

 **Bac Pro MP3D**

190 Fiches de Révision

Bac Pro MP3D

Modélisation et Prototypage 3D

 Fiches de révision

 Fiches méthodologiques

 Tableaux et graphiques

 Retours et conseils



Conforme au Programme Officiel



Garantie Diplômé(e) ou Remboursé

4,4/5 selon l'Avis des Étudiants



www.bacpromp3d.fr

Préambule

1. Le mot du formateur :



Hello, moi c'est **Victor** 🙋

D'abord, je tiens à te remercier de m'avoir fait confiance et d'avoir choisi www.bacpromp3d.fr pour tes révisions.

Si tu lis ces lignes, tu as fait le choix de la **réussite**, bravo.

Dans cet E-Book, tu découvriras comment j'ai obtenu mon **Bac Pro Modélisation et Prototypage 3D** avec une moyenne de **15,85/20**.

2. Pour aller beaucoup plus loin :

Vous avez été très nombreux à nous demander de créer une **formation 100 % vidéo** dédiée au domaine **Industrie & Technologies** pour maîtriser toutes les notions à connaître.

Chose promise, chose due : Nous avons créé cette formation unique composée de **5 modules ultra-complets** (1h14 au total) afin de t'aider à **réussir les épreuves** du Bac Pro.



3. Contenu de dossier Industrie & Technologies :

1. **Vidéo 1 - Comprendre la production industrielle et les procédés (15 min)** : Vue globale des procédés et de la chaîne de production.
2. **Vidéo 2 - Maintenance, fiabilité et sécurité des systèmes (14 min)** : Principes pour fiabiliser et sécuriser les équipements.
3. **Vidéo 3 - Électricité, automatisme et pilotage des installations (14 min)** : Bases pour comprendre et piloter les systèmes automatisés.
4. **Vidéo 4 - Qualité, métrologie, contrôle et traçabilité (17 min)** : Repères pour contrôler, mesurer et tracer la qualité.
5. **Vidéo 5 - Organisation industrielle, flux, amélioration continue et projets (14 min)** : Outils pour améliorer les flux et les méthodes de travail.

➔ Découvrir

Table des matières

Français Aller

Chapitre 1 : Compréhension de textes Aller

Chapitre 2 : Rédaction de paragraphes Aller

Chapitre 3 : Communication orale Aller

Histoire-Géographie et enseignement moral et civique Aller

Chapitre 1 : Conflits et décolonisation Aller

Chapitre 2 : Mondialisation et territoires Aller

Chapitre 3 : Institutions et citoyenneté Aller

Chapitre 4 : Valeurs et laïcité Aller

Mathématiques Aller

Chapitre 1 : Nombres et calculs Aller

Chapitre 2 : Proportionnalité et pourcentages Aller

Chapitre 3 : Statistiques et probabilités Aller

Chapitre 4 : Fonctions et graphiques Aller

Chapitre 5 : Géométrie plane et repères Aller

Sciences physiques et chimiques Aller

Chapitre 1 : Électricité de base Aller

Chapitre 2 : Mouvements et forces Aller

Chapitre 3 : États et transformations Aller

Langue vivante A (Anglais) Aller

Chapitre 1 : Vocabulaire courant Aller

Chapitre 2 : Compréhension orale Aller

Chapitre 3 : Expression écrite simple Aller

Chapitre 4 : Anglais technique industriel Aller

Arts appliqués et cultures artistiques Aller

Chapitre 1 : Repères artistiques Aller

Chapitre 2 : Analyse d'images Aller

Chapitre 3 : Couleurs et matières Aller

Chapitre 4 : Croquis et mise en page Aller

Chapitre 5 : Design d'objets et produits Aller

Économie-Gestion Aller

Chapitre 1 : Environnement de l'entreprise Aller

Chapitre 2 : Fonctions et métiers Aller

Chapitre 3 : Droits et devoirs au travail Aller

Prévention santé environnement	Aller
Chapitre 1 : Santé et alimentation	Aller
Chapitre 2 : Risques au travail	Aller
Chapitre 3 : Gestes de secours	Aller
Chapitre 4 : Environnement et énergie	Aller
Analyse fonctionnelle et technologique	Aller
Chapitre 1 : Lecture du cahier des charges	Aller
Chapitre 2 : Fonctions d'usage et contraintes	Aller
Chapitre 3 : Analyse de systèmes mécaniques	Aller
Chapitre 4 : Recherche de solutions techniques	Aller
Chapitre 5 : Choix d'éléments normalisés	Aller
Mathématiques appliquées à la mécanique	Aller
Chapitre 1 : Grandeurs et unités	Aller
Chapitre 2 : Efforts et moments	Aller
Chapitre 3 : Dimensionnement simple	Aller
Modification et réalisation 2D/3D (DAO/CAO)	Aller
Chapitre 1 : Modélisation 3D de pièces	Aller
Chapitre 2 : Assemblages et contraintes	Aller
Chapitre 3 : Mises en plan 2D	Aller
Chapitre 4 : Cotation et tolérances	Aller
Construction mécanique	Aller
Chapitre 1 : Représentation des liaisons	Aller
Chapitre 2 : Transmission de mouvements	Aller
Chapitre 3 : Roulements et guidages	Aller
Chapitre 4 : Choix de matériaux	Aller
Chapitre 5 : Résistance des pièces	Aller

Français

Présentation de la matière :

En Bac Pro MP3D, le **français t'aide à communiquer** avec mails, comptes rendus et présentations de projet. Un camarade m'a dit qu'il se sentait fier la première fois qu'il a expliqué clairement son dessin 3D devant la classe.

Cette matière conduit à l'épreuve de français, incluse dans l'épreuve de français, histoire-géographie et EMC, d'un **coefficient global de 5**. La partie français, coefficient 2,5 pour l'examen, est une épreuve écrite terminale de **durée de 3 heures**.

Conseil :

Pour réussir, le plus important est de travailler un peu toute l'année. Vise 2 séances de 20 minutes de **français par semaine** hors devoirs.

Pendant ces séances, alterne toujours compréhension et écriture, pour rester concentré.

- **Lire un texte court**
- **Écrire un petit paragraphe argumentatif**

Le jour de l'écrit, garde un plan clair. Prends 30 minutes pour lire et répondre, puis 2 h pour **rédigier ton texte argumentatif**, et termine par 10 minutes de relecture.

Table des matières

Chapitre 1 : Compréhension de textes	Aller
1. Comprendre un texte	Aller
2. Analyser et reformuler	Aller
Chapitre 2 : Rédaction de paragraphes	Aller
1. Principes de base	Aller
2. Cohérence et progression	Aller
3. Style, ton et longueur	Aller
Chapitre 3 : Communication orale	Aller
1. Préparer et structurer sa présentation	Aller
2. Techniques vocales et non verbales	Aller
3. Répondre aux questions et animer une démonstration	Aller

Chapitre 1 : Compréhension de textes

1. Comprendre un texte :

Survol et repérage :

Commence par un survol de 2 à 3 minutes, repère le titre, l'auteur, la date et le type de texte. Ces éléments te donnent un cadre rapide avant la lecture détaillée.

- Titre et sous-titre
- Nom de l'auteur et date
- Type de document (article, notice, extrait littéraire)

Lecture active :

Lis en prenant des notes, souligne les idées essentielles, note les questions qui te viennent et reformule chaque paragraphe en une phrase courte pour vérifier ta compréhension.

Exemple d'identification d'idée principale :

Texte sur l'impression 3D : tu identifies la thèse « réduire les coûts » et trois arguments, puis tu résumes la thèse en une phrase simple. C'est la base d'une bonne synthèse.

Repérer la structure :

Analyse l'organisation du texte, repère l'introduction, le développement en arguments et la conclusion, ainsi que les connecteurs logiques qui marquent les enchaînements d'idées.

2. Analyser et reformuler :

Identifier les idées clés :

Repère 6 à 10 idées fortes selon la longueur du texte, numérote-les, puis regroupe celles qui se recoupent pour former des parties claires et hiérarchisées pour ta synthèse.

Astuce pour le stage :

En atelier, lis la documentation technique 10 minutes avant de commencer, note 3 points importants et vérifie ces points avec ton tuteur, cela évite 30 à 60 minutes d'erreurs.

Reformulation et synthèse :

Reformule avec tes mots, utilise des connecteurs (d'abord, ensuite, toutefois, enfin) et vise 150 à 250 mots pour une synthèse courte, selon la consigne. Organise en introduction, développement, conclusion.

Exemple d'analyse rapide :

Pour un article de 600 mots, tu retires 8 idées, les regrouper en 3 parties, puis rédiges une synthèse de 180 mots en 30 à 40 minutes, utile pour un rendu de cours.

Mini cas concret :

Contexte : en atelier tu dois lire une notice technique de 4 pages sur un prototype imprimé en 3D et en livrer un résumé pour l'équipe de production.

- Étape 1 : survol 3 minutes pour repérer auteur et date
- Étape 2 : lecture active 25 minutes, 8 idées relevées
- Étape 3 : synthèse 20 minutes en 200 mots
- Résultat : document opérationnel pour le technicien, réduction d'erreurs estimée 15%

Livrable attendu :

Une fiche de synthèse d'une page (200 mots) contenant 3 parties claires, 5 mots-clés, et les actions recommandées pour la production, remise en 1 jour ouvré.

Vérification	Objectif terrain
Survol initial	2 à 3 minutes pour situer le texte
Notes et repères	10 à 20 annotations par page
Idées clés	6 à 10 idées selon longueur
Temps de synthèse	20 à 40 minutes pour 150 à 250 mots
Livrable	Fiche d'une page remise en 1 jour

Check-list opérationnelle :

Utilise cette check-list pour un exercice ou un rendu en atelier, elle t'aide à être efficace et clair.

Étape	À faire
1. Survol	Repérer titre, auteur, type, 2 à 3 minutes
2. Lecture active	Souligner, annoter, 20 minutes
3. Regrouper idées	Créer 3 parties, lister 6 à 10 idées
4. Rédiger synthèse	200 mots, 30 à 40 minutes
5. Relire	Vérifier cohérence et orthographe, 10 minutes

Ce qu'il faut retenir

Pour comprendre un texte, commence par un **survol rapide initial** de 2 à 3 minutes: titre, auteur, date, type. Puis lis de façon active en notant les idées essentielles et en reformulant chaque paragraphe en une phrase.

- Repère la structure: introduction, développement, conclusion et connecteurs logiques.
- Identifie et regroupe 6 à 10 idées fortes pour organiser ta synthèse.
- Rédige une **synthèse courte structurée** de 150 à 250 mots en 3 parties.
- Sers-toi de la **check-list opérationnelle complète** pour gérer temps, clarté et livrable.

En appliquant ces étapes, tu produis une fiche d'une page claire, utile sur le terrain et limitant les erreurs en atelier ou en cours.

Chapitre 2 : Rédaction de paragraphes

1. Principes de base :

Phrase thématique :

La phrase thématique annonce l'idée principale du paragraphe, elle doit être claire et concise. Garde-la en une ou deux phrases pour guider le lecteur dès les premiers mots.

Développement et exemples :

Développe ton idée avec 2 à 3 arguments ou exemples concrets, chaque phrase apporte un élément nouveau. Évite les répétitions, relie toujours les phrases à la phrase thématique.

Ressenti :

Je me souviens d'un TP où une phrase thématique mal formulée a coûté 2 points à tout le groupe, la relecture aurait évité l'erreur.

Exemple de paragraphe sur une imprimante 3d :

Une imprimante 3D permet de fabriquer des pièces rapides et précises. Son principal avantage est la réduction de temps de prototypage, permettant de tester 3 itérations en moins de 48 heures.

2. Cohérence et progression :

Connecteurs logiques :

Les connecteurs organisent le discours, ils indiquent addition, contrastes, cause ou conséquence. Utilise environ 6 à 10 connecteurs pertinents, mais évite d'en abuser pour garder un style naturel.

Ordre des idées :

Place d'abord l'idée forte, ensuite l'explication, enfin l'exemple ou preuve. Cette progression rend ton paragraphe convaincant, lisible et facile à corriger en 2 ou 3 passes.

Astuce pratique :

En stage, note chaque idée sur une fiche de 3 lignes, cela t'aide à composer des paragraphes clairs en 10 à 15 minutes. Demande un retour de ton tuteur sous 24 heures.

Type	Exemple
Addition	De plus, en outre
Contraste	Cependant, en revanche
Cause	Parce que, en raison de
Conséquence	Donc, ainsi

3. Style, ton et longueur :

Variété lexicale :

Varie ton vocabulaire pour éviter la monotonie, remplace souvent les verbes ou adjectifs répétés par des synonymes simples. Une banque de 20 mots clés peut suffire pour 5 à 6 textes.

Longueur et lisibilité :

Pour l'école, vise des paragraphes d'environ 40 mots, cela maintient clarté et facilite la correction en classe et à l'oral.

Mini cas concret :

Contexte: rédiger 3 paragraphes pour un rapport de prototype en 2 heures. Étapes: phrase thématique, 2 arguments, 1 exemple. Résultat: texte de 320 mots livré en PDF de 2 pages.

Exemple d'amélioration d'un paragraphe technique :

Avant: phrase vague et répétitive. Après: phrase thématique claire, 2 arguments chiffrés, conclusion. Gain: clarté immédiate et réduction de 50% du temps de correction pour le correcteur.

Étape	Action
Préparer	Lister l'idée principale et 2 arguments
Rédiger	Écrire la phrase thématique puis développer
Relire	Vérifier cohérence et connecteurs
Livrer	Exporter en PDF et vérifier mise en page

Ce qu'il faut retenir

Pour chaque paragraphe, commence par une **phrase thématique claire** qui annonce l'idée principale en une ou deux phrases.

- Ajoute 2 ou 3 arguments ou exemples reliés à cette phrase, sans répétitions inutiles.
- Utilise des **connecteurs logiques adaptés** (addition, contraste, cause, conséquence) sans en abuser.
- Suis la **progression idée-explication-exemple** pour garder un texte convaincant et facile à corriger.
- Varie ton vocabulaire et vise des **paragraphes courts et lisibles** d'environ 40 mots.

Prépare tes idées sur une fiche, rédige, puis relis la cohérence et les connecteurs. Cette méthode te permet de produire rapidement des paragraphes techniques clairs, efficaces et appréciés des correcteurs.

Chapitre 3 : Communication orale

1. Préparer et structurer sa présentation :

Objectif :

Préparer une intervention claire en 3 étapes pour présenter un prototype, un rendu de projet ou un compte rendu d'atelier devant 5 à 20 personnes en 3 à 10 minutes.

Plan type :

Adopte un plan simple, introduction, développement en 3 points, conclusion avec appel à l'action. Prépare 3 à 4 diapositives maximum pour une présentation de 5 minutes.

Supports et visuels :

Utilise images du prototype, croquis et schémas, évite trop de texte. Respecte un contraste fort et une police lisible, taille 24 minimum pour le public à distance.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Pour présenter une pièce imprimée, tu montres 4 photos, 3 contraintes techniques et le coût estimé, le tout en 4 minutes devant le jury.

2. Techniques vocales et non verbales :

Voix et débit :

Parle lentement, articule et varie le ton pour maintenir l'attention. Entraîne-toi 15 à 30 minutes avant une soutenance pour stabiliser ton rythme et éviter les tics de langage.

Gestuelle et posture :

Tiens-toi droit et évite les bras croisés. Utilise des gestes ouverts pour illustrer une idée, un mouvement tous les 20 à 30 secondes suffit pour rythmer ton intervention.

Regard et interaction :

Regarde ton public 3 à 4 secondes par personne pour créer du contact. Invite les questions à la fin ou après chaque grande partie selon le format choisi.

Astuce préparation :

Enregistre-toi une présentation test, écoute-la et corrige ton débit et tes répétitions avant la version finale.

3. Répondre aux questions et animer une démonstration :

Anticiper les questions :

Prépare 6 à 8 réponses courtes aux questions techniques, financières ou de planning. Classe-les par priorité pour répondre en 15 à 45 secondes par question lors d'un oral.

Gérer les imprévus :

Si une démo échoue, garde une explication courte et propose une alternative ou une vidéo de secours. Prévois 1 plan B pour chaque étape critique.

Démonstration du prototype :

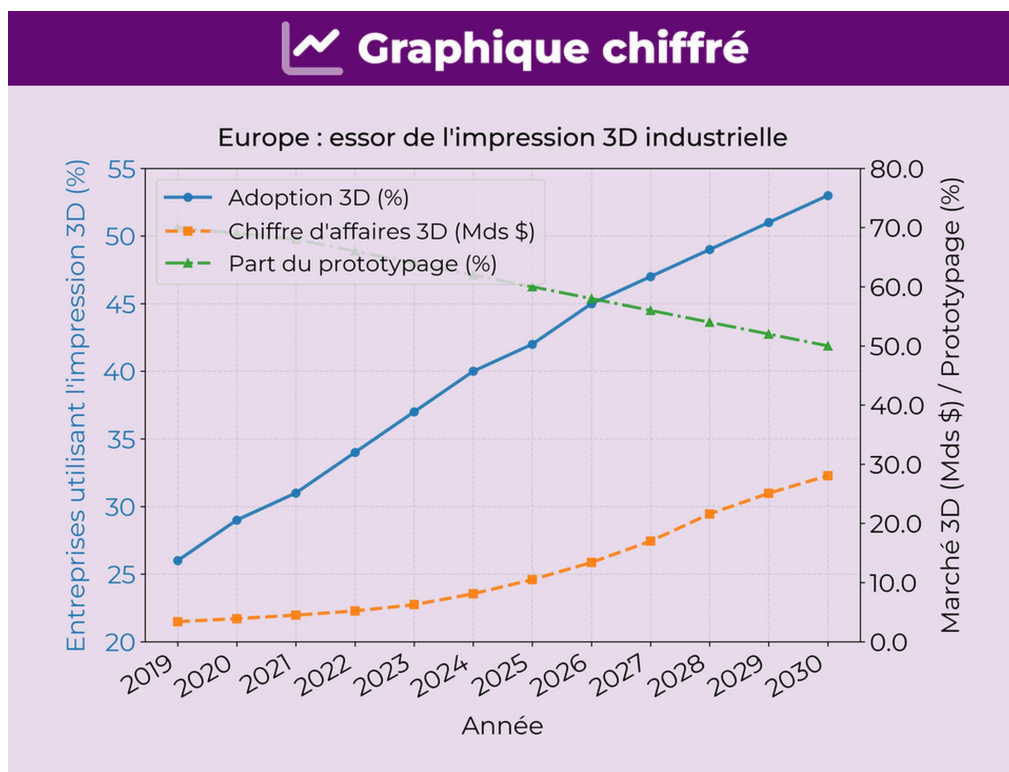
Montre le prototype en 3 phases, présentation, fonctionnement et point d'amélioration. Chronomètre la démo, 2 à 5 minutes suffisent pour convaincre sans lasser.

Exemple de démonstration :

Lors d'un salon, j'ai montré une pièce imprimée en 3 étapes, expliqué la tolérance de 0,2 mm et proposé un délai de fabrication de 48 heures.

Mini cas concret :

Contexte : tu présentes une imprimante 3D optimisée pour une PME, devant 8 personnes. Étapes : préparation 4 heures, 10 photos, 2 tests fonctionnels. Résultat : prototype validé, gain estimé 15% sur délais.



Livrable attendu :

Un support PDF de 4 pages, 8 photos annotées, une fiche technique avec mesures en mm et une vidéo de démonstration de 3 minutes prête à l'envoi par mail.

Erreurs fréquentes et conseils de stage :

Évite de lire tes diapositives mot pour mot, de surcharger les visuels ou d'oublier d'annoncer le temps. En stage, préviens ton tuteur 24 heures avant une présentation pour un retour rapide.

Checklist opérationnelle :

Élément	À vérifier
Durée	Chronomètre ta présentation et respecte le temps prévu
Visuels	Images nettes, police lisible, maximum 6 lignes par diapositive
Matériel	Chargeur, clé USB, vidéo de secours et adaptateur disponible
Démonstration	Plan B testé, temps de démo limité à 5 minutes
Questions	Prépare 6 réponses clés, reste concis et tourne la réponse en avantage

Fautes à éviter :

Ne sous-estime pas l'importance de la répétition, ne néglige pas ton placement dans la salle et n'oublie pas de vérifier le son et la luminosité avant le début.

Ce qu'il faut retenir

Pour une présentation efficace, structure ton message en introduction, 3 idées clés et conclusion avec appel à l'action, appuyées par peu de diapositives visuelles.

- Prépare des supports avec **images lisibles et contrastées**, texte limité, et vérifie durée, matériel et plan B.
- Travaille ta voix: **débit maîtrisé et ton varié**, articulation claire, en t'entraînant 15 à 30 minutes.
- Adopte une **posture ouverte et stable**, regarde chaque personne quelques secondes et implique le public par des questions.
- Anticipe 6 à 8 questions, **réponses courtes orientées bénéfiques**, et chronomètre toute démonstration du prototype.

Répète plusieurs fois, teste ta démo, enregistre-toi et ajuste avant le jour J pour gagner en clarté et confiance.

Histoire-Géographie et enseignement moral et civique

Présentation de la matière :

En Bac Pro MP3D, la matière **Histoire-Géographie et EMC** conduit à une **sous-épreuve écrite** en terminale, durée **2 h 30**, avec un **coefficient 2,5** dans l'épreuve commune de français et histoire-géo, elle-même coefficient 5.

Tu peux être évalué en **CCF pendant l'année** ou en épreuve finale écrite, en général programmée au mois de mai ou de juin. L'écrit comprend 3 parties, histoire, géographie et EMC, à partir de questions et de documents.

En cours tu travailles repères historiques, cartes, **valeurs de la République** et citoyenneté, en lien avec des projets ou bâtiments modélisés en 3D. Un camarade m'a dit que ces points lui avaient sécurisé la moyenne.

Conseil :

La matière **Histoire-Géographie et EMC** se gagne surtout à la régularité. Consacre chaque semaine **2 fois 20 minutes** pour relire ton cours, tes cartes et les exemples vus en classe.

Fais des fiches avec **dates clés et définitions**, puis entraîne-toi pour le CCF ou l'écrit final en conditions réelles, sans notes. Un ami en Bac Pro a gagné **3 points après 4 sujets** blancs grâce à ce type d'entraînement.

Table des matières

Chapitre 1 : Conflits et décolonisation	Aller
1. Contexte et chronologie	Aller
2. Décolonisation, conflits et conséquences	Aller
Chapitre 2 : Mondialisation et territoires	Aller
1. Dynamiques et acteurs principaux	Aller
2. Métropoles, espaces productifs et inégalités	Aller
3. Enjeux environnementaux et gouvernance territoriale	Aller
Chapitre 3 : Institutions et citoyenneté	Aller
1. Rôle des institutions de la république	Aller
2. Citoyenneté, droits et devoirs	Aller
3. Citoyenneté professionnelle et projet d'élève	Aller
Chapitre 4 : Valeurs et laïcité	Aller
1. Principes fondamentaux	Aller
2. Valeurs républicaines en pratique	Aller
3. Conflits et médiations	Aller

Chapitre 1 : Conflits et décolonisation

1. Contexte et chronologie :

Contexte historique :

Après 1945, la fin de la seconde guerre mondiale accélère les demandes d'indépendance dans les empires coloniaux, entraînant des ruptures politiques et des luttes armées entre 1945 et 1975.

Dates clés :

À retenir, 1947 partition de l'Inde, 1954 début de la guerre d'Algérie, 1960 année des indépendances africaines pour plus de 17 pays, 1975 fin de la guerre du Vietnam.

Acteurs principaux :

Les acteurs sont les puissances coloniales, mouvements nationalistes, organisations internationales et populations civiles, chacun jouant un rôle différent dans le passage à l'indépendance et ses conséquences.

Exemple historique :

La guerre d'Algérie, de 1954 à 1962, montre comment un conflit colonial devient question politique nationale, provoquant migrations, débats et mémoires très présentes en France aujourd'hui.

2. Décolonisation, conflits et conséquences :

Processus de décolonisation :

La décolonisation peut se faire par négociation ou par conflit armé, elle inclut transfert institutionnel, rédaction de constitutions et parfois partition, avec des effets durables sur les frontières et les institutions.

Conflits majeurs et impacts :

Les guerres d'indépendance provoquent pertes humaines, déplacés et destructions matérielles, mais aussi transformations sociales, économiques et urbanistiques qui façonnent les sociétés postcoloniales.

Que retenir pour toi ?

Concentre-toi sur les dates, acteurs et conséquences concrètes, cela t'aide à analyser documents, cartes et images, et à réaliser des projets scolaires ou des maquettes illustrant ces enjeux.

Exemple de mini cas concret :

Contexte, réalisation d'une maquette 3D d'un quartier après décolonisation, projet de 20 heures. Étapes, recherche 5 sources, modélisation 10 heures, impression 5 heures. Résultat, maquette 40 x 40 cm et dossier de 4 pages, livrable .stl.

Mini cas métier :

Contexte, en TP tu dois reconstituer l'évolution d'un port colonial en 30 heures. Étapes, collecte de 6 documents, modélisation 12 heures, texture et rendu 8 heures, présentation 4 heures. Résultat, maquette 1:500 et fiche 3 pages. Livrable attendu, modèle .stl et poster A2.

Astuces de stage et erreurs fréquentes :

Lors d'un projet historique, commence par un plan de 2 pages, vérifie tes sources et évite de modéliser sans échelle. Erreur fréquente, négliger la chronologie ou confondre acteurs et dates.

Checklist opérationnelle :

Étape	Action
Recherche documentaire	Recueillir 4 à 6 sources fiables et noter dates et acteurs
Choix d'échelle	Définir une échelle adaptée à la maquette, par exemple 1:500
Modélisation	Respecter dimensions, 12 heures pour une maquette simple
Livrable	Fichier .stl, maquette 40 cm et dossier de synthèse 3 à 4 pages

Questions rapides :

Identifie trois dates clés, cite deux acteurs principaux et décris en 5 lignes une conséquence économique ou sociale concrète de la décolonisation, exercice utile pour réviser.

Ressenti et conseil personnel :

Je me souviens qu'une exposition locale m'a aidé à relier dates et visages, et ça a rendu l'histoire plus réelle, conseil que je te donne en stage ou en TP.

Ce qu'il faut retenir

Après 1945, la fin des empires coloniaux s'accélère jusqu'en 1975, entre négociations et **guerres d'indépendance**, transformant durablement frontières, institutions et sociétés.

- Dates clés: 1947 partition de l'Inde, 1954 début de la guerre d'Algérie, 1960 indépendances africaines, 1975 fin de la guerre du Vietnam.
- Acteurs majeurs: puissances coloniales, mouvements nationalistes, organisations internationales et populations civiles.

- Conséquences: pertes humaines, déplacements, nouvelles frontières, tensions politiques et mutations sociales durables.

La guerre d'Algérie illustre un **conflit colonial nationalisé** qui marque encore la France. Pour tes projets, base-toi sur une **chronologie précise et acteurs**, choisis une échelle cohérente, vérifie tes sources et exploite des **documents historiques variés**.

Chapitre 2 : Mondialisation et territoires

1. Dynamiques et acteurs principaux :

Période et espace :

La mondialisation s'accélère surtout depuis les années 1990 avec la libéralisation des échanges et l'essor du numérique. Elle affecte tous les continents mais crée des effets différents selon les territoires et les ressources locales.

Acteurs économiques :

Les firmes transnationales, les États, les institutions financières et les organisations régionales structurent les flux. Les PME locales restent essentielles, souvent intégrées comme sous-traitantes dans des chaînes de valeur globales.

Flux et réseaux :

Les marchandises, les capitaux, les données et les personnes circulent via des hubs, ports et routes numériques. Ces réseaux renforcent certaines villes et laissent d'autres territoires en marge, créant des inégalités spatiales visibles.

Exemple d'intégration d'une pièce 3d dans une chaîne logistique :

Un fournisseur fabrique une pièce pour un produit européen, 40% des composants viennent d'Asie, le prototype est imprimé localement en 3 jours avant validation, puis la production est lancée à l'étranger.

Acteur	Rôle	Exemple concret
Firme transnationale	Coordonne la production mondiale	Usine y assemble, bureau de design en Europe
État	Régule et attire les investissements	Zone franche qui attire 200 emplois
Port et hub	Point de passage des marchandises	Port qui gère 10 millions d'EVP par an

2. Métropoles, espaces productifs et inégalités :

Métropoles mondiales :

Les métropoles attirent emplois qualifiés, capitaux et services. Elles concentrent souvent plus de 10% de la population nationale et génèrent une part disproportionnée du PIB, renforçant leur rayonnement international.

Espaces productifs spécialisés :

Certains territoires se spécialisent, par exemple en électronique, textile ou fabrication additive. Cette spécialisation crée des grappes industrielles et des synergies utiles pour des projets de prototypage local.

Territoires périphériques :

Les territoires périphériques subissent désindustrialisation et fuite des jeunes. Ils peuvent rester compétitifs en misant sur les niches, le tourisme ou l'artisanat numérique comme l'impression 3D locale.

Exemple de mini cas concret :

Contexte : PME locale veut relancer la production de 500 pièces par an, 60% étaient importées. Étapes : audit, prototypage en 7 jours, test qualité 2 semaines, mise en production. Résultat : coût réduit de 18% et délai divisé par 2. Livrable attendu : fichier 3D final (.STL), nomenclature complète et liste de 3 fournisseurs avec tarifs.

3. Enjeux environnementaux et gouvernance territoriale :

Impacts environnementaux :

La mondialisation augmente les transports et les émissions, elle pèse sur les ressources et la biodiversité. Les territoires subissent pollution industrielle et artificialisation des sols, mais aussi opportunités d'économie circulaire.

Politiques et régulations :

Les autorités locales, nationales et internationales imposent normes environnementales et douanières. Elles peuvent favoriser circuits courts et filières responsables, ce qui impacte les choix de fournisseurs pour les prototypes.

Conseils pour le stage :

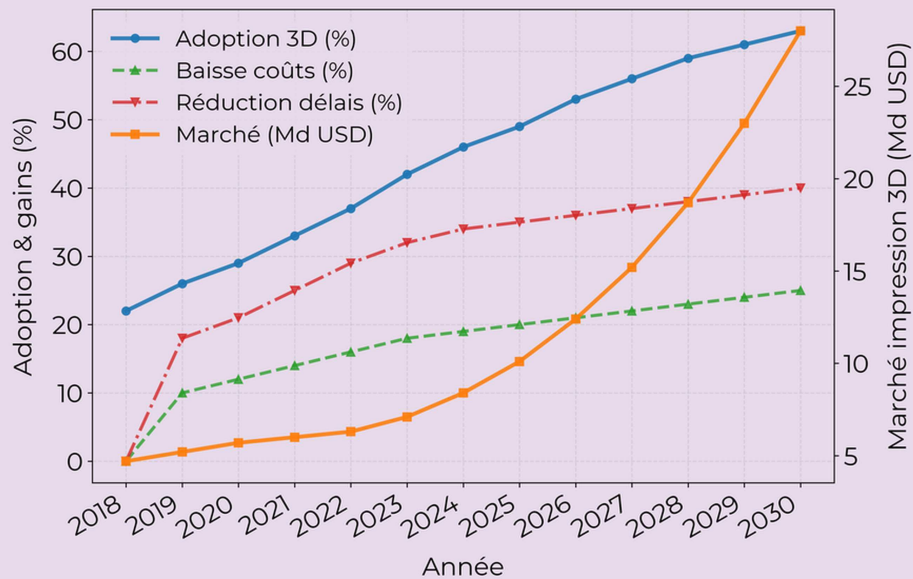
Propose toujours une alternative locale pour un composant, calcule le coût complet et le délai. Présente un comparatif chiffré entre importation et production locale, c'est souvent un atout concret pour l'entreprise.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Réduire les étapes d'assemblage en remplaçant 3 pièces par une pièce imprimée en 3D peut réduire le coût unitaire de 12% et le temps de montage de 40%, validé en 10 prototypes.

Graphique chiffré

Europe : montée en puissance de l'impression 3D (2018-2030)



Checklist opérationnelle	Action
Analyser la chaîne d'approvisionnement	Lister fournisseurs et délais
Comparer coûts totaux	Inclure transport et délais
Prioriser circuits courts	Présenter gains environnementaux
Documenter les livrables	Fichier 3D, cahier des charges, fournisseurs

Questions rapides pour t'entraîner :

Décris un flux de production qui traverse au moins deux territoires et explique les effets sur l'emploi local. Propose une solution locale pour réduire un transport international et chiffrer le gain de temps.

Petite anecdote : en stage j'ai vu un prototype imprimé en 48 heures remplacer une commande express coûteuse, ça change tout pour un client pressé.

i Ce qu'il faut retenir

La mondialisation, accélérée depuis les années 1990, s'appuie sur des **flux de marchandises et données** qui relient des territoires inégalement intégrés.

- **Acteurs clés de la mondialisation** : firmes transnationales, États, institutions financières, hubs portuaires et numériques.

- Les **métropoles concentrent richesses** et emplois qualifiés, tandis que périphéries cherchent des niches productives.
- Espaces productifs spécialisés et impression 3D permettent relocalisations partielles et gains de coûts et délais.
- Les **enjeux environnementaux et logistiques** poussent à comparer importation et production locale, en privilégiant les circuits courts.

Pour ton stage, analyse les chaînes d'approvisionnement, chiffre coûts complets et propose systématiquement une option locale argumentée pour chaque composant stratégique.

Chapitre 3 : Institutions et citoyenneté

1. Rôle des institutions de la république :

La constitution et la séparation des pouvoirs :

La constitution de 1958 fixe les règles générales du régime politique en France, elle organise le partage du pouvoir entre le président, le gouvernement et le parlement.

Les institutions clés et leur fonction :

Le parlement vote les lois, le gouvernement met en œuvre la politique, le conseil constitutionnel contrôle la conformité des lois à la constitution, et la justice assure l'application du droit.

Exemple d'organisation institutionnelle :

Pour une loi sur la sécurité au travail, le ministère propose un projet, le parlement le débat et vote, puis le conseil constitutionnel peut être saisi avant application.

Institution	Rôle	Acteurs
Présidence	Orientation politique et représentation	Président et cabinet
Parlement	Vote des lois et contrôle du gouvernement	Députés et sénateurs
Conseil constitutionnel	Contrôle de la constitutionnalité	Juges nommés

2. Citoyenneté, droits et devoirs :

Les droits civiques et politiques :

Tu as des droits comme la liberté d'expression, le droit de vote à 18 ans et la protection par la loi, ces droits permettent de participer à la vie collective et aux décisions communes.

Les devoirs du citoyen :

Respecter la loi, payer ses impôts, défendre la collectivité et participer aux élections sont des devoirs essentiels pour que la démocratie fonctionne correctement et que chacun soit protégé.

Exemple de participation civique :

Si tu t'inscris sur les listes électorales à 18 ans, tu peux voter aux élections municipales et présidentielles, c'est une façon concrète d'agir sur ton quotidien local et national.

Contexte temporel et spatial :

Depuis la Révolution de 1789 et la constitution de 1958, les institutions ont évolué pour encadrer les libertés et répartir les pouvoirs, cela impacte directement la vie en France aujourd'hui.

3. Citoyenneté professionnelle et projet d'élève :

Responsabilités au stage et en atelier :

En entreprise ou en fablab, tu dois respecter les règles de sécurité, la propriété intellectuelle et les consignes de confidentialité, ces règles protègent ton travail et celui des autres.

Droits d'auteur et licences pour la 3d :

Vérifie toujours la licence d'un fichier 3D avant de le modifier ou de le vendre, une erreur courante est d'utiliser un modèle sans autorisation, cela peut entraîner des sanctions ou des refus en exposition.

Exemple d'erreur fréquente :

Un étudiant publie une maquette imprimée avec un modèle protégé sans citer l'auteur, l'entreprise de stage refuse la présentation, cela entraîne une remise à zéro du dossier.

Mini cas concret – organisation d'une exposition au fablab :

Contexte : tu organises une exposition de prototypes dans un fablab local pendant 4 semaines, ton objectif est d'exposer 3 prototypes fonctionnels, attirer 150 visiteurs et respecter les règles administratives.

Étapes :

- Élaborer un budget de 500 euros pour matériaux et communication.
- Obtenir une attestation d'assurance et l'autorisation du fablab 2 semaines avant l'expo.
- Préparer 3 fiches techniques pour chaque prototype, format A4, 1 page, avec photos et crédits.

Résultat attendu et livrable :

Livrable : un dossier de 5 pages comprenant le budget détaillé, fiche de sécurité, 3 fiches techniques, et une feuille de présence signée par au moins 150 visiteurs ou 30 participants lors d'ateliers.

Exemple d'organisation chiffrée :

Tu réserves 200 euros pour matériaux, 150 euros pour affiches et 150 euros pour boissons et outils, la somme doit être validée par le responsable du fablab avant impression des supports.

Astuce de stage :

Demande toujours par écrit qui détient les droits sur tes créations, une note simple signée évite les malentendus et protège ton travail pour d'éventuelles ventes futures.

Check-list opérationnelle :

Action	Pourquoi
Vérifier la licence	Éviter les problèmes d'auteur
Demander une attestation d'assurance	Couvrir les risques pendant l'expo
Préparer une fiche technique	Présenter ton projet clairement
Obtenir l'accord écrit	Sécuriser la propriété et l'utilisation
Collecter les signatures visiteurs	Mesurer l'impact et valider le livrable

Pourquoi c'est utile pour toi ?

Connaître les institutions te permet de comprendre qui prend les décisions qui affectent ton travail, savoir tes droits protège ta création et ton futur professionnel, c'est concret en stage et lors d'expositions.

Exemple d'intégration pédagogique :

En TP, on peut simuler une demande d'autorisation d'exposition, rédiger une fiche technique et chiffrer un budget de 500 euros, tu gagnes 1 expérience tangible pour ton CV.

Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre lie institutions, citoyenneté et pratiques pro.

- La **constitution de 1958** organise la séparation des pouvoirs entre président, gouvernement, parlement et justice.
- Comme citoyen, tu disposes de **droits civiques essentiels** (expression, vote) mais aussi de devoirs: lois, impôts, participation électorale.
- En stage ou fablab, tu dois appliquer les règles de sécurité, confidentialité et **respect des droits d'auteur** sur les fichiers 3D.
- Organiser une expo implique budget, assurances, fiches techniques et **traces vérifiables de participation** (signatures visiteurs).

En résumé, comprendre les institutions et le droit t'aide à mieux participer aux décisions publiques et à sécuriser ton projet professionnel, surtout lors de stages et d'expositions.

Chapitre 4 : Valeurs et laïcité

1. Principes fondamentaux :

Définition et origine :

La laïcité organise la séparation entre les institutions religieuses et l'État, inscrite par la loi de 1905 en France, elle protège la liberté de conscience et l'égalité entre citoyennes et citoyens.

Portée juridique et sociale :

La laïcité fonde des règles de neutralité dans les services publics et à l'école, elle vise à garantir que personne n'est favorisé ni discriminé pour ses convictions personnelles.

Exemple de situation :

En cours, un professeur rappelle les règles lorsqu'un débat sur une croyance devient agressif, l'objectif est d'éviter l'exclusion et de permettre un échange respectueux pour tous.

