. Écriture personnelle - Conclusion .....	12

# Chapitre 1 : Synthèse de documents

## 1. Réaliser une synthèse de documents :

### Étape 1 – Survol du corpus :

L'idée de la première étape est d'abord de jeter un œil aux différents types de documents du corpus et d'en déterminer leur nature, à savoir :

- Extraits d'articles ;
- Extraits d'essais ;
- Textes littéraires ;
- Etc.

L'objectif est alors de recenser toutes les informations rapides telles que :

- Titres ;
- Dates ;
- Nom des auteurs.

### Étape 2 – Lecture et prise de notes :

Ensuite, vous allez entamer une lecture analytique. Le but est alors de trouver et de reformuler 6 à 10 idées principales du document.

Faites ensuite un tableau de confrontation, c'est-à-dire que dans chaque colonne, vous écrirez les idées qui vous viennent à l'esprit en les numérotant.

### Étape 3 – Regroupement des idées :

Une fois la prise de notes terminée, vous pouvez commencer à chercher les idées qui se complètent et celles qui s'opposent.

Pour cela, réalisez 3 groupements d'idées se complétant.

### Étape 4 – Recherche de plan :

Vous devez maintenant finaliser votre plan. Il est fortement conseillé de l'écrire au brouillon avant de le rédiger au propre.

Pour ce faire, vous allez rédiger votre plan de façon détaillée avec le nom de chaque partie, et de chaque sous-partie.

### Étape 5 – La rédaction :

La rédaction est le gros du travail. Pour le réussir, vous allez respecter les points suivants :

- **Structuration du texte** : Sautes une ligne entre chaque partie et faits des alinéas. Les différentes parties de votre développement doivent toujours commencer par l'idée principale ;
- **Respecter les normes de présentation** : N'omet pas de souligner les titres des œuvres et de mettre entre guillemets les citations de textes ;

- **Équilibrer les parties de votre texte :** Enfin, l'objectif est d'équilibrer les différentes parties du développement.

#### **Quelques règles importantes :**

- Ne pas oublier les guillemets lors d'une citation ;
- Ne pas faire référence à des documents ne figurant pas dans le dossier ;
- Ne pas numéroter ou nommer ses parties ;
- Ne pas laisser un document de côté, ils doivent tous être traités ;
- Ne pas donner son avis personnel sur le sujet ;
- Ne pas énumérer ses idées les unes après les autres, les énumérer en fonction d'un plan concret ;
- Ne pas présenter toutes ses idées dans les moindres détails, il faut qu'elles restent concises ;
- Ne pas revenir plusieurs fois sur une seule et même idée ;
- Ne pas utiliser le pronom personnel "je" et éviter l'utilisation du "nous".

## **2. Synthèse de documents – Mise en place d'une introduction attirante :**

### **Étape 1 – Trouver une amorce :**

L'amorce correspond à une phrase à visée générale introduisant la lecture du texte. Il peut s'agir d'un proverbe, d'une vérité générale, d'un fait divers, d'une citation, etc.

L'amorce n'est pas obligatoire mais relativement conseillée.

**Exemple :** On pourrait utiliser l'expression "Sans musique, la vie serait une erreur" en citant son auteur "Nietzsche" en tant qu'amorce.

### **Étape 2 – Présenter le sujet :**

À la suite de l'amorce, vous devez présenter le sujet en le formulant de manière simple et concise.

**Exemple :** "Le corpus de document traite de la musique en tant que loisir superficiel".

### **Étape 3 – Présenter les documents :**

Pour cette troisième étape, vous allez regrouper les documents par points communs et, s'il n'y a pas de points communs, vous allez les présenter les uns après les autres.

Pour présenter les documents, vous allez donner les informations suivantes :

- Nom de l'auteur ;
- Titre ;
- Type de document ;
- Source ;
- Idée principale ;
- Date.



**Exemple :** Dans son roman *Gil* paru en 2015, Célia Houdart raconte la vie d'un musicien avec son ascension, ses fragilités et ses difficultés.

#### **Étape 4 – Trouver une problématique :**

À la suite de la présentation des documents, vous allez présenter la problématique. Il doit s'agir de la grande question générale soulevée par le dossier. Cette problématique a généralement la forme d'une question et doit être en lien avec le plan choisi.

**Exemple :** "Quel regard porter sur la précarité du statut des musiciens ?"

#### **Étape 5 – Annoncer son plan :**

À ce niveau, il s'agit d'annoncer à notre lecteur le plan choisi et d'entamer le développement de manière fluide.

**Exemple :** "Dans une première partie, nous analyserons la dimension économique des concerts. Dans un second temps, nous aborderons le point de vue du public."

### **3. Synthèse de documents – Réussir son développement :**

#### **Étape 1 – Organiser ses idées :**

Une fois que vous avez choisi votre plan de 2 ou 3 parties, vous devrez constituer entre 2 et 4 paragraphes dans chaque partie. Ces paragraphes doivent suivre un ordre logique allant du plus évident au moins évident.

#### **Exemple :**

- **Première partie :** "La pratique musicale, un objectif éducatif" ;
- **Deuxième partie :** "La pratique musicale, une forme de distinction sociale" ;
- **Troisième partie :** "La pratique musicale, un coût pour les familles".

#### **Étape 2 – Construire un paragraphe :**

Un paragraphe s'appuie sur plusieurs documents. Pour rendre un paragraphe efficace, on commence par annoncer l'idée principale commune à plusieurs documents avant de donner les détails.

**Exemple :** "La pratique musicale est en constante hausse dans la société. Ainsi, C. Planchon développe l'exemple du hautbois et de la pratique du leasing encourageant l'accès aux instruments à bas prix. E. Goudier va plus loin en donnant le détail de tous les organismes permettant de renforcer la démocratisation des instruments de musique."

De plus, pour construire un paragraphe, il faut reformuler et confronter les idées principales de l'auteur.

Enfin, entre chaque paragraphe, vous devrez utiliser des connecteurs logiques tels que :

- En premier lieu, ...
- Par ailleurs, ...
- En outre, ...

- Enfin, ...

### **Étape 3 – Fluidifier la transition entre chaque partie :**

L'idée est d'insérer une courte phrase ayant pour rôle de récapituler la partie précédente et d'annoncer ce qui suit sans pour autant trop en annoncer.

**Exemple :** "Comme on vient de le voir, la nécessité de la pratique musicale a tendance à s'imposer à nous, mais les obstacles restent nombreux."

## **4. Synthèse de documents – Réussir sa conclusion :**

### **Étape 1 – Rédiger sa conclusion en fonction des idées précédentes :**

Le principe de la conclusion est de faire un bilan sur les idées précédemment développées.

**Exemple :** "En résumé, la musique est un art mais aussi un loisir subissant des préjugés. En effet, certains genres musicaux initialement considérés comme "nobles" prouvent que la hiérarchie peut céder."

### **Étape 2 – Utilisation d'un connecteur ou d'une expression :**

Un connecteur ou une expression doit figurer dans la conclusion afin de bien faire notifier au lecteur qu'il s'agit de la conclusion. En voici quelques-uns :

- En somme, ...
- En conclusion, ...
- Pour conclure, ...
- On retiendra de cette étude que...

## Chapitre 2 : Écriture personnelle

### 1. Réaliser une écriture personnelle :

#### Les règles importantes :

Avant d'entamer sur la méthodologie de l'écriture personnelle, voici quelques règles importantes :

- L'utilisation du pronom "je" est évidemment autorisée ;
- Utiliser des références personnelles de films, de tableaux, d'œuvres ou de livres est obligatoire ;
- Saut de ligne entre les parties obligatoire ainsi que la présence d'alinéas au premier paragraphe ;
- Éviter les fautes d'orthographe en relisant 2 fois à la fin.

### 2. Écriture personnelle – Analyser son sujet :

#### Utilisation de la méthode "QQOQCCP" pour analyser son sujet :

L'utilisation de la méthode "QQOQCCP" est très utilisée pour analyser son sujet. Pour cela, vous allez répondre aux questions suivantes concernant le sujet :

- Qui ?
- Quoi ?
- Quand ?
- Où ?
- Comment ?
- Combien ?
- Pourquoi ?

**Exemple :** Si le sujet est "D'après-vous, la société doit-elle aller toujours plus vite ?" Voici l'élaboration du QQOQCCP :

- Qui ?
  - Les citoyens vivent à un rythme de plus en plus élevé.
  - Les conducteurs parfois tentés de dépasser la vitesse maximale autorisée en conduite.
  - Les journalistes toujours à la recherche du "scoop" et de faire diffuser des informations trop vite.
- Quoi ?
  - Une accélération de la production permettant de faciliter les échanges et d'abolir les distances.
  - Un facteur de risques permettant de prendre en compte le risque d'erreur, d'accident et de stress.
- Quand ?
  - Étant donné que le sujet a l'air moderne, ce sera plutôt au XX et XXIème siècle avec l'arrivée du numérique.
- Où ?
  - Question peu porteuse sur ce sujet.

- Comment ?
  - Au travers des moyens de transport, des moyens de communication, des informations en temps réel, etc.
- Combien ?
  - Question peu porteuse sur ce sujet.
- Pourquoi ?
  - Par souci d'efficacité, de dynamisme et pour fluidifier les échanges.

### 3. Écriture personnelle – Introduction :

#### Étape 1 – Rédiger une "amorce" :

L'amorce correspond à une phrase à visée générale introduisant la lecture du texte. Il peut s'agir d'un proverbe, d'une vérité générale, d'un fait divers, d'une citation, etc.

L'amorce n'est pas obligatoire mais relativement conseillée.

#### Étape 2 – Reformuler le sujet :

Vous devez expliquer avec vos mots ce que signifie le sujet donné.

**Exemple :** Si le sujet est "Faut-il défendre la diversité musicale ?", essayez de mettre en avant les paradoxes, les contradictions, les choix à faire et l'intérêt du sujet en général.

#### Étape 3 – Rédaction de la problématique :

À la suite de la présentation des documents, vous allez présenter la problématique. Il doit s'agir de la grande question soulevée par le sujet. Cette problématique a généralement la forme d'une question.

**Exemple :** "La diversité culturelle, si chère à la France, est-elle en danger dans un contexte désormais mondialisé ?"

#### Étape 4 – Élaboration du plan :

Le plan doit être élaboré dans le but de répondre à la problématique.

**Exemple :** "Pour répondre à cette question, nous évoquerons alors 2 possibilités, une action engagée en faveur de la diversité et une position plus passive et respectueuse du mode de vie collectif."

### 4. Écriture personnelle – Chercher des exemples :

#### Trouver des exemples :

L'idée est de trouver des exemples en rapport avec le sujet pour appuyer sa future argumentation.

**Exemple :** Si le sujet est "D'après-vous, la société doit-elle aller toujours plus vite ?" Voici quelques exemples :

- **Fait d'actualité :** Le projet d'une reconstruction express de Notre Dame en 5 ans ;

- **Phénomène de société** : Les TGV, les taxis "ubers", les trottinettes électriques ;
- **Référence culturelle** : Les films d'action

## 5. Écriture personnelle – Donner son point de vue :

### Donner son point de vue :

Contrairement à la synthèse de documents strictement objective, l'écriture personnelle demande une touche subjective de la part du rédacteur. Mais attention, vous ne devez pas donner votre point de vue tout le long de votre copie mais seulement ponctuellement.

De plus, si votre évaluateur n'est pas de votre point de vue, ce n'est pas grave car ce n'est pas ce sur quoi vous êtes évalué(e).

### Comment donner son point de vue ?

Pour donner son point de vue, vous pouvez utiliser différentes expressions appropriées du registre telles que :

- Pour ma part...
- En ce qui me concerne...
- D'après moi...
- Je pense que...
- J'approuve l'idée selon laquelle...

## 6. Écriture personnelle – Conclusion :

### Rôle de la conclusion :

La conclusion de l'écriture personnelle est sensiblement similaire à celle de la synthèse de documents et récapitule les grandes idées qui ont été développées. L'idée est qu'elle penche d'un certain côté de la balance et qu'elle ne soit pas totalement neutre.

De plus, cette conclusion peut être une question ouverte pour donner envie au lecteur.

**Exemple :** "En définitive, notre société semble partagée entre 2 tendances ; l'une qui soutient la diversité musicale et l'autre s'appuyant sur des goûts collectifs. Contrairement aux apparences, ces 2 tendances ne pourraient-elles pas cohabiter ?"

## E2 : Langue vivante étrangère anglais

### Présentation de l'épreuve :

L'épreuve E2 « Langue vivante étrangère anglais » est une épreuve disposant d'un coefficient de 2 et se déroule sous la forme de 2 situations d'évaluation en Contrôle en Cours de Formation (CCF).

Les 2 situations d'évaluation ont lieu au cours du deuxième ou troisième trimestre de la deuxième année de BTS.

### Conseil :

Ne néglige pas cette matière ayant une influence sur environ 7 % de la note finale de l'examen. De plus, je te conseille de travailler énormément ton vocabulaire et ton écoute.

Pour travailler ton vocabulaire, sollicite tes 3 types de mémoires :

- Mémoire visuelle (lecture) ;
- Mémoire auditive (écoute) ;
- Mémoire kinesthésique (écrite).

En sollicitant ces 3 types de mémoires, tu maximises ainsi ton apprentissage. Pour ce qui est de l'écoute, regarde des films ou des séries en anglais et mets les sous-titres en français.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Compréhension de l'écrit .....	15
1. Définitions de la compréhension de l'écrit .....	15
2. Règles à respecter .....	15
<b>Chapitre 2 :</b> Expression écrite .....	16
1. Rédaction du mail .....	16
<b>Chapitre 3 :</b> Comment organiser ses pensées ? .....	17
1. Introduction .....	17
2. Connecteurs logiques .....	17
<b>Chapitre 4 :</b> Les expressions dans un débat .....	19
1. Utilité des expressions .....	19
2. L'introduction à une idée .....	19
<b>Chapitre 5 :</b> Les pronoms relatifs .....	21
1. Les pronoms relatifs .....	21
2. Quelques particularités des pronoms .....	21
<b>Chapitre 6 :</b> Les verbes irréguliers .....	22

1. Liste des verbes irréguliers.....22

# Chapitre 1 : Compréhension de l'écrit

## 1. Définitions de la compréhension de l'écrit :

### Objectif :

Montrer que l'essentiel du texte a été compris. Résumé en respectant le nombre de mots (+ / - 10 %).

