


**194 Fiches de Révision**

# Bac STI2D

**Sciences et Technologies de l'Industrie et  
du Développement Durable**

 Fiches de révision

 Fiches méthodologiques

 Tableaux et graphiques

 Retours et conseils



Conforme au Programme Officiel



Garantie Diplômé(e) ou Remboursé

**4,3/5**

selon l'Avis des Étudiants



[bacsti2d.fr](http://bacsti2d.fr)

# Préambule

## 1. Le mot du formateur :



Hello, moi c'est **Thomas** 🙌

D'abord, je tiens à te remercier de m'avoir fait confiance et d'avoir choisi [www.bacsti2d.fr](http://www.bacsti2d.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 STI2D (Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable)** avec une moyenne de **16,33/20**.

## 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.

Chose promise, chose due : Nous avons créé cette formation unique composée de **5 modules ultra-complets** (1h08 au total) afin de t'aider à **réussir les épreuves** du Bac.



## 3. Contenu du 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 :** Lecture de textes ..... [Aller](#)

**Chapitre 2 :** Analyse littéraire ..... [Aller](#)

**Chapitre 3 :** Écriture argumentée ..... [Aller](#)

**Chapitre 4 :** Oral de français ..... [Aller](#)

**Philosophie** ..... [Aller](#)

**Chapitre 1 :** Notions au programme ..... [Aller](#)

**Chapitre 2 :** Dissertation ..... [Aller](#)

**Chapitre 3 :** Explication de texte ..... [Aller](#)

**Histoire-géographie** ..... [Aller](#)

**Chapitre 1 :** Repères historiques ..... [Aller](#)

**Chapitre 2 :** Territoires et enjeux ..... [Aller](#)

**Chapitre 3 :** Étude de documents ..... [Aller](#)

**Chapitre 4 :** Cartes et croquis ..... [Aller](#)

**Enseignement moral et civique** ..... [Aller](#)

**Chapitre 1 :** Valeurs de la République ..... [Aller](#)

**Chapitre 2 :** Droits et devoirs ..... [Aller](#)

**Chapitre 3 :** Débat argumenté ..... [Aller](#)

**Mathématiques** ..... [Aller](#)

**Chapitre 1 :** Fonctions ..... [Aller](#)

**Chapitre 2 :** Statistiques-probabilités ..... [Aller](#)

**Chapitre 3 :** Géométrie ..... [Aller](#)

**Chapitre 4 :** Algorithmique ..... [Aller](#)

**Innovation technologique** ..... [Aller](#)

**Chapitre 1 :** Identifier un besoin ..... [Aller](#)

**Chapitre 2 :** Créativité et idées ..... [Aller](#)

**Chapitre 3 :** Choisir une solution ..... [Aller](#)

**Chapitre 4 :** Design et usage ..... [Aller](#)

**Chapitre 5 :** Impact environnemental ..... [Aller](#)

**Ingénierie et développement durable** ..... [Aller](#)

**Chapitre 1 :** Contraintes techniques et coûts ..... [Aller](#)

**Chapitre 2 :** Matière-énergie-information ..... [Aller](#)

**Chapitre 3 :** Choix durables ..... [Aller](#)

**Physique-chimie et mathématiques** ..... [Aller](#)

<b>Chapitre 1 : Résolution de problèmes</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 : Raisonnement mathématique</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 : Mesures et expériences</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 4 : Analyse de résultats</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 5 : Modèles math-physique</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Ingénierie, innovation et développement durable</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 1 : Analyse et modélisation</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 : Simulation et essais</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 : Justifier des choix</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Architecture et construction</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 1 : Bâtiments et ouvrages</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 : Solutions constructives</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 : Aménagement du territoire</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 4 : Éco-construction</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 5 : Intégration dans l'environnement</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Énergies et environnement</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 1 : Performance énergétique</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 : Gestion de l'énergie</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 : Solutions durables</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Innovation technologique et écoconception</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 1 : Solutions innovantes</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 : Matériaux et structures</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 : Éco-conception</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 4 : Intégration au produit</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 5 : Compétitivité industrielle</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Systèmes d'information et numérique</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 1 : Traitement de l'information</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 : Commande et pilotage</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 : Matériel et logiciel</b>	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 4 : Objets communicants</b>	<a href="#">Aller</a>

# Français

## Présentation de la matière :

En Bac Techno STI2D, le Français t'aide à lire finement, à écrire clair et à défendre tes idées, même sur des sujets techniques. Cette matière conduit aux **épreuves anticipées** en fin de première, pas de CCF, c'est un **examen final**: Écrit **4 heures** et oral, chacun **coefficient 5**.

À l'écrit, tu choisis un **commentaire guidé** ou une **contraction de texte** suivie d'un **essai argumenté**, notés sur 20, pour la session 2026 l'écrit a lieu le jeudi 11 juin 2026 matin. À l'oral, **préparation 30 minutes** puis **20 minutes**, je me rappelle un camarade qui a gagné 4 points en s'entraînant à l'oral.

## Conseil :

Le piège, c'est de croire que le Français est loin de la STI2D. Planifie **2 séances** de 45 minutes par semaine, 1 pour la méthode, 1 pour relire tes œuvres, et entraîne-toi à faire un plan en 10 minutes, sans paraphraser.

En pratique:

- Fais 1 introduction en 8 lignes
- Réduis un texte d'environ 750 mots au quart
- Répète 1 explication en 12 minutes

Pour l'oral, entraîne-toi avec un ami, chronomètre 30 minutes de préparation, puis 20 minutes à voix haute, et prépare 3 exemples personnels pour l'entretien. Quand tu sens le stress monter, reviens à ton plan, il te guide.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 : Lecture de textes</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre un texte .....	<a href="#">Aller</a>
2. Analyser et rédiger une réponse .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 : Analyse littéraire</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Identifier les enjeux et le contexte .....	<a href="#">Aller</a>
2. Analyser les procédés littéraires .....	<a href="#">Aller</a>
3. Construire un commentaire et préparer une épreuve .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 : Écriture argumentée</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre l'objectif .....	<a href="#">Aller</a>
2. Construire un plan efficace .....	<a href="#">Aller</a>
3. Rédiger et améliorer .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 4 : Oral de français</b> .....	<a href="#">Aller</a>

1. Préparer ta prise de parole ..... [Aller](#)
2. Structurer ton exposé et ton argumentation ..... [Aller](#)
3. Gérer la performance et les questions ..... [Aller](#)

# Chapitre 1 : Lecture de textes

## 1. Comprendre un texte :

### Objectif et public :

Ton objectif est d'identifier rapidement le sujet, l'intention de l'auteur et le registre pour adapter ta lecture au Bac Techno STI2D, en 5 à 10 minutes repère thème et visée du texte.

### Lecture globale :

Fais un survol en 2 à 3 minutes, lis titre, accroche, premiers et derniers paragraphes. Note mots-clés, dates et type de document avant d'entrer dans l'analyse détaillée.

### Lecture analytique :

Lis phrase par phrase en repérant idées, exemples et connecteurs logiques. Surligne ou annote 6 à 10 idées principales et reformule-les en 1 à 2 lignes chacune pour garder l'essentiel.

### Exemple d'analyse rapide :

Un étudiant lit un article technique 15 minutes, note 8 idées et repère 3 arguments puis résume en 120 mots pour garder l'essentiel.

## 2. Analyser et rédiger une réponse :

### Plan simple :

Pour rédiger, vise un plan en 3 parties : introduction courte, développement en 2 à 3 paragraphes et conclusion brève. Chaque partie doit être claire et utile pour le correcteur.

### Vocabulaire et connecteurs :

Utilise connecteurs simples comme cependant, pourtant, donc et ainsi. Choisis vocabulaire précis lié à la techno, capteurs, énergie ou matériaux pour montrer ta culture disciplinaire.

### Vérification et relecture :

Relis au moins 10 minutes pour corriger fautes, vérifier cohérence et supprimer répétitions. Fais 2 vérifications distinctes, une pour le fond et une autre pour l'orthographe et la ponctuation.

### Exemple de cas concret :

Contexte : tu dois analyser un article technique sur capteurs solaires pour un devoir noté, 90 minutes. Objectif : extraire 6 idées, proposer 3 améliorations techniques et rédiger une synthèse de 180 à 220 mots.

- Lire l'article 15 minutes et survoler sources et dates
- Noter 6 idées principales et 3 exemples techniques chiffrés
- Rédiger une synthèse de 200 mots et proposer 3 pistes d'amélioration

- Relire 10 minutes, vérifier orthographe et clarté

### Résultat et livrable attendu :

Fiche synthèse de 200 mots, 5 citations chiffrées et un schéma simple, rendue en PDF.

Attendu : note estimée 14/20 si clarté et exemples techniques sont bien présentés.

### Astuce de stage :

Lors d'un stage j'ai dû faire une fiche en 2 heures, fais-toi toujours un plan en 5 minutes et réserve 10 minutes pour corriger, ça sauve souvent la note.

Tâche	Action	Durée estimée
Survol rapide	Lire titre, intro, conclusion et repérer mots-clés	2 à 3 minutes
Extraction d'idées	Noter 6 à 10 idées principales et exemples	15 à 25 minutes
Rédaction	Organiser plan 3 parties et rédiger la synthèse	30 à 60 minutes
Relecture	Vérifier cohérence, orthographe et suppression répétitions	10 minutes

## Ce qu'il faut retenir

Pour le Bac STI2D, tu dois comprendre vite le sujet, l'intention et le registre.

Commence par un **survol en 3 minutes**, puis passe à une **lecture analytique phrase par phrase** pour extraire l'essentiel.

- Repère mots-clés, dates, type de document, puis note 6 à 10 idées et exemples.
- Reformule chaque idée en 1 à 2 lignes pour préparer ta synthèse.
- Rédige avec un **plan en 3 parties** et des connecteurs simples, avec un vocabulaire techno précis.
- Garde une **relecture en 10 minutes** : une pour le fond, une pour l'orthographe et la ponctuation.

En gérant ton temps (survol, extraction, rédaction, relecture), tu produis une synthèse claire et utile au correcteur. Un plan rapide et une correction finale peuvent vraiment améliorer ta note.

## Chapitre 2 : Analyse littéraire

### 1. Identifier les enjeux et le contexte :

#### Objectif et public :

Comprendre ce que cherche l'auteur et à quel public il s'adresse, permet d'orienter ton analyse pour ton Bac Techno STI2D et de formuler une problématique pertinente pour ton commentaire.

#### Repérer le cadre historique et littéraire :

Situer rapidement l'époque, le mouvement littéraire et la biographie utile de l'auteur, cela donne des clés pour expliquer certains procédés ou thèmes récurrents.

#### Formuler une problématique :

La problématique synthétise le conflit ou la question centrale du texte en une phrase claire, elle guide ton plan et doit rester liée au texte et aux enjeux identifiés.

#### Exemple d'identification :

Face à un extrait de roman réaliste, tu peux poser la problématique suivante, comment l'auteur montre-t-il la condition ouvrière à travers les détails descriptifs et le point de vue narratif.

Petite anecdote, pendant mes révisions j'ai gagné 4 points en apprenant à repérer trois procédés clés par extrait, ça m'a vraiment aidé en épreuve.

### 2. Analyser les procédés littéraires :

#### Figure et effets :

Repère les principales figures de style, métaphores, comparaisons, métonymies, anaphores, et explique leur effet sur le sens ou les émotions du lecteur.

#### Narrateur et focalisation :

Identifie le narrateur et le type de focalisation, cela explique ce que le lecteur sait, ressent, et comment l'empathie ou la distance sont créées.

#### Syntaxe, rythme et lexique :

Analyse la longueur des phrases, l'usage des incises, le choix du lexique concret ou abstrait, ces éléments dictent le tempo et la précision du sens.

#### Exemple d'analyse d'un passage :

Sur une phrase répétitive, note l'anaphore et explique comment elle souligne l'obsession du personnage et accélère le rythme du texte.

Figure	Repère	Effet
--------	--------	-------

Metaphore	Comparaison implicite	Crée une image et un sens figuré
Anaphore	Répétition en début de phrase	Renforce une idée et rythme le texte
Ironie	Contraste entre dire et penser	Crée une distance critique ou un effet comique
Gradation	Énumération croissante	Intensifie une progression émotionnelle

### 3. Construire un commentaire et préparer une épreuve :

#### Plan simple :

Adopte un plan en deux axes, chaque axe contient une idée principale, deux sous-idées et des preuves textuelles, vise 3 à 4 paragraphes argumentés plus introduction et conclusion.

#### Citations et preuves :

Choisis 3 à 5 citations courtes, entoure-les de commentaires, donne les références ligne ou acte, et explique leur fonction précise dans ton argumentation.

#### Rédaction et expression :

Soigne la langue, évite les erreurs, varie le vocabulaire littéraire, utilise connecteurs logiques, garde des phrases courtes pour rester lisible et convaincant.

#### Astuce de stage :

Lors d'une simulation d'oral, chronomètre-toi sur 20 minutes et note 5 procédés clés à citer, cela renforce ta concision et ta clarté sous pression.

#### Exemple d'étude de cas :

Contexte extrait de roman réaliste de 300 mots à étudier en 60 minutes, ton objectif est produire un commentaire structuré et argumenté.

Étapes chiffrées lecture 5 minutes, repérage 10 procédés en 10 minutes, formulation de problématique 5 minutes, plan 10 minutes, rédaction 30 minutes. Livrable fiche 200 mots + tableau 5 procédés.

Étape	Action	Durée
Lire	Lecture attentive du passage	5 minutes
Repérer procédés	Noter 10 procédés utiles	10 minutes
Formuler problématique	Écrire la question centrale	5 minutes
Rédiger	Rédiger le commentaire structuré	30 minutes

## Ce qu'il faut retenir

Pour réussir ton analyse, commence par clarifier les **enjeux et contexte** du texte, puis appuie-toi sur des **procédés littéraires** précis pour construire une interprétation solide.

- Identifie objectif, public, époque et mouvement, puis formule une problématique claire.
- Repère figures, narrateur, focalisation, syntaxe, rythme et lexique, et explique leurs effets.
- Bâti un **plan en deux axes**, avec 3 à 5 **citations courtes** commentées et référencées.

En épreuve, organise ton temps : lecture rapide, repérage de procédés, problématique, plan, puis rédaction. Plus tu relies chaque citation à une idée, plus ton commentaire devient convaincant et précis.

## Chapitre 3 : Écriture argumentée

### 1. Comprendre l'objectif :

#### Objectif et public :

Avant d'écrire, identifie ton objectif exact, convaincre, persuader ou informer. Pense aussi au public, prof d'examen ou lecteur technique, cela change le ton et le vocabulaire utilisés dans ton texte.

#### Forme du texte :

Choisis une forme adaptée, paragraphe argumenté, lettre ouverte ou essai court. Pour le Bac Techno, vise souvent 3 à 4 paragraphes structurés, avec une introduction, deux à trois arguments et une conclusion synthétique.

#### Exemple d'argumentation sur une innovation technique :

Tu rédiges un paragraphe pour défendre l'installation de panneaux solaires au lycée, tu présentes le gain économique, l'impact écologique et un exemple chiffré pour convaincre le jury.

### 2. Construire un plan efficace :

#### Plan simple :

Le plan le plus sûr reste introduction, thèse, arguments illustrés par exemples concrets, puis conclusion synthétique. Pour une épreuve, garde 1 phrase d'accroche et 1 phrase de synthèse claire et courte.

#### Motifs et arguments :

Chaque argument doit répondre à un motif précis, appuyé par un exemple chiffré, un fait ou une comparaison. Prévois 2 à 3 arguments solides pour tenir une copie d'environ 250 à 350 mots.

#### Connecteurs utiles :

Utilise des connecteurs logiques pour structurer ton raisonnement, introduire une conséquence ou opposer une idée. Varie-les pour éviter la monotonie et montrer la maîtrise des enchaînements.

Connecteur	Fonction	Phrase exemple
Donc	Conséquence	La solution est économique, donc viable sur 5 ans.
Cependant	Opposition	Le coût initial reste élevé, cependant les économies suivent.
Par exemple	Illustration	Par exemple, un système testé a réduit la facture de 12%.

### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Tu présentes trois mesures, estimes un gain de 10% de rendement et montres un retour sur investissement en 18 mois pour convaincre un jury technique.

### 3. Rédiger et améliorer :

#### Formulation des arguments :

Rédige chaque argument en deux parties, une affirmation claire, puis la preuve ou l'exemple. Une phrase d'affirmation puis une phrase d'illustration te donnent de la force et de la clarté.

#### Style et correction :

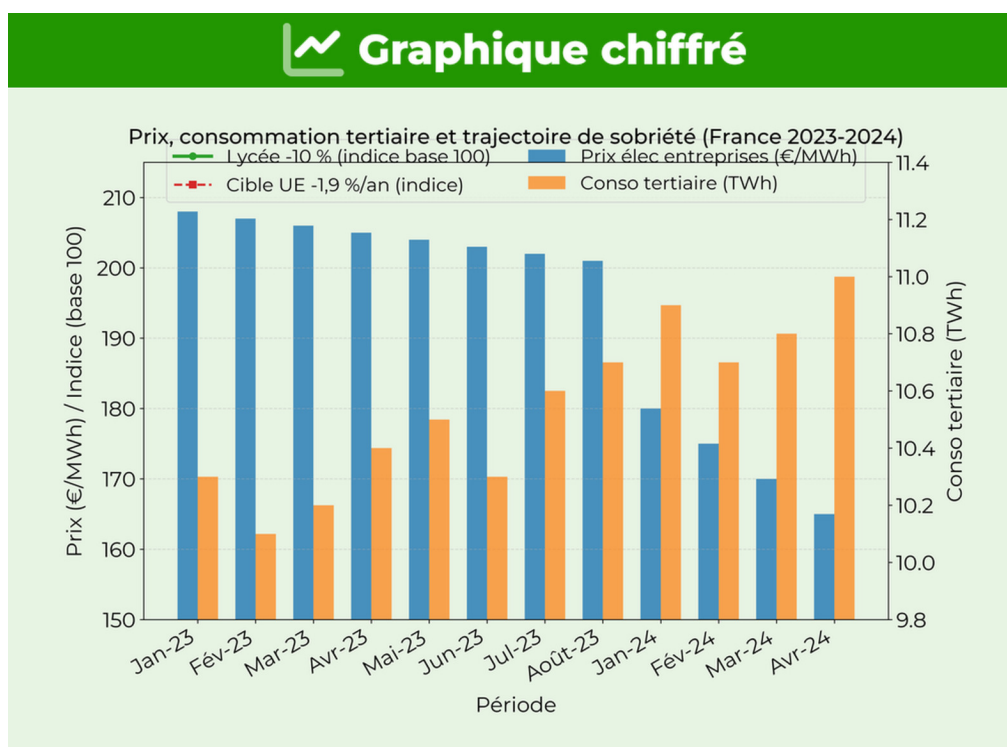
Soigne la phrase d'accroche et la conclusion, évite les répétitions et relis pour corriger les accords et la ponctuation. Enbac, une copie propre et sans faute gagne en crédibilité.

### Exemple de reformulation efficace :

Argument initial : "Les panneaux réduisent la consommation." Reformulation : "Installer des panneaux solaires réduit la facture d'électricité de l'établissement, diminuant les coûts annuels."

#### Mini cas concret :

Contexte : le lycée veut réduire sa consommation électrique de 10% en 12 mois. Étapes : diagnostic, proposition de deux mesures, chiffrage et projection économique sur 3 ans.



### Exemple de livrable attendu :

Un rapport de 2 pages présentant 3 arguments chiffrés, tableau comparatif des coûts et bénéfices, et une synthèse en 5 lignes. Objectif chiffré : économie estimée de 8 à 12% la première année.

#### Check-list opérationnelle :

Étape	Action concrète
Préparer	Définir l'objectif et le public en 1 phrase
Construire	Choisir 2 à 3 arguments avec preuve chiffrée
Rédiger	Écrire une introduction et une conclusion claire
Vérifier	Relire 2 fois, corriger accords et connecteurs
Finaliser	Limiter le texte à 250-350 mots pour une copie d'examen

#### Astuce de stagiaire :

Pendant mon stage, j'écrivais d'abord les exemples chiffrés avant de construire l'argument, cela a rendu mes textes plus concrets et plus faciles à défendre.

### Ce qu'il faut retenir

Avant d'écrire, clarifie ton **objectif et public** : convaincre, persuader ou informer, et adapte ton ton. Choisis une forme simple (souvent 3 à 4 paragraphes) et vise un texte clair.

- Bâti un **plan introduction-arguments-conclusion** avec 2 à 3 idées fortes.
- Pour chaque argument : une affirmation + une preuve, idéalement des **exemples chiffrés concrets**.
- Structure avec des **connecteurs logiques variés** (donc, cependant, par exemple).

Relis pour supprimer répétitions et fautes, et vérifie accords, ponctuation et enchaînements. En examen, une copie propre et limitée à environ 250 à 350 mots renforce ta crédibilité.

## Chapitre 4 : Oral de français

### 1. Préparer ta prise de parole :

#### Objectif et public :

Commence par définir l'objectif de ton oral, convaincre, expliquer ou analyser, et pense à ton public, le jury. Adapter ton vocabulaire permet de gagner en clarté et en confiance dès les premières minutes.

#### Choisir et organiser tes documents :

Prépare une fiche A4 avec 3 idées clés, 3 citations et 2 repères historiques ou contextuels. Range tes notes par ordre d'intervention pour éviter de lire mot à mot et garder le contact visuel.

#### Répétitions et timing :

Fais au moins 5 répétitions chronométrées, en solo ou devant un camarade. Vise 7 à 9 minutes de parole nette et 3 à 5 minutes pour la réponse aux questions, ça rassure et structure ton intervention.

#### Exemple d'organisation :

Tu rédiges une fiche A4, tu retiens 3 citations numérotées et tu répètes 5 fois en contrôlant ton temps, ainsi tu connais ta parole sans la réciter mécaniquement.

### 2. Structurer ton exposé et ton argumentation :

#### Plan simple :

Adopte un plan en 3 parties clair, introduction, développement en 2 ou 3 points, et conclusion. Chaque partie doit avoir une phrase d'ouverture, un exemple et une mini-transition pour rester lisible par le jury.

#### Transitions et phrases d'accroche :

Commence par une phrase courte pour capter l'attention, puis annonce ton plan en 15 à 20 secondes. Utilise des transitions simples pour lier les idées, elles montrent que tu maîtrises le raisonnement.

#### Utiliser les citations et exemples :

Choisis 2 à 3 citations courtes et explique-les en 30 à 45 secondes chacune. Illustre avec un exemple concret ou technique lié au développement durable quand c'est pertinent pour montrer ton profil STI2D.

Élément	Durée recommandée
Introduction	1 minute
Développement	6 à 8 minutes

Conclusion	1 minute
Questions et échanges	3 à 5 minutes

Prends 10 minutes avant l'épreuve pour relire ta fiche, respirer et ordonner tes idées, ça réduit beaucoup le stress et évite les trous de mémoire.

### 3. Gérer la performance et les questions :

#### Langage corporel et voix :

Tiens-toi droit, ouvre légèrement la poitrine et parle lentement. Varie le ton pour souligner les idées importantes et fais des pauses de 1 à 2 secondes pour laisser le jury assimiler l'information.

#### Anticiper les questions :

Prépare 6 réponses courtes aux questions probables et pense à 2 obstacles possibles. Si tu bloques, reformule la question pour gagner du temps et montrer que tu réfléchis de façon structurée.

#### Mini cas concret :

Contexte : tu dois présenter un extrait d'un auteur et relier le propos à une problématique technologique liée au développement durable en STI2D.

- Étape 1 : Choisir 3 citations et rédiger une fiche A4.
- Étape 2 : Construire un plan en 3 parties et chronométrer 5 répétitions.
- Étape 3 : Préparer 4 questions-réponses et un exemple technique chiffré.

Résultat et livrable : une fiche A4 avec 3 citations, un plan clair en 3 parties, 5 répétitions chronométrées et une note d'auto-évaluation. Objectif chiffré, réduire les hésitations de 50% grâce aux répétitions.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de préparation :

Tu prends 30 minutes pour choisir les citations, 45 minutes pour rédiger la fiche, et 1 heure pour les 5 répétitions, tu gagneras environ 2 points sur la fluidité.

Petite anecdote, la première fois j'ai commencé trop vite, j'ai appris à respirer et tout est devenu plus simple.

Vérification	Action rapide
Fiche A4 prête	Relire 2 fois
Citations numérotées	Mémoriser 3 citations
Chronomètre réglé	Vérifier batterie
Tenue et posture	Tenue sobre et stable

## Ce qu'il faut retenir

Pour réussir ton oral, définis d'abord ton **objectif et public**, puis prépare une **fiche A4 claire** (3 idées, 3 citations, 2 repères) afin de parler sans lire.

- Suis un **plan en 3 parties** : accroche + annonce, développement avec exemples et transitions, conclusion en 1 minute.
- Fais 5 **répétitions chronométrées** : 7 à 9 minutes d'exposé, puis 3 à 5 minutes de questions.
- Soigne ta posture et ta voix : parle lentement, varie le ton, fais des pauses, et reformule une question si tu bloques.

Juste avant l'épreuve, relis ta fiche et respire 10 minutes pour réduire le stress. Plus tu t'entraînes, plus tu gagnes en fluidité et en confiance face au jury.

# Philosophie

**Présentation de la matière :** En Bac Techno STI2D, la Philosophie conduit à une **épreuve écrite finale**, passée à l'examen de fin d'année, sur une **durée de 4 heures**, avec un **coefficient de 4**. Pour la session 2026 en métropole, elle tombe le lundi 15 juin 2026 matin.

Le jour J, tu choisis entre 3 sujets, 2 dissertations et 1 **explication de texte** guidée par des questions. Je me souviens d'un camarade très stressé, il a gagné 3 points juste en clarifiant ses définitions dès l'intro.

**Conseil :** Pour monter vite, bosse d'abord la méthode, pas les auteurs au hasard. Pendant 6 semaines, vise 20 minutes par jour, puis 1 sujet complet par semaine en 4 heures, conditions réelles.

Garde une routine simple:

- Définis 2 notions clés
- Écris un plan en 3 parties
- Prévois 10 minutes de relecture

Piège fréquent: Raconter le cours sans répondre à la question. Si tu vas au rattrapage, entraîne-toi aussi à expliquer un texte à l'oral, avec 20 minutes de préparation, ça peut sauver ton Bac STI2D.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Notions au programme .....	<a href="#">Aller</a>
1. Notions fondamentales .....	<a href="#">Aller</a>
2. Méthode et application au bac .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 :</b> Dissertation .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre la dissertation .....	<a href="#">Aller</a>
2. Préparer ton plan et ton argumentation .....	<a href="#">Aller</a>
3. Cas concret et préparation terrain .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 :</b> Explication de texte .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre le texte .....	<a href="#">Aller</a>
2. Analyser la démarche argumentative .....	<a href="#">Aller</a>
3. Rédiger une explication structurée .....	<a href="#">Aller</a>

# Chapitre 1 : Notions au programme

## 1. Notions fondamentales :

### Conscience et sujet :

La conscience désigne la capacité à se percevoir et à penser. En philo, elle touche au sujet, à l'intention et à la réflexivité. Tu dois relier conscience et identité dans tes devoirs.

### Liberté et responsabilité :

La liberté se pense comme pouvoir d'agir et comme autonomie morale, la responsabilité vient quand tes choix ont des conséquences. Dans une copie, précise si la liberté est interne, externe ou sociale.

### Vérité et raison :

La vérité se débat entre correspondance, cohérence et utilité. La raison sert à argumenter, critiquer et construire un jugement solide. Montre les tensions entre logique et expérience vécue.

### Exemple d'illustration de conscience :

Un extrait de Descartes expose la conscience comme certitude première, utile pour expliquer le cogito et pour développer 2 à 3 arguments dans une copie bien structurée.

Notion	Remarques clés
Conscience	Sujet pensant, introspection, certitude
Liberté	Choix, contraintes sociales et responsabilité
Vérité	Correspondance, cohérence, utilité

Ces notions se recoupent souvent dans les sujets du Bac Techno, il faut donc apprendre à les définir en une phrase claire et à citer au moins 1 auteur pour illustrer chaque idée.

## 2. Méthode et application au bac :

### Comprendre le sujet :

Reformule le sujet en 1 ou 2 phrases, repère les mots-clés et le type d'exercice demandé. Cette étape prend habituellement 5 à 10 minutes mais évite le hors sujet et gagne des points.

### Construire un plan :

Un plan en 2 ou 3 parties suffit souvent pour une copie claire. Prévois une thèse, une antithèse et une synthèse nuancée. Indique les transitions pour guider le correcteur.

### Analyser et illustrer :

Ne reste pas dans le vague, illustre par 1 auteur, 1 exemple concret et au moins 1 raisonnement logique. Une citation courte de 1 à 2 phrases peut valoir plusieurs points.

### Exemple d'argumentation :

Thèse: la liberté peut être limitée par la loi. Arguments: protection collective, égalité des chances, limites morales. Conclut en proposant une nuance liée à la dignité humaine et à l'autonomie individuelle.

### Mini cas concret :

Contexte: Débat en groupe de 12 élèves sur liberté et responsabilité, séance de 60 minutes. Chaque groupe prépare 20 minutes, débat 30 minutes, synthèse 10 minutes pour structurer la réflexion collective.

Résultat: fiche argumentaire d'1 page par groupe avec 3 arguments développés et 1 citation. Livrable: PDF ou fiche papier, note sur 20 intégrant clarté et qualité des arguments.

Astuce personnelle: Quand j'étais en STI2D, je gagnais du temps en préparant des fiches de 1 page par notion, ça m'a aidé à rédiger 1 introduction efficace en 10 minutes.

Étape	Action	Durée estimée
Repérage	Reformule le sujet et note 3 mots clés	5 à 10 minutes
Plan	Choisis 2 ou 3 axes et écris les transitions	10 à 15 minutes
Illustration	Trouve 1 auteur et 1 exemple concret	5 minutes
Relecture	Vérifie cohérence et orthographe	5 minutes

## Ce qu'il faut retenir

Tu dois maîtriser trois notions qui reviennent souvent au Bac Techno : **conscience et identité, liberté et responsabilité, vérité et raison**. Définis-les clairement et appuie-toi sur au moins un auteur (ex : Descartes et le cogito).