2. Valeurs républicaines en pratique :

Liberté et limites :

La liberté d'expression est fondamentale, mais elle a des limites quand elle porte atteinte à la dignité ou trouble l'ordre scolaire, apprendre à argumenter sans insulter est essentiel pour ton avenir.

Neutralité dans le milieu professionnel :

En entreprise et en stage, la neutralité peut se traduire par des règles de tenue ou de comportement, les respecter montre ton professionnalisme et facilite ta relation avec les tuteurs et collègues.

Astuce pour le stage :

Avant d'arriver en entreprise, demande en 5 minutes au tuteur les règles de l'atelier, cela évite souvent des malentendus et montre que tu es organisé et sérieux.

3. Conflits et médiations :

Situations de tension et réponses :

Face à un conflit lié aux convictions, privilégie le dialogue et la médiation, sollicite le professeur principal ou le chef d'atelier si nécessaire, la médiation désamorce la plupart des incidents.

Mini cas concret de projet :

Contexte: projet de 2 semaines pour sensibiliser la classe à la laïcité, groupe de 4 élèves en atelier. Objectif: produire un support visuel et une synthèse utile pour les pairs.

- Étape 1 Recherche pendant 3 jours pour collecter définitions et exemples concrets.
- Étape 2 Conception d'une affiche A2 et rédaction d'une fiche synthèse d'une page.
- Étape 3 Présentation orale de 5 minutes devant la classe pour expliquer les choix.
- Résultat attendu 1 affiche A2, 1 fiche synthèse, présentation orale de 5 minutes.

Exemple de déroulé :

Un groupe a réalisé ce projet en 10 jours, la fiche a servi ensuite comme fiche de référence en salle, et l'affiche est restée affichée 1 mois dans le hall du lycée.

Étape	Action	Pourquoi
Préparer	Consulter le règlement intérieur et en discuter avec le tuteur	Évite les malentendus et montre ton sérieux
Dialoguer	Organiser un temps d'échange si un conflit apparaît	Permet d'apaiser le groupe et de trouver une solution
Documenter	Produire une fiche synthèse et une affiche	Laisse une trace utile et pédagogique pour les autres
Solliciter	Faire appel à la médiation si besoin	Garantit une solution structurée et impartiale

Questions rapides :

- Quelles différences entre liberté de conscience et liberté d'expression ?
- Comment appliquer la neutralité en atelier lors d'un stage ?
- Quel livrable concret pourrais-tu produire en 2 semaines pour expliquer la laïcité ?

Une fois, en atelier, un débat mal cadré a dégénéré, j'ai appris qu'un petit rappel des règles dès le départ évite beaucoup de tensions.

Ce qu'il faut retenir

La laïcité en France repose sur la **séparation Etat-religions** pour protéger liberté de conscience et égalité de tous.

- Les **règles de neutralité** s'appliquent à l'école, dans les services publics et souvent en entreprise.
- Ta **liberté d'expression encadrée** s'arrête quand tu blesses, discrimines ou perturbes le fonctionnement du groupe.

- En stage, demander vite les règles de tenue et de comportement montre ton sérieux et évite les malentendus.
- En cas de conflit, privilégie le **dialogue et médiation** avec prof, tuteur ou responsable.

Tu peux aussi mener un petit projet d'affiche et de fiche synthèse sur la laïcité pour la classe, afin de clarifier les règles et garder une trace utile.

Mathématiques

Présentation de la matière :

En Bac Pro MP3D, les **mathématiques** t'aident à lire des plans et dimensionner des pièces. Tu as environ **3 heures de maths** par semaine, liées aux projets de modélisation 3D. Un camarade disait que ça l'aidait beaucoup.

Cette matière conduit à l'épreuve de **mathématiques de l'épreuve scientifique**, évaluée en **CCF écrit** pendant la formation. La partie maths a un **coefficient 1,5**. Les textes ne fixent pas de durée unique pour le CCF.

Conseil :

Pour réussir les **mathématiques en Bac Pro MP3D**, ne révise pas tout la veille. Travaille un peu chaque jour, environ **20 minutes** après les cours pour refaire les exercices vus en classe.

Avant chaque CCF, prépare un **plan de révision**. Liste les formules utiles et refais au moins 2 exercices sur les fonctions, la proportionnalité ou la géométrie dans l'espace.

- Relis les consignes lentement
- Surligne les données importantes
- Vérifie les unités finales

Pendant l'épreuve, écris **chaque étape de ton raisonnement** et encadre les résultats avec les unités. Cette habitude limite les erreurs et te donne des points même si le calcul n'est pas parfait.

Table des matières

Chapitre 1 : Nombres et calculs	Aller
1. Nombres et opérations de base	Aller
2. Applications chiffrées pour le prototypage	Aller
Chapitre 2 : Proportionnalité et pourcentages	Aller
1. Proportionnalité : définition et méthodes	Aller
2. Pourcentages : calculs et applications	Aller
3. Cas concret et bonnes pratiques	Aller
Chapitre 3 : Statistiques et probabilités	Aller
1. Des statistiques descriptives	Aller
2. Probabilités de base	Aller
3. Applications au travail et cas concret	Aller
Chapitre 4 : Fonctions et graphiques	Aller

1. Fonction et définition	Aller
2. Types de fonctions utiles en prototypage	Aller
3. Graphiques et interprétation pratique	Aller
Chapitre 5 : Géométrie plane et repères	Aller
1. Repères et coordonnées	Aller
2. Vecteurs, distance et milieu	Aller
3. Droites, équations et applications pratiques	Aller

Chapitre 1 : Nombres et calculs

1. Nombres et opérations de base :

Ensembles de nombres :

Tu vas rencontrer les entiers, les décimaux, les fractions et les nombres relatifs. Ces notions servent à mesurer, à coder des dimensions et à vérifier des tolérances sur tes pièces imprimées.

Opérations et priorités :

Maîtrise l'addition, la soustraction, la multiplication et la division, et applique l'ordre des opérations pour éviter les erreurs de calcul lors des transformations d'échelle ou des conversions d'unités.

Exemple de conversion :

Convertis 75 mm en centimètres, tu divises par 10 et obtiens 7,5 cm. Cette conversion est fréquente quand tu passes des plans en mm aux réglages d'imprimante en cm.

2. Applications chiffrées pour le prototypage :

Calculs de volume et masse :

Pour évaluer matière et coût, calcule le volume en cm^3 puis multiplie par la masse volumique. Ensuite convertis la masse en grammes et estime le coût en euros selon le prix au kilogramme.

- Étape 1 Convertis les dimensions en centimètres si elles sont en millimètres
- Étape 2 Calcule le volume selon la forme géométrique
- Étape 3 Multiplie le volume par la densité pour obtenir la masse
- Étape 4 Convertis la masse en coût selon le prix du filament

Exemple de calcul détaillé :

Pièce rectangulaire 50 mm x 30 mm x 20 mm. Convertis en cm, calcule volume $5 \text{ cm} \times 3 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} = 30 \text{ cm}^3$. Avec PLA densité $1,24 \text{ g/cm}^3$, masse = 37,2 g. À 25 € par kg, coût matière $\approx 0,93 \text{ €}$.

Échelle et proportion :

Quand tu modifies l'échelle, la longueur varie linéairement, le volume varie au cube du facteur d'échelle, cela impacte fortement masse et temps d'impression, planifie en conséquence pour les prototypes.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Si tu imprimes une pièce à l'échelle 0,5, le volume devient 0,125 fois le volume initial, ce qui réduit matière et temps d'impression de façon importante pour un prototype rapide.

Mini cas concret :

Contexte Un client demande une coque réduite 1:2 d'un boîtier de 120 mm x 80 mm x 40 mm pour validation esthétique. Étapes 1 Modèle à l'échelle 0,5. 2 Calculs volume et masse. 3 Impression test 4 Contrôle ajustements.

- Résultat Coque réduite 60 mm x 40 mm x 20 mm
- Livrable attendu Fichier STL + rapport coût et temps indiquant 12 g de matière, 0,30 € matière, impression 1 h 10 min

Conseils de stage et erreurs fréquentes :

Vérifie toujours l'unité avant de calculer, évite de confondre mm et cm. En stage, j'ai souvent refait des pièces pour une erreur d'unité, ça coûte du temps et du filament.

Échelle linéaire	Facteur de volume	Exemple dimension	Volume relatif
1	1	120 x 80 x 40 mm	1
0,5	0,125	60 x 40 x 20 mm	0,125
2	8	240 x 160 x 80 mm	8

Interprétation pour le bac pro mp3d :

Ces calculs te permettent d'estimer les coûts, de proposer des variantes et d'anticiper la charge machine. Dans un dossier de projet, indique toujours masse, durée d'impression et coût matière chiffré.

Étape	Action	Vérification
Mesure	Relever dimensions en mm	Comparer au plan
Conversion	Passer en cm si besoin	Contrôler unité
Calcul	Volume, masse, coût	Arrondir et noter unités
Documentation	Rédiger rapport bref	Joindre fichiers STL

Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre relie **nombres et opérations** aux besoins concrets de l'impression 3D. Tu utilises entiers, décimaux, fractions et relatifs pour mesurer, coder des cotes et vérifier les tolérances, en respectant l'ordre des opérations et la **conversion mm en cm**.

- Suivre les étapes mesure – conversion – calcul pour **calcul volume et masse** puis coût matière.
- Adapter l'échelle: le volume suit le cube du facteur, d'où fort **impact du changement d'échelle** sur masse et temps.

- Contrôler systématiquement les unités pour éviter reprises de pièces et surcoûts.

En bac pro mp3d, ces calculs te servent à dimensionner un prototype, chiffrer matière et durée, puis justifier tes choix dans le rapport et les fichiers fournis.

Chapitre 2 : Proportionnalité et pourcentages

1. Proportionnalité : définition et méthodes :

Règle de trois :

La règle de trois permet de trouver une valeur inconnue dans une situation proportionnelle, en posant une équation simple. Tu multiplies en croix, puis tu divises pour isoler l'inconnue.

Coefficient de proportionnalité :

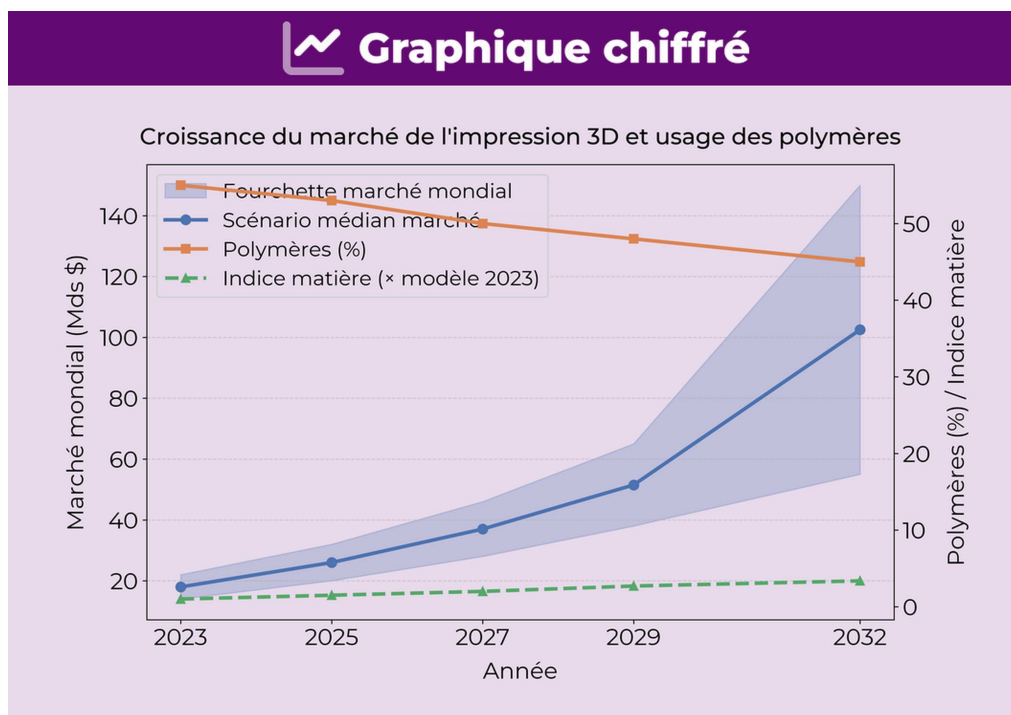
Le coefficient relie deux grandeurs proportionnelles. Si x devient k fois x , alors k est le coefficient. En prototypage tu l'utilises pour convertir échelles et vitesses d'impression rapidement.

Interprétation pratique :

Comprendre la proportionnalité t'aide à prévoir consommation de matière, temps d'impression et coûts quand tu changes l'échelle. Cela évite des surprises lors d'un prototype à l'échelle.

Exemple d'agrandissement d'un modèle :

Un modèle de 120 mm agrandi de 150% donne 180 mm. Le volume augmente par le cube du facteur, facteur volumique 3,375, donc la matière nécessaire triple environ, attention au temps.



2. Pourcentages : calculs et applications :

Calculer un pourcentage :

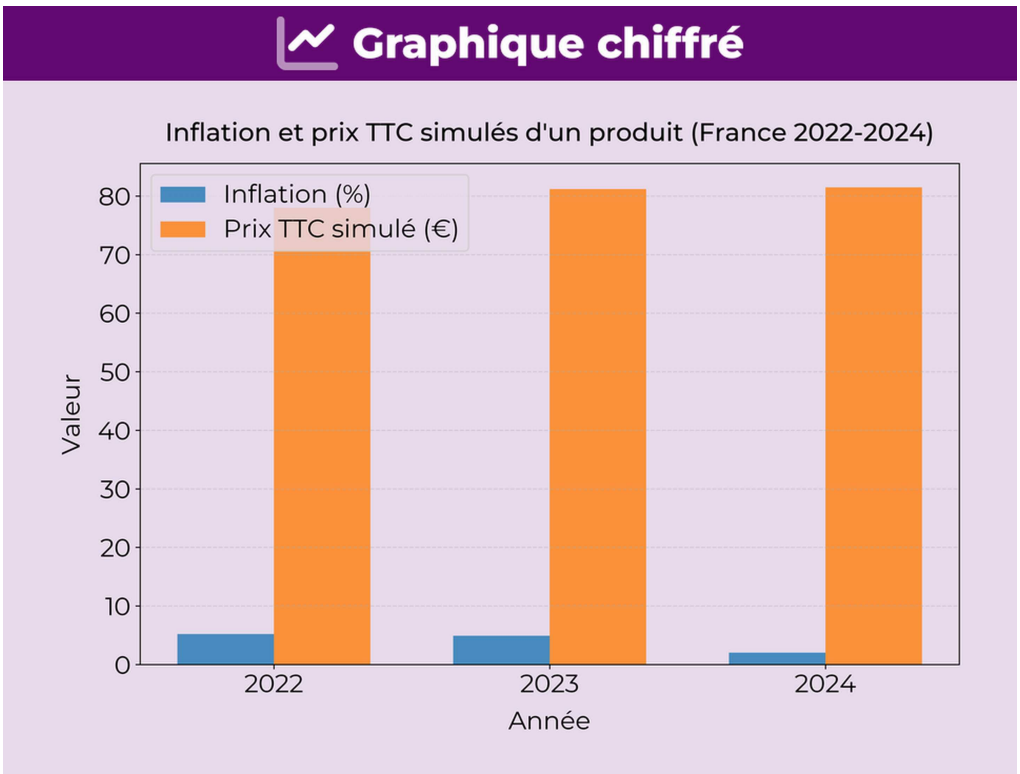
Pour calculer p% d'une valeur v, multiplie v par p divisé par 100. Cette opération te sert à estimer remises, consommations ou parts de coût dans un devis de prototype.

Augmentation et diminution en pourcentage :

Une augmentation de 20% multiplie par 1,2, une baisse de 15% multiplie par 0,85. Applique ces coefficients pour ajuster prix, durée d'impression ou consommation matière rapidement.

Exemple d'estimation de prix :

Coût total 50 €, marge 30% donne prix HT 65 €. Ajoute TVA 20% pour obtenir 78 € TTC. Ainsi tu vois rapidement l'impact d'un pourcentage sur le tarif final.



Élément	Montant (€)	Commentaire
Matière première	40	Filament en grammes
Main d'oeuvre	10	Heures machine estimées
Coût total	50	Base pour marge
Prix TTC	78	Après marge 30% et TVA 20%

Ce tableau montre un exemple simple de coût. Ici le coût total 50 € sert de base pour appliquer une marge, tu peux adapter les postes selon ton projet précis.

3. Cas concret et bonnes pratiques :

Mini cas concret :

Contexte : fabriquer 10 pièces fonctionnelles pour un prototype client. Tu dois estimer matière, temps et coût pour livrer dans 5 jours et rester rentable.

- Mesurer et vérifier l'échelle du dessin
- Calculer filament total en grammes
- Estimer temps d'impression et coût machine
- Appliquer marge 25% et planifier production

Livrable attendu :

Un document Excel ou PDF listant coût unitaire 6,96 €, coût total 69,60 €, temps total 5 heures, paramètres d'impression et planning jour par jour pour produire les 10 pièces.

Checklist opérationnelle :

Étape	Action	Vérifier
Pré production	Vérifier fichier et échelle	Cotes et orientation
Estimation matière	Calculer grammes totaux	Suffisance du stock
Coût	Rassembler coûts machine et matériaux	Cohérence des chiffres
Planification	Découper production par lots	Respect des délais

Astuce organisation :

Prévois toujours 1,5 fois le temps estimé pour l'impression lors du premier prototype, ainsi tu évites retards et déplacements inutiles en atelier. Une fois, j'ai sauvé un rendu client en appliquant cette marge de sécurité.

Ce qu'il faut retenir

La proportionnalité se gère avec la **règle de trois** ou le **coefficient de proportionnalité**, très utiles pour adapter échelle, volume et temps d'impression.

- En agrandissant un modèle à 150%, la longueur est x1,5 mais le volume est x3,375, donc bien plus de matière et de temps.
- Pour les pourcentages, tu fais p% d'une valeur en multipliant par p/100 et tu utilises des coefficients (1,2 ; 0,85, etc.).
- Tu estimes coûts, marges et prix TTC grâce aux **augmentations ou diminutions** en pourcentage et tu ajoutes une **marge de sécurité** sur le temps.

En combinant proportionnalité et pourcentages, tu planifies mieux matière, coûts et délais de tes prototypes tout en restant rentable.

Chapitre 3 : Statistiques et probabilités

1. Des statistiques descriptives :

Moyenne et médiane :

La moyenne te donne la valeur centrale arithmétique, la médiane partage l'échantillon en deux parts égales. Ces deux mesures montrent si tes impressions sont stables ou s'il y a des écarts fréquents.

Écart type et variance :

L'écart type quantifie la dispersion autour de la moyenne, la variance est son carré. En atelier, un écart type élevé signifie des réglages ou des matériaux variables à corriger rapidement.

Représentations graphiques :

Histogramme et boîte à moustaches rendent visibles les valeurs atypiques et la distribution. Ces graphiques te permettent d'identifier des problèmes réguliers de qualité ou de préparation avant une série d'impression.

Exemple de calcul de moyenne :

Suppose cinq temps d'impression en minutes : 20, 22, 25, 30, 28. Moyenne = $(20+22+25+30+28)/5 = 25$ minutes. Cela situe ton temps moyen d'impression pour une pièce.

Identifiant	Temps d'impression (min)	Statut
Print 01	20	Succès
Print 02	22	Succès
Print 03	25	Échec
Print 04	30	Succès
Print 05	28	Succès

2. Probabilités de base :

Événements et espace probabiliste :

Un événement est un résultat ou un ensemble de résultats possibles. L'espace correspond à tous les résultats. Pour les impressions, événements typiques sont succès, décollement, sous-extrusion, ou paramétrage incorrect.

Lois discrètes utiles :

La loi binomiale modélise le nombre d'échecs sur n impressions quand chaque essai est indépendant et identiquement probable. C'est pratique pour estimer la fiabilité d'une machine ou d'un procédé.

Probabilité conditionnelle et indépendance :

La probabilité conditionnelle évalue la chance d'un événement sachant qu'un autre est survenu. En impression 3D, l'humidité filament peut augmenter la probabilité d'échec si la température n'est pas ajustée.

Exemple de loi binomiale :

Suppose une probabilité d'échec $p = 0.12$ sur $n = 50$ impressions. Probabilité de zéro échec $P(X=0) = (1-0.12)^{50} \approx 0.88^{50} \approx 0.17\%$. Le risque d'avoir toutes réussies est très faible.

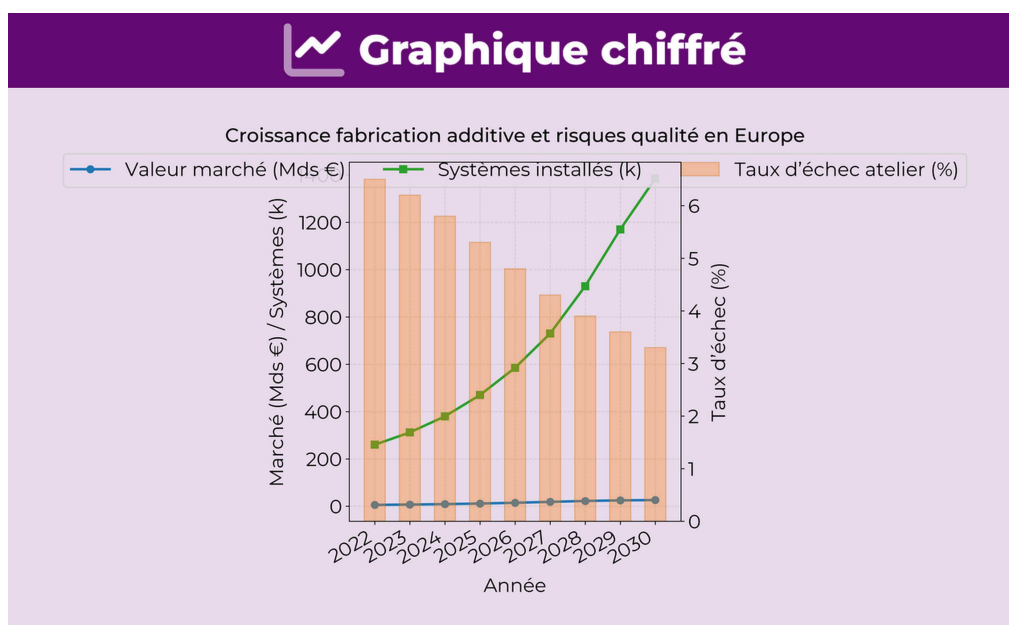
3. Applications au travail et cas concret :

Collecte de données et protocole :

Planifie n impressions identiques, note le temps en minutes, le statut succès/échec, la température et le filament. Un protocole clair sur 50 impressions donne une base statistique fiable pour analyser la production.

Analyse et interprétation :

Calcule la moyenne, la médiane, l'écart type et le taux d'échec. Interprète ces chiffres pour cibler les réglages ou la maintenance. Par exemple, un taux d'échec supérieur à 10% signale un problème matériel ou de paramétrage.



Livrable attendu :

Un rapport d'une page plus un fichier CSV de 50 lignes contenant identifiant, temps en minutes, statut et paramètres. Ajoute un histogramme et une courte recommandation chiffrée pour action immédiate.

Exemple de cas concret :

Contexte, tu réalises 50 impressions pour une série de pièces. Étapes, collecte des temps et statuts, calcul de moyenne et proportion d'échecs. Résultat, 6 échecs sur 50, taux d'échec = 12%. Livrable attendu, tableau CSV et synthèse d'une page.

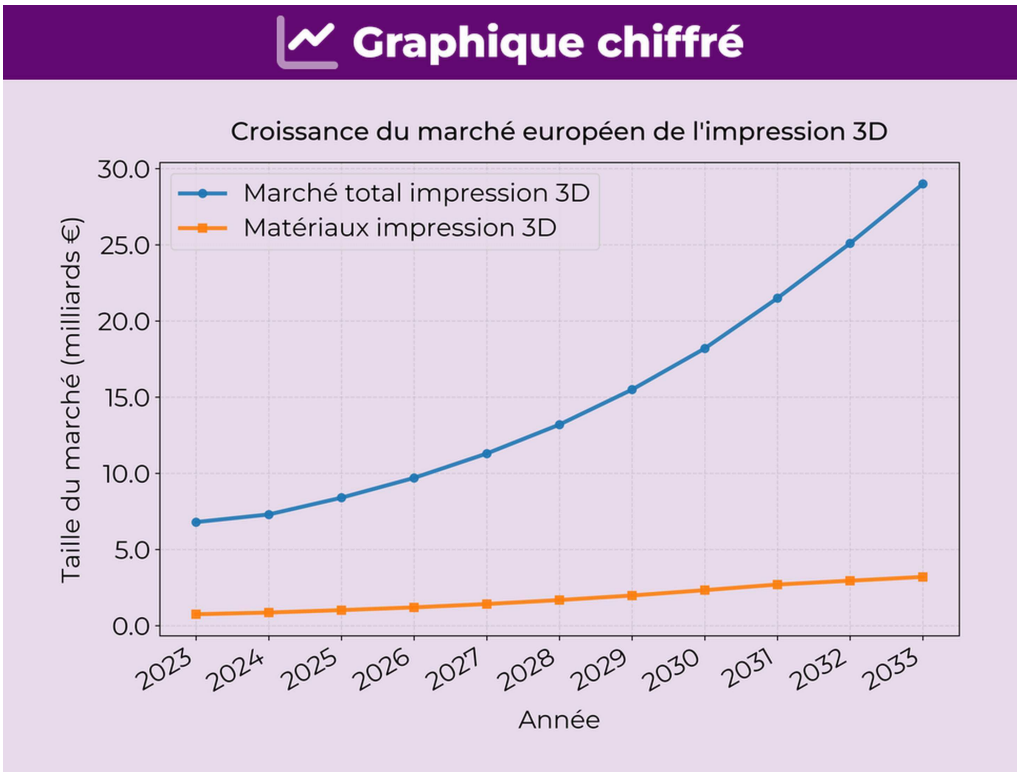
Astuce prise de stage :

Consigne toujours l'heure et la version du slicer, cela aide à retracer un échec. Dans mon stage, 30 minutes de traçage des paramètres ont réduit les retouches de 20%.

Étape	Action	Résultat attendu
Collecte	Enregistrer 50 impressions avec paramètres	Fichier CSV 50 lignes
Calculs	Moyenne, médiane, écart type, taux d'échec	Tableau récapitulatif chiffré
Visualisation	Histogramme et boîte à moustaches	Graphiques pour le rapport
Recommandation	Proposer actions correctives	Plan d'action sur 2 semaines

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Après analyse de 50 impressions, tu réduis la vitesse de 10% et modifies la température de 5 °C, les échecs passent de 12% à 4% en 2 semaines, la qualité s'améliore nettement.



Checklist opérationnelle	Description
Planifier	Programmer 50 impressions identiques pour base statistique
Noter paramètres	Consigner température, vitesse, type de filament pour chaque essai
Analyser	Calculer moyenne, médiane, écart type et taux d'échec
Visualiser	Faire histogramme et boîte à moustaches pour détecter outliers
Rédiger livrable	Fournir CSV 50 lignes et synthèse d'une page avec recommandations

Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre te montre comment utiliser les statistiques pour piloter tes impressions 3D.

- Utilise la **moyenne, médiane et écart type** pour mesurer temps d'impression et dispersion.
- Appuie-toi sur histogrammes et **graphique boîte à moustaches** pour repérer valeurs atypiques.
- Modélise les échecs avec la **loi binomiale pour fiabilité** et les probabilités conditionnelles (ex: humidité du filament).
- Applique un protocole sur 50 impressions, consigne paramètres, calcule taux d'échec et propose des actions correctives.

En combinant mesures chiffrées, graphiques et suivi rigoureux, tu transformes tes essais d'impression en un véritable outil de décision pour améliorer qualité et fiabilité.

Chapitre 4 : Fonctions et graphiques

1. Fonction et définition :

Définition d'une fonction :

Une fonction associe à chaque valeur d'entrée une seule valeur de sortie, on note souvent $f(x)$. Apprendre ça te permet de modéliser un phénomène réel comme la consommation de filament selon la longueur imprimée.

Variable indépendante et dépendante :

La variable indépendante est celle que tu choisis, par exemple la longueur en mm, la variable dépendante est le résultat, par exemple le poids du filament en grammes. C'est important pour faire des mesures fiables.

Notation et évaluation :

Évaluer f en un point revient à remplacer x par un nombre, $f(10)$ signifie la valeur de la fonction pour x égale 10. Cette opération est souvent faite en atelier pour estimer des coûts.

Exemple d'évaluation simple :

Si $f(x) = 0,05 x$, alors $f(200) = 0,05 \times 200 = 10$. Ici 200 mm de plastique pèsent 10 grammes selon le modèle choisi.

2. Types de fonctions utiles en prototypage :

Fonctions linéaires et affines :

Les fonctions linéaires $f(x) = a x$ et affines $f(x) = a x + b$ modélisent souvent coûts ou vitesses, elles sont simples à tracer et interpréter, parfaites pour estimer prix et temps de fabrication.

Fonctions quadratiques et variation :

Une fonction quadratique $f(x) = a x^2 + b x + c$ peut représenter une consommation qui augmente plus vite avec la taille, utile pour estimer déformation ou besoins en énergie pour grandes pièces.

Interpolation et approximation :

Quand tu as des mesures ponctuelles, l'interpolation relie les points par une courbe. L'approximation permet d'avoir une formule simple pour estimer rapidement sans refaire toutes les mesures en atelier.

Exemple d'interpolation :

Tu mesures 3 masses pour 50, 100 et 150 mm, tu traces les points et utilises une droite d'ajustement pour estimer la masse à 120 mm sans imprimer toute la pièce.

Longueur mm	Fonction $f(x) = 0,05 x$	Poids estimé g
-------------	--------------------------	----------------

50	$0,05 \times 50$	2,5
100	$0,05 \times 100$	5
150	$0,05 \times 150$	7,5
200	$0,05 \times 200$	10

Interprétation du tableau :

Ce tableau montre une relation linéaire entre longueur et masse, tu peux multiplier la longueur par 0,05 pour estimer le poids en grammes. C'est rapide pour chiffrer une commande de filament.

3. Graphiques et interprétation pratique :

Tracer un graphique propre :

Choisis une échelle claire, marque les unités, trace les points mesurés et relie-les si la relation est continue. Un graphique lisible permet de détecter erreurs et tendances avant de lancer une production.

Lire les pentes et intersections :

La pente d'une droite indique le taux de variation, par exemple grammes par millimètre. L'ordonnée à l'origine représente une valeur fixe, par exemple perte fixe de matière lors du démarrage d'impression.

Erreur fréquente et vérification :

Une erreur commune est d'oublier l'unité sur un axe, ce qui mène à des estimations fausses. Vérifie toujours 2 mesures indépendantes pour valider ton modèle avant de lancer 10 à 20 heures d'impression.

Exemple d'interprétation métier :

Tu constates que la pente de la consommation augmente pour les pièces au-delà de 120 mm, cela indique un remplissage plus dense. Tu peux alors décider d'ajuster l'infill pour économiser jusqu'à 15% de matière.

Mini cas concret optimisation de temps et matière :

Contexte : prototype d'un boîtier de 150 mm, objectif réduire coût et temps. Étapes : mesurer 3 prototypes, ajuster infill puis simuler. Résultat : réduction du filament de 12%, gain de temps de 1,5 heure sur 8 heures totales.

Livrable attendu :

Fichier PDF de 2 pages avec tableau de mesures, graphique comparatif et nouvelle configuration d'impression, estimation d'économie de 4,8 g de filament par pièce et 18 € d'économie pour 100 pièces.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Après ajustement, une série de 20 pièces montre une économie de 96 g de filament au total, ce qui réduit le coût matière d'environ 5 € pour ces 20 pièces selon le prix fournisseur.

Checklist opérationnelle avant impression :

Action	Pourquoi faire
Mesurer prototype	Vérifier cohérence des données
Tracer graphique	Détecter tendance et outliers
Calculer pente	Estimer coût par unité
Simuler ajustement	Valider économie et qualité
Valider livrable	Transmettre configuration et graphique

Astuces terrain :

Prends toujours 3 mesures minimum pour chaque point, note la température et la vitesse d'impression, ces paramètres impactent la fonction empirique que tu construis. Une fois, j'ai perdu 2 heures à cause d'une mesure manquante, inutilement.

Ce qu'il faut retenir

Une fonction associe à chaque entrée une sortie, notée $f(x)$, pour modéliser par exemple la **consommation de filament**.

Tu distingues variable indépendante (longueur) et dépendante (poids) et tu **évalues la fonction** en remplaçant x par un nombre.

- Utilise des **fonctions linéaires et affines** pour estimer coûts, temps ou masse depuis quelques mesures.
- Réserve les **fonctions quadratiques en production** aux phénomènes qui croissent plus vite que la taille.
- Appuie toi sur interpolation, graphique propre et pente pour vérifier données et repérer tendances.
- Avant une série longue, mesure, trace, calcule la pente puis simule l'ajustement pour sécuriser économies et qualité.

En résumé, fonctions et graphiques t'aident à prévoir matière, temps et coût, et à optimiser concrètement ton processus d'impression.

Chapitre 5 : Géométrie plane et repères

1. Repères et coordonnées :

Définition d'un repère :

Un repère plane est formé d'un point origine et de deux axes perpendiculaires ou non, appelés abscisse et ordonnée. Il sert à repérer chaque point par deux nombres, ses coordonnées.

Coordonnées d'un point :

Le point $M(x, y)$ signifie que tu avances x unités sur l'axe horizontal, puis y unités sur l'axe vertical depuis l'origine. En prototypage, on utilise souvent le millimètre comme unité.

Repères orthonormés et unités :

Un repère orthonormé a des axes perpendiculaires et la même unité sur les deux axes. C'est le plus pratique pour mesurer des distances réelles et pour exporter des plans en CAO avec des unités cohérentes.

Exemple d'utilisation :

Si tu dois placer un point $A(30, 50)$ en mm sur un dessin, règle ton logiciel en mm, clique à 30 sur x puis 50 sur y , tu obtiens la position exacte pour l'usinage.

2. Vecteurs, distance et milieu :

Vecteur entre deux points :

Le vecteur AB a pour coordonnées $(x_B - x_A, y_B - y_A)$. Il représente le déplacement du point A vers B . En MP3D, tu le traduis souvent en déplacement d'outil ou en translation d'assemblage.

Distance entre deux points :

La distance AB se calcule par la formule racine carrée de $(dx^2 + dy^2)$. Cette valeur donne la longueur réelle d'un segment utile pour vérifier les cotes et tolérances d'une pièce.

Milieu d'un segment :

Les coordonnées du milieu M de AB sont $((x_A + x_B) / 2, (y_A + y_B) / 2)$. C'est pratique pour centrer des perçages ou positionner symétriquement des éléments sur une pièce.

Exemple de calcul :

Soient $A(10, 20)$ mm et $B(50, 80)$ mm. $dx = 40$ mm, $dy = 60$ mm, distance = $\sqrt{(40^2 + 60^2)} = \sqrt{5200} \approx 72,11$ mm. Milieu $M = (30, 50)$ mm.

Point	Coordonnées (mm)	Remarque
A	10, 20	Point de départ

B	50, 80	Point final
Distance AB	$\approx 72,11 \text{ mm}$	Vérifier l'outil

Interprétation métier :

Pour un prototype, si la distance critique doit être $72 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$, calcule toujours en mm et vérifie sur la machine. Les valeurs numériques évitent des erreurs d'échelle lors de l'impression 3D.

3. Droites, équations et applications pratiques :

Equation d'une droite en repère :

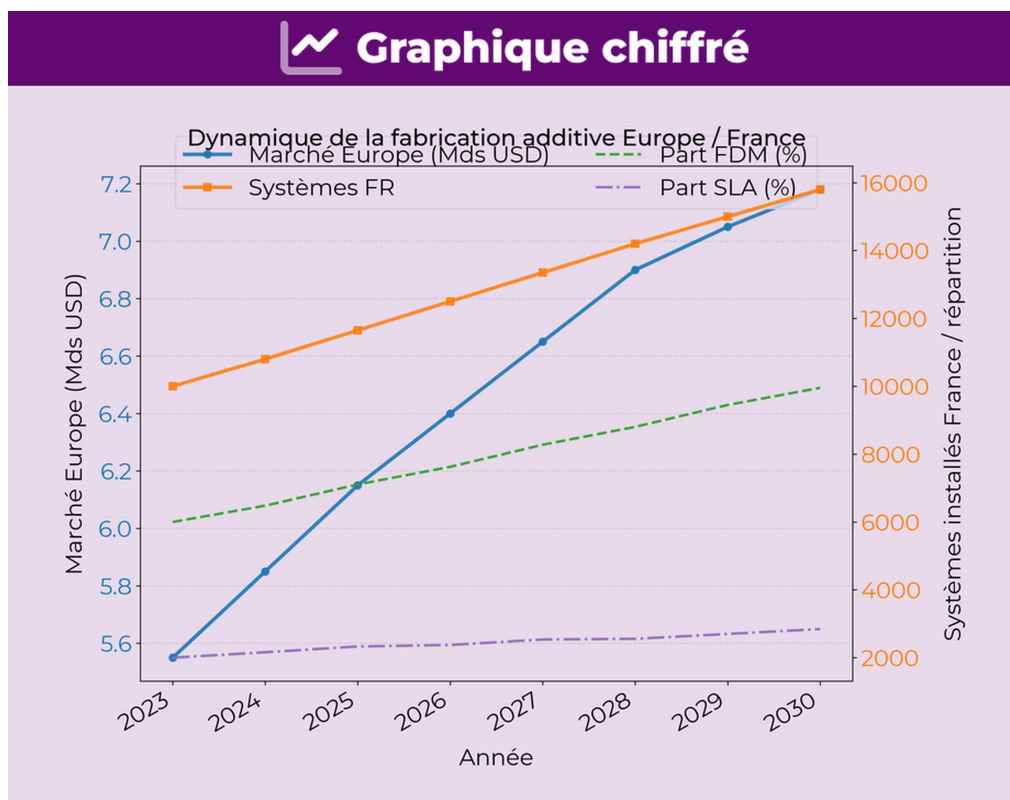
Dans un repère orthonormé, une droite peut s'écrire $y = mx + b$, où m est la pente et b l'ordonnée à l'origine. Cette forme sert à tracer des bords inclinés sur un profil de pièce.

Position relative de deux droites :

Deux droites sont parallèles si elles ont la même pente, elles sont sécantes si leurs pentes diffèrent. En conception, cela permet d'assurer l'alignement ou le contact entre éléments assemblés.

Application pratique pour dessin de profil :

Pour dessiner un chanfrein incliné à 30° sur une face de 100 mm , calcule la pente $m = \tan(30^\circ) \approx 0,577$, utilise $y = 0,577x + b$ pour positionner la ligne dans ta vue 2D en mm.



Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Tu veux percer 4 trous alignés espacés de 40 mm sur une plaque 120 par 80 mm. Calcule les coordonnées, perçage en 10 minutes sur fraiseuse, livré en 1 prototype imprimé pour contrôle.