### Introduction :

Type de document, source, thème général.

### Corps :

Développer les idées principales avec des mots de liaison.

## 2. Règles à respecter :

### Les règles à respecter :

- Respecter le nombre de mots et l'inscrire à la fin ;
- Ne pas mettre de Français.

### À ne surtout pas faire :

- Rédiger le compte-rendu en anglais ;
- Introduire des informations extérieures au document ;
- Paraphraser le texte ;
- Omettre des idées importantes.



## Chapitre 2 : Expression écrite

### 1. Rédaction du mail :

#### Les principes de base de la rédaction du mail :

- Toujours commencer par : "Dear Mr./Ms. ..."
- Exprimer le but du mail : "I am writing to enquire about..."
- Pour conclure : "Thank you for patience and cooperation. If you have any questions or concerns, don't hesitate to let me know."
- Salutation : "Best regards/Sincerely"

## Chapitre 3 : Comment organiser ses pensées ?

### 1. Introduction :

#### Comment introduire ses pensées ?

Afin de préparer et d'organiser de la meilleure façon les idées et les informations, à l'écrit comme à l'oral, les expressions suivantes peuvent être utilisées.

Expression anglaise	Expression française
To begin with	Pour commencer avec
As an introduction	En introduction

### 2. Connecteurs logiques :

#### Exprimer son opinion personnelle :

Expression anglaise	Expression française
In my opinion	À mon avis
To me	Pour moi
I think	Je pense
Personally	Personnellement
According to me	Selon moi
As for the	Comme pour le

#### Organiser en série d'éléments :

Expression anglaise	Expression française
Firstly	Premièrement
Secondly	Deuxièmement
Thirdly	Troisièmement
Then	Ensuite
After that	Après ça
At the end	À la fin

#### Ajouter une information :

Expression anglaise	Expression française
Moreover	De plus
Added to that	Ajouté à cela

#### Donner des exemples :

Expression anglaise	Expression française
For example	Par exemple

Such as	Tel que
Like	Comme

**Généraliser :**

Expression anglaise	Expression française
All told	En tout
About	À propos

**Expliquer une cause :**

Expression anglaise	Expression française
Because of	En raison de
Thanks to	Grâce à

## Chapitre 4 : Les expressions dans un débat

### 1. Utilité des expressions :

#### À quoi servent les expressions dans un débat ?

Les expressions du débat sont intéressantes à étudier puisqu'elles offrent différentes façons d'aborder et de diriger une discussion. Elles peuvent être mises en place le jour de l'oral d'Anglais.

### 2. L'introduction à une idée :

#### Exprimer un désaccord :

Expression anglaise	Expression française
My point of view is rather different from	Mon point de vue est assez différent du vôtre
I'm not agree with you	Je ne suis pas d'accord avec vous
It is wrong to say that	C'est faux de dire que

#### Ajouter une information :

Expression anglaise	Expression française
In addition to	En plus de
In addition	En outre
Not only	Pas seulement

#### Contraster :

Expression anglaise	Expression française
But	Mais
Yet	Encore
Nevertheless	Néanmoins
Actually	Réellement
On the one hand	D'un côté
On the other hand	D'autre part
In fact	En réalité
Whereas	Tandis que

#### Pour résumer :

Expression anglaise	Expression française
In a word	En un mot
To sum up	Pour résumer

#### Pour justifier :

<b>Expression anglaise</b>	<b>Expression française</b>
That's why	C'est pourquoi
For example	Par exemple

## Chapitre 5 : Les pronoms relatifs

### 1. Les pronoms relatifs :

Les différents pronoms relatifs existants :

Expression anglaise	Expression française
Where	Où
What	Qu'est-ce que
When	Quand
Whom	Que
Whose	À qui
Who	Qui (pour un humain)
Which	Qui (pour un animal/objet)

### 2. Quelques particularités des pronoms :

**Les particularités du pronom "which" :**

Le pronom "which" désigne un animal ou un objet.

**Exemple :**

Expression anglaise	Expression française
The dog here is very aggressive.	Le chien qui est ici est très agressif.

**Les particularités du pronom "who" :**

Le pronom "who" désigne un humain.

**Exemple :**

Expression anglaise	Expression française
The girl who is looking at us is called Sarah.	La fille qui nous regarde s'appelle Sarah.

**Les particularités du pronom "whose" :**

Le pronom "whose" permet d'indiquer la possession.

**Exemple :**

Expression anglaise	Expression française
The singer whose name I don't remember has a beautiful voice.	Le chanteur dont je ne me souviens plus du nom a une belle voix.

## Chapitre 6 : Les verbes irréguliers

### 1. Liste des verbes irréguliers :

Base verbale	Prétérit	Participe passé	Expression française
abide	abode	abode	respecter / se conformer à
arise	arose	arisen	survenir
awake	awoke	awoken	se réveiller
bear	bore	borne / born	porter / supporter / naître
beat	beat	beaten	battre
become	became	become	devenir
beget	begat / begot	begotten	engendrer
begin	began	begun	commencer
bend	bent	bent	plier / se courber
bet	bet	bet	parier
bid	bid / bade	bid / bidden	offrir
bite	bit	bitten	mordre
bleed	bled	bled	saigner
blow	blew	blown	souffler / gonfler
break	broke	broken	casser
bring	brought	brought	apporter
broadcast	broadcast	broadcast	diffuser / émettre
build	built	built	construire
burn	burnt / burned	burnt / burned	brûler
burst	burst	burst	éclater
buy	bought	bought	acheter
can	could	could	pouvoir
cast	cast	cast	jeter / distribuer (rôles)
catch	caught	caught	attraper
chide	chid / chode	chid / chidden	gronder
choose	chose	chosen	choisir
cling	clung	clung	s'accrocher
clothe	clad / clothed	clad / clothed	habiller / recouvrir
come	came	come	venir
cost	cost	cost	coûter
creep	crept	crept	ramper
cut	cut	cut	couper
deal	dealt	dealt	distribuer
dig	dug	dug	creuser
dive	dived	dived / dove	plonger

do	did	done	faire
draw	drew	drawn	dessiner / tirer
dream	dreamt / dreamed	dreamt / dreamed	rêver
drink	drank	drunk	boire
drive	drove	driven	conduire
dwell	dwelt	dwelt / dwelled	habiter
eat	ate	eaten	manger
fall	fell	fallen	tomber
feed	fed	fed	nourrir
feel	felt	felt	se sentir / ressentir
fight	fought	fought	se battre
find	found	found	trouver
flee	fled	fled	s'enfuir
fling	flung	flung	lancer
fly	flew	flown	voler
forbid	forbade	forbidden	interdire
forecast	forecast	forecast	prévoir
foresee	foresaw	foreseen	prévoir / pressentir
forget	forgot	forgotten / forgot	oublier
forgive	forgave	forgiven	pardonner
forsake	forsook	forsaken	abandonner
freeze	froze	frozen	geler
get	got	gotten / got	obtenir
give	gave	given	donner
go	went	gone	aller
grind	ground	ground	moudre / opprimer
grow	grew	grown	grandir / pousser
hang	hung	hung	tenir / pendre
have	had	had	avoir
hear	heard	heard	entendre
hide	hid	hidden	caler
hit	hit	hit	taper / appuyer
hold	held	held	tenir
hurt	hurt	hurt	blesser
keep	kept	kept	garder
kneel	knelt / kneeled	knelt / kneeled	s'agenouiller
know	knew	known	connaître / savoir
lay	laid	laid	poser
lead	led	led	mener / guider
lean	leant / leaned	leant / leaned	s'incliner / se pencher
leap	leapt / leaped	leapt / leaped	sauter / bondir



learn	learnt	learnt	apprendre
leave	left	left	laisser / quitter / partir
lend	lent	lent	prêter
let	let	let	permettre / louer
lie	lay	lain	s'allonger
light	lit / lighted	lit / lighted	allumer
lose	lost	lost	perdre
make	made	made	fabriquer
mean	meant	meant	signifier
meet	met	met	rencontrer
mow	mowed	mowed / mown	tondre
offset	offset	offset	compenser
overcome	overcame	overcome	surmonter
partake	partook	partaken	prendre part à
pay	paid	paid	payer
plead	pled / pleaded	pled / pleaded	supplier / plaider
preset	preset	preset	programmer
prove	proved	proven / proved	prouver
put	put	put	mettre
quit	quit	quit	quitter
read	read	read	lire
relay	relaid	relaid	relayer
rend	rent	rent	déchirer
rid	rid	rid	débarrasser
ring	rang	rung	sonner / téléphoner
rise	rose	risen	lever
run	ran	run	courir
saw	saw / sawed	sawn / sawed	scier
say	said	said	dire
see	saw	seen	voir
seek	sought	sought	chercher
sell	sold	sold	vendre
send	sent	sent	envoyer
set	set	set	fixer
shake	shook	shaken	secouer
shed	shed	shed	répandre / laisser tomber
shine	shone	shone	briller
shoe	shod	shod	chausser
shoot	shot	shot	tirer / fusiller
show	showed	shown	montrer
shut	shut	shut	fermer
sing	sang	sung	chanter

sink	sank / sunk	sunk / sunken	couler
sit	sat	sat	s'asseoir
slay	slew	slain	tuer
sleep	slept	slept	dormir
slide	slid	slid	glisser
slit	slit	slit	fendre
smell	smelt	smelt	sentir
sow	sowed	sown / sowed	semér
speak	spoke	spoken	parler
speed	sped	sped	aller vite
spell	spelt	spelt	épeler / orthographier
spend	spent	spent	dépenser / passer du temps
spill	spilt / spilled	spilt / spilled	renverser
spin	spun	spun	tourner / faire tourner
spit	spat / spit	spat / spit	cracher
split	split	split	fendre
spoil	spoilt	spoilt	gâcher / gâter
spread	spread	spread	répandre
spring	sprang	sprung	surgir / jaillir / bondir
stand	stood	stood	être debout
steal	stole	stolen	voler / dérober
stick	stuck	stuck	coller
sting	stung	stung	piquer
stink	stank	stunk	puer
strew	strewed	strewn / strewed	éparpiller
strike	struck	stricken / struck	frapper
strive	strove	striven	s'efforcer
swear	swore	sworn	jurer
sweat	sweat / sweated	sweat / sweated	suer
sweep	swept	swept	balayer
swell	swelled / sweated	swollen	gonfler / enfler
swim	swam	swum	nager
swing	swung	swung	se balancer
take	took	taken	prendre
teach	taught	taught	enseigner
tear	tore	torn	déchirer
tell	told	told	dire / raconter
think	thought	thought	penser
thrive	throve / thrived	thriven / thrived	prospérer
throw	threw	thrown	jeter
thrust	thrust	thrust	enfoncer

typeset	typeset	typeset	composer
undergo	underwent	undergone	subir
understand	understood	understood	comprendre
wake	woke	woken	réveiller
weep	wept	wept	pleurer
wet	wet / wetted	wet / wetted	mouiller
win	won	won	gagner
wind	wound	wound	enrouler / remonter
withdraw	withdrew	withdrawn	se retirer
wring	wrung	wrung	tordre
write	wrote	written	écrire

## E3.1 : Mathématiques

### Présentation de l'épreuve :

L'épreuve E3 « Mathématiques et Physique - Chimie » est une épreuve se subdivisant en 2 sous-épreuves, à savoir :

- **E3.1 - Mathématiques** : Coefficient 2, épreuve CCF, durée de 2 heures ;
- **E3.2 - Physique Chimie** : Coefficient 2, épreuve CCF, durée de 2 heures.

Cette partie sera consacrée à la première sous-épreuve de l'épreuve E3, soit la sous-épreuve E3.1 « Mathématiques ».

L'épreuve E3.1 « Mathématiques » est une épreuve à coefficient de 2. Cette matière est réalisée sous forme d'épreuve ponctuelle écrite au travers d'un examen de 2 heures ayant lieu durant la semaine d'examen.

Son coefficient de 2 représente environ 7 % de la moyenne finale de l'examen.

### Conseil :

Malgré le faible coefficient des mathématiques à côté d'autres épreuves (comme l'épreuve E4 par exemple), les mathématiques influe tout de même pour plus de 7 % de la note finale. Il ne faut donc pas la négliger.

Enfin, n'oublie pas de gérer ton temps de manière efficace pendant l'examen. L'épreuve E3.1 a une durée limitée, il est donc important de bien répartir ton temps entre les différentes questions.

Commence par les questions qui te semblent les plus accessibles ou qui ont le plus de poids dans la notation. Cela te permettra de gagner en confiance et d'optimiser tes chances de réussite.

Nous te conseillons de regarder les annales des années précédentes et de t'exercer aux différentes notions à connaître.

## Table des matières

<b>Chapitre 1</b> : Étude d'une fonction .....	29
1. Étude d'une fonction .....	29
2. Les asymptotes .....	29
3. Les variations d'une fonction .....	29
<b>Chapitre 2</b> : Les statistiques .....	32
1. Les principes de base des statistiques.....	32
2. Les variables aléatoires discrètes .....	33

3.	La loi binomiale .....	34
4.	La loi normale.....	34
<b>Chapitre 3 : Les suites .....</b>		<b>35</b>
1.	Les suites arithmétiques .....	35
2.	Les suites géométriques .....	35

# Chapitre 1 : Étude d'une fonction

## 1. Étude d'une fonction :

### À quoi servent les études de fonction ?

Pour étudier le sens de variation d'une fonction, il est nécessaire d'étudier le signe de sa dérivée.

### Limite d'une fonction :

La limite d'une fonction polynôme en  $+\infty$  (ou  $-\infty$ ) est égal à la limite en  $+\infty$  (ou  $-\infty$ ) du terme de plus haut degré.