- Conscience : sujet pensant, introspection, certitude première.
- Liberté : pouvoir d'agir (interne, externe, social) et conséquences de tes choix.
- Vérité : correspondance, cohérence ou utilité, avec tension entre logique et expérience.
- Méthode : reformule, puis **plan en 3 temps** (thèse, antithèse, synthèse), et illustre par auteur, exemple, raisonnement.

Pour gagner des points, passe 5 à 10 minutes à cerner le sujet, fais des transitions nettes et relis orthographe et cohérence. Une courte citation bien placée peut vraiment renforcer ton argumentation.

## Chapitre 2 : Dissertation

### 1. Comprendre la dissertation :

#### Objectif et public :

La dissertation vise à montrer ta capacité à problématiser, argumenter et construire un raisonnement clair sur un sujet de philosophie, utile pour le Bac Techno et pour développer ton esprit critique.

#### Structure attendue :

Tu dois respecter une introduction, un développement en parties équilibrées et une conclusion qui ouvre. Chaque partie contient des arguments, des exemples et une transition pour garder la cohérence.

#### Critères d'évaluation :

On te note sur la clarté du problème posé, la pertinence des arguments, la qualité du plan et la maîtrise de la langue, alors privilégie la logique et des phrases soignées.

#### Exemple d'incipit :

Dire d'abord ce que pose le sujet, puis reformuler en une question précise, enfin annoncer brièvement le plan en 2 ou 3 parties selon le besoin.

### 2. Préparer ton plan et ton argumentation :

#### Méthode rapide en 3 étapes :

Prends 20 à 30 minutes pour analyser le sujet, définir le problème et construire un plan qui oppose thèse, antithèse et synthèse si nécessaire, ou deux parties bien étagées.

#### Types d'arguments :

Utilise des arguments logiques, des exemples concrets, des références philosophiques et des contre-exemples pour nuancer ton propos, cela montre ta maîtrise du sujet et ta capacité critique.

#### Astuces de rédaction :

Varie les phrases, annonce clairement chaque partie, numérote si besoin, et réserve 15 à 25 minutes pour relire et corriger les fautes qui font souvent perdre des points.

#### Astuce organisation :

Durant l'entraînement, chronomètre-toi sur 1 sujet complet, vise 2 heures d'écriture et 30 minutes de préparation pour te rapprocher des conditions d'examen.



## Représentation visuelle



Séance de préparation pour un débat, durée de 20 minutes, utilisation de fiches argumentaires.

Élément	But	Durée conseillée
Analyse du sujet	Définir le problème	20-30 minutes
Rédaction de l'introduction	Présenter le sujet	10-20 minutes
Développement	Déployer les arguments	80-100 minutes
Conclusion et relecture	Clore et corriger	15-25 minutes

### 3. Cas concret et préparation terrain :

#### Mini cas concret :

Contexte : tu dois traiter le sujet "Le progrès rend-il la vie meilleure ?" pour un devoir maison noté sur 20 points, tu as 3 jours pour rendre un travail structuré de 800 à 1200 mots.

#### Étapes :

Identifier le problème, sélectionner 3 arguments principaux, illustrer par 2 références philosophiques et 2 exemples concrets, puis rédiger l'introduction, le développement et la conclusion en respectant le plan.

#### Résultat et livrable attendu :

Un devoir de 900 mots environ, avec 3 parties claires, 4 références (auteur et idée), et une bibliographie courte. Le livrable doit contenir une page de résumé en 150 mots.

### Exemple d'optimisation d'un processus de travail :

Organise-toi pour écrire 300 mots par heure en travail concentré, fais 2 relectures séparées par 30 minutes pour corriger cohérence et fautes.

### Checklist opérationnelle :

Voici 5 vérifications rapides à faire avant de rendre ton devoir, utiles en salle ou à la maison.

Tâche	À vérifier
Problématisation	Le sujet est reformulé en question claire
Plan	Les parties sont équilibrées
Arguments	Au moins 2 arguments par partie
Exemples	Exemples concrets ou philosophes cités
Orthographe	Relire 2 fois pour éviter les fautes

### Erreurs fréquentes et conseils de terrain :

Ne pas confondre résumé et problématique, éviter les paragraphes trop longs, et ne pas lâcher la logique interne d'une partie, ce sont des fautes qui coûtent souvent 3 à 6 points en examen.

### Exemple de référence à citer :

Tu peux évoquer Descartes pour la raison, Marx pour le progrès social, ou Hannah Arendt pour la technique, en citant brièvement l'idée centrale et son lien au sujet.

## Ce qu'il faut retenir

La dissertation évalue ta capacité à **problématiser et argumenter** en philo, avec une langue soignée. Tu construis un **plan clair** : introduction (question précise et annonce du plan), développement en parties équilibrées avec transitions, puis conclusion qui ouvre.

- Prépare en 20-30 minutes : analyse du sujet, définitions, problème, plan (2 ou 3 parties).
- Soutiens chaque partie avec **exemples et références**, contre-exemples, et au moins 2 arguments.
- Garde 15-25 minutes pour une **relecture attentive** et corriger les fautes.

En entraînement, chronomètre-toi et vise une progression régulière : logique interne, paragraphes maîtrisés, et citations reliées au sujet. Avant de rendre, vérifie problématique, équilibre du plan et orthographe.

## Chapitre 3 : Explication de texte

### 1. Comprendre le texte :

#### Première lecture :

Lis le texte une fois pour en saisir l'idée générale, le ton et la situation d'énonciation. Pour 400 à 800 mots, compte 5 à 10 minutes sans prendre de notes, juste pour repérer l'essentiel.

#### Repérer la thèse :

Identifie la proposition centrale en une phrase claire. La thèse se situe souvent dans l'introduction ou la conclusion, reformule-la en 10 à 20 mots pour garder le fil de ton analyse.

#### Exemple d'identification de la thèse :

Dans un texte sur technique et responsabilité, la thèse peut être que le progrès technique impose une responsabilité collective, reformuler ainsi t'aide à centrer chaque développement.

### 2. Analyser la démarche argumentative :

#### Structure argumentative :

Découpe le texte en parties selon les étapes de l'argumentation, repère arguments, exemples, objections et réponses. Donne un bref titre à chaque partie pour préparer ton plan détaillé en 2 à 3 idées.

#### Étude des concepts :

Identifie les notions clés et leur emploi. Vérifie si l'auteur définit ses termes, utilise des comparaisons, des exemples techniques ou historiques, et note les possibles ambiguïtés conceptuelles.

#### Exemple d'analyse d'argument :

Un auteur avance un argument causaliste en apportant un chiffre puis une comparaison, note la force de la preuve et la limite de l'exemple pour évaluer la validité de l'argument.

Élément	Question à se poser
Thèse	Que défend l'auteur exactement
Arguments	Quels types d'arguments sont utilisés, sont-ils valides
Exemples	Les exemples illustrent-ils bien l'argument

### 3. Rédiger une explication structurée :

**Plan simple :**

Adopte un plan en 3 parties pour l'examen, introduction, développement en 2 à 3 parties et conclusion courte. Chaque partie doit progresser logiquement et reprendre la thèse reformulée en ouverture.

**Citations et reformulations :**

Utilise 2 à 4 citations brèves, reformule avant de citer et commente après chaque citation. Indique la portée de la citation en 1 ou 2 phrases pour rester précis et synthétique.

**Exemple d'usage de citation :**

Tu peux citer une phrase clé de 10 à 15 mots, puis expliquer en 2 à 3 phrases pourquoi elle soutient la thèse et quelles limites elle présente.

**Exemple de cas concret :**

Contexte classe, texte de 600 mots à analyser en 90 minutes. Étapes : lecture 10 minutes, prise de notes 25 minutes, structure 20 minutes, rédaction 35 minutes. Résultat attendu, une copie annotée et un commentaire de 450 mots.

**Livrable attendu :**

Une copie annotée (marges avec repères), un plan détaillé et un commentaire de 450 mots, propre et lisible. Sur 20 points, visez 12 points pour une structure correcte et 4 points pour la qualité des citations.

**Erreurs fréquentes et astuces :**

Ne résume pas tout, ne cite pas trop long, évite les paraphrases qui ne commentent pas. Astuce pratique, surligne 3 idées essentielles et 2 citations, c'est suffisant en examen.

Action	Pourquoi	Temps estimé
Lire intégralement	Saisir le ton et la thèse	10 minutes
Repérer 3 idées	Structurer le développement	15 minutes
Choisir 2 citations	Illustrer et commenter	5 minutes
Rédiger proprement	Clarté pour le correcteur	35 minutes

**Conseil de terrain :**

Pendant ton stage ou ta révision, entraîne-toi sur 1 texte par semaine en 70 à 90 minutes pour progresser rapidement, la régularité vaut mieux que les sessions rares et longues.

**Ressenti personnel :**

Je me souviens d'avoir gagné 3 points sur une épreuve en structurant mieux mes phrases, c'était une petite victoire qui a changé ma copie.

 **Ce qu'il faut retenir**

Pour réussir une explication de texte, commence par une **première lecture globale** pour capter ton, enjeu et situation d'énonciation, puis fixe la **thèse en une phrase** pour guider tout le commentaire.

- Découpe la **démarche argumentative** : parties, arguments, exemples, objections et réponses.
- Clarifie les concepts : définitions, comparaisons, ambiguïtés possibles.
- Rédige avec un plan simple (intro, 2 à 3 parties, conclusion) et 2 à 4 **citations brèves commentées**.

Évite le résumé, les longues citations et la paraphrase sans analyse. En entraînement, vise régularité et gestion du temps pour produire une copie annotée, un plan clair et un commentaire lisible.

# Histoire-géographie

## Présentation de la matière :

En **Bac Techno STI2D**, l'**Histoire-géographie** est évaluée en **contrôle continu**, avec un **coefficient 3** en première et **coefficient 3** en terminale, soit **coefficient 6** au total, dans les 40% de la note du bac. Il n'y a donc pas d'épreuve finale nationale, la durée officielle n'existe pas.

Tu t'entraînes surtout à l'**analyse de documents**, à des réponses rédigées et, parfois, à des croquis. Si tu es candidat individuel, l'évaluation peut devenir une épreuve écrite de **2 heures** avec questions et documents. Je repense à un ami qui a débloqué le cours en refaisant 3 cartes à la main.

## Conseil :

Vise une **méthode régulière**, 20 minutes, 3 fois par semaine. Apprends des **repères chronologiques** et spatiaux, puis réutilise-les dans des mini-paragrapes, pas en récitation, c'est ce qui fait monter la note.

Pour les devoirs, garde des réflexes simples:

- Poser une problématique claire
- Construire des **plans simples** en 2 ou 3 parties
- Faire des **cartes claires** avec une légende hiérarchisée

Chaque mois, fais 2 sujets type en temps limité, puis relis les corrections, c'est là que tu vois tes automatismes. Le piège le plus fréquent: Oublier d'expliquer le document au lieu de le décrire.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Repères historiques .....	<a href="#">Aller</a>
1. Placer les grandes périodes .....	<a href="#">Aller</a>
2. Repères chronologiques et cartes utiles .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 :</b> Territoires et enjeux .....	<a href="#">Aller</a>
1. Définir le territoire et ses échelles .....	<a href="#">Aller</a>
2. Comprendre les enjeux économiques, sociaux et environnementaux .....	<a href="#">Aller</a>
3. Acteurs et gouvernance de l'aménagement .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 :</b> Étude de documents .....	<a href="#">Aller</a>
1. Analyser un corpus et contextualiser .....	<a href="#">Aller</a>
2. Extraire et organiser les informations .....	<a href="#">Aller</a>
3. Rédiger une synthèse et produire un commentaire .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 4 :</b> Cartes et croquis .....	<a href="#">Aller</a>

1. Comprendre la carte ..... [Aller](#)
2. Réaliser un croquis efficace ..... [Aller](#)
3. Outils, erreurs fréquentes et applications sti2d ..... [Aller](#)

# Chapitre 1 : Repères historiques

## 1. Placer les grandes périodes :

### Objectifs du chapitre :

Ce chapitre te donne les repères historiques essentiels, il simplifie les grandes périodes et les dates clés pour que tu puisses situer les événements et préparer efficacement tes sujets d'histoire-géographie.

### Repères temporels :

On range l'histoire en quatre grandes périodes: Antiquité, Moyen Âge, Temps modernes, époque contemporaine, avec bornes approximatives et repères utiles pour les cartes et frises.

### Impact pour toi :

Savoir situer une date et un lieu te permet de gagner du temps à l'épreuve, et de construire un exposé clair en 5 à 7 minutes lors d'un oral, c'est souvent décisif.

### Exemple de frise chronologique :

Pour un sujet sur la révolution industrielle, une frise de 10 dates clés t'aide à visualiser les évolutions entre 1750 et 1914, c'est souvent suffisant pour un Bac Techno STI2D.

Je me souviens avoir réalisé une frise en 2 heures la veille d'un contrôle, elle m'a aidé à situer rapidement 8 dates pendant l'examen.

Période	Dates	Lieux principaux	Acteurs clés	Impact concret
Antiquité	jusqu'à 476	Bassin méditerranéen	Empires, cités	Naissance des villes et du droit
Moyen Âge	476-1492	Europe	Seigneurs, Église	Structuration rurale et villes marchandes
Temps modernes	1492-1789	Europe et colonies	Monarchies, explorateurs	Expansion commerciale et débuts de l'industrie
Époque contemporaine	1789-présent	Monde entier	États, entreprises, mouvements sociaux	Industrialisation, urbanisation, démocratie

## 2. Repères chronologiques et cartes utiles :

### Dates clés et lieux :

Identifie 8 à 12 dates clés par thème et localise 5 lieux principaux sur une carte, cela suffit pour un commentaire ou une étude de document lors du Bac Techno STI2D.

### Étude de cas local :

Étude courte: usine textile à Rouen, période 1850–1914, transformation industrielle visible, population ouvrière augmentée de 30% et production doublée, utile pour comprendre les dynamiques locales.

- Collecter données statistiques et dates
- Construire une frise de 10 événements
- Cartographier les flux et implantations

### Livrable attendu :

Livrable: une frise d'une page, une carte annotée d'une page et un commentaire de 500 mots, chiffrant l'évolution démographique et productive avec sources précisées.

### Conseils et erreurs fréquentes :

Évite la confusion des dates approximatives, cite tes sources, limite-toi à 3 repères par frise et privilégie une carte lisible. Astuce de stage: prépare ta légende avant de dessiner la carte.

### Exemple d'étude locale :

En 2019, un groupe d'élèves a réalisé la frise et la carte en 6 heures, leur dossier a obtenu 15 sur 20, méthode efficace pour l'oral et le contrôle continu.

Étape	Action rapide
Préparer frise	Choisir 10 dates pertinentes
Cartographier	Localiser 5 lieux et annoter
Sources	Utiliser au moins 2 sources fiables
Finaliser	1 page frise, 1 page carte, 500 mots

## Ce qu'il faut retenir

Tu fixes des **repères historiques essentiels** pour situer vite dates, lieux et acteurs. L'histoire se découpe en **quatre grandes périodes** (Antiquité, Moyen Âge, Temps modernes, époque contemporaine), utiles pour frises et cartes, et pour un oral clair.

- Par thème, vise 8 à 12 dates et 5 lieux à placer.
- Fais une **frise chronologique simple** d'environ 10 événements (ex. 1750–1914).
- Produis une **carte lisible et sourcée**, avec légende préparée avant le dessin.

- Évite les dates floues, limite-toi à 3 repères majeurs par frise, et cite au moins 2 sources.

Avec une frise d'une page, une carte annotée et un court commentaire chiffré, tu gagnes du temps à l'épreuve et tu renforces la qualité de ton dossier. La méthode marche aussi sur une étude locale (ex. Rouen 1850-1914).

## Chapitre 2 : Territoires et enjeux

### 1. Définir le territoire et ses échelles :

#### Concept de territoire :

Le territoire, c'est un espace approprié par des groupes humains, lié à des activités, des infrastructures et des règles. Il s'observe par la géographie, l'économie, la culture et le droit local.

#### Échelles géographiques :

Il faut différencier l'échelle locale, régionale, nationale et mondiale pour savoir qui prend les décisions et quels acteurs sont concernés par un projet d'aménagement.

#### Exemple d'analyse d'un bassin de vie :

Un bassin de vie de 50 000 habitants inclut commerces, écoles et zones d'emploi, il impose des déplacements quotidiens moyens de 10 à 20 kilomètres pour la plupart des actifs.

Anecdote: pendant mon stage en terminale STI2D, j'ai constaté que les plans de mobilité manquaient parfois de données sur les déplacements doux.

### 2. Comprendre les enjeux économiques, sociaux et environnementaux :

#### Enjeux économiques :

Les territoires attirent ou perdent activités selon les infrastructures, la main-d'œuvre et la fiscalité. Une zone industrielle peut générer 500 emplois et attirer 120 entreprises si les conditions sont favorables.

#### Enjeux sociaux :

Le niveau d'emploi, l'offre scolaire et l'accès aux services conditionnent la qualité de vie. La ségrégation spatiale aggrave les inégalités et limite les opportunités pour certaines populations.

#### Enjeux environnementaux :

Les territoires subissent des pressions sur l'eau, le sol et la biodiversité. L'artificialisation des sols provoque des pertes d'espace agricole, Selon l'INSEE, on perd environ 4 hectares par jour.

Type de territoire	Caractéristique	Enjeu principal
Urbain	Densité élevée, infrastructures développées	Gestion des mobilités et pollution

Rural	Faible densité, activités agricoles	Préservation des sols et services
Périurbain	Frontière entre ville et campagne	Tensions foncières et déplacements

### 3. Acteurs et gouvernance de l'aménagement :

#### Acteurs principaux :

Les acteurs sont la commune, l'intercommunalité, la région et l'État, mais aussi les entreprises, associations et citoyens qui participent via des réunions publiques et des enquêtes.

#### Processus de décision :

Un projet suit le diagnostic, la concertation, la conception, le financement et la réalisation, chaque phase demandant études techniques, évaluations environnementales et validations administratives.

#### Exemple d'aménagement industriel :

Contexte: Une commune de 8 000 habitants prévoit d'aménager 3 hectares pour accueillir une zone artisanale, 40 emplois attendus et 12 entreprises locales intéressées.

Étapes: diagnostic du site, concertation avec riverains sur 2 réunions, conception technique, recherche de financement sur 9 mois, chantier de 12 mois et mise en service.

Résultat: économie d'énergie estimée à 15% grâce à des panneaux photovoltaïques et éclairage led, baisse des émissions de CO2 de 60 tonnes par an, création de 40 emplois locaux.

Livrable attendu: dossier technique de 25 pages, plan masse au 1/500, estimation financière chiffrée à 450 000 euros et rapport de concertation de 12 pages.

#### Astuce stage :

Arrive 15 minutes avant la visite, apporte un carnet et demande les plans en PDF, cela te fera gagner du temps et impressionnera ton tuteur de stage.

Tâche	À faire	Pourquoi	Conseil
Avant visite	Lire le dossier projet	Comprendre les enjeux	Note 5 questions clés
Sur le terrain	Prendre photos et mesures	Documenter le diagnostic	Utilise ton smartphone et mètre
Après visite	Rédiger un compte rendu	Archiver les observations	1 page synthèse + 5 photos

Travail en groupe	Partager les tâches	Gagner du temps	Attribue rôles clairs, délai 48 h
Présentation	Préparer un support visuel	Rendre le travail lisible	Max 10 diapositives, 10 minutes

## Ce qu'il faut retenir

Un territoire est un **espace approprié par** des groupes humains, structuré par activités, infrastructures et règles. Pour analyser un projet, tu dois raisonner en **jeu d'échelles** (local à mondial) et relier économie, social et environnement.

- Économie : attractivité, emplois et entreprises dépendent des infrastructures, de la main-d'œuvre et de la fiscalité.
- Social : services, école et emploi jouent sur la qualité de vie ; la ségrégation renforce les inégalités.
- Environnement : pression sur l'eau, les sols, la biodiversité ; l'artificialisation grignote des hectares chaque jour.
- **Gouvernance de l'aménagement** : diagnostic, concertation, conception, financement, réalisation avec collectivités, État, entreprises et citoyens.

Retenir : un bon aménagement arbitre entre besoins locaux et impacts, et se pilote avec une méthode claire et des acteurs bien identifiés. Plus tes données et ta concertation sont solides, plus le projet tient.

## Chapitre 3 : Étude de documents

### 1. Analyser un corpus et contextualiser :

#### Étape 1 – repérer la nature des documents :

Au début, survole rapidement chaque document pour identifier son type, son auteur, sa date et son destinataire. Cela prend souvent 5 à 10 minutes pour 3 à 5 documents, planifie ton temps.

#### Étape 2 – situer dans le temps et l'espace :

Pour chaque document, écris en quelques lignes la période historique, le lieu et les acteurs impliqués. Cette contextualisation simple rendra ton analyse plus solide et évitera les erreurs de lecture.

#### Étape 3 – repérer le point de vue et la fiabilité :

Pose-toi des questions sur l'intention de l'auteur et la nature du document, par exemple s'il est officiel, journalistique ou privé. Vérifie les contradictions entre documents pour jauger la fiabilité.

#### Exemple d'analyse rapide :

Pour un corpus de 4 textes sur l'industrialisation, note : dates (entre 1850 et 1914), origine (discours politique, article, témoignage), et objectif (justifier, informer, critiquer).

### 2. Extraire et organiser les informations :

#### Méthode – prise de notes efficace :

Travaille par document en 3 étapes : résumé en une phrase, 3 idées principales et une citation clé. Utilise des abréviations et des couleurs si tu veux gagner 15 à 30 minutes au total.

#### Structurer les informations pour rédiger :

Classe les idées par thèmes ou chronologie avant d'écrire. Un plan simple en 2 ou 3 parties te permet souvent de couvrir l'essentiel sans t'embrouiller pendant l'épreuve.

#### Exemple d'extraction :

Document A, manifeste industriel : idée principale 1, idée 2, citation « développement économique ». Document B, statistique : chiffre clé 12%, interprétation courte.

### 3. Rédiger une synthèse et produire un commentaire :

#### Synthèse – règles et longueur :

La synthèse doit reformuler les idées du corpus sans copier. Vise 350 à 450 mots pour un devoir type, en respectant l'ordre logique et en fusionnant les informations communes entre documents.

### Commentaire – analyser et discuter :

Dans le commentaire, compare les points de vue, explique les causes et les conséquences, et interroge la valeur des sources. Appuie-toi sur 2 ou 3 documents au maximum pour rester précis.

### Exemple d'organisation de la rédaction :

Commence par une phrase d'introduction, développe 2 à 3 paragraphes thématiques et termine par une ouverture courte. Chronomètre-toi : 10 à 15 minutes pour le plan, le reste pour la rédaction.

### Mini cas concret – analyse d'un corpus local :

Contexte : tu dois analyser 4 documents sur l'urbanisation d'une ville entre 1950 et 2000, dont 1 carte, 1 article, 1 témoignage et 1 statistique.

### Étapes :

- Survol et repérage 10 minutes
- Prise de notes 30 minutes
- Rédaction de la synthèse 40 minutes

### Résultat et livrable attendu :

Livrable : une fiche synthèse de 400 mots environ et un plan en 3 parties. L'objectif est d'identifier 6 idées clés et 2 citations utiles pour un commentaire ultérieur.

### Exemple d'exploitation du cas :

Après le travail, tu remets une fiche de 400 mots, avec 3 parties et 6 idées principales, ce qui facilite la préparation d'une présentation orale de 5 minutes.

### Check-list opérationnelle :

Élément	Question à se poser
Nature du document	Qui a produit ce document et pourquoi
Contexte temporel	Quelle période et quels événements l'entourent
Idées principales	Quelles sont les 2 ou 3 idées retenues
Citation utile	Quelle phrase exacte peut étayer ton propos
Fiabilité	Cette source est-elle partielle ou représentative

### Conseils de terrain et erreurs fréquentes :

Ne répète pas simplement les phrases du document, évite les confusions chronologiques et n'ignore pas la nature du document. En stage, on m'a dit de toujours vérifier la date avant d'interpréter un chiffre.

### Exemple d'erreur fréquente :

Confondre une opinion avec un fait, par exemple prendre un discours militant pour une statistique objective, ce qui fausse toute la synthèse.

## Ce qu'il faut retenir

Pour étudier un corpus, tu commences par identifier chaque document (type, auteur, date, destinataire), puis tu le replaces dans son contexte et tu évalues **le point de vue** et la fiabilité en comparant les sources.

- Survole vite et planifie ton temps : 5 à 10 minutes pour repérer l'essentiel.
- Prends des notes par document : 1 phrase de résumé, 3 idées, 1 citation.
- Organise ensuite tes infos par thèmes ou chronologie avec un **plan simple** en 2 ou 3 parties.
- Rédige une synthèse en reformulant (sans copier) et un commentaire en discutant causes, conséquences et sources, avec **2 ou 3 documents** max.

Évite les erreurs classiques : confusions de dates, copie, ou opinion prise pour un fait. Vérifie toujours la date avant d'interpréter un chiffre, et termine avec une fiche claire (idées clés + citations) pour être prêt pour l'écrit ou l'oral.

## Chapitre 4 : Cartes et croquis

### 1. Comprendre la carte :

#### Éléments essentiels :

Une carte combine échelle, projection, orientation et légende pour représenter l'espace. Savoir lire ces éléments te permet d'estimer distances, directions et répartitions sur des territoires de quelques centaines de mètres à plusieurs dizaines de kilomètres.

#### Échelle et lecture pratique :

L'échelle indique le rapport réel, par exemple 1/25 000 signifie 1 cm pour 250 mètres. Conversion rapide, 4 cm sur la carte représentent 1 km en réalité à l'échelle 1/25 000.

#### Projections et déformations :

La projection choisie modifie formes et surfaces. Pour un croquis local, ces déformations sont négligeables, pour une carte nationale elles comptent. Retenir l'impact évite d'interpréter mal les distances ou tailles.

#### Exemple d'échelle :

Sur une carte au 1/50 000, 2 cm mesurés donnent 1 km réel, utile pour planifier un trajet ou délimiter une zone d'étude de 12 km<sup>2</sup>.

### 2. Réaliser un croquis efficace :

#### Plan simple :

Un bon croquis suit quatre étapes : choix de l'échelle, sélection des éléments, hiérarchisation par symboles et légende claire. Chaque étape prend entre 5 et 12 minutes en contrôle si tu t'organises bien.

#### Choix des figurés et hiérarchie :

Utilise trois niveaux de figurés : principal, secondaire, ponctuel. Par exemple, pour une ville durable, priorité aux infrastructures, puis espaces verts, enfin points remarquables comme écoles ou parcs.

#### Couleurs et lisibilité :

Respecte les conventions: bleu pour l'eau, vert pour la végétation, gris pour l'urbain. Évite plus de 6 couleurs pour rester lisible. Une légende sur deux colonnes suffit souvent.

#### Astuce de terrain :

En TP ou en examen, commence par tracer l'orientation et l'échelle, puis place les éléments majeurs. Cela évite de raturer et te fait gagner jusqu'à 8 minutes.



## Représentation visuelle



Mesure de la résistance avec un multimètre, analyse des données en temps réel, précision de 0,01 Ω.

### 3. Outils, erreurs fréquentes et applications sti2d :

#### Outils utiles :

Au lycée, maîtrise la règle, l'équerre, le compas, et un logiciel simple comme QGIS ou Google Earth. Ces outils t'aident à vérifier des distances, orienter ton croquis et produire des exports propres.

#### Erreurs fréquentes :

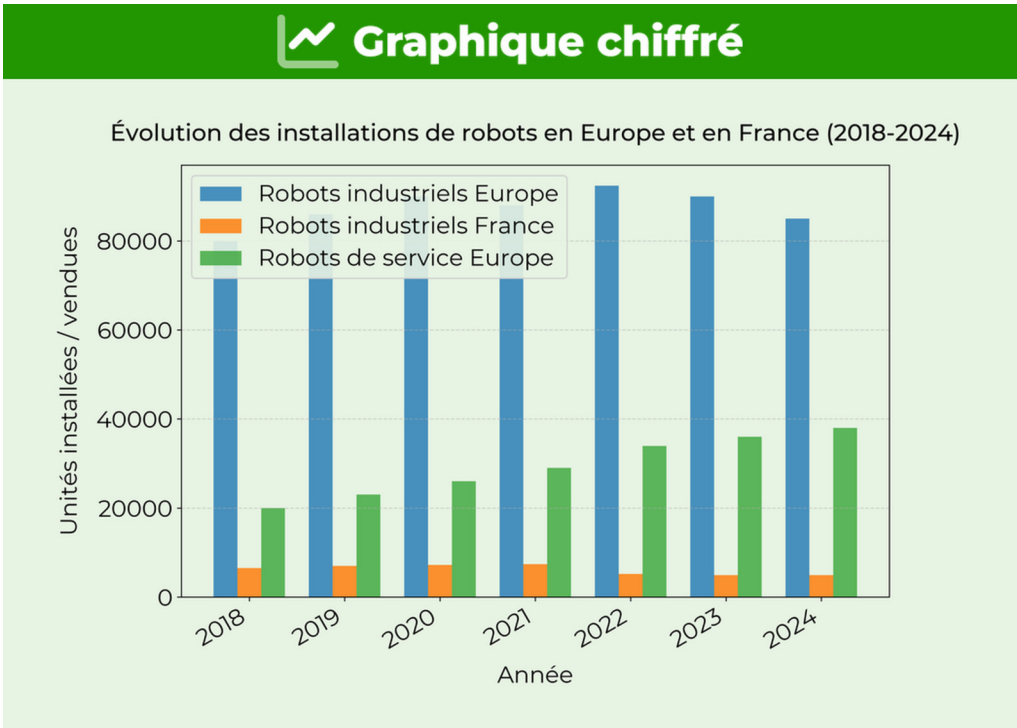
Les erreurs courantes sont : mauvaise échelle, légende incomplète, symboles non hiérarchisés. Ces erreurs coûtent souvent des points en Bac Techno, surtout quand la lecture devient ambiguë.

#### Applications pour sti2d :

En STI2D, tu peux cartographier un site industriel, proposer des aménagements durables ou évaluer impacts énergétiques. Les cartes servent à visualiser flux, réseaux et surfaces pour des diagnostics concrets.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Cartographier l'implantation d'une unité montre qu'en déplaçant une machine de 12 m on réduit le trajet des opérateurs de 30%, gain estimé de 15 minutes par cycle.