Cas concret – mini projet :

Contexte : plaque rectangulaire 120 mm × 80 mm avec 4 trous alignés sur l'axe long.
Étapes : définir origine O en coin, calculer coordonnées des 4 trous, tracer dans CAO, exporter en STL. Résultat : 4 trous espacés 40 mm, diamètre 5 mm, profondeur 6 mm.
Livrable : plan 2D avec coordonnées en mm et fichier STL prêt pour impression, délai estimé 3 heures pour prototype.

Checklist opérationnelle :

Tâche	Contrôle rapide
Vérifier unités CAO	MM cohérents partout
Calculer distances	Utiliser formule $\sqrt{(dx^2+dy^2)}$
Positionner origine	Choisir coin ou centre selon besoin
Exporter fichiers	STL et plan 2D en mm
Vérifier tolérances	Respecter $\pm$ valeurs demandées

Astuces de terrain :

Place toujours l'origine à un coin accessible et note les unités en haut du dessin. En stage, j'ai perdu 30 minutes à cause d'un plan en cm, maintenant je vérifie systématiquement avant d'imprimer.

Ce qu'il faut retenir

Le chapitre montre comment utiliser la géométrie plane pour dessiner et fabriquer en CAO.

- Un **repère orthonormé cohérent** permet de placer chaque point $M(x, y)$ en mm sans erreur d'échelle.
- Les **vecteurs, distance et milieu** servent à définir déplacements, longueurs réelles et centrages de perçages.
- L'équation d'une droite $y = mx + b$ décrit **bords inclinés et alignements** de pièces ou de trous.
- Une **checklist unités et tolérances** sécurise l'export STL et le contrôle dimensionnel.

En résumé, si tu maîtrises coordonnées, vecteurs, distances et droites, tu peux passer d'une idée à un plan 2D fiable, puis à un prototype usiné ou imprimé conforme aux cotes.

Sciences physiques et chimiques

Présentation de la matière :

En **Bac Pro MP3D**, la matière **Sciences physiques et chimiques** t'aide à comprendre les matériaux, les efforts et l'énergie autour des produits. Tu as 3 h par semaine, entre cours, exercices et petits travaux pratiques en laboratoire.

Cette matière conduit à **l'épreuve scientifique du bac** en CCF, avec des situations écrites et pratiques en 1re et terminale. La partie sciences physiques et chimiques a un **coefficient de 1,5** sur 6, la durée des CCF n'étant pas clairement indiquée.

Conseil :

Pour progresser en **Sciences physiques et chimiques**, travaille un peu à chaque séance. Après le cours, prends **15 minutes** pour refaire un exemple et vérifier que tu sais utiliser les formules sans regarder la correction.

Pour t'organiser, garde **2 créneaux** de révision par semaine. L'un de mes amis a vraiment décollé en tenant ce rythme simple, au lieu d'attendre la dernière semaine.

- Refais 2 exercices types par chapitre
- Note les unités utiles sur fiche

Table des matières

Chapitre 1 : Électricité de base	Aller
1. Principes de base de l'électricité	Aller
2. Circuits et mesures pratiques	Aller
Chapitre 2 : Mouvements et forces	Aller
1. Mouvements et grandeurs descriptives	Aller
2. Forces et lois fondamentales	Aller
3. Expériences et applications pratiques	Aller
Chapitre 3 : États et transformations	Aller
1. États de la matière	Aller
2. Transformations physiques et chimiques	Aller
3. Expérience pratique et mesures	Aller

Chapitre 1 : Électricité de base

1. Principes de base de l'électricité :

Tension et courant :

La tension représente l'énergie par charge, le courant correspond au déplacement des charges électriques. Tu retiens que la tension se mesure en volts et le courant en ampères, c'est essentiel pour tout montage.

Résistance et loi d'ohm :

La résistance limite le courant, la loi d'Ohm relie tension, courant et résistance par $V = R \times I$. Cette formule te servira toujours pour dimensionner des composants simples et éviter les surchauffes.

Puissance électrique :

La puissance électrique est $P = V \times I$ et s'exprime en watts. Mesurer la puissance t'aide à comparer consommations, choisis des composants adaptés et arrondis les résultats aux unités correctes pour la documentation.

Exemple de calcul de puissance :

Si un capteur consomme 0.2 A sous 12 V, sa puissance est $P = 12 \times 0.2 = 2.4 \text{ W}$, ce chiffre te permet de vérifier que l'alimentation et le radiateur sont adaptés au montage.

2. Circuits et mesures pratiques :

Montages en série et parallèle :

En série, le courant est identique dans chaque composant, la tension se partage. En parallèle, la tension reste identique et le courant se répartit. Savoir choisir évite les erreurs et facilite la maintenance en atelier.

Utilisation du multimètre :

Le multimètre permet de mesurer tension, courant et résistance. Pour des mesures fiables, commence toujours par la gamme la plus élevée, puis descends pour améliorer la précision et éviter d'endommager l'appareil.

Exemple de mesure d'une résistance :

Mesure une résistance en la déconnectant du circuit, calibre le multimètre sur ohm et vérifie trois fois la valeur pour confirmer une lecture stable avant d'annoter la fiche technique.

Manipulation et sécurité :

Débranche toujours l'alimentation avant de modifier un circuit, porte des lunettes de protection et évite les courts-circuits. En atelier, utilise des pinces isolées, respecte les consignes et ne travailles pas seul sur une tension élevée.

Mini cas concret :

Contexte : tu dois vérifier et documenter le circuit d'alimentation d'une imprimante 3D prototype lors d'un stage de 2 jours, objectif : confirmer l'intégrité de 4 résistances et 2 régulateurs.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En contrôlant systématiquement les alimentations, l'équipe a réduit les pannes de 30 pour cent sur 6 semaines, livrant un rapport chiffré avec 12 mesures et 3 recommandations actionnables.

Manipulation courte :

Matériel : multimètre, trois fils banane, résistance 1 k Ω , alimentation réglable 0-12 V, planche de montage. Étapes : brancher en série, appliquer 5 V, mesurer I et V, calculer R et P, noter les valeurs.

Interprétation des mesures :

Si la mesure $V = 5.00$ V et $I = 4.8$ mA pour une résistance, applique $R = V / I$ pour obtenir la valeur attendue en ohms, puis vérifie la tolérance indiquée sur le composant pour confirmer la conformité.

Mesure	Valeur	Unité
Tension appliquée	5.00	V
Courant mesuré	4.8	mA
Résistance calculée	1 042	Ω
Puissance dissipée	0.024	W

Interprétation : la résistance mesurée est proche de 1 k Ω , la puissance dissipée reste faible, donc pas de surchauffe attendue, tu peux valider le composant pour usage sur prototype basse puissance.

Checklist opérationnelle	Action
Vérifier l'alimentation	Couper la source avant toute intervention
Mesurer la tension	Utiliser le mode volt en parallèle
Mesurer le courant	Placer en série et démarrer sur la gamme haute
Documenter	Noter valeurs, date, et photo du montage
Sécurité	Porter protection et utiliser outils isolés

Livrable attendu : un rapport de contrôle de 1 page contenant 12 mesures, 3 photos et une recommandation chiffrée pour remplacement ou validation, à remettre à l'encadrant en fin de stage.

Astuce : commence toujours par une mesure visuelle et une photo, cela te fait gagner 10 à 15 minutes lors de la correction en atelier, et évite les mauvaises interprétations sur les schémas.

Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à manipuler l'électricité en sécurité et à analyser un circuit simple.

- Comprends **tension et courant** : volts et ampères reliés à la résistance par la **loi d'Ohm**.
- Calcule la puissance $P = V \times I$ pour dimensionner l'alimentation et limiter la chauffe.
- Distingue **montages en série** et parallèles, et place bien le multimètre pour chaque mesure.
- Applique les **bonnes pratiques de sécurité** : alimentation coupée, EPI, composants isolés et rapport clair.

Avec ces réflexes, tu peux contrôler une alimentation prototype, interpréter les mesures et rédiger une fiche de contrôle fiable.

Chapitre 2 : Mouvements et forces

1. Mouvements et grandeurs descriptives :

Position et déplacement :

La position indique où se trouve un objet par rapport à un repère. Le déplacement est la variation de position, il a une direction et une valeur signée.

Vitesse moyenne et instantanée :

La vitesse moyenne se calcule $v = \Delta x / \Delta t$, avec Δx en mètres et Δt en secondes. La vitesse instantanée est la limite quand Δt tend vers zéro, souvent mesurée par capteurs.

Exemple de calcul de vitesse :

Tu mesures 2 mètres parcourus en 0,5 seconde, la vitesse moyenne est 4 m/s. Cette valeur sert à dimensionner une animation ou un moteur dans ton prototype.

Astuce mesure :

Utilise un chronomètre électronique pour des mesures sous 0,2 seconde. Recommence 3 fois et garde la moyenne pour réduire l'erreur expérimentale.

2. Forces et lois fondamentales :

Force, masse et interaction :

La force est une action capable de modifier le mouvement d'un objet. La masse quantifie l'inertie, elle s'exprime en kilogrammes et influence l'accélération produite.

Deuxième loi de newton :

La deuxième loi s'écrit $F = m \cdot a$, F en newtons, m en kilogrammes et a en m/s^2 . Elle relie l'accélération d'un objet à la force appliquée.

Exemple de calcul de force :

Un prototype de 0,5 kg doit accélérer à $2 m/s^2$, la force nécessaire est $F = 0,5 \times 2 = 1 \text{ N}$. Ce calcul t'aide à choisir un moteur adapté.

Astuce de stage :

En atelier, j'ai souvent vu des moteurs surdimensionnés pour éviter toute panne, ce qui alourdit inutilement la pièce et augmente le coût de 20 à 30% en moyenne.

3. Expériences et applications pratiques :

Manipulation courte – plan incliné :

Matériel: petite voiture 0,2 kg, plan incliné réglable, mètre, chronomètre et règle. Mesure le temps pour parcourir 1 m à 5 inclinaisons différentes, répète 3 fois et note les valeurs.

Inclinaison (°)	Essai 1 (s)	Essai 2 (s)	Essai 3 (s)	Temps moyen (s)	Accélération (m/s²)
5	1,80	1,82	1,79	1,80	0,62
10	1,60	1,58	1,62	1,60	0,78
15	1,40	1,42	1,39	1,40	1,02
20	1,20	1,22	1,19	1,20	1,39
30	1,00	0,98	1,01	1,00	2,00

Interpréter les données :

On voit que l'accélération augmente quand l'angle augmente car la composante du poids devient plus grande. Les frottements limitent l'accélération observée, note l'écart entre théorie et expérience.

Mini cas concret :

Contexte: concevoir un chariot de positionnement pour une imprimante, déplacement requis 100 mm en 2 secondes, charge utile 0,5 kg.

Étapes: dimensionner la motorisation, modéliser sous CAD, imprimer la pièce, tester 5 essais. Résultat attendu: moteur 12 V, couple 0,2 Nm, temps moyen 2,05 s. Livrable: fichier CAD et rapport de test chiffré.

Étape	Action opérationnelle
Préparer matériel	Vérifier masse, capteurs, mètre et chronomètre
Calibrer	Régler zéro et tester précision du chronomètre
Réaliser essais	Effectuer 3 répétitions par configuration et noter les temps
Calculs	Calculer moyenne, accélération avec $a = 2s/t^2$ et estimer incertitude
Documenter	Préparer livrable: fichier CAD et rapport de test avec tableaux

Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre relie la description du mouvement aux forces qui le provoquent.

- La **position et déplacement** décrivent où se trouve un objet et comment il bouge, avec un déplacement orienté et signé.
- La **vitesse moyenne et instantanée** permet d'estimer ou mesurer la rapidité, utile pour dimensionner animations et moteurs.

- Les forces, la masse et l'accélération sont liées par **la loi $F = m \cdot a$** , essentielle pour choisir une motorisation adaptée.
- Les expériences sur plan incliné et le mini projet de chariot montrent comment mesurer, répéter, calculer moyenne, accélération et incertitudes.

En appliquant ces méthodes de mesure et de calcul, tu peux passer d'une idée de mouvement à un prototype fiable, testé et correctement dimensionné.

Chapitre 3 : États et transformations

1. États de la matière :

Solide, liquide, gazeux :

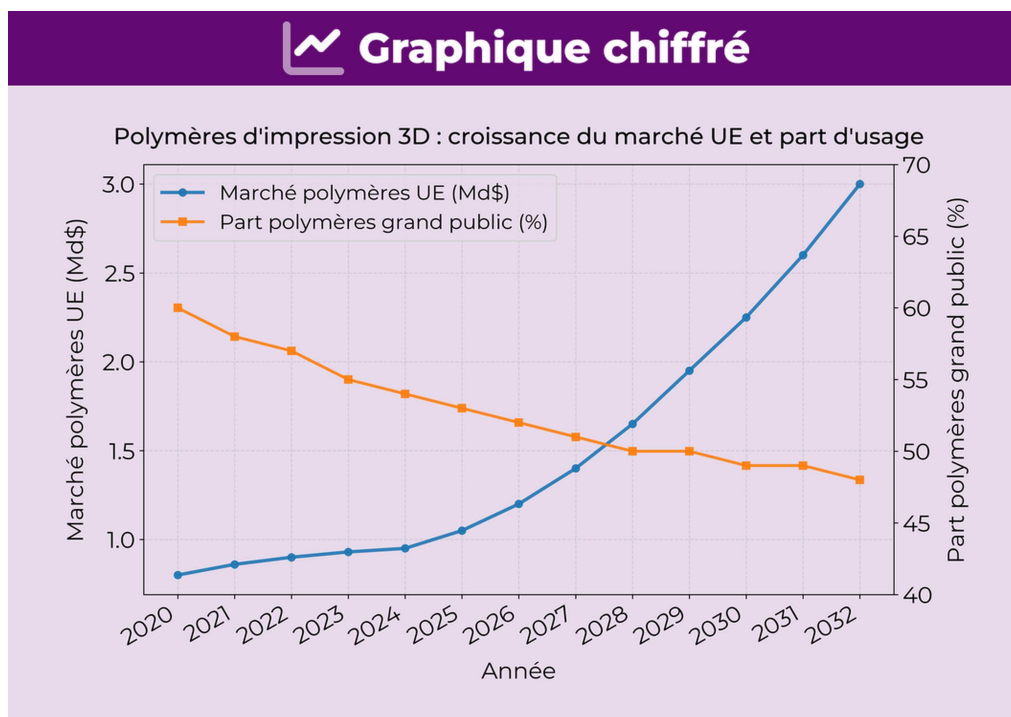
Les solides gardent forme et volume, les liquides gardent volume sans forme fixe, les gaz remplissent tout l'espace. En prototypage pense au filament solide, à la résine liquide et à l'air chaud.

Propriétés macroscopiques :

La densité, la viscosité et la compressibilité décrivent l'état macroscopique. Par exemple PLA a densité 1.24 g/cm³, ABS 1.04 g/cm³, eau 1 g/cm³. Pour toi en Bac Pro MP3D ces valeurs guident le choix.

Transition de phase :

Les transitions demandent énergie, comme fusion, solidification et vaporisation. Le PLA a une température vitreuse autour de 60°C et fond entre 180°C et 220°C, ce qui influence l'usinage thermique.



Exemple d'observation :

En chauffant un échantillon de PLA à 200°C pendant 30 secondes tu vois le ramollissement, utile pour comprendre l'orientation des fibres pendant l'impression.

2. Transformations physiques et chimiques :

Transformation physique :

Une transformation physique modifie état ou forme sans créer de nouvelle substance, elle est souvent réversible, comme la fusion ou la dissolution. Utile pour ajuster prototypes sans altérer la matière.

Transformation chimique :

Une réaction chimique crée de nouvelles liaisons, change la composition et entraîne souvent irréversibilité. Par exemple la polymérisation des résines SLA prend 10 à 30 minutes et dégage parfois de la chaleur.

Conservation de la masse :

Dans un système fermé la masse totale reste constante, même après réaction. En stage pèse avant et après, vise précision 0.01 g pour détecter de petites pertes ou gains de masse.

Exemple de distinction :

Pour distinguer, vérifie la réversibilité et mesure la masse, recherche dégagement gazeux. Si la composition change, c'est chimique, sinon probablement physique, méthode simple en atelier.

3. Expérience pratique et mesures :

Matériel :

Balance 0.01 g, éprouvette graduée 50 mL, becher, plaque chauffante, thermomètre, chronomètre, échantillons imprimés. Ce matériel suffit pour mesurer masse, volume et suivre une transformation thermique simple.

- Balance analytique précision 0.01 g
- Éprouvette graduée 50 mL pour déplacement d'eau
- Thermomètre 0.5°C et plaque chauffante réglable
- Fiche de suivi et ordinateur pour sauvegarder données

Étapes de mesure :

Calibre la balance, mesure masse initiale, détermine volume par déplacement d'eau, chauffe contrôlé en notant température et temps, pèse après transformation et reporte les valeurs sur la fiche.

Calculs et interprétation :

Calcul de densité $\rho = m/V$ en g/cm³ et commentaire sur la porosité. Pour chauffage $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ en joules, utilise c spécifique du matériau. Compare valeurs attendues et tolérances pratiques.

Échantillon	Masse (g)	Volume (cm ³)	Densité (g/cm ³)
A	12.40	10.00	1.24
B	15.50	12.50	1.24

C	9.80	7.90	1.24
D	20.00	16.10	1.24
E	6.20	5.00	1.24
F	25.00	20.00	1.25

Exemple d'analyse :

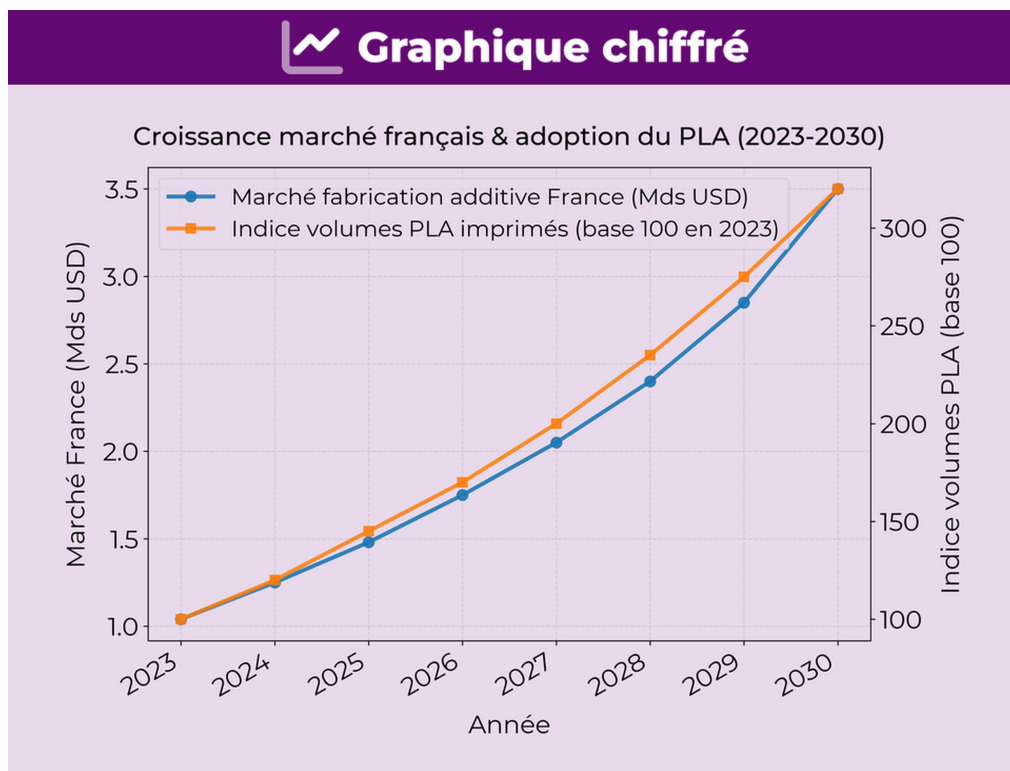
Les densités mesurées proches de 1.22 à 1.25 g/cm³ confirment l'utilisation de PLA. Un écart moyen de 0.02 g/cm³ vient souvent de porosité ou d'erreurs de volume à corriger en post-traitement.

Formules utiles :

Formules utiles: $\rho = m/V$ avec m en g, V en cm³, ρ en g/cm³. $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ avec m en kg, c en J/kg.K, Q en joules. Pour changement d'état $Q = m \cdot L$.

Cas concret :

Contexte: fabriquer un boîtier PLA soumis à recuit 80°C pendant 30 minutes. Étapes: mesurer masse 25.00 g et volume 20.00 cm³, recuit, mesurer volume 19.70 cm³, calculer retrait 1.5%. Livrable attendu: CSV des mesures et rapport PDF 1 page.



Je me souviens d'une pièce qui a rétréci de 2% après un mauvais recuit, cette erreur m'a appris à toujours documenter température, durée et mesurer avant et après.

Tâche	Action rapide
Calibrer la balance	Calibration avant chaque série, précision 0.01 g
Contrôler la température	Vérifier thermomètre et consigner toutes les valeurs
Mesurer le volume	Utiliser déplacement d'eau pour pièces irrégulières
Sauvegarder les données	Exporter CSV et faire une copie de sauvegarde
Contrôler la répétabilité	Répéter mesures 3 fois et calculer écart type

Ce qu'il faut retenir

La matière existe sous trois états: solide, liquide, gazeux. En impression 3D, le PLA ramollit vers 60°C et fond entre 180 et 220°C, ce qui règle recuit et usinage.

- **États solide, liquide, gazeux** se distinguent par forme, volume, densité, viscosité et compressibilité.
- Une **transformation physique réversible** ne crée pas de nouvelle substance, alors qu'une réaction chimique modifie la composition et peut dégager chaleur ou gaz.
- La **conservation de la masse** se contrôle en système fermé en pesant avant et après et en calculant densité $\rho = m/V$.

Avec ces mesures simples et un protocole soigné, tu repères retrait, porosité et erreurs de volume, ce qui te permet de fiabiliser tes pièces et d'améliorer ton analyse en atelier.

Langue vivante A (Anglais)

Présentation de la matière :

En **Bac Pro MP3D**, la matière **Langue vivante A (Anglais)** t'accompagne pendant les 3 ans, avec en général autour de 2 heures de cours par semaine. L'objectif est de te rendre à l'aise pour comprendre et échanger dans des situations de vie courante et de bureau d'études.

Cette matière conduit à l'épreuve de **langue vivante 1 du Bac Pro**, évaluée surtout en **CCF oral**. En terminale, tu passes une **situation orale de 15 minutes**, sans préparation, qui compte avec un **coefficient 2**, soit environ **6 % de la note finale** pour une spécialité de production comme le Bac Pro MP3D.

Le professeur évalue ta compréhension de documents, ton interaction et ton expression en continu, avec un niveau attendu proche du **niveau B1+**. Un camarade m'a dit qu'il avait été surpris de voir à quel point parler de ses stages en anglais l'avait mis en confiance.

Conseil :

Pour progresser en **Langue vivante A (Anglais)**, le plus efficace reste les **petites séances régulières**. Prévoyez par exemple 10 à 15 minutes par jour pour lire un texte simple, revoir du vocabulaire ou écouter une vidéo courte liée au design ou à la mécanique.

Tu peux t'organiser avec quelques habitudes concrètes.

- Note Dans un carnet le **vocabulaire technique en anglais** que tu rencontres en CAO ou en atelier
- Travaille Avec un camarade en jouant la scène de présentation de ton stage en anglais
- Refais Chez toi 2 ou 3 **simulations de CCF** de 15 minutes pour être à l'aise le jour J

Table des matières

Chapitre 1 : Vocabulaire courant	Aller
1. Vocabulaire de base	Aller
2. Phrases et expressions pratiques	Aller
Chapitre 2 : Compréhension orale	Aller
1. Stratégies d'écoute	Aller
2. Comprendre les consignes et les détails	Aller
3. Mise en situation professionnelle	Aller
Chapitre 3 : Expression écrite simple	Aller
1. Rédiger un e-mail simple	Aller

2. Rédiger une fiche projet courte [Aller](#)

3. Erreurs fréquentes et phrases utiles [Aller](#)

Chapitre 4 : Anglais technique industriel [Aller](#)

1. Vocabulaire technique courant [Aller](#)

2. Lire et comprendre plans et fiches techniques [Aller](#)

3. Communiquer en situation professionnelle [Aller](#)

Chapitre 1 : Vocabulaire courant

1. Vocabulaire de base :

Termes essentiels :

En modélisation 3D, tu dois connaître mots comme mesh, vertex, face, extrusion et topology, ils servent chaque jour en atelier et en rendu pour communiquer clairement avec ton équipe et ton tuteur.

Objets et matériaux :

Comprends la différence entre filament, résine, PLA, ABS et leur usage, car le choix du matériau influe sur résistance, coût et temps d'impression, surtout lorsque l'on prototype en 1 à 3 itérations.

Outils logiciels :

Les verbes à connaître incluent to model, to slice, to render, to export, ils t'aident à expliquer chaque étape du flux numérique du fichier CAO jusqu'à la pièce imprimée en 3D.

Exemple de terme technique :

To slice a model means to prepare it for 3D printing by creating layers, (Trancher un modèle signifie le préparer pour l'impression 3D en créant des couches).

2. Phrases et expressions pratiques :

Formules pour se présenter :

Apprends phrases simples pour l'oral en atelier, elles te servent lors de la remise de projet ou du contact avec un responsable qualité lors d'un stage en entreprise.

Présenter un projet :

Utilise phrases claires pour décrire objectif, contraintes, méthode et résultat attendu, cela évite malentendus et accélère les validations pendant 1 à 2 réunions de suivi par prototype.

Erreurs fréquentes :

Fais attention aux faux-amis et à l'ordre des mots en anglais, les erreurs classiques gênent la compréhension lors d'une soutenance ou d'un briefing en entreprise.

Exemple d'usage en réunion :

I will present the prototype and its tolerances. (Je vais présenter le prototype et ses tolérances.)

Astuce pour l'atelier :

Always check scale and wall thickness before exporting STL, (Vérifie toujours l'échelle et l'épaisseur des parois avant d'exporter le STL.)

Mini dialogue utile :

Situations courantes en atelier, pratique ces répliques pour gagner en clarté lors d'un stage.

Exemple de dialogue atelier :

Can you send me the STL file? (Peux-tu m'envoyer le fichier STL ?)

I will export it with 0.2 mm layer height. (Je l'exporterai avec une hauteur de couche de 0,2 mm.)

Mini cas concret :

Contexte : tu dois prototyper une pièce de fixation pour drone, dimensions 50 x 30 x 20 mm, objectif 3 itérations pour valider forme et tolérances avant intégration finale.

Étapes :

- Concevoir CAO en 2 heures en respectant contraintes mécaniques
- Imprimer première version 3 heures, tester, noter modifications
- Réaliser 2 itérations supplémentaires, chaque itération prend environ 3 heures d'impression

Résultat et livrable attendu :

Livrable : fichier STL final, plan de cote d'une page et fiche de réglages imprimante. Coût matériel approximatif 5 €, délai total 8 à 10 heures de travail.

Mot ou expression en anglais	Traduction en français
Model	Modèle
Slice	Trancher
Export	Exporter
Layer height	Hauteur de couche
Support	Support
Tolerance	Tolérance
PLA	PLA
Resin	Résine
STL	STL
Tolerance stack-up	Accumulation des tolérances

Erreurs fréquentes :

- Mauvaise formulation : "I will fix the part in 3D" — Correcte explication : "I will secure the part for testing" (Je vais fixer la pièce pour les tests).
- Mauvaise formulation : "Export STL" — Correcte explication : "Export the STL file with correct scale" (Exporter le fichier STL à la bonne échelle).

Check-list opérationnelle :

Tâche	Pourquoi	Quand
Vérifier l'échelle	Évite pièces inutilisables	Avant export STL
Contrôler épaisseur paroi	Assure résistance mécanique	Après modélisation
Choisir matériau	Impact coût et finition	Avant impression
Paramétrer supports	Diminue risque d'échec	Lors du slicing
Documenter réglages	Facilite répétabilité	Après impression

Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend le **vocabulaire 3D essentiel** pour l'atelier et les réunions en anglais.

- Maîtrise mesh, vertex, face, extrusion, topology et les matériaux PLA, ABS, **filament ou résine**.
- Sache décrire le flux numérique : **model, slice, export, render** jusqu'à l'impression.
- Utilise des phrases simples pour te présenter, expliquer objectif, contraintes et tolérances d'un prototype.
- Applique la check-list : échelle, épaisseur, matériau, supports, puis documenter les réglages.

L'exemple de pièce de drone illustre un cycle complet de 3 itérations, du fichier CAO au STL final, avec plan coté et fiche machine, pour environ 8 à 10 heures de travail et 5 € de matière. En t'entraînant sur ces expressions, tu gagnes en clarté et en crédibilité.

Chapitre 2 : Compréhension orale

1. Stratégies d'écoute :

Identifier l'objectif :

Avant d'écouter, demande-toi ce que tu dois retenir, le but change tout. Si tu dois noter des dimensions, concentre-toi sur les nombres et unités, sinon vise l'idée générale et le vocabulaire technique.

Prise de repères :

Repère le locuteur, le contexte et le format audio, cela te donne des indices sur le niveau de langue et le rythme. En atelier, les instructions sont souvent courtes et ponctuées de chiffres ou de dates.

Exemple d'écoute ciblée :

"Listen for the measurements first, then check the material." ("Écoute d'abord les mesures, puis vérifie le matériau.")

2. Comprendre les consignes et les détails :

Repérer les mots-clés :

Identifie mots-clés comme dimension, tolerance, prototype, finish. Ces mots définissent la priorité de l'information et permettent de classer ce que tu entends entre utile et accessoire.

Traiter les nombres et unités :

Les nombres sont cruciaux en modélisation 3D, note-les dès que tu les entends. Mets en évidence unités et tolérances, par exemple 0,2 mm ou 45 degrees, pour éviter les erreurs de fabrication.

Exemple de repérage :

"The wall thickness should be 2 mm with a tolerance of 0.1 mm." ("L'épaisseur de paroi doit être de 2 mm avec une tolérance de 0,1 mm.")

Phrase en anglais	Traduction en français
Could you repeat the dimensions?	Peux-tu répéter les dimensions ?
What material is required?	Quel matériau est requis ?
Is there a deadline?	Y a-t-il une date limite ?
Tolerance is plus or minus 0.2 mm.	La tolérance est plus ou moins 0,2 mm.
Listen to the client brief.	Écoute le brief du client.
Can you confirm the surface finish?	Peux-tu confirmer la finition de surface ?

3. Mise en situation professionnelle :

Mini cas concret :

Contexte: un client anglophone décrit un prototype de pièce en 3 minutes. Étapes: écouter 2 minutes pour repérer dimensions, 1 minute pour noter matériaux, puis résumer 5 points clés. Résultat: clair et actionnable.

Livrable attendu :

Prépare une fiche d'une page en anglais et français avec 6 éléments: dimension, tolérance, matériau, surface, délai, responsable. Le livrable doit tenir sur 1 page et prendre moins de 15 minutes.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

"Confirm the wall thickness is 3 mm and the print orientation is vertical." ("Confirme que l'épaisseur de paroi est de 3 mm et que l'orientation d'impression est verticale.")

Mini dialogue professionnel :

"Can you repeat the required tolerance?" ("Peux-tu répéter la tolérance requise ?")

"Tolerance is plus or minus 0.05 mm." ("La tolérance est plus ou moins 0,05 mm.")

Erreurs fréquentes :

- Mauvaise formulation: "What is the measure?" Correcte traduction: "Quelle est la dimension ?" Cela évite la confusion entre mesure et unité.
- Mauvaise formulation: "Repeat dimensions?" Correcte traduction: "Peux-tu répéter les dimensions ?" Utilise la politesse pour clarifier.
- Mauvaise formulation: "Tolerance 0.2." Correcte traduction: "Tolérance plus ou moins 0,2 mm." Énonce toujours l'unité et le signe plus ou moins.

Check-list opérationnelle :

Étape	Action rapide
Pré-écoute	Définir objectif et matériel d'écoute
Prise de notes	Noter nombres, unités et mots-clés
Confirmation	Relire et demander répétition si flou
Synthèse	Rédiger fiche une page en 10 à 15 minutes

Astuce de terrain :

Si l'audio est rapide, fais 2 écoutes: 1 pour le sens général, 1 pour les détails techniques. C'est ce que je faisais en stage, ça évite de perdre 30 minutes à réécouter tout l'enregistrement.

Ce qu'il faut retenir

Pour bien comprendre un audio pro, commence par **clarifier ton objectif d'écoute** et le contexte: qui parle, où, dans quel cadre.

- En atelier, cible d'abord **les nombres et unités** liés aux dimensions, tolérances et délais.
- Repère les mots-clés techniques (dimension, tolerance, finish) pour séparer l'essentiel du reste.
- Utilise des questions claires comme **peux-tu répéter les dimensions** pour confirmer ce que tu as noté.
- Après l'écoute, résume en une fiche courte avec dimensions, matériau, tolérance, surface, délai et responsable.

En cas de débit rapide, fais deux écoutes: d'abord le sens général, puis les détails techniques, afin de produire un compte rendu fiable et actionnable.

Chapitre 3 : Expression écrite simple

1. Rédiger un e-mail simple :

Objet et formule d'appel :

Commence ton e-mail par un objet clair et une formule courte, par exemple Request for filament ou Demande de pièce. Garde l'objet à moins de 8 mots pour faciliter la lecture rapide.

Corps du message court :

Décris en 2 à 4 phrases ton besoin, indique quantité, délai et référence. Termine par une formule de politesse courte et ton prénom suivi de ta fonction ou promo.

Exemple d'email :

"Hello, could you confirm availability of PLA filament, 1 kg white?" (Bonjour, peux-tu confirmer la disponibilité de PLA, 1 kg blanc ?)

Astuce :

"Keep subject lines precise and include a deadline" (Garde l'objet précis et indique une date limite), cela évite des échanges inutiles et gagne 10 à 20 minutes par demande.

2. Rédiger une fiche projet courte :

Structure essentielle :

Indique titre, objectif, contraintes techniques et délai. Reste synthétique, 6 à 10 lignes maximum, pour que ton tuteur lise en moins de 2 minutes et comprenne l'essentiel.

Listes techniques et mesures :

Fais une liste matérielle avec références, dimensions en mm, tolérances et quantité. Exemple de ligne: PLA, 1 kg, 1.75 mm, 2 pièces, référence fournisseur.

Mini cas concret :

Contexte: prototype d'enclosure pour capteur, délai 5 jours, budget 50 euros. Objectif: livrer un STL imprimable et une fiche matériaux claire pour l'atelier.

- Étape 1 – Scanner les dimensions du capteur et définir l'encombrement.
- Étape 2 – Modéliser en 3D, vérifier ajustements en mm et ajouter tolérances de 0.5 mm.
- Étape 3 – Exporter STL, imprimer 1 prototype en 8 heures et tester l'assemblage.
- Résultat – Prototype livré en 3 jours, coût matière 12 €, livrable: Fichier STL, photo, et BOM de 4 lignes.

Action	Pourquoi	Temps estimé
--------	----------	--------------

Rédiger le titre	Permet l'identification rapide du projet	2 minutes
Lister les composants	Facilite la commande et le chiffrage	5 à 10 minutes
Indiquer tolérances	Évite les problèmes d'assemblage	3 minutes
Ajouter livrables	Clarifie les attentes du tuteur	2 minutes

3. Erreurs fréquentes et phrases utiles :

Erreurs courantes :

Évite les formulations vagues et les abréviations non standards. Préfère des phrases courtes avec chiffres et mesures clairs, par exemple mm, kg, heures, et des dates au format jour mois année.

- Mauvaise formulation - I need the part asap. (Mauvaise en anglais) Correcte en français - J'ai besoin de la pièce au plus vite.
- Mauvaise formulation - Send me file. (Mauvaise en anglais) Correcte en français - Envoie-moi le fichier STL, s'il te plaît.
- Mauvaise formulation - Size ok? (Mauvaise en anglais) Correcte en français - Les dimensions en mm conviennent-elles pour l'assemblage ?

Phrases types utiles :

Apprends quelques formules courtes en anglais pour gagner du temps lors des échanges internationaux ou avec les fournisseurs.

English	Français
Could you send the technical drawing?	Peux-tu envoyer le plan technique ?
I need one prototype within 3 days	J'ai besoin d'un prototype sous 3 jours
Quantity required: 2 units	Quantité requise : 2 unités
Tolerance: ± 0.5 mm	Tolérance : $\pm 0,5$ mm
Please confirm delivery date	Merci de confirmer la date de livraison
Attached: STL file for printing	Pièce jointe : fichier STL pour impression
Can you adjust the fit?	Peux-tu ajuster l'assemblage ?
Lead time: 10 working days	Délai : 10 jours ouvrés

Mini dialogue pratique :

"Hello, can I get 2 meters of PTFE tubing?" (Bonjour, puis-je avoir 2 mètres de tube PTFE ?)

"Yes, delivery in 5 days." (Oui, livraison sous 5 jours.)

Ce qu'il faut retenir

Pour un e-mail, écris un **objet clair et court**, exprime besoin, quantité, délai, référence en 2 à 4 phrases, puis une politesse.

- Note une **fiche projet synthétique** : titre, objectif, contraintes, délai et livrables essentiels.
- Utilise des **listes techniques précises** : matériaux, dimensions en mm, tolérances, quantités, références pour faciliter commande.
- Évite formulations vagues, abréviations non standard, et indique chiffres, unités, dates claires, plus quelques **phrases types en anglais**.

Avec ces réflexes d'écriture simple, tu gagnes du temps, réduis les malentendus techniques et montres un profil professionnel.

Chapitre 4 : Anglais technique industriel

1. Vocabulaire technique courant :

Terminologie de base :

Tu dois connaître les mots clés pour décrire une pièce, un process et un outil. Ces termes te servent tous les jours en atelier et en stage pour éviter les malentendus.

Verbes d'action essentiels :

Les verbes précis te permettent d'expliquer une étape ou une consigne en anglais, c'est souvent ce qui manque dans les rapports techniques courts que tu rédigeras.

English	Français
To print	Imprimer
To cut	Couper
To measure	Mesurer
To model	Modéliser
To assemble	Assembler
To calibrate	Calibrer
To slice	Trancher (fichier)
To export	Exporter
To prototype	Prototyper
To test	Tester

Erreurs fréquentes :

Évite les faux amis et les traductions littérales qui créent des confusions lors d'une consigne orale ou écrite. Voici des erreurs à repérer rapidement.

- Mauvais anglais : "I will make the part" bon français : "Je vais fabriquer la pièce". Préfère "produce" ou "manufacture" selon le contexte.
- Mauvais anglais : "The piece is sensible" bon français : "La pièce est sensible" veut dire "sensitive". Utilise "sensitive" seulement si c'est le sens voulu.
- Mauvais anglais : "Fix the file" bon français : "Réparer le fichier" ou "fixer la pièce" selon le verbe exact. Dis "repair" ou "fasten" quand nécessaire.

2. Lire et comprendre plans et fiches techniques :

Lecture des dessins et symboles :

Identifie d'abord le titre, l'échelle, les unités et les tolérances. Ces éléments changent tout pour la fabrication et l'assemblage en atelier.