La limite d'une fonction rationnelle en  $+\infty$  (ou  $-\infty$ ) est égal à la limite en  $+\infty$  (ou  $-\infty$ ) du quotient (fraction) des termes de plus haut degré du numérateur et du dénominateur.

## 2. Les asymptotes :

### Quels sont les 3 propriétés d'asymptotes ?

- Si  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = +/\infty$   $\Rightarrow$  asymptote verticale d'équation  $x = a$ 
  - $x \rightarrow a$
- Si  $\lim_{x \rightarrow +/\infty} f(x) = b$   $\Rightarrow$  asymptote horizontale d'équation  $y = b$ 
  - $x \rightarrow +/\infty$
- Si  $\lim_{x \rightarrow +/\infty} [f(x) - (ax + b)] = 0$   $\Rightarrow$  asymptote oblique d'équation  $y = ax + b$ 
  - $x \rightarrow +/\infty$

## 3. Les variations d'une fonction :

### Qu'est-ce qu'une variation de fonction ?

Soit une fonction définie sur un intervalle  $I$ , et admettant sur cet intervalle une dérivée  $f'$ .

Si, pour tout  $x$  de  $I$ , on a :  $f'(x) \geq 0$  alors  $f$  est croissante sur  $I$ .

Si, pour tout  $x$  de  $I$ , on a :  $f'(x) \leq 0$  alors  $f$  est décroissante sur  $I$ .

$\rightarrow$  On en déduit donc les tableaux de variations à partir de l'étude de signe de la dérivée.

### Méthode de résolution d'une équation du second degré :

$$Y = ax^2 + bx + c$$

### Calcul du discriminant :

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

**Exemple 1 :**  $\Delta < 0$  : Le polynôme n'a pas de racine.

**Exemple 2 :**  $\Delta > 0$  : Le polynôme a 2 racines :

$$x_1 = (-b - \sqrt{\Delta}) / 2a$$

$$x_2 = (-b + \sqrt{\Delta}) / 2a$$

Dans ce cas, le polynôme peut se factoriser :  $ax^2 + bx + c \Rightarrow a(x-x_1)(x-x_2)$

**Exemple 3 :**  $\Delta = 0$  : Le polynôme a une racine double :  $\alpha = -b / 2a$

Dans ce cas le polynôme peut se factoriser :  $ax^2 + bx + c \Rightarrow a(x-\alpha)^2$

**Variation d'une fonction :**

Pour construire un tableau de variation, il est nécessaire d'indiquer toutes les valeurs pour lesquelles la fonction  $f(x) = 0$  (voir le calcul du discriminant).

**Tableau de variation :**

x	a	$x_0$	b
f'(x)		-	+
Variation de f(x)	Lim f(x) x -> a	f(x <sub>0</sub> )	Lim f(x) x -> b

-> f(x<sub>0</sub>) est appelé minimum de la fonction.

x	a	$x_0$	b
f'(x)		-	+
Variation de f(x)	Lim f(x) x -> a	f(x <sub>0</sub> )	Lim f(x) x -> b

-> f(x<sub>0</sub>) est appelé maximum de la fonction.

=> Les extremums sont les maximums et les minimums.

**Tableau de signes :**

Dans le tableau de signes, il faut indiquer toutes les valeurs pour lesquelles la fonction  $f(x) = 0$ .

C'est une fonction simple. La résolution d'équation se fait via la technique des facteurs :

$$6x = 0 \Leftrightarrow x=0 \quad / \quad x-1 = 0 \Leftrightarrow x = 1$$

Si c'était un polynôme de second degré "y = ax<sup>2</sup> + bx + c", il aurait été nécessaire de calculer le discriminant.

x	$-\infty$	0	1	$+\infty$
6x		-	+	
(x-1)		-	+	
f'(x)	(-x-) = +	0	(+x-) = -	(+x+) = +

**Tableau de variation :**

x	$-\infty$	0	1	$+\infty$
f'(x)	+	0	-	+
Variation de f(x)	$-\infty^*$	6	5	$+\infty^{*1}$

-> Cette fonction n'admet pas d'extremum.

$$* \lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = \lim_{x \rightarrow -\infty} (2x^3) = -\infty \quad *1 \lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = \lim_{x \rightarrow +\infty} (2x^3) = +\infty$$



## Chapitre 2 : Les statistiques

### 1. Les principes de base des statistiques :

#### Notions de base :

Une enquête statistique porte sur un ensemble de personnes ou d'objets nommés "population" (constituée d'individus).

Lorsque la population est impossible à étudier dans son ensemble, on étudie un échantillon.

L'enquête vise à mettre en évidence une certaine particularité de cette population. Cette particularité est appelée "caractère" ou "variable".

#### Caractère mesurable :

Si le caractère est mesurable, il est dit "quantitatif". Cela signifie que l'on puisse associer un nombre représentant la taille, l'année de naissance, l'âge, etc.

Dans le cas contraire, il est qualitatif (couleur des yeux, région d'habitation, etc.).

#### Les 2 formes de caractères (discret et continu) :

- **Discret** : Il peut prendre des valeurs "isolées" (nombre d'enfants).
- **Continu** : Il peut prendre toutes les valeurs d'un intervalle de nombres réels (somme d'argent).

Les résultats sont mis en forme dans des tableaux et/ou des graphiques.

#### La moyenne :

$$\bar{x} = \frac{\sum n_i x_i}{N}$$

#### La médiane :

Notée "Me", la médiane est la valeur d'un caractère quantitatif qui partage l'effectif total de la population en 2 groupes d'effectifs égaux.

#### L'écart type :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N n_i (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad \text{ou} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum n_i x_i^2}{N} - \bar{x}^2}$$

#### La fréquence :

La fréquence se calcule à partir de la formule :  $f_i = n_i/N$

### Le centre de classe :

Le centre de classe se calcule à partir de la formule :  $[a ; b[ \rightarrow x_i = (a+b)/2$

### Le quartile :

Notés  $Q_1$ ,  $Q_2$  et  $Q_3$ , le quartile sont les trois valeurs de la variable qui partagent la liste des valeurs ordonnées en quatre groupes de même effectif.

Le quartile se calcule à partir de la formule suivante :

$$Rq : Q_2 = Me$$

### L'interquartile :

L'interquartile est la différence entre les quartiles  $Q_3$  et  $Q_1$ .

Noté « I », l'interquartile se calcule à partir de la formule suivante :

$$I = Q_3 - Q_1$$

$[Q_1 ; Q_3]$  contient la moitié des valeurs observées.

$[Q_1 ; Me]$  et  $[Me ; Q_3]$  contiennent le quart des valeurs observées.

### L'ajustement affiné :

L'ajustement affiné peut être connu grâce à la méthode de Mayer : La droite passe par  $G_1$  et  $G_2$ , les deux points moyens des deux nuages partiels d'importance équivalente. La droite ( $G_1G_2$ ) est appelée droite de Mayer, elle passe par  $G$ .

Il existe également la méthode des moindres carrés : Celle-ci consiste à déterminer la droite la plus susceptible de remplacer « au mieux » le nuage de points. Cette droite est nommée « droite d'ajustement de  $y$  par rapport à  $x$  » et est notée :  $Dy/x$ .

Cette droite passe par le point  $G(\text{moy } x ; \text{ moy } y)$  et a pour équation :

$$y = ax + b \quad \text{où } a = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x^2} \quad \text{et } b = \bar{y} - a\bar{x}$$

## 2. Les variables aléatoires discrètes :

### Les différents types de variables aléatoires discrètes :

➤ La variance de  $x$ , notée  $V(x)$  est :

$$V(x) = \frac{1}{N} \sum_i (x_i - \bar{x})^2 n_i = \sum_i f_i (x_i - \bar{x})^2$$

En probabilité, on note  $V(X)$  la variance de la variable aléatoire  $X$  qui vaut, par analogie avec les séries statistiques :

$$V(X) = \sum_i p_i (x_i - E(X))^2 = \sum_i p_i x_i^2 - (E(X))^2$$

➤ De même, l'écart-type de  $X$ , noté  $\sigma(X)$  est donné par :  $\sigma(X) = \sqrt{V(X)}$

### 3. La loi binomiale :

#### Qu'est-ce que la loi binomiale ?

On dit qu'une variable aléatoire  $X$  suit une loi binomiale de paramètre  $n$  et  $p$  si et seulement si : on répète  $n$  fois de façons indépendantes la même expérience élémentaire à 2 issues incompatibles :

1. Le succès de probabilité ( $p$ )
2. L'échec de probabilité ( $q = 1-p$ )

### 4. La loi normale :

#### La loi Normale centrée réduite :

On appelle "loi normale centrée réduite", la loi normale de paramètre  $(0 ; 1)$  notée  $N(0 ; 1)$ .

$$\text{Donc } E(X) = 0, \sigma(X) = 1 \text{ et } f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2}$$

## Chapitre 3 : Les suites

### 1. Les suites arithmétiques :

#### Le principe des suites :

Pour les suites, la variable est notée "n" et ne prend que des valeurs entières.

-> La suite est appelée U ou  $(U_n)$  ; V ou  $(V_n)$ .

Un s'appelle le terme général de la suite  $(U_n)$ .

Le premier terme de la suite  $(U_n)$  est  $U_0$ .

#### Les suites arithmétiques :

Une suite  $(U_n)$  est une suite arithmétique de raison "r" si et seulement si pour tout entier "n", on a :

$$U_{n+1} = U_n + r$$

Ou

$$U_{n+1} - U_n = r$$

#### Relation entre deux termes quelconques :

1. Si le premier terme est  $U_0$  :  $U_{n+1} = U_0 + nr$
2. Si la suite commence à  $U_1$  (car  $U_0$  est impossible. Ex. :  $U_n = 1/0$ ) :  $U_n = U_1 + (n-1)r$
3. Si  $U_p = U_0 + pr$  :  $U_p - U_q = r(p-q)$
4. Calcul de la somme des n+1 premiers termes ( $S_n = U_0 + U_1 + \dots + U_n$ ) :  $S_n = [(n+1) \times (U_0 + U_n)] / 2$

### 2. Les suites géométriques :

#### Les suites géométriques :

La suite  $(U_n)$  est une suite géométrique de raison q si et si seulement si pour tout entier n on a :

$$U_{n+1} = q \times U_n$$

Ou

$$U_{n+1}/U_n = q$$

#### Relation entre deux termes quelconques :

1. Si le premier terme est  $U_0$  :

$$U_n = q^n \times U_0$$

2. Si la suite commence à  $U_1$  :

$$U_n = q^{(n-1)} \times U_1$$

**Quotient entre deux termes quelconques :**

$$U_n/U_p = q^{(n-p)}$$

Ou

$$U_n = q^{(n-p)} \times U_p$$

**Somme des n+1 premiers termes :**

1. Si  $q \neq 1$ :

$$S_n = U_0 \times [1 - q^{(n+1)}] / (1 - q)$$

2. Si  $q = 1$ :

$$S_n = (n+1) \times U_0$$

## E3.2 : Physique Chimie

### Présentation de l'épreuve :

L'épreuve E3 « Mathématiques et Physique - Chimie » est une épreuve se subdivisant en 2 sous-épreuves, à savoir :

- **E3.1 - Mathématiques** : Coefficient 2, épreuve CCF, durée de 2 heures ;
- **E3.2 - Physique Chimie** : Coefficient 2, épreuve CCF, durée de 2 heures.

Cette partie sera consacrée à la deuxième sous-épreuve de l'épreuve E3, soit la sous-épreuve E3.2 « Physique Chimie ».

L'épreuve E3.2 « Physique Chimie » est une épreuve à coefficient de 2. Cette matière est réalisée sous forme d'épreuve ponctuelle écrite au travers d'un examen de 2 heures ayant lieu durant la semaine d'examen.

Son coefficient de 2 représente environ 7 % de la moyenne finale de l'examen. Au total, l'épreuve E3 dispose d'un coefficient de 4, ce qui représente 14 % de la note finale.

### Conseil :

Il est important de ne pas négliger l'épreuve E3.2 « Physique Chimie » du BTS CPI, malgré son faible coefficient par rapport à d'autres épreuves. En effet, la physique chimie a une influence de plus de 7 % sur la note finale, ce qui peut avoir un impact significatif sur le résultat global.

Pour bien te préparer, nous te recommandons de consulter les annales des années précédentes. Cela te permettra de te familiariser avec le format de l'épreuve et les types de questions posées.

Il est également important de comprendre que l'épreuve E3.2 est considérée comme une épreuve "pilier". Cela signifie que les connaissances et les compétences acquises pour réussir cette épreuve seront indispensables pour réussir les autres épreuves du BTS CPI.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Les bases de la mécanique et de la cinématique.....	39
1. Lois du mouvement de Newton .....	39
2. Vitesse et accélération .....	39
3. Mouvement circulaire uniforme et mouvement harmonique simple.....	40
<b>Chapitre 2 :</b> Électricité et électronique.....	42
1. Loi d'Ohm et circuits électriques.....	42
2. Composants électroniques de base (résistances, condensateurs, inductances)....	42
3. Analyse de circuits à courant continu et alternatif .....	43

<b>Chapitre 3 :</b>	Thermodynamique et transfert de chaleur.....	45
1.	Première et deuxième lois de la thermodynamique .....	45
2.	Systèmes fermés et ouverts .....	45
3.	Conduction, convection et rayonnement thermique .....	46
<b>Chapitre 4 :</b>	Chimie des matériaux et des procédés industriels .....	47
1.	Structure et propriétés des matériaux.....	47
2.	Réactions chimiques et équilibres .....	48
3.	Procédés de fabrication et de transformation des matériaux .....	48

# Chapitre 1 : Les bases de la mécanique et de la cinématique

## 1. Lois du mouvement de Newton :

### Introduction :

La mécanique et la cinématique sont des branches importantes de la physique qui étudient le mouvement des objets. Les lois du mouvement de Newton sont des principes fondamentaux qui sont cruciaux dans de nombreux domaines, notamment l'ingénierie, la conception de produits et la technologie.