**Mini cas concret :**

Contexte : représentation d'un parc industriel durable de 4 km2 situé en périphérie d'une ville. Étapes : relevé sur plan cadastral, choix d'une échelle 1/10 000, sélection de 3 couches (bâtiments, réseaux, espaces verts), hiérarchisation des éléments. Résultat : croquis A3 annoté et une légende claire. Livrable attendu : un croquis A3 au 1/10 000 avec une légende de 10 à 12 figurés et une estimation chiffrée des surfaces (ex. 1,2 km2 d'espaces verts).

**Questions rapides :**

Identifier l'échelle et la projection peut te prendre 1 à 3 minutes. Savoir le faire réduit le stress à l'examen et améliore la précision des mesures.

Étape	Objectif	Temps indicatif
Choix de l'échelle	Adapter la précision au sujet	3 à 5 minutes
Placement des éléments majeurs	Garantir la cohérence spatiale	5 à 10 minutes
Légende et couleurs	Rendre la carte lisible	4 à 8 minutes
Vérification finale	Corriger échelle et symboles	2 à 4 minutes

**Check-list opérationnelle :**

- Tracer orientation et échelle en haut à droite
- Choisir 3 niveaux de figurés et les respecter
- Limiter les couleurs à 6 maximum pour la lisibilité
- Vérifier les conversions d'échelle avant remise

- Ajouter une estimation chiffrée de surface si demandée

### Exemple de livrable pour un devoir :

Un croquis A3 au 1/10 000, légende sur deux colonnes, 8 figurés principaux et une estimation chiffrée des surfaces clés, rendu scanné en PDF de 2 pages au plus.

### Astuce de stage :

Sur le terrain, prends une photo et trace rapidement les principaux repères, cela te servira de base pour produire un croquis propre en 10 à 20 minutes au retour.

Petite anecdote : lors d'un TP, j'ai failli oublier l'orientation, la correction m'a coûté 2 points, depuis je la trace en premier.

## Ce qu'il faut retenir

Une carte se lit grâce à l'orientation, la légende, l'échelle et la projection. Avec une **échelle et conversion rapide** (ex. 1/25 000), tu estimes vite distances et surfaces, tout en gardant en tête que la **projection et déformations** peuvent fausser formes et tailles à grande échelle.

- Pour un croquis: choisis l'échelle, sélectionne l'essentiel, organise des **figurés hiérarchisés**, puis fais une **légende claire**.
- Respecte les conventions (bleu eau, vert végétation) et limite-toi à 6 couleurs.
- Utilise règle, équerre, compas, ou QGIS/Google Earth, et évite échelle fausse ou légende incomplète.

En STI2D, tu t'en sers pour analyser un site, des flux ou un aménagement durable avec des mesures chiffrées. En contrôle, trace d'abord orientation et échelle, puis place les éléments majeurs pour gagner du temps et éviter les erreurs.

# Enseignement moral et civique

## Présentation de la matière :

En Bac Techno STI2D, l'EMC te fait travailler la citoyenneté et l'esprit critique. Au bac, il est noté en **contrôle continu**, avec un **coefficient de 2**, 1 en première et 1 en terminale, sans épreuve finale.

Tu suis **18 heures annuelles** par année. On t'évalue via débats, écrits argumentés et petits projets. Un camarade a gagné 2 points en préparant 3 idées avant chaque échange, ça m'a vraiment motivé.

## Conseil :

Planifie 10 minutes 5 fois par semaine. Fais des **fiches de révision** avec 2 mots-clés et 1 exemple d'actualité, tu révises vite et tu retiens mieux.

En devoir, annonce ta **thèse en 2 phrases**, puis fais 2 arguments, chacun avec 1 exemple. Évite l'opinion sans preuve, c'est le piège le plus fréquent.

Avant un débat, note **3 mots-clés**, et parle 1 fois, même brièvement. Cette habitude calme le stress, et ta dernière phrase doit répondre à la question.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 : Valeurs de la République</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Présentation des valeurs .....	<a href="#">Aller</a>
2. Comment appliquer ces valeurs au lycée .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 : Droits et devoirs</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Droits fondamentaux à l'école et dans la vie civique .....	<a href="#">Aller</a>
2. Devoirs et règles de vie au lycée .....	<a href="#">Aller</a>
3. Droits et devoirs lors des stages et sur internet .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 : Débat argumenté</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Préparer ta prise de parole .....	<a href="#">Aller</a>
2. Construire des arguments solides .....	<a href="#">Aller</a>
3. Mener le débat et respecter les règles .....	<a href="#">Aller</a>

# Chapitre 1 : Valeurs de la République

## 1. Présentation des valeurs :

### Définition rapide :

La laïcité, la liberté, l'égalité et la fraternité forment le socle des valeurs républicaines, elles protègent les droits et assurent la neutralité de l'État tout en garantissant le respect des personnes.

### Origines historiques :

Ces valeurs trouvent leur origine dans la Révolution française de 1789, elles se sont affirmées au XIXe siècle et la laïcité a été consacrée par la loi de 1905 en France.

### Pourquoi c'est utile pour toi ?

Comprendre ces principes t'aide à mieux vivre au lycée, à travailler en groupe et à défendre tes droits lors des projets ou des débats, tout en respectant les autres et les règles communes.

### Exemple d'application en projet :

Lors d'un projet STI2D, tu peux répartir les tâches entre 4 membres, fixer des règles de respect et voter les décisions, ainsi égalité et fraternité sont mises en pratique dans l'équipe.

Petite anecdote: en terminale, notre équipe a raté une deadline car personne ne vérifiait l'avancement, on a dû refaire 8 heures de travail en week-end.

## 2. Comment appliquer ces valeurs au lycée :

### Règles et droits :

La laïcité impose la neutralité dans les cours et dans les services publics, chacun a le droit d'exprimer une opinion dans le respect des autres, et les règles scolaires encadrent ce cadre commun.

### Cas concrets en classe :

Si un débat devient tendu, le professeur rappelle les règles, tu peux demander la parole et le groupe peut voter une solution collective, c'est un exercice de démocratie et de respect mutuel.

### Astuce gestion de conflit :

Propose un tour de parole chronométré de 2 minutes par intervenant lors des réunions de projet, cela limite les interruptions et améliore l'écoute active au sein du groupe.

### Mini cas concret métier :

Contexte: équipe de 5 élèves organise un stand sur la laïcité pour la journée citoyenne, étapes: 3 réunions, création de 2 panneaux A1, résultat: 120 visiteurs informés, livrable: dossier PDF de 4 pages.

### Exemple de mini cas :

L'équipe a animé 3 ateliers, produit 2 affiches A1 et un rapport PDF de 4 pages, travail évalué à 15 points dans la note de projet pour le Bac Techno.

Valeur	Signification
Liberté	Droit d'agir et de penser librement, dans le respect des lois et des autres.
Égalité	Traitement équitable de toutes les personnes, mêmes chances d'accès aux droits et services.
Fraternité	Solidarité et entraide entre les individus pour renforcer le lien social.
Laïcité	Neutralité de l'État face aux religions, liberté de conscience garantie pour chacun.

Voici un tableau pratique pour te rappeler les gestes simples à appliquer au lycée et dans tes projets d'équipe, utile avant chaque réunion.

Action	Quand	Pourquoi
Rappeler les règles	Début de projet	Évite malentendus et conflits
Tour de parole	Réunion	Favorise l'écoute et l'équité
Répartition des tâches	Planification	Assure l'égalité des efforts
Documenter les décisions	Après réunion	Permet la traçabilité et la responsabilité

## Ce qu'il faut retenir

La liberté, l'égalité, la fraternité et la laïcité sont le **socle républicain au lycée**. Nées de 1789 et renforcées jusqu'à la loi de 1905, elles protègent tes droits et posent la **neutralité de l'État**, tout en exigeant le respect des autres.

- En projet, répartis clairement les tâches et décide ensemble (vote si besoin) pour garantir l'équité.
- En débat tendu, applique un **tour de parole chronométré** pour limiter les interruptions.
- Après chaque réunion, pense à **documenter les décisions** pour éviter les malentendus.

Ces réflexes t'aident à mieux coopérer, gérer les conflits et assumer ta responsabilité dans le groupe. Tu défends ainsi tes idées sans oublier les règles communes.

## Chapitre 2 : Droits et devoirs

### 1. Droits fondamentaux à l'école et dans la vie civique :

#### Principaux droits :

L'élève a droit à la sécurité, au respect de sa vie privée, à l'accès aux apprentissages et à l'information. Selon l'ONISEP, ces droits s'appliquent partout au sein de l'établissement scolaire.

#### Pourquoi c'est utile ?

Connaître tes droits te permet de réagir quand quelque chose ne va pas, demander de l'aide, déposer une réclamation et garder ta confiance au quotidien pendant les cours et les activités.

#### Exemple de droit appliqué :

Si on prend des photos en cours, tu peux demander qu'elles ne soient pas diffusées sur les réseaux, et le professeur doit respecter ta demande si c'est raisonnable.

### 2. Devoirs et règles de vie au lycée :

#### Respect et sécurité :

Le respect des personnes et des locaux est un devoir essentiel. Tenir ton matériel, respecter les consignes de sécurité lors des TP et signaler un danger protègent tout le monde au lycée.

#### Sanctions et recours :

Si un manquement survient, l'établissement peut appliquer une sanction proportionnée, mais tu as aussi le droit de demander un entretien, d'écrire un recours ou de solliciter un médiateur.

#### Astuce pour gérer un conflit :

Parle rapidement au professeur principal ou au conseiller d'éducation, note les faits et les dates, et garde les preuves comme messages ou comptes rendus, cela facilite le dialogue ensuite.

Droit	Exemple concret	Recours possible
Respect de la vie privée	Demander la suppression d'une photo	Entretien avec la vie scolaire
Accès à l'information	Recevoir son emploi du temps	Demander copie auprès de l'administration
Sécurité	Respecter les consignes TP	Signalement au chef d'établissement

### 3. Droits et devoirs lors des stages et sur internet :

#### Droits en entreprise :

En stage, ta convention doit préciser tes missions, la durée et les horaires. Si le stage dépasse 2 mois, une gratification est obligatoire, et tu dois recevoir un tuteur pour t'encadrer.

#### Obligations de l'élève :

Respecter les horaires, la confidentialité, les règles de sécurité et rédiger un rapport de stage. Ton comportement professionnel influence l'évaluation finale et ton carnet d'adresses pour l'avenir.

#### Mini cas concret stage :

Contexte : tu fais un stage de 4 semaines, 35 heures par semaine, dans une PME de 12 salariés. Étapes : convention signée, accueil, tâches journalières tracées, rapport final remis au professeur.

#### Exemple de livrable attendu :

Un rapport de stage de 3 pages, une fiche de présence signée tous les jours et une attestation de l'entreprise. L'entreprise note ta motivation et te donne une évaluation chiffrée sur 20.

Point à vérifier	Que faire
Convention signée	Vérifier signatures et dates avant de commencer
Horaires	Noter l'heure d'arrivée et de départ chaque jour
Sécurité	Suivre la formation et porter l'équipement
Rapport	Rédiger 3 pages avec tâches, compétences et annexes

#### Exemple d'optimisation d'un rapport de stage :

Fais un sommaire, décris 5 tâches principales, ajoute 2 preuves (photos ou fiches) et finis par 3 compétences acquises, cela facilite la lecture et améliore ta note.

#### Check-list opérationnelle :

- Relire la convention et conserver une copie signée.
- Noter présence et missions chaque jour dans une fiche.
- Demander au tuteur au moins 2 retours pendant le stage.
- Rédiger le rapport de 3 pages durant la dernière semaine.
- Conserver l'attestation de fin de stage pour ton dossier.

#### Exemple de situation en ligne :

Si un camarade diffuse un message diffamatoire, signale-le rapidement au CPE, conserve captures d'écran et demande un rendez-vous pour régler le problème en présence d'un adulte.

## Ce qu'il faut retenir

Tu as des **droits fondamentaux à l'école** : sécurité, respect de la vie privée, accès aux apprentissages et à l'information. Les connaître t'aide à réagir, demander de l'aide et faire un recours (ex : refuser la diffusion d'une photo).

- Au lycée, tes devoirs : **respect des personnes**, du matériel, et application des consignes de sécurité, surtout en TP.
- En cas de problème, la sanction doit être proportionnée, et tu peux demander entretien, recours ou médiateur.
- En stage, vérifie la convention, tes horaires et la sécurité ; au-delà de 2 mois, gratification obligatoire et tuteur.

Sur internet, protège-toi : conserve des preuves (captures) et signale vite au CPE si diffamation ou harcèlement. En stage, un **rapport de stage clair** et des retours réguliers du tuteur renforcent ton évaluation et ton sérieux.

## Chapitre 3 : Débat argumenté

### 1. Préparer ta prise de parole :

#### Objectif et public :

Ce chapitre t'aide à préparer et mener un débat argumenté en EMC, utile pour le Bac Techno STI2D et pour tes stages, tu apprendras à structurer l'argumentation, à convaincre et à respecter les règles du débat.

#### Plan simple :

Adopte un plan en 3 temps, annonce ton idée, développe 3 arguments, puis conclus par une ouverture. Pour une intervention courte vise 30 à 90 secondes.

- Annonce claire
- Trois arguments distincts
- Conclusion ouverte

#### Exemple d'argumentation en classe :

En STI2D tu présentes un projet d'économie d'énergie, tu annonces le bénéfice, exposes 3 arguments chiffrés et proposes 1 action simple à mettre en place.

#### Exemple d'une erreur fréquente :

Quand j'étais en terminale, j'ai raté une intervention parce que je n'avais pas chronométré, depuis je prépare toujours un minuteur.

### 2. Construire des arguments solides :

#### Trouver des arguments pertinents :

Privilégie 3 à 4 arguments variés, factuels, normatifs ou d'expérience. Un bon argument mêle un fait, une explication et un exemple concret pour être compréhensible et convaincant.

#### Hiérarchiser et illustrer :

Classe tes arguments du plus fort au moins fort, commence par un argument impactant. Illustre avec chiffres, études ou situations vécues pour gagner en crédibilité auprès du jury et des pairs.

#### Réfuter et anticiper les objections :

Prépare 1 à 2 contre-arguments ou concessions pour chaque point clé, cela montre que tu maîtrises le sujet et que tu sais nuancer ton propos de manière professionnelle.

#### Astuce mémotechnique :

Utilise l'acronyme FEE, pour Fait, Explication, Exemple, cette méthode te permet de structurer 3 à 4 arguments en moins de 5 minutes pendant la préparation.

Critère	Commentaire
Clarté	Idée annoncée dès le début, phrases courtes
Structure	Plan en 3 temps, transitions visibles
Argumentation	3 à 4 arguments, preuves ou exemples
Respect des règles	Temps respecté, politesse, écoute active

### 3. Mener le débat et respecter les règles :

#### Règles de base du débat :

Respecte le temps de parole, écoute les autres, ne coupe pas la parole et n'insulte pas. Demande la parole et réponds calmement aux objections pour maintenir la qualité du débat.

#### Gestion du temps et rôle des intervenants :

Pour un débat en classe, prévois 2 équipes, 3 intervenants par équipe, 10 minutes de préparation et 15 à 30 minutes de débat. Respecte les temps pour être juste avec tout le monde.

#### Mini cas concret :

Contexte: en mars 2025, une classe de terminale STI2D de 30 élèves a débattu sur l'adoption des énergies renouvelables en lycée, encadrée par le professeur d'EMC et un intervenant local.

#### Exemple de déroulement :

Étapes: préparation 10 minutes, interventions individuelles de 2 minutes, réfutation 5 minutes, synthèse finale de 10 minutes. Résultat: meilleure compréhension et 1 fiche synthèse de 300 mots comme livrable.

Action	Pourquoi
Préparer 3 arguments	Pour être structuré et convaincant
Vérifier les sources	Pour éviter les erreurs factuelles
Chronométrer les interventions	Pour respecter le temps et être équitable
S'entraîner à voix haute 2 fois	Pour gagner en aisance et vérifier la durée
Rédiger une fiche de 300 mots	Livrable exigé, utile pour réviser et noter les sources

 **Ce qu'il faut retenir**

Pour réussir un débat argumenté, prépare une prise de parole courte et efficace avec un **plan en trois temps** et des arguments crédibles.

- Annonce ton idée, développe 3 à 4 arguments, puis fais une ouverture, en 30 à 90 secondes.
- Construis chaque argument avec la **méthode FEE** : fait, explication, exemple, et classe du plus fort au moins fort.
- Pense à **anticiper les objections** avec 1 à 2 réfutations ou concessions par point.
- Applique le **respect des règles** : écoute, politesse, pas d'interruption, sources vérifiées et temps chronométré.

Entraîne-toi à voix haute et minute-toi pour éviter les dérives. Une fiche synthèse (environ 300 mots) t'aide à structurer, citer tes sources et conclure clairement.

# Mathématiques

## Présentation de la matière :

En Bac Techno STI2D, les Mathématiques t'aident à modéliser un système, lire un graphique, estimer un coût énergétique. Tu révises calcul, **fonctions et suites**, et **statistiques et probabilités**.

La matière est évaluée en **contrôle continu**, avec un **coefficient 6**, 3 en première et 3 en terminale. En première, une **épreuve anticipée** écrite en juin, dès juin 2026, s'ajoute.

Cette épreuve vaut un **coefficient 2** et dure **2 heures, sans calculatrice**. L'écrit est noté sur 20 en **2 parties**: QCM d'automatismes (6 points) puis 2 à 3 exercices (14 points). Un ami a repris confiance en 1 semaine.

## Conseil :

Fais 4 mini séances de 20 minutes par semaine. Entraîne-toi au QCM au chronomètre, vise 1 minute par question, et répète les calculs sans calculatrice pour sécuriser les signes.

Pour les exercices, pose les données, puis la méthode, puis le résultat. Vérifie unité et cohérence, et garde 10 minutes de relecture. Si tu bloques, passe à la suite et reviens.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 : Fonctions</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Notion de fonction et vocabulaire .....	<a href="#">Aller</a>
2. Fonctions usuelles et applications .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 : Statistiques-probabilités</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Description et indicateurs .....	<a href="#">Aller</a>
2. Probabilités élémentaires .....	<a href="#">Aller</a>
3. Application en sti2d et cas concret .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 : Géométrie</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Géométrie dans le plan .....	<a href="#">Aller</a>
2. Vecteurs et produits scalaires .....	<a href="#">Aller</a>
3. Transformations et similitudes .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 4 : Algorithmique</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Notions de base .....	<a href="#">Aller</a>
2. Structures de contrôle .....	<a href="#">Aller</a>
3. Applications et cas concrets .....	<a href="#">Aller</a>

# Chapitre 1 : Fonctions

## 1. Notion de fonction et vocabulaire :

### Définition :

Une fonction associe à chaque nombre  $x$  d'un ensemble un unique nombre  $f(x)$ . On parle du domaine pour les valeurs possibles de  $x$ , et de l'image pour les valeurs prises par  $f(x)$ .

### Domaine et image :

Le domaine est souvent un intervalle de nombres réels, par exemple  $[0, 10]$ . L'image est l'ensemble des résultats  $f(x)$ , utile pour savoir si une valeur cible est atteignable.

### Représentation graphique :

Représenter  $f(x)$  sur un repère te permet de visualiser tendances, zéros et extrema. Un tracé simple prend 5 à 10 minutes avec une calculatrice graphique ou GeoGebra.

### Exemple d'évaluation d'une fonction :

Soit  $f(x)=2x+3$ . Calculs:  $f(0)=3$ ,  $f(2)=7$ ,  $f(-1)=1$ . Pour  $f(2)$  on fait  $2 \times 2 + 3 = 7$ . Ces étapes restent identiques pour toute fonction linéaire.

## 2. Fonctions usuelles et applications :

### Fonction linéaire et affine :

La fonction linéaire  $f(x)=ax$  a passe par l'origine, la fonction affine  $f(x)=ax+b$  a une ordonnée à l'origine  $b$ . Elles modélisent coûts, tensions ou vitesses en STI2D.

### Interprétation en sti2d :

Exemple pratique, coût  $C(x)=50x+120$  euros. Pour  $x=10$  pièces,  $C(10)=50 \times 10 + 120 = 620$  euros. Ici 120 euros sont les coûts fixes, 50 euros le coût par unité.

### Tableau de valeurs et graphique :

Construis un tableau de valeurs pour repérer pente et intersection avec l'axe des abscisses. Trace ensuite les points et relie-les pour vérifier la linéarité ou l'affinité.

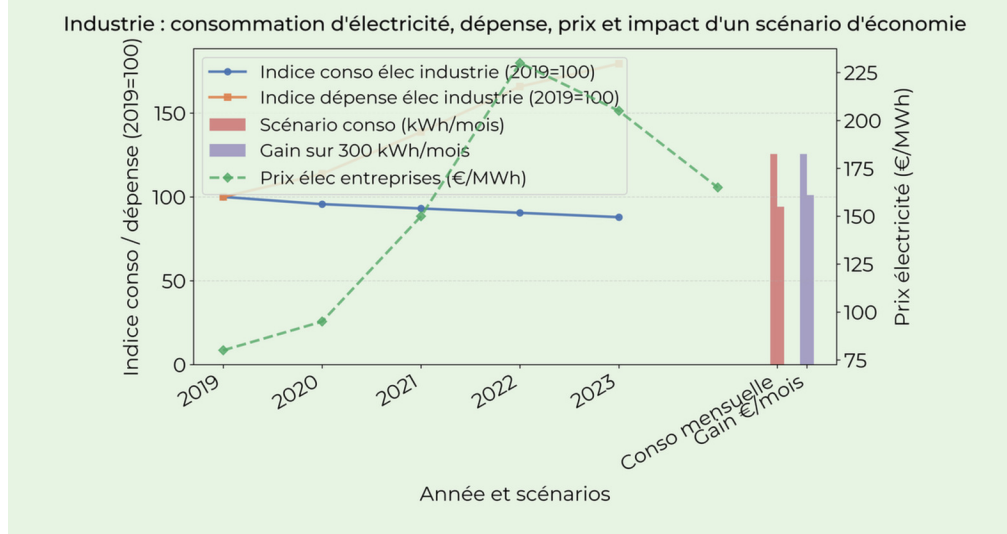
### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

On souhaite réduire le coût unitaire. Actuellement  $C(x)=50x+120$ , prix vente  $P(x)=80x$ . Profit  $\Pi(x)=30x-120$ . Seuil de rentabilité à  $x=4$  pièces, car  $30 \times 4 - 120 = 0$ , livrable: rapport chiffré.

### Cas concret et livrable :

Contexte: une ligne consomme 1 200 kWh par mois, objectif réduire à 900 kWh. Étapes: mesurer consommation, modéliser  $f(t)$  selon  $t$ , proposer réglages. Résultat: économie 300 kWh, soit 25%.

## Graphique chiffré



### Exemple de livrable attendu :

Un rapport d'une page avec la fonction de consommation estimée, un tableau comparatif mensuel et trois réglages simples, estimant économie en kWh et gain financier en euros.

### Astuce pratique :

En stage, vérifie toujours unités et domaine avant de calculer, cela évite des erreurs de facteur 1 000. Une simple vérification prend 1 à 2 minutes et sauve souvent du temps.

### Interprétation des résultats :

Pour chaque calcul, demande-toi ce que la valeur signifie physiquement, par exemple nombre d'unités produites ou euros gagnés. Cette lecture transforme un nombre en information utile pour un projet.

Valeur x	Valeur f(x)
-2	-1
-1	1
0	3
1	5
2	7

### Mini cas métier détaillé :

Contexte: optimiser consommation d'une machine. Étapes: mesurer 30 jours, ajuster vitesse, recalculer fonction consommation  $f(v)$ . Résultat: baisse de 25% de la consommation, livrable: tableau mensuel et rapport chiffré.

### Livrable attendu :

Un fichier PDF d'une page, contenant la fonction modélisée  $f(v)$ , un tableau de 12 valeurs mensuelles, et recommandations. On attend une estimation d'économie en kWh et en euros.

### Checklist opérationnelle :

Utilise cette liste courte avant tout calcul terrain pour éviter erreurs et gagner du temps.

Action	Pourquoi	Résultat attendu
Vérifier les unités	Éviter facteur 1 000	Calcul cohérent
Fixer le domaine	Limiter erreurs d'interprétation	Plage de valeurs claire
Calculer 5 points	Valider tendance	Tableau de valeurs
Tracer et vérifier	Visualiser erreurs	Graphique exploitable

### Exemple d'application en bac techno :

En STI2D, modélise la consommation d'un capteur par  $f(t)=0,2t+1$ , où  $t$  est en heures. Pour  $t=8$  heures,  $f(8)=2,6$  unités. Ce calcul sert à dimensionner la batterie et l'abonnement électrique.

Je me souviens qu'en stage j'ai confondu domaine et image, cela m'a coûté une heure de recherche, maintenant j'ai une astuce simple pour éviter ça.

## Ce qu'il faut retenir

Une fonction associe à chaque  $x$  du **domaine de définition** une unique valeur  $f(x)$ . L'**ensemble image de  $f$**  regroupe les résultats possibles et t'aide à savoir si une valeur cible est atteignable. Le graphique sert à lire tendances, zéros et extrema, et un tableau de valeurs valide vite une forme linéaire ou affine.

- Reconnais **fonction linéaire et affine** :  $ax$  (passe par l'origine) vs  $ax+b$  (ordonnée à l'origine  $b$ ).
- En STI2D, modélise coût, consommation ou profit et cherche un seuil (ex. rentabilité) par le calcul.
- Avant de calculer : unités, domaine, 5 points, puis tracé pour contrôler.

Interprète toujours  $f(x)$  physiquement (euros, kWh, pièces) pour produire un livrable clair : fonction estimée, tableau comparatif et recommandations. Cette routine évite les erreurs classiques entre domaine et image et fait gagner du temps.

## Chapitre 2 : Statistiques-probabilités

### 1. Description et indicateurs :

#### Objectif :

Comprendre les outils qui décrivent un ensemble de données, repérer les tendances et mesurer la variabilité pour prendre des décisions techniques et améliorer un processus industriel.

#### Mesures centrales :

La moyenne, la médiane et le mode résument la tendance centrale d'une série. La moyenne se calcule en additionnant les valeurs, la médiane sépare la série en deux, le mode est la valeur la plus fréquente.

- Moyenne = somme des valeurs / nombre de valeurs
- Médiane = valeur centrale après tri
- Mode = valeur la plus fréquente

#### Dispersion :

La variance et l'écart-type quantifient l'étalement des données. L'écart-type a la même unité que les données et t'aide à juger si la variation est faible ou importante dans le contexte technique.

#### Exemple d'analyse de notes :

Tu as cinq notes 12, 14, 9, 16, 11. La moyenne est 12,4 (62/5). La médiane est 12. Interprétation, la classe est centrée vers 12, écart-type modéré.

### 2. Probabilités élémentaires :

#### Notions de base :

La probabilité d'un événement est un nombre entre 0 et 1. On la calcule par rapport à un univers fini en divisant le nombre de cas favorables par le nombre de cas possibles, quand tous sont équiprobables.

#### Calculs d'événements :

Pour des événements simples, utilises les règles d'addition et de multiplication. Pour deux événements indépendants, multiplie leurs probabilités. Pour des événements incompatibles, additionne leurs probabilités.

#### Indépendance et conditionnement :

Conditionner, c'est recalculer une probabilité en sachant qu'un événement est réalisé. La formule de Bayes permet d'inverser des probabilités conditionnelles, utile pour diagnostiquer une cause à partir d'un effet observé.

#### Exemple de tirage :

Tu as 10 pièces dont 3 défectueuses. Probabilité de choisir une défectueuse =  $3/10 = 0,3$ . Si tu tires 2 sans remise,  $P(2 \text{ défectueuses}) = (3/10) \times (2/9) \approx 0,0667$ .

### 3. Application en sti2d et cas concret :

#### Contexte et objectif :

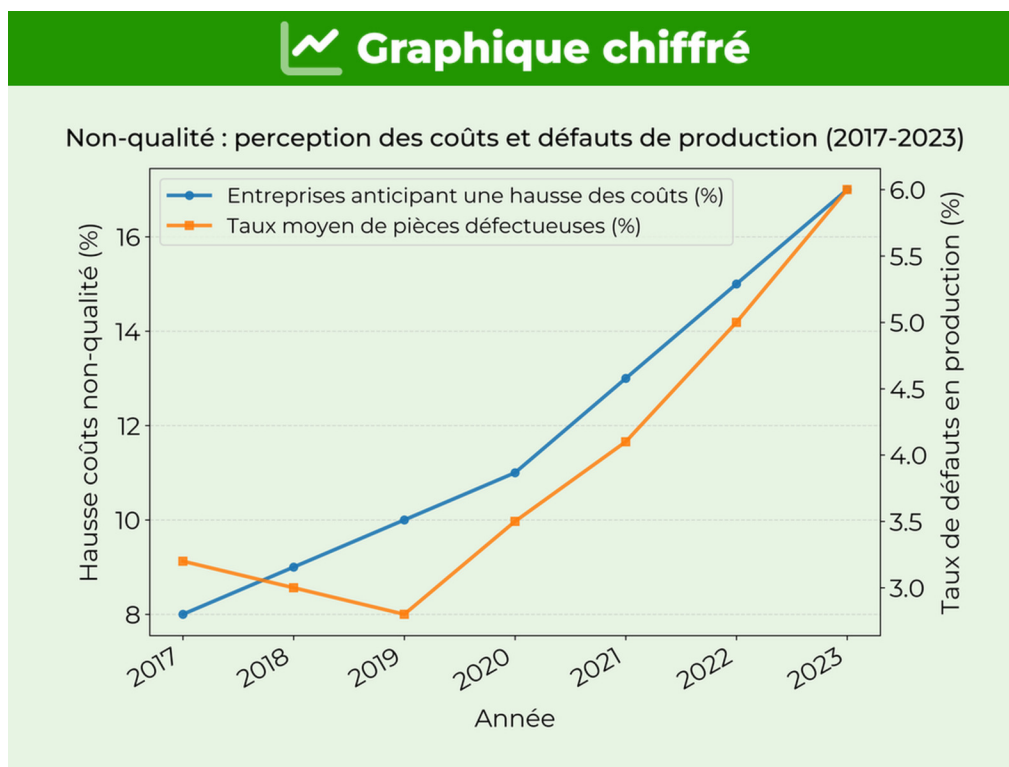
Sur une ligne d'assemblage, on veut mesurer le taux de défauts pour décider d'un plan d'amélioration. L'objectif est estimer la proportion de défauts et son intervalle de confiance pour 200 pièces échantillonnées.