Unités, dimensions et tolérances :

En anglais, "mm" reste "mm", mais les mentions comme "tolerance" ou "clearance" reviennent souvent. Saisir ± 0.2 mm fait souvent la différence en prototype fonctionnel.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Contexte, étapes, résultat et livrable : tu dois produire un prototype fonctionnel en 3 heures, respecter une tolérance de ± 0.2 mm et réduire les retouches à 1 pièce sur 10.
Livraison : 1 pièce conforme.

Mini cas concret :

Contexte : une pièce d'assemblage doit s'emboîter dans un boîtier. Étapes : lire le plan, mesurer l'alésage, ajuster le fichier STL, imprimer un test. Résultat : 1 prototype conforme en 3 heures.

Livrable attendu :

Tu remets un prototype mesuré, avec 3 mesures principales indiquées et une fiche technique courte en anglais, durée de fabrication notée, et la conformité chiffrée en pourcentage.

3. Communiquer en situation professionnelle :

Présenter une pièce et signaler un défaut :

Apprends des phrases simples pour décrire un défaut, sa localisation et son urgence. Une phrase claire évite 30 minutes de tests inutiles en atelier et réduit les erreurs.

Rédiger un e-mail technique court :

Structure ton e-mail en trois phrases, indique l'objet, la pièce concernée, l'action demandée et une date butoir. Garde le style direct et poli pour être efficace.

Exemple de phrase utile :

"Please check the STL file for wall thickness" (Veuillez vérifier le fichier STL pour l'épaisseur des parois).

Mini-dialogue atelier :

"Can you check the print tolerance on this part?" (Peux-tu vérifier la tolérance d'impression sur cette pièce ?)

"Yes, I will measure it and report back in 30 minutes" (Oui, je vais la mesurer et te faire un retour dans 30 minutes).

Astuces de stage :

Note les mots nouveaux dans un cahier bilingue, pratique 10 minutes par jour, et relis les consignes avant toute opération pour éviter les erreurs de manipulation.

Anecdote :

Une fois j'ai oublié d'indiquer l'unité en anglais et la pièce a été imprimée 10 fois trop grande, j'ai appris à toujours préciser "mm" ou "inch".

Vérification	Action rapide
Vérifier l'unité	Confirmer mm ou inch
Contrôle des tolérances	Mesurer 3 points critiques
Vérifier le format du fichier	STL ou STEP selon la machine
Informé le tuteur	Envoyer un e-mail en anglais court

Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'aide à utiliser l'**anglais technique industriel** pour travailler en atelier et en stage.

- Mémorise les **verbes d'action essentiels** (print, cut, assemble, test) pour décrire étapes et consignes.
- Évite les faux amis en préférant "produce/manufacture", "sensitive", "repair/fasten" selon le contexte.
- Sur un plan, repère **titre, unité et tolérances** avant de fabriquer un prototype à ± 0.2 mm.
- En situation pro, utilise des phrases simples pour signaler un défaut, structurer un e-mail et vérifier format de fichier et unités.

Pour progresser, note les mots nouveaux, pratique chaque jour et relis toujours les consignes en anglais afin de limiter erreurs, retouches et pertes de temps.

Arts appliqués et cultures artistiques

Présentation de la matière :

En **Bac Pro MP3D**, la matière **Arts appliqués et cultures artistiques** t'apprend à analyser et à relier forme, matière et usage dans les objets que tu conçois.

En classe, tu travailles sur des **projets proches de la 3D**. Un camarade m'a confié qu'il ne regardait plus les pièces mécaniques pareil après avoir appris à observer lignes, volumes et textures.

Cette matière conduit à une **épreuve d'arts appliqués**, notée sur 20 avec un **coefficient de 1**. En scolaire, tu es en CCF en première et terminale avec **dossier de 10 pages** et présentation orale, d'autres candidats passant une **épreuve écrite de 2 heures**.

Conseil :

Pour réussir en arts appliqués et cultures artistiques, **travaille régulièrement**, même avec un **coefficient de 1**. Quelques points gagnés peuvent rattraper une **note technique moyenne** et améliorer ta moyenne générale.

Adopte des **révisions courtes**, par exemple 2 fois 20 minutes par semaine pour revoir le cours et ton dossier. Garde un **petit carnet visuel** et relie ce que tu fais en arts appliqués à tes **prototypes 3D**, tu seras plus à l'aise aux évaluations.

Table des matières

Chapitre 1 : Repères artistiques	Aller
1. Comprendre le langage visuel	Aller
2. Mettre en pratique la démarche créative	Aller
Chapitre 2 : Analyse d'images	Aller
1. Lecture formelle	Aller
2. Lecture contextuelle	Aller
3. Application pour la modélisation 3d	Aller
Chapitre 3 : Couleurs et matières	Aller
1. Colorimétrie et perception	Aller
2. Matières et textures en prototypage	Aller
3. Application pratique : palettes, finitions et impression	Aller
Chapitre 4 : Croquis et mise en page	Aller
1. Croquis: principes et intentions	Aller
2. Mise en page: organiser pour communiquer	Aller
3. Du croquis au livrable: workflow et présentation	Aller

Chapitre 5 : Design d'objets et produits	Aller
1. Fonctionnalité et ergonomie	Aller
2. Choix des matériaux et procédés	Aller
3. De l'idée au prototype validé	Aller

Chapitre 1 : Repères artistiques

1. Comprendre le langage visuel :

Principes fondamentaux :

La composition, le contraste, la ligne et la forme forment le vocabulaire de base. Apprends à les repérer, à les nommer et à expliquer leur rôle dans une image ou un modèle 3D.

Mouvement et histoire :

Connais les grands mouvements artistiques qui influencent le design, du Bauhaus au street art. Cela t'aide à situer des références et à justifier tes choix esthétiques lors d'un projet.

Palette et lumière :

La couleur et la lumière définissent l'ambiance. Teste toujours 2 à 3 palettes avant de fixer un choix, et note les réactions visuelles pour guider la modélisation et le rendu.

Exemple d'analyse d'affiche :

Analyse une affiche de film en 15 minutes, repère 5 éléments visuels dominants et note comment ils orientent le regard. Cette pratique améliore ta lecture critique et ton sens du détail.

Œuvre	Auteur	Palette dominante	Pourquoi utile
Affiche bauhaus	Wassily Kandinsky	Primaires et noir	Clarté des formes et hiérarchie visuelle
Installation lumineuse	Dan Flavin	Blanc et néons	Étude du rendu lumineux et atmosphère
Sculpture moderne	Constantin Brancusi	Neutres chauds	Simplicité des volumes pour la modélisation

Ces repères te servent pour construire un carnet d'inspiration. Rassemble 10 images, note la raison de ton choix et range-les par thématique pour un usage rapide en atelier.

2. Mettre en pratique la démarche créative :

Recherche et croquis :

Commence toujours par 2 heures de recherche et 30 à 60 minutes de croquis. Les croquis rapides libèrent des idées et orientent le volume, essentiel avant la modélisation numérique.

Choix des matériaux :

Teste 3 matériaux pour ton prototype, note coût, poids et compatibilité avec l'imprimante 3D. Ces critères t'économisent du temps et évitent des erreurs de montage.

- Évaluer coût par pièce
- Mesurer poids et résistance
- Vérifier compatibilité d'impression

Prototype et restitution :

Réalise au moins 2 itérations de prototype, imprime une maquette finale à l'échelle 1/2 ou 1/10 selon l'objet. Prépare une fiche technique de 1 page pour le rendu et la soutenance.

Exemple d'organisation d'un mini projet :

Contexte: lampe pour concours étudiant. Étapes: recherche 4 h, 6 croquis, modélisation 10 h, impression 8 h, finition 2 h. Résultat: prototype fonctionnel 150 g. Livrable: maquette imprimée, 2 variantes et fiche technique 1 page.

Astuce gestion du temps :

Bloque des sessions de 90 minutes pour modéliser, cela augmente ta productivité. Lors d'un stage, j'ai réduit les retouches de 30% en respectant ce rythme établi avec l'équipe.

Tâche	Contrôle rapide
Recherche	10 images triées
Croquis	6 croquis minimum
Prototype	2 itérations réalisées
Rendu	Fiche technique 1 page

Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à lire et utiliser le **langage visuel de base** pour tes projets 3D. Tu relies composition, contraste, ligne et forme aux grands mouvements, du Bauhaus au street art, pour justifier tes choix. Tu testes plusieurs palettes et lumières et constitues un **carnet d'inspiration structuré**.

- Lancer tout projet par recherche ciblée et croquis rapides.
- Comparer au moins 3 matériaux selon coût, poids et impression.
- Prototyper en 2 itérations minimum avec maquette à l'échelle.
- Planifier une **démarche créative complète** et une **gestion du temps efficace** par blocs de 90 minutes.

En appliquant ces repères artistiques et ce processus de travail, tu gagnes en précision, en cohérence visuelle et en efficacité sur chaque projet de design ou de modélisation.

Chapitre 2 : Analyse d'images

1. Lecture formelle :

Observation de la composition :

Regarde l'image en premier lieu pour repérer l'organisation des éléments, le centre d'intérêt, la symétrie ou l'asymétrie. Note les lignes dominantes qui guident l'œil vers le sujet principal.

Cadrage et point de vue :

Identifie le cadrage, proche ou large, et le point de vue, plongée ou contre-plongée. Ces choix influencent la perception des volumes, utiles pour anticiper la mise en proportion en 3D.

Lumière et contraste :

Analyse la direction de la lumière, l'intensité et les ombres portées. Ces informations t'aideront à recréer des volumes plausibles et des textures réalistes lors du rendu final.

Exemple d'analyse de composition :

Sur une photo de chaise, la ligne d'horizon haute met en valeur le dossier. Tu noteras les ombres sous l'assise pour estimer l'épaisseur des éléments en 3D.

2. Lecture contextuelle :

Iconographie et symbolique :

Interroge-toi sur les signes visibles, les motifs et les références culturelles. Cela éclaire le sens d'un objet et oriente les choix esthétiques pour un prototype fidèle.

Repères historiques et stylistiques :

Repère l'époque ou le style, par exemple art déco ou contemporain. Ces repères donnent des contraintes sur les matériaux et les finitions à privilégier pour la maquette.

Sources et fiabilité :

Vérifie la provenance des images, photo d'archive ou rendu digital, pour connaître le degré de fidélité attendu. Une photo studio reste plus fiable pour les mesures qu'une image retouchée.

Astuce de stage :

Prends toujours au moins 3 photos d'un objet avec un repère de taille, par exemple une carte bancaire de 85,6 mm, pour estimer précisément les dimensions en atelier.

3. Application pour la modélisation 3d :

Extraction de formes et mesures :

Trace des contours principaux et isole les silhouettes. Utilise un repère connu dans l'image pour calculer l'échelle, par exemple un élément de 100 mm qui sert de référence pour les proportions.

Textures, couleurs et nuancier :

Échantillonne les couleurs dominantes et note la granulosité ou miroir des surfaces.

Prépare une texture 2048 x 2048 pour les pièces visibles, pour un rendu propre en rendu rapide.

Livrable et validation :

Prévois un rendu orthographique, un fichier .STL pour impression, et une planche de références couleurs. Demande un retour avant impression, idéalement sous 48 heures pour éviter des itérations coûteuses.

Exemple d'utilisation pratique :

Pour modéliser un bouton de machine, j'ai pris 3 photos, mesuré un diamètre de 20 mm, et généré un .STL imprimable en 2 heures avec une tolérance de $\pm 1,5$ mm.

Élément visuel	Rôle pour la modélisation
Cadrage	Permet de choisir la vue principale pour la modélisation et les coupes
Lumière	Indique les volumes et les reliefs à accentuer
Texture	Guide la création de maps pour le rendu et l'impression
Échelle	Base pour convertir pixels en millimètres

Mini cas concret :

Contexte : stage en atelier, reproduction d'une lampe vintage à partir de 3 photos, durée du projet 1 semaine, budget matière 20 euros.

Étapes :

- Prendre 3 photos orthogonales et une photo de détail
- Poser un repère taille A4 pour échelle, mesurer visuellement
- Tracer les profils, modéliser en 12 heures puis préparer textures

Résultat et livrable attendu :

Livrable : fichier .STL final, rendu 1920 x 1080, texture 2048 x 2048, prototype imprimé en 48 heures avec précision ± 2 mm. Le prototype sert de validation avant production.

Checklist opérationnelle	Action
Photos de référence	Prendre au moins 3 angles et 1 détail, inclure un repère de taille

Mesures	Estimer l'échelle avec un objet connu, noter en mm
Choix des textures	Faire des échantillons 1024 ou 2048 selon visibilité
Rendu de validation	Produire un rendu 1920 x 1080 et un plan côté
Livraison	Fournir .STL, textures et fiche technique en PDF

Astuce atelier :

Si une image manque de détails, combine 2 ou 3 références proches pour reconstruire la pièce. Ça m'a sauvé un rendu une fois, tout s'est bien imprimé.

i Ce qu'il faut retenir

Pour analyser une image en vue de la 3D, commence par la **lecture formelle complète** : composition, lignes, cadrage, point de vue, lumière et ombres pour comprendre les volumes.

- Utilise la **lecture contextuelle et symbolique** pour repérer style, époque, matériaux probables et niveau de réalisme attendu.
- Prends au moins 3 photos avec un repère fiable pour **calculer précisément l'échelle** et tracer les profils.
- Prépare textures 1024 ou 2048, choisis les vues orthographiques et fournis .STL, rendu 1920 x 1080 et fiche technique.

En combinant observation visuelle, contexte et mesures, tu obtiens une modélisation cohérente, prête à être imprimée et validée sans trop d'itérations.

Chapitre 3 : Couleurs et matières

1. Colorimétrie et perception :

Bases de la couleur :

La couleur se lit selon trois paramètres simples, teinte, saturation et luminosité. En 3D, ces paramètres influencent l'ambiance et la lisibilité d'un prototype, surtout quand tu montres un rendu à un client.

Contraste et harmonie :

Le contraste guide le regard, l'harmonie crée l'unité. Utilise la roue des couleurs pour choisir combinaisons complémentaires ou analogues, et teste toujours en lumières froide et chaude pour anticiper les rendus réels.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Pour un boîtier produit, j'ai réduit les itérations couleur de 4 à 2 en testant 3 ambiances d'éclairage, ce qui a économisé 5 heures de maquettage sur 2 semaines.

2. Matières et textures en prototypage :

Choix des matériaux :

Choisis plastique, résine, métal ou tissu selon usage, coût et post traitement. Par exemple, l'ABS résiste mieux aux chocs, la résine donne un fini lisse mais peut être cassante à faible épaisseur.

Texture et rendu 3d :

Les textures influencent l'échelle perçue et la tactilité. Ajoute cartes normales et roughness en rendu PBR pour simuler grain, brillance ou satinage sans multiplier les prototypes physiques.

Matériau	Propriétés clés	Finition recommandée
ABS	Résistant, peu cher, usinable	Peinture satinée ou texturée
Résine SLA	Très lisse, détail poussé	Vernis brillant ou ponçage fin
PETG	Bonne transparence, durable	Polissage ou sablage léger

3. Application pratique : palettes, finitions et impression :

Création d'une palette :

Construit une palette de 3 à 5 couleurs maximum pour un prototype, avec une couleur dominante, une secondaire et 1 couleur d'accent. Note les valeurs RVB et le code Pantone si possible.

Finitions et tests :

Fais 2 tests physiques miniatures avant production, évalue respiration des couleurs sous éclairage LED et halogène, et ajuste la rugosité pour améliorer adhérence ou reflet.

Exemple de palette pour objet connecté :

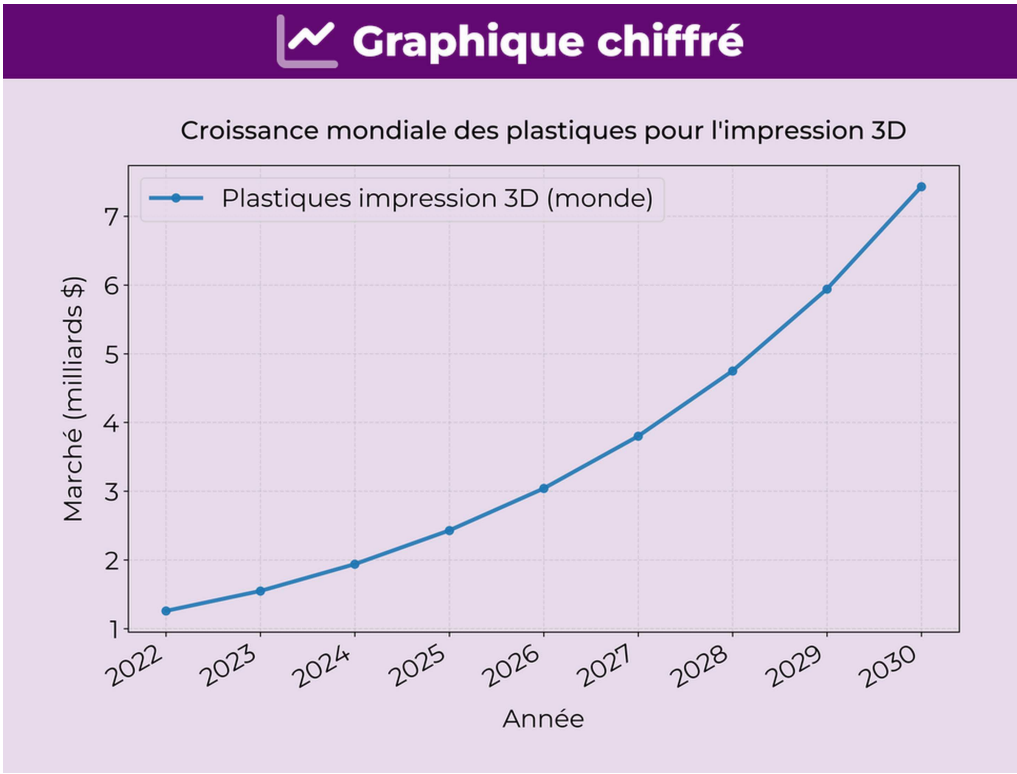
Palette: Gris clair R210 G210 B210, Bleu accent R30 G120 B200, Noir mat R20 G20 B20.
Prototype testé en 2 éclairages, rendu validé par le client en 1 réunion de 30 minutes.

Référence	Usage	Note pratique
Pantone 7541	Fond neutre	Bon contraste avec textes foncés
Pantone 300	Accent dynamique	Sensible à la lumière, vérifier vibration
Noir mat	Détails, bases	Cache petites imperfections

Mini cas concret :

Contexte, tu dois présenter un prototype d'enceinte portable en 3 jours pour un salon.
Étapes: définir palette 3 couleurs, choisir coque ABS, imprimer 5 pièces en 24 heures, appliquer test peinture sur 2 échantillons.

Données chiffrées, résultat: réduction de 30% des retouches grâce à la palette validée, 5 prototypes livrés à temps, poids final estimé 420 grammes. Livrable attendu: plan de couleurs, échantillons physiques, rendu 3 vues et fiche matériau.



Check-list opérationnelle :

- Définis 3 couleurs maximum pour le premier rendu
- Note valeurs RVB et code Pantone pour cohérence
- Choisis matériau adapté à l'usage et au budget
- Réalise 2 tests physiques avant validation finale
- Prends photos sous 2 types d'éclairage pour comparaison

Astuce matériel :

En stage, j'utilisais toujours un petit nuancier papier et 1 échantillon imprimé pour convaincre rapidement un tuteur, c'était plus efficace que les seuls rendus écran.

Ce qu'il faut retenir

La couleur se gère via **teinte, saturation, luminosité** pour piloter ambiance et lisibilité de ton prototype, surtout en présentation client. Le **contraste et harmonie** orientent le regard, à tester systématiquement sous deux types d'éclairage.

- Adapte ton **choix des matériaux** à l'usage, au coût et à la finition (ABS robuste, résine très lisse, PETG transparent).
- Utilise textures, normales et roughness pour enrichir le rendu 3D sans multiplier les maquettes.
- Crée une palette courte avec valeurs RVB et Pantone, puis fais des **tests sous deux éclairages** sur de petits échantillons.

En combinant palette maîtrisée, matériau cohérent et quelques prototypes test, tu réduis fortement retouches, temps de maquettage et risques de mauvaise surprise devant le client.

Chapitre 4 : Croquis et mise en page

1. Croquis: principes et intentions :

Observation et choix du sujet :

Regarde l'objet ou la scène, identifie ses fonctions et ses contraintes. Choisis 2 à 4 points forts à montrer, par exemple structure, articulation ou texture, pour guider ton croquis initial.

Traits et lisibilité :

Utilise des traits variés pour hiérarchiser l'information, un trait épais pour le contour, un trait fin pour les détails. Garde chaque croquis lisible en moins de 10 secondes pour un lecteur.

Variantes rapides :

Fais 3 à 6 mini croquis en 5 à 10 minutes chacun pour explorer formes et proportions. Ces vignettes évitent de s'enfermer sur une seule idée et accélèrent la décision.

Exemple de croquis rapide :

Tu dessines 4 vignettes de 8 cm sur 6 cm, chacune en 7 minutes, pour tester proportions, fonction, ergonomie et matériau apparent.

2. Mise en page: organiser pour communiquer :

Grille et format :

Choisis un format adapté au rendu, A3 pour planches détaillées, A4 pour comptes rendus. Pose une grille simple 3x3 ou 4x3 pour placer croquis, annotations et rendu couleur.

Hiérarchie visuelle :

Place le croquis principal en haut à gauche ou centre, ajoute titres et légendes, et numérote les étapes. La hiérarchie aide le lecteur à comprendre le processus en 3 secondes.

Annotations et cotations :

Ajoute cotes, matériaux et contraintes techniques. Note des valeurs chiffrées quand c'est utile, par exemple diamètre 12 mm, épaisseur 2 mm, rayon 5 mm, pour faciliter la modélisation 3D.

Exemple d'organisation de mise en page :

Une planche A3 contient un croquis principal 18 x 12 cm, 4 vignettes 6 x 6 cm et un bloc de légendes 10 x 6 cm.

Format	Usage courant	Avantage
A4	Compte rendu et croquis rapides	Facile à imprimer et à archiver

A3	Planches de présentation	Espace pour hiérarchie et détails
Feuille vignette	Exploration d'idées rapides	Rapide, favorise l'itération

3. Du croquis au livrable: workflow et présentation :

Transfert en numérique :

Photographie ou scanne ton croquis à 300 dpi minimum puis nettoie l'image dans un logiciel. Réalise une vectorisation si tu as besoin d'annotations nettes pour la CAO.

Préparation du dossier :

Rassemble 1 planche A3, 3 vignettes, 1 rendu couleur et un fichier PDF de 2 à 5 pages. Nomme les fichiers clairement avec date et version, par exemple projet_nom_v01.pdf.

Critères d'évaluation :

Ton dossier sera jugé sur la clarté du message, la lisibilité des cotes, et la pertinence des variantes. Assure-toi que le lecteur comprenne l'idée en moins de 30 secondes.

Exemple de workflow concret :

Observation 20 minutes, 4 vignettes x 8 minutes, croquis principal 30 minutes, mise en page 40 minutes, numérisation et PDF 20 minutes, total environ 2 heures 30 minutes.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En stage, on a réduit le temps de validation des idées de 40% en imposant 4 vignettes systématiques et une planche A3 standardisée pour chaque itération.

Mini cas concret: création d'une planche pour prototypage :

Contexte: le client demande un objet portable, ergonomique, à imprimer en PLA. Étapes: 1 Observation 30 minutes, 2 6 vignettes de 6 minutes, 3 croquis principal 40 minutes, 4 annotations techniques et choix matériaux.

Résultat: planche A3 livrée en PDF 3 pages, fichier STL unique pour impression, temps total 3 heures. Livrable attendu: planche A3 imprimable et STL prêt pour impression 3D.

Check-list opérationnelle :

Tâche	Objectif
Faire 4 à 6 vignettes	Explorer rapidement 4 directions
Choisir format planche	A3 pour présentation, A4 pour notes
Numériser à 300 dpi	Assurer qualité et impression
Annoter avec cotes	Faciliter la modélisation 3D
Générer PDF et STL	Livrer prêt pour impression

Astuce terrain :

Range toujours tes planches par date et version, et garde une copie JPG pour chaque PDF, cela sauve souvent lors des relectures de projet en atelier.

 Ce qu'il faut retenir

Pour un croquis efficace, commence par observer et sélectionner 2 à 4 **points forts du sujet**. Varie l'épaisseur des traits pour assurer une **lecture en quelques secondes** et produis plusieurs vignettes rapides pour explorer les options.

- Utilise A4 pour croquis rapides, A3 pour planches avec hiérarchie claire.
- Place le croquis principal en zone stratégique, ajoute titres, légendes et étapes numérotées.
- Note cotes, matériaux et contraintes pour préparer la modélisation 3D.
- Numérise à 300 dpi, nettoie, puis assemble un PDF court et lisible.

En suivant ce **workflow croquis à livrable**, tu gagnes en clarté, accélères les décisions et facilites le passage au prototype ou à l'impression 3D.

Chapitre 5 : Design d'objets et produits

1. Fonctionnalité et ergonomie :

Comprendre la fonction :

Commence par définir l'usage principal, les contraintes d'espace et les utilisateurs ciblés. Une bonne fiche fonctionnelle tient sur une page et liste 5 à 8 exigences claires et testables.

Prise en main et ergonomie :

Teste des prototypes rapides pour vérifier la prise en main, la posture et la force requise. Mesure la hauteur, le poids et les angles, 3 mesures simples te donnent déjà beaucoup d'informations.

Tests utilisateurs rapides :

Organise 5 sessions de 10 minutes avec des utilisateurs représentatifs, note retours et incidents. Ces tests révèlent souvent 70 à 80% des problèmes d'ergonomie avant la fabrication finale.

Exemple d'utilisation :

Pour une poignée de boîte à outils, on a fait 6 croquis, imprimé 3 prototypes en PLA, et corrigé l'angle de préhension de 15 degrés pour un confort amélioré.

2. Choix des matériaux et procédés :

Critères de sélection :

Classe les critères par ordre d'importance, par exemple résistance, poids, coût et esthétique. Donne à chaque critère une note sur 10 pour comparer rapidement plusieurs matériaux.

Compatibilité impression 3d et finitions :

Vérifie compatibilité entre matériau et procédé, comme ABS pour pièces mécaniques et PETG pour pièces exposées à l'humidité. Planifie retravail manuel pour les surfaces visibles.

Aspects durabilité et coût :

Estime coût matière et temps machine, par exemple 45 minutes d'impression et 12€ de filament pour une pièce moyenne. Intègre recyclabilité et durée de vie dans ton choix final.

Exemple de comparaison matériau :

Pour un support, on a comparé PLA, PETG et ASA, puis choisi PETG pour résistance et finition, malgré un coût supérieur de 20% comparé au PLA.

Matériau	Avantage	Limite
----------	----------	--------

PLA	Facile à imprimer, bon rendu	Peu résistant à la chaleur
PETG	Résistant, légèrement flexible	Finition parfois moins lisse
ASA	Résiste aux UV, robuste	Plus cher et exigeant

3. De l'idée au prototype validé :

Brief et cahier des charges :

Rédige un brief clair en 8 à 12 lignes, avec objectifs, contraintes dimensionnelles et budget cible. Fixe 3 critères de validation et 2 contraintes obligatoires pour guider le projet.

Itérations et prototypes :

Planifie 2 à 4 itérations, chaque prototype durant 1 à 3 jours d'impression ou d'usinage. Analyse les retours, note 3 corrections prioritaires et reprends le modèle 3D.

Validation et livrable attendu :

Le livrable final contient 1 fichier 3D exporté en STL, 1 fiche technique de 1 page avec dimensions et matériaux, et 3 photos haute résolution du prototype testé.

Exemple de mini cas concret :

Contexte, étapes, résultat et livrable :

Contexte : concevoir un repose-pieds ergonomique pour atelier, budget 50€, utilisation par des techniciens debout.

Étapes : 1) recherche et 8 croquis, 2) CAO et export, 3) impression de 3 prototypes en PETG, 4) 5 tests utilisateurs de 15 minutes.

Résultat : réduction de fatigue rapportée de 30% par utilisateurs, bonne résistance à 100 kg testée en laboratoire scolaire.

Livrable attendu : 1 fichier STL final, 1 fiche technique d'une page, 3 prototypes physiques et un rapport de test de 2 pages avec mesures.

Étape	Action	Résultat chiffré
Recherche	8 croquis et 5 références	Gain de 2 idées exploitables
Prototype	3 itérations en impression 3D	Durée totale 6 heures d'atelier
Test	5 utilisateurs, 15 minutes chacun	30% réduction de fatigue

Checklist opérationnelle	À vérifier
Brief complet	Objectifs, contraintes, budget

Prototype imprimé	Conforme aux dimensions, testé
Test utilisateur	5 tests minimum, retours notés
Fiche technique	Matériaux, dimensions, tolérances
Livrable final	STL, photos, rapport de test

Astuce de stage :

Range toujours un carnet pour noter 3 idées immédiates après chaque test, ces notes te feront gagner 30 minutes lors de la remise en CAO.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

On a réduit un temps d'assemblage de 12 minutes à 7 minutes en simplifiant 2 pièces et en ajoutant un guide d'emboîtement, ce qui a diminué les erreurs de montage de 40%.

J'ajoute une petite anecdote vécue, j'ai cassé un support imprimé le jour d'une présentation, depuis je fais toujours 1 prototype de secours.

Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre te guide du besoin utilisateur au prototype validé pour des objets utiles et agréables à utiliser.

- Commence par une **fiche fonctionnelle claire** et des tests rapides de prise en main avec 5 utilisateurs pour détecter l'essentiel des problèmes d'ergonomie.
- Évalue les matériaux via **critères notés sur 10** en intégrant résistance, coût, durabilité et compatibilité avec l'impression 3D.
- Structure ton projet avec un **brief de quelques lignes**, 2 à 4 itérations de prototypes et des mesures chiffrées sur temps, fatigue et solidité.
- Prépare un **livrable final complet** : fichier STL, fiche technique, photos et rapport de tests, plus un prototype de secours.

En appliquant cette méthode simple mais rigoureuse, tu passes efficacement de l'idée à un objet testé, ergonomique et prêt à être produit.

Économie-Gestion

Présentation de la matière :

En Bac Pro MP3D, la matière **Économie-Gestion t'aide à comprendre** le fonctionnement d'une entreprise. Tu relieras tes projets 3D à des notions concrètes comme coût, devis, facturation et salaire.

Les thèmes visent ton avenir : Statut de salarié ou d'apprenti, lecture de fiche de paie, droits au travail, budget simple, recherche de stage et d'emploi. Un camarade m'a confié qu'il avait enfin compris sa fiche de paie grâce au cours.

Cette matière conduit à **l'épreuve d'économie-gestion du Bac Pro**, écrite et nationale. Tu passes un sujet de **2 heures** en fin de terminale, coefficient 1, soit environ **3 % de la note finale**.

Conseil :

La matière **Économie-Gestion se réussit surtout** avec de la régularité. Je te conseille de garder un petit classeur bien rangé, de relire tes fiches après chaque cours et de noter les liens avec tes PFMP et les projets 3D que tu réalises.

Pour préparer l'épreuve de **2 heures**, entraîne-toi sur des sujets types en temps limité et vise 20 à 30 minutes de révision par semaine. Tu peux par exemple : Évite d'apprendre des définitions sans les comprendre, l'examineur attend que tu expliques avec tes mots.

- Apprendre le vocabulaire de base en faisant des fiches
- T'entraîner à lire rapidement des documents et à surligner l'essentiel
- Préparer ton projet professionnel avec des exemples concrets tirés de tes stages

Table des matières

Chapitre 1 : Environnement de l'entreprise	Aller
1. Comprendre l'entreprise et son contexte	Aller
2. Indicateurs économiques et budget pour un atelier prototypage	Aller
Chapitre 2 : Fonctions et métiers	Aller
1. Les fonctions clés en entreprise	Aller
2. Métiers spécifiques au prototypage 3d	Aller
3. Collaborations et rôles transverses	Aller
Chapitre 3 : Droits et devoirs au travail	Aller
1. Obligations légales et contrat de travail	Aller
2. Sécurité, santé et responsabilité au travail	Aller
3. Comportement professionnel et protection des données	Aller

Chapitre 1 : Environnement de l'entreprise

1. Comprendre l'entreprise et son contexte :

Définition et rôle de l'entreprise :

L'entreprise fabrique ou vend des biens et services pour répondre à un besoin. Elle organise des moyens humains, matériels et financiers pour créer de la valeur et générer un chiffre d'affaires utile.

Les acteurs internes et externes :

À l'interne tu as l'équipe de production, la direction et les services supports. À l'externe il y a les clients, les fournisseurs, les banques et les collectivités qui influencent les choix quotidiens.

Culture et organisation :

La culture d'entreprise guide les pratiques et la communication. Une organisation claire favorise la sécurité et la qualité, surtout dans un atelier de prototypage où les gestes et le respect des procédures comptent.

Exemple d'analyse d'une PME :

Une PME de 12 salariés fait du prototypage 3D, chiffre d'affaires annuel 450 000 euros, marge brute 35 pour cent, elle optimise ses machines pour réduire les coûts unitaires.

2. Indicateurs économiques et budget pour un atelier prototypage :

Principaux indicateurs à suivre :

Surveille le chiffre d'affaires, la marge brute, le taux d'occupation des machines et le coût horaire. Ces chiffres te diront si un projet est rentable ou si tu dois ajuster les prix.

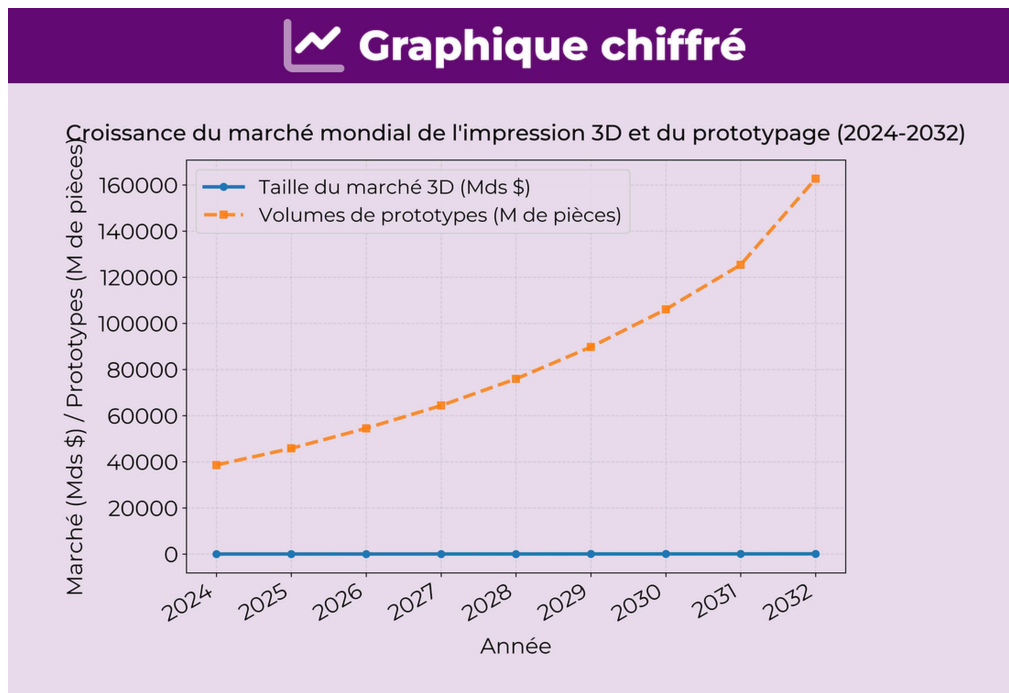
Tableau d'indicateurs :

Indicateur	Objectif fréquent	Comment calculer
Chiffre d'affaires	Augmentation de 5 à 10 pour cent par an	Somme des ventes sur la période
Marge brute	20 à 40 pour cent selon activité	$(\text{Ventes} - \text{Coûts directs}) / \text{Ventes}$
Coût horaire machine	Dépend des amortissements	$(\text{Amortissement} + \text{énergie} + \text{maintenance}) / \text{heures utiles}$
Taux d'occupation	70 à 90 pour cent	$\text{Heures utilisées} / \text{heures disponibles}$

Calcul de la marge et du prix de revient :

Commence par additionner tous les coûts directs par pièce, matériaux et temps machine. Ajoute les coûts indirects proportionnels pour obtenir le coût complet par unité, tu peux alors fixer un prix.

Par exemple un prototype coûte 120 euros de matière, 2 heures machine à 25 euros par heure soit 50 euros, et 30 euros de frais indirects. Coût total par pièce 200 euros.

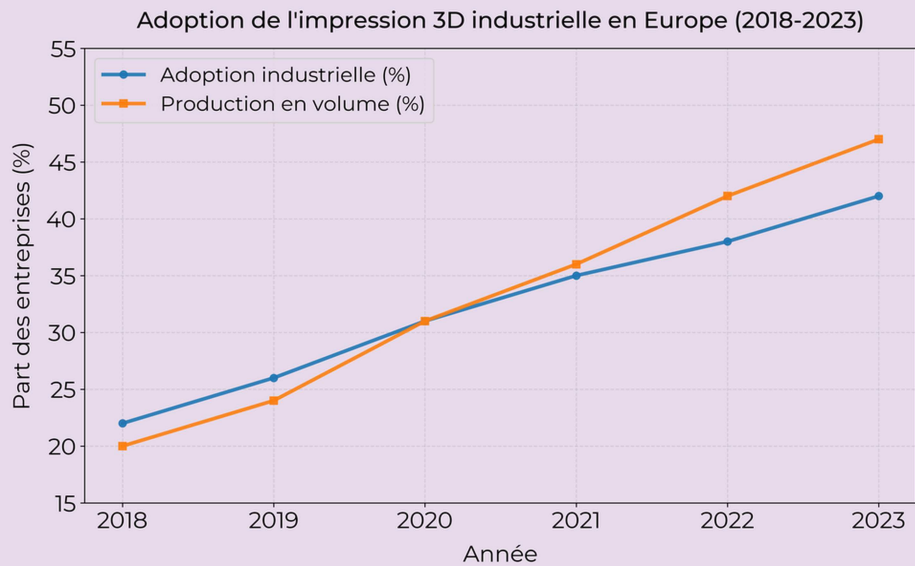


Mini cas concret : mise en production d'un prototype pour un client :

Contexte : un client commande 10 pièces personnalisées livrées en 5 jours, délai serré et finition spécifique demandée. L'objectif est livrer à temps tout en respectant la marge cible de 25 pour cent.

Étapes : préparer fichier 3D 1 jour, imprimer 2 jours, post-traitement 1 jour, contrôle qualité et emballage 1 jour. Coût matière et production 200 euros par pièce, prix de vente 250 euros par pièce.