### Les trois lois de Newton :

- **La première loi de Newton :** La première loi de Newton, également appelée loi de l'inertie, stipule qu'un objet reste au repos ou en mouvement rectiligne uniforme à vitesse constante, à moins qu'une force nette n'agisse sur lui. Elle peut être exprimée par la formule  $F = 0$ , où  $F$  représente la somme des forces appliquées sur l'objet ;
- **La deuxième loi de Newton :** La deuxième loi de Newton énonce que la force nette appliquée à un objet est égale à la masse de l'objet multipliée par son accélération. Elle peut être exprimée par la formule  $F = m \times a$ , où  $F$  représente la force nette,  $m$  représente la masse de l'objet et  $a$  représente l'accélération de l'objet ;
- **La troisième loi de Newton :** La troisième loi de Newton énonce que pour chaque action, il existe une réaction égale et opposée. Autrement dit, si un objet exerce une force sur un autre objet, l'autre objet exerce une force égale et opposée sur le premier objet.

**Exemple :** la première loi de Newton explique pourquoi un objet continue à se déplacer à la même vitesse, tandis que la deuxième loi de Newton permet de calculer la force nécessaire pour accélérer un objet à une certaine vitesse. La troisième loi de Newton est importante pour comprendre les interactions entre les objets, comme les collisions.

## 2. Vitesse et accélération :

### Introduction :

La vitesse et l'accélération sont des concepts clés de la mécanique et de la cinématique, qui sont importants dans de nombreux domaines, notamment la conception de produits industriels.

### La vitesse est la mesure de la distance parcourue par un objet en un temps donné :

Elle peut être exprimée en mètres par seconde (m/s) ou en kilomètres par heure (km/h). La formule pour calculer la vitesse est :  $v = d/t$ , où  $v$  représente la vitesse,  $d$  représente la distance parcourue et  $t$  représente le temps écoulé.

### L'accélération est la mesure du taux de variation de la vitesse d'un objet en fonction du temps :



Elle peut être exprimée en mètres par seconde carré ( $m/s^2$ ). La formule pour calculer l'accélération est :  $a = (v_f - v_i)/t$ , où  $a$  représente l'accélération,  $v_f$  représente la vitesse finale,  $v_i$  représente la vitesse initiale et  $t$  représente le temps écoulé.

- Si un objet se déplace à une vitesse constante, sa vitesse ne change pas avec le temps, ce qui signifie que son accélération est nulle. **Exemple** : si une voiture roule à une vitesse constante de 60 km/h, son accélération est nulle.
- Si un objet accélère, cela signifie que sa vitesse augmente avec le temps. **Exemple** : si une voiture accélère de 0 à 60 km/h en 10 secondes, sa vitesse initiale est de 0 km/h, sa vitesse finale est de 60 km/h et son accélération est de 6 km/h<sup>2</sup>.
- Si un objet décélère, cela signifie que sa vitesse diminue avec le temps. **Exemple** : si une voiture freine pour passer de 60 km/h à l'arrêt en 5 secondes, sa vitesse initiale est de 60 km/h, sa vitesse finale est de 0 km/h et son accélération est de -12 km/h<sup>2</sup>.

La vitesse et l'accélération sont des paramètres importants dans la conception de produits industriels (voitures, avions, trains...).

### 3. Mouvement circulaire uniforme et mouvement harmonique simple :

#### Introduction :

Le mouvement circulaire uniforme et le mouvement harmonique simple sont deux types de mouvement importants en mécanique et en cinématique.

#### Le mouvement circulaire uniforme :

Le mouvement circulaire uniforme est un mouvement où un objet se déplace en cercle à une vitesse constante.

La vitesse constante est appelée la vitesse angulaire, symbolisée par la lettre grecque  $\omega$  (omega), et elle est mesurée en radians par seconde.

La période, symbolisée par la lettre  $T$ , est le temps nécessaire pour que l'objet effectue un tour complet.

La fréquence, symbolisée par la lettre  $f$ , est le nombre de tours effectués par unité de temps.

Les formules pour calculer la vitesse angulaire, la période et la fréquence sont :  $\omega = 2\pi/T$ ,  $T = 2\pi/\omega$  et  $f = 1/T$ , où  $\pi$  est une constante mathématique égale à environ 3,14.

#### Le mouvement harmonique simple :

Le mouvement harmonique simple est un mouvement oscillatoire où un objet se déplace de manière répétitive de part et d'autre d'une position d'équilibre.

La position de l'objet peut être décrite par une fonction sinusoïdale, et l'amplitude est la distance maximale entre la position d'équilibre et la position maximale ou minimale de l'objet.

La période, symbolisée par la lettre  $T$ , est le temps nécessaire pour que l'objet effectue un cycle complet. La fréquence, symbolisée par la lettre  $f$ , est le nombre de cycles effectués par unité de temps.

Les formules pour calculer la période et la fréquence sont :  $T = 2\pi\sqrt{m/k}$  et  $f = 1/T$ , où  $m$  est la masse de l'objet et  $k$  est la constante de raideur du ressort.

Les mouvements circulaires uniformes et les mouvements harmoniques simples ont de nombreuses applications pratiques. **Exemple** : les mouvements circulaires uniformes sont utilisés dans les manèges à sensation forte, les tours de grande roue et les turbines.

Les mouvements harmoniques simples sont utilisés dans les horloges, les systèmes de suspension de voitures et les systèmes de ressorts utilisés dans les machines.

## Chapitre 2 : Électricité et électronique

### 1. Loi d'Ohm et circuits électriques :

#### Définition :

La loi d'Ohm est un principe fondamental en électricité et en électronique qui établit une relation entre la tension, le courant et la résistance dans un circuit électrique.

#### La tension :

La tension, symbolisée par la lettre  $V$ , est la différence de potentiel électrique entre deux points dans un circuit électrique. Elle est mesurée en volts ( $V$ ).

#### Le courant électrique :

Le courant électrique, symbolisé par la lettre  $I$ , est le débit de charges électriques à travers un circuit électrique. Il est mesuré en ampères ( $A$ ).

#### La résistance électrique :

La résistance électrique, symbolisée par la lettre  $R$ , est une mesure de l'opposition d'un objet à la circulation du courant électrique. Elle est mesurée en ohms ( $\Omega$ ).

La loi d'Ohm établit que la tension dans un circuit électrique est égale au produit de la résistance et du courant, soit  $V = I \times R$ . Cette relation peut être réorganisée pour calculer la résistance ou le courant dans un circuit donné.

**Exemple :** un circuit simple peut être composé d'une source de tension, d'un interrupteur, d'une résistance et d'un courant électrique qui circule dans le circuit. Dans un circuit plus complexe, il peut y avoir plusieurs sources de tension, de nombreuses résistances et des composants électroniques (condensateurs et inducteurs).

### 2. Composants électroniques de base (résistances, condensateurs, inductances) :

Composant	Définition	Symbole	Unité
Résistance	Composant qui limite le courant électrique dans un circuit	$R$	Ohm ( $\Omega$ )
Condensateur	Composant qui stocke de l'énergie électrique dans un champ électrique	$C$	Farad ( $F$ )
Inductance	Composant qui	$L$	Henry ( $H$ )

	stocke de l'énergie électrique dans un champ magnétique		
--	---	--	--

#### **Les résistances :**

Les résistances sont couramment utilisées pour limiter le courant électrique dans un circuit et pour diviser la tension.

**Exemple :** Une résistance peut être utilisée pour limiter la quantité de courant traversant une LED et ainsi éviter qu'elle ne surchauffe ou ne se brûle.

#### **Les condensateurs :**

Les condensateurs sont utilisés pour stocker de l'énergie électrique dans un champ électrique.

**Exemple :** Un condensateur peut être utilisé pour maintenir la tension constante dans un circuit, ou pour filtrer les signaux électriques et supprimer le bruit.

#### **Les inductances :**

Les inductances sont utilisées pour stocker de l'énergie électrique dans un champ magnétique.

**Exemple :** Une inductance peut être utilisée pour maintenir la tension constante dans un circuit, ou pour filtrer les signaux électriques et supprimer le bruit.

### **3. Analyse de circuits à courant continu et alternatif :**

#### **La tension :**

La tension, symbolisée par la lettre  $V$ , est la différence de potentiel électrique entre deux points dans un circuit. Elle est mesurée en volts ( $V$ ).

#### **Le courant :**

Le courant, symbolisé par la lettre  $I$ , est le débit de charges électriques à travers un circuit. Il est mesuré en ampères ( $A$ ).

#### **La résistance :**

La résistance, symbolisée par la lettre  $R$ , est une mesure de l'opposition d'un objet à la circulation du courant électrique. Elle est mesurée en ohms ( $\Omega$ ).

#### **Les circuits à courant alternatif :**

Les circuits à courant alternatif (AC) sont des circuits où la tension et le courant changent de direction et de magnitude à intervalles réguliers. La fréquence de l'alternance est mesurée en hertz (Hz).

#### **La réactance :**

La réactance est une mesure de l'opposition d'un composant électrique à la circulation du courant alternatif. Elle est mesurée en ohms ( $\Omega$ ) et est généralement associée aux condensateurs et aux inductances.

**L'impédance :**

L'impédance, symbolisée par la lettre Z, est une mesure totale de l'opposition d'un circuit à la circulation du courant alternatif. Elle est mesurée en ohms ( $\Omega$ ) et est calculée comme la somme de la résistance et de la réactance.

## Chapitre 3 : Thermodynamique et transfert de chaleur

### 1. Première et deuxième lois de la thermodynamique :

#### La première loi de la thermodynamique :

La première loi de la thermodynamique, également connue sous le nom de loi de la conservation de l'énergie, établit que l'énergie ne peut être créée ni détruite, mais seulement transformée d'une forme à une autre.

Ainsi, dans un système fermé, l'énergie interne du système est constante.

Cette loi est exprimée par l'équation :  $\Delta U = Q - W$ , où  $\Delta U$  est la variation d'énergie interne d'un système,  $Q$  est la quantité de chaleur échangée avec l'environnement et  $W$  est le travail effectué par le système sur l'environnement.

#### La deuxième loi de la thermodynamique :

La deuxième loi de la thermodynamique établit que l'entropie d'un système isolé ne peut jamais diminuer, mais seulement augmenter ou rester constante.

L'entropie est une mesure de l'état de désordre ou de chaos d'un système. Cette loi est exprimée par l'équation :  $\Delta S \geq Q/T$ , où  $\Delta S$  est la variation d'entropie,  $Q$  est la quantité de chaleur échangée et  $T$  est la température absolue.

L'efficacité thermique, symbolisée par la lettre  $\eta$ , est une mesure de l'efficacité de conversion de l'énergie thermique en travail mécanique.

Elle est exprimée par la formule :  $\eta = W/Q$ , où  $W$  est le travail mécanique produit et  $Q$  est la quantité de chaleur fournie.

### 2. Systèmes fermés et ouverts :

#### Systeme fermé

Un système fermé est un système thermodynamique qui n'échange pas de matière avec son environnement, mais qui peut échanger de la chaleur et du travail. Dans un système fermé, l'énergie totale est conservée, ce qui signifie que la première loi de la thermodynamique s'applique.

Ainsi, pour un système fermé, la variation d'énergie interne est égale à la quantité de chaleur échangée avec l'environnement moins le travail effectué par le système :  $\Delta U = Q - W$ .

#### Systeme ouvert

Un système ouvert est un système thermodynamique qui peut échanger de la matière, de la chaleur et du travail avec son environnement. Dans un système ouvert, l'énergie totale n'est pas conservée, mais la première et la deuxième loi de la thermodynamique s'appliquent.

La variation d'énergie interne est égale à la somme de la chaleur et du travail échangés avec l'environnement, moins l'énergie entrante par les flux de matière :  $\Delta U = Q - W \pm \Delta H$ .

### 3. Conduction, convection et rayonnement thermique :

#### La conduction thermique

La conduction thermique est le transfert de chaleur par contact direct entre deux corps en contact.

Ce mode de transfert de chaleur est dû à la différence de température entre les deux corps.

La quantité de chaleur transférée est proportionnelle à la surface de contact, à la différence de température et à la conductivité thermique du matériau.

Cette dernière est exprimée par la formule :  $Q/t = kA(T_2 - T_1)/L$ , où  $Q/t$  est le flux de chaleur,  $k$  est la conductivité thermique du matériau,  $A$  est la surface de contact,  $T_1$  et  $T_2$  sont les températures des deux corps et  $L$  est l'épaisseur du matériau.

#### La convection thermique

La convection thermique est le transfert de chaleur par le déplacement d'un fluide. Ce mode de transfert de chaleur peut être naturel (dû à la différence de densité) ou forcé (dû à un mouvement forcé du fluide).

La quantité de chaleur transférée est proportionnelle à la surface de contact, à la différence de température, à la vitesse du fluide et aux propriétés thermiques du fluide.

Cette quantité est exprimée par la formule :  $Q/t = hA(T_2 - T_1)$ , où  $Q/t$  est le flux de chaleur,  $h$  est le coefficient de transfert de chaleur du fluide,  $A$  est la surface de contact et  $T_1$  et  $T_2$  sont les températures des deux corps.

#### Le rayonnement thermique

Le rayonnement thermique est le transfert de chaleur par l'émission et l'absorption de rayonnements électromagnétiques.

Ce mode de transfert de chaleur ne nécessite pas de milieu matériel pour se propager et peut se produire même dans le vide.

La quantité de chaleur transférée dépend de la surface émissive, de la température absolue et de la distance entre les deux corps. Cette quantité est exprimée par la formule :  $Q/t = \sigma A(T_2^4 - T_1^4)$ , où  $Q/t$  est le flux de chaleur,  $\sigma$  est la constante de Stefan-Boltzmann,  $A$  est la surface émissive,  $T_1$  et  $T_2$  sont les températures des deux corps.