#### Étapes de l'étude :

Collecte des données, calcul de la proportion  $p$ , estimation de l'écart type d'échantillonnage, puis construction d'un intervalle de confiance à 95 pour éclairer une décision technique.

#### Résultats et livrable :

Avec 200 pièces inspectées et 12 défauts, la proportion  $p = 12/200 = 0,06$  soit 6%. L'erreur type est  $\sqrt{p(1-p)/n} \approx 0,0168$ , intervalle 95%  $\approx 6\% \pm 3,3\%$  donc [2,7%, 9,3%].



#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Tu mesures 10 jours de défauts: 1, 2, 0, 1, 3, 0, 2, 1, 1, 1. Total 12 défauts, moyenne quotidienne 1,2 défauts. Tu proposes une action pour réduire de 50% le taux actuel à 3% en 3 mois.

Jour	Nombre de défauts
------	-------------------

Jour 1	1
Jour 2	2
Jour 3	0
Jour 4	1
Jour 5	3
Jour 6	0
Jour 7	2
Jour 8	1
Jour 9	1
Jour 10	1

Interprète ces chiffres pour ton rapport, indique la moyenne quotidienne 1,2 défauts, la proportion globale 6% sur 200 pièces et propose des actions rapides de contrôle qualité et d'ajustement machine.

Action	Pourquoi
Échantillonner au moins 200 pièces	Pour réduire l'incertitude et obtenir un intervalle de confiance fiable
Horodater et noter l'opérateur	Pour identifier les causes humaines ou horaires
Calculer p et son erreur type	Pour estimer la variabilité et prioriser les actions
Produire un rapport chiffré	Livrable attendu pour le responsable technique
Présenter des recommandations SMART	Objectif mesurable, échéance de 3 mois et indicateur de réussite

Astuce terrain : note toujours le contexte complet de la mesure, cela évite les débats inutiles lors de la restitution. Un petit fichier CSV avec 200 lignes te fera gagner 2 heures en analyse.

## Ce qu'il faut retenir

Tu apprends à décrire des données et à raisonner en probabilités pour décider en contexte technique.

- Pour la tendance centrale, utilise **moyenne, médiane, mode** (résumer une série, repérer où elle se centre).
- Pour la variabilité, estime **variance et écart-type** afin de juger si la dispersion est acceptable.
- En probabilités, travaille sur un univers, applique addition ou multiplication, et distingue **événements indépendants** et incompatibles.
- Avec le conditionnement, exploite Bayes pour remonter d'un effet à une cause.

En application STI2D, tu estimes une proportion de défauts sur un échantillon (ex.  $12/200 = 6\%$ ) et tu construis un **intervalle de confiance** pour guider une action. Pense à bien tracer le contexte de mesure et à livrer un rapport chiffré avec des recommandations SMART.

## Chapitre 3 : Géométrie

### 1. Géométrie dans le plan :

#### Définitions et vocabulaire :

Un point est repéré par des coordonnées, une droite par une équation, un segment par ses extrémités. Connaître ces bases te permet de passer facilement aux calculs de longueurs et aux représentations techniques.

#### Coordonnées et distance :

La distance entre  $A(x_1, y_1)$  et  $B(x_2, y_2)$  s'obtient par la formule racine carrée de  $(x_2 - x_1)^2$  plus  $(y_2 - y_1)^2$ . On travaille souvent en mm ou en m selon l'échelle du dessin.

#### Utilité en sti2d :

En conception, tu vas vérifier cotes, régler des tolérances et valider des assemblages. Savoir calculer une distance ou un milieu évite des erreurs de production coûteuses, souvent plusieurs dizaines d'euros par pièce.

#### Exemple de calcul de distance :

Soit  $A(2,1)$  et  $B(5,4)$ , la différence en x vaut 3, en y vaut 3, la distance est racine de 9 plus 9 soit racine de 18, environ 4,24 unités.

### 2. Vecteurs et produits scalaires :

#### Opérations sur vecteurs :

Un vecteur AB a pour coordonnées  $(x_B - x_A, y_B - y_A)$ . Tu peux additionner, multiplier par un scalaire et aussi utiliser le vecteur pour traduire direction et sens d'une droite dans un plan technique.

#### Produit scalaire et orthogonalité :

Le produit scalaire de  $u(x_u, y_u)$  et  $v(x_v, y_v)$  vaut  $x_u \cdot x_v$  plus  $y_u \cdot y_v$ . Si le produit vaut zéro les vecteurs sont orthogonaux, utile pour vérifier l'angle droit dans une structure.

#### Exemple de calcul :

Avec  $u(3,2)$  et  $v(-2,1)$ , le produit est  $3 \times -2$  plus  $2 \times 1$  égal  $-6$  plus  $2$  soit  $-4$ , donc pas orthogonal, l'angle n'est pas de 90 degrés.

Pour t'aider en révision, voici un tableau récapitulatif des formules essentielles.

Élément	Formule ou valeur
Distance entre points	$\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$
Milieu d'un segment	$((x_1 + x_2)/2, (y_1 + y_2)/2)$
Produit scalaire	$x_u \cdot x_v + y_u \cdot y_v$

Condition d'orthogonalité	Produit scalaire = 0
---------------------------	----------------------

### 3. Transformations et similitudes :

#### Homothétie, translation et rotation :

Une homothétie multiplie les distances par un facteur  $k$  centré en un point. Une translation décale tout d'un vecteur. Une rotation tourne autour d'un centre d'un angle donné, pratique pour les montages mécaniques.

#### Théorème de thales et applications :

Thales relie proportions dans des triangles parallèles. Il sert à calculer cotes manquantes ou à vérifier l'échelle d'un dessin. En pratique tu peux réduire ou agrandir un plan par facteur connu.

#### Cas concret métier :

Contexte : concevoir un support triangulaire sur plan, points  $A(0,0)$ ,  $B(40,0)$ ,  $C(0,30)$  en mm. Étapes : calculer longueurs AB, AC, BC, vérifier angle droit, appliquer homothétie  $k=1,5$  pour prototype plus grand.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Étapes chiffrées :  $AB = 40$  mm,  $AC = 30$  mm,  $BC = \text{racine de } 40^2 \text{ plus } 30^2 \text{ soit racine de } 2500 \text{ égal } 50$  mm. Angle en A est droit, car  $40^2 \text{ plus } 30^2 \text{ égal } 50^2$ .

Résultat : après homothétie  $k=1,5$  les longueurs deviennent AB 60 mm, AC 45 mm, BC 75 mm. Livrable attendu : plan coté au format PDF avec nouvelles coordonnées et tableau des dimensions.

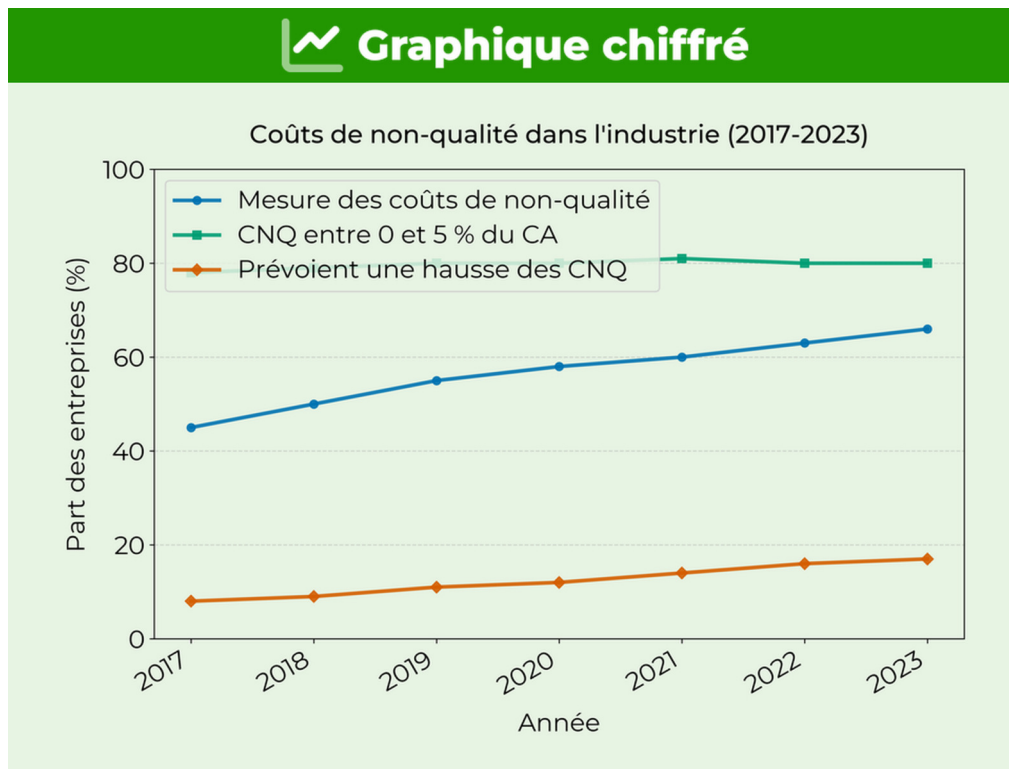
#### Cas concret détaillé :

Contexte et livrable : fournir un fichier DAO avec nouvelles coordonnées, cotes en mm et un tableau récapitulatif. Tu dois livrer 1 fichier PDF et 1 fichier CAO, délai estimé 2 jours, précision 0,5 mm.

Étape	Action
Mesurer	Relever coordonnées et cotes initiales
Vérifier	Calculer distances et produits scalaires
Appliquer	Effectuer homothétie ou rotation
Documenter	Rédiger tableau des nouvelles cotes
Livrer	Fichier CAO et PDF, précision 0,5 mm

#### Astuce de stage :

Toujours noter l'unité au début, mm ou m, puis vérifier trois fois les cotes critiques. Une erreur de 1 mm peut coûter 20 à 50 euros en reprise sur petites séries.



## **i Ce qu'il faut retenir**

Tu manipules la géométrie du plan pour lire un dessin, calculer des cotes et sécuriser un assemblage. Maîtrise les points, droites, segments et surtout les formules de base.

- **Coordonnées et distance** :  $AB = \sqrt{(x_2-x_1)^2 + (y_2-y_1)^2}$  et milieu  $M = ((x_1+x_2)/2, (y_1+y_2)/2)$ .
- **Produit scalaire et orthogonalité** :  $u \cdot v = x_u \cdot x_v + y_u \cdot y_v$  ; si  $u \cdot v = 0$ , tu as un angle droit.
- **Transformations et similitudes** : translation, rotation, homothétie (facteur  $k$ ) et Thalès pour changer d'échelle.

En STI2D, ces outils servent à vérifier les cotes critiques et limiter les reprises coûteuses. Note toujours l'unité (mm ou m) et contrôle plusieurs fois avant de livrer le PDF et le fichier CAO.

## Chapitre 4 : Algorithmique

### 1. Notions de base :

#### Qu'est-ce qu'un algorithme :

Un algorithme est une suite d'instructions précises qui résout un problème ou calcule une valeur, étape par étape, pour garantir un résultat reproductible.

#### Notation et pseudocode :

Le pseudocode te permet d'écrire un algorithme sans langage formel, en restant proche du français, pour clarifier la logique avant de coder et gagner du temps en phase de test.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

On veut réduire le temps d'assemblage de 100 unités par heure, on identifie 3 étapes lentes et on applique un triage qui réduit le temps moyen de 12% en 2 jours de tests.

### 2. Structures de contrôle :

#### Instructions conditionnelles :

Une condition permet de choisir une action selon une situation, if then else est la forme la plus courante, attention aux tests égaux et aux bornes incluses ou exclues.

#### Boucles et itérations :

Les boucles répètent une suite d'instructions tant qu'une condition est vraie ou pour un nombre d'itérations donné, elles servent à sommer, compter ou filtrer efficacement.

#### Exemple de calcul simple :

On calcule la consommation annuelle en sommant 12 mesures mensuelles en kWh, la boucle for additionne chaque valeur, résultat obtenu en  $O(n)$  avec  $n$  égal à 12.

Élément	Description	Exemple
Condition	Choisir une branche selon un test booléen	Si température < 20 alors allumer chauffage
Boucle for	Itérer un nombre fixe de fois	Pour i de 1 à 12 additionner les valeurs
Boucle while	Répéter tant que la condition reste vraie	Tant que capteur > seuil, continuer l'acquisition
Affectation	Stocker une valeur dans une variable	Total = Total + Mesure

### 3. Applications et cas concrets :

#### Mini cas concret :

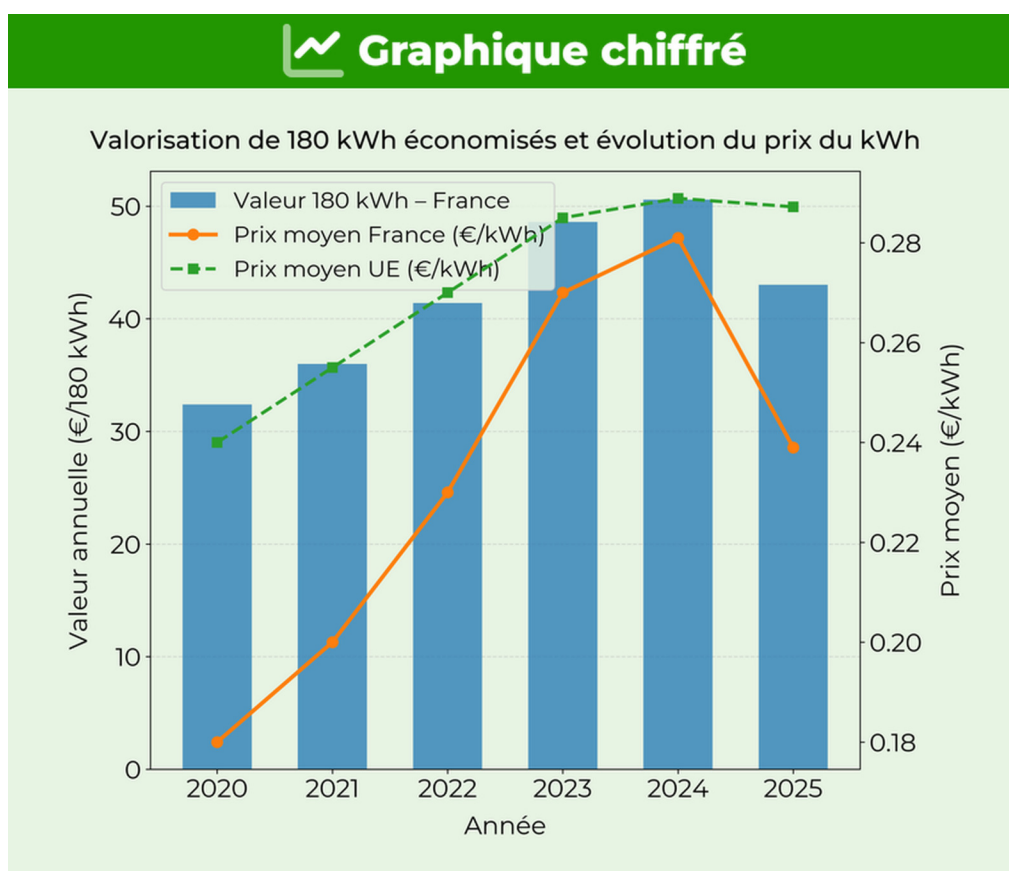
Contexte: un lycée teste un algorithme pour optimiser la consommation d'un atelier, la mesure initiale donne 1 200 kWh par an, objectif réduire de 15% en 6 mois.

### Étapes et livrable :

- Collecter 12 mesures mensuelles en kWh.
- Écrire un pseudocode et un script de simulation en 2 jours.
- Tester sur 10 cas représentatifs et ajuster la stratégie.
- Rendre un rapport de 2 pages et un fichier CSV de 12 valeurs.

### Exemple d'analyse chiffrée :

Résultat: simulation prédit une économie de 180 kWh par an, soit 32,4 euros économisés à 0,18 euros par kWh, livrable attendu, un rapport de 2 pages et un fichier CSV.



### Conseils de terrain et erreurs fréquentes :

Sur le terrain, commence par écrire un pseudocode clair, teste sur 10 à 20 jeux de données, vérifie les bornes et documente chaque variable pour faciliter la reprise en stage.

### Anecdote :

Anecdote: pendant mon stage j'ai corrigé un bug qui coûtait 300 euros par mois, en remplaçant une condition mal écrite.

Tâche	Contrôle
Écrire pseudocode	Vérifier logique et cas limites
Recueillir données	Avoir 12 valeurs mensuelles
Tester algorithme	Faire 10 à 20 tests variés
Documenter	Livrer rapport et fichier CSV

## Ce qu'il faut retenir

Un algorithme est une **suite d'instructions précises** qui résout un problème étape par étape. Avant de coder, écris un **pseudocode proche du français** pour clarifier la logique et réduire les erreurs.

- Maîtrise les **structures de contrôle** : conditions (if then else) et boucles (for, while) pour compter, filtrer ou sommer.
- Soigne les détails : égalités, bornes incluses ou exclues, et affectations (Total = Total + Mesure).
- En cas réel, collecte des données (ex. 12 mois), simule, puis ajuste sur 10 à 20 tests.

Pour livrer proprement, documente chaque variable et rends un rapport plus un fichier de données (CSV). Pense à **tester les cas limites** : une condition mal écrite peut coûter cher.

# Innovation technologique

## Présentation de la matière :

En **Bac Techno STI2D** (Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable), **Innovation technologique** t'apprend à imaginer, comparer et argumenter des solutions plus sobres. Elle mène à l'**épreuve finale** Ingénierie, innovation et développement durable, **coefficient 16**, écrite **3 h 30** et pratique **2 h**, en terminale, partie pratique au lycée.

En TP, tu pars d'un **cahier des charges**, tu modélises, puis tu testes un prototype ou une maquette. Un ami s'est débloqué en refaisant son **schéma fonctionnel**, après ça sa simulation était claire.

## Conseil :

Fais **3 séances** de 35 minutes par semaine: 1 pour les fiches, 2 sur des sujets. Repère fonctions, contraintes, critères, puis conclus en **5 lignes**, avec 1 chiffre ou 1 ordre de grandeur.

Le jour J, garde cette routine:

- Lis le sujet 2 fois
- Fais un schéma avant
- Vérifie unités et cohérence

Si tu bloques, reviens à la chaîne énergie ou information. Pense aussi à la **démarche d'écoconception**, une solution simple et durable est souvent la plus convaincante.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Identifier un besoin .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre le besoin .....	<a href="#">Aller</a>
2. Formaliser et prioriser le besoin .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 :</b> Créativité et idées .....	<a href="#">Aller</a>
1. Méthodes d'idéation .....	<a href="#">Aller</a>
2. Transformer une idée en concept .....	<a href="#">Aller</a>
3. Gérer la créativité en projet .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 :</b> Choisir une solution .....	<a href="#">Aller</a>
1. Évaluer les critères de sélection .....	<a href="#">Aller</a>
2. Comparer et hiérarchiser les solutions .....	<a href="#">Aller</a>
3. Valider la solution choisie .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 4 :</b> Design et usage .....	<a href="#">Aller</a>

1. Identifier l'utilisateur et le contexte .....	<a href="#">Aller</a>
2. Prendre en compte l'ergonomie et l'impact environnemental .....	<a href="#">Aller</a>
3. Prototyper, tester et améliorer .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 5 : Impact environnemental .....</b>	<a href="#">Aller</a>
1. Identifier et quantifier l'impact environnemental .....	<a href="#">Aller</a>
2. Réduire l'impact dans le cycle de vie .....	<a href="#">Aller</a>
3. Mesurer, vérifier et communiquer .....	<a href="#">Aller</a>

# Chapitre 1 : Identifier un besoin

## 1. Comprendre le besoin :

### Objectif et public :

Savoir à qui s'adresse le projet, ce que les utilisateurs veulent et pourquoi. Tu dois repérer les attentes, contraintes et usages pour définir un périmètre précis et éviter les dérives.

### Méthodes de recueil :

Utilise interviews courtes, observations, questionnaires de 5 à 10 questions et benchmark produit. Privilégie les retours terrain sur 1 à 2 semaines pour obtenir des données réalistes.

### Contraintes et enjeux :

Identifie contraintes techniques, normatives, budgétaires et environnementales. Estime coûts, délais et impacts durables pour rester en phase avec les objectifs de développement durable du Bac STI2D.

### Exemple d'identification d'un besoin :

Un lycée repère que la cantine gaspille 20 kg de nourriture par jour. Après observation, le besoin devient clair, réduire le gaspillage de 30% en 6 mois via suivi et formation.

## 2. Formaliser et prioriser le besoin :

### Cahier des charges simplifié :

Rédige 1 page avec objectif, périmètre, contraintes et indicateurs de succès. Mentionne budget approximatif, délai cible et utilisateurs pour guider la conception et les tests.

### Critères de priorisation :

Classe les besoins selon impact utilisateur, faisabilité technique, coût et délai. Donne un poids simple 1 à 5 pour chaque critère, puis calcule un score total pour ordonner.

### Validation avec le client utilisateur :

Présente le cahier des charges à 1 ou 2 utilisateurs clés, recueille commentaires et ajuste. Prévois 1 réunion de 30 à 60 minutes pour validation finale.

### Astuce terrain :

En stage, j'ai toujours pris 15 minutes pour clarifier un point avec le tuteur, cela évite 5 à 10 heures perdues plus tard.

### Mini cas concret :

Contexte : un lycée souhaite réduire de 25% les consommables de labo en 3 mois, objectif mesurable et pédagogique pour un projet STI2D.

- Audit initial sur 2 semaines pour recenser usages et déchets.
- Interviews de 8 enseignants et 40 élèves pour définir besoins réels.

- Prototype d'économie testé 4 semaines en TP avant déploiement.

Résultat : réduction de 28% des consommables au bout de 3 mois, économie de 250 euros. Livrable attendu : rapport de 6 pages, tableau de suivi et prototype d'épargne.

### Check-list opérationnelle :

Utilise cette check-list pour agir sur le terrain, elle te guide étape par étape et évite les oublis.

Étape	Action	Durée estimée
Audit	Observer et quantifier le problème	2 semaines
Collecte	Interviews et questionnaire 5 à 10 questions	1 à 2 semaines
Priorisation	Classement selon impact et faisabilité	1 jour
Validation	Réunion avec utilisateurs clés	30 à 60 minutes

## Ce qu'il faut retenir

Pour bien démarrer un projet, clarifie **objectif et public** : qui l'utilise, pourquoi, et quelles contraintes (techniques, budget, normes, environnement). Appuie-toi sur des **retours terrain** courts mais réels.

- Recueille les données : interviews, observation, questionnaire 5 à 10 questions, benchmark, sur 1 à 2 semaines.
- Formalise un **cahier des charges** d'1 page avec périmètre, indicateurs, budget et délai.
- Priorise avec un **score de priorisation** (impact, faisabilité, coût, délai) puis valide avec 1 à 2 utilisateurs clés.

Visa des objectifs mesurables (ex : réduire un gaspillage en X mois) et prévois une validation rapide : 30 à 60 minutes suffisent souvent. Prendre 15 minutes pour éclaircir un point t'évite des heures de travail inutile.

## Chapitre 2 : Créativité et idées

### 1. Méthodes d'idéation :

#### Brainstorming structuré :

Le brainstorming structuré organise les idées sans juger. Fixe 15 minutes, objectif 30 idées, groupe de 4 à 6 personnes. Note tout, puis trie après la session pour garder 5 idées prometteuses.

#### Technique 6-3-5 :

Six participants écrivent 3 idées en 5 rondes, soit 108 idées en 30 minutes. C'est efficace pour forcer la quantité et limiter la domination d'une seule personne dans l'équipe.

#### Carte mentale :

La carte mentale te permet de relier idées et contraintes visuellement. Commence par le besoin central, ajoute 8 à 12 branches, puis détaille chaque branche avec 2 à 4 sous-idées.

#### Exemple d'atelier de brainstorming :

En 20 minutes, une équipe de 5 élèves génère 42 idées sur un produit durable, puis retient 6 idées pour prototypage rapide la semaine suivante.

### 2. Transformer une idée en concept :

#### Rapid prototyping :

Prototype rapidement avec du carton, de la colle et du ruban, en une à deux heures. L'objectif est d'obtenir un objet testable qui montre la fonction principale et suscite des retours réels.

#### Critères de choix :

Choisis selon faisabilité, coût et impact. Par exemple, retiens les idées avec budget  $\leq 300$  €, réalisation en  $\leq 4$  semaines, et impact mesurable sur l'utilisateur final.

#### Tester avec l'utilisateur :

Fais tester le prototype par au moins 5 personnes représentatives. Recueille 10 retours maximum par test, priorise 3 modifications rapides, puis reteste pour valider les améliorations.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Un groupe réduit le nombre d'opérations manuelles de 12 à 8, gagnant 20% de temps de production sur un prototype après deux itérations de test.

Technique	Durée typique	Avantage principal
Brainstorming structuré	15 à 30 minutes	Quantité d'idées rapide

6-3-5	30 minutes	Structure et égalité de participation
Carte mentale	20 à 40 minutes	Clarté des liens entre idées
Prototype rapide	1 à 4 heures	Validation fonctionnelle immédiate

### 3. Gérer la créativité en projet :

#### Organise ton temps :

Travaille en sessions courtes de 30 à 45 minutes, puis fais une pause. Planifie des sprints de 1 semaine pour chaque étape prototype, test et amélioration, ainsi tu avances régulièrement.

#### Mini cas concret :

Contexte : trois élèves STI2D ont 6 semaines pour imaginer un capteur solaire portable.

Étapes : 1 semaine recherche, 2 semaines prototypage, 2 semaines tests, 1 semaine finalisation. Résultat : prototype avec autonomie 6 heures. Livrable attendu : maquette fonctionnelle, rapport de 6 pages et 3 photos du prototype.

#### Erreurs fréquentes et astuces :

Évite de juger trop tôt une idée, et limite les réunions sans objectifs. Astuce pratique : note les mauvaises idées, elles peuvent rebondir en solutions utiles plus tard.

#### Astuce stage :

Au stage, commence toujours par un prototype simple le premier jour pour apprendre vite, même si c'est imparfait, ça évite de perdre 2 semaines sur une idée qui ne fonctionne pas.

Checklist opérationnelle	Action
Définir objectif clair	Formule en 1 phrase la fonction principale
Choisir méthode d'idéation	Brainstorming ou 6-3-5 selon la taille d'équipe
Prototyper rapidement	Fabrique une maquette en 1 à 4 heures
Tester et itérer	Recueille 5 retours, fais 3 modifications prioritaires
Documenter le livrable	Prépare un rapport de 4 à 8 pages et 3 photos

### Ce qu'il faut retenir

Pour générer des idées, vise la quantité d'abord, puis sélectionne. Le **brainstorming structuré** (15 minutes) et la **technique 6-3-5** (108 idées en 30 minutes) t'aident à produire sans qu'une personne domine. La carte mentale clarifie les liens et contraintes.

- Cadre l'atelier : objectif clair, durée courte, tout noter, tri après.
- Transforme vite en concept avec un **prototype rapide** (1 à 4 heures) et des critères faisabilité, coût, impact.
- **Tester avec l'utilisateur** : au moins 5 personnes, 10 retours max, 3 modifications prioritaires, puis itération.

Gère la créativité comme un projet : sessions de 30 à 45 minutes, sprints d'une semaine, livrable documenté. Évite de juger trop tôt et limite les réunions sans objectif, même une idée "mauvaise" peut devenir utile.

## Chapitre 3 : Choisir une solution

### 1. Évaluer les critères de sélection :

#### Objectif :

Tu dois définir ce que la solution doit accomplir, par exemple performance, durabilité et conformité aux normes, pour éviter de choisir une option séduisante mais inadaptée au besoin réel.

#### Contraintes techniques :

Recense les interfaces, l'alimentation, l'espace disponible et la maintenance possible. Pense aux compétences de l'équipe et aux composants disponibles en 2 à 4 semaines pour le prototype.

#### Coût et durée :

Estime le coût d'achat, d'intégration et d'entretien sur 1 à 3 ans. Un projet pratique en Bac Techno doit rester réalisable en 2 à 6 semaines de travail pratique.

#### Exemple d'évaluation pour un capteur iot :

Tu compares la consommation électrique, la portée radio et le prix. Si la portée réelle descend à 10 m et que tu as besoin de 30 m, le choix est invalide.

### 2. Comparer et hiérarchiser les solutions :

#### Méthode de comparaison :

Construis une grille avec 4 à 6 critères pondérés, attribue des scores de 1 à 5, et calcule un total pondéré pour chaque option. C'est rapide et objectif pour un projet en 1 à 2 semaines.

#### Matrices et scores :

Utilise une matrice simple pour repérer la meilleure solution selon ton cahier des charges. La méthode évite les arguments subjectifs pendant la présentation finale.

Solution	Coût	Facilité d'intégration	Performance	Score pondéré
Solution A	150 €	4	3	3,6
Solution B	240 €	3	5	4,1
Solution C	90 €	2	2	2,1

#### Facteurs additionnels :

Pense à l'évolutivité, à la disponibilité des pièces et au bilan écologique. Selon l'INSEE, l'innovation durable gagne en importance, ce qui peut influencer un choix en faveur d'options sobres en énergie.

### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En notant consommation, coût et maintenance, ton équipe choisit une machine réduisant la consommation de 18% tout en restant rentable sous 18 mois.

## 3. Valider la solution choisie :

### Prototype et tests :

Réalise un prototype fonctionnel en 1 à 4 semaines, puis fais 2 à 3 séries de tests pour vérifier robustesse et conformité. Note les écarts et prévois des ajustements rapides.