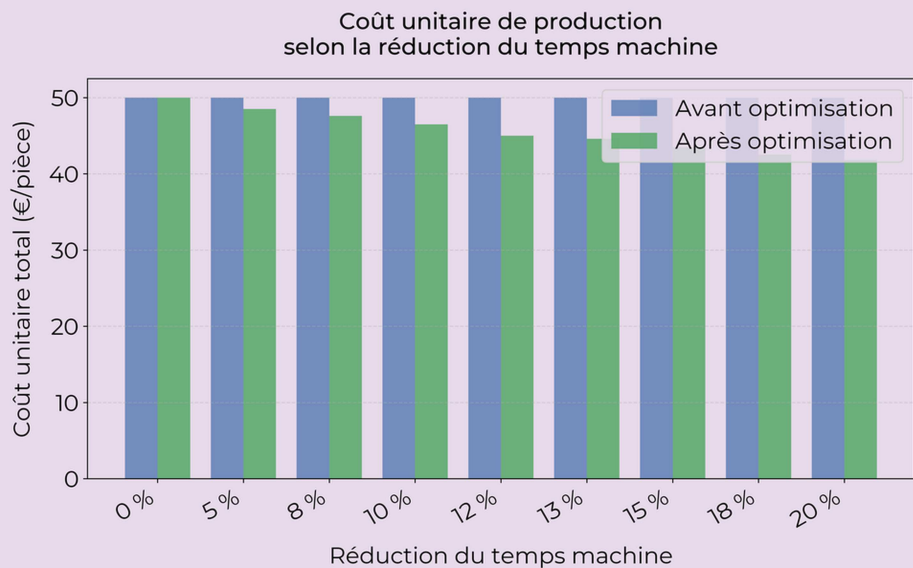
Graphique chiffré



Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En réduisant le temps machine de 10 pour cent via des paramètres ajustés, la société gagne 5 euros par pièce, soit 50 euros d'économie sur la commande de 10 pièces.

Graphique chiffré



Checklist opérationnelle avant production :

- Vérifier le fichier 3D et l'échelle
- Estimer matériaux et coûts pour la commande
- Programmer les machines et vérifier la maintenance

- Planifier le contrôle qualité et l'emballage
- Confirmer délai et prix avec le client

Astuce organisationnelle :

Garde toujours une marge de 1 à 2 jours pour le post-traitement, cela évite le stress en fin de projet et réduit les retouches coûteuses.



Ce qu'il faut retenir

L'entreprise combine ressources pour créer de la valeur et répondre à un besoin client.

- Connais les **acteurs internes et externes** qui influencent décisions et résultats.
- Appuie-toi sur une **culture d'entreprise claire** pour sécurité, qualité et communication.
- Suis chiffre d'affaires, marge brute, coût horaire et **taux d'occupation des machines** pour juger la rentabilité.
- Calcule le **coût complet par pièce** avant de fixer prix et marge cible.

Dans un atelier de prototypage, planifie chaque étape, garde une réserve de temps et optimise les paramètres machines pour réduire les coûts sans dégrader la qualité. Ainsi tu sécurises délais, satisfaction client et performance économique.

Chapitre 2 : Fonctions et métiers

1. Les fonctions clés en entreprise :

Production et prototypage :

La fonction production produit les prototypes, gère les machines et optimise la chaîne. Tu dois connaître les matériaux, régler les paramètres et suivre les temps de fabrication pour garantir conformité et coûts maîtrisés.

Conception et design :

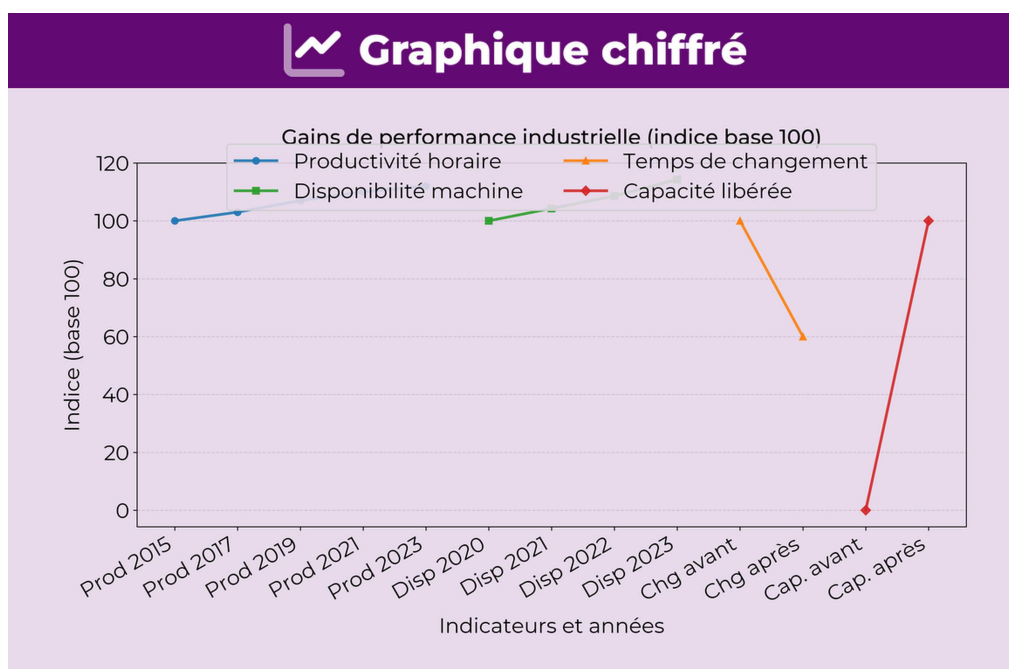
La conception transforme une idée en modèle 3d exploitable, tu fais esquisses, maquettes numériques et itérations. En moyenne 4 à 12 versions sont nécessaires selon la complexité du produit.

Support administratif et financier :

L'administration gère devis, facturation et achats, le service financier suit coûts et marges. Savoir lire un devis et calculer une marge t'évitera des erreurs sur les prix et la rentabilité.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En réduisant les temps de changement d'outil de 15 à 5 minutes, une équipe a gagné 6 heures par semaine, soit 24% de temps machine en plus sur une semaine de 40 heures.



2. Métiers spécifiques au prototypage 3d :

Modeleur 3d et infographiste :

Le modeleur crée les fichiers 3d prêts pour impression ou usinage. Tu maîtrises logiciels, topologie et contraintes techniques, souvent 4 à 8 heures par pièce selon complexité pour produire un modèle prêt à fabriquer.

- Contexte: Création d'une pièce de fixation pour drone, contrainte poids 20 g maximum, résistance 50 N.
- Étapes: Modélisation 6 heures, simulation 1 heure, validation en 2 itérations.
- Résultat: Pièce conforme après 2 itérations, temps total 9 heures, coût estimé 60 €.
- Livrable attendu: Fichier STL et fiche technique indiquant masse 18 g et côtes en millimètres.

Opérateur machine et technicien fabrication :

L'opérateur règle impressions et machines de fraisage, il suit paramètres, assure maintenance simple et contrôle qualité. Un opérateur bien formé réduit les taux de défauts de 8 à 2% sur 3 mois.

- Contexte: Fabrication de 20 prototypes pour test fonctionnel, délai 5 jours ouvrés.
- Étapes: Préparation machine 1 jour, production 3 jours, post-traitement 1 jour.
- Résultat: 20 pièces livrées, 1 défectueuse, taux défaut 5%.
- Livrable attendu: 20 pièces fonctionnelles et rapport de contrôle qualité.

Chargé de projet prototype :

Le chargé de projet coordonne équipes, planifie ressources et budget. Il suit planning et communique avec le client, souvent 1 réunion hebdomadaire et rapport de suivi toutes les 2 semaines.

- Contexte: Projet prototype pour salon, délai 3 semaines, budget 1 200 €.
- Étapes: Cadrage, planning, validation maquette, fabrication, livraison.
- Résultat: Prototype livré en 21 jours, coût final 1 050 €, économie 150 €.
- Livrable attendu: Prototype fonctionnel, fiche projet et facture, temps machine 12 heures.

Astuce pratique :

Anticipe toujours les pièces de rechange et versionne tes fichiers, une fois en stage j'ai perdu 4 heures sans sauvegarde, depuis je sauvegarde à chaque étape et je gagne du temps.

3. Collaborations et rôles transverses :

Gestion de projet et coordination :

La gestion lie fonctions techniques et commerciales, tu planifies tâches, répartis 3 à 5 ressources et gères risques. Un bon planning réduit retards et dépassements budgétaires.

Commercial et relation client :

Le commercial traduit besoins clients en cahier des charges, il négocie prix, délais et options, souvent 2 à 4 allers-retours avant validation finale du prototype et du devis.

Qualité et amélioration continue :

La qualité vérifie conformité, tolérances et finitions, tu réalises contrôles dimensionnels et tests fonctionnels. Mesure régulière permet de réduire retouches et coûts sur lots successifs.

Check-list opérationnelle :

- Vérifie cahier des charges et contraintes techniques avant toute modélisation.
- Estime coût matériel et temps machine pour chaque prototype.
- Planifie ressources et dates de validation avec le client.
- Prévois 10% de marge de sécurité sur le temps estimé pour les itérations.
- Documente paramètres et versions des fichiers pour tracer les modifications.

Élément	Valeur	Unité
Coût matières	120 €	Euro
Temps machine	3	Heures
Heures design	4	Heures
Coût total estimé	240 €	Euro
Prix de vente proposé	300 €	Euro
Marge brute	60 €	Euro
Délai prototypage	5	Jours

Le coût total est somme du coût matières 120 € et coût main-d'œuvre 120 €, calculé ici à partir de 3 h machine à 20 €/h et 4 h design à 15 €/h, soit 240 €.

Interprétation: Avec marge brute de 60 € et marge relative 20%, le métier doit réduire coûts ou augmenter prix pour atteindre marge cible de 30%, ce qui influe sur choix matériaux et processus.

Ce qu'il faut retenir

Tu découvres les **fonctions clés du prototypage** : production, conception, administratif et finances, toutes liées aux délais, aux coûts et à la qualité.

- Production et opérateur machine optimisent réglages, temps de changement d'outils et taux de défauts pour gagner du temps utile.
- Modeleur 3d et designer transforment l'idée en modèle exploitable, en gérant contraintes techniques et itérations.
- **Chargé de projet prototype**, gestion de projet et commercial coordonnent planning, budget, client et livrables.

- Qualité, **maîtrise des coûts et marges**, plus **documentation et sauvegardes rigoureuses**, sécurisent la rentabilité et la traçabilité.

En résumé, tu dois comprendre comment chaque métier agit sur le coût, le délai et la fiabilité du prototype pour prendre de bonnes décisions techniques et économiques.

Chapitre 3 : Droits et devoirs au travail

1. Obligations légales et contrat de travail :

Le contrat et ses mentions :

Le contrat écrit précise ton statut, la durée, la rémunération et la période d'essai. Vérifie toujours la convention de stage ou le CDI avant de signer, demande des copies et lis les annexes attentivement.

Durée du travail et congés :

Selon le ministère du Travail, la durée légale est 35 heures par semaine. Les congés payés s'accumulent à 2,5 jours ouvrables par mois, soit environ 30 jours ouvrables par an pour une année complète.

Rémunération et bulletins de paie :

Le bulletin de paie doit détailler le salaire brut, les cotisations et le net payé. En pratique, le net représente environ 78% du brut, variable selon les cotisations et la situation personnelle.

Exemple de convention de stage :

Avant ton stage, vérifie que la convention indique missions, horaires, tuteur, assurances et durée. Si la convention précise 35 h/sem et 6 semaines, garde une copie signée par toi, l'école et l'entreprise.

2. Sécurité, santé et responsabilité au travail :

Prévention et équipement :

En atelier, l'entreprise impose lunettes, gants et chaussures de sécurité pour l'impression 3D et l'usinage. Respecte les procédures de sécurité, suis les formations et n'utilise pas une machine sans autorisation écrite.

Accident du travail et déclaration :

En cas d'accident, l'employeur doit déclarer l'accident du travail à la CPAM dans les 48 heures. Informe immédiatement ton tuteur, consulte un médecin et garde toutes les preuves et courriers.

Responsabilité civile et disciplinaire :

Tu as un devoir de prudence, l'employeur a une obligation de sécurité. Le non-respect des règles peut entraîner sanctions disciplinaires et réparation des dommages matériels ou corporels causés par négligence.

Astuce pratique :

Prends des photos de la zone dangereuse, note l'heure et informe par écrit ton tuteur. Ces preuves facilitent les démarches si une réclamation est nécessaire après l'accident.

3. Comportement professionnel et protection des données :

Confidentialité et loyauté :

Respecte la confidentialité des projets et des fichiers clients. Si tu signes un accord de confidentialité, évite de partager des plans ou des fichiers CAO hors du cadre autorisé, même après le stage.

Propriété intellectuelle et prototypes :

Les prototypes conçus pendant ta mission appartiennent en général à l'employeur. Si tu veux valoriser un projet personnel, demande un accord écrit précisant usage, crédit et éventuelle rémunération.

Formation et évolution professionnelle :

Profite des formations proposées pour monter en compétences sur logiciels CAO et machines. Si tu deviens salarié, tu peux cumuler heures de formation et droit individuel à la formation selon ton statut.

Exemple concret de mission prototypage :

Contexte : stage de 6 semaines pour produire 10 pièces prototypes d'un carter. Étapes : cahier des charges 2 jours, CAO 12 heures, impression 30 heures, post-traitement 8 heures, contrôle qualité 2 heures. Résultat : 10 pièces conformes livrées en 6 semaines. Livrable attendu : 10 pièces, dossier technique 4 pages et fichiers CAO.

Élément	Valeur / repère
Durée légale hebdomadaire	35 heures
Congés payés	2,5 jours ouvrables par mois ≈ 30 jours/an
Déclaration accident du travail	Déclaration sous 48 heures
Ratio net/brut indicatif	Net ≈ 78% du brut selon situation

Check-list opérationnelle pour le terrain :

- Vérifie la convention ou le contrat signé avant de commencer la mission.
- Demande formation et autorisation avant d'utiliser une machine dangereuse.
- Garde copies des échanges écrits et des consignes de sécurité.
- Photographie et note tout incident, informe ton tuteur immédiatement.
- Rassemble le livrable : pièces, fichier CAO et dossier technique clair.

Perso, lors de mon premier stage, j'ai oublié de demander qui était mon tuteur et ça m'a fait perdre deux jours précieux avant de réellement commencer.



Ce qu'il faut retenir

Au travail, ton contrat fixe statut, durée, missions, **rémunération et période d'essai**.
Contrôle aussi horaires, congés et annexes avant de signer.

- Respecte la **durée légale du travail** (35 h) et vérifie tes congés et bulletins de paie (net $\approx$ 78 % du brut).
- En atelier, suis les **règles de sécurité obligatoires** : EPI, formation et autorisation avant toute machine.
- En cas d'accident, préviens le tuteur, consulte un médecin et fais déclarer sous 48 h, preuves à l'appui.
- Protège **données, prototypes et fichiers** et clarifie par écrit ce qui appartient à l'entreprise.

Profite des formations pour progresser, garde des traces écrites et identifie vite ton tuteur pour travailler sereinement et faire respecter tes droits.

Prévention santé environnement

Présentation de la matière :

En Bac Pro MP3D, la matière **Prévention santé environnement** relie ton futur métier, ta santé et l'environnement. Tu analyses les **risques en atelier**, la consommation, l'environnement et les gestes d'urgence.

Cette matière conduit à l'épreuve écrite de **prévention santé environnement**, notée sur 20 avec un **coefficient de 1**. Elle compte pour environ 3 % de la note finale et se déroule en fin de terminale, en CCF ou en épreuve terminale de 2 h.

Un camarade m'a confié que les 2 situations en CCF l'avaient aidé à mieux gérer les risques.

Conseil :

Pour réussir en **Prévention santé environnement**, la clé est la régularité. Consacre 20 à 30 minutes par semaine à relire ton cours et à t'entraîner à analyser 1 situation d'accident.

Pendant les contrôles ou l'épreuve écrite de 2 h, ton objectif est de **gérer ton temps** et de rédiger des réponses claires.

- Relis la consigne 2 fois avant de répondre
- Surligne les données utiles dans les documents fournis

L'un de mes amis a gagné plusieurs points en PSE en s'entraînant sur 3 sujets types. Si tu restes régulier, tu peux viser une très bonne note.

Table des matières

Chapitre 1 : Santé et alimentation	Aller
1. Principes de base de l'alimentation et santé	Aller
2. Prévention, dangers et gestes professionnels	Aller
Chapitre 2 : Risques au travail	Aller
1. Identifier et évaluer les risques	Aller
2. Prévenir et protéger	Aller
3. Réagir en cas d'incident et obligations	Aller
Chapitre 3 : Gestes de secours	Aller
1. Reconnaître et sécuriser la victime	Aller
2. Gestes immédiats selon la situation	Aller
3. Organisation, obligations et matériel	Aller
Chapitre 4 : Environnement et énergie	Aller

1. Impacts environnementaux des ateliers [Aller](#)
2. Gestion des déchets et substances [Aller](#)
3. Maîtrise de l'énergie et économies [Aller](#)

Chapitre 1 : Santé et alimentation

1. Principes de base de l'alimentation et santé :

Besoin énergétique et macronutriments :

Ton corps a besoin d'énergie, protéines, lipides et glucides. En moyenne un adolescent actif consomme 2 400 à 2 800 kcal par jour selon l'activité, répartis en repas réguliers et collations équilibrées.

Micronutriments et hydratation :

Les vitamines et minéraux soutiennent la santé cognitive et musculaire, vitamine D, fer et calcium sont fréquents à surveiller. Boire 1,5 à 2 litres d'eau par jour évite la déshydratation.

Exemple d'équilibre d'une journée :

Petit déjeuner riche en protéines, déjeuner avec légumes et féculents, collation fruit, dîner léger. Ajuste portions avant un TP de 3 heures si tu es très actif.

2. Prévention, dangers et gestes professionnels :

Dangers alimentaires et hygiène :

Bactérie, allergène et contamination croisée sont les risques principaux en atelier ou en cantine. Je me souviens d'un stage où une canette oubliée a provoqué un court-circuit sur une carte électronique.

Réflexes en cas d'incident sanitaire :

Si malaise ou suspicion d'intoxication, alerte le professeur ou l'infirmier, isole l'aliment suspect, note l'heure et les personnes concernées, et signe éventuellement une fiche d'incident.

Obligations et qui fait quoi :

Le chef d'atelier garantit sécurité alimentaire, le professeur vérifie procédures et les élèves respectent règles. Utilise indicateurs simples comme température frigo, traçabilité produit et fiche de contrôle quotidienne.

Mini cas concret :

Contexte: Cantine scolaire, un lot de yaourts suspect provoque nausées chez 4 élèves sur 25 pendant la pause de 12h30, besoin d'analyse rapide et traçabilité.

- Isoler immédiatement les yaourts, noter numéro de lot et prendre photo, action à réaliser en moins de 10 minutes.
- Informer professeur et infirmier, recueillir symptômes des élèves et remplir fiche d'incident dans 30 minutes.
- Envoyer échantillon au laboratoire, résultat attendu sous 48 heures, livrable demandé: rapport écrit avec numéro de lot et recommandations.

Astuce de stage :

Photographie l'étiquette d'un produit reçu pour garder traçabilité, note date et numéro de lot, ça prend 20 secondes et évite des heures de recherche si problème.

Tâche	Pourquoi	Fréquence
Lavage des mains	Limiter la contamination bactérienne	Avant manipulation produit, après toilettes, toutes les 2 heures
Contrôle température frigo	Assurer conservation des denrées	Vérification matin et fin de journée
Vérification étiquettes	Garantir traçabilité et allergènes	À la réception et avant stockage
Fiche incident	Documenter et analyser problèmes	À remplir dès qu'un incident survient

Ce qu'il faut retenir

Pour rester en forme, tu as besoin d'un apport énergétique adapté, avec **protéines, lipides et glucides** répartis sur la journée, plus des vitamines, minéraux et 1,5 à 2 L d'eau.

- Structure ta journée avec **repas réguliers et collation** en privilégiant petit déjeuner protéiné, légumes, féculents et dîner léger.
- En atelier ou cantine, surveille **bactéries, allergènes et contaminations croisées** via lavage des mains, contrôle des frigos et étiquettes.
- En cas d'intoxication suspecte, isole l'aliment, note lot et horaires, préviens professeur ou infirmier et remplis une fiche d'incident.
- Photographier l'étiquette d'un produit assure une **traçabilité simple et rapide** en cas de problème.

En résumé, une alimentation équilibrée et quelques gestes d'hygiène rigoureux protègent ta santé et celle des autres au quotidien.

Chapitre 2 : Risques au travail

1. Identifier et évaluer les risques :

Reconnaissance des risques :

Observation des postes, machines et produits permet de repérer les dangers typiques en atelier, comme coupures, inhalation de poussières, risques électriques, postures contraignantes et brûlures liées aux imprimantes 3D.

Méthodes d'évaluation :

Utilise checklists, fiche de données sécurité et observation de 15 à 30 minutes par machine, impliquant le tuteur et un élève responsable, avec un rapport simple notant 3 priorités d'action.

Exemple d'identification :

Observation de la fraiseuse pendant 30 minutes a permis de recenser 3 situations dangereuses, proposer 2 actions correctives et planifier une maintenance sous 7 jours.

Risque	Origine	Conséquence	Mesure prioritaire
Coupure	Outillage et fraiseuses	Blessure, arrêt de travail	Protection mécanique et gants adaptés
Inhalation de poussières	Ponçage, impression 3D	Irritation respiratoire	Ventilation locale et masque FFP2
Brûlure	Extrudeur d'imprimante, pièces chaudes	Brûlure localisée	Formation et écran de protection
Troubles musculo-squelettiques	Postures et manutentions répétées	Douleurs chroniques	Aménagement ergonomique et pauses régulières

2. Prévenir et protéger :

Mesures collectives :

Priorise protections fixes comme capots, ventilations et dispositifs de verrouillage. Planifie maintenance préventive mensuelle et vérification des dispositifs avant chaque TP avec checklist rapide.

Équipements de protection individuelle :

Distribue lunettes, gants adaptés, masque FFP2 pour les poussières et protections auditives. Vérifie marquage CE et remplace tout EPI utilisé, idéalement tous les 6 à 12 mois selon usage.

Astuce organisationnelle :

Avant chaque séance, fais un contrôle EPI de 2 minutes par élève, note les manquants sur un tableau, cela réduit les oublis et évite 1 incident évitable sur 10 en moyenne.

3. Réagir en cas d'incident et obligations :

Premiers secours et alerte :

Sécurise la zone, applique les gestes de premiers secours, puis alerte 112 si nécessaire et informe immédiatement le tuteur. D'après le ministère de la Santé, l'employeur doit déclarer l'accident dans les 48 heures.

Analyse et retour d'expérience :

Après l'incident, réalise une analyse simple type 5 pourquoi en réunion de 30 à 60 minutes, définis 2 à 4 actions correctives et suit un indicateur mensuel du nombre d'incidents.

Mini cas concret :

Contexte : atelier impression 3D, un élève s'est brûlé au contact d'une buse chaude.
Étapes : sécurisation, soins, déclaration 48 heures, réunion de 45 minutes, installation d'un écran et d'un outillage dédié. Résultat : réduction des cas similaires à 0 pendant 3 mois.
Livrable attendu : rapport de 2 pages et plan d'action de 3 mesures à mettre en place sous 14 jours.

Vérification	Fréquence	Responsable	Action
Contrôle EPI	Avant chaque TP	Élève référent	Remplacement ou emprunt immédiat
Vérification machine	Hebdomadaire	Tuteur atelier	Consignation et maintenance
Accès aux FDS	Disponible en permanence	Référent sécurité	Mise à jour et formation
Signalétique d'urgence	Mensuelle	Responsable établissement	Contrôle visibilité et correctif

Ce qu'il faut retenir

Pour gérer les risques en atelier, tu dois d'abord **observer les postes**, machines et produits, puis utiliser checklists et FDS pour prioriser 3 actions par poste.

- Repère les risques clés : coupures, poussières, brûlures, TMS et note les mesures urgentes.

- Installe des **protections collectives prioritaires** (capots, ventilation, verrouillages) avant les EPI.
- Contrôle régulièrement EPI, machines, FDS et signalétique selon une fréquence définie.
- Sais comment **réagir en cas d'accident** : sécuriser, premiers secours, 112, déclaration 48 h, puis **analyse type 5 pourquoi**.

En appliquant ces étapes, tu réduis les incidents, améliores la sécurité de tous et disposes d'un plan d'action clair et suivi dans le temps.

Chapitre 3 : Gestes de secours

1. Reconnaître et sécuriser la victime :

Observation rapide :

Regarde la victime en 10 secondes, évalue conscience, respiration et saignement visible. Note l'âge approximatif et la position, ces infos servent à prioriser l'action et à décider s'il faut alerter immédiatement.

Protéger la scène et alerter :

Assure ta sécurité et celle de la victime, écarte les risques immédiats comme un risque électrique ou un produit chimique. Si danger, éloigne les personnes de 2 à 3 mètres et appelle les secours.

Astuce d'atelier :

Dans un atelier 3D, coupe rapidement l'alimentation des machines et range les outils tranchants, cela évite une aggravation en attendant les secours.

2. Gestes immédiats selon la situation :

Saignement abondant :

Appuie fort et continu sur la plaie avec un linge propre pendant 10 minutes au moins, garde la victime allongée si possible et surélève le membre blessé pour réduire le flux sanguin.

Étouffement :

Si la personne ne peut pas parler ni respirer, alterne 5 tapes dans le dos entre les omoplates, puis 5 compressions abdominales si nécessaire, répète jusqu'à libération des voies aériennes.

Exemple d'étouffement :

Un camarade avale un petit filament plastique, tu donnes 5 tapes dans le dos et vérifies la bouche, puis 5 compressions abdominales, la pièce s'est débloquée en moins de 1 minute.

Arrêt cardiaque et réanimation :

D'après le ministère de la Santé, pratique des compressions thoraciques à 100 à 120 compressions par minute, profondeur 5 à 6 cm pour un adulte, en cycle 30 compressions et 2 insufflations si formé.

Situation	Signes	Gestes prioritaires	Indicateur de suivi
Saignement abondant	Perte de sang visible, pâleur	Pression directe 10 minutes, surélévation	Contrôle de l'hémorragie en moins de 5 minutes

Étouffement complet	Incapacité à parler, gestes de panique	5 tapes dans le dos puis 5 compressions abdominales	Voies aériennes dégagées
Arrêt cardiaque	Perte de conscience, pas de respiration normale	Appel secours, compressions 100-120/min, défibrillation si dispo	Retour de la respiration ou assistance arrivée

Quand utiliser un défibrillateur ?

Si un défibrillateur automatisé externe est disponible, allume-le et suis les instructions vocales pendant que quelqu'un continue les compressions. Chaque minute sans défibrillation réduit les chances de survie d'environ 10 pour cent.

3. Organisation, obligations et matériel :

Qui fait quoi et appel des secours ?

Appelle le 15 ou le 112, donne l'adresse exacte, le nombre de victimes, l'âge et la nature des blessures. Attribue à une personne la tâche d'accueillir les secours et une autre pour sécuriser l'atelier.

Trousse et équipement minimal :

- Gants jetables
- Compresses stériles
- Bande de maintien
- Couverture de survie

Range la trousse près de l'atelier, vérifie le contenu chaque mois et remplace les éléments périmés ou utilisés dans les 48 heures pour rester opérationnel.

Exemple de cas concret :

Contexte : lors d'un TP, un élève se coupe profondément avec une lame, blessure de 4 cm, saignement estimé à 150 ml. Étapes : protection, pression directe 2 minutes, appel secours, suivi en infirmerie.

Résultat : hémorragie contrôlée en 4 minutes, ambulance arrivée en 12 minutes, rapport d'incident d'une page et photos, livrable attendu : fiche d'incident signée et plan d'actions préventives en 2 jours.

Check-list opérationnelle :

Élément	Action
Sécuriser la zone	Éloigner 2 à 3 personnes, couper machines

Alerter	Appeler 15 ou 112, donner infos précises
Premiers gestes	Pression, compressions, libération des voies
Suivi	Remplir fiche d'incident, vérifier trousse

Transmission et retour d'expérience :

Après l'incident, rédige un court rapport de 1 page, note les temps d'intervention en minutes et les actions prises. Partage-le en réunion, c'est souvent là qu'on corrige les erreurs et évite leur répétition.

Ce qu'il faut retenir

Face à un accident, commence par une **observation rapide en 10 secondes** pour vérifier conscience, respiration et saignements, sécurise la zone et alerte le 15 ou 112.

- Pour un **saignement abondant à contrôler**, appuie directement 10 minutes et surélève le membre.
- En cas d'étouffement complet, alterne 5 tapes dans le dos et 5 compressions abdominales jusqu'à libération.
- En arrêt cardiaque, lance **compressions thoraciques efficaces** à 100-120/min, utilise le défibrillateur dès qu'il est disponible.
- Organise l'équipe, utilise la trousse de secours et remplis la **fiche d'incident détaillée** après l'événement.

En suivant ces étapes simples et structurées, tu limites la gravité des blessures, aides les secours à agir vite et améliores la sécurité de ton atelier sur le long terme.

Chapitre 4 : Environnement et énergie

1. Impacts environnementaux des ateliers :

Pollution liée aux procédés :

Les ateliers de prototypage génèrent poussières, vapeurs et microplastiques lors du fraisage et de l'impression 3D. Tu dois repérer les sources pour limiter l'exposition et la dispersion dans l'atelier.

Émissions et qualité de l'air :

La ventilation et la filtration sont essentielles, notamment pour certains filaments qui dégagent des composés organiques volatils. Mesure la qualité de l'air si possible toutes les 8 heures lors des impressions longues.

Exemple d'impact local :

Lors d'un projet, on a constaté une augmentation de poussières de 30% pendant des sessions de ponçage sans aspiration, ce qui a forcé l'arrêt des opérations pendant 2 heures.

2. Gestion des déchets et substances :

Tri et stockage des déchets :

Organise au moins 3 bacs distincts, plastique, résidus dangereux et recyclables. Étiquette clairement chaque bac et vide-les selon les fréquences définies par l'établissement, typiquement toutes les semaines.

Produits dangereux et fiches de données :

Pour chaque produit chimique, garde une fiche de données de sécurité accessible. Le responsable d'atelier doit former l'équipe à l'utilisation et à la gestion des incidents liés à ces produits.

Exemple de tri efficace :

Lors d'un stage j'ai mis en place des consignes et réduit le volume de déchet non recyclé de 25% en 3 mois, simplement en séparant correctement les filaments et chutes de résine.

3. Maîtrise de l'énergie et économies :

Consommation des équipements :

Imprimantes, fraiseuses et postes informatiques consomment. Planifie les impressions longues la nuit uniquement si la gestion d'énergie est optimisée, et éteins les machines en dehors des plages d'utilisation pour économiser jusqu'à 20%.

Suivi et indicateurs :

Note la durée d'utilisation et la puissance consommée pour chaque machine. Un relevé hebdomadaire permet d'identifier une anomalie, comme une consommation 15% supérieure à la moyenne qui signale un problème mécanique.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Tu peux regrouper plusieurs petites pièces pour une même impression, ce qui a réduit le temps machine de 18% et la masse de filament utilisée de 12% sur un lot de 50 pièces.

Mini cas concret :

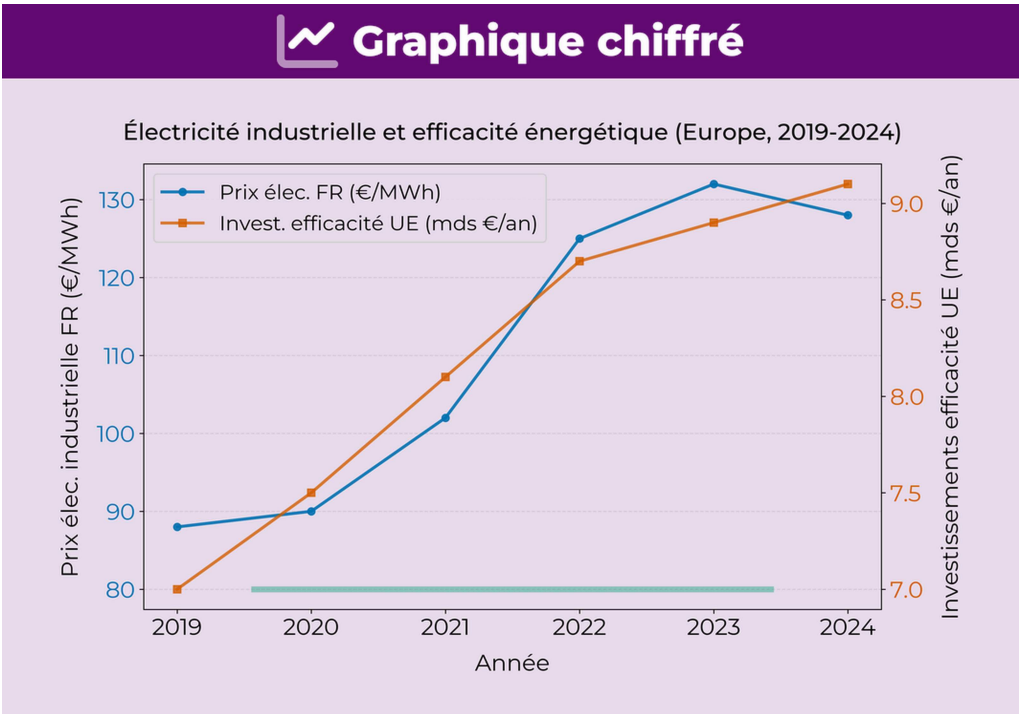
Contexte :
Une PME veut réduire la facture énergétique d'un poste d'impression 3D sur 6 mois, tout en maintenant la production de 200 pièces par mois.

Étapes :

- Mesurer la consommation actuelle sur 2 semaines.
- Réorganiser les impressions pour réduire les cycles vides.
- Installer minuterie et profil d'économie sur 2 machines.

Résultats et livrable attendu :

Résultat : réduction de la consommation de 17% en 3 mois, économie de 420 euros sur la facture énergétique. Livrable : rapport technique avec fichier STL optimisé, relevés de consommation hebdomadaires et fiche synthèse chiffrée.



Danger	Réflexe immédiat	Qui agit	Indicateur
--------	------------------	----------	------------

Émanation toxique	Arrêter machine, ventiler	Opérateur puis responsable	Taux de COV mesuré
Incendie électrique	Couper alimentation, alerter	Tout le personnel	Tension et température anormales
Déchets dangereux	Isoler et stocker sûr	Technicien de maintenance	Volume en litre des bacs

Checklist opérationnelle :

Tâche	Fréquence	Responsable
Vérifier ventilation et filtres	Toutes les 2 semaines	Responsable atelier
Contrôler l'étiquetage des produits	À chaque livraison	Opérateur
Relevé de consommation machine	Hebdomadaire	Technicien
Tri et vidage des bacs	Chaque semaine	Équipe

Conseils terrain et erreurs fréquentes :

Ne laisse pas une imprimante tourner sans surveillance plus de 4 heures sans contrôle.
Une bonne habitude : consigner chaque incident et en discuter 10 minutes en réunion hebdomadaire pour éviter les reprises.

Astuce de stage :

Si tu veux réduire rapidement ta consommation, baisse la température d'élévation de plateau de 5°C et observe si l'adhérence reste suffisante, cela peut économiser plusieurs dizaines d'euros par mois.

Ressources et repères chiffrés :

Selon l'ADEME, une gestion simple de l'énergie et des déchets permet de réduire les coûts opérationnels de 10 à 30% suivant les actions mises en place. Mesure et documente pour prouver l'efficacité.

Ce qu'il faut retenir

Les ateliers de prototypage émettent poussières, vapeurs et COV : protège la **qualité de l'air** par ventilation et mesures régulières.

- Organise un **tri rigoureux des déchets** : au moins trois bacs, étiquetés, vidés chaque semaine et suivis.
- Sécurise les produits chimiques avec FDS accessibles, formation courte et procédures claires en cas d'incident.

- Limite l'énergie : éteins les machines hors usage, regroupe les pièces et assure un **suivi chiffré de l'énergie** hebdomadaire.

Avec ces gestes simples et des **réflexes sécurité en atelier**, tu réduis impacts, risques et coûts, jusqu'à 10 à 30% selon l'ADEME.

Analyse fonctionnelle et technologique

Présentation de la matière :

La matière **Analyse fonctionnelle et technologique** t'apprend à relier le besoin du client, les fonctions du produit et les solutions mécaniques possibles. Tu l'utilises tout le temps en **Bac Pro MP3D**, dès que tu découvres un nouveau système ou que tu dois améliorer une pièce.

Cette matière alimente surtout les **épreuves professionnelles clés** de proposition d'une solution technique, d'implication en bureau d'études, de modélisation et de prototypage. Leurs coefficients 3, 2, 5 et 4 représentent au total un **coefficient global de 14**, soit environ un tiers de ta note professionnelle.

En lycée public ou sous contrat, ces compétences sont en général évaluées en **contrôle en cours de formation**, via 2 ou 3 grandes situations pratiques, souvent à l'ordinateur et parfois avec un court oral. Pour les autres candidats, l'évaluation se fait en épreuves écrites et pratiques ponctuelles, de durée variable définie localement.

Conseil :

Pour progresser en **Analyse fonctionnelle et technologique**, privilégie des **séances courtes mais régulières**. Consacre par exemple **20 à 30 minutes**, 3 fois par semaine, à relire un mécanisme étudié en cours et à refaire le schéma fonctionnel.

Un camarade m'a confié qu'il avait vraiment décollé quand il s'était imposé **2 dossiers produits complets** par mois, en partant d'un cahier des charges jusqu'au croquis coté, même s'il faisait encore des erreurs.

- Fiche à chaque système avec fonctions, entrées, sorties
- Colorier les liaisons et mouvements sur les schémas fournis
- T'entraîner à expliquer un mécanisme à l'oral en 3 minutes

Pendant les **évaluations certificatives**, commence toujours par repérer les fonctions principales demandées, surligne les données utiles et réponds dans l'ordre du sujet, cela évite 2 ou 3 points perdus bêtement.

Table des matières

Chapitre 1 : Lecture du cahier des charges [Aller](#)

1. Lire et comprendre le cahier des charges [Aller](#)

2. Analyser les contraintes et prioriser [Aller](#)

Chapitre 2 : Fonctions d'usage et contraintes [Aller](#)

1. Identifier les fonctions d'usage [Aller](#)

2. Classer et hiérarchiser les fonctions d'usage [Aller](#)

3. Contraintes et leur impact sur la conception	Aller
Chapitre 3 : Analyse de systèmes mécaniques	Aller
1. Décomposer un système mécanique	Aller
2. Analyser la cinématique et la statique	Aller
3. Valider et documenter l'analyse	Aller
Chapitre 4 : Recherche de solutions techniques	Aller
1. Méthodes de recherche et veille technique	Aller
2. Conception et choix technologiques	Aller
3. Prototypage, tests et validation	Aller
Chapitre 5 : Choix d'éléments normalisés	Aller
1. Critères de choix et normes	Aller
2. Référence, documentation et intégration dans les plans	Aller
3. Mini cas concret et checklist opérationnelle	Aller

Chapitre 1 : Lecture du cahier des charges

1. Lire et comprendre le cahier des charges :

Objectif :

Savoir repérer les besoins, les fonctions et les contraintes du projet pour définir un plan de travail clair et fiable.