## Chapitre 4 : Chimie des matériaux et des procédés industriels

### 1. Structure et propriétés des matériaux :

Structure	Description	Propriétés	Exemples d'applications
Amorphe	Absence de structure cristalline ordonnée	Fragilité, faible résistance mécanique, faible conductivité thermique	Vitres, plastiques amorphes
Cristalline	Structure atomique ordonnée répétitive	Résistance mécanique, conductivité thermique et électrique élevées, propriétés optiques	Métaux, céramiques, semi-conducteurs, cristaux photoniques
Polymère	Structure moléculaire formée de motifs répétitifs	Faible densité, résistance chimique, isolation électrique	Plastiques, caoutchoucs, élastomères
Composite	Combinaison de plusieurs matériaux différents	Résistance et rigidité élevées, légèreté, conductivité thermique et électrique	Matériaux composites renforcés de fibres (aéronautique, automobile, nautisme), matériaux composites à matrice métallique (aérospatiale), composites à matrice céramique (prothèses dentaires)
Métallique	Structure atomique métallique	Résistance mécanique élevée, conductivité thermique et électrique élevées, ductilité	Acier, aluminium, cuivre, or, argent, bronze



Céramique	Structure ionique ou covalente	Résistance à la chaleur et à la corrosion, faible conductivité thermique et électrique, fragilité	Tuiles, carreaux, prothèses dentaires, isolants thermiques
-----------	--------------------------------	---	--

## 2. Réactions chimiques et équilibres :

Réaction chimique ou équilibre	Description	Applications
Réaction d'oxydoréduction	Échange d'électrons entre les réactifs	Batteries, galvanoplastie, corrosion
Réaction acido-basique	Transfert de protons entre les réactifs	Production d'engrais, traitement des eaux usées, fabrication de produits pharmaceutiques
Réaction de précipitation	Formation d'un solide insoluble	Fabrication de pigments, traitement des eaux usées, production de médicaments
Équilibre chimique	État dans lequel les réactions directes et inverses ont lieu simultanément	Production d'ammoniac, fabrication d'acides et de bases, production d'énergie

## 3. Procédés de fabrication et de transformation des matériaux :

### La fusion et la solidification des métaux

La fusion d'un métal nécessite l'apport d'une quantité importante de chaleur pour briser les forces qui maintiennent ensemble les atomes. Cette chaleur est fournie par des fours à haute température et des équipements de fusion (fours électriques à arc, fours à induction et fours à réverbération).

Après la fusion, la température est abaissée pour permettre la solidification du métal. Cette solidification est un processus exothermique qui libère de la chaleur. Les techniques de refroidissement (refroidissement par air, refroidissement à l'eau et refroidissement à l'huile) sont utilisées pour contrôler la vitesse de solidification et la microstructure du métal.

### Le forgeage et l'extrusion des métaux

Ces techniques impliquent la mise en forme des métaux par application de pression à chaud. La chaleur est fournie par un four ou une presse de forgeage, et la pression est appliquée à l'aide d'une presse hydraulique ou mécanique. Ces procédés modifient la structure cristalline des métaux pour améliorer leur résistance et leur ductilité.

### **La synthèse des polymères**

Les polymères sont synthétisés par réaction de monomères pour former une chaîne moléculaire. Cette réaction est exothermique et libère de la chaleur. Le contrôle de la température est crucial pour la qualité du produit final et la sécurité du processus.

**Exemple :** le recuit est utilisé pour ramollir les métaux et améliorer leur ductilité, tandis que le trempage est utilisé pour durcir les métaux. Ces traitements impliquent le chauffage des matériaux à des températures élevées suivies d'un refroidissement rapide ou lent selon le traitement désiré.

## E4 : Étude préliminaire des produits

### Présentation de l'épreuve :

Cette épreuve E4 « Étude préliminaire des produits » est une épreuve se subdivisant en 2 sous-épreuves, à savoir :

- **E4.1 – Expression du besoin et cahier des charges fonctionnel** : Coefficient 2, épreuve ponctuelle orale, durée de 20 minutes ;
- **E4.2 – Conception préliminaire** : Coefficient 6, épreuve ponctuelle écrite, durée de 6 heures.

Au total, l'épreuve E4 « Étude préliminaire des produits » dispose d'un coefficient de 8, ce qui représente le coefficient le plus élevé des épreuves et ce qui influence 29 % de la moyenne finale.

Cette épreuve E4 peut comporter différentes parties, telles que des études de cas, des mises en situation, des présentations de projets, ou encore des analyses de problèmes techniques. Il est important de bien comprendre les attentes de chaque partie et de s'y préparer de manière adéquate.

### Conseil :

L'épreuve E4 « Étude préliminaire des produits » est un élément crucial pour réussir le BTS CPI. En effet, elle compte pour plus de 29 % de la note finale, ce qui signifie que ces points peuvent être déterminants pour l'obtention du diplôme. Il est donc essentiel de ne pas la négliger et de disposer des bonnes clés pour réussir avec facilité.

La sous-épreuve E4.1 « Expression du besoin et cahier des charges fonctionnel » repose principalement sur ta capacité de réflexion et d'improvisation à l'oral tandis que la sous-épreuve E4.2 « Conception préliminaire » nécessitera de toi un apprentissage par cœur de l'ensemble des notions à connaître (synthétisées dans les fiches de révision dans le dossier E4).

De plus, n'hésite pas à t'entraîner grâce aux annales d'épreuves pour être sûr d'être prêt(e) à 100 %.

Lors de tes entraînements, mets-toi dans des conditions similaires à celles de l'examen réel. Cela signifie prendre le temps de réfléchir aux questions posées, d'analyser les informations disponibles, de proposer des solutions argumentées et de savoir les présenter de manière claire et concise à l'oral.

## Accès au dossier E4

En vue de l'importance de l'épreuve E4 dans la moyenne finale du BTS et de la facilité à gagner les points lorsqu'on a les bonnes méthodes, nous avons décidé de créer une formation complète à ce sujet : [www.btscpi.fr/dossier-e4](http://www.btscpi.fr/dossier-e4).

## Contenu du Dossier E4 :

1. **Vidéo 1 - Analyse du contexte et identification du besoin** : 23 minutes de vidéo abordant toutes les informations à connaître à ce sujet.
2. **Vidéo 2 - Élaboration du Cahier Des Charges Fonctionnel (CDCF)** : 27 minutes de vidéo pour évoquer toutes les notions à maîtriser et être 100% prêt pour le jour J.
3. **Vidéo 3 - Recherche et génération d'idées** : 18 minutes de vidéo pour te délivrer des astuces et des pépites pour te faire grimper ta note.
4. **Vidéo 4 - Choix des matériaux et conception des systèmes** : 32 minutes de vidéo pour évoquer toutes les subtilités sur le choix des matériaux et la conception des systèmes, un sujet abordé chaque année.
5. **Fichier PDF - 23 Fiches de Révision** : E-Book abordant les notions à connaître 🚀

Découvrir le Dossier E4

## E5.1 : Conception détaillée

### Présentation de l'épreuve :

L'épreuve E5 « Projet industriel » est une épreuve se subdivisant en 2 sous-épreuves, à savoir :

- **E5.1 – Conception détaillée** : Coefficient 5, épreuve ponctuelle orale, durée de 40 minutes ;
- **E5.2 – Soutenance du rapport de stage** : Coefficient 1, épreuve ponctuelle orale, durée de 20 minutes.

Cette partie sera consacrée à la première sous-épreuve de l'épreuve E5, soit la sous-épreuve E5.1 « Conception détaillée ».

Cette sous-épreuve E5.1 « Conception détaillée » est une épreuve à coefficient de 5. Cette épreuve est réalisée sous forme d'épreuve ponctuelle orale au travers d'un examen d'une durée de 40 minutes ayant lieu durant la semaine d'examen.

Son coefficient de 5 représente environ 18 % de la moyenne finale de l'examen. Au total, l'épreuve E5 dispose d'un coefficient de 6, ce qui représente 21 % de la note finale.

### Conseil :

Pour réussir cette sous-épreuve E5.1 « Conception détaillée » du BTS CPI, il est important de prendre en compte quelques conseils utiles. En effet, cette épreuve dispose d'un coefficient de 5, ce qui représente la part non-négligeable de 18 % de la moyenne finale.

Pour bien te préparer, n'hésite pas à t'exercer régulièrement aux différentes notions abordées dans l'épreuve E5. Cela te permettra de consolider tes connaissances et de mieux appréhender les concepts clés.

Pour ce faire, apprends bien l'ensemble des notions évoquées ci-dessous, nous avons rédigé ces fiches en fonction de tous les concepts à maîtriser.

Par ailleurs, nous te recommandons de comprendre en profondeur les simulations numériques et les procédés de fabrication et d'assemblage, notamment grâce aux fiches de révision présentes ci-dessous. Assure-toi de maîtriser toutes ces notions sur le bout des doigts avant de te présenter à l'épreuve.

## Table des matières

<b>Chapitre 1</b> : Approfondissement de la conception.....	54
1. Finalisation du modèle CAO 3D et mise à jour des plans .....	54
2. Conception détaillée des assemblages et des interfaces entre composants .....	54
<b>Chapitre 2</b> : Calculs et simulations numériques .....	55
1. Utilisation de logiciels de simulation pour valider la conception .....	55

2.	Optimisation des performances et de la fiabilité du produit.....	55
3.	Analyse des tolérances et ajustements mécaniques .....	55
<b>Chapitre 3 : Choix des procédés de fabrication et d'assemblage .....</b>		<b>57</b>
1.	Sélec. des tech. de fabrication adaptées aux matériaux et aux géom. des pièces...57	
2.	Planification de l'assemblage et des opérations de montage.....57	
3.	Évaluation des coûts de production et d'assemblage .....	57
<b>Chapitre 4 : Documentation technique et plans de fabrication .....</b>		<b>59</b>
1.	Élaboration des plans de fabrication et des nomenclatures détaillées .....	59
2.	Rédaction des instructions de montage, d'installation et de maintenance .....	59
3.	Préparation des dossiers tech. pour les fournisseurs et les partenaires industriels .	60

# Chapitre 1 : Approfondissement de la conception

## 1. Finalisation du modèle CAO 3D et mise à jour des plans :

### Introduction :

La phase d'approfondissement de la conception dans le cadre d'un projet industriel consiste à finaliser le modèle CAO 3D et à mettre à jour les plans en fonction des contraintes identifiées lors de la phase de conception préliminaire.

### Analyses approfondies :

Pour cela, il convient de réaliser des simulations et des analyses approfondies, notamment pour valider les choix de matériaux, les contraintes de fabrication et les performances du produit.

La finalisation du modèle CAO 3D permet de visualiser le produit dans son ensemble, d'identifier les éventuelles erreurs et de valider le design final.

### La mise à jour des plans :

La mise à jour des plans permet de définir les dimensions précises, les tolérances, les matériaux et les procédés de fabrication pour chaque composant du produit.

Cette étape est essentielle pour garantir la qualité du produit final et sa conformité aux normes et réglementations en vigueur.

## 2. Conception détaillée des assemblages et des interfaces entre composants :

### Introduction :

La conception détaillée des assemblages et des interfaces entre composants permet de s'assurer que les différentes pièces et éléments du produit final sont bien adaptés les uns aux autres et qu'ils fonctionnent de manière optimale.

### Définition avec précision des exigences et contraintes de chaque composant :

Pour cela, il faut définir avec précision les exigences et les contraintes de chaque composant, ainsi que les méthodes d'assemblage et les spécifications de chaque interface.

Des outils (modélisation 3D et logiciels de simulation) peuvent être utilisés pour optimiser la conception des assemblages et des interfaces.

En effet, une conception mal pensée peut entraîner des dysfonctionnements, des coûts supplémentaires de production ou des problèmes de sécurité.

## Chapitre 2 : Calculs et simulations numériques

### 1. Utilisation de logiciels de simulation pour valider la conception (analyse par éléments finis, simulation dynamique, etc.) :

#### Introduction :

La phase de calculs et simulations numériques permet de valider la faisabilité et la résistance du produit en simulant son comportement dans différentes situations.

#### Les logiciels de simulation les plus utilisés :

Les logiciels de simulation les plus utilisés sont ceux d'analyse par éléments finis, qui permettent de modéliser la structure du produit et de calculer les contraintes subies par chaque élément.

On peut également utiliser des logiciels de simulation dynamique pour évaluer les mouvements et les forces en jeu dans le produit.

#### Réduction du coût et des temps de développement :

L'utilisation de ces outils permet de réduire les coûts et les temps de développement, en évitant les erreurs de conception et les essais répétitifs. Selon une étude, l'utilisation de simulations numériques peut réduire les coûts de développement jusqu'à 60% et les délais de 40%.

### 2. Optimisation des performances et de la fiabilité du produit :

#### Introduction :

Pour optimiser les performances et la fiabilité d'un produit, il faut réaliser des calculs et des simulations numériques approfondis.

Les outils de simulation permettent de tester le comportement du produit dans des conditions variées, afin de s'assurer que celui-ci répond aux spécifications et aux exigences du cahier des charges.

#### Exemple :

En utilisant des logiciels d'analyse par éléments finis, il est possible de modéliser et de simuler la réponse mécanique d'un produit à différentes contraintes (charge, pression, température...).

Cette analyse permet de déterminer les contraintes et les déformations subies par le produit, ainsi que les zones les plus sollicitées, afin d'adapter les dimensions et les matériaux utilisés en conséquence.

### 3. Analyse des tolérances et ajustements mécaniques :

#### Introduction :



L'analyse des tolérances et ajustements mécaniques consiste à déterminer les écarts admissibles entre les différentes pièces qui composent l'ensemble, afin d'assurer un fonctionnement optimal et une bonne interopérabilité.

**Utilité de cette analyse :**

Cette analyse permet également de s'assurer que les pièces seront conformes aux normes de qualité et de sécurité en vigueur.

Elle implique :

- Des calculs précis pour déterminer les dimensions ;
- Les jeux et les tolérances nécessaires ;
- Des simulations pour vérifier les performances et la fiabilité du produit final.

**Exemple :**

Dans la conception d'un système mécanique, il faut déterminer les tolérances pour les diamètres des arbres et des trous, les angles des faces, les positions des éléments, etc. Cela permet d'éviter des problèmes d'assemblage ou de fonctionnement, comme des frottements excessifs ou des pièces qui ne s'ajustent pas correctement.