### Feedback et critères d'acceptation :

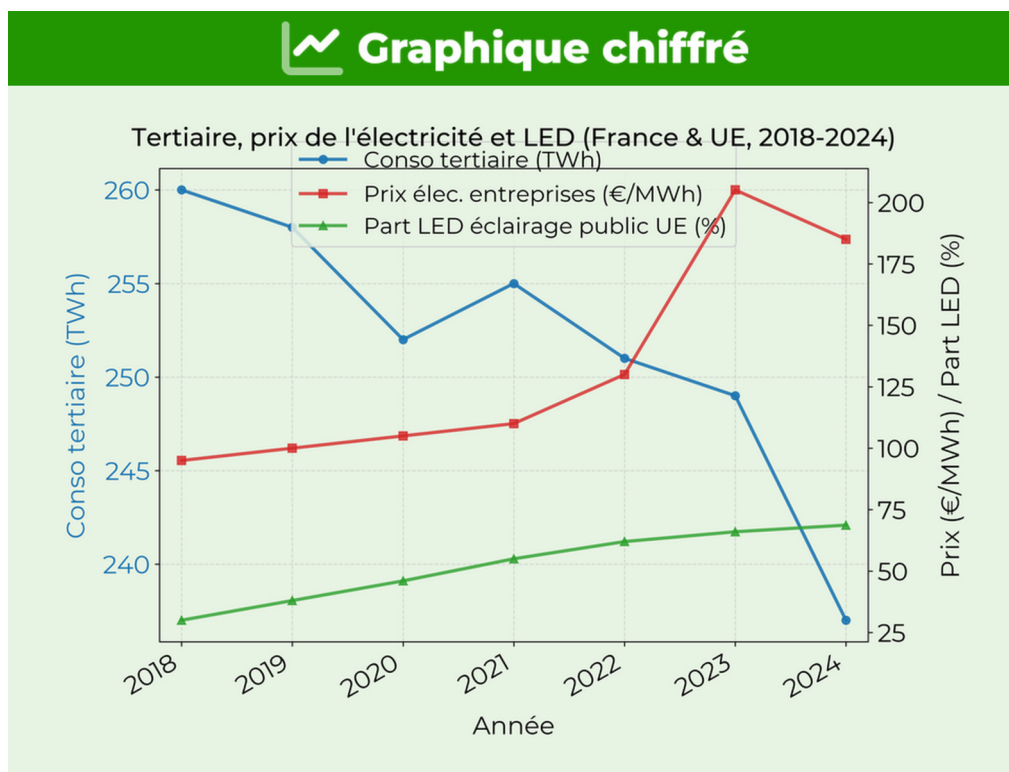
Invite 5 à 10 utilisateurs cibles à tester le prototype, collectes leurs retours et définis 3 critères d'acceptation mesurables pour valider le passage en phase finale.

### Livrable attendu :

Ton livrable doit comporter un prototype, un rapport de test de 3 à 5 pages et un plan d'amélioration avec coûts estimés sur 1 an. C'est ce que tu présenteras au jury.

### Exemple de mini cas concret – optimisation d'un éclairage de salle :

Contexte : une salle de TP consomme 1200 W en veille et 600 W en fonctionnement. Étapes : 1- mesurer consommation sur 1 semaine, 2- prototype LED, 3- tests 2 semaines. Résultat : réduction de 30% de la consommation. Livrable attendu : prototype électrique, rapport de test de 4 pages et plan économique montrant un retour sur investissement en 18 mois.

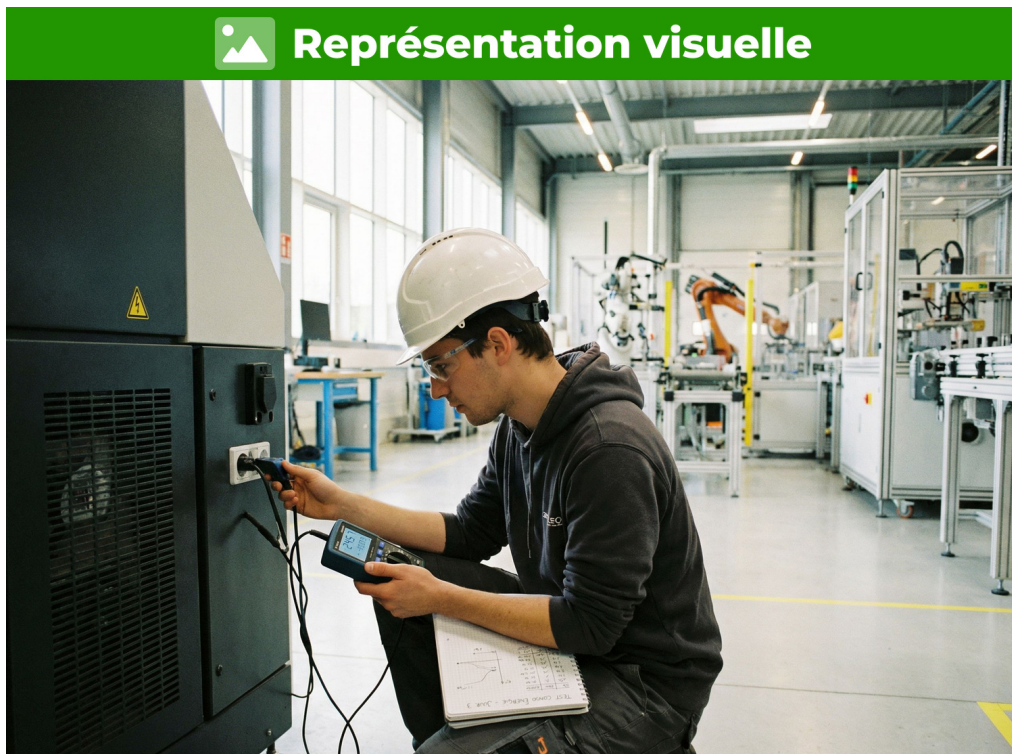


### Checklist opérationnelle :

Étape	Action
Définir critères	Lister 4 critères prioritaires et assigner des poids
Comparer options	Remplir la matrice de 3 solutions et calculer les scores
Prototype	Construire en 1 à 4 semaines et préparer 3 jeux de tests
Valider	Faire tester par 5 utilisateurs et compiler les résultats
Livrable	Prototype, rapport de test et plan d'amélioration chiffré

#### Petite astuce terrain :

Documente chaque test en 5 minutes après l'essai, cela évite d'oublier des réglages et économise plusieurs heures lors de la correction finale.



*Test de consommation de machine, relevé de puissance en kW, durée de test de 30 jours.*

J'ai souvent vu des groupes choisir l'option la moins chère puis devoir refaire une maquette, donc prends le temps de comparer sérieusement avant d'acheter.

### Ce qu'il faut retenir

Pour choisir une solution, pars du besoin réel et évite l'option « séduisante » mais inadaptée. Définis un objectif clair, tes contraintes et un budget-temps réaliste, puis compare de façon mesurable.

- Fixe des **critères de sélection** : performance, durabilité, conformité, contraintes techniques, compétences et disponibilité des composants.
- Estime le **coût sur 1 à 3 ans** et la durée de réalisation (projet faisable en 2 à 6 semaines de pratique).
- Utilise une **grille de comparaison pondérée** (4 à 6 critères, notes 1 à 5) pour hiérarchiser sans subjectivité, en ajoutant évolutivité et bilan écologique.
- Valide par **prototype et tests** : 2 à 3 séries, retours de 5 à 10 utilisateurs, et 3 critères d'acceptation.

Ton livrable final : prototype, rapport de test (3 à 5 pages) et plan d'amélioration chiffré sur 1 an. Documente chaque test juste après l'essai et ne choisis pas seulement le moins cher, sinon tu risques de refaire la maquette.

## Chapitre 4 : Design et usage

### 1. Identifier l'utilisateur et le contexte :

#### Identifier qui utilise et où :

Commence par définir qui utilisera ton produit, où et quand. Liste 3 scénarios d'usage typiques en précisant fréquence et contraintes techniques ou environnementales.

#### Méthodes rapides pour recueillir des besoins :

Utilise observations sur le terrain, entretiens de 10 à 20 minutes et tests de 5 utilisateurs pour dégager tendances, note au moins 10 retours avant de décider.

#### Exemple d'observation en classe :

Tu observes 12 élèves utiliser un capteur, 8 rencontrent des difficultés pour l'accès aux connecteurs, tu notes temps moyen 45 secondes pour connecter.

### 2. Prendre en compte l'ergonomie et l'impact environnemental :

#### Ergonomie et accessibilité :

Conçois des interfaces simples, boutons visibles et retours clairs. Prévois accès pour personnes à mobilité réduite et contrastes pour lecteurs daltoniens, j'ai vu un prototype rejeté pour un bouton trop petit.

#### Éco-conception et choix matériaux :

Privilégie matériaux recyclables et pièces standards pour faciliter réparation. Vise une réduction de masse de 10 à 30% quand c'est possible pour diminuer coût et empreinte.

Critère	Impact sur l'usage
Simplicité	Réduit temps d'apprentissage et erreurs
Durabilité	Allonge durée de vie, baisse coût sur 5 ans
Maintenance	Facilite réparation, réduit temps d'intervention

Ce tableau t'aide à prioriser lors de la conception, compare effets sur coût, durée de vie et expérience utilisateur selon ton projet.

### 3. Prototyper, tester et améliorer :

#### Prototypage rapide et tests utilisateurs :

Construis 2 prototypes : un papier et un fonctionnel basique. Teste avec 5 à 8 utilisateurs, mesure temps d'exécution et taux d'erreur pour guider les itérations.

#### Astuce organisation :

Planifie 2 sessions de test d'une heure chacune, prépare scénarios simples, scripts de tâches et une fiche d'observation pour récolter données comparables et exploitables.

### Mini cas concret : redesign d'un boîtier de contrôle :

Contexte : ton lycée doit améliorer un boîtier de commande pour un prototype domotique, objectif réduire erreurs et faciliter maintenance pour 20 postes en atelier.

- Observation terrain pendant 2 jours et collecte de 30 retours d'élèves
- Prototype papier en 1 jour puis prototype fonctionnel en 2 semaines
- Tests avec 6 utilisateurs, mesures temps de connexion et erreurs

Résultat : réduction des erreurs de branchement de 60%, temps de maintenance réduit de 40%. Livrable attendu : prototype modifié, plans CAO et fiche technique de 3 pages.

Action	Pourquoi
Lister scénarios	Comprendre contraintes réelles
Construire prototype papier	Valider concept en 1 jour
Tester 5 à 8 utilisateurs	Détecter 80% des problèmes d'usage
Préparer fiche d'observation	Collecter données exploitables
Documenter livrable	Permettre production et maintenance

## Ce qu'il faut retenir

Pour concevoir juste, commence par définir l'utilisateur, le lieu et le moment, puis formalise **scénarios d'usage typiques**. Recueille vite des besoins via observation et courts entretiens, et valide avec **tests de 5 utilisateurs** avant de trancher.

- Décris 3 scénarios avec fréquence, contraintes techniques et environnementales.
- Soigne **ergonomie et accessibilité** : simplicité, boutons visibles, contrastes, retours clairs.
- Intègre **éco-conception et matériaux** : pièces standards, réparabilité, 10 à 30% de masse en moins si possible.
- Prototypage : un papier puis un fonctionnel, mesure temps et erreurs pour itérer.

Planifie tes tests avec scripts et fiche d'observation pour comparer. En itérant, tu réduis erreurs et maintenance, et tu livres un prototype fiable, documenté et prêt à être fabriqué.

## Chapitre 5 : Impact environnemental

### 1. Identifier et quantifier l'impact environnemental :

#### Objectif et définitions :

Tu dois comprendre ce qu'on mesure, pourquoi et comment. L'impact couvre l'énergie, les émissions de gaz carbonique, l'eau et les déchets produits durant la vie d'un produit.

#### Les principaux indicateurs :

Concentre-toi sur empreinte carbone en kg CO<sub>2</sub>e, consommation d'énergie en kWh, consommation d'eau en litres et masse de déchets en kg. Ces chiffres servent à comparer des solutions.

#### Méthodes rapides de quantification :

Utilise des bilans simplifiés, des bases de données publiques et des facteurs d'émission. Une estimation grossière te donne déjà une idée utile avant une analyse détaillée.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Tu mesures d'abord la consommation électrique mensuelle de la machine, puis tu estimes les kg CO<sub>2</sub>e par kWh pour obtenir une valeur approximative de l'impact carbone.

### 2. Réduire l'impact dans le cycle de vie :

#### Conception et choix des matériaux :

Privilégie les matériaux recyclés ou de faible énergie grise. Remplace une pièce plastique par une pièce en aluminium recyclé quand cela réduit l'empreinte sans nuire à la fonction.

#### Optimisation du fonctionnement :

Travaille sur la durée de vie, la réparabilité et la maintenance. Un appareil qui dure 2 fois plus longtemps divise souvent l'impact par 2 sur le long terme.

#### Transport et logistique :

Réduis les distances de transport, favorise le groupage de fret et choisis des modes moins carbonés. Le transport peut représenter jusqu'à 30 pour cent de l'impact total selon le produit.

#### Exemple d'éco conception :

Remplacement d'un emballage par un film recyclable a réduit le poids de 15 pour cent et a fait baisser les émissions liées au transport de 8 pour cent sur un lot de 1 000 unités.

Phase du cycle de vie	Impact type	Ordre de grandeur
-----------------------	-------------	-------------------

Extraction des matières	Consommation d'énergie et destruction d'habitat	10 à 40 pour cent du total
Fabrication	Émissions directes et déchets	20 à 50 pour cent du total
Usage	Consommation d'énergie et maintenance	Peut aller jusqu'à 80 pour cent pour certains équipements
Fin de vie	Déchets et recyclage	5 à 30 pour cent selon recyclabilité

### 3. Mesurer, vérifier et communiquer :

#### Audits et analyses de cycle de vie :

La LCA complète est la méthode pertinente pour un projet sérieux. Elle demande des données et 2 à 8 semaines selon la taille du produit, souvent réalisée en collaboration avec un tuteur ou un bureau d'études.

#### Normes et labels :

Connais les repères comme la norme ISO 14040 pour LCA et les labels éco conception. Ces repères rendent ton travail crédible auprès d'un jury ou d'un client.

#### Communication transparente :

Présente des chiffres clairs, des hypothèses et des marges d'incertitude. Indique les gains attendus en pourcentage ou en kg CO<sub>2</sub>e pour que tes résultats soient actionnables.

#### Exemple de communication chiffrée :

Dans un projet de stage, j'ai présenté une réduction prévue de 25 pour cent des émissions et un gain d'énergie de 12 000 kWh par an, résultats vérifiables via relevés de consommation.

#### Mini cas concret :

Contexte :

Une PME fabrique une petite machine de prototypage et veut réduire son empreinte environnementale pour le marché éducatif.

#### Étapes :

- Réaliser un inventaire simplifié des matières et consommations.
- Estimer l'empreinte carbone en kg CO<sub>2</sub>e pour 1 000 unités.
- Tester un changement de matériau et mesurer la variation de masse et d'énergie.
- Valider la modification par 3 prototypes et un relevé de consommation sur 30 jours.

#### Résultat attendu et livrable :

Livrable : rapport synthétique de 8 pages, tableau comparatif et fiche technique du prototype. Objectif chiffré : réduction de 20 pour cent des kg CO<sub>2</sub>e par unité et diminution de 15 pour cent du poids.

Check-list opérationnelle	Action concrète
Collecter les données	Mesurer consommation, matières et déchets sur 4 semaines
Calculer un bilan simplifié	Utiliser facteurs d'émission disponibles et tableurs
Proposer 3 pistes d'amélioration	Prioriser selon coût, impact et faisabilité
Tester et mesurer	Valider sur prototype pendant au moins 2 semaines
Rédiger le livrable	Rapport synthétique avec chiffres et recommandations

#### Astuces et erreurs fréquentes :

Ne te lance pas dans une LCA complète sans données, commence par une estimation simple. En stage, demande toujours les relevés sur au moins 30 jours pour obtenir des valeurs stables.

#### Astuce de terrain :

Demande au responsable atelier l'historique des consommations, tu gagnes souvent 2 jours de collecte et tu évites des estimations trop pessimistes.

#### Ressenti :

Souvent, l'impact environnemental d'un projet est plus facile à réduire que tu ne le penses, il suffit d'identifier 2 actions prioritaires et de les chiffrer.

### Ce qu'il faut retenir

Tu identifies et quantifies l'impact sur tout le cycle de vie avec des indicateurs simples : **empreinte carbone en kg CO<sub>2</sub>e**, énergie (kWh), eau (L) et déchets (kg). Commence par un bilan simplifié (facteurs d'émission, bases publiques) avant une **analyse de cycle de vie complète**, plus longue et exigeante.

- Réduis l'impact via **choix de matériaux recyclés**, durée de vie, réparabilité et maintenance.
- Optimise transport et logistique (distances, groupage, modes moins carbonés), parfois jusqu'à 30 % de l'impact.
- Mesure, vérifie et communique : chiffres, hypothèses, marges, gains en % ou kg CO<sub>2</sub>e, en t'appuyant sur ISO 14040 et labels.

Pour avancer vite, collecte des relevés sur 30 jours, teste des prototypes et compare avant-après. Ne vise pas la perfection au départ : deux actions prioritaires bien chiffrées rendent ton projet crédible et actionnable.

# Ingénierie et développement durable

## Présentation de la matière :

En Bac Techno STI2D (Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable), Ingénierie et développement durable te prépare à l'épreuve terminale **ingénierie, innovation** et développement durable, en fin de terminale, hors CCF. Tu passes 2 temps: Une partie écrite de **3 h 30** et une partie pratique de **2 h**.

Le tout compte **coefficient 16**, avec **coefficient 9** pour l'écrit et **coefficient 7** pour la pratique. À l'écrit, tu analyses un produit, tu modélises, tu valides, tu rédiges une synthèse, en croisant matière, énergie et information.

À la pratique, tu bosses en labo sur ton enseignement spécifique, tu dois concevoir, simuler, expérimenter. Je me souviens d'un ami qui a gagné des points juste en expliquant mieux ses choix, ça a tout changé.

## Conseil :

Ne révise pas "au feeling". Fais 6 semaines avec 4 séances de 25 minutes par semaine, en alternant sujet d'écrit et entraînement type TP. Ton objectif: **argumenter tes choix** à chaque réponse, surtout sur l'impact environnemental et l'énergie.

Le piège classique, c'est de faire des calculs corrects, mais d'oublier la conclusion et les unités. Pour la pratique, revois tes procédures et tes logiciels, et entraîne-toi à expliquer en 2 phrases ce que montre un résultat de simulation, puis ce que tu décides.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Contraintes techniques et coûts .....	<a href="#">Aller</a>
1. Contrainte technique et impact sur le coût .....	<a href="#">Aller</a>
2. Comment estimer et maîtriser les coûts .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 :</b> Matière-énergie-information .....	<a href="#">Aller</a>
1. Matière : flux, propriétés et recyclage .....	<a href="#">Aller</a>
2. Énergie : formes, conversion, bilan .....	<a href="#">Aller</a>
3. Information : capteurs, traitement et communication .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 :</b> Choix durables .....	<a href="#">Aller</a>
1. Intégrer la durabilité dans un projet .....	<a href="#">Aller</a>
2. Comparer des options selon des critères durables .....	<a href="#">Aller</a>
3. Mettre en œuvre des choix durables en projet .....	<a href="#">Aller</a>

# Chapitre 1 : Contraintes techniques et coûts

## 1. Contrainte technique et impact sur le coût :

### Définition et enjeux :

Dans un projet industriel, une contrainte technique est une limite imposée par la physique, la sécurité, ou les normes, qui influence le choix des composants et augmente souvent le coût de réalisation.

### Types de contraintes :

- Fonctionnelles: puissance, vitesse, précision.
- Matériaux: résistance, corrosion, disponibilité.
- Normatives et sécurité: conformité CE, iso, résistances au feu.

### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Un atelier préfère un moteur plus cher car il réduit la maintenance, ce qui diminue le coût total sur 5 ans malgré un surcoût initial de 30%.

Je me souviens d'un stage où une tolérance mal mesurée a entraîné l'achat de pièces supplémentaires pour 150€ et trois jours de retard.

Type de contrainte	Impact sur le coût
Fonctionnelle	Peut nécessiter composants haut de gamme, hausse de 10 à 50% du prix
Matériau	Spécialités plus coûteuses, délais d'approvisionnement plus longs
Normative	Essais et certifications, budget de validation de 200 à 2 000 euros

## 2. Comment estimer et maîtriser les coûts :

### Méthode simple :

Pour estimer les coûts, liste d'abord les composants, estime les temps de travail puis ajoute une marge de 10 à 30% pour risques et imprévus afin de sécuriser ton budget.

### Calculs et ordres de grandeur :

Un prototype simple prend souvent 2 à 4 semaines, coûte entre 200 et 1 000 euros pour le matériel, et 20 heures de main d'œuvre à 10 euros par heure.

### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Calcul simple: matériel 350€, temps 30 heures à 12€/h soit 360€, total 710€. En réduisant le temps de 20% on économise 72€, nouveau total 638€.

### Mini cas concret :

Contexte: Une équipe de 3 élèves doit concevoir un lampadaire LED durable, contrainte coût 600€, puissance max 20 W, durée du projet 6 semaines.

- Spécification des besoins et contraintes.
- Choix des composants et estimation du budget.
- Prototypage, essais, et ajustements.

Résultat: Prototype réalisé en 5 semaines pour 540€, consommation 15 W, durée escomptée 25 000 heures. Livrable attendu: dossier technique et facture détaillée.

#### Check-list opérationnelle :

Étape	Action	Indicateur
Analyse	Lister contraintes techniques et normes	Nombre de contraintes identifiées
Évaluation	Estimer coût matériel et main d'œuvre	Budget prévisionnel en euros
Priorisation	Classer contraintes par impact	Nombre de contraintes critiques
Validation	Tester prototype et comparer au cahier des charges	Taux de conformité en %
Livrable	Rédiger dossier technique et tableau coûts	Dossier complet et facture

### Ce qu'il faut retenir

Une contrainte technique limite ton projet (physique, sécurité, normes) et peut faire grimper le budget via des composants plus exigeants, des matériaux spéciaux ou des certifications. Identifie d'abord les **contraintes techniques clés** et leur impact.

- Fonctionnel, matériau, normatif : chacun peut ajouter 10 à 50% ou 200 à 2 000€ de validation.
- Estime **matériel et main-d'œuvre**, puis ajoute une **marge de risque** (10 à 30%) pour les imprévus.
- Optimise le temps et pense **coût total sur 5 ans** : un surcoût initial peut réduire maintenance et retards.

Applique une check-list simple : analyser, chiffrer, prioriser, tester, livrer dossier et facture. Tu maîtrises les coûts en comparant le prototype au cahier des charges.

## Chapitre 2 : Matière-énergie-information

### 1. Matière : flux, propriétés et recyclage :

**Flux de matière :**

Dans un système industriel tu dois suivre les entrées et sorties de matière, en kg par heure ou par jour. Le bilan matière évite les pertes et identifie les gaspillages cachés.

**Propriétés des matériaux :**

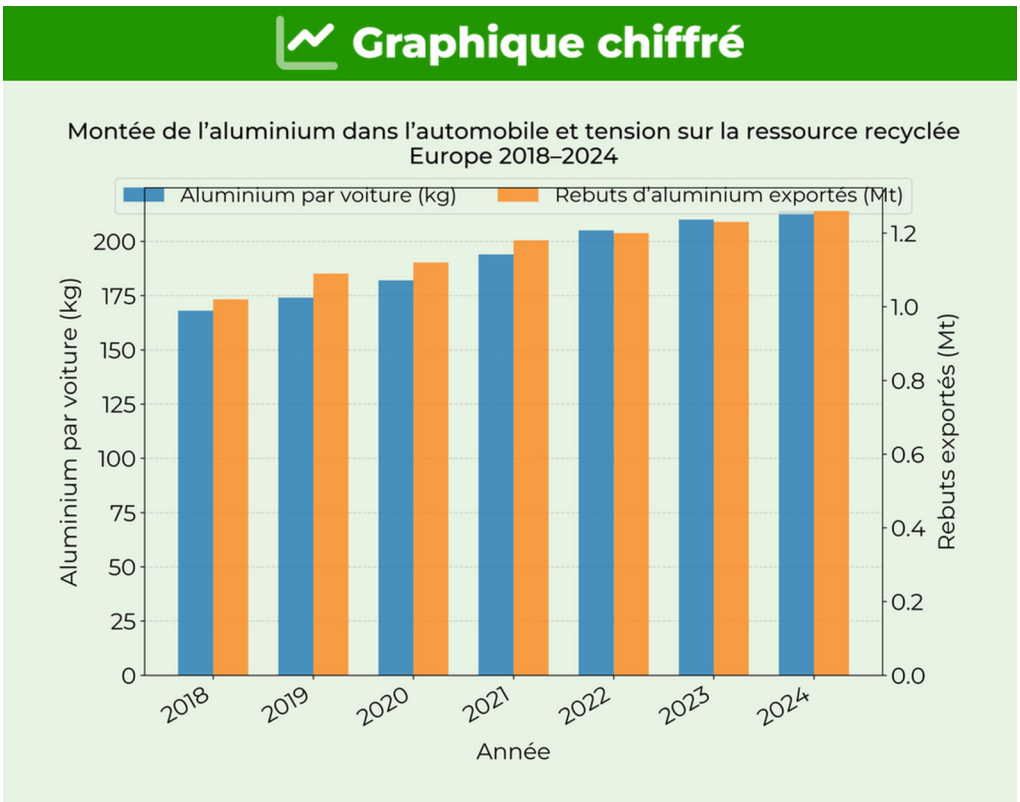
Connaître la masse volumique, la conductivité thermique et la résistance mécanique te permet de choisir le bon matériau pour un composant durable et efficace.

**Recyclage et fin de vie :**

Penser recyclage dès la conception réduit l'empreinte environnementale et peut économiser jusqu'à 50% d'énergie de production pour certains métaux recyclés.

**Exemple d'application :**

Pour un carter en aluminium, remplacer 30% de matière par une pièce allégée permet de diminuer la masse de 12% et le coût matière d'environ 8% sans perdre en résistance.



Élément	Ordre de grandeur
Masse volumique acier	7 850 kg/m3
Masse volumique aluminium	2 700 kg/m3

Énergie grise métal recyclé	Jusqu'à 50% de gain
-----------------------------	---------------------

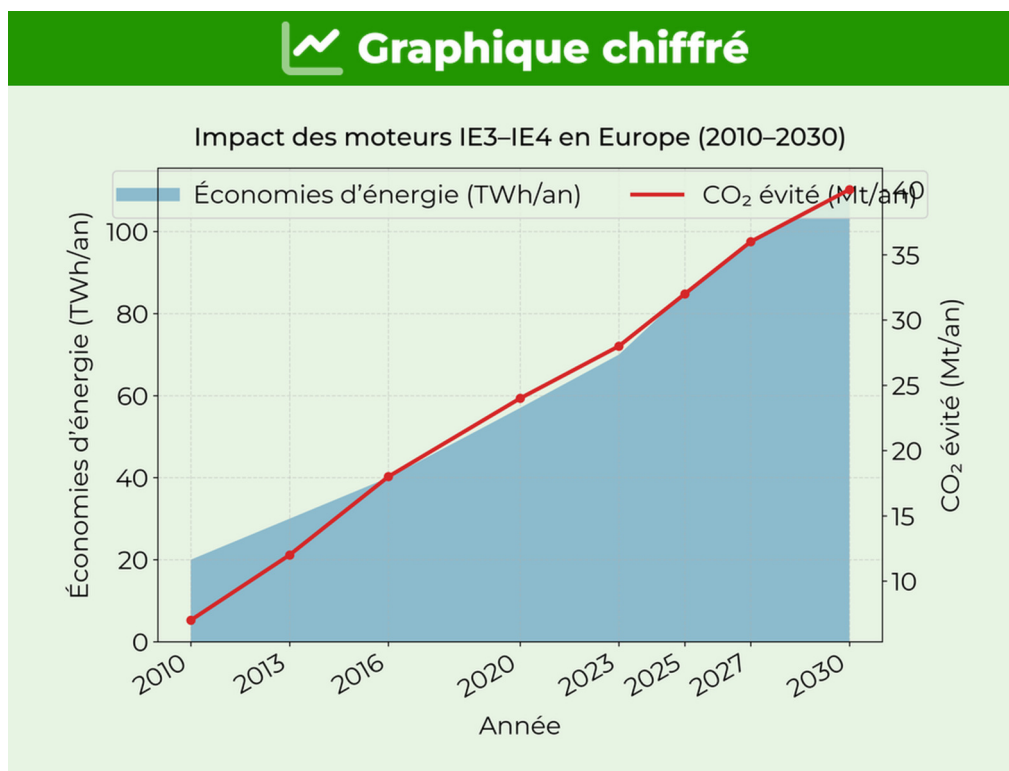
## 2. Énergie : formes, conversion, bilan :

### Formes d'énergie :

L'énergie peut être thermique, mécanique, électrique ou chimique. Savoir convertir et stocker correctement est essentiel pour ton projet et pour limiter les pertes inutiles.

### Conversion et rendement :

Un moteur électrique moderne atteint environ 85% de rendement. Si tu utilises un moteur 1 000 W pendant 2 heures, il consomme 2 kWh et produit 1,7 kWh utile.



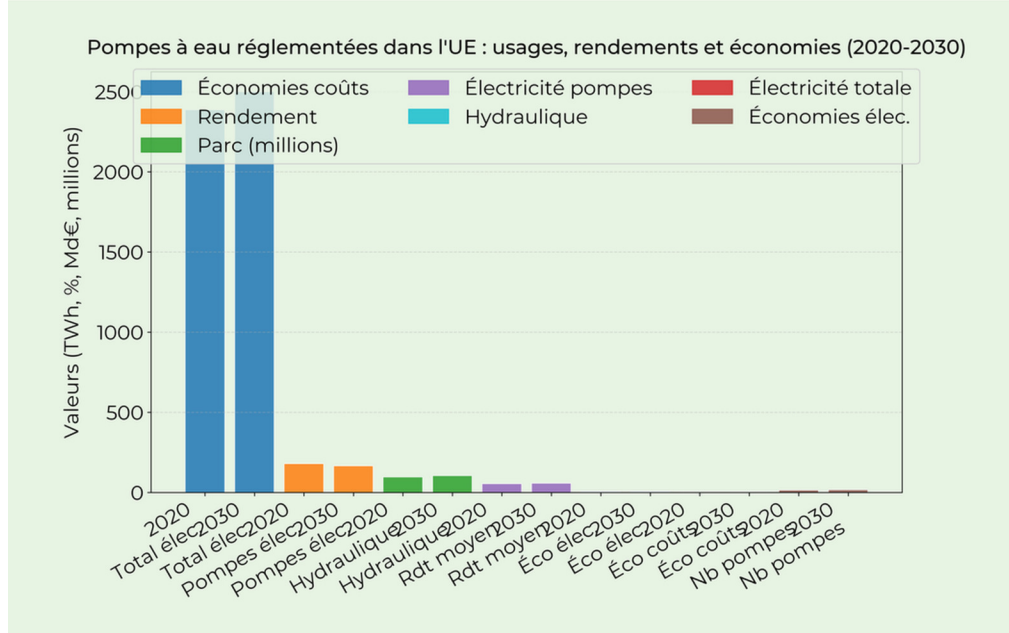
### Bilan énergétique simple :

Construis un bilan avec entrées et sorties en kWh. Identifier 10% de pertes te permet souvent de réduire la consommation de 5 à 15% par optimisations ciblées.