Contenu principal :

Tu dois lire les parties suivantes, exigences, performances, matériaux, dimensions, et délais, puis annoter chaque point important pour l'équipe immédiatement.

Méthode de lecture :

Fais un premier survol, puis une lecture détaillée en surlignant et en notant les zones floues pour poser des questions, anecdote: en stage j'ai perdu 2 jours sans vérification.

Exemple d'identification d'exigence :

Sur une pièce imprimée, repère la résistance requise, la tolérance dimensionnelle de $\pm 0,5$ mm et la finition exigée avant de modéliser.

Élément	Question à se poser
Fonction	Quelle est la fonction principale et la fonction secondaire attendue
Matériau	Quels matériaux sont acceptés, contraintes de résistance et d'esthétique
Tolérances	Quelle précision dimensionnelle est requise, ex. $\pm 0,5$ mm
Délais	Quel est le délai de livraison du prototype, ex. 10 jours ouvrés

2. Analyser les contraintes et prioriser :

Contraintes techniques :

Identifie les matériaux acceptés, les tolérances dimensionnelles, les charges admissibles et les normes à respecter, note-les pour le prototypage final.

Priorisation :

- Sécurité et conformité, respecter les normes en priorité
- Fonctionnalité, assurer que le produit fasse ce qui est attendu
- Coût et délai, optimiser matière et temps sans casser les exigences

Vérification et traçabilité :

Mets en place des vérifications à chaque étape, conserve les versions des documents et trace les décisions pour faciliter la validation et la reprise si nécessaire.

Mini cas concret :

Contexte: concevoir une poignée pour outil, étapes: relever exigences, modéliser, imprimer, tester, résultat: 2 prototypes validés en 7 jours, livrable attendu: fichiers STL, note de calcul et rapport de 3 pages.

Astuce de stage :

Demande un rendez-vous de 15 minutes pour lever les ambiguïtés, ça évite des retards et des prototypes inutiles et coûteux.

Voici une check-list opérationnelle pour appliquer la lecture du cahier des charges sur le terrain, utile avant la modélisation et l'impression.

Étape	Action rapide
Lire le sommaire	Identifier les sections clés en moins de 5 minutes
Surligner exigences	Marquer fonctions, matériaux et tolérances
Clarifier points flous	Préparer 5 questions pour le commanditaire
Planifier prototypage	Estimer délai et coût, ex. 2 versions en 7 à 10 jours

Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à faire une **lecture structurée du cahier** pour éviter pertes de temps et erreurs de conception.

- Repère besoins, fonctions, matériaux, tolérances, délais et **note chaque exigence clé** dès la première lecture.
- Lis en deux temps: survol rapide puis lecture détaillée en surlignant et listant les zones floues à clarifier.
- Priorise **sécurité et conformité réglementaire**, puis fonctionnalité, puis coût et délai dans tes décisions.
- Assure une **vérification et traçabilité continues**: versions de documents, décisions, check-list et questions au commanditaire.

En appliquant cette méthode et la check-list, tu prépares une modélisation et un prototypage plus fiables, avec moins de retours et de prototypes ratés.

Chapitre 2 : Fonctions d'usage et contraintes

1. Identifier les fonctions d'usage :

Définition :

La fonction d'usage décrit ce que l'utilisateur attend du produit, c'est l'action principale. Par exemple maintenir, protéger, transporter ou positionner un objet de façon fiable et intuitive pour l'utilisateur.

Méthode de recensement :

Recueille les besoins par observation, entretien et scénarios d'usage. Note la fréquence d'utilisation, l'environnement et les profils d'utilisateurs pour éviter d'omettre une fonction essentielle au quotidien.

Exemple d'identification d'une poignée ergonomique :

Tu observes un utilisateur qui saisit la poignée 30 fois par jour, tu notes angle, force et confort, puis tu formules la fonction principale: permettre une prise sûre et confortable.

2. Classer et hiérarchiser les fonctions d'usage :

Critères de priorisation :

Classe selon sécurité, fréquence d'utilisation et impact fonctionnel. Une fonction critique pour la sécurité prend toujours le pas, même si elle est moins utilisée que d'autres fonctions secondaires.

Outils pratiques :

Utilise une matrice importance / faisabilité, un diagramme FAST ou des votes pondérés des utilisateurs. Ces outils te font gagner 2 à 4 heures en réunion et évitent des désaccords inutiles.

Astuce priorisation :

Fais valider les 3 fonctions principales par l'utilisateur ou le professeur, cela évite de développer des options inutiles qui coûtent du temps et des matériaux.

Type de fonction	Exemple concret	Critère de priorité
Sécurité	Arrêt automatique en cas de surchauffe	Très élevé
Usage fréquent	Ouverture et fermeture quotidienne	Élevé
Esthétique	Finition extérieure	Moyen

3. Contraintes et leur impact sur la conception :

Types de contraintes :

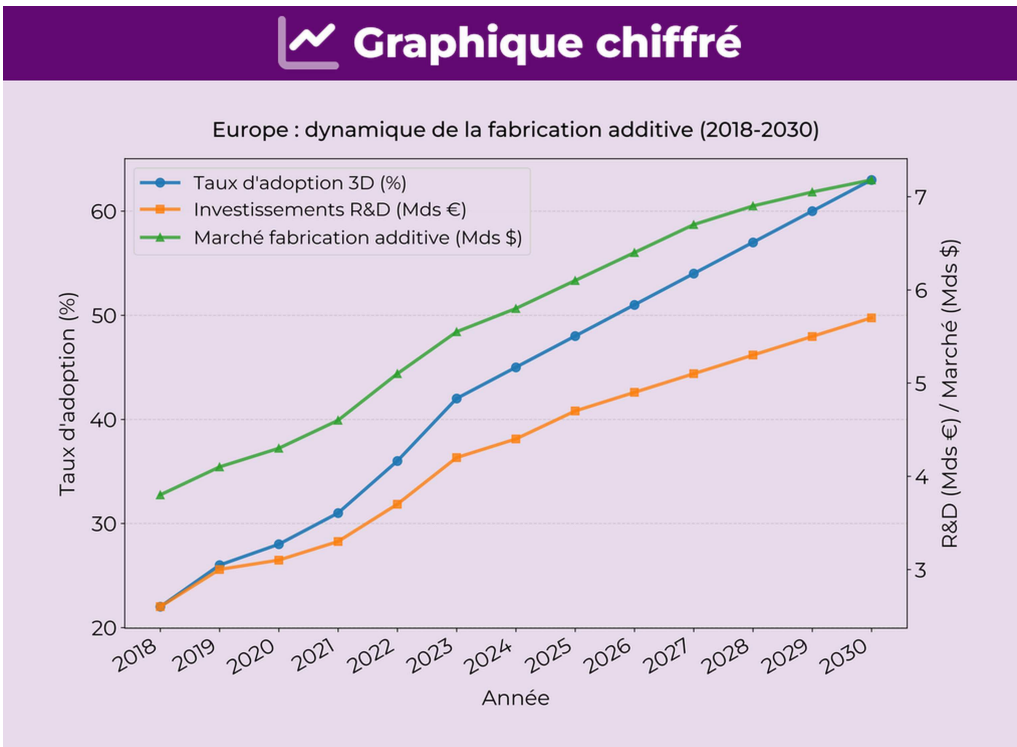
Les contraintes peuvent être techniques, économiques, normatives, ergonomiques ou environnementales. Elles guident les choix matériaux, procédés et tolérances dès les premières esquisses du projet.

Traduire une contrainte en exigence technique :

Pour une charge maximale donnée, calcule épaisseur, matériau et factor de sécurité. Par exemple 1 200 N à supporter conduit à choisir un polycarbonate de 3 mm avec renforts, suivant calculs et tests.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Tu réduis le temps d'impression 3D de 12 à 8 heures en modifiant l'infill de 30% à 20% et en ajoutant nervures pour conserver la résistance, résultat validé en 2 prototypes.



Contrainte	Impact sur la conception
Coût matériel	Limite le choix des matériaux à des options inférieures à 200 euros par lot
Normes	Impose des tests et une documentation, rallonge 1 à 2 semaines le planning
Environnement	Favorise matériaux recyclables et réduit épaisseur pour diminuer empreinte carbone

Mini cas concret :

Contexte :

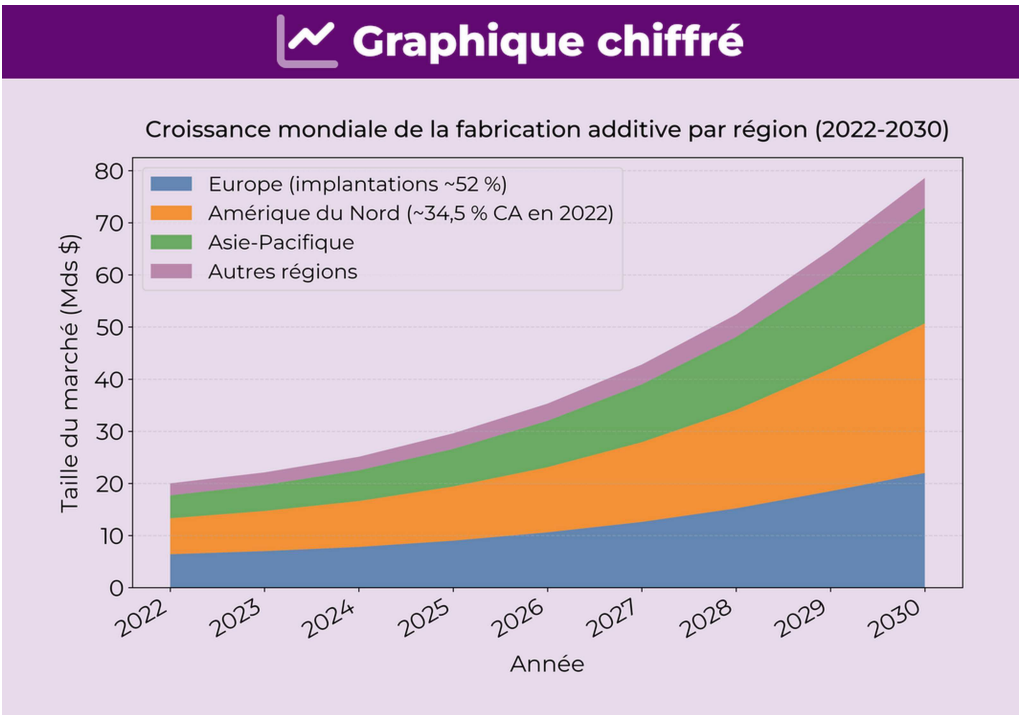
Un client veut un support tablette léger et pliable, capable de tenir une tablette de 1,2 kg en plusieurs angles, budget prototype 80 euros, délai 7 jours.

Étapes :

- Analyse des fonctions d'usage, 2 jours, définir angles et stabilité
- Choix matériaux et contraintes de production, 1 jour
- Modélisation 3D et impression, 2 itérations en 3 jours
- Essais et ajustements, 1 jour

Résultat et livrable attendu :

Prototype imprimé pesant 160 g, coût matière 7 euros, 2 itérations validées, livrable: fichiers STL, plans d'assemblage et rapport de tests de charge mesurant tenue à 1 200 N.

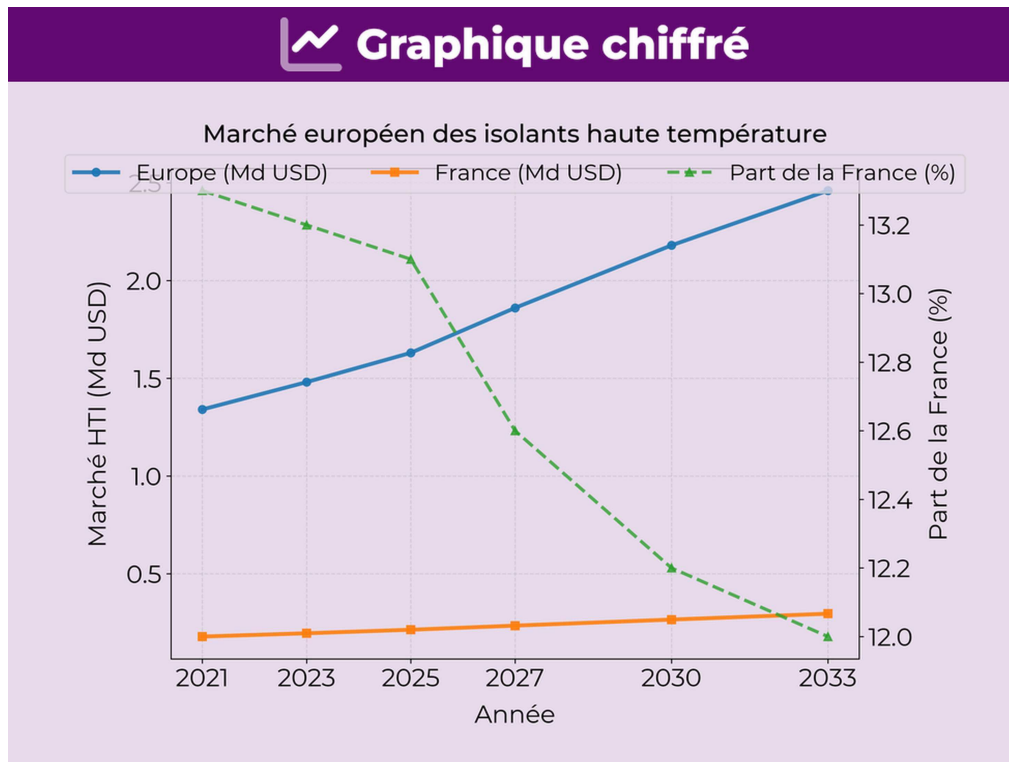


Check-list opérationnelle :

Étape	Action concrète
Recueillir besoins	Interview 3 utilisateurs type et noter 5 usages majeurs
Hiérarchiser	Prioriser 3 fonctions critiques avec matrice importance / faisabilité
Transcrire contraintes	Écrire 5 exigences techniques mesurables
Prototyper	Imprimer 2 prototypes et mesurer performance

Exemple de traduction d'une contrainte sécurité :

Si la norme exige une protection jusqu'à 50°C, tu choisis un matériau supportant 60°C en service, tu ajoutes un test thermique de 2 heures à 60°C pour validation.

**Astuce de stage :**

Note systématiquement la contrainte la plus restrictive, elle t'évitera de refaire 30 à 40% du travail lors de la validation finale, crois-moi j'ai appris ça sur le tas.

i Ce qu'il faut retenir

Tu dois d'abord identifier la **fonction d'usage principale** en observant l'utilisateur, sa fréquence d'action et son environnement. Puis tu classes ces fonctions selon un **critère de sécurité prioritaire**, la fréquence et l'impact sur le service rendu.

- Utilise une **matrice importance / faisabilité**, un diagramme FAST ou des votes d'utilisateurs pour hiérarchiser sans conflit.
- Liste les contraintes techniques, économiques, normatives, ergonomiques et environnementales afin de **traduire les contraintes** en exigences mesurables.
- Avance par itérations: fonctions clés validées, prototypes testés, ajustements documentés.

En appliquant cette démarche, tu conçois un produit sûr, utile au quotidien et compatible avec le budget, le délai et les capacités de fabrication.

Chapitre 3 : Analyse de systèmes mécaniques

1. Décomposer un système mécanique :

Identification des organes :

Commence par lister les pièces visibles et leurs fonctions, par exemple moteur, arbre, engrenage, châssis et capteurs, puis repère chaque élément sur un dessin ou une vue éclatée pour clarifier l'analyse.

Repérage des liaisons :

Repère chaque liaison entre pièces, précise si elle est mobile ou fixe, note le degré de liberté et le type, pivot ou glissière par exemple, car cela conditionne la cinématique du système.

Simplification en blocs :

Réduis le système en 2 à 6 blocs fonctionnels pour simplifier l'étude, conserve uniquement ce qui transmet mouvement ou effort, cela facilite la création du schéma cinématique et les calculs.

Exemple d'analyse d'un bras robotique :

Sur un bras simple à 3 axes, identifie moteur, réducteur, articulations pivot et capteurs. En stage, ce découpage m'a permis de réduire le temps d'étude d'environ 40%.

2. Analyser la cinématique et la statique :

Schéma cinématique :

Trace un schéma cinématique en notant repères, liaisons et sens de rotation, indique rapports de transmission et positions relatives, ce schéma servira pour tout calcul de vitesse et position.

Calculs de base :

Estime vitesses et couples. Par exemple, moteur 24 V fournissant 1,5 N·m avec rapport 20 donne 30 N·m en sortie et 150 tr/min si le moteur tourne à 3 000 tr/min.

Dimensionnement simple :

Vérifie contraintes sur arbres et engrenages, applique un facteur de sécurité 2 pour prototype pédagogique, note tolérances et jeux, et prévois lubrification pour éviter usure prématurée.

Type de liaison	Degrés de liberté	Exemple d'utilisation
Pivot	Rotation 1	Articulation d'un bras robotisé
Glissière	Translation 1	Tiroir ou table linéaire
Encastrement	Aucune	Châssis fixe et support de montage

Astuce pour les calculs :

Commence toujours par ordonner les inconnues, calcule rapport de transmission puis efforts, et arrondis les résultats clés à 2 chiffres significatifs pour garder lisibilité et précision utile en atelier.

3. Valider et documenter l'analyse :

Simulation et maquette :

Valide ton analyse avec une simulation CAO ou une maquette simple. Une simulation prend souvent 30 à 60 minutes selon complexité, et évite de fabriquer une pièce mal conçue.

Vérification des contraintes :

Compare contraintes calculées aux limites matériaux, par exemple acier 250 MPa. Applique coefficient sécurité et assure-toi que la contrainte maximale reste bien en dessous de la limite admissible.

Mini cas concret :

Contexte et étapes : concevoir un treuil prototype pour lever 5 kg sur 0,5 m en 10 secondes, choisir moteur et rapport, modéliser arbre et frein, puis réaliser simulation pour vérifier mouvements.

Résultat et livrable : couple moteur estimé 3 N·m avec rapport 15 et vitesse sortie 30 tr/min, produit fini testé. Livrable attendu : dossier technique de 8 pages, 3 dessins cotés, nomenclature de 12 pièces.

Exemple d'utilisation d'un calcul simple :

Pour un levage de 5 kg à 0,5 m en 10 secondes, puissance mécanique demandée environ 2,45 W, ce calcul rapide permet de choisir un moteur adapté sans surdimensionner inutilement.

Action	Vérifier
Lister les organes	Nom, fonction et repère sur dessin
Tracer le schéma cinématique	Rapports et sens de rotation
Calculer couple et vitesse	Unités cohérentes et arrondies
Simuler et prototyper	Détecter collisions et surcharges
Documenter livrable	Dossier technique, dessins et nomenclature

Ce qu'il faut retenir

Pour analyser un système mécanique, commence par le découper clairement.

- **Décomposer en organes** et blocs: lister pièces, fonctions, liaisons et degrés de liberté utiles.
- **Schéma cinématique clair**: repères, sens de rotation, rapports de transmission pour calculer vitesses et couples.
- **Dimensionnement et contraintes**: vérifier arbres, engrenages, facteurs de sécurité, jeux et lubrification.
- **Valider par simulation** ou maquette, puis comparer contraintes aux limites matériaux et ajuster.

Enfin, résume ton travail dans un dossier technique structuré avec schémas, calculs et nomenclature: c'est la base pour communiquer et améliorer le système.

Chapitre 4 : Recherche de solutions techniques

1. Méthodes de recherche et veille technique :

Sources et outils :

Utilise des moteurs spécialisés, forums makers, fiches techniques fournisseurs et dépôts GitHub. Consacre 30 minutes par semaine à la veille pour repérer composants, bibliothèques et process pertinents pour ton projet.

Critères de sélection :

Classe les solutions selon coût, disponibilité, compatibilité, temps de fabrication et durabilité. Donne priorité aux options réutilisables et qui réduisent le temps de prototypage de 20 à 50%.

Gestion de l'information :

Organise fichiers et versions avec noms clairs, dates et mini résumé. Un dossier bien tenu évite 1 à 2 heures perdues par semaine lors des itérations et des rendus.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En modifiant l'orientation d'impression et le remplissage, j'ai réduit un temps d'impression de 10 h à 6 h pour une pièce de 250 g, tout en gardant la résistance nécessaire.

2. Conception et choix technologiques :

Design conceptuel :

Part de la fonction principale identifiée, propose 3 concepts rapides et évalue-les selon critères techniques et coûts. Dessine croquis, schémas cinématiques et définis interfaces d'assemblage précises.

Matériaux et procédés :

Choisis matériau et procédé adaptés au besoin mécanique et esthétique. Par exemple, PLA pour maquettes à bas coût, résine pour détail, aluminium pour pièces fonctionnelles durables.

Analyse coût-avantage :

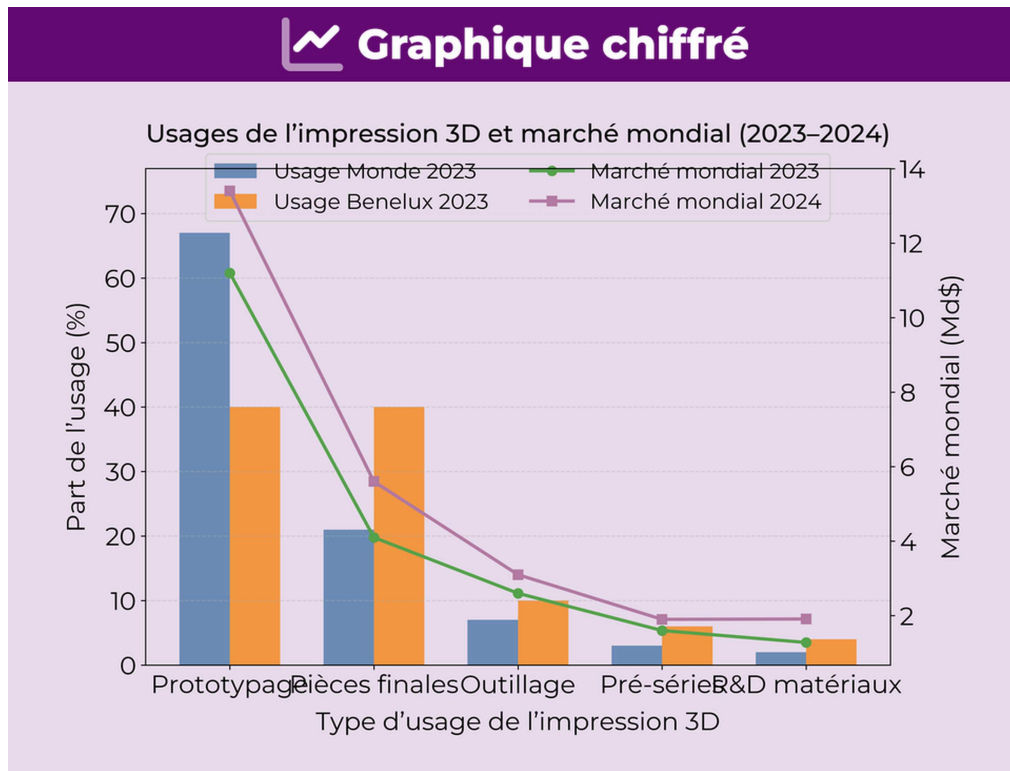
Estime coût matière, temps machine et finition. Compare au moins 2 technologies en listant coût par pièce, délai et qualité attendue avant décision finale.

Technologie	Résolution	Coût moyen pièce	Temps typique
Impression FDM	0,2 mm	2 à 15 €	1 à 12 h
Impression résine	0,05 mm	5 à 30 €	2 à 8 h
Découpe laser	découpe 0,1 mm	1 à 20 €	5 à 60 min

CNC	dépend du fraise	10 à 100 €	30 min à 8 h
-----	------------------	------------	--------------

Astuce pratique :

Fais toujours un prototype réduit d'une pièce critique pour vérifier tolérances et assemblage, économise souvent 30 à 70% des ajustements sur la version finale.



3. Prototypage, tests et validation :

Plan de tests :

Définis tests fonctionnels, mesures et conditions d'utilisation. Prévois 3 niveaux d'essais, du simple test dimensionnel aux essais en charge, pour valider la solution avant mise en production.

Mesures et critères :

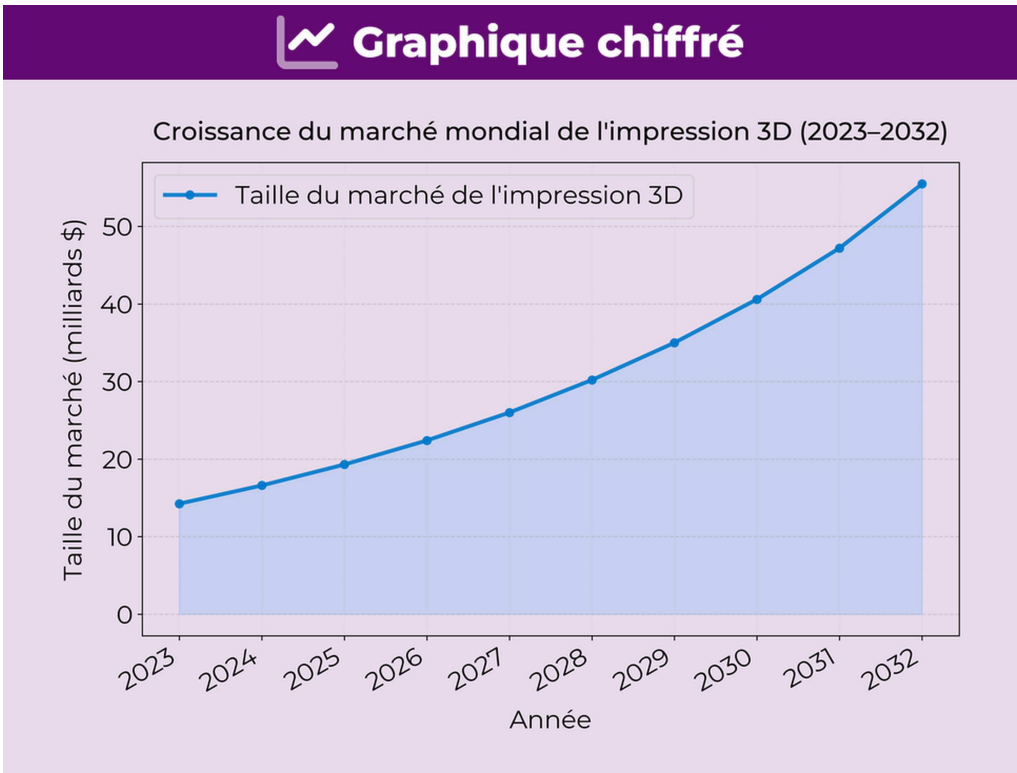
Fixe critères quantifiables tels que tolérances, déformations max et durée de vie estimée. Utilise outils de mesure simples, micromètre, pied à coulisse et banc d'essai pour obtenir données fiables.

Retours et itérations :

Collecte retours utilisateurs et bug list. Planifie 2 à 4 itérations selon complexité, chaque itération devant réduire les défauts identifiés d'au moins 50% en moyenne.

Exemple de cas concret :

Contexte : conception d'un support clavier ergonomique en impression 3D pour une PME.
Étapes : choix concept, prototype FDM, test confort 10 utilisateurs, optimisation. Résultat : réduction douleur poignets de 40% et coût pièce 12 €.



Livrable attendu :

Fournis un dossier technique PDF de 8 à 12 pages, incluant plans, nomenclature, rapport de tests chiffrés et fichier modèle 3D exporté en STL avec version indiquée.

Checklist opérationnelle :

Élément	Question à se poser
Cahier des charges	Les fonctions principales sont-elles couvertes ?
Prototype	As-tu testé une version réduite avant la finale ?
Mesures	Les tolérances sont-elles respectées ?
Documentation	Le livrable contient-il plans et résultats chiffrés ?

i Ce qu’il faut retenir

Ce chapitre t’apprend à structurer ta recherche technique, tes choix de conception et ton prototype.

- Planifie une **veille technique hebdomadaire structurée** et classe les solutions selon coût, disponibilité, compatibilité et durabilité.
- Conçois 3 concepts minimum, choisis matériaux et procédés en fonction du besoin et compare au moins **deux technologies de fabrication** avec coûts et délais.
- Réalise d'abord un **prototype réduit des pièces critiques** pour limiter les itérations et optimiser temps et matière.
- Définis un **plan de tests quantifié**, mesures, critères d'acceptation et intègre les retours utilisateurs dans 2 à 4 itérations.

Au final, tu fournis un dossier technique complet avec plans, tests chiffrés et fichiers 3D versionnés, garantissant une solution prête pour la production.

Chapitre 5 : Choix d'éléments normalisés

1. Critères de choix et normes :

Critères principaux :

Quand tu choisis un élément normalisé, regarde d'abord la fonction attendue, la charge, la durée de vie et l'environnement. Pense aussi au coût unitaire, aux délais de livraison et à la disponibilité sur 1 à 3 fournisseurs.

Normes et familles :

Connaître les normes ISO, DIN ou NF te permet d'assurer interchangeabilité et traçabilité. Par exemple, les vis métriques suivent ISO 4014 pour les têtes et ISO 965 pour les filets.

Compatibilité mécanique :

Vérifie l'adaptation entre arbre et roulement, diamètre et tolérances. Les jeux et ajustements H7/g6 ou H7/f7 sont souvent utilisés selon que tu veux un montage serré ou démontable.

Astuce pratique :

Garde un tableau de 10 références standard (vis, roulements, coupleurs) dans ton dossier projet, cela te fait gagner 30 à 60 minutes à chaque nouveau projet.

2. Référence, documentation et intégration dans les plans :

Référence et nomenclature :

Inscris toujours la référence constructeur complète dans la nomenclature. Ajoute quantité, coût unitaire et délai. Une pièce référencée évite les erreurs d'achat et facilite les remplacements sur 2 à 5 ans.

Cotation et tolérances :

Sur le plan, indique l'ajustement, la tolérance et le traitement de surface. Pour un arbre diamètre 6 mm, un ajustement H7/g6 est courant, sache l'écrire clairement sur la cote.

Fournisseurs et catalogues :

Utilise les catalogues en ligne pour vérifier dimensions et caractéristiques. Note le numéro d'article, la masse et la plage de température. Les petits fournisseurs livrent souvent en 24 à 72 heures pour des quantités courantes.

Exemple d'utilisation d'un catalogue :

Tu trouves un roulement 6203, note la référence exacte, la dimension 17x40x12 mm, la capacité de charge et commande 5 pièces pour ton prototype, coût moyen 4 € la pièce.

Élément	Taille courante	Usage typique	Coût approximatif	Délai
---------	-----------------	---------------	-------------------	-------

Vis hexagonale	M5, M6	Assemblage structures	0,05 € à 0,20 €	1 à 3 jours
Roulement	6203 (17x40x12)	Support d'arbre	4 € à 10 €	2 à 7 jours
Coupleur	6 mm arbre	Transmission souple	5 € à 25 €	3 à 10 jours

3. Mini cas concret et checklist opérationnelle :

Contexte du mini cas :

Tu dois concevoir un support de moteur imprimé en 3D pour un prototype scolaire qui utilisera un moteur DC 12 V, un roulement 6203 et quatre vis M5. Le prototype doit tenir 100 heures de fonctionnement.

Étapes réalisées :

1 Choix moteur adapté au couple attendu, 2 définition des interfaces arbre/roulement, 3 sélection des vis et éléments normalisés, 4 validation sur plan et nomenclature pour achat.

Résultat et livrable attendu :

Livrable : un dossier technique avec plan cotés, nomenclature listant 1 moteur 12 V, 1 roulement 6203, 4 vis M5, masse totale 450 g, coût estimé 35 € et délai d'approvisionnement 5 jours.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En remplaçant des vis spéciales par des vis M5 standards, tu réduis le coût de fixation de 40% et tu simplifies le réassort pour l'atelier, gain réel sur la série de prototypes.

Checklist opérationnelle :

Avant de finaliser ta commande, coche ces points sur le terrain pour éviter les erreurs courantes.

Vérification	Action	Critère accepté
Référence complète	Noter numéro constructeur	Oui
Tolérance	Vérifier ajustement H7/g6	Conforme
Quantité minimale	Commander au moins 5 pièces	Ok
Coût estimé	Comparer 2 fournisseurs	Validé
Délai	Confirmer livraison < 7 jours	Confirmé

Astuce de stage :

Demande toujours un échantillon ou 1 pièce avant une commande de 50 ou plus, cela évite des retours coûteux. Une erreur de cote t'a déjà coûté 80 € sur un précédent projet, j'ai appris vite.

Ce qu'il faut retenir

Pour choisir un élément normalisé, définis la fonction, la charge, la durée de vie et l'environnement, puis vérifie coûts et délais chez plusieurs fournisseurs. Appuie-toi sur les **normes ISO DIN NF** pour garantir interchangeabilité et tolérances correctes (ex. ajustements H7/g6). Inscris toujours la **référence constructeur complète**, quantité, coût et délai dans la nomenclature. Les catalogues en ligne t'aident à contrôler dimensions, masse et température, et à standardiser des références.

- Centralise un **tableau de références standard** pour gagner du temps.
- Contrôle tolérances, quantité minimale, coût et délai avant commande.
- Privilégie des **éléments standards disponibles** pour réduire coûts et risques.

Teste d'abord une petite quantité, valide l'ajustement et la disponibilité, puis lance les séries afin de sécuriser ton prototype et ton budget.

Mathématiques appliquées à la mécanique

Présentation de la matière :

Dans le Bac Pro MP3D, la matière **Mathématiques appliquées à la mécanique** sert à relier tes projets 3D aux calculs. Tu y manipules efforts et vitesses pour dimensionner des pièces et vérifier que les mécanismes restent sûrs.

Cette matière conduit à la **sous-épreuve de mathématiques** du bac professionnel, en contrôle en cours de formation ou en épreuve écrite de 1 h à 2 h. Le coefficient retenu pour le Bac Pro MP3D appartient à la plage de 1 à 2.

Conseil :

Pour progresser en **Mathématiques appliquées à la mécanique**, pars toujours d'un schéma ou d'un plan puis traduis-le en données numériques.

Pour t'organiser, fixe quelques habitudes simples et régulières dans la semaine.

- Consacre 20 minutes par jour
- Refais 3 exercices vus en cours

Un camarade m'a expliqué qu'en appliquant ce planning sur 3 mois, il avait gagné 2 points de moyenne en mathématiques appliquées à la mécanique.

Table des matières

Chapitre 1 : Grandeurs et unités	Aller
1. Notions de base et unités du SI	Aller
2. Mesures, incertitudes et conversions	Aller
Chapitre 2 : Efforts et moments	Aller
1. Forces et vecteurs	Aller
2. Moments et couples	Aller
3. Applications pratiques et dimensionnement	Aller
Chapitre 3 : Dimensionnement simple	Aller
1. Principes et facteurs	Aller
2. Calculs simples	Aller
3. Cas métiers et vérifications	Aller

Chapitre 1 : Grandeurs et unités

1. Notions de base et unités du SI :

Définitions principales :

Une grandeur physique désigne ce que l'on mesure, une unité est l'étalon choisi pour l'exprimer. Les unités de base du Système international sont mètre, kilogramme et seconde, elles servent de référence pratique en atelier.

Unités usuelles en fabrication :

En prototypage 3D, tu vas surtout utiliser le millimètre, le centimètre et le mètre. Les couches d'impression typiques mesurent 0,1 à 0,3 mm, un plateau courant fait 200 x 200 mm, garde toujours ça en tête.

Préfixes et conversion rapide :

Les préfixes transforment les unités, par exemple milli veut dire 0,001, centi veut dire 0,01, kilo veut dire 1 000. Savoir convertir évite les gros ratés d'échelle entre logiciel et imprimante.

Exemple d'application dimensionnelle :

Tu conçois une pièce de 150 mm et tu dois la réduire à l'échelle 1:2, la nouvelle dimension sera 75 mm, donc 0,075 m au moment de vérifier en unités SI, vérifie toujours deux fois.

2. Mesures, incertitudes et conversions :

Précision et incertitude :

Un pied à coulisse standard a une précision autour de $\pm 0,02$ mm, une balance peut varier de $\pm 0,1$ g. Note une incertitude pour chaque mesure pour garder tes tolérances correctes en fabrication.

Mini cas concret :

Contexte : imprimer une bride de fixation de 60 x 40 x 10 mm destinée à un assemblage.
Étapes : mesurer, modéliser, imprimer, contrôler. Résultat : pièce conforme si dimensions dans $\pm 0,5$ mm. Livrable : fichier STL et rapport de mesures.

Astuces de stage :

Mesure chaque pièce en 3 points et note la moyenne, calibre ton pied à coulisse en début de semaine, règle ton slicer en mm pour éviter des erreurs de mise à l'échelle lors de l'impression.

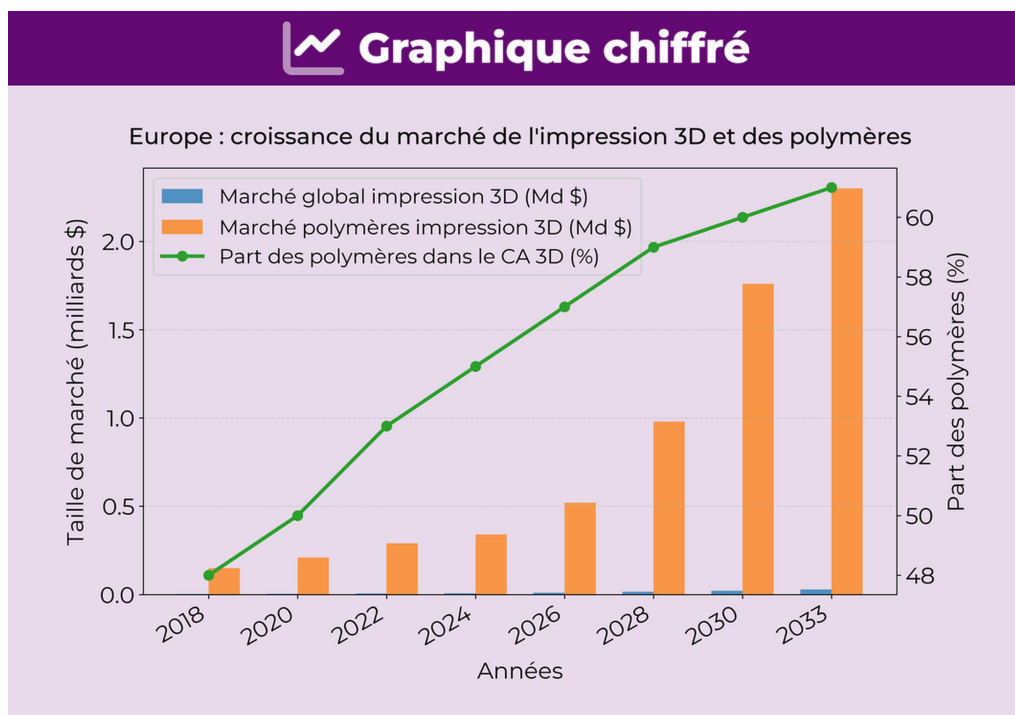
Préfixe	Symbole	Multiplicateur	Exemple
Kilo	k	1 000	1 km = 1 000 m
Centi	c	0,01	1 cm = 0,01 m

Milli	m	0,001	1 mm = 0,001 m
Micro	μ	0,000001	1 μm = 0,000001 m

Pour convertir, multiplie ou divise par 1 000 à chaque saut d'échelle entre préfixes kilo, milli, micro. Garde une unité cohérente dans tes calculs pour éviter les erreurs lors du fraisage ou de l'impression.