Des logiciels spécialisés sont souvent utilisés pour faciliter cette étape de la conception détaillée, en permettant des analyses plus précises et des simulations numériques plus efficaces.

## Chapitre 3 : Choix des procédés de fabrication et d'assemblage

### 1. Sélection des techniques de fabrication adaptées aux matériaux et aux géométries des pièces :

#### Introduction :

Les techniques de fabrication à sélectionner pour chaque pièce dépendent des caractéristiques des matériaux utilisés et de leur géométrie.

#### Exemples de techniques couramment utilisées :

- **Usinage :** Pour les pièces avec des géométries complexes ou des tolérances serrées ;
- **Moulage par injection :** Pour les pièces en plastique ou en caoutchouc avec des formes simples ou complexes ;
- **Moulage sous pression :** Pour les pièces en alliage de zinc ou d'aluminium avec des géométries simples ou complexes ;
- **Emboutissage :** Pour les pièces en tôle avec des géométries simples ou complexes ;
- **Soudage :** Pour l'assemblage de pièces métalliques ou en plastique ;
- **Collage :** Pour l'assemblage de pièces en plastique ou en composite.

### 2. Planification de l'assemblage et des opérations de montage :

#### Introduction :

La planification de l'assemblage et des opérations de montage consiste à identifier les différentes étapes de l'assemblage, à déterminer les séquences de montage et à prévoir les outillages nécessaires.

Cette planification doit prendre en compte les contraintes de fabrication (temps d'usinage, délais de livraison des pièces) ainsi que les exigences de qualité du produit final.

#### Réalisation d'une maquette numérique d'assemblage :

Pour ce faire, il est souvent utile de réaliser une maquette numérique de l'assemblage à l'aide de logiciels de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) afin de visualiser l'ensemble des pièces et des composants, ainsi que les différentes phases de montage.

Cette maquette peut également permettre de détecter d'éventuels problèmes d'assemblage ou d'interférence entre les pièces.

### 3. Évaluation des coûts de production et d'assemblage :

#### Introduction :

Lors de la conception détaillée d'un projet industriel, il faut choisir les procédés de fabrication et d'assemblage adaptés aux matériaux et aux géométries des pièces.

Une fois ces procédés sélectionnés, il convient d'évaluer les coûts de production et d'assemblage.

#### **Comment évaluer les coûts de production ?**

Pour évaluer les coûts de production, il est possible d'utiliser des méthodes comme l'estimation paramétrique, qui consiste à établir une relation entre les coûts et les paramètres du produit (taille, poids, nombre de pièces...).

#### **Comment évaluer les coûts d'assemblage ?**

Pour évaluer les coûts d'assemblage, il faut considérer les outils, les équipements et la main-d'œuvre nécessaires pour assembler les différentes pièces du produit.

Il est également important de tenir compte des temps d'assemblage et de s'assurer que les tolérances et ajustements mécaniques ont été correctement pris en compte dans la conception.

## Chapitre 4 : Documentation technique et plans de fabrication

### 1. Élaboration des plans de fabrication et des nomenclatures détaillées :

#### Introduction :

Lors de la phase de conception détaillée d'un projet industriel, l'élaboration des plans de fabrication et des nomenclatures détaillées consiste à fournir une documentation technique complète qui décrit de manière détaillée chaque composant, chaque pièce et chaque étape de fabrication du produit.

#### Que sont les plans de fabrication ?

Les plans de fabrication sont des dessins détaillés qui indiquent :

- Les dimensions précises des pièces ;
- Les tolérances ;
- Les finitions de surface ;
- Les traitements thermiques et chimiques.

#### Que sont les nomenclatures détaillées ?

Les nomenclatures détaillées, quant à elles, sont des listes exhaustives des composants et des pièces nécessaires à la fabrication du produit, avec des informations sur les fournisseurs, les coûts et les délais de livraison.

#### Utilité de cette documentation technique :

Cette documentation technique est essentielle pour assurer la cohérence entre la conception et la production, et pour garantir que les fabricants disposent de toutes les informations nécessaires pour produire les pièces conformément aux spécifications.

### 2. Rédaction des instructions de montage, d'installation et de maintenance :

#### Introduction :

Les instructions doivent être claires, précises et détaillées pour faciliter le travail des opérateurs et minimiser les erreurs.

#### Exemple :

Dans le cas d'une installation, il est important d'indiquer les dimensions et les distances à respecter entre les différents composants pour assurer un bon fonctionnement du système.

En outre, la rédaction des instructions de maintenance doit inclure les procédures de nettoyage, d'inspection et de remplacement des pièces, ainsi que les périodicités recommandées. Cela permettra de prolonger la durée de vie du produit et d'optimiser ses performances.

### **3. Préparation des dossiers techniques pour les fournisseurs et les partenaires industriels :**

#### **Introduction :**

Dans le cadre de la conception détaillée d'un projet industriel, la préparation des dossiers techniques pour les fournisseurs et les partenaires industriels consiste à rassembler toutes les informations techniques relatives au produit et à les présenter de manière claire et organisée.

Les fournisseurs et les partenaires industriels pourront ainsi mieux comprendre les exigences techniques du produit et pourront répondre efficacement aux besoins du projet.

#### **Que contiennent les dossiers techniques ?**

Les dossiers techniques contiennent des plans, des spécifications techniques, des listes de matériaux, des instructions de montage...

Il faut que ces documents soient précis et à jour pour éviter tout problème de production ou de qualité.

En effet, une erreur dans la documentation technique peut entraîner des coûts supplémentaires et des retards dans la réalisation du projet.

## E5.2 : Soutenance du rapport de stage

### Présentation de l'épreuve :

L'épreuve E5 « Projet industriel » est une épreuve se subdivisant en 2 sous-épreuves, à savoir :

- **E5.1 - Conception détaillée :** Coefficient 5, épreuve ponctuelle orale, durée de 40 minutes ;
- **E5.2 - Soutenance du rapport de stage :** Coefficient 1, épreuve ponctuelle orale, durée de 20 minutes.

Cette partie sera consacrée à la deuxième sous-épreuve de l'épreuve E5, soit la sous-épreuve E5.2 « Soutenance du rapport de stage ».

Cette sous-épreuve E5.2 « Soutenance du rapport de stage » est une épreuve à coefficient de 1. Cette épreuve est réalisée sous forme d'épreuve ponctuelle orale au travers d'un examen d'une durée de 20 minutes ayant lieu durant la semaine d'examen.

Son coefficient de 1 représente environ 4 % de la moyenne finale de l'examen. Au total, l'épreuve E5 dispose d'un coefficient de 6, ce qui représente 21 % de la note finale.

### Conseil :

La note de la sous-épreuve E6.2 « Soutenance du rapport de stage » du BTS CPI sera principalement conditionnée par la qualité de ton stage réalisé en amont.

Pour réussir cette sous-épreuve, nous te recommandons donc de bien choisir ton stage et de préparer ton rapport de stage sur le bout des doigts.

Pour ce faire, n'hésite pas à prendre exemple sur la structuration du rapport de stage présent ci-dessous, une structuration qui a fait ses preuves.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Préparation du rapport de stage .....	63
1. Structuration et organisation du rapport .....	63
2. Mise en forme et présentation du document .....	63
<b>Chapitre 2 :</b> Analyse des résultats et des réalisations.....	64
1. Analyse des compétences acquises et du développement professionnel .....	64
2. Retour d'expérience et enseignements tirés du stage.....	64
<b>Chapitre 3 :</b> Préparation de la présentation orale.....	65
1. Conception d'un support visuel clair et attractif (diaporama, affiches, etc.) .....	65
2. Structuration du discours et choix des éléments à mettre en avant .....	65
3. Techniques de prise de parole en public et gestion du stress .....	66

<b>Chapitre 4 : Soutenance et défense du rapport de stage .....</b>	<b>67</b>
1. Présentation du contexte, des objectifs et de la méthodologie du projet industriel .	67
2. Exposition des résultats, des réalisations et de la contribution personnelle.....	67
3. Réponse aux questions et échanges avec le jury.....	67

# Chapitre 1 : Préparation du rapport de stage

## 1. Structuration et organisation du rapport :

- **Page de garde** : Avec le nom de l'entreprise, le titre du stage, le nom et prénom de l'étudiant, le nom du tuteur en entreprise et celui du tuteur pédagogique ;
- **Table des matières** : Avec les différentes parties du rapport et les numéros de page correspondants ;
- **Introduction** : Présentation de l'entreprise, de son activité et du contexte dans lequel s'inscrit le stage ;
- **Présentation du projet** : Description détaillée du projet sur lequel l'étudiant a travaillé ;
- **Analyse de la problématique** : Identification et analyse des problèmes rencontrés lors du projet ;
- **Méthodologie** : Présentation des méthodes et outils utilisés pour résoudre les problèmes ;
- **Résultats obtenus** : Présentation des résultats obtenus grâce aux méthodes et outils utilisés ;
- **Conclusion** : Bilan de l'expérience et évaluation personnelle de l'étudiant sur le stage ;
- **Annexes** : Documents complémentaires (plans, schémas, photos, etc.) pertinents pour la compréhension du rapport.

## 2. Mise en forme et présentation du document :

### Introduction :

La mise en forme et la présentation du rapport de stage sont des éléments importants pour sa compréhension et sa lisibilité.

### Éléments à prendre en compte :

- Utiliser une mise en page claire et aérée, avec des marges suffisantes pour faciliter la lecture ;
- Utiliser une police de caractère facile à lire, avec une taille suffisante (par exemple 12 ou 14 points) ;
- Utiliser des titres et sous-titres pour structurer le document et faciliter la navigation ;
- Utiliser des graphiques, des images ou des tableaux pour illustrer les propos et rendre le rapport plus attractif ;
- Faire attention à l'orthographe et à la grammaire, et relire attentivement le document avant de le rendre.



## Chapitre 2 : Analyse des résultats et des réalisations

### 1. Analyse des compétences acquises et du développement professionnel :

#### Introduction :

Dans cette partie du rapport de stage, l'étudiant doit analyser les compétences qu'il a acquises durant son stage et comment il a progressé professionnellement. Il doit réfléchir aux nouvelles compétences techniques et non techniques qu'il a acquises, ainsi qu'à sa capacité à s'adapter à de nouveaux environnements de travail et à collaborer avec des collègues et des supérieurs hiérarchiques.

L'étudiant peut également évoquer les défis qu'il a rencontrés durant son stage et comment il a surmonté ces obstacles. Il peut réfléchir aux leçons apprises et aux actions qu'il prendra à l'avenir pour continuer à se développer professionnellement.

### 2. Retour d'expérience et enseignements tirés du stage :

#### Le retour d'expérience :

La phase de retour d'expérience et d'enseignements tirés du stage est une étape cruciale de la soutenance du rapport de stage en BTS Conception des produits industriels.

Cette étape permet de faire un bilan des compétences acquises, des difficultés rencontrées et des résultats obtenus lors du stage. Elle permet également de mettre en avant les enseignements tirés de cette expérience professionnelle, notamment les bonnes pratiques à adopter et les points à améliorer pour les projets futurs.

#### Bilan de compétences, difficultés et résultats :

Il peut être utile de présenter des exemples concrets de situations rencontrées lors du stage pour illustrer les enseignements tirés. Il est également possible de citer des chiffres, comme par exemple le nombre de problèmes résolus ou le taux de satisfaction des clients pour mettre en avant les résultats obtenus.

## Chapitre 3 : Préparation de la présentation orale

### 1. Conception d'un support visuel clair et attractif (diaporama, affiches, etc.) :

#### Introduction :

Pour préparer une présentation orale réussie pour le projet industriel, il faut concevoir un support visuel clair et attractif pour accompagner votre discours. Pour ce faire, vous pouvez utiliser différents outils (diaporamas, affiches, maquettes...).

#### Choisir un support adéquat :

Il faut choisir un support qui correspond à la nature de votre projet et qui permet de mettre en valeur les résultats de votre travail. Vous pouvez également utiliser des images, des graphiques, des schémas et des vidéos pour illustrer vos propos et rendre votre présentation plus dynamique.

#### Utilisation d'un langage clair et concis :

Veillez à utiliser un langage clair et concis, en évitant les termes trop techniques et en expliquant les concepts les plus complexes de manière simple et accessible. Préparez bien votre présentation à l'avance et n'hésitez pas à vous entraîner plusieurs fois pour vous assurer que vous êtes prêt le jour J.

### 2. Structuration du discours et choix des éléments à mettre en avant :

Éléments à prendre en compte	Conseils pour la présentation orale
Introduction et présentation de l'entreprise/projet/stage	Capter l'attention de l'audience et expliquer l'objectif de la présentation
Contexte et problématique	Décrire le contexte dans lequel le projet a été développé et exposer les problématiques qui ont été identifiées
Méthodologie	Décrire les méthodes de travail utilisées pour atteindre les objectifs fixés
Résultats et réalisations	Présenter les résultats obtenus et les réalisations faites durant le projet, en appuyant sur les chiffres et les exemples concrets
Analyse des compétences acquises	Décrire les compétences développées durant le stage et leur importance pour la future carrière professionnelle
Retour d'expérience et enseignements tirés	Présenter les enseignements tirés du projet, les points forts et les axes d'amélioration pour les futures

	réalisations
Conclusion et perspectives	Conclure la présentation en résumant les résultats obtenus et en présentant les perspectives pour le futur

### 3. Techniques de prise de parole en public et gestion du stress :

#### **Technique de respiration pour se calmer et prendre confiance :**

Prendre une grande inspiration, retenir sa respiration pendant quelques secondes, puis souffler doucement et lentement.

#### **Technique de visualisation positive :**

Visualiser mentalement la présentation orale réussie, avec une ambiance conviviale, un public attentif et réactif.

#### **Technique de préparation mentale :**

Se concentrer sur les points clés de la présentation, en visualisant le déroulement du discours et en se préparant aux questions éventuelles.

#### **Technique de la gestuelle :**

Adopter une posture droite, les épaules basses et décontractées, et utiliser des gestes naturels pour illustrer le propos.