### Exemple d'application :

Remplacer une pompe 50% inefficace par une pompe à rendement 70% peut économiser 1 200 kWh/an pour une petite installation, soit environ 240 euros par an selon les tarifs locaux.

## Graphique chiffré



Petite anecdote, en stage j'ai trouvé un câble mal dimensionné qui faisait perdre 10% d'énergie, et le remplacer a été le geste le plus rentable.

### 3. Information : capteurs, traitement et communication :

#### Capteurs et mesures :

Choisis capteur selon précision et gamme. Un capteur de température 0,1 °C de précision est utile pour des process sensibles, alors qu'une précision 1 °C suffit souvent.

#### Traitement des données :

Filtre les signaux et calcule des moyennes sur 10 à 60 secondes pour limiter le bruit. Les microcontrôleurs 32 bits gèrent facilement ces calculs en temps réel.

#### Sécurité et intégrité de l'information :

Vérifie les erreurs de transmission et authentifie les messages si la commande à distance contrôle un élément critique. Des checksums simples réduisent déjà 90% des erreurs courantes.

#### Exemple d'application :

Un capteur IoT envoie une mesure toutes les 30 secondes, consommant 0,5 mA en veille et 20 mA en transmission. Optimiser la fréquence peut prolonger l'autonomie de la batterie de 3 à 12 mois.

#### Mini cas concret :

Contexte :

Tu conçois une ventilation pour une salle de classe de 50 m<sup>2</sup>, objectif réduire consommation et matériau utilisé.

### Étapes :

1 Choisir matériau léger, 2 dimensionner ventilateur pour 300 m<sup>3</sup>/h, 3 intégrer capteur CO<sub>2</sub> pour gestion automatique.

### Résultat :

Réduction estimée de la consommation de 20%, masse réduite de 15% par rapport à une solution standard, autonomie et confort améliorés.

### Livrable attendu :

Fiche technique de 2 pages incluant bilan matière en kg, bilan énergétique en kWh/an et schéma de câblage du capteur.

Étape	Action	Indicateur chiffré
Étude matériau	Choisir alliage et épaisseur	Masse -15%
Bilan énergie	Calculer kWh/an	Économie 20%
Capteurs	Intégrer capteur CO <sub>2</sub>	Fréquence 30 s

### Check-list opérationnelle :

Tâche	Pourquoi	Critère
Mesurer masses	Contrôler flux matière	Précision 100 g
Faire bilan kWh	Détecter pertes	Horizon 1 an
Vérifier capteurs	Garantir qualité données	Calibration 6 mois
Documenter livrable	Faciliter stage et jury	2 pages et schéma

## Ce qu'il faut retenir

Tu relies matière, énergie et information pour concevoir plus efficace. Suis les flux pour faire un **bilan matière**, choisis selon les **propriétés des matériaux** et pense recyclage dès la conception. Côté énergie, fais un bilan en kWh pour traquer pertes et améliorer le **rendement énergétique**. Côté info, mesure, filtre et sécurise.

- Quantifie entrées et sorties (kg) pour réduire gaspillages et coûts.
- Convertis et optimise : repère 10% de pertes pour gagner 5 à 15%.
- Choisis capteurs, lisse les données (10 à 60 s) et protège l'**intégrité des données**.

Applique la méthode sur un mini projet (ex. ventilation) : matériau léger, dimensionnement du débit, capteur CO2 pour piloter. Ton livrable doit réunir bilans matière et énergie, plus le schéma de câblage.

## Chapitre 3 : Choix durables

### 1. Intégrer la durabilité dans un projet :

#### Objectif et enjeux :

Apprendre à prendre des décisions qui réduisent l'impact sur l'environnement tout en respectant les contraintes techniques et les coûts du projet. Cela permet d'anticiper les exigences réglementaires et sociales.

#### Principes à retenir :

Favorise la réparabilité, la durée de vie et la recyclabilité du produit, optimise l'usage des ressources et évite les déplacements inutiles. Ces choix influent sur le coût total sur la durée de vie.

#### Méthode simple :

Commence par définir 3 objectifs durables mesurables, pèse chaque option selon 3 critères, puis choisis l'option qui maximise la performance durable sans compromettre la fonction essentielle.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Refonte d'une ligne pour réduire l'épaisseur de matière de 12 %, baisse de consommation d'énergie de 9 % et diminution des déchets de 15 %, gains validés en 6 semaines de tests.

### 2. Comparer des options selon des critères durables :

#### Critères de choix :

Sélectionne critères pertinents comme impact environnemental, durée de vie, coût total sur la durée de vie et facilité de recyclage. Donne un poids à chaque critère selon l'objectif du projet.

#### Outils d'évaluation :

Utilise une matrice multicritère, une approche ACV simplifiée ou des fiches environnementales fournisseurs pour comparer. Ces outils te donnent une vision chiffrée et argumentée des choix possibles.

#### Astuce terrain :

Demande toujours la fiche technique et la fiche environnementale du fournisseur, et demande un échantillon pour test mécanique. Cela évite des erreurs de spécification coûteuses en phase de proto.

Critère	Poids	Option a (score)	Option b (score)
Impact carbone	40	7	9
Durée de vie	30	8	6

Coût total	20	6	8
Recyclabilité	10	5	8

### Interprétation rapide :

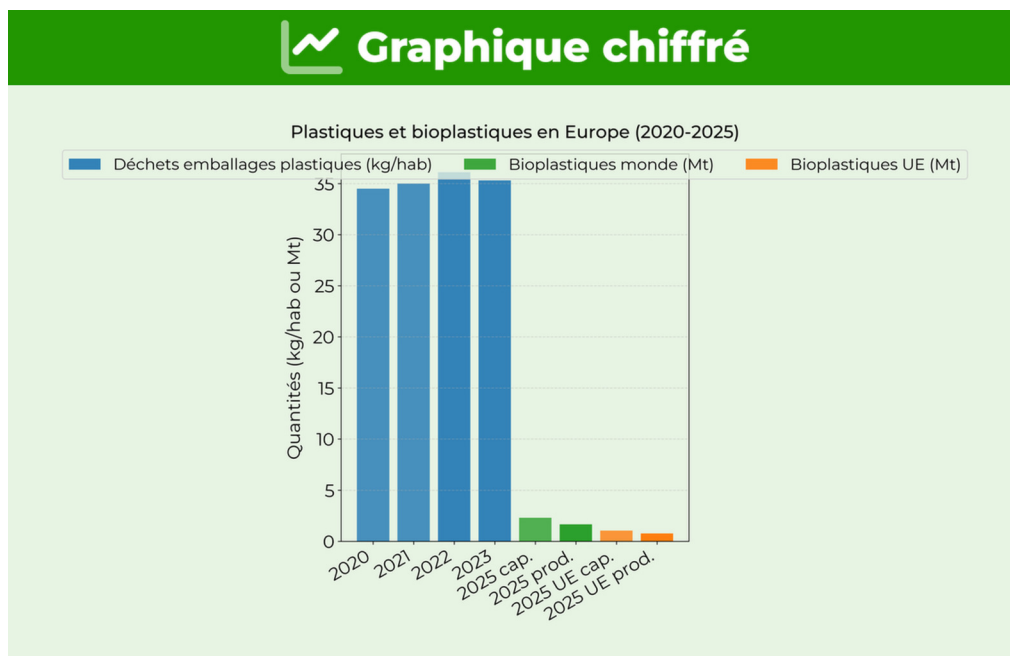
Calcule le score pondéré pour chacune des options et choisis l'option qui obtient le meilleur total. Cette méthode évite les décisions basées uniquement sur le prix d'achat.

### Cas concret : choix d'un matériau pour un capot de boîtier :

Contexte : remplacer un plastique non recyclé par un bioplastique ou un alliage léger.

Étapes : tests mécaniques en 4 semaines, ACV simplifiée sur 2 semaines, coût comparatif sur 1 an. Résultat : bioplastique réduit empreinte carbone de 18 % mais coûte 5 % de plus.

Livrable attendu : rapport de 3 pages avec matrice multicritère et fiche matériau.



## 3. Mettre en œuvre des choix durables en projet :

### Plan simple :

Définis 3 jalons clairs : choix et validation technique, prototypage et tests, plan de déploiement avec indicateurs. Assigne responsabilités et calendriers réalistes, par exemple 3 mois pour prototypage.

### Suivi et indicateurs :

Suivi basique : taux de recyclage, consommation énergétique par unité, taux de panne sur 12 mois et coût total sur la durée de vie. Mesure régulièrement et ajuste selon les écarts constatés.

### Erreurs fréquentes :

Ne pas tester en conditions réelles, se fier uniquement au prix d'achat ou négliger la fin de vie sont des erreurs courantes. Ces négligences entraînent souvent des surcoûts de 10 à 30 % à long terme.

### Astuce de stage :

Lors de ton stage, prends l'habitude d'écrire un court bulletin de 1 page après chaque prototype testé, avec 3 indicateurs chiffrés et une recommandation claire, cela impressionne les tuteurs et aide la prise de décision.

Vérification	Question à se poser
Objectif durable	Est-ce que ce choix réduit l'impact mesurable de l'ordre de 10 % ou plus ?
Coût total	Quel est le coût sur la durée de vie estimée en années ?
Test utilisateur	As-tu au moins 10 heures d'essais en conditions réelles ?
Fin de vie	Peut-on recycler ou réutiliser au moins 60 % de la matière ?

### Remarque utile :

Selon l'ADEME, jusqu'à 80 % des impacts environnementaux d'un produit sont déterminés lors de la phase de conception, d'où l'importance d'appliquer ces méthodes dès le début du projet.

### Exemple d'intégration en projet :

Dans un projet de capteur, l'équipe a réduit le nombre de pièces de 20 % et augmenté la réparabilité, économisant 12 % au total sur les coûts de maintenance sur 3 ans.

## Ce qu'il faut retenir

Tu intègres la durabilité dès la conception pour réduire l'impact sans sacrifier la fonction ni le budget, car l'essentiel se joue très tôt. Fixe des **objectifs durables mesurables**, puis compare les options avec un **matrice multicritère simple** (poids + scores) et une ACV simplifiée.

- Privilégie réparabilité, durée de vie, recyclabilité et sobriété des ressources.
- Raisonnes en **coût total sur la durée**, pas seulement en prix d'achat.
- Exige fiches technique et environnementale, plus un échantillon pour essais.
- Sécurise par des **tests en conditions réelles** et des indicateurs (énergie, pannes, recyclage).

Planifie 3 jalons (validation, protos, déploiement) avec responsabilités et suivi. Évite de négliger la fin de vie, sinon les surcoûts explosent. Un court bulletin après chaque prototype te permet de trancher vite et proprement.

# Physique-chimie et mathématiques

## Présentation de la matière :

En Bac Techno STI2D (Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable), Physique-chimie et mathématiques conduit à une **épreuve finale écrite de 3 heures**, en fin de terminale. Elle est notée sur 20 et compte un **coefficient de 16**, donc elle peut vraiment faire basculer ta moyenne.

Tu y croises énergie, électricité, chimie, et outils maths, fonctions, dérivation, stats, pour modéliser et justifier. Le barème répartit souvent **14 points en physique** et **6 points en maths**. Je me rappelle d'un ami qui a perdu des points juste en oubliant les unités.

## Conseil :

Planifie 3 créneaux de 35 minutes par semaine, 1 pour relire, 1 pour t'entraîner, 1 pour corriger. Garde une fiche de **15 formules utiles**, avec les conditions d'application, et refais les conversions jusqu'à ce que ce soit automatique.

Le jour J, applique ces réflexes:

- Lire la question finale
- Écrire les données avec unités
- Isoler l'inconnue avant de calculer
- Conclure avec une phrase

Fais au moins 2 sujets complets en 3 heures, chronomètre en main, puis corrige à froid le lendemain. Note tes erreurs récurrentes, signe, unités, arrondis, et entraîne-toi à rédiger proprement, tu gagneras des points faciles.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Résolution de problèmes .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre et modéliser le problème .....	<a href="#">Aller</a>
2. Résoudre et vérifier .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 :</b> Raisonnement mathématique .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre les types de raisonnements .....	<a href="#">Aller</a>
2. Utiliser les quantités et les unités .....	<a href="#">Aller</a>
3. Raisonnement appliqué aux mesures et erreurs .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 :</b> Mesures et expériences .....	<a href="#">Aller</a>
1. Concevoir une expérience .....	<a href="#">Aller</a>
2. Instruments et étalonnage .....	<a href="#">Aller</a>
3. Traiter les données et conclure .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 4 :</b> Analyse de résultats .....	<a href="#">Aller</a>

1. Vérifier la validité des résultats .....	<a href="#">Aller</a>
2. Quantifier les incertitudes et propager les erreurs .....	<a href="#">Aller</a>
3. Interpréter et communiquer les résultats .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 5 : Modèles math-physique .....</b>	<a href="#">Aller</a>
1. Modéliser un système physique .....	<a href="#">Aller</a>
2. Fonctions et ajustements numériques .....	<a href="#">Aller</a>
3. Modèles dynamiques et expériences courtes .....	<a href="#">Aller</a>

# Chapitre 1 : Résolution de problèmes

## 1. Comprendre et modéliser le problème :

### Identifier le besoin :

Commence par reformuler le problème en une phrase claire, précise et mesurable, cela évite les pertes de temps et oriente les calculs ou mesures à réaliser ensuite.

### Choisir les outils et les inconnues :

Définis quelles grandeurs mesurer ou calculer, choisis les unités et pose les inconnues par lettre, par exemple  $v$  pour vitesse en  $\text{m.s}^{-1}$  ou  $C$  pour coût en euros.

### Modéliser par une relation ou un schéma :

Construis un modèle simple, type fonction linéaire ou bilan d'énergie, pour pouvoir appliquer des formules et prévoir des valeurs numériques testables en laboratoire.

### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Une ligne produit  $x$  pièces par heure avec coût fixe de 200 € par jour et coût variable de 15 € par pièce, on modélise le coût total  $C(x)=15x+200$  pour optimiser le prix unitaire.

Valeur de $x$	Coût total $c(x)$ en €
0	200
2	230
5	275
10	350

## 2. Résoudre et vérifier :

### Appliquer les formules utiles :

Pour chaque problème, garde seulement les formules nécessaires, par exemple  $v=d \div t$  en  $\text{m.s}^{-1}$ ,  $R=U \div I$  en ohm pour une résistance, ou la loi d'Ohm pour vérifier une expérience.

### Calculer pas à pas et vérifier les unités :

Fais les calculs avec unité à chaque étape, arrondis à 2 chiffres significatifs si nécessaire et vérifie que le résultat a du sens physique ou économique selon le contexte métier.

### Tester, corriger et communiquer le résultat :

Valide par une mesure ou un test, note l'écart relatif en pourcentage, puis rédige une courte synthèse avec les hypothèses et les limites de la solution proposée.

### Exemple de calcul concret :

Tu mesures une tension  $U=12\text{ V}$  et un courant  $I=0,5\text{ A}$ , la résistance  $R=U\div I$  donne  $R=24\ \Omega$ , vérifie que l'ampèremètre et le voltmètre ont des plages compatibles.

### Mini cas concret :

Contexte : Un atelier veut réduire la consommation électrique d'un prototype motorisé.

Étapes : mesurer puissance, identifier pertes, proposer réglage. Résultat : réduction estimée de 15% de la consommation.

- Mesure de la consommation initiale :  $P_0=120\text{ W}$  pendant 8 heures de test.
- Amélioration par réglage et lubrification, nouvelle consommation  $P_1=102\text{ W}$  sur 8 heures.
- Économie énergétique :  $(120-102)\div 120 = 0,15$  soit 15% sur la journée.

### Exemple de livrable :

Fiche technique de 2 pages avec mesures avant/après, graphiques de consommation et recommandation chiffrée, bilan économique sur 30 jours montrant une économie de 288 € si tarif 0,15 € par kWh.

### Check-list opérationnelle :

Utilise cette table pour agir sur le terrain.

Étape	Action
Préparation	Calibrer les instruments et noter les plages de mesure
Mesure	Prendre 3 mesures et calculer la moyenne
Analyse	Comparer au modèle et calculer l'écart en %
Proposition	Donner 1 ou 2 solutions chiffrées avec estimation du gain
Communication	Rédiger un court rapport et un tableau récapitulatif

### Astuce stage :

Note toujours les conditions de test, température et durée, cela évite les erreurs de répétabilité, et inscrit les résultats dans le carnet d'expérience.

## Ce qu'il faut retenir

Pour résoudre un problème, tu commences par **reformuler le problème** clairement, puis tu définis grandeurs, unités et **choisir les inconnues**. Ensuite, tu construis un modèle simple (relation, schéma) pour prévoir des valeurs testables.

- Garde seulement les formules utiles et calcule étape par étape en **vérifier les unités**.

- Teste par mesure, compare au modèle et calcule l'écart en % pour corriger si besoin.
- Communique avec un court rapport: hypothèses, limites, résultats avant/après et gains chiffrés.

Sur le terrain, suis une routine: préparer (calibrer), mesurer (moyenne), analyser, proposer 1 à 2 solutions, puis rédiger. Note toujours les conditions de test (température, durée) pour assurer la répétabilité.

## Chapitre 2 : Raisonnement mathématique

### 1. Comprendre les types de raisonnements :

#### Logique et implications :

La logique te permet de vérifier si une conclusion découle bien d'hypothèses données. Apprends à repérer implication et équivalence pour ne pas confondre causes et conséquences dans les exercices.

#### Preuve par contraposée :

Pour montrer "si A alors B", il est souvent plus simple de prouver la contraposée "si non B alors non A". Cette méthode évite des calculs lourds et reste fréquente en Bac Techno.

#### Preuve par l'absurde :

La preuve par l'absurde consiste à supposer le contraire de la propriété, puis à obtenir une contradiction avec les hypothèses. C'est pratique sur des problèmes d'entiers ou de géométrie.

#### Exemple d'absurde :

Supposons qu'il existe un entier  $m$  tel que  $1 < m < 2$ . Comme  $m$  est entier, ses valeurs possibles sont 1 ou 2, la supposition conduit donc à une contradiction et la propriété est prouvée.

### 2. Utiliser les quantités et les unités :

#### Proportions et pourcentages :

Les pourcentages traduisent une proportion, très utiles pour évaluer économies ou rendements. Calcule toujours la base et l'écart en unités puis le pourcentage pour éviter les erreurs.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Si un atelier dépense 10 000 € par mois en énergie, réduire la consommation de 12 % économise 1 200 € par mois. Calcul étape par étape,  $10\,000 \times 0,12 = 1\,200$  €.

#### Fonctions et tableau de valeurs :

Les fonctions modélisent souvent des grandeurs techniques, par exemple la vitesse, la force ou la tension. Construis un tableau de valeurs pour visualiser l'évolution et vérifier des tendances.

Temps (s)	Tension (v)
Zéro	Deux
Un	Sept
Deux	Douze

Trois	Dix-sept
Quatre	Vingt-deux

La fonction utilisée ici est  $f(t) = 5t + 2$ , unité en volts. Tu vois rapidement la pente de 5 V par seconde et l'ordonnée à l'origine de 2 V.

### 3. Raisonnement appliqué aux mesures et erreurs :

#### Erreur absolue et relative :

L'erreur absolue est la différence entre mesure et valeur vraie, l'erreur relative est le ratio de cette erreur à la valeur vraie. Calcule toujours les deux pour juger de la précision.

#### Exemple de calcul d'erreur :

Mesure 2,00 kg pour une masse réelle 1,98 kg, erreur absolue = 0,02 kg. Erreur relative =  $0,02 \div 1,98 \approx 0,0101$ , soit environ 1,01 pour cent d'écart.

#### Interpréter les résultats en sti2d :

En industrie, une tolérance courante est  $\pm 0,5$  pour cent. Si ton capteur affiche 1,01 pour cent d'écart, il faudra vérifier l'étalonnage ou choisir un capteur plus précis.

#### Mini cas concret :

Contexte : validation d'un capteur de température pour un prototype d'échangeur thermique, objectif de tolérance  $\pm 1$  °C. Étapes : mesurer 20 points, calculer moyenne et écart type, comparer à la tolérance.

- Mesures : prendre 20 relevés à températures cibles
- Analyse : calculer moyenne et écart type en °C
- Décision : accepter si écart moyen  $\leq 0,8$  °C

Résultat chiffré typique, moyenne 23,4 °C, écart type 0,6 °C. Livrable attendu, un rapport de 2 pages avec tableau de mesures, calculs et conclusion sur la conformité.

#### Check-list opérationnelle :

Ci-dessous une check-list simple pour appliquer ton raisonnement sur le terrain lors d'une mesure ou d'un calcul rapide.

Étape	Action
Vérifier les unités	Convertir tout en unité cohérente
Calculer l'erreur	Donner erreur absolue et relative
Comparer à la tolérance	Décider si action corrective
Rédiger le livrable	Inclure tableau, calculs et conclusion

Astuce terrain, note toujours l'incertitude instrumentale et la date de mesure, cela peut sauver ton rapport lors d'un stage ou d'une épreuve pratique.

### Ce qu'il faut retenir

Tu consolides ton raisonnement en distinguant **implication et équivalence**, puis en choisissant la bonne méthode de preuve : **preuve par contraposée** ou absurde. Côté calculs, tu sécurises proportions, pourcentages et fonctions via tableaux de valeurs.

- Pourcentages : identifie la base, calcule l'écart en unités, puis le taux.
- Fonctions : fais un tableau pour lire pente et valeur initiale.
- Mesures : calcule **erreur absolue et relative**, puis compare à la tolérance.
- Terrain : pense à **vérifier les unités** et à noter l'incertitude et la date.

En STI2D, ton objectif est de décider : conforme ou action corrective. Termine toujours par un livrable clair (tableau, calculs, conclusion) pour justifier tes choix.

## Chapitre 3 : Mesures et expériences

### 1. Concevoir une expérience :

#### Objectif et public :

Avant toute chose, définis clairement ce que tu veux mesurer, pourquoi, et pour qui est le rapport. Un objectif précis te fait gagner du temps et évite des mesures inutiles.

#### Variables et protocole :

Identifie la variable indépendante, la variable dépendante et les paramètres constants. Rédige un protocole étape par étape, avec durée, instruments et nombre de répétitions nécessaires.

#### Organisation pratique :

Prévois 2 à 4 répétitions minimum pour chaque mesure, note les conditions ambiantes, et place un témoin si possible. Garde un cahier de bord horodaté pour chaque essai.

#### Exemple d'expérience simple :

Mesurer  $g$  avec un pendule de longueur 1,00 m. Fais 10 mesures de la période  $T$ , calcule la moyenne  $T_m$ , puis  $g = 4\pi^2 L / T_m^2$ . Si  $T_m = 2,01$  s,  $g \approx 9,79$  m/s<sup>2</sup>.

### 2. Instruments et étalonnage :

#### Choisir l'instrument :

Sélectionne un instrument dont la plage englobe tes mesures et dont la résolution est 5 à 10 fois plus petite que la précision souhaitée. Pense aussi au coût et à la robustesse.

#### Calibrage et traçabilité :

Vérifie l'étalonnage avant l'utilisation. Note la date d'étalonnage et l'incertitude fournie. Si l'appareil n'est pas étalonné, effectue une vérification avec un étalon connu.

#### Plages et résolutions :

Travaille toujours sur la plage la plus précise possible de l'instrument. Évite de mesurer à l'extrémité d'une plage, cela augmente l'incertitude systématique.

Instrument	Plage typique	Résolution	Usage courant
Multimètre numérique	0,1 mV à 600 V	0,01 mV	Tension, résistance, courant
Calibreur de température (thermocouple)	-50 °C à 1200 °C	0,1 °C	Mesures thermiques
Pied à coulisse	0 à 150 mm	0,02 mm	Mesures de longueur

Oscilloscope	DC à 100 MHz	Varie selon la bande	Signaux électriques
--------------	--------------	----------------------	---------------------

### 3. Traiter les données et conclure :

#### Résumé et statistiques :

Calcule la moyenne  $\bar{X}$  et l'écart type  $s$  pour  $N$  mesures. La moyenne résume la tendance centrale, l'écart type montre la dispersion. Garde toujours les unités visibles.

#### Ajustement linéaire et interprétation :

Pour une droite  $y = ax + b$ , calcule  $a$  et  $b$  par méthode des moindres carrés. Estime l'incertitude sur  $a$  et  $b$ , vérifie la qualité de l'ajustement par le coefficient de corrélation.

#### Erreurs fréquentes et retours de stage :

Ne pas noter la température ambiante est une erreur courante, de même que négliger le temps de stabilisation des capteurs. Lors d'un stage, j'ai perdu 30 minutes à cause d'une sonde mal connectée.

#### Exemple de jeu de mesures :

Mesures de résistances prises 5 fois sur la même piste PCB, valeurs en ohms: 12,4 12,6 12,5 12,3 12,5. Moyenne 12,46  $\Omega$ , écart type 0,11  $\Omega$ , incertitude élargie 0,22  $\Omega$ .

Mesure n°	Valeur ( $\omega$ )	Écart à la moyenne ( $\omega$ )
1	12,4	-0,06
2	12,6	+0,14
3	12,5	+0,04
4	12,3	-0,16
5	12,5	+0,04

#### Formules utiles :

Moyenne  $\bar{X} = (\sum x_i) / N$ . Écart type  $s = \sqrt{(\sum (x_i - \bar{X})^2) / (N - 1)}$ . Pour la propagation simple d'une somme,  $u_2^2 = u_1^2 + u_2^2$ .

#### Mini cas concret :

Contexte : contrôler la résistance d'une piste PCB en atelier pour une borne de recharge.

Étapes : prise de 10 mesures, étalonnage du multimètre, calcul statistique et rapport.

Résultat : résistance moyenne 12,46  $\Omega \pm 0,22 \Omega$ .

#### Livrable attendu :

Un rapport d'atelier de 2 pages contenant le protocole, 10 valeurs brutes horodatées, calculs (moyenne et écart type), incertitude et recommandation pour la tolérance de fabrication.

**Check-list opérationnelle :**

Étape	À vérifier
Préparation	Instrument étalonné et batteries ok
Exécution	Au moins 3 répétitions, conditions constantes
Enregistrement	Valeurs horodatées et unités précises
Traitement	Calculer moyenne, écart type, incertitude
Livrable	Rapport synthétique + données brutes

### Ce qu'il faut retenir

Pour réussir tes mesures, pars d'un **objectif de mesure clair** et d'un public cible, puis définis **variable indépendante et dépendante** avec un protocole détaillé (durée, instruments, répétitions).

- Fais 2 à 4 répétitions minimum, note les conditions (température, stabilité), ajoute un témoin et tiens un cahier de bord horodaté.
- Choisis un instrument adapté (plage, résolution) et travaille sur la zone la plus précise, loin des extrémités.
- Assure la traçabilité avec un **instrument étalonné** et une incertitude connue.
- Traite avec **moyenne et écart type**, ajuste si besoin (moindres carrés) et vérifie la qualité.

Ton livrable doit rester simple : protocole, données brutes horodatées, calculs d'incertitude et recommandation. En évitant les oublis (conditions, stabilisation, connexions), tu gagnes du temps et de la fiabilité.

## Chapitre 4 : Analyse de résultats

### 1. Vérifier la validité des résultats :

#### Objectif et méthode :

Après les mesures, tu dois d'abord repérer les incohérences, vérifier les unités et tester la cohérence entre données expérimentales et valeurs théoriques.

#### Tests rapides et indicateurs :

Utilise des indicateurs simples comme  $R^2$  pour une régression linéaire, l'écart-type pour la dispersion et la médiane pour repérer des valeurs aberrantes.

#### Exemple d'analyse de résultats :

Sur une série de 5 mesures, un point très éloigné peut diminuer  $R^2$  de 0,995 à 0,86, signe qu'il faut contrôler l'origine de cette valeur aberrante.

Longueur (cm)	Résistance ( $\omega$ )	Résistance/longueur ( $\omega/\text{cm}$ )
10	0,52	0,052
20	1,05	0,0525
30	1,58	0,0527
40	2,10	0,0525
50	2,62	0,0524

#### Interprétation du tableau :

Dans cet exemple, la résistance/longueur reste proche de 0,052  $\Omega/\text{cm}$ , ce qui indique une dépendance linéaire robuste et peu d'erreur systématique sur la série.

### 2. Quantifier les incertitudes et propager les erreurs :

#### Types d'incertitudes :

Distinguons incertitudes instrumentales, liées à l'appareil, et incertitudes statistiques, issues de la dispersion des mesures. Note toujours l'incertitude de l'instrument sur ton tableau.