Exemple d'estimation de masse d'une pièce imprimée :

Calcul : pièce cylindrique diamètre 20 mm, hauteur 50 mm. $\text{Volume} = \pi \times r^2 \times h = \pi \times 10^2 \times 50 = 15\,707 \text{ mm}^3$, soit $15,707 \text{ cm}^3$. Avec PLA densité $1,24 \text{ g/cm}^3$ la masse sera $19,47 \text{ g}$.



Tâche	Outil	Critère	Fréquence
Calibrer le pied à coulisse	Pied à coulisse	Zéro précis à $\pm 0,02 \text{ mm}$	Chaque début de semaine
Vérifier l'unité du slicer	Logiciel de tranchage	Unités en mm	Avant chaque impression
Mesurer la pièce imprimée	Pied à coulisse	Mesures en 3 points	Après impression
Estimer coût matière	Balance et prix filament	Coût en euros par pièce	À l'offre

Petit conseil vécu : une erreur d'unité m'a déjà fait imprimer une pièce 10 fois trop petite, maintenant je vérifie systématiquement mm contre m avant d'envoyer l'impression.

Ce qu'il faut retenir

Tu manipules des grandeurs physiques exprimées avec des **unités de base SI** comme mètre, kilogramme et seconde, mais en impression 3D tu travailles surtout en mm. Maîtriser les préfixes kilo, centi, milli, micro te permet de garder des conversions cohérentes entre logiciel et machine.

- Intègre la **précision et incertitude** de tes outils pour fixer des tolérances réalistes, par exemple $\pm 0,5$ mm sur une pièce de fixation.
- Mesure en 3 points, calibre ton pied à coulisse et vérifie que ton slicer est en mm pour éviter les **erreurs d'échelle coûteuses**.

Avec des unités cohérentes et des contrôles systématiques, tu limites les ratés et obtiens des pièces fiables au moindre coût.

Chapitre 2 : Efforts et moments

1. Forces et vecteurs :

Définition et représentation :

Une force est une action capable de modifier le mouvement d'un solide, elle se représente par un vecteur. Un vecteur a intensité, direction et point d'application, indispensables pour les calculs pratiques.

Addition et composition :

Pour additionner des forces, utilise la méthode des composantes ou la règle du parallélogramme. Calcule les composantes x et y, puis somme les composantes pour obtenir la force résultante utile au dimensionnement.

Force résultante :

La résultante te donne l'effet global d'un système de forces. Elle simplifie plusieurs forces en une seule équivalente, pratique pour vérifier l'équilibre d'une pièce ou d'une fixation.

Exemple d'addition de vecteurs :

On a $F_1 = 30 \text{ N}$ à 0° , $F_2 = 40 \text{ N}$ à 90° . Composantes $x = 30$, $y = 40$. Résultante $R = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50 \text{ N}$, angle $\approx 53^\circ$.

2. Moments et couples :

Définition et formule :

Le moment d'une force mesure son effet de rotation autour d'un point, il s'exprime en newton mètre. Formule simple $M = F \times d$, où d est la distance perpendiculaire entre ligne d'action et point.

Sens et moment nul :

Le signe du moment dépend du sens de rotation choisi, positif ou négatif selon la convention. Si la ligne d'action de la force passe par le point, le moment est nul, pas d'effet de rotation.

Couple et application :

Un couple est composé de deux forces égales et opposées créant une rotation sans translation. Tu en trouves souvent sur des vis, des moteurs ou des clés de serrage en atelier.

Exemple de calcul de moment :

Force $F = 12 \text{ N}$ appliquée à $0,25 \text{ m}$ perpendiculairement, $M = F \times d = 12 \text{ N} \times 0,25 \text{ m} = 3,0 \text{ N}\cdot\text{m}$. Ce moment suffit pour faire tourner une petite charnière.

Astuce de terrain :

Mesure toujours la distance perpendiculaire avec un pied à coulisse ou une règle graduée, et vérifie l'angle d'application. Beaucoup d'erreurs viennent d'un mauvais calcul de d.

Élément	Formule
Force résultante	$R = \Sigma F_x \hat{i} + \hat{j}, \Sigma F_y \hat{j} + \hat{j}$
Moment par rapport à O	$M_O = r \times F$ (ou $M = F \times d$)
Couple	$C = F \times \text{distance entre forces opposées}$

3. Applications pratiques et dimensionnement :

Mini cas concret :

Contexte: concevoir un support pour un capteur de masse 5 kg fixé à 0,20 m du point d'ancrage. Étapes: calculer charge, moment, choisir section et vérifier résistance du matériau.

Calculs et résultat :

Charge verticale $F = 5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 49 \text{ N}$. Moment $M = 49 \text{ N} \times 0,20 \text{ m} = 9,8 \text{ N}\cdot\text{m}$. Choix proposé: acier, facteur de sécurité 2, épaisseur minimale 3 mm.

Livrable attendu :

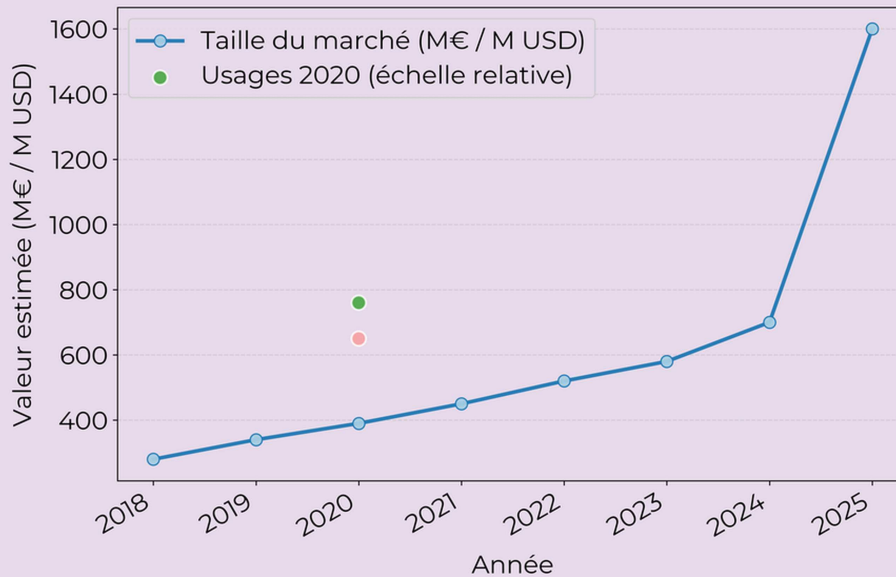
Tu rends un plan 2D PDF, une fiche de calcul avec F et M, et un court rapport de 1 page montrant vérification des contraintes et un FdS égal à 2.

Vérification prototype et impression 3d :

Pour une pièce imprimée, oriente les couches pour résister au moment et augmente l'infill à 50% pour atteindre la rigidité. Teste la pièce avec une charge de 1,5 fois la valeur prévue.

Graphique chiffré

Croissance marché impression 3D France (2018-2025)



Erreurs fréquentes et conseils :

Erreur courante, oublier l'effet d'excentricité ou confondre masse et force. Toujours convertir kg en newton, utilise $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, et note les unités à chaque étape. Pendant mon stage, j'ai cassé une pièce en oubliant l'effet de levier, depuis je double toujours la vérification.

Étape	Action	Outil
Mesurer la charge	Convertir masse en newton	Balance, calculatrice
Calculer le moment	$M = F \times d$ avec d perpendiculaire	Règle, pied à coulisse
Choisir matériau	Vérifier contrainte admissible et FdS	Tableau matériaux, logiciel CAO
Prototyper et tester	Impression ou usinage, charge d'essai 1,5×	Imprimante 3D, banc d'essai

i Ce qu'il faut retenir

Une force est une action mécanique modélisée par un vecteur avec intensité, direction et point d'application. Tu additionnes les forces par composantes pour la **force résultante équivalente** utile à l'équilibre. Le moment décrit l'effet de rotation avec **moment** $M = F \times d$, en prenant la distance perpendiculaire.

- Un couple, deux forces opposées, crée une rotation pure sans translation sur une clé de serrage.
- Pour un support, **convertir masse en force**, calculer le moment, puis choisir matériau et géométrie avec un **facteur de sécurité**.

En appliquant ces étapes et en mesurant toujours les distances perpendiculaires, tu limites les erreurs de calcul et tu conçois des pièces capables de supporter les efforts réels.

Chapitre 3 : Dimensionnement simple

1. Principes et facteurs :

Sécurité et coefficient de sécurité :

Le coefficient de sécurité protège ta pièce contre incertitudes liées aux charges, matériaux ou processus. En pratique prends entre 1,5 et 3 selon criticité, fatigue et finition d'impression 3D.

Matériaux et résistance :

Connais la résistance à la traction et à la flexion des matériaux utilisés. Par exemple PLA $\approx$ 50 MPa, PETG $\approx$ 45 MPa, aluminium $\approx$ 200 MPa, adapte la géométrie en conséquence.

Charge utile et conditions d'usage :

Évalue charges statiques et dynamiques, températures et montage. Si la pièce subit chocs ou vibrations, augmente le coefficient de sécurité et renforce les zones d'attache ou de transition.

2. Calculs simples :

Dimensionnement en traction et compression :

Pour la traction, calcule l'aire efficace $A = F / \sigma$ admissible. En impression 3D, réduis σ admissible si les couches sont perpendiculaires à la charge, car l'adhérence diminue la résistance.

Exemple d'axe en traction :

Un axe supporte 5 000 N. Avec σ admissible 125 MPa (acier avec facteur sécurité 2), $A = 5\,000 / 125\,000\,000 = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$. Diamètre correspondant $\approx$ 11,3 mm.

Dimensionnement en flexion simple :

Pour une poutre en flexion, utilise le moment maximal M et le module de section W , avec $\sigma = M / W$. Choisis section rectangulaire ou circulaire selon encombrement et poids.

Matériau	Résistance traction typique (mpa)	Facteur sécurité conseillé	Épaisseur prototype type (mm)
PLA	$\approx$ 50	2	3 à 5
PETG	$\approx$ 45	2	3 à 6
ABS	$\approx$ 40	2	3 à 6
Aluminium 6061	$\approx$ 200	1,5	1 à 5 (selon usinage)

3. Cas métiers et vérifications :

Mini cas concret : support pour capteur :

Contexte, tu dois concevoir un support imprimé pour un capteur de 1,2 kg, porté à 80 mm du point d'attache. L'objectif est d'assurer sécurité lors des manipulations et tests du prototype.

Étapes et calculs :

Étapes: calcule la force $F = \text{masse} \times g$, soit $1,2 \times 9,81 = 11,77 \text{ N}$, moment $M = F \times 0,08 = 0,94 \text{ N}\cdot\text{m}$, puis choisis section adaptée au matériau.

Résultat et livrable :

Résultat: en prenant PETG avec sigma admissible 40 MPa, module de section minimal $W = 0,94 / 40\,000\,000 = 2,35 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3$. Choisis épaisseur 4 mm, largeur 20 mm. Livrable: STL, plan coté et note de calcul.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En stage, j'ai réduit l'épaisseur d'un support de 5 mm à 4 mm et ajouté nervures, gagnant 18% de temps d'impression sans perte notable de résistance au test de 15 kg.

Vérification	Action	Valeur acceptable
Unités	Vérifier N, mm, MPa utilisées partout	Compatibilité totale
Charge	Mesurer ou estimer la charge maximale	$\geq \text{charge réelle} \times 1,1$
Matériau	Confirmer résistance et anisotropie	Sigma admissible connu
Facteur sécurité	Appliquer 1,5 à 3 selon risque	Respecter valeur choisie
Orientation d'impression	Choisir sens pour minimiser effet couches	Perpendiculaire évitée si possible

Conseils terrain :

Teste toujours une maquette à 50% d'échelle si possible, effectue au moins 3 essais de charge graduels et note déformations. Une petite validation pratique évite souvent un échec coûteux en impression finale.

Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à dimensionner simplement une pièce imprimée ou usinée en restant du côté de la sécurité.

- Choisis un **coefficient de sécurité** entre 1,5 et 3 selon criticité, fatigue et qualité d'impression.
- Base-toi sur la **résistance mécanique des matériaux** (PLA, PETG, ABS, aluminium) pour fixer épaisseurs et sections.
- En traction ou compression, calcule $A = F / \sigma$ admissible et tiens compte de la **fragilité des plans de couches**.
- En flexion, utilise $\sigma = M / W$ puis vérifie unités, charge majorée, orientation d'impression et fais des essais sur maquette.

En suivant ces étapes et en testant progressivement tes prototypes, tu sécurises tes pièces tout en optimisant matière et temps d'impression.

Modification et réalisation 2D/3D (DAO/CAO)

Présentation de la matière :

En Bac Pro MP3D, la matière **Modification et réalisation 2D/3D** te forme à la **conception sur ordinateur**. Tu passes du croquis aux plans 2D, puis à la maquette 3D, en utilisant des logiciels de CAO et de DAO proches de ceux des entreprises.

Cette matière conduit aux épreuves de **Modélisation et optimisation d'une solution technique** et d'**Élaboration de documents techniques et prototypage**: Coefficient 5 et 4, épreuves pratiques de 4 heures ou CCF en fin de cycle. Un camarade m'a confié qu'un projet 3D réussi lui avait enfin donné confiance.

Conseil :

Pour progresser en **Modification et réalisation 2D/3D**, la clé reste la pratique régulière: Prévois au moins 2 séances courtes par semaine pour refaire des modèles déjà vus et tester des variantes.

Pour t'organiser, mets en place quelques habitudes simples au quotidien.

- Planifier 2 heures de CAO ou DAO par semaine sur un projet concret
- Noter les **commandes clavier utiles** et tes erreurs fréquentes dans un carnet

Pendant le CCF ou l'épreuve terminale, prends le temps de relire l'énoncé avant d'imprimer ou de valider, tu éviteras beaucoup d'erreurs.

Table des matières

Chapitre 1 : Modélisation 3D de pièces	Aller
1. Principes et workflow	Aller
2. Modélisation, surfaces et assemblages	Aller
Chapitre 2 : Assemblages et contraintes	Aller
1. Principes d'assemblage	Aller
2. Contraintes et degrés de liberté	Aller
3. Vérification et montage en DAO/CAO	Aller
Chapitre 3 : Mises en plan 2D	Aller
1. Principes et normes des mises en plan	Aller
2. Cotation, tolérances et annotations	Aller
3. Organisation du dossier et livrables	Aller
Chapitre 4 : Cotation et tolérances	Aller

1. Principes de tolérancement géométrique [Aller](#)
2. Empilement des tolérances et analyse fonctionnelle [Aller](#)
3. Mesure, contrôle et plan d'inspection [Aller](#)

Chapitre 1 : Modélisation 3D de pièces

1. Principes et workflow :

Préparer le projet :

Commence par définir l'usage, les contraintes dimensionnelles et le matériau. Note les dimensions clés, les tolérances attendues et l'environnement d'utilisation pour éviter des erreurs de conception tardives.

Esquisse et contraintes :

Esquisse d'abord en 2D pour poser les formes principales, ensuite monte la géométrie 3D en suivant un ordre logique, cela évite des opérations de reprise longues et coûteuses en temps.

Export et formats :

Choisis le format adapté au processus de fabrication, STEP pour l'usinage, STL pour l'impression 3D en FDM ou SLA. Vérifie l'échelle et l'unité avant l'exportation pour éviter des erreurs sur la machine.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

On a réduit le temps d'impression de 30 pour cent en changeant l'orientation et en diminuant le remplissage de 20 pour cent sans compromettre la résistance. C'était convaincant en stage.

Format	Usage	Avantage
STEP	Échange entre CAO et usinage	Préserve les solides et les assemblages
STL	Impression 3D	Simple et léger pour tranches
DXF	Découpe 2D et dessins	Compatible machines de découpe

2. Modélisation, surfaces et assemblages :

Solides et surfaces :

Travaille d'abord en mode solide pour les pièces mécaniques simples, utilise les surfaces pour les formes organiques. Garde propre l'historique pour retrouver chaque opération si besoin.

Contrôle et tolérances :

Définis les tolérances fonctionnelles et note les jeux d'assemblage. Teste les interférences virtuellement, une tolérance mal choisie peut entraîner un échec d'assemblage coûteux en production.

Astuce pour l'atelier :

Impose une nomenclature de fichiers incluant version et date, par exemple nom_piece_v02_2025, cela évite de travailler sur de vieux fichiers et de perdre du temps en production.

Mini cas concret :

Contexte Projet pour un support de capteur destiné à un drone, volume maximal 50 x 30 x 20 mm, matériau PLA, série initiale de 10 unités pour validation fonctionnelle et poids réduit.

Étapes Modélisation en 8 heures incluant cinq itérations, simulation dimensionnelle en 2 heures pour vérifier les contraintes, préparation du fichier STL et paramètres d'impression en 1 heure.

Résultat Prototype imprimé en 12 heures, poids final 12 grammes, aucune interférence après essais de chute. Livrable Fichier STEP version 03 et 10 pièces imprimées prêtes pour tests fonctionnels.

Vérification	Action	Fréquence
Vérifier unités	Confirmer mm ou mm	À chaque export
Nettoyer géométrie	Supprimer faces doubles	Avant impression
Nommer fichier	Inclure version et date	À chaque sauvegarde
Exporter formats	Générer STEP et STL	Pour prototypage et usinage
Valider tolérances	Comparer avec cahier des charges	Avant production

Ce qu'il faut retenir

Pour modéliser une pièce, commence par **préparer le projet** : usage, contraintes, matériau, dimensions et tolérances. Crée une **esquisse 2D structurée**, puis seulement la 3D afin de limiter les reprises et garder l'historique clair. Choisis le bon **choix du format d'export** : STEP pour usinage, STL pour impression 3D, DXF pour découpe.

- Contrôle unités, échelle et géométrie avant chaque export et avant l'impression.
- Définis jeux d'assemblage et tolérances, puis teste les interférences virtuelles avant la production.

Tu sécurises ainsi un flux de travail rapide, propre et adapté à la fabrication, du premier prototype à la série.

Chapitre 2 : Assemblages et contraintes

1. Principes d'assemblage :

Types d'assemblage :

Les assemblages sont permanents ou démontables, par fixation mécanique, collage ou forme emboîtée. Tu dois retenir la fonction, la fréquence de maintenance et le coût pour choisir la meilleure solution.

Choix selon fonction :

Pour une pièce soumise à vibrations, privilégie les assemblages vissés avec freinage. Pour une pièce esthétique et non démontable, le collage peut suffire, attention aux réparations futures.

Tolérances et jeux :

Les tolérances dictent l'ajustement entre pièces, elles affectent frottement et montage. Prévois des jeux pour assemblages coulissants et des ajustements serrés pour liaisons porteuses, note les cotes critiques dès la conception.

Exemple : choix entre boulon et goupille :

Sur un pivot soumis à 500 N, le boulon permet démontage et réglage, la goupille offre simplicité et coût réduit, mais rend l'entretien plus long.

2. Contraintes et degrés de liberté :

Contraintes mécaniques :

Comprends traction, compression, flexion, cisaillement et torsion, elles définissent les efforts que subissent les assemblages. Calcule les sollicitations pour éviter rupture ou déformation excessive en service.

Degrés de liberté et liaison :

Une liaison réduit les degrés de liberté entre pièces. Par exemple, une liaison rotule supprime 3 translations et 2 rotations, laisse une rotation libre, adapte la cinématique de l'assemblage.

Utiliser contraintes dans la CAO :

Dans ton logiciel DAO/CAO, applique des contraintes géométriques et dimensionnelles pour verrouiller l'assemblage. Cela évite les mauvais positionnements lors des modifications et accélère le travail d'équipe.

Astuce métier :

Quand tu travailles en équipe, nomme clairement les cotes critiques et ajoute une note de tolérances sur le fichier, cela évite 1 à 2 heures de corrections en atelier.

Type	Avantage	Inconvénient
------	----------	--------------

Fixation vissée	Démontable, réglable	Peut se desserrer si mal serré
Collage	Finition lisse, répartition des contraintes	Difficile à réparer, dépend du matériau
Emboîtement	Simplicité et rapidité d'assemblage	Moins fiable sous fortes charges

3. Vérification et montage en DAO/CAO :

Simulation et analyse :

Utilise l'analyse par éléments finis pour vérifier contraintes critiques. Une simulation rapide de 30 minutes sur un composant te donne déjà des indications sur points à renforcer.

Stratégie d'assemblage :

Planifie l'ordre de montage pour réduire accès et risque d'erreur. Commence par les pièces internes, puis fixes structurelles, et enfin contrôles esthétiques et capteurs éventuels.

Contrôle et livrables :

Livrable attendu : fichier d'assemblage CAO, feuille de plans avec cotes critiques, nomenclature et rapport court indiquant tolérances et calculs essentiels pour fabrication.

Exemple de vérification :

Après simulation, on augmente l'épaisseur d'une patte de 1,5 mm et la contrainte maximale chute de 18 pourcent, résultat acceptable pour production en petite série.

Mini cas concret :

Contexte : créer l'assemblage d'un support moteur composé de 6 pièces, tolérance générale 0,1 mm, durée de conception estimée 4 heures. Étapes : modéliser pièces, définir contraintes, simuler charges de 500 N, valider montage. Résultat : assemblage validé à 6 points de fixation, contrainte max inférieure à 80 MPa. Livrable attendu : fichier asm, 2 plans 1/2 feuilles A3, nomenclature et rapport technique de 1 page.

Check-list opérationnelle :

Étape	Question à se poser
Préparer l'assemblage	Les pièces ont-elles les bonnes tolérances et jeux
Définir les contraintes	Quelles sollicitations seront appliquées en service
Simuler	La contrainte maximale reste-t-elle sous la limite admissible
Documenter	As-tu bien généré plans, nomenclature et rapport
Contrôle final	Montage physique conforme au plan et sans interférence

Astuce de stage :

Même si le délai est serré, prends 15 minutes pour noter 3 cotes critiques sur le modèle, cela évite souvent une reprise en atelier et sauve 2 à 3 jours sur la production.

Ce qu'il faut retenir

Tu choisis un assemblage en fonction de la maintenance, du coût et des efforts subis. Combine **Types d'assemblage principaux** (vissage, collage, emboîtement) avec des **tolérances et jeux** adaptés pour assurer montage, frottement maîtrisé et tenue mécanique.

- Assemblages soumis aux vibrations: privilégie visserie freinée, jeux contrôlés et ajustements serrés sur les zones porteuses.
- Analyse les **contraintes mécaniques clés** (traction, flexion, cisaillement, torsion) et les degrés de liberté imposés par chaque liaison.
- En DAO/CAO, fixe les pièces avec contraintes géométriques, simule les charges, puis ajuste épaisseurs et fixations.

Appuie-toi sur une **stratégie de vérification CAO**, une check-list simple (préparer, contraindre, simuler, documenter, contrôler) et le repérage systématique des cotes critiques pour sécuriser l'assemblage avant la fabrication.

Chapitre 3 : Mises en plan 2D

1. Principes et normes des mises en plan :

Formats et échelles :

Choisis le format de feuille en fonction de la pièce et de la précision demandée. Les formats courants sont A4, A3, A2, A1. L'échelle doit rester lisible, par exemple 1:1 pour petites pièces, 1:2 ou 1:5 pour éléments plus grands.

Projection et vues :

Apprends les méthodes de projection orthogonale pour présenter face, dessus et profil. Utilise une vue en coupe si l'intérieur est important. Respecte l'orientation pour éviter toute ambiguïté en fabrication.

Astuce pratique :

Numérote toujours tes vues de gauche à droite et vérifie la cohérence avec la liste de matériaux, cela évite 70% des erreurs en atelier.

2. Cotation, tolérances et annotations :

Règles de cotation :

Place les cotes sur les vues les plus explicites, sans chevauchement. Utilise les cotations fonctionnelles pour indiquer les dimensions critiques liées à l'assemblage ou au mouvement.

Tolérances et finition :

Spécifie tolérances et état de surface pour les pièces usinées. Pour 3D imprimées, indique la précision attendue, souvent $\pm 0,2$ mm pour une imprimante FDM de qualité moyenne.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Pour une pièce de fixation, on retire les cotes redondantes et on conserve 6 cotes critiques, ce qui réduit les retours atelier de 30% selon mon expérience de stage.

Format	Usage typique	Échelle recommandée
A4	Détails administratifs ou petits composants	1:1 ou 2:1
A3	Pièces moyennes, assemblages simples	1:1 à 1:5
A2 / A1	Grandes pièces ou dossiers de fabrication	1:10 à 1:50

3. Organisation du dossier et livrables :

Contenu minimal d'une mise en plan :

Une mise en plan doit contenir l'entête (nom, matière, échelle), vues nécessaires, cotes, tolérances, finition, repères et nomenclature si besoin. Sois précis, propre et lisible.

Export et formats :

Fournis les fichiers en PDF pour impression et en DWG ou DXF pour l'atelier. Pense à verrouiller l'échelle et à inclure une version exportée en 2D depuis ta CAO 3D pour éviter les erreurs.

Exemple d'implantation d'une mise en plan :

Contexte : réalisation d'une mise en plan pour une bride métallique. Étapes : modélisation 3D, choix vues, cotation fonctionnelle, ajout tolérances. Résultat : une planche A3 à l'échelle 1:2, 12 cotes, 3 tolérances. Livrable attendu : PDF A3 et DWG, dossier prêt pour impression en 30 minutes.

Mini cas concret métier :

Contexte : atelier souhaite usiner 50 brides identiques. Étapes : modéliser la bride, créer mise en plan, définir 5 cotes critiques, ajouter tolérance $\pm 0,1$ mm, valider plan. Résultat : production lancée, 50 pièces en 3 jours. Livrable attendu : fichier PDF A3 avec 3 vues, nomenclature et DWG exploitable.

Tâche	Critère	Remarque
Vérifier l'échelle	1:1, 1:2, 1:5	S'assurer de la lisibilité après impression
Lister les cotes critiques	2 à 10 cotes	Prioriser fonction et assemblage
Choisir format de sortie	PDF + DWG	PDF pour lecture, DWG pour production
Contrôle final	Vérification croisée	Relire ou faire relire en 10 minutes

Check-list opérationnelle :

- Vérifier format et échelle avant cotation
- Placer les cotes fonctionnelles en priorité
- Indiquer tolérances et état de surface
- Exporter en PDF et DWG et nommer clairement le fichier
- Relire le plan en 5 à 10 minutes ou demander un contrôle croisé

Astuce de stage :

Garde toujours une version sauvegardée avec la date et ton initiale, ça t'a sauvé plus d'une fois lors d'une modification de dernière minute.

 **Ce qu'il faut retenir**

Pour une mise en plan efficace, choisis le **format et échelle** adaptés à la taille de la pièce et à la lisibilité, puis définis les vues utiles en respectant une **projection orthogonale correcte**.

- Numérote tes vues de gauche à droite et évite les cotes redondantes.
- Place une **cotation fonctionnelle claire** sur les vues les plus parlantes et limite toi aux cotes critiques.
- Précise les **tolérances et finitions**, puis exporte systématiquement en PDF pour lecture et DWG ou DXF pour fabrication.

Termine toujours par un contrôle final rapide, en relisant le plan ou en demandant une vérification croisée, afin d'éviter les erreurs avant l'atelier.

Chapitre 4 : Cotation et tolérances

1. Principes de tolérancement géométrique :

Définition et objectifs :

La tolérance géométrique précise la zone acceptable d'une surface ou d'un axe pour assurer la fonction. Elle sert à garantir l'interchangeabilité, la qualité d'assemblage et la répétabilité en production.

Système de référence et datums :

Les datums définissent les références du modèle, elles organisent la chaîne de mesure et limitent les degrés de liberté. Bien choisir 1 à 3 datums simplifie la cotation fonctionnelle et l'inspection.

Types de tolérances géométriques :

On distingue la forme, l'orientation, la localisation et le battement. Chaque type a un symbole ISO qui indique la zone tolérée, par exemple position, perpendicularité ou cylindricité.

Exemple d'application géométrique :

Pour une pièce porteuse, impose une perpendicularité de 0,05 mm entre face et alésage pour garantir l'alignement des axes lors de l'assemblage.

2. Empilement des tolérances et analyse fonctionnelle :

Méthode de calcul des empilements :

Le calcul en worst-case additionne les tolérances pour connaître l'écart maximal possible, utile pour des assemblages critiques. En pratique, on compare aussi avec une approche statistique pour moins de surcoût.

Tolérances machine et capacité :

Vérifie les capacités machine dès la définition des tolérances. Par exemple, une fraiseuse 3 axes réalise généralement 0,02 mm répétable, une imprimante 3D FDM tourne autour de 0,1 à 0,2 mm.

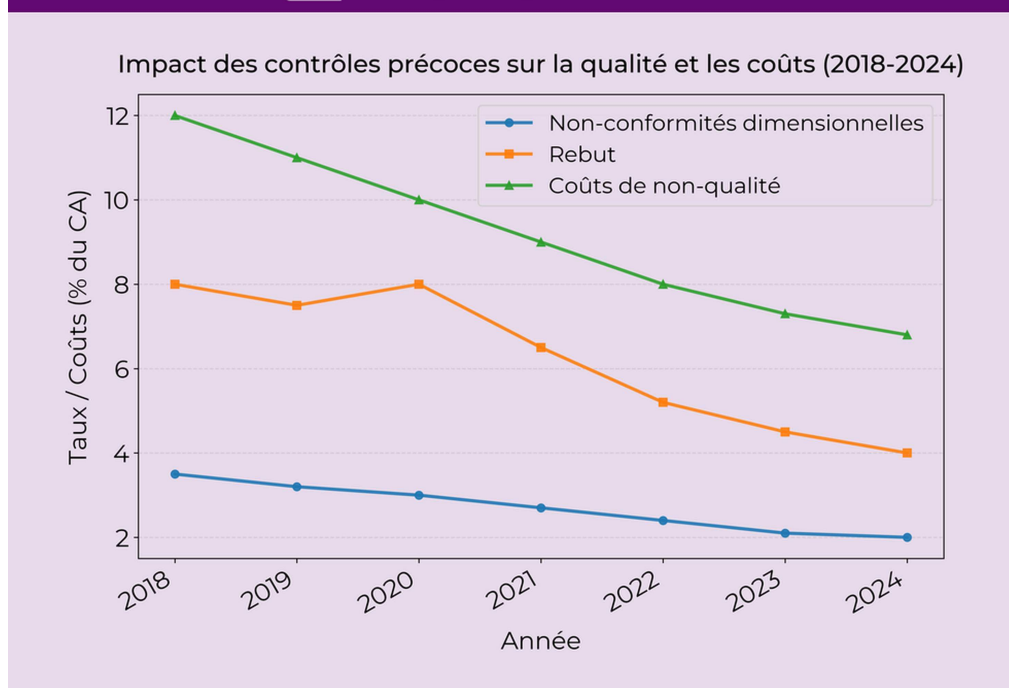
Stratégies pour réduire les coûts :

Tu peux relâcher des tolérances non fonctionnelles, regrouper géométrie et tolérance ou changer la séquence d'usinage. Cela réduit les refus et le temps d'usinage tout en gardant l'ajustement.

Astuce de stage :

Quand tu testes un assemblage, commence par mesurer 3 à 5 pièces pour valider l'empilement avant d'ajuster la série complète, cela évite 50% d'erreurs en production.

Graphique chiffré



3. Mesure, contrôle et plan d'inspection :

Choix des moyens de mesure :

Utilise pied à coulisse pour $\pm 0,02$ mm général, micromètre pour précision à $\pm 0,01$ mm, machine de mesure tridimensionnelle (MMT) pour tolérances géométriques sous 0,01 mm.

Plan d'inspection et incertitude :

Rédige un plan indiquant points à contrôler, fréquence et tolérances acceptables. Estime l'incertitude de mesure, elle doit rester inférieure à la moitié de la tolérance utile.

Indicateurs de capacité :

Calcule Cp et Cpk pour les dimensions critiques, vise Cp et Cpk supérieurs à 1,33 pour une production stable. Mesure sur 25 à 30 pièces pour statistique fiable.

Exemple de plan d'inspection :

Pour un alésage $\varnothing 20 \pm 0,05$ mm, contrôle 10 pièces par lot, mesurer $\varnothing$, circularité et coaxialité, et reporter Cp, Cpk et incertitude de mesure dans le rapport.

Symbole	Signification	Zone tolérée
Position	Localisation d'un trou ou d'un axe	Cylindre de diamètre toléré
Perpendicularité	Angle droit entre deux entités	Bande plane ou cylindre selon le cas

Cylindricité	Forme d'un cylindre sur toute sa longueur	Zone cylindrique
--------------	---	------------------

Tu trouveras ci-dessous un mini cas concret pour mettre en pratique ces notions et générer un livrable chiffré.

Mini cas concret – arbre et moyeu :

Contexte :

Un arbre $\varnothing 30$ mm doit s'assembler avec un moyeu comportant 4 trous de fixation $\varnothing 8,5$ mm. Jeu d'assemblage visé 0,05 mm pour éviter blocage lors du montage.

Étapes :

- Définir la cote fonctionnelle de l'axe et du trou, $\varnothing 30+0,00/-0,03$ pour l'arbre, $\varnothing 30+0,05/+0,00$ pour le moyeu.
- Appliquer une tolérance de position de 0,1 mm pour les 4 trous, datum sur l'alésage central.
- Réaliser 10 pièces prototypes, mesurer $\varnothing$, position et circularité avec MMT.

Résultat attendu :

Assemblage sans jeu excessif, 8 sur 10 pièces conformes au premier lot, Cp estimé à 1,4 et Cpk à 1,2 après 30 mesures, rapport d'inspection livré en PDF.

Livrable :

Dossier de fabrication comprenant plan 2D annoté, fiche d'usinage, plan d'inspection et rapport MMT chiffré, avec tolérances et indicateurs Cp/Cpk.

Checklist opérationnelle	Action
Valider fonction	Vérifier la fonction réelle avant de fixer des tolérances serrées
Choisir datums	Sélectionner 1 à 3 datums pertinents pour l'assemblage
Estimer capabilité	Comparer tolérances au Cp machine et ajuster si nécessaire
Établir plan	Rédiger plan d'inspection avec fréquences et outils
Mesurer pilote	Faire 10 à 30 mesures initiales pour valider les choix

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En remplaçant une tolérance position de 0,05 mm par 0,12 mm non critique, on a réduit les reprises d'usinage de 40% et baissé le coût unitaire de 8% sur une série de 500 pièces.

 **Ce qu'il faut retenir**

La **tolérance géométrique précise** la zone admissible pour garantir fonction, interchangeabilité et répétabilité. Tu définis des **datums de référence cohérents** pour bloquer les degrés de liberté, puis choisis forme, orientation, localisation ou battement avec les symboles ISO adaptés.

- Analyser l'assemblage, fixer les cotes fonctionnelles et utiliser l'empilement worst-case ou statistique.
- Vérifier les **capacités réelles machine** avant d'imposer des tolérances serrées.
- Relâcher les tolérances non critiques afin de réduire reprises et coûts.
- Établir un **plan d'inspection complet** avec moyens de mesure, fréquence, Cp et Cpk.

En testant quelques pièces pilotes et en ajustant tolérances et datums, tu assures un assemblage conforme, contrôlable et économiquement optimisé.

Construction mécanique

Présentation de la matière :

En Bac Pro MP3D, la matière **Construction mécanique** t'aide à comprendre comment les pièces se montent, résistent et se déplacent. Tu apprends les liaisons, les efforts, le choix des matériaux et la lecture de plans.

Cette matière est surtout évaluée dans l'épreuve de **modélisation et optimisation d'une solution**, coefficient 5. L'épreuve est **pratique sur 4 heures**, sur ordinateur, sans oral, ou en CCF. Avec d'autres épreuves pro, elle représente environ 12 coefficients sur 28.

Conseil :

Pour progresser en **Construction mécanique**, travaille régulièrement. Consacre **20 à 30 minutes** après le cours pour refaire les schémas, vérifier les unités et refaire 1 ou 2 exercices.

Tu peux t'organiser avec **quelques réflexes simples** pour l'épreuve pratique de 4 heures. Note-les et relis-les avant chaque séance de TP.

- Revois 10 minutes de cours chaque jour
- Fais 2 exercices chronométrés avant chaque contrôle

Un camarade visait 10 de moyenne, et il est monté à 14 après avoir fait **3 sujets blancs complets** avant l'épreuve.

Table des matières

Chapitre 1 : Représentation des liaisons	Aller
1. Notions et symboles	Aller
2. Application en CAO et sur plan	Aller
Chapitre 2 : Transmission de mouvements	Aller
1. Types et principes	Aller
2. Rapports, couple et vitesse	Aller
3. Maintenance, erreurs et cas pratique	Aller
Chapitre 3 : Roulements et guidages	Aller
1. Types et fonctions des roulements et guidages	Aller
2. Choix, tolérances et montage	Aller
3. Lubrification, maintenance et diagnostic	Aller
Chapitre 4 : Choix de matériaux	Aller
1. Types de matériaux et propriétés	Aller
2. Critères de choix et contraintes	Aller

3. Processus de sélection en projet réel [Aller](#)

Chapitre 5 : Résistance des pièces [Aller](#)

1. Comprendre les sollicitations [Aller](#)

2. Calculs simples et vérifications [Aller](#)

3. Conception pratique et contrôle [Aller](#)

Chapitre 1 : Représentation des liaisons

1. Notions et symboles :

Définition de la liaison :

Une liaison relie deux pièces et limite leurs mouvements relatifs, elle définit quelles directions sont autorisées ou bloquées, et conditionne la mobilité et la transmission d'efforts dans un assemblage.

Degrés de liberté :

On parle de degrés de liberté pour compter les mouvements possibles, translation et rotation incluses. Une liaison pivot laisse 1 rotation, une glissière laisse 1 translation.

Symboles et conventions :

- Symbole pivot : symbole circulaire indiquant axe de rotation.
- Symbole glissière : barre indiquant translation le long d'un axe.
- Symbole appui plan : ligne représentant contact plan.

Exemple : représentation d'une pivot :

Sur un plan, tu traces le symbole pivot à côté de l'assemblage et tu notes la référence de l'axe, cela évite 80% des confusions lors du montage en atelier.

Type de liaison	Degrés de liberté bloqués	Usage typique
Pivot	5 mouvements bloqués	Charnières, articulations
Glissière	5 mouvements bloqués	Tiroirs, coulisses
Appui plan	3 mouvements bloqués	Supports, bases
Rotule	3 mouvements bloqués	Liaisons universelles, suspensions

2. Application en CAO et sur plan :

Représentation en plan et vue 3d :

Sur un dessin technique, indique la liaison par un symbole et une note. En CAO, utilise des contraintes d'assemblage pour simuler le comportement réel de ton système avant impression ou usinage.