#### **Technique de la voix :**

Articuler clairement, moduler sa voix, varier le rythme et le ton pour maintenir l'attention du public.

#### **Technique de la gestion du temps :**

Respecter le temps imparti pour la présentation, en prévoyant une marge de manœuvre pour les imprévus.

#### **Technique de la réponse aux questions :**

Écouter attentivement la question, reformuler si nécessaire, répondre de manière concise et précise, et si besoin, reconnaître ne pas avoir la réponse et proposer de la fournir ultérieurement.

## Chapitre 4 : Soutenance et défense du rapport de stage

### 1. Présentation du contexte, des objectifs et de la méthodologie du projet industriel :

#### Introduction :

Pour réussir la soutenance de ton rapport de stage en BTS Conception des Produits Industriels (CPI), il faut commencer par une présentation claire du contexte dans lequel le projet a été mené. Vous devez expliquer le secteur industriel concerné, l'entreprise qui vous a accueilli en stage, son positionnement sur le marché, ses produits et services, etc.

Ensuite, vous devrez expliquer les objectifs du projet, les attentes de l'entreprise en termes de résultats et de retombées, les contraintes techniques, financières et temporelles à respecter.

Enfin, vous devez décrire la méthodologie que vous avez utilisée pour mener à bien le projet industriel. Quelles ont été les différentes étapes de votre travail ? Comment avez-vous procédé pour collecter les données, analyser les résultats, concevoir et prototyper les produits, etc. ? Il faut montrer que vous avez suivi une démarche rigoureuse et méthodique pour parvenir à des résultats pertinents et utiles pour l'entreprise.

### 2. Exposition des résultats, des réalisations et de la contribution personnelle :

#### Exposition des résultats & réalisations obtenus :

Lors de la soutenance du rapport de stage, il faut exposer de manière claire et concise les résultats obtenus ainsi que les réalisations accomplies.

Il faut également mettre en avant sa contribution personnelle au projet industriel. Il peut s'agir de :

- La mise en place d'une méthode de travail efficace ;
- L'identification et de la résolution de problèmes ;
- La création de prototypes ;
- La mise en œuvre de tests et de simulations.

### 3. Réponse aux questions et échanges avec le jury :

#### Réponse aux questions du jury :

Une fois que vous avez exposé votre projet industriel et les résultats de votre stage, vous pouvez vous attendre à des questions du jury. Les membres du jury cherchent à comprendre votre travail, à évaluer vos compétences et à voir comment vous pouvez répondre à des questions complexes.

#### Explication des choix et résultats obtenus :

Pour bien répondre aux questions du jury, vous devez être bien préparé et avoir une bonne connaissance de votre sujet. Il faut comprendre les enjeux de votre projet, les choix que vous avez faits et les résultats obtenus.

Vous devez également être prêt à expliquer pourquoi vous avez fait certains choix et comment ils ont contribué à l'atteinte des objectifs du projet.

**Ne pas paniquer :**

Lorsque vous répondez aux questions du jury, soyez précis et concis. Évitez les réponses trop longues et compliquées. Si vous ne savez pas répondre à une question, ne paniquez pas. Dites simplement que vous ne savez pas et proposez de chercher la réponse plus tard.

## E6.1 : Projet de prototypage

### Présentation de l'épreuve :

L'épreuve E6 « Prototypage et industrialisation des produits » est une épreuve se subdivisant en 2 sous-épreuves, à savoir :

- **E6.1 – Projet de prototypage** : Coefficient 2, épreuve CCF, 1 situation d'évaluation ;
- **E6.2 – Projet collaboratif d'optimisation** : Coefficient 3, épreuve CCF, oral d'une durée de 1 heure.

Cette partie sera consacrée à la première sous-épreuve de l'épreuve E6, soit la sous-épreuve E6.1 « Projet de prototypage ».

L'épreuve E6.1 « Projet de prototypage » est une épreuve à coefficient de 2. Cette épreuve est réalisée sous forme CCF au travers d'une situation d'évaluation.

Son coefficient de 2 représente environ 7 % de la moyenne finale de l'examen.

### Conseil :

L'épreuve E6.1 « Projet de prototypage » du BTS CPI peut sembler moins importante en termes de coefficient par rapport à d'autres épreuves telles que l'épreuve E4 « Étude préliminaire des produits », disposant d'un coefficient de 8.

Cependant, il est essentiel de ne pas la négliger, car elle contribue tout de même à environ 7 % de la note finale. Pour réussir cette épreuve, il est important de comprendre les principes fondamentaux du prototypage.

Cela implique d'avoir une connaissance approfondie des prototypages, de sa planification et de son suivi ainsi que d'autres notions-clés vues ci-dessous.

Enfin, il est crucial de se préparer en amont en réalisant des exercices pratiques et en s'entraînant à des mises en situation réelles. Cela te permettra de te familiariser avec les exigences de l'épreuve et de développer ta confiance en tes compétences.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Planification et gestion du projet de prototypage .....	71
1. Établissement des objectifs et des livrables du projet.....	71
2. Planification des étapes, des ressources et du budget .....	71
3. Suivi et contrôle du projet à l'aide d'outils de gestion de projet .....	72
<b>Chapitre 2 :</b> Techniques et matériaux de prototypage .....	73
1. Sélection des méthodes de prototypage adaptées.....	73
2. Choix des matériaux de prot. en fonction des prop. et des contraintes du produit...73	
3. Réalisation de maquettes et de prototypes fonctionnels .....	74

<b>Chapitre 3 :</b>	Validation et tests des prototypes .....	75
1.	Mise en place de procédures d'essai et de validation.....	75
2.	Réalisation de tests fonctionnels, mécaniques, thermiques et électriques .....	75
3.	Analyse des résultats et identification des points d'amélioration .....	75
<b>Chapitre 4 :</b>	Optimisation et ajustements de conception.....	76
1.	Modification du modèle CAO et de la concep. en fonction des retours des tests .....	76
2.	Intégration des améliorations et des modif. dans le processus de fabrication .....	76
3.	Validation finale des ajustements et des optimisations .....	77

# Chapitre 1 : Planification et gestion du projet de prototypage

## 1. Établissement des objectifs et des livrables du projet :

### Établir des objectifs et des livrables clairs pour réussir un projet de prototypage :

Lors de la phase de prototypage d'un projet, il faut établir des objectifs clairs et des livrables à atteindre. Les objectifs permettent de définir les résultats attendus du projet, tandis que les livrables correspondent aux éléments concrets à produire et à fournir à chaque étape du projet.

### Définir les objectifs :

La définition des objectifs doit se faire en concertation avec les parties prenantes du projet, en prenant en compte les exigences du client, les spécifications techniques et les contraintes budgétaires et de délais. Les objectifs peuvent concerner la performance du produit, la qualité, la sécurité, le coût, le délai de mise sur le marché, etc.

### Les livrables peuvent comprendre :

- Des plans ;
- Des modèles ;
- Des maquettes ;
- Des prototypes ;
- Des spécifications techniques ;
- Des rapports d'essais ;
- Etc.

Les livrables doivent être clairement définis, quantifiés et planifiés dans le temps, de manière à garantir la progression du projet et la satisfaction des parties prenantes.

## 2. Planification des étapes, des ressources et du budget :

### Définition :

La planification des étapes, des ressources et du budget permet de définir les différentes tâches à réaliser, d'estimer le temps et les coûts nécessaires, ainsi que les ressources humaines et matérielles à mobiliser.

### Outils utilisés lors de la planification :

La planification peut se faire en utilisant des outils (diagramme de Gantt), qui permet de visualiser les différentes étapes du projet et leur durée prévue, ainsi que les dépendances entre elles.

### Établissement du budget :

Le budget doit être établi en prenant en compte les coûts liés aux matières premières, aux équipements nécessaires, à la main d'œuvre, ainsi qu'aux éventuels frais annexes (frais de transport ou de communication).



**Mise à jour régulière de la planification :**

Enfin, la planification doit être régulièrement mise à jour en fonction de l'avancement du projet et des éventuelles modifications ou retards rencontrés. Cela permet de s'assurer que le projet reste sur la bonne voie et de prendre les mesures nécessaires en cas d'écart par rapport aux objectifs fixés.

### 3. Suivi et contrôle du projet à l'aide d'outils de gestion de projet :

**Introduction :**

Pour suivre et contrôler le projet de prototypage, il est recommandé d'utiliser des outils de gestion de projet comme :

- Le diagramme de Gantt ;
- Le tableau de bord de suivi ;
- Le réseau PERT.

**Diagramme de Gantt pour gérer les tâches :**

Le diagramme de Gantt permet de visualiser l'ensemble des tâches du projet, leur durée et leurs dépendances. Il permet également de suivre l'avancement des tâches en temps réel et d'anticiper les éventuels retards.

**Tableau de bord pour la synthèse d'informations clés :**

Le tableau de bord de suivi permet de synthétiser les informations clés du projet (coûts, délais, indicateurs de performance...). Il permet également de détecter rapidement les écarts par rapport aux objectifs et de prendre des mesures correctives si nécessaire.

**Réseau PERT pour l'estimation de durée des tâches :**

Le réseau PERT (Program Evaluation and Review Technique) est une méthode de planification qui permet d'estimer la durée des différentes étapes du projet en prenant en compte les dépendances entre les tâches. Il permet de définir un chemin critique, c'est-à-dire la séquence de tâches qui déterminent la durée totale du projet.

## Chapitre 2 : Techniques et matériaux de prototypage

### 1. Sélection des méthodes de prototypage adaptées (impression 3D, usinage CNC, moulage, etc.) :

#### Les différentes techniques de prototypage industriel :

Il existe plusieurs techniques de prototypage comme :

- L'impression 3D ;
- L'usinage CNC ;
- Le moulage.

Chacune de ces méthodes a ses avantages et ses limites en termes de coût, de délais, de qualité, de complexité géométrique des pièces, de choix des matériaux, etc.

#### Exemple :

L'impression 3D est rapide, peu coûteuse et permet la fabrication de pièces complexes avec une grande liberté de conception, mais la qualité des pièces produites peut être inférieure à celle des méthodes de prototypage traditionnelles.

L'usinage CNC est plus précis et produit des pièces de qualité supérieure, mais il peut être plus coûteux et prend plus de temps que l'impression 3D.

Le moulage est une méthode couramment utilisée pour les pièces en plastique, mais il peut être coûteux et prendre du temps pour la fabrication de moules.

### 2. Choix des matériaux de prototypage en fonction des propriétés et des contraintes du produit :

#### Choix des matériaux de prototypage :

Le choix des matériaux de prototypage est une étape importante dans la réalisation d'un prototype. Les matériaux choisis doivent répondre aux propriétés et contraintes du produit final.

#### Exemple :

Si le produit doit être léger, résistant et rigide, on peut opter pour des matériaux composites comme la fibre de carbone. Si le produit final doit être flexible, on peut utiliser des matériaux comme le caoutchouc ou le silicone.

Il faut également prendre en compte la disponibilité et le coût des matériaux. Certains matériaux peuvent être difficiles à obtenir ou très coûteux, ce qui peut impacter le budget du projet de prototypage.

Enfin, il faut choisir les matériaux en fonction de la méthode de prototypage utilisée.

#### Exemple :

Certaines méthodes comme l'impression 3D peuvent nécessiter des matériaux spécifiques pour fonctionner correctement.

### **3. Réalisation de maquettes et de prototypes fonctionnels :**

#### **Réalisation de maquettes et prototypes fonctionnels :**

La réalisation de maquettes et de prototypes fonctionnels est une étape importante du projet de prototypage. Elle permet de valider la conception et le fonctionnement du produit avant de passer à la phase d'industrialisation. Les techniques de prototypage utilisées dépendent des matériaux choisis et des propriétés requises pour le produit final.

#### **Techniques de prototypage courantes :**

Parmi les techniques de prototypage les plus courantes, on retrouve l'impression 3D, l'usinage CNC, le moulage sous vide, le thermoformage et le prototypage rapide. Chacune de ces techniques a ses avantages et ses limites en termes de coût, de délais et de précision.

#### **Choix des matériaux de prototypage :**

Le choix des matériaux de prototypage est également crucial. Il faut sélectionner des matériaux qui présentent des propriétés similaires à celles du produit final et qui permettent de reproduire les contraintes mécaniques, thermiques et chimiques auxquelles le produit sera soumis. Les matériaux les plus couramment utilisés pour le prototypage sont le plastique, le bois, le métal et les composites.

#### **Détection des problèmes avant la production en série :**

La réalisation de maquettes et de prototypes fonctionnels permet de détecter les éventuels problèmes de conception ou de fonctionnement du produit avant sa production en série. Cela permet d'éviter les coûts et les délais supplémentaires liés à des modifications tardives de la conception.

## Chapitre 3 : Validation et tests des prototypes

### 1. Mise en place de procédures d'essai et de validation :

#### Introduction :

Pour garantir la conformité du prototype aux spécifications techniques et aux attentes du client, il faut mettre en place des procédures d'essai et de validation rigoureuses.

Ces procédures peuvent comprendre des tests de résistance, de durabilité, de fonctionnalité, de sécurité, etc. Selon le type de produit, différents équipements et instruments de mesure peuvent être nécessaires pour réaliser ces tests.

### 2. Réalisation de tests fonctionnels, mécaniques, thermiques et électriques :

#### Les différents types de tests pour valider les prototypes :

Types de tests	Objectifs
Tests fonctionnels	Vérifier si le prototype répond aux spécifications et aux exigences fonctionnelles du produit
Tests mécaniques	Mesurer la résistance et la durabilité du prototype en simulant des contraintes et des sollicitations diverses
Tests thermiques	Vérifier la résistance du produit aux variations de température
Tests électriques	Vérifier le bon fonctionnement des circuits et des composants électroniques du produit

### 3. Analyse des résultats et identification des points d'amélioration :

#### Analyse des résultats des tests pour améliorer le produit final :

L'analyse des résultats des tests effectués sur les prototypes permet d'identifier les éventuels points d'amélioration. Cette étape est cruciale pour s'assurer que le produit final réponde aux normes de qualité et aux exigences du cahier des charges.