#### Règles simples de propagation :

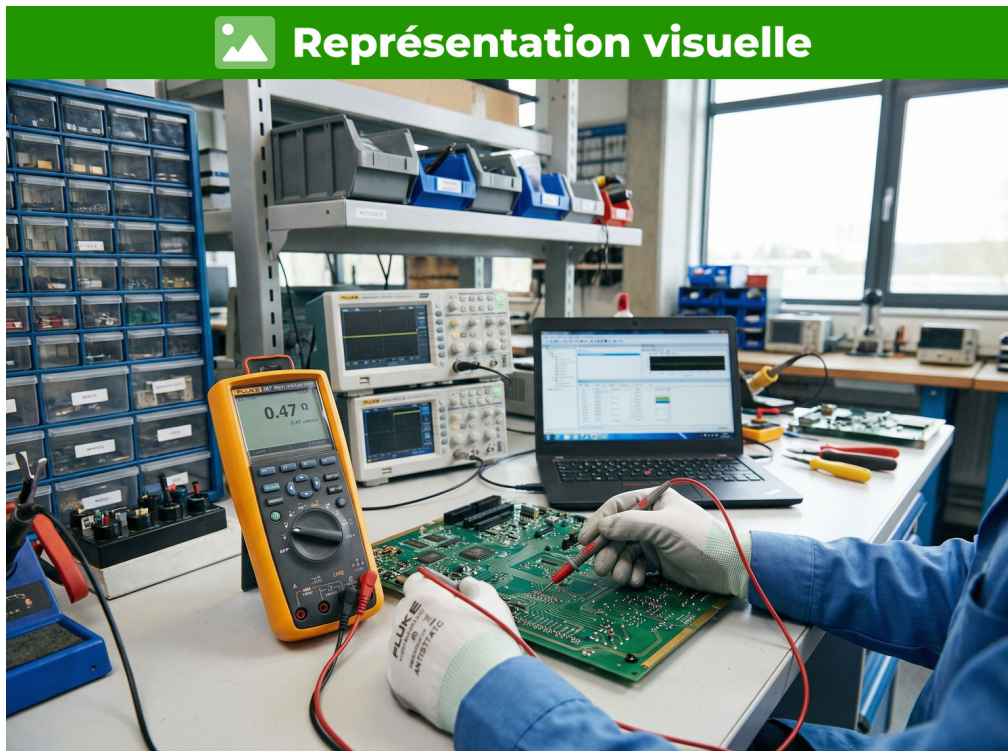
Pour  $z = x \times y$ , on utilise  $(\Delta z / z)^2 = (\Delta x / x)^2 + (\Delta y / y)^2$ . Pour une somme,  $\Delta z = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$  si les erreurs sont indépendantes.

#### Exemple de calcul d'incertitude :

Mesure  $V = 12,00 \pm 0,10$  V et  $I = 2,00 \pm 0,02$  A. Résistance  $R = V / I = 6,00 \Omega$ . Calcul  $\Delta R/R = \sqrt{(0,10/12,00)^2 + (0,02/2,00)^2} \approx 0,013$ .

### Exemple de calcul d'incertitude :

On obtient  $\Delta R \approx 6,00 \times 0,013 \approx 0,08 \Omega$ . Tu écris donc  $R = 6,00 \pm 0,08 \Omega$ , valeur facile à comparer au modèle théorique.



Mesure de résistance précise avec un écart type inférieur à 5%, norme NF EN 60068-2-1

### 3. Interpréter et communiquer les résultats :

#### Comparer au modèle et tirer des conclusions :

Vérifie si la valeur théorique tombe dans l'intervalle expérimental. Si oui, tu peux conclure que l'expérience valide le modèle à l'échelle d'incertitude mesurée.

#### Présentation claire pour un rapport ou TP :

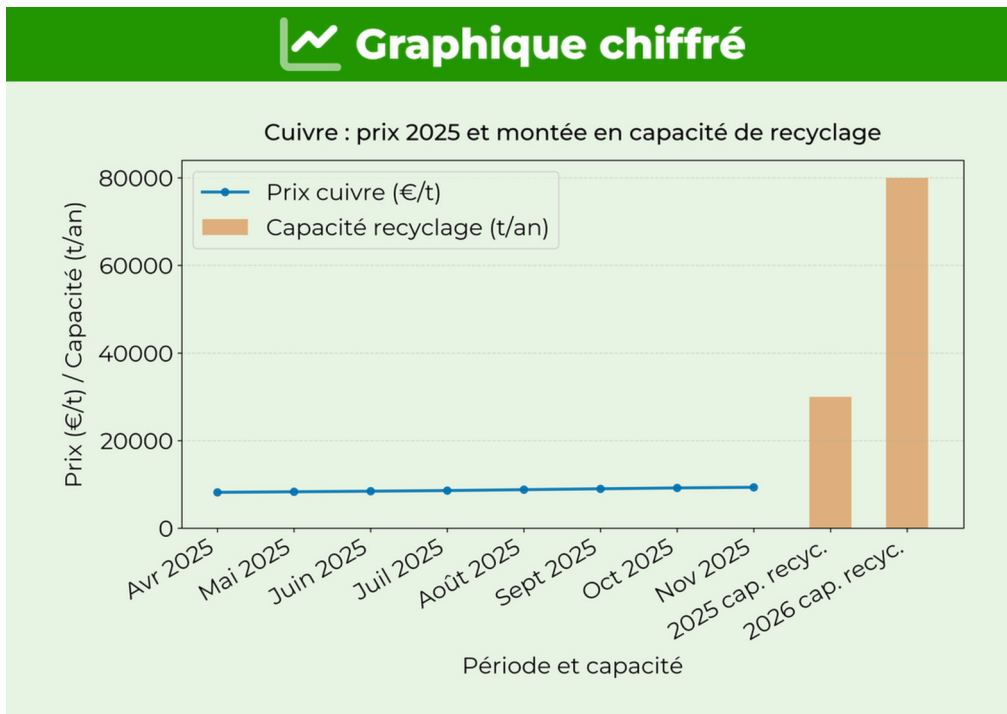
Ton livrable doit contenir un tableau de mesures, un graphe avec ajustement linéaire,  $R^2$ , incertitudes sur la pente, et une discussion de 100 à 200 mots maximum.

### Exemple d'interprétation :

Si la pente expérimentale est  $0,052 \pm 0,002 \Omega/\text{cm}$  et la valeur théorique attendue est  $0,050 \Omega/\text{cm}$ , l'écart reste acceptable puisque la valeur théorique est dans l'intervalle d'incertitude.

#### Mini cas concret : mesure de la résistivité d'un fil :

Contexte : mesurer la résistivité d'un fil pour un projet STI2D, rapporté à  $20^\circ\text{C}$ . Étapes : mesurer longueur et résistance pour 5 points, ajuster une droite, calculer pente et incertitudes.



**Résultat et livrable attendu :**

Résultat chiffré : pente  $0,052 \pm 0,002 \Omega/\text{cm}$ ,  $R^2 = 0,995$ . Livrable : fichier CSV des mesures, graphique PNG avec ajustement, rapport PDF de 2 pages expliquant méthode et conclusion.

**Checklist opérationnelle :**

Action	Pourquoi
Vérifier l'étalonnage	Pour réduire l'erreur systématique et garantir la fiabilité des mesures
Faire au moins 5 répétitions	Permet d'estimer l'écart-type et d'améliorer la précision statistique
Tracer le graphe avec résidus	Pour détecter tendances non linéaires ou erreurs systématiques
Calculer et afficher les incertitudes	Indispensable pour comparer expérimental et théorique

**Astuce de terrain :**

Lors d'un stage j'ai gagné 30 minutes par TP en préparant une feuille Excel modèle qui calcule automatiquement  $R^2$ , pente et propagation d'erreur, cela évite de refaire les mêmes calculs.

**i Ce qu'il faut retenir**

Après tes mesures, commence par contrôler la **validité des résultats** : unités, cohérence avec la théorie et détection de **valeurs aberrantes** via  $R^2$ , écart-type et médiane. Un point isolé peut faire chuter  $R^2$  et fausser la conclusion.

- Repère une relation linéaire en vérifiant une grandeur quasi constante (ex.  $R/L$ ) et en analysant les résidus.
- Distingue incertitudes instrumentales et statistiques, et applique la **propagation des incertitudes** (produit/quotient en relatif, somme en quadrature).
- Interprète en **comparaison au modèle** : la théorie doit tomber dans l'intervalle expérimental.

Pour communiquer, fournis tableau, graphe avec ajustement,  $R^2$ , pente et incertitudes, puis une discussion courte. Une feuille Excel modèle te fait gagner du temps et limite les erreurs de calcul.

## Chapitre 5 : Modèles math-physique

### 1. Modéliser un système physique :

#### Objectif et public :

Ce point te montre comment passer d'un phénomène réel à un modèle mathématique simple, utile pour prédire ou optimiser. Cible un niveau Bac Techno pour des systèmes industriels ou énergétiques pratiques.

#### Variables et hypothèses :

Choisis les grandeurs mesurables, les constantes et les hypothèses simplificatrices. Par exemple, négliger les frottements si leur ordre de grandeur est inférieur à 5% de l'effet étudié rend le modèle exploitable en 10 minutes.

#### Choisir une représentation mathématique :

Décide si tu utilises une fonction algébrique, une équation différentielle ou un modèle discret. Préfère la simplicité, par exemple une droite pour une relation approximativement linéaire, ou une exponentielle pour une décroissance.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Tu veux réduire le gaspillage thermique d'une machine. Modèle la perte comme  $P(t) = P_0 \cdot e^{-t/\tau}$ , estime  $\tau$  à partir de 6 mesures, puis calcule réduction possible en ajustant l'isolation de 10%.

### 2. Fonctions et ajustements numériques :

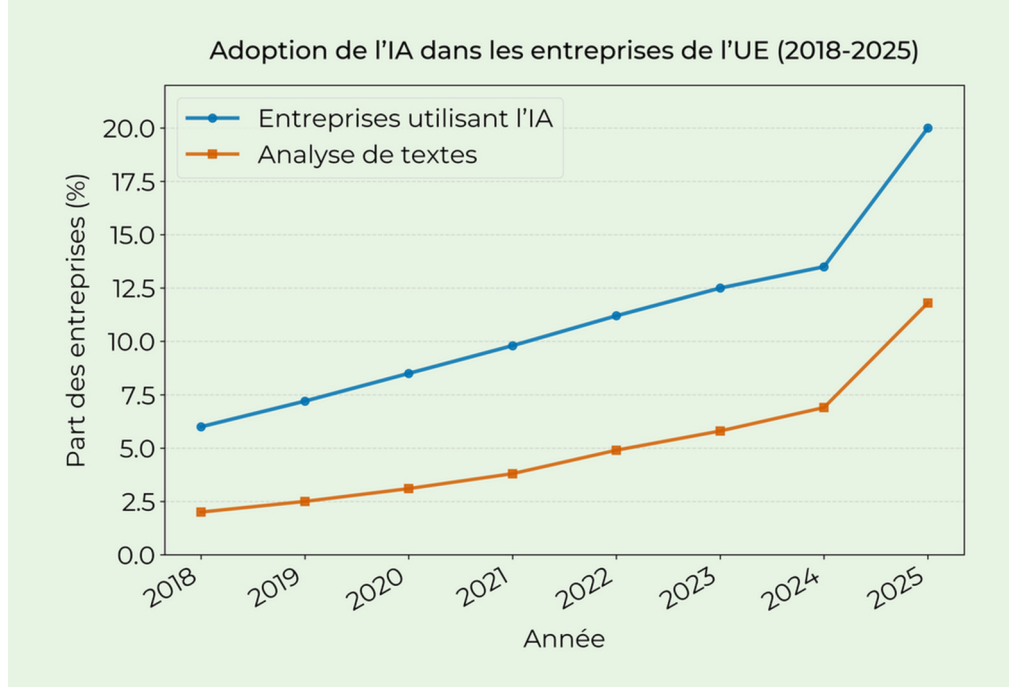
#### Types de fonctions utiles :

Tu rencontreras souvent des fonctions linéaires, quadratiques et exponentielles. En STI2D, la droite et l'exponentielle couvrent la majorité des situations pratiques en régime permanent ou en décroissance.

#### Méthode d'ajustement et évaluation :

Utilise l'ajustement par moindres carrés pour 3 à 10 mesures, calcule l'erreur quadratique moyenne pour valider. Si l'erreur dépasse 10% repense ton modèle ou ajoute une variable.

## Graphique chiffré



### Interpréter les paramètres :

Le coefficient de pente représente une sensibilité physique, l'ordonnée à l'origine une valeur de référence. Traduis toujours les paramètres en unités pour prendre des décisions techniques valides.

### Exemple de calcul de pente à partir de mesures :

Mesure la position en m à  $t=0$  s, 1 s et 2 s, obtient  $x=\{0 \text{ m}, 2.1 \text{ m}, 4.3 \text{ m}\}$ . La pente approximative  $v=(4.3-0)/(2-0)=2.15 \text{ m/s}$ , vitesse moyenne utile pour dimensionner un capteur.

Type de modèle	Usage typique	Indicateur de validité
Linéaire	Relation proportionnelle vitesse/force	$R^2 > 0.95$
Quadratique	Trajectoire, énergie	Coefficients physiquement cohérents
Exponentiel	Décroissance thermique ou charge	Erreur relative $< 10\%$

## 3. Modèles dynamiques et expériences courtes :

### Manipulation courte :

Voici une petite expérience pour modéliser un système en premier ordre, matériel simple: résistance, condensateur, alimentation, multimètre. Fais 6 mesures de tension toutes les 5 s pour estimer la constante de temps.

### Mesures et traitement :

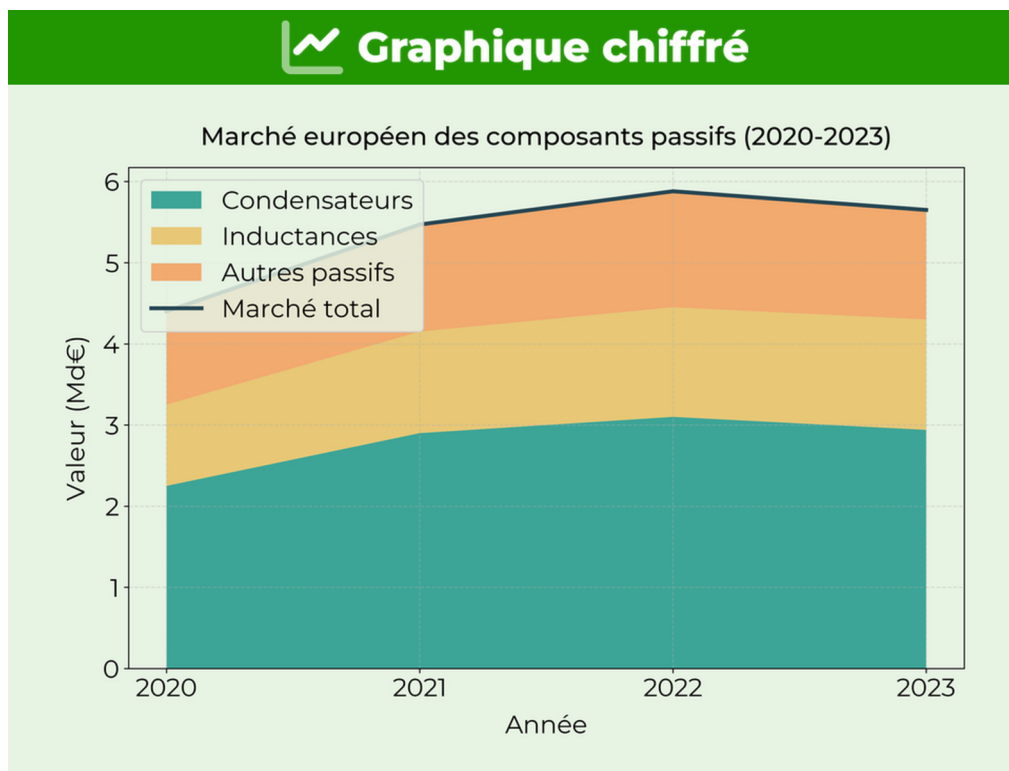
Enregistre  $t$  en s et  $V$  en volts, trace  $\ln(V/V_0)$  versus  $t$  pour obtenir une droite. La pente vaut  $-1/\tau$ , calcule  $\tau$  en secondes, compare à la valeur théorique R·C pour vérifier.

### Livrable et interprétation :

Rends un rapport de 1 page avec tableau de mesures, ajustement linéaire, valeur de  $\tau$  en s et écart relatif en pourcentage. Indique une marge d'erreur acceptable, par exemple 15% en contexte pédagogique.

### Exemple d'expérience RC :

Mesures:  $t = \{0, 5, 10, 15, 20, 25\}$  s et  $V = \{5.00, 3.03, 1.84, 1.12, 0.68, 0.41\}$  V.  $\ln(V/5)$  trace donne pente  $-0.12 \text{ s}^{-1}$ ,  $\tau \approx 8.3$  s. Théorique R·C = 8.0 s, erreur 3.8%.



### Mini cas concret métier :

Contexte: Une PME veut réduire la surchauffe d'un boîtier électronique. Étapes: mesurer température, modéliser décroissance thermique, tester 3 isolations. Résultat: isolation B réduit pic de 12°C et temps de refroidissement de 20%.

### Livrable attendu :

Un rapport de 2 pages avec modèle  $T(t) = T_{\infty} + (T_0 - T_{\infty}) \cdot e^{-t/\tau}$ , paramètres chiffrés  $\tau$  en s et  $T_{\infty}$  en °C, tableau comparatif des 3 isolations et recommandation chiffrée.

Étape	Action	Résultat attendu
Préparation	Définir variables et outils	Liste d'outils et protocole
Mesure	Collecter 6 à 10 données	Tableau de mesures
Ajustement	Calculer pente ou $\tau$	Paramètre chiffré avec unité
Interprétation	Comparer modèle et théorie	Écart relatif en %
Livrable	Rédiger rapport synthétique	Rapport 1 à 2 pages

#### Check-list opérationnelle :

Tâche	À vérifier
Choix des variables	Sont-elles mesurables en labo ?
Calibration	Instruments étalonnés ce jour
Nombre de mesures	Minimum 6 points pour ajustement
Unités	Toujours indiquer les unités
Vérification	Comparer modèle aux mesures

#### Astuce de stage :

Quand tu présentes un modèle, donne toujours une estimation d'incertitude en pourcentage. En stage, ça montre que tu sais évaluer la fiabilité, et ça évite des erreurs coûteuses.

### Ce qu'il faut retenir

Tu passes d'un phénomène réel à un modèle simple pour prédire ou optimiser, en partant de **variables mesurables** et de **hypothèses simplificatrices** (ex. frottements négligeables si faible impact).

- Choisis une forme adaptée : linéaire, quadratique, exponentielle, ou équation différentielle, en privilégiant la simplicité.
- Fais un **ajustement aux moindres carrés** sur 3 à 10 mesures et valide avec une erreur acceptable (souvent < 10%).
- Interprète les paramètres avec leurs unités (pente = sensibilité, origine = référence).
- Pour un 1er ordre (RC, thermique), estime la **constante de temps** via  $\ln(V/V_0)$  ou  $T(t)$ .

Tu rends un rapport court : tableau de mesures, ajustement, paramètres chiffrés, écart relatif et incertitude en %. Si l'erreur est trop grande, tu améliores le modèle ou tu ajoutes une variable.

# Ingénierie, innovation et développement durable

## Présentation de la matière :

Dans le Bac Techno STI2D (Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable), Ingénierie, innovation et développement durable te fait analyser un produit, proposer des solutions et justifier tes choix, avec une vraie logique de **développement durable**. Cette matière conduit à une **épreuve finale** en terminale, avec un **coefficient 16**.

Tu passes 2 parties, chacune notée sur 20. Une partie écrite de **3 h 30**, coefficient 9, puis une partie pratique de **2 h**, coefficient 7, souvent sur un système du lycée avec simulation et expérimentation. Je me souviens d'un ami qui a gagné 3 points juste en rendant ses schémas plus clairs.

## Conseil :

Ton piège numéro 1, c'est de foncer sans méthode. Entraîne-toi à repérer vite le besoin, les contraintes et les critères de performance, puis à poser une **démarche d'analyse** simple avant de calculer ou modéliser. Vise 20 minutes, 4 soirs par semaine.

Pour la partie pratique, tu dois être à l'aise avec les manipulations et la validation des résultats, pas seulement la théorie. Fais 2 entraînements chronométrés, 1 pour l'écrit et 1 en conditions de TP, et garde cette check-list en tête :

- Lire la consigne et reformuler l'objectif
- Isoler 1 hypothèse à tester
- Comparer simulation et mesure

Le jour de l'épreuve, garde du temps pour relire, vérifier les unités et écrire une conclusion courte mais nette.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 : Analyse et modélisation</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre l'analyse système .....	<a href="#">Aller</a>
2. Modéliser un système .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 : Simulation et essais</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Préparer une simulation numérique .....	<a href="#">Aller</a>
2. Concevoir et exécuter des essais physiques .....	<a href="#">Aller</a>
3. Analyser les résultats et valider la conception .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 : Justifier des choix</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Définir les critères de choix .....	<a href="#">Aller</a>
2. Comparer les options .....	<a href="#">Aller</a>
3. Justifier et documenter la décision .....	<a href="#">Aller</a>

# Chapitre 1 : Analyse et modélisation

## 1. Comprendre l'analyse système :

### Objectif et enjeux :

L'objectif est d'identifier les fonctions, les interactions et les limites d'un système pour garantir sa performance, sa maintenabilité et son impact environnemental pendant son cycle de vie, c'est essentiel en Bac Techno STI2D.

### Méthode générale :

Tu analyses le besoin, découples le système en sous-ensembles, développes des modèles physiques ou logiques, puis tu passes à la simulation pour vérifier les choix avant prototype.

Une fois en stage, j'ai cassé un capteur en le testant sans prendre de notes, cette erreur m'a appris à documenter chaque essai et à conserver des sauvegardes.

### Exigences et contraintes :

Repère les contraintes techniques, réglementaires et économiques, quantifie les performances attendues en chiffres, par exemple autonomie 8 heures ou charge utile 5 kilogrammes.

### Exemple d'analyse d'un capteur :

Tu mesures la précision, la consommation et la fréquence d'échantillonnage, tu fixes une tolérance de 0,5 unité et tu choisis le capteur qui respecte l'exigence pour moins de 20 euros.

Modèle	Utilité	Avantage principal
Diagramme fonctionnel	Clarifier fonctions	Simplicité de lecture
Modèle mathématique	Simuler comportement	Précision chiffrée
Prototype CAO	Valider forme	Contrôle visuel et montage

## 2. Modéliser un système :

### Notations et outils :

Utilise diagrammes blocs, diagrammes fonctionnels et schémas N2 pour formaliser les flux d'énergie et d'information, privilégie un langage simple pour faciliter la communication en équipe et en stage.

### Étapes de modélisation :

Commence par un modèle phénoménologique, puis affine avec un modèle mathématique et enfin fais des simulations numériques pendant 2 à 5 itérations selon la complexité du système.

### Validation et itérations :

Valide le modèle par des mesures réelles, calcule l'erreur moyenne et ajuste les paramètres jusqu'à atteindre une précision acceptable, généralement une erreur relative sous 10 pour cent.

### Mini cas concret :

Contexte: projet tuteuré pour réduire la consommation d'un ventilateur de laboratoire de 100 watts, objectif économiser 20 pour cent. Étapes: modélisation CFD, optimisation lame, prototype en 3 semaines, résultat 22 pour cent d'économie, livrable rapport et modèle CAO.

### Astuce de stage :

Documente chaque essai dans un carnet ou un fichier, note date, paramètres et résultats pour retrouver rapidement une configuration qui marche, cela évite de perdre 2 à 3 jours en dépannage.

Étape	Action	Indicateur
Définition du besoin	Rédiger cahier des charges	Nombre de critères validés
Modélisation	Créer diagrammes et équations	Taux de couverture des fonctions
Simulation	Tester scénarios 10 à 50 fois	Erreurs moyennes mesurées
Prototype	Monter et vérifier 3 fonctions critiques	Pourcentage de conformité

## Ce qu'il faut retenir

Tu analyses un système pour définir ses fonctions, ses interactions, ses limites et son impact sur le cycle de vie. Pars du besoin, rédige un **cahier des charges** et pose des **contraintes chiffrées** (autonomie, charge, coût).

- Découpe en sous-ensembles et décris les flux d'énergie et d'information avec des diagrammes simples.
- Construis un **modèle mathématique**, simule plusieurs scénarios, puis itère 2 à 5 fois.
- Valide par mesures, calcule l'erreur (vise < 10 %) et ajuste les paramètres.

Avant de prototyper (CAO si besoin), privilégie la simulation pour sécuriser tes choix. En stage, tiens une **documentation des essais** datée avec paramètres et résultats: tu gagnes du temps et tu évites de répéter les mêmes erreurs.



## Chapitre 2 : Simulation et essais

### 1. Préparer une simulation numérique :

#### Objectif et contexte :

Avant de lancer une simulation, définis précisément l'objectif, les hypothèses et les limites du modèle. Cela évite des dizaines d'heures perdues sur des résultats non pertinents.

#### Choix des outils et paramètres :

Sélectionne un logiciel adapté, comme un simulateur CFD léger pour l'aérodynamique ou un solveur structurel pour une pièce mécanique, et fixe les maillages et conditions aux limites.

#### Plan de validation :

Prévois des cas tests simples pour vérifier le modèle, par exemple 2 configurations analytiques ou des mesures terrain à comparer, avant d'interpréter des résultats complexes.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Tu simules l'écoulement d'air autour d'une aile basse pression pour réduire la traînée de 12 pour cent, tu valides sur 2 maillages et sur un modèle analytique simple.

### 2. Concevoir et exécuter des essais physiques :

#### Préparation du banc d'essai :

Identifie instruments, capteurs et conditions d'essai, puis sécurise l'installation. Calibre les capteurs si besoin, note la précision et la fréquence d'échantillonnage requise.

#### Protocole d'essai :

Rédige un protocole simple avec étapes chronologiques, durées, variables mesurées et critères d'acceptation. Un protocole clair réduit les erreurs durant l'essai.

#### Collecte et traçabilité des données :

Enregistre automatiquement quand c'est possible, horodate les fichiers et sauvegarde les dispositions matérielles utilisées. Note les anomalies observées pendant l'essai.

#### Exemple d'essai de capteur :

Tu testes un capteur de température sur 7 jours, tu fais 1 relevé par minute, tu veux une précision inférieure à 0,5 °C et 99 pour cent de disponibilité.

Élément	Indicateur	Seuil cible
Fréquence d'échantillonnage	Hz	$\geq 1$ Hz
Précision capteur	Erreur maximale	$\leq 0,5$ unité

Durée d'essai	Temps total	≥ 24 heures
---------------	-------------	-------------

### 3. Analyser les résultats et valider la conception :

#### Comparaison simulation versus essai :

Identifie écarts systématiques ou aléatoires entre simulation et essai. Quantifie l'erreur moyenne et l'écart type pour décider si le modèle est valide.

#### Itérations et optimisation :

Si l'erreur dépasse 10 pour cent, ajuste paramètres du modèle ou refais l'essai. 3 itérations bien planifiées suffisent souvent pour converger sur une solution fiable.

#### Rédaction du rapport et livrables :

Prépare un rapport synthétique contenant protocole, résultats chiffrés, incertitudes et recommandations. Ajoute graphiques, tableaux et fichiers bruts horodatés.

#### Exemple de livrable attendu :

Un rapport de 6 pages, 3 graphiques comparatifs, 1 table de mesures au format CSV horodaté et un résumé technique d'une page pour le tuteur ou l'entreprise.

#### Mini cas concret :

Contexte :

Sur ton projet de terminale, tu dois valider un capteur de débit d'eau destiné à une maison durable. L'objectif est une précision  $\leq 5$  pour cent sur 7 jours.

#### Étapes :

- Installer le capteur sur un circuit de test et alimenter 24 heures pour stabilisation
- Recueillir 1 008 mesures en 7 jours, 1 relevé chaque 10 minutes
- Comparer avec un compteur étalon et calculer erreur moyenne et écart type

#### Résultat attendu :

Erreur moyenne  $\leq 5$  pour cent, disponibilité  $\geq 98$  pour cent. Si c'est ok, le capteur est validé pour la maquette.

#### Livrable :

Un dossier ZIP avec rapport PDF de 8 pages, CSV de 1 008 lignes, photos du banc et une fiche synthèse d'une page pour le client.

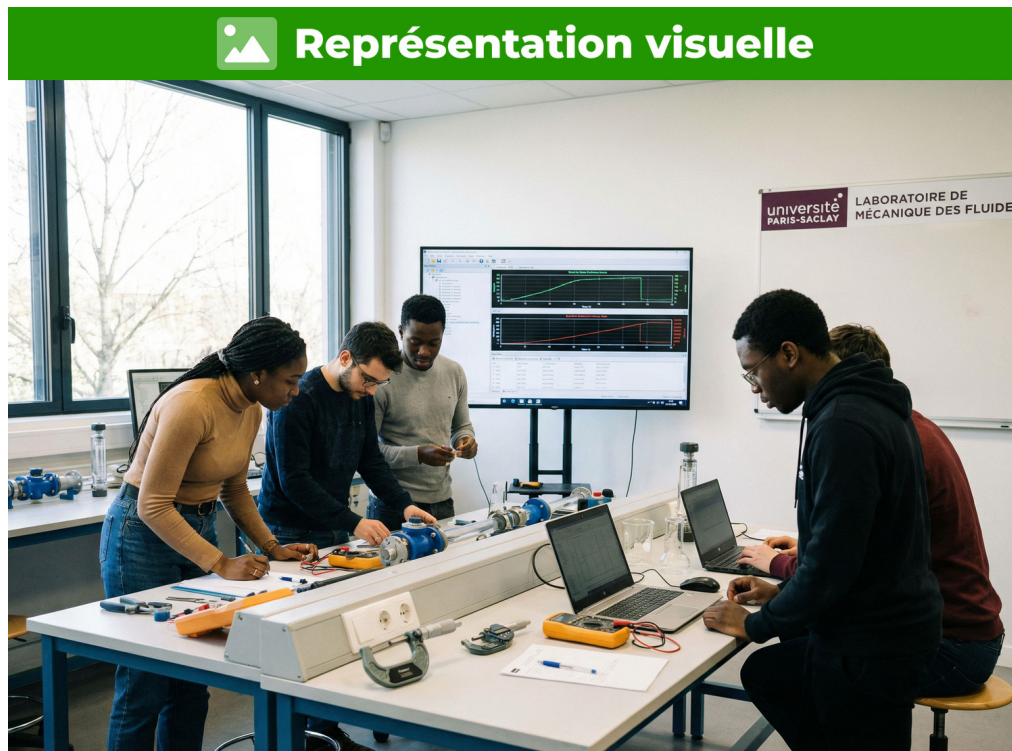
#### Check-list opérationnelle :

Tâche	Vérification
Calibrer les capteurs	Rapport de calibration disponible

Sauvegarder les données	Fichiers horodatés et sauvegarde externe
Documenter le protocole	Protocole signé et versionnée
Comparer simulation/essai	Tableau d'écarts chiffrés

### Astuce stage :

Garde toujours une copie brute des données et note l'état du matériel. Un enregistrement audio de 2 minutes peut sauver une analyse quand tu oublies une annotation.