Choix de la liaison :

Choisir la liaison revient à comparer nécessité de mouvement, effort à transmettre et fabrication. Pense aussi aux jeux, à l'usinage et au montage sur site.

- Forces principales à transmettre
- Tolérances requises pour la fonction

- Facilité d'assemblage et maintenance

Vérification et tolérances :

Mesure le jeu avec un comparateur ou une jauge, vérifie l'alignement à 0,1 mm près si nécessaire, et reporte les cotes fonctionnelles sur le plan d'ensemble pour l'atelier.

Astuce pratique :

Pour gagner du temps, modélise d'abord les liaisons les plus contraintes, vérifie les collisions en 15 à 30 minutes, puis note les corrections directement sur la maquette CAO.

Exemple :

Mini cas concret contextuel : concevoir un support articulé avec 2 liaisons pivot et 1 glissière pour une machine de prototype. Étapes : modélisation 3D, simulation contraintes, plan d'ensemble. Résultat : jeu maximal < 0,5 mm, temps total 5 heures. Livrable attendu : plan d'ensemble PDF, fichier CAO assemblé et liste de pièces avec 3 références et tolérances indiquées.

Élément	Vérification	Tolérance acceptable	Action corrective
Liaison pivot	Mesure du jeu radial	$\leq 0,5$ mm	Resserrer ou remplacer bague
Liaison glissière	Contrôle lubrification	Présence de film lubrifiant	Appliquer graisse adaptée
Alignement	Comparateur ou règle	$\leq 0,2$ mm	Réaligner et recalibrer
Fixations	Couple de serrage	8 N·m pour vis M6	Serrer au couple indiqué

Ce qu'il faut retenir

Une liaison relie deux pièces et limite leurs mouvements pour contrôler la mobilité et la transmission d'efforts. Les **degrés de liberté** décrivent translations et rotations autorisées; pivot et glissière n'en laissent qu'une. Chaque liaison a un symbole normalisé en dessin et une contrainte dédiée en CAO.

- Connais la **définition d'une liaison** et les mouvements bloqués ou permis.
- Utilise correctement les symboles pivot, glissière, appui plan et rotule.
- En CAO, applique des contraintes pour **choix de la liaison** et simulation réaliste.
- Prévois la **vérification des tolérances** : jeux, alignement, lubrification et couples de serrage.

En résumé, identifie la liaison adaptée, représente-la clairement sur plan et en CAO, puis contrôle jeux et alignements pour garantir le fonctionnement de ton assemblage.

Chapitre 2 : Transmission de mouvements

1. Types et principes :

Fonction principale :

Une transmission transforme et transmet un mouvement et un effort d'un organe moteur vers un organe entraîné, elle adapte vitesse, sens et couple pour répondre à la fonction mécanique voulue.

Éléments courants :

Tu vas rencontrer pignons, trains d'engrenages, arbres, accouplements, courroies, poulies, chaînes et réducteurs, chacun ayant un rendement et une plage d'utilisation spécifiques selon vitesse, charge et précision exigées.

Critères de choix :

Choisis selon couple à transmettre, vitesse désirée, encombrement, coût et bruit. Prends en compte aussi la maintenance et la fréquence d'arrêt prévue en atelier ou sur prototype.

Exemple d'application :

Pour déplacer un plateau de 0,5 m avec 20 Nm, une courroie crantée peut suffire si la précision n'est pas critique, sinon un train d'engrenages offrira plus de rigidité.

Élément	Avantage	Inconvénient	Application typique
Engrenages	Précision et rigidité	Coût et usure si mal aligné	Boîtes de vitesses, robots
Courroies crantées	Silencieux et léger	Glissement possible, usure	Imprimantes 3D, convoyeurs
Chaînes	Haute résistance au couple	Bruit et lubrification requise	Transmissions lourdes, motos
Accouplements	Compense désalignements	Limité selon couple	Moteurs et pompes

2. Rapports, couple et vitesse :

Calcul du rapport :

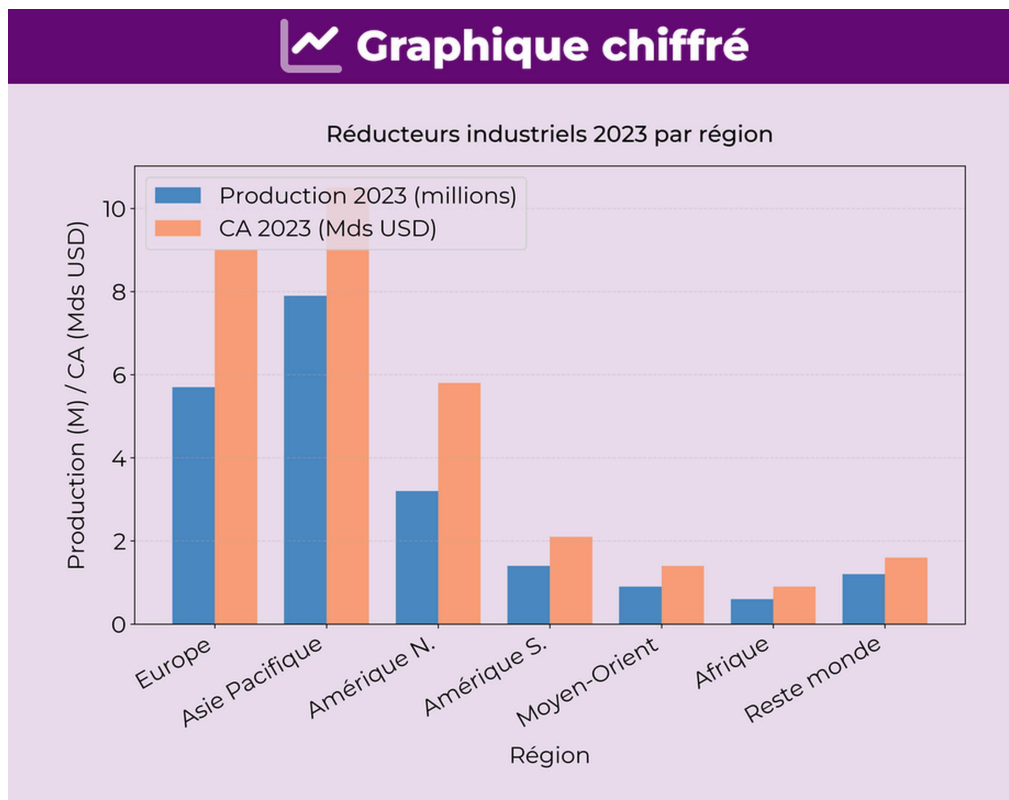
Le rapport de transmission change la vitesse et le couple. Pour un train d'engrenages simple, rapport $i = Z_{\text{moteur}} / Z_{\text{mené}}$, en pratique tu utilises nombres de dents pour dimensionner la réduction ou la multiplication.

Exemple numérique :

Si ton moteur tourne à 3000 tours par minute et que tu as un pignon de 20 dents entraînant un pignon de 40 dents, la sortie tourne à 1500 tours par minute, ralentissement par deux.

Transmission du couple :

Le couple en sortie augmente inversement au rapport, mais prends en compte le rendement mécanique, typiquement 95% pour un engrenage droit et 90% pour une courroie, ajuste toujours en fonction.



Exemple d'application :

Pour obtenir 10 Nm en sortie avec un rendement de 90% et un rapport de 4, le moteur doit fournir environ 2,8 Nm, calcule toujours en intégrant les pertes.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Sur un prototype, on a choisi un rapport 1:5 pour réduire la vitesse de l'outil tout en augmentant le couple, la pièce a été usinée en 12 minutes au lieu de 20, gain réel en qualité et temps.

3. Maintenance, erreurs et cas pratique :

Contrôles périodiques :

Vérifie alignement, jeu, tension de courroie et lubrification toutes les 100 heures d'utilisation en atelier, ou après chaque essai important sur prototype, consigne simple et efficace pour éviter pannes.

Erreurs fréquentes :

Montage avec jeu axial excessif, mauvais alignement d'arbres, ou utilisation d'une courroie inadaptée provoquent vibrations, usure accélérée et pertes de rendement, évitez ces erreurs en prenant 10 minutes de vérification.

Conseils de stage :

Note toujours les cotes d'alignement et tension lors du démontage pour remonter à l'identique, garde un jeu de 2 à 3 outils clés pour ajuster rapidement sur site, c'est la base en atelier.

Exemple de mini cas concret :

Contexte : concevoir la transmission d'une pince robotisée pour prototypage. Étapes : calcul du couple requis, choix d'un réducteur 25:1, sélection d'un moteur 3 000 rpm, simulation et validation.

Résultat : sortie 120 rpm, couple utile 8 Nm, rendement global estimé 88%, masse totale 0,7 kg, délai de réalisation 10 jours en atelier. Livrable attendu : plan d'ensemble, nomenclature et simulation de couple chiffrée.

Checklist opérationnelle	Action
Vérifier l'alignement	Utiliser règle et comparateur, corriger si > 0,1 mm
Contrôler tension de courroie	Mesurer flèche, ajuster pour 3 à 5 mm selon longueur
Lubrification	Graisse adaptée pour engrenages, huile pour roulements selon fabricant
Contrôle jeux	Mesurer jeu radial et axial, respecter tolérances indiquées

Exemple de conseil terrain :

Sur un projet, j'ai perdu 2 heures parce qu'une courroie mal tendue patinait, depuis j'insiste sur la mesure de flèche et je note la valeur pour le prochain montage.

Ce qu'il faut retenir

Une transmission sert à **adapter vitesse et couple** entre moteur et organe mené pour respecter la fonction mécanique.

- Choisis l'organe (engrenages, courroies, chaînes, accouplements) selon **couple, vitesse et précision**, ainsi que coût, bruit et maintenance.
- Le rapport $i = Z_{\text{moteur}} / Z_{\text{mené}}$ fixe vitesse et couple: réduction de vitesse = augmentation de couple, à corriger par le **rendement mécanique réel**.

- Contrôle régulièrement alignement, tension, lubrification et jeux pour éviter vibrations, usure et pertes.
- Pour un prototype (pince robotisée), calcul du couple, choix du réducteur puis du moteur permettent d'obtenir la **vitesse et le couple utiles** dans les délais.

Retenir que de bons calculs de rapport, un choix adapté des composants et une maintenance rigoureuse garantissent une transmission fiable en atelier.

Chapitre 3 : Roulements et guidages

1. Types et fonctions des roulements et guidages :

Roulements à billes et à rouleaux :

Les roulements à billes gèrent surtout des charges radiales et axiales faibles à modérées, ils sont rapides et compacts. Les rouleaux supportent des charges plus élevées, ils sont plus robustes mais parfois plus volumineux.

Roulements lisses et glissières :

Les paliers lisses sont simples, adaptés aux faibles vitesses et charges continues. Ils demandent souvent plus de lubrification mais sont économiques et résistent aux chocs et à la contamination plus facilement que certains roulements démontables.

Guidages linéaires et supports spéciaux :

Les guidages linéaires (rails, patins) assurent un déplacement rectiligne précis, utile en CAO et prototypage pour axes X et Y. Certains supports intègrent étanchéité et précharge pour garantir répétabilité et précision.

Exemple d'identification d'un roulement :

Tu observes une référence 6204 sur un plan, tu sais que c'est un roulement à billes radial compact, utile pour des vitesses moyennes et des charges allant de quelques centaines à quelques milliers de newtons.

Type	Avantage	Limite
Roulement à billes	Faible frottement, haute vitesse	Charge axiale limitée
Roulement à rouleaux	Grande capacité de charge	Volume et masse supérieurs
Palier lisse	Simplicité et coût réduit	Entretien fréquent

2. Choix, tolérances et montage :

Charge, vitesse et durée de vie :

Pour choisir, évalue la charge radiale et axiale et la vitesse de rotation. Des charges de quelques centaines de newtons demandent des petits roulements, des milliers de newtons exigent des modèles renforcés.

Jeux et ajustements recommandés :

Les jeux varient selon l'application. Sur axe brut, on choisit souvent un ajustement axe H7 et roulement léger g6 ou h6 selon besoin de démontage, pour garantir concentricité et évacuation des contraintes.

Montage et outils :

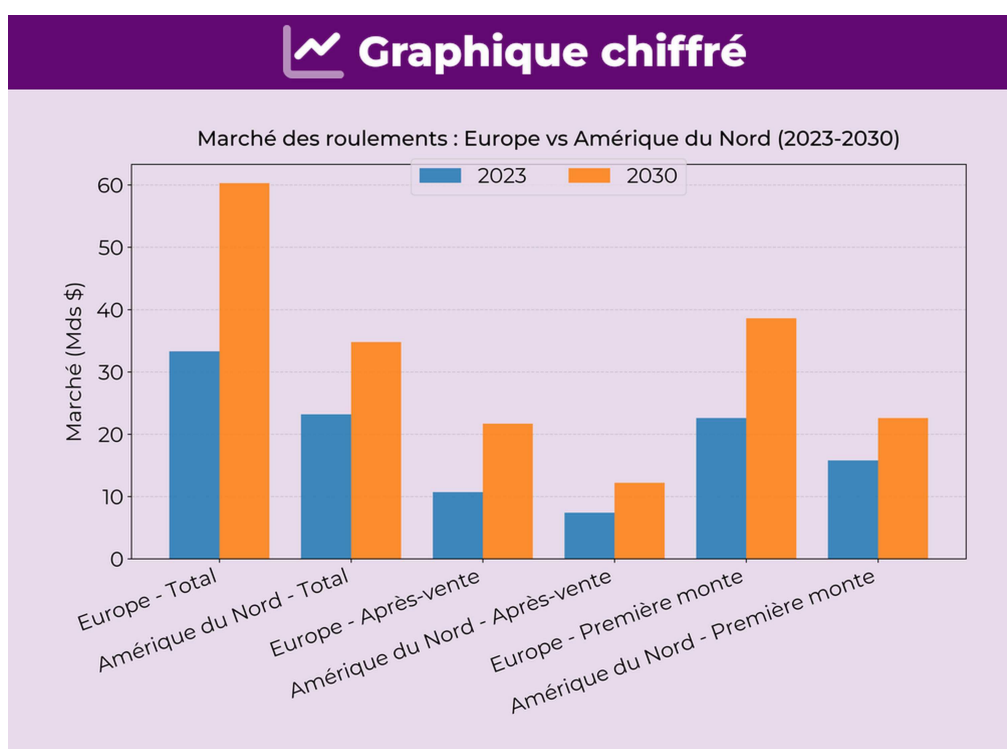
Utilise presse, bagues de montage, clé dynamométrique et chauffage contrôlé pour l'emmanchement par dilatation. Un montage mal aligné réduit la durée de vie de moitié sur certaines installations.

Astuce montage :

Pour monter une bague serrée, chauffe la bague à environ 80 °C pendant 5 à 10 minutes, elle glisse mieux et évite d'abîmer les chemins de roulement.

Exemple d'assemblage d'un palier simple :

Remplace un roulement sur un axe de 20 mm, polis et nettoie l'axe, chauffe la bague extérieure 5 minutes à 80 °C, presse à 1 tonne jusqu'à butée, contrôle le jeu axial et la rotation.



3. Lubrification, maintenance et diagnostic :

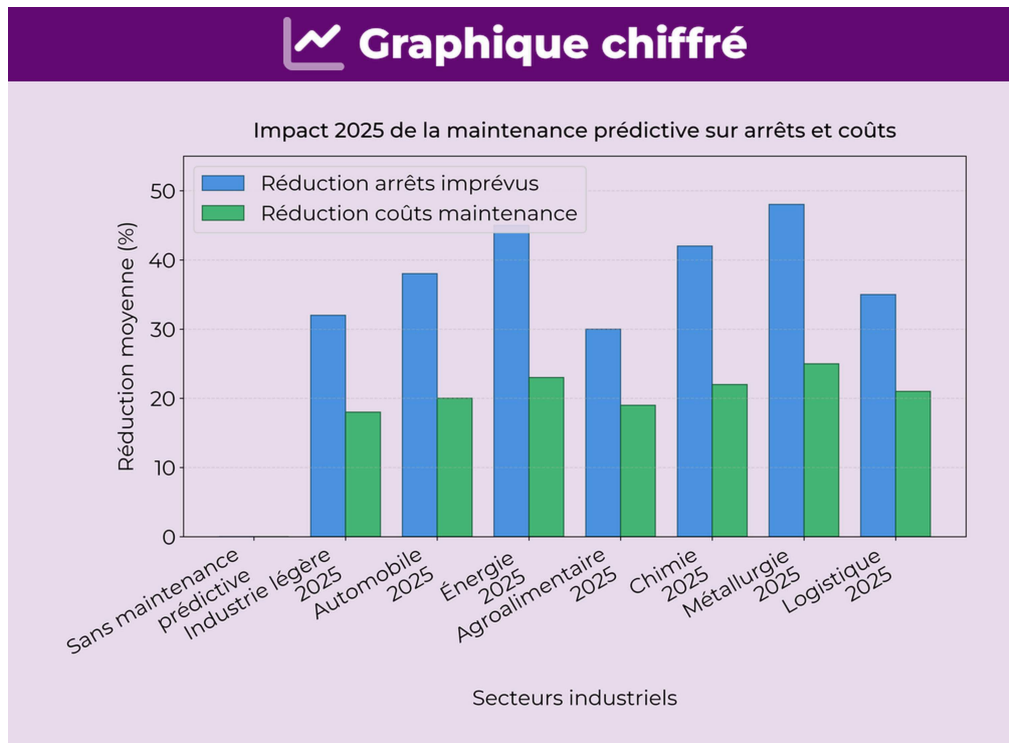
Types de lubrifiants et fréquences :

Graisses au lithium sont courantes pour des vitesses faibles à moyennes, huiles synthétiques pour hautes vitesses. En atelier, on regrease souvent toutes les 3 mois pour usage courant et tous les mois en usage intensif.

Signes d'usure et contrôles :

Bruyance, augmentation de la température, jeu excessif et vibration indiquent une usure. Un palier qui chauffe plus de 20 °C au-dessus de la température ambiante mérite un arrêt et inspection.

Graphique chiffré



Interventions et bonnes pratiques :

Consigne chaque intervention sur une fiche, prends photos avant et après, vérifie couple de serrage et concentricité. Un bon dossier facilite le diagnostic et économise jusqu'à 30% de temps sur les prochaines maintenances.

Exemple d'entretien préventif :

Pour une imprimante 3D industrielle, graissage des axes tous les 3 mois, contrôle jeu et alignement tous les 6 mois, remplacement préventif d'un roulement toutes les 12 000 heures.

Mini cas concret :

Contexte : une imprimante 3D grand format présente vibrations sur l'axe Y, pièces mal calibrées.

Étapes :

- Mesure du jeu et des vibrations, 10 minutes.
- Retrait du roulement usé, 30 minutes.
- Montage d'un roulement neuf et réglage, 45 minutes.

Résultat et livrable :

Vibrations divisées par 3, précision de déplacement revenue à $\pm 0,1$ mm. Livrable : fiche d'intervention d'une page avec photos, temps d'intervention 85 minutes et coût pièce 18 euros.

Vérification	Fréquence	Action
--------------	-----------	--------

Contrôle bruit et jeu	Tous les 3 mois	Regreaser ou remplacer
Température d'exploitation	En continu	Arrêt si +20 °C
Alignement des axes	Tous les 6 mois	Ajuster ou réaligner

Checklist terrain	Critère
Nettoyage avant montage	Axe et logement propres
Contrôle jeu radial	Conforme aux tolérances
Application du lubrifiant	Type et quantité respectés
Couple de serrage	Valeurs indiquées respectées

Ce qu'il faut retenir

Les **roulements à billes** sont rapides pour charges modérées, les roulements à rouleaux encaissent mieux les fortes charges. Les paliers lisses sont simples et économiques mais demandent plus de lubrification. Les **guidages linéaires précis** assurent un déplacement rectiligne pour axes de machines.

- Choisis selon **charge, vitesse et durée**, en identifiant type (ex. 6204) et capacité de charge.
- Adopte des **jeux et ajustements** adaptés (axe H7, roulement g6 ou h6) pour montage fiable et démontage possible.
- Privilégie montage par chauffage contrôlé, presse et bon alignement pour préserver la durée de vie.
- Assure une **maintenance préventive structurée** : lubrification régulière, suivi température, bruit, jeux et traçabilité des interventions.

En résumé, si tu maîtrises choix, montage et entretien, tes roulements et guidages resteront précis, fiables et durables tout en limitant les arrêts imprévus.

Chapitre 4 : Choix de matériaux

1. Types de matériaux et propriétés :

Métaux :

Les métaux offrent résistance, dureté et conductivité. L'acier est fréquent pour les pièces structurales, l'aluminium pour réduire le poids, le laiton pour les pièces d'assemblage et le titane pour des applications techniques exigeantes.

Polymères :

Les polymères sont légers et souvent faciles à usiner ou imprimer. Le PLA et l'ABS servent au prototypage, le PETG pour pièces fonctionnelles, et les nylons pour résistance à l'abrasion et aux chocs.

Composites et matériaux avancés :

Les composites fibreux augmentent la rigidité par rapport au poids, ils conviennent pour des pièces allégées ou soumis à fatigue. Les matériaux imprégnés offrent aussi une bonne résistance thermique.

Élément	Propriété clé	Usage courant
Acier	Haute résistance	Châssis, axes
Aluminium	Faible densité	Pièces mobiles, boîtiers
PLA	Facile à imprimer	Prototype visuel
Nylon	Résistance à l'usure	Pièces fonctionnelles

2. Critères de choix et contraintes :

Propriétés mécaniques :

Regarde la résistance à la traction, le module d'élasticité, et la dureté. Ces valeurs déterminent la géométrie et l'épaisseur nécessaires pour éviter la déformation sous charge.

Usinabilité et procédés de fabrication :

Choisis un matériau compatible avec la méthode choisie, usinage, impression 3D ou moulage. Par exemple, l'aluminium s'usine bien, le PLA s'imprime vite et le nylon exige des réglages spécifiques.

Coût, disponibilité et durabilité :

Prends en compte prix au kg, longueur du délai d'approvisionnement et impact environnemental si demandé. Pour un lot de 10 pièces, un métal peut coûter 5 à 20 fois plus qu'un filament plastique.

Astuce choix rapide :

Pour un prototype fonctionnel rapide, commence par PETG ou nylon renforcé si l'assemblage subit des efforts, évite le PLA si la pièce est soumise à chaleur prolongée.

3. Processus de sélection en projet réel :

Analyse fonctionnelle :

Définis contraintes mécaniques, thermique et esthétique, liste charges maximales, fréquence d'utilisation et interface avec d'autres pièces. Chiffrer ces contraintes facilite la comparaison des matériaux.

Prototype, tests et validation :

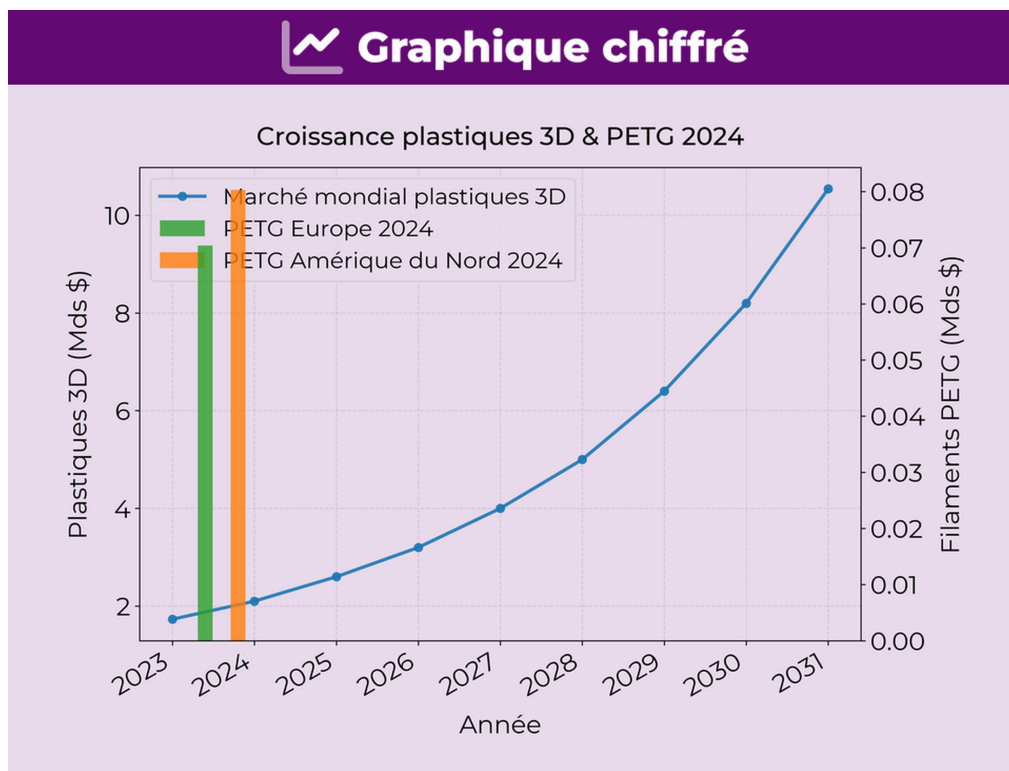
Imprime ou usine un prototype, effectue tests de résistance et d'usure. Mesure déformation, poids et temps de fabrication. Par exemple, un essai de charge à 500 N pour 1000 cycles révèle la durée de vie.

Livrable attendu :

Pour chaque sélection, rends un document contenant choix du matériau, justification chiffrée, plan de contrôle et estimation de coût et délai. Ce livrable sert de base pour la production.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

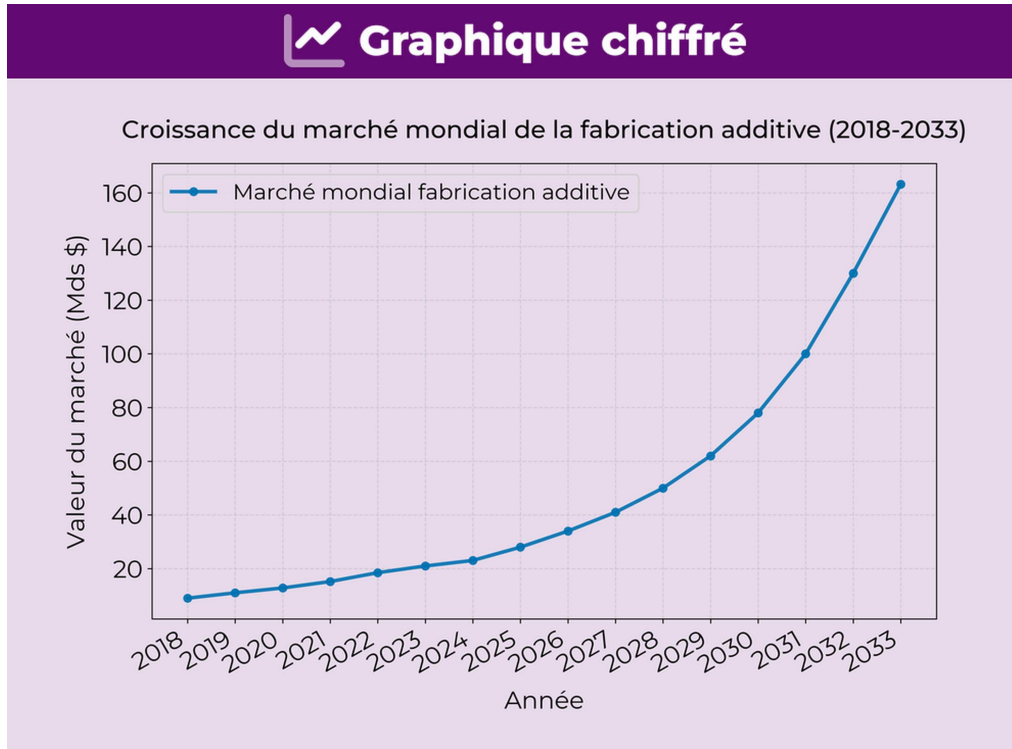
Conception d'un boîtier imprimé pour un capteur, réduction de la masse de 30%, impression en PETG, coût matière 12 euros, temps d'impression 6 heures, tests étanchéité réussis après 50 cycles.



Mini cas concret :

Contexte :

Tu dois réaliser une poulie de renvoi pour une maquette robotique, contrainte de charge 150 N, rotation 500 tours par minute et poids maximal 80 grammes.



Étapes :

- Analyse fonctionnelle et choix des cotes critiques
- Comparaison matériaux : aluminium, PLA renforcé et nylon
- Prototype en PETG, test de tenue à 150 N pendant 10 minutes
- Validation sur banc et modification si besoin

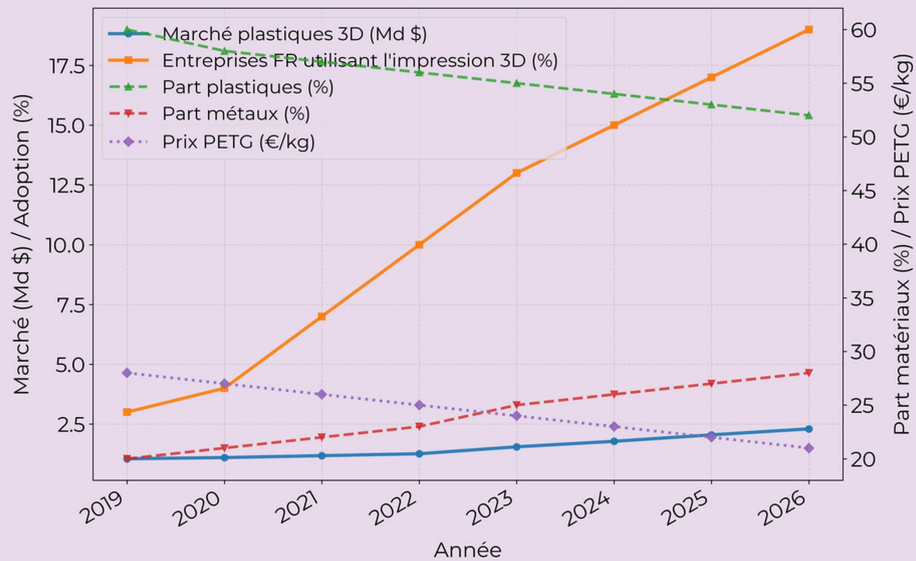
Résultat chiffré et livrable :

Résultat :

La poulie en aluminium pèse 45 grammes, coût matière 8 euros, résistance sans déformation sous 150 N. Prototype PETG a cassé après 20 minutes. Livrable attendu, dossier technique de 3 pages avec plan cotation, matière choisie, coût unitaire 12 euros, et procédure d'assemblage.

Graphique chiffré

Impression 3D : marché des plastiques, adoption et coût (2019-2026)



Étape	Action	Livrable
Analyse	Définir contraintes et charges	Fiche technique
Prototype	Impression ou usinage du modèle	Pièce test
Validation	Tests mécaniques et d'assemblage	Rapport d'essais

Check-list opérationnelle :

Vérification	Critère
Charges	Valeur maximale en N
Compatibilité procédé	Impression, usinage ou emboutissage
Coût	Prix unitaire visé
Délai	Temps d'approvisionnement en jours
Durabilité	Nombre de cycles prévu

Astuce de stage :

Note toujours le process précis d'impression ou d'usinage et l'état des paramètres. Un réglage de température mal noté peut te coûter 2 à 3 heures de tests supplémentaires le lendemain.

Ce qu'il faut retenir

Tu choisis entre **métaux pour la structure**, **polymères pour prototyper** et **composites pour alléger** selon résistance, masse et environnement.

- Vérifie les **propriétés mécaniques clés** (traction, rigidité, dureté) pour fixer forme et épaisseur.
- Assure la compatibilité avec le procédé choisi: usinage, impression 3D ou moulage.
- Intègre coût, délai d'approvisionnement et durabilité dans ta décision.
- Suis un **processus complet de sélection**: analyse fonctionnelle, prototype, tests, validation et dossier chiffré.

En projet réel, tu passes d'abord par l'analyse des charges, puis par un prototype testé en conditions, avant de figer le matériau dans un livrable clair servant de base à la production.

Chapitre 5 : Résistance des pièces

1. Comprendre les sollicitations :

Traction, compression et flexion :

Tu dois reconnaître les sollicitations, elles déterminent la formule à utiliser pour calculer la contrainte. La traction et la compression sont longitudinales, la flexion crée un moment et des zones en traction et en compression.

Torsion et cisaillement :

La torsion induit des contraintes tangentielles, le cisaillement agit sur des sections transversales. Ces sollicitations sont fréquentes sur des axes, des arbres et des jonctions imprimées en 3D.

Comportement des matériaux :

Chaque matériau réagit différemment, plastique ou métal, rigide ou ductile. Pense aux limites élastiques et à la rupture, la valeur utile est la résistance caractéristique en MPa.

2. Calculs simples et vérifications :

Contraintes et formules :

Pour une poutre en flexion, utilise $\sigma = M \cdot y / I$. Pour une traction, $\sigma = F / S$. Connais bien les unités, Newton pour force, mètres pour longueur, MPa pour contrainte.

Facteur de sécurité et critères :

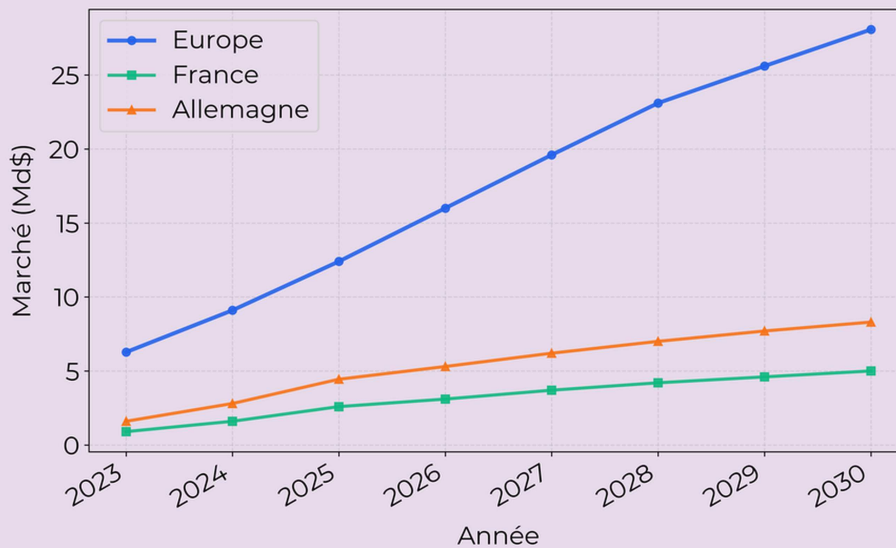
Choisis un facteur de sécurité entre 2 et 4 selon l'usage et le matériau. Pour un prototype non critique, 2 est souvent acceptable, pour une pièce porteuse, vise 3 ou 4.

Exemple de dimensionnement :

Calcul simple pour une plaque supportant 200 N en traction, surface nécessaire $S = F / \sigma$ admissible. Si tu choisis σ admissible 30 MPa, $S = 200 / 30 = 6,67 \text{ mm}^2$, arrondis à 8 mm².

Graphique chiffré

Croissance du marché de la fabrication additive
Europe, France et Allemagne (2023-2030)



Matériau	Résistance à la traction approximative (mpa)
PLA (impression 3D)	50 à 70
ABS (impression 3D)	30 à 40
PETG (impression 3D)	45 à 55
Acier S235	~235
Aluminium 6061	~275

3. Conception pratique et contrôle :

Éviter les concentrations de contraintes :

Utilise des congés, augmente les rayons aux angles, évite les transitions brusques d'épaisseur. Un rayon de raccord au moins égal à la moitié de l'épaisseur réduit fortement le risque de fissuration.

Tolérances, orientation d'impression et état de surface :

L'orientation d'impression change la résistance, couche par couche est plus faible en liaison. Prends des tolérances $\pm 0,2$ mm en impression 3D pour des pièces fonctionnelles et ajuste le post traitement si besoin.

Contrôles, essais et validation :

Pratique des essais simples, traction manuelle, flexion à la presse ou test statique. Mesure la déformation, compare avec le calcul et vérifie le facteur de sécurité cible.

Exemple de mini cas concret :

Contexte, étape et résultat chiffrés :

Contexte : concevoir un support en PLA pour un capteur de 0,5 kg fixé en porte-à-faux de 100 mm.

Étapes :

1. Évaluer charge $F = 0,5 \text{ kg}$ soit $4,9 \text{ N}$, on prend F arrondie à 5 N . 2. Calculer moment $M = F \cdot L = 5 \text{ N} \cdot 0,1 \text{ m} = 0,5 \text{ Nm}$. 3. Choisir section $b = 20 \text{ mm}$, h initial 5 mm .

Résultat et itération :

Avec $h = 5 \text{ mm}$, contrainte calculée $\sigma \approx 120 \text{ MPa}$, trop élevée pour PLA. En doublant l'épaisseur à 10 mm , σ chute à $\approx 30 \text{ MPa}$, acceptable avec un facteur sécurité 2. Livrable attendu : fichier CAO, note de calcul et vue d'ensemble.

Livrable	Contenu attendu
Fichier CAO	Pièce modélisée avec cotes et congés, format .STEP ou .STL
Note de calcul	Calculs de contrainte, M , I , σ , facteur de sécurité choisi
Rapport d'essai	Résultats d'un test statique, déformation mesurée, comparatif calcul/essai

Check-list opérationnelle avant impression ou usinage :

Voici 5 points rapides à cocher avant de lancer ta pièce sur la machine.

Contrôle	Action
Charge et sollicitations	Vérifier forces, moments et directions d'appui
Matériau et résistance	Comparer résistance requise et propriété du matériau choisi
Épaisseur et congés	Ajuster épaisseur et ajouter congés $R \geq 0,5 \cdot \text{épaisseur}$
Orientation d'impression	Choisir orientation pour maximiser résistance dans la direction de charge
Essai rapide	Faire un test statique à $1,5 \cdot$ charge prévue avant mise en service

Astuce terrain :

En stage, j'ai toujours imprimé un coupon d'essai de $20 \times 20 \text{ mm}$ pour vérifier résistance et comportement, cela m'a évité 2 pièces cassées sur 10 prototypes, pratique et rapide.

 **Ce qu'il faut retenir**

Tu dois identifier traction, compression, flexion, torsion et cisaillement pour choisir les bonnes formules de contrainte. Chaque matériau (PLA, ABS, PETG, acier, alu) a une **résistance caractéristique en MPa** qu'il faut comparer aux contraintes calculées.

- En traction: $\sigma = F / S$, en flexion: $\sigma = M \cdot y / I$, unités cohérentes en N, m et MPa.
- Choisis un **facteur de sécurité** entre 2 et 4: 2 pour proto, 3 ou 4 pour pièce critique.
- Réduis les pics avec **congés et transitions douces**, bonne orientation d'impression et épaisseur suffisante.

Valide toujours par un **essai statique simple** ou un test sur prototype pour vérifier que déformation et rupture restent dans les limites prévues.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.