#### Analyse pour des résultats conformes aux spécifications :

Il convient donc de procéder à une analyse rigoureuse des résultats obtenus lors des différents tests. Cette analyse doit être menée de manière méthodique, en comparant les résultats obtenus aux spécifications du produit, en recherchant les écarts éventuels et en déterminant les causes de ces écarts.

## Chapitre 4 : Optimisation et ajustements de conception

### 1. Modification du modèle CAO et de la conception en fonction des retours des tests :

#### Tests et ajustements lors de la phase de prototypage :

En phase de prototypage, il faut réaliser des tests sur les prototypes pour s'assurer de leur bon fonctionnement. Les résultats de ces tests peuvent révéler des points à améliorer ou des problèmes à corriger. Pour cela, il peut être nécessaire de modifier le modèle CAO et d'ajuster la conception pour optimiser les performances du produit.

#### Exemple :

Si un prototype de machine ne fonctionne pas correctement, des ajustements peuvent être nécessaires sur les pièces mécaniques pour améliorer le mouvement et éviter des collisions. Ou encore, si un prototype de produit électrique surchauffe lors des tests, il peut être nécessaire de revoir l'agencement des composants et l'aération pour améliorer la dissipation thermique.

#### Optimisation de la conception pour améliorer les performances :

L'optimisation et les ajustements de conception doivent être réalisés en tenant compte des contraintes techniques, économiques et temporelles du projet de prototypage. L'objectif est de parvenir à un prototype fonctionnel et performant qui répond aux exigences du cahier des charges tout en respectant les contraintes de production et de coûts.

### 2. Intégration des améliorations et des modifications dans le processus de fabrication :

#### Intégration des modifications dans le processus de fabrication :

Lorsqu'on apporte des améliorations et des modifications à la conception d'un produit à la suite des tests réalisés sur les prototypes, il faut s'assurer que ces changements sont intégrés de manière efficace dans le processus de fabrication.

Cela implique souvent de revoir les outils et les procédures utilisées pour la production en série, ainsi que les processus de contrôle qualité pour s'assurer que les modifications sont bien prises en compte.

#### Impact des modifications sur les coûts et la production :

Il faut considérer l'impact de ces modifications sur les coûts de production et le temps nécessaire pour fabriquer les produits.

Des ajustements de conception qui peuvent sembler mineurs peuvent parfois avoir des conséquences significatives sur ces facteurs, il est donc important de les prendre en compte dès le début de la phase de prototypage et d'optimisation.

**Communication claire des modifications aux acteurs impliqués :**

Enfin, il faut communiquer clairement les modifications apportées à la conception aux différents acteurs impliqués dans le processus de fabrication, de la conception aux opérateurs de production, en passant par les fournisseurs de matières premières et les sous-traitants éventuels.

Cela permettra de s'assurer que tout le monde travaille à partir des mêmes informations et minimise les risques d'erreurs et de confusion.

**3. Validation finale des ajustements et des optimisations :****Validation finale pour une production en série réussie :**

La validation finale permet de s'assurer que les modifications apportées lors du prototypage ont bien permis de résoudre les problèmes identifiés lors des tests précédents et que le produit final est conforme aux exigences et aux spécifications définies au départ.

Pour cela, il faut réaliser des tests fonctionnels, des tests de performance et des tests de durabilité, selon les spécifications du produit.

La validation finale peut nécessiter plusieurs itérations pour arriver à un résultat satisfaisant, mais elle permet d'éviter des coûts et des retards lors de la production en série.

## E6.2 : Projet collaboratif d'optimisation

### Présentation de l'épreuve :

L'épreuve E6 « Prototypage et industrialisation des produits » est une épreuve se subdivisant en 2 sous-épreuves, à savoir :

- **E6.1 – Projet de prototypage** : Coefficient 2, épreuve CCF, 1 situation d'évaluation ;
- **E6.2 – Projet collaboratif d'optimisation** : Coefficient 3, épreuve CCF, oral d'une durée de 1 heure.

Cette partie sera consacrée à la seconde sous-épreuve de l'épreuve E6, soit la sous-épreuve E6.2 « Projet collaboratif d'optimisation ».

L'épreuve E6.2 « Projet collaboratif d'optimisation » est une épreuve à coefficient de 3. Cette épreuve est réalisée sous forme CCF au travers d'une situation d'évaluation. Cette situation d'évaluation est un oral d'une durée de 1 heure.

Son coefficient de 3 représente environ 11 % de la moyenne finale de l'examen.

### Conseil :

L'épreuve E6.2 « Projet collaboratif d'optimisation » du BTS CPI nécessite une préparation minutieuse pour obtenir de bons résultats. En effet, elle dispose d'un coefficient de 3, ce qui représente tout de même près de 11 % de la note finale.

Afin de réussir cette épreuve, il est essentiel de bien comprendre les principes fondamentaux des projets collaboratifs et les sujets sous-jacents tels que les axes d'optimisation de ces projets ou encore la planification des étapes et des objectifs.

Ainsi, une fois toutes les notions ci-dessous maîtrisées tu seras 100 % en confiance pour réussir cette épreuve.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Mise en place du projet collaboratif .....	80
1. Constitution de l'équipe et définition des rôles et responsabilités .....	80
2. Établissement des objectifs et des livrables du projet.....	80
3. Planification des étapes, des ressources et des échéances .....	80
<b>Chapitre 2 :</b> Analyse des axes d'optimisation .....	82
1. Identification des domaines d'amélioration .....	82
2. Évaluation des impacts éco., environnementaux et techn. des opti. proposées .....	82
3. Prio. des axes d'opti. en fonction de leur faisabilité et de leur potentiel d'amélio.....	83
<b>Chapitre 3 :</b> Validation et intégration des améliorations.....	84
1. Réalisation de tests et d'essais pour vérifier les performances des améliorations...	84

2.	Intégration des modif. validées dans le processus de fabri. et d'assemblage.....	84
----	--	----



## Chapitre 1 : Mise en place du projet collaboratif

### 1. Constitution de l'équipe et définition des rôles et responsabilités :

#### Constitution et organisation de l'équipe pour un projet collaboratif d'optimisation :

Les membres de l'équipe doivent avoir des rôles et des responsabilités clairement définis pour assurer une collaboration efficace.

Il faut également nommer un chef de projet pour coordonner les différentes tâches et assurer une communication fluide entre les membres de l'équipe.

Il faut tenir compte des compétences et de l'expertise de chaque membre de l'équipe pour attribuer les tâches. La définition des attentes, des objectifs et des délais est également essentielle pour assurer une organisation rigoureuse.

### 2. Établissement des objectifs et des livrables du projet :

#### Les objectifs et les livrables d'un projet collaboratif :

Pour assurer la réussite d'un projet collaboratif d'optimisation, il faut définir clairement les objectifs et les livrables attendus. Les objectifs doivent être en adéquation avec les attentes des parties prenantes et les besoins de l'entreprise. Cela permet de s'assurer que le projet est aligné sur la stratégie globale de l'entreprise et qu'il apporte une réelle valeur ajoutée.

Les livrables, quant à eux, doivent être précis et définis dès le début du projet. Ils peuvent inclure des rapports d'avancement, des prototypes améliorés, des modèles de CAO optimisés ou encore des documents de planification.

### 3. Planification des étapes, des ressources et des échéances :

Étapes de la planification	Objectifs	Ressources	Échéances
Identification du problème et des enjeux	Définir les problèmes à résoudre et les enjeux à prendre en compte	Équipe projet	Semaine 1
Analyse de la situation actuelle	Analyser la situation actuelle et les impacts des problèmes identifiés	Équipe projet, outils d'analyse	Semaine 2-3
Proposition de	Proposer des	Équipe projet,	Semaine 4-5

solutions	solutions pour résoudre les problèmes identifiés	expertise technique	
Évaluation des solutions	Évaluer les différentes solutions proposées et sélectionner la plus adaptée	Équipe projet, outils d'évaluation	Semaine 6-7
Planification de la mise en œuvre	Planifier la mise en œuvre de la solution retenue	Équipe projet, planification de projet	Semaine 8-9
Mise en œuvre et suivi	Mettre en place la solution retenue et suivre son efficacité	Équipe projet, ressources nécessaires	Semaine 10-12
Évaluation et ajustements	Évaluer l'efficacité de la solution mise en place et apporter des ajustements si nécessaire	Équipe projet, outils d'évaluation	Semaine 13-14
Communication des résultats	Communiquer les résultats obtenus et les leçons apprises lors du projet	Équipe projet, supports de communication	Semaine 15-16

## Chapitre 2 : Analyse des axes d'optimisation

### 1. Identification des domaines d'amélioration (conception, matériaux, processus de fabrication, etc.) :

#### Introduction :

L'analyse des axes d'optimisation possibles permet d'identifier les domaines d'amélioration possibles du produit et de définir les actions à mettre en place pour y parvenir.

Parmi les domaines à explorer, on peut citer :

- **La conception** : L'optimisation de la conception peut permettre d'améliorer les performances du produit ou de réduire son coût de production ;
- **Les matériaux** : Le choix des matériaux peut avoir un impact sur les propriétés du produit (résistance, durabilité, etc.) et sur son coût de production ;
- **Les processus de fabrication** : L'optimisation des processus de fabrication peut permettre de réduire les coûts de production, d'améliorer la qualité du produit ou encore d'accélérer les délais de production.

Il faut réaliser une analyse approfondie de chacun de ces domaines afin d'identifier les axes d'amélioration prioritaires. Cette analyse peut être réalisée à l'aide d'outils comme l'analyse de la valeur, l'analyse fonctionnelle, ou encore l'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE).

### 2. Évaluation des impacts économiques, environnementaux et techniques des optimisations proposées :

#### Évaluation des impacts des améliorations proposées :

L'analyse des axes d'optimisation permet de définir les actions à mettre en place pour atteindre ces objectifs, en prenant en compte les contraintes techniques, économiques et réglementaires.

L'évaluation des impacts économiques, environnementaux et techniques des améliorations proposées est cruciale pour prendre des décisions éclairées. Elle permet de comprendre comment les optimisations vont affecter les coûts de fabrication, la durabilité environnementale et les performances techniques du produit.

#### Exemple :

L'impact d'une amélioration de conception sur les coûts de fabrication et les performances techniques ou l'impact d'une alternative de matériau sur les coûts et les propriétés physiques du produit. En évaluant les différents aspects des améliorations proposées, il est possible de déterminer les priorités et de planifier les actions à mettre en place pour atteindre les objectifs fixés.

### **3. Priorisation des axes d'optimisation en fonction de leur faisabilité et de leur potentiel d'amélioration :**

#### **Analyse des axes d'optimisation :**

L'analyse des axes d'optimisation consiste à identifier les domaines où des améliorations peuvent être apportées au produit. Cette étape permet de définir les objectifs à atteindre et de planifier les actions à mettre en place pour y parvenir.

#### **Evaluation des impacts :**

Une fois les domaines d'amélioration identifiés, il est important d'évaluer les impacts économiques, environnementaux et techniques des optimisations proposées. Cette évaluation permet de prendre des décisions éclairées et de choisir les axes d'optimisation les plus pertinents.

#### **Priorisation des axes d'optimisation :**

La priorisation des axes d'optimisation en fonction de leur faisabilité et de leur potentiel d'amélioration est une étape cruciale pour la réussite du projet. Elle permet de définir les priorités et de concentrer les efforts sur les axes d'optimisation les plus importants.

#### **Prise en compte des contraintes :**

L'analyse des axes d'optimisation doit également prendre en compte les contraintes techniques, économiques et réglementaires. Cette étape permet d'assurer la faisabilité des améliorations proposées et de respecter les réglementations en vigueur.

#### **Planification des actions :**

Une fois les axes d'optimisation prioritaires identifiés, il faut planifier les actions à mettre en place pour les atteindre. Cette planification permet de définir les échéances, les ressources nécessaires et les responsabilités de chacun pour assurer la réussite du projet.

## Chapitre 3 : Validation et intégration des améliorations

### 1. Réalisation de tests et d'essais pour vérifier les performances des améliorations :

#### Réalisation de tests et essais sur prototypes fonctionnels :

La première étape consiste à réaliser des tests et des essais sur les prototypes fonctionnels pour vérifier les performances des améliorations.

Ces tests peuvent inclure des essais mécaniques, électriques, thermiques.

Les résultats de ces tests permettent d'identifier les améliorations qui fonctionnent bien et celles qui nécessitent des ajustements.

#### Intégration dans le processus de fabrication :

Une fois les améliorations validées, il est nécessaire de les intégrer dans le processus de fabrication. Cela peut impliquer la modification de la chaîne de production, l'ajout de nouvelles machines ou la mise en place de nouveaux processus. L'objectif est de s'assurer que les améliorations seront effectives et durables à grande échelle.

#### Impacts économiques et environnementaux :

La validation et l'intégration des améliorations peuvent avoir des impacts économiques et environnementaux significatifs. Par conséquent, il faut prendre en compte ces facteurs dans le processus de décision et de trouver un équilibre entre les avantages potentiels et les coûts associés.

### 2. Intégration des modifications validées dans le processus de fabrication et d'assemblage :

#### Intégration des modifications validées :

Après avoir réalisé des tests et des essais pour vérifier les performances des améliorations proposées, il faut intégrer les modifications validées dans le processus de fabrication et d'assemblage.

Cela nécessite une communication efficace entre les différents acteurs du projet, comme les ingénieurs en conception, les responsables de production et les opérateurs de fabrication.

La mise à jour des documents techniques (plans de fabrication, procédures de montage, instructions d'utilisation) doit également être réalisée pour refléter les modifications apportées.

**Les vérifications à effectuer :**

Il faut vérifier que les modifications n'affectent pas négativement d'autres aspects du produit (coûts de production ou qualité du produit final). La validation et l'intégration des améliorations sont donc des étapes cruciales pour assurer la qualité, l'efficacité et la rentabilité du projet collaboratif d'optimisation.