*Calibration d'un capteur de débit, précision requise de moins de 5%, vérification des données.*

### Exemple d'erreur fréquente :

Beaucoup d'étudiants oublient de stabiliser la température avant de mesurer, cela génère une dérive pouvant atteindre 8 pour cent sur 24 heures.

Je me souviens d'un stage où une soudure mal faite faussait toutes les mesures pendant 3 jours, ça m'a appris à vérifier les connexions avant chaque essai.

## Ce qu'il faut retenir

Pour réussir simulation et essais, tu poses un cadre clair, tu mesures proprement, puis tu valides avec des chiffres.

- Avant la simulation, fixe **objectif et limites**, choisis l'outil, règle maillage et conditions, et prévois un **plan de validation** (cas simples, maillages, modèle analytique).
- En essai, prépare le banc (sécurité, calibration), écris un **protocole d'essai** chronologique, et assure la **traçabilité des données** (horodatage, sauvegardes, anomalies).
- Compare simulation vs essai, calcule erreur moyenne et écart type; si l'erreur dépasse 10 %, itère et optimise.

Rends un rapport synthétique avec résultats, incertitudes et fichiers bruts. Pense à stabiliser les conditions (ex. température) et à vérifier les connexions avant chaque essai.

## Chapitre 3 : Justifier des choix

### 1. Définir les critères de choix :

#### Objectif et contraintes :

Commence par rappeler l'objectif du projet et liste les contraintes techniques, économiques et environnementales. Ce cadrage permet d'éviter les dérives et de rester réaliste sur les ressources disponibles.

#### Priorisation des critères :

Classe les critères selon leur impact sur la performance, le coût et la durabilité. Par exemple, pondère technique à 40 pour cent, coût à 35 pour cent, environnement à 25 pour cent pour guider les décisions.

- Impact sur la performance
- Coût initial et maintenance
- Empreinte environnementale
- Risques et conformité

### 2. Comparer les options :

#### Méthode d'évaluation :

Utilise une grille d'évaluation simple avec scores de 1 à 5 pour chaque critère. Additionne les scores pondérés pour obtenir un classement clair entre 3 ou 4 solutions techniques possibles.

#### Analyse multicritère :

Réalise un tableau comparatif pour visualiser avantages et inconvénients. Ajoute estimations chiffrées pour coût, durée et émissions afin d'étayer ton raisonnement devant un jury ou un client.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Remplacement d'une machine énergivore par une autre classée A, coût 12 000 euros, gain estimé 30 pour cent en consommation, retour sur investissement prévu en 3 ans.

Option	Coût initial	Consommation	Score pondéré
Machine actuelle	0 €	100 unités	45
Machine à haute efficacité	12 000 €	70 unités	78
Solution électronique	5 000 €	85 unités	62

### 3. Justifier et documenter la décision :

#### Argumenter techniquement et économiquement :

Présente les calculs clés: coût total de possession sur 5 ans, économies annuelles, et impact CO2. Ces chiffres rendent ta justification crédible face au professeur ou à un client.

### Préparer le livrable :

Conçois un rapport synthétique de 2 à 4 pages incluant plateau de décisions, calculs, schémas et plan de tests. Joins un tableau chiffré qui résume les principaux indicateurs.

### Exemple de cas concret : sélection d'un matériau pour carter de protection :

Contexte: prototype d'un carter pour réduire masse de 15 pour cent. Étapes: test matériaux, simulation thermique, prototype. Résultat: choix d'un composite coût 8 500 euros, gain poids 18 pour cent. Livrable attendu: rapport technique de 6 pages et fichier CAO .step.

Action	Qui	Délai	Indicateur
Réaliser simulations	Équipe projet	2 semaines	Rapport SNR
Mesurer coûts	Responsable achat	1 semaine	Coût total
Valider choix	Tuteur et client	3 jours	Validation signée

### Checklist opérationnelle :

Étape	Outil	Durée estimée
Définir critères	Feuille de calcul	1 jour
Simuler options	Logiciel CAO	2 semaines
Comparer chiffres	Tableau multicritère	2 jours
Rédiger livrable	Document word + CAO	3 jours

### Astuce de stage :

Garde toujours un tableau chiffré simple, une page suffit souvent pour convaincre. Lors de mon stage j'ai sauvé une proposition simplement en présentant trois chiffres clairs.

## Ce qu'il faut retenir

Pour justifier tes choix, pars d'un cadrage clair : **objectif et contraintes** (techniques, économiques, environnementales), puis fais une **pondération des critères** pour décider sans subjectivité.

- Compare 3 à 4 options avec une **grille d'évaluation** (notes 1 à 5) et calcule un score pondéré.

- Appuie-toi sur un tableau multicritère avec des chiffres (coût, durée, émissions) et les risques ou la conformité.
- Argumente avec des indicateurs comme le **coût total de possession**, les économies annuelles et l'impact CO2.

Documente la décision dans un livrable court (2 à 4 pages) : tableau de décision, calculs, schémas, plan de tests. Un tableau chiffré simple peut suffire à convaincre un jury ou un client.

# Architecture et construction

## Présentation de la matière :

En **Bac Techno STI2D, Architecture et construction** te fait comprendre comment un bâtiment tient, protège et consomme. Tu passes des besoins aux solutions, avec plans, matériaux, structure, confort thermique et **choix durables**.

Cette matière s'évalue dans l'**épreuve terminale** « Ingénierie, innovation et développement durable », au **coefficient 16**. **Session 2026**: Écrit 3 h 30, coefficient 9, puis **pratique 2 h**, coefficient 7, notes sur 20. Un ami a progressé vite en rendant ses schémas lisibles.

## Conseil :

Fais **2 séances de 30 min** par semaine, annales et **sujets zéro**. Entraîne-toi à repérer vite contraintes, hypothèses et données utiles, sans t'éparpiller.

En pratique, montre **ta démarche**, pas juste le résultat: Simulation, mesure, comparaison, conclusion.

- Schémas légendés
- Unités vérifiées
- Conclusion en 3 lignes

Le jour J, garde **10 minutes** pour relire et vérifier tes unités. Si tu hésites, reviens au **cahier des charges** point par point, puis tranche et assume ton choix.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 : Bâtiments et ouvrages</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Description des bâtiments et ouvrages .....	<a href="#">Aller</a>
2. Conception et étapes de réalisation .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 : Solutions constructives</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Choisir les matériaux et systèmes porteurs .....	<a href="#">Aller</a>
2. Solutions pour l'enveloppe et l'isolation .....	<a href="#">Aller</a>
3. Méthodes constructives et préfabrication .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 : Aménagement du territoire</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Territoire et enjeux .....	<a href="#">Aller</a>
2. Outils et documents d'urbanisme .....	<a href="#">Aller</a>
3. Mise en œuvre et cas concrets .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 4 : Éco-construction</b> .....	<a href="#">Aller</a>
1. Principes et objectifs .....	<a href="#">Aller</a>

2. Méthodes sur le chantier ..... [Aller](#)

3. Conception pour circularité ..... [Aller](#)

**Chapitre 5 : Intégration dans l'environnement** ..... [Aller](#)

1. Comprendre les enjeux locaux ..... [Aller](#)

2. Adapter la conception au contexte ..... [Aller](#)

3. Mesurer et suivre l'impact ..... [Aller](#)

# Chapitre 1 : Bâtiments et ouvrages

## 1. Description des bâtiments et ouvrages :

### Définitions et différences :

Un bâtiment est une construction destinée à être occupée par des personnes, un ouvrage inclut aussi les ponts, routes, barrages et réseaux. Savoir cette différence t'aide à classer les projets et à choisir les méthodes adaptées.

### Fonctions principales :

Les bâtiments servent à loger, travailler, produire ou stocker. Les ouvrages supportent la circulation, la collecte d'eau ou la protection. Identifier la fonction oriente les choix techniques, financiers et environnementaux du projet.

### Matériaux et structure :

Béton, acier et bois sont courants. Le choix dépend du coût, de la durabilité, de la masse et de la disponibilité locale. Compare toujours résistances, coûts et empreinte environnementale pour un bon compromis technique et durable.

### Exemple d'ouvrage simple :

Un abri vélo en bois, surface 12 m<sup>2</sup>, coût approximatif 1 200 euros, illustre le choix des matériaux, la structure et la protection contre l'humidité. C'est un bon projet de TP pour apprendre.

Une fois en stage, j'ai oublié des vis adaptées et le chantier a pris 3 jours de plus, garde toujours une liste d'outils prête.

## 2. Conception et étapes de réalisation :

### Étapes principales :

La conception suit 4 phases classiques, esquisse, avant-projet, projet et exécution. Chacune demande plans, notes de calcul et estimation financière. Respecter ces étapes réduit les risques techniques et les surcoûts sur chantier.

### Exigences réglementaires et normes :

Tu dois connaître le code de la construction, l'accessibilité, la sécurité incendie et la RE2020 selon le type de bâtiment. Ces normes influent sur le choix des matériaux, l'isolation et les performances énergétiques attendues.

Type de bâtiment	Caractéristique principale
Logement	Surface moyenne 80-120 m <sup>2</sup> , hauteur sous plafond 2,5 m, isolation thermique renforcée

Industriel	Surface variable 200-10 000 m <sup>2</sup> , charges au sol élevées, accès poids lourds requis
Infrastructure	Ponts et routes, portée et durabilité prévues, maintenance sur 50 ans souvent planifiée

Voici un mini cas qui illustre la planification, le budget et le suivi qualité sur un projet réel de rénovation scolaire.

### Cas concret métier :

Contexte: rénovation d'une école primaire, surface 600 m<sup>2</sup>, budget 120 000 euros, délai 6 mois, objectif améliorer isolation et sécurité.

- Diagnostic initial et relevés
- Réalisation des plans d'exécution
- Consultation et choix de 3 entreprises
- Suivi chantier et réception des travaux

Résultat: isolation renforcée, réduction consommation énergétique estimée 20%, chantier livré en 5,5 mois. Livrable attendu: dossier de plans actualisés, métrés et bordereau quantitatif chiffré.

### Astuce planning :

Prévoyez 20% de marge temporelle pour les imprévus, et fais valider les plans par le professeur ou l'entreprise avant tout achat de matériaux pour éviter les erreurs coûteuses.

Contrôle	À vérifier
Plan à jour	Cohérence cotes, références et repères
Conformité sécurité	Accessibilité et issues de secours validées
Métré et devis	Quantités chiffrées et prix unitaires présents
Plan de phasage	Séquence chantier pour limiter les interruptions d'activité

## Ce qu'il faut retenir

Tu distingues la **différence bâtiment vs ouvrage** : le bâtiment est occupé, l'ouvrage couvre aussi ponts, routes ou réseaux. La fonction (loger, produire, circuler, protéger) oriente techniques, budget et impacts.

- Comparer le **choix des matériaux** (béton, acier, bois) selon coût, durabilité, masse et empreinte.

- **4 phases de conception** : esquisse, avant-projet, projet, exécution, avec plans, calculs et estimations.
- Appliquer normes (accessibilité, incendie, RE2020) et prévoir une **marge de 20%** au planning.

Sur chantier, garde une liste d'outils et fais valider les plans avant d'acheter.  
Contrôle plan à jour, sécurité, métrés et devis, et phasage pour limiter retards et surcoûts.

## Chapitre 2 : Solutions constructives

### 1. Choisir les matériaux et systèmes porteurs :

#### Matériaux courants :

Les matériaux que tu vois souvent sur les chantiers sont le béton armé, l'acier et le bois. Chacun a des propriétés mécaniques, des coûts et des temps de mise en œuvre différents, choisis selon l'usage.

#### Critères de choix :

Pour choisir, regarde la résistance, la durabilité, le coût au mètre carré, la disponibilité locale et l'impact environnemental. Pense aussi à la facilité d'entretien et au temps nécessaire pour poser l'élément.

- Résistance et charges admissibles
- Durée de vie et maintenance
- Coût initial et coût sur 30 ans
- Empreinte carbone et recyclabilité

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Sur un projet de petite salle, remplacer une structure acier lourde par une ossature bois a réduit le délai de montage de 40%, et le coût structurel de 15% sur 1 mois de chantier.

Matériau	Avantage principal	Ordre de grandeur coût	Performance thermique
Béton armé	Excellente inertie et durabilité	Moyen	Faible isolant, nécessite rupteurs
Acier	Grande portée, montage rapide	Élevé	Conducteur thermique, ponts thermiques
Bois	Léger et renouvelable	Variable, souvent compétitif	Bon isolant naturel

### 2. Solutions pour l'enveloppe et l'isolation :

#### Types d'enveloppe :

Tu as l'enveloppe maçonnerie, l'enveloppe ossature et l'enveloppe mixte. Le choix dépend du climat, du budget et du calendrier, par exemple une ossature bois va très vite à monter sur 2 à 8 semaines.

#### Ponts thermiques et étanchéité :

Repère les jonctions planchers-murs-toiture pour limiter les ponts thermiques. Une bonne étanchéité à l'air réduit les pertes, et une mise en œuvre soignée évite des coûts de chauffage supplémentaires sur 10 ou 20 ans.

- Etanchéité à l'air testée par infiltrométrie
- Traitement des liaisons avec rupteurs thermiques
- Utilisation de membranes et bandes adhésives appropriées

### **Performance et réglementation :**

Aujourd'hui la référence pour le neuf en France est la RE2020, qui priorise l'efficacité et la faible empreinte carbone. Vise des valeurs U mur autour de 0,18 W/m<sup>2</sup>K pour un bon niveau de performance.

### **Exemple de rénovation d'une façade isolée :**

En ajoutant 12 cm d'isolant en extérieur sur 80 m<sup>2</sup> de façade, la consommation de chauffage peut baisser de 30% selon les simulations thermiques, pour un investissement souvent amorti en 8 à 12 ans.

## **3. Méthodes constructives et préfabrication :**

### **Avantages de la préfabrication :**

La préfabrication réduit les temps sur site, améliore la qualité et diminue la gêne. Pour un module simple tu peux gagner jusqu'à 50% de temps de chantier par rapport à une construction traditionnelle.

### **Montage et liaisons :**

Prends en compte le levage, les fixations et les raccordements fluides et électriques. Une mauvaise liaison entre éléments préfabriqués génère des reprises coûteuses et des malfaçons visibles.

### **Cas concret de chantier modulaire :**

Contexte, tu dois ajouter une salle de classe de 40 m<sup>2</sup> pour une école, délai 8 semaines. Étapes, conception modulaire, fabrication en atelier 3 semaines, transport et montage 1 semaine, finitions 4 semaines sur site.

### **Exemple d'optimisation d'un processus de production :**

Sur ce type de module, rationaliser les panneaux et standardiser les ouvertures a permis de réduire les déchets de 20% et d'accélérer l'assemblage de 30% en atelier.

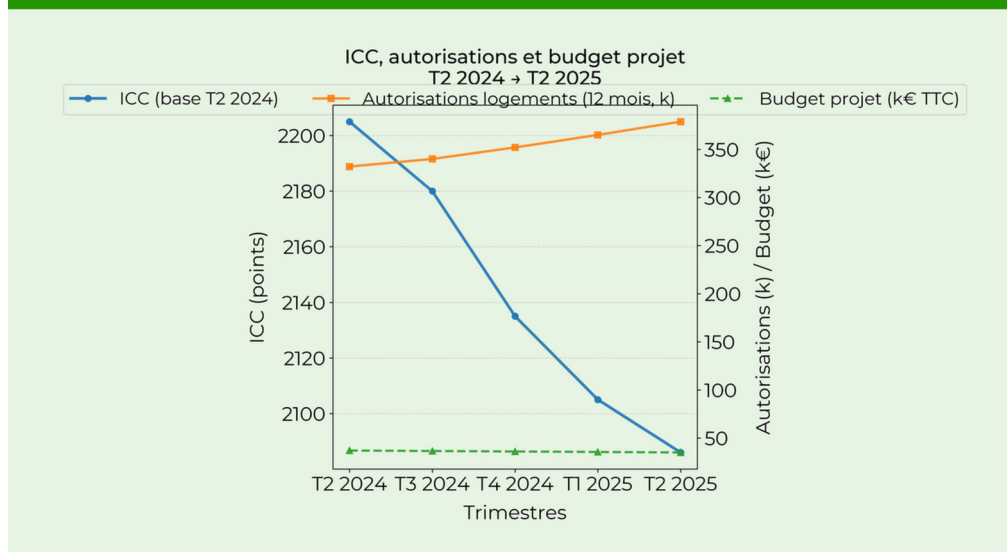
### **Mini cas concret bâtiment modulaire :**

Contexte, extension salle classe 40 m<sup>2</sup> pour une commune, budget estimé 35 000 euros, délai total 8 semaines. Étapes, diagnostic, plans, fabrication de 4 modules, montage, contrôles, réception.

### **Résultat et livrable attendu :**

Livrable, plans d'exécution, bordereau matériaux chiffré, notice de montage et rapport de conformité RT, délai de livraison 8 semaines, coût final attendu 35 000 euros TTC.

## Graphique chiffré



Checklist terrain	Action	Priorité
Vérifier la cohérence des plans	Comparer cotes et niveaux sur site et plans	Haute
Contrôler la qualité des jonctions	Inspecter rupteurs et étanchéité	Haute
Valider le planning de levage	Coordonner grue et transporteurs	Moyenne
Faire un test d'infiltrométrie	Programmer test après étanchéité	Moyenne
Préparer le dossier de réception	Rassembler fiches matériaux et plans as-built	Haute

### Astuce de stage :

Sur le terrain, note toujours 3 chiffres clefs pour chaque solution, coût estimé, délai et durée de vie attendue, cela t'évite les débats inutiles en réunion.

### Exemple de piège fréquent :

Un camarade a déjà livré des modules sans vérifier les réservations pour gaines, ce qui a généré 6 jours de reprise et 2 500 euros de surcoût.

Si tu veux, je peux te préparer un mini tableau personnalisé pour ton projet type, avec coûts et planning à remplir selon les options choisies.

## i Ce qu'il faut retenir

Tu choisis tes solutions constructives en arbitrant matériaux porteurs, enveloppe et méthode de chantier. Béton, acier et bois n'offrent pas les mêmes coûts, délais,

durabilité et impacts. Pour l'enveloppe, tu dois traquer ponts thermiques et soigner l'étanchéité, en restant cohérent avec la **réglementation RE2020**. La préfabrication peut accélérer fortement le chantier, mais exige des liaisons impeccables.

- Compare **coût initial et sur 30 ans**, résistance, maintenance, disponibilité locale et empreinte carbone.
- Limite les pertes via **étanchéité à l'air**, rupteurs thermiques, membranes et test d'infiltrométrie.
- En modulaire, anticipe **levage et raccordements** pour éviter reprises et surcoûts.

Garde en tête quelques ordres de grandeur : l'ossature bois peut réduire délai et coût, une ITE peut baisser la conso de chauffage, et un module préfabriqué peut diviser le temps sur site. Sur le terrain, note toujours coût, délai et durée de vie pour trancher vite et sécuriser la réception.

## Chapitre 3 : Aménagement du territoire

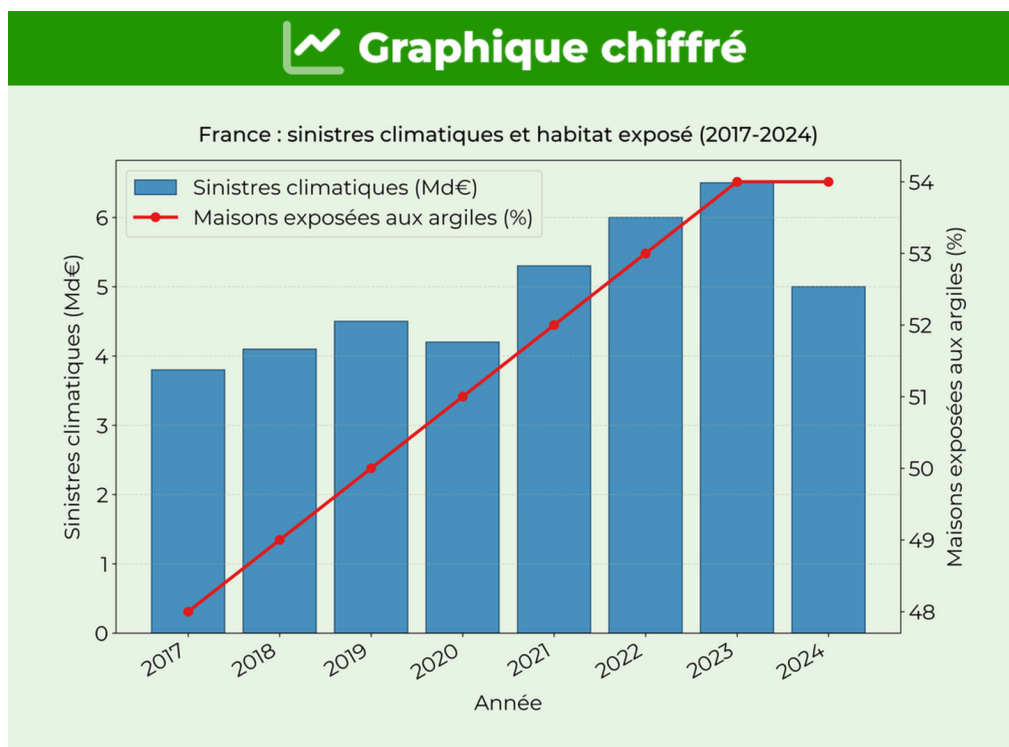
### 1. Territoire et enjeux :

#### Objectifs principaux :

Aménager, c'est organiser l'espace pour répondre aux besoins de logement, d'emploi, de mobilité et d'environnement, tout en limitant l'étalement urbain et en préservant les ressources naturelles sur le long terme.

#### Contraintes et risques :

Tu dois tenir compte des risques naturels, des servitudes, de la topographie et des réseaux existants, car un projet mal placé peut coûter 20 à 30% de plus en travaux d'adaptation.



#### Acteurs impliqués :

Collectivités, aménageurs, bureaux d'études, citoyens et institutions portent le projet ensemble, chacun avec des objectifs différents qu'il faut savoir concilier pour avancer efficacement.

### 2. Outils et documents d'urbanisme :

#### Plan local d'urbanisme et SCOT :

Le PLU fixe les règles sur une commune, tandis que le SCOT coordonne plusieurs communes. L'élaboration d'un PLU prend généralement 12 à 24 mois, avec une enquête publique d'au moins 1 mois.

**Zonage, servitudes et documents techniques :**

Les zonages définissent densité et usage. Les servitudes environnementales ou inondation peuvent interdire la construction sur certaines parcelles, obligeant parfois le déplacement du projet sur 100 à 500 mètres.

**Études préalables et SIG :**

Une étude d'impact et un relevé SIG sont indispensables pour visualiser contraintes et potentialités. Compte 3 à 6 mois pour une étude complète selon la complexité du site.

Indicateur	Valeur utile	Pourquoi c'est important
Densité de population	hab/km <sup>2</sup>	Guide le dimensionnement des infrastructures et services
Distance aux services	mètres	Impacte la qualité de vie et les mobilités douces
Surface imperméabilisée	m <sup>2</sup> ou %	Influence le risque d'inondation et les systèmes d'évacuation d'eau

**3. Mise en œuvre et cas concrets :****Processus type d'un projet :**

On démarre par un diagnostic du territoire, puis on définit un scénario urbanistique, on consulte, on réalise les études techniques et enfin on engage les travaux après autorisations municipales.

**Cas concret de reconversion d'une friche :**

Contexte 2 hectares de friche industrielle en périphérie, 120 logements prévus et 600 m<sup>2</sup> de commerces, budget estimé 2,5 M€, délai 18 mois, suivi par une équipe de 6 personnes.



## Représentation visuelle



Plan masse pour 120 logements, respect des normes d'urbanisme locales

### Exemple d'aménagement mixte :

Transformation d'une friche pour réduire les déplacements. Résultat attendu, diminution de 15% des trajets domicile travail grâce à la proximité des commerces et d'un arrêt de bus.

### Livrable attendu pour le cas :

Un dossier final comprenant plan masse, notice technique de 10 pages, bilan environnemental chiffré et planning détaillé sur 18 mois, prêt pour dépôt de permis et consultation des entreprises.

Étape	Durée estimée	Résultat attendu
Diagnostic et relevés	1 à 3 mois	Cartographie et contraintes identifiées
Études d'impact	3 à 6 mois	Solutions techniques et mesures compensatoires
Travaux	6 à 12 mois	Livraison des espaces publics et bâtiments

### Check-list opérationnelle :

Voici une table pratique pour t'aider sur le terrain, à utiliser dès le diagnostic initial.

Action	Que vérifier
--------	--------------

Relevé topographique	Pente, niveau, accès et contraintes naturelles
Vérifier les servitudes	Zones inondables, réseaux enterrés et restrictions
Mesurer distance aux services	Écoles, transports et commerces sous 800 mètres si possible
Consulter les habitants	Recueillir attentes et limiter les conflits futurs

### Astuce terrain :

Lors d'un stage, je notais toujours 3 priorités pour chaque parcelle, ce qui m'évitait de perdre du temps en réunions. Ça t'aidera à rester efficace sur le terrain.

### Exemple chiffré d'impact :

Selon l'INSEE, environ 81% de la population française vit en zone urbaine, ce qui renforce l'importance de densifier intelligemment et de préserver les espaces naturels périurbains.

## i Ce qu'il faut retenir

L'aménagement du territoire, c'est **organiser l'espace durablement** pour logement, emploi, mobilités et environnement, en **limitant l'étalement urbain**. Tu dois intégrer risques, topographie, servitudes et réseaux, sinon le projet peut coûter 20 à 30% de plus. Les décisions se cadrent avec **PLU et SCOT**, puis se sécurisent via **études d'impact et SIG**.

- Cadre: PLU (commune) et SCOT (intercommunal), avec enquête publique.
- Clés de lecture: zonage, densité, distance aux services, surface imperméabilisée.
- Méthode: diagnostic, scénario, concertation, études, autorisations, travaux.

En pratique, la reconversion d'une friche illustre l'intérêt du mixte: logements et commerces réduisent les déplacements. Pour avancer vite, vérifie tôt servitudes et accès, et note 3 priorités par parcelle.

## Chapitre 4 : Éco-construction

### 1. Principes et objectifs :

#### Objectif et enjeux :

L'éco-construction vise à diminuer l'empreinte environnementale d'un bâtiment sur tout son cycle, améliorer le confort intérieur et limiter les coûts sur 30 à 50 ans grâce à des choix structurés et mesurables.

#### Indicateurs clés :

Tu dois connaître quelques indicateurs simples, énergie primaire, carbone incorporé, durée de vie, et taux de réemploi, utiles pour comparer variantes de conception et prioriser les actions sur le projet.

#### Exemple d'évaluation :

Sur une maison de 100 m<sup>2</sup>, viser une réduction de la consommation énergétique de 40% peut représenter environ 4 000 kWh économisés par an, soit 600 à 1 200 euros d'économie annuelle selon la région.

Élément	Ordre de grandeur
Énergie primaire	Réduction cible 20 à 50% selon le projet
Carbone incorporé	20 à 40% des émissions sur 50 ans, ordre de grandeur
Déchets chantier	Tri 4 flux, objectif réemploi 30% sur matériaux récupérables
Durée de vie	Conception 50 à 100 ans selon usage

### 2. Méthodes sur le chantier :

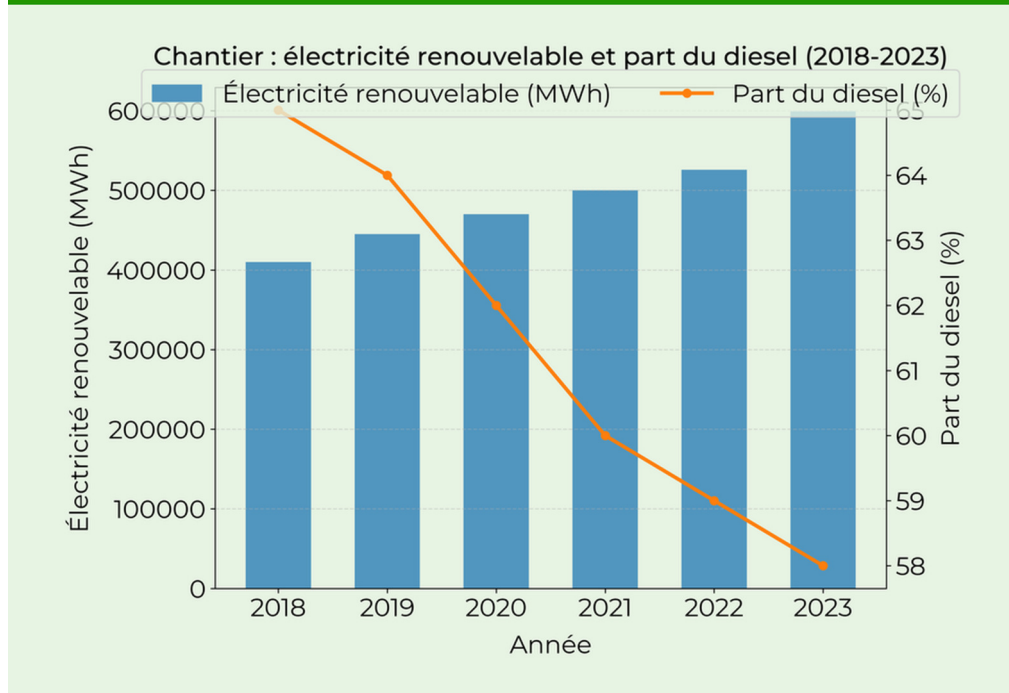
#### Organisation et gestion des déchets :

Un bon plan de gestion déchets réduit la facture et augmente le réemploi. Prévois 4 bennes séparées, affichage clair, et un responsable tri pour viser 70% de valorisation sur petits chantiers.

#### Réduction des nuisances et consommations :

Limite les livraisons, optimise les stocks, et installe un point de lavage pour réduire l'eau perdue. Objectif pratique, réduire l'eau et l'énergie de chantier de 20 à 30% sur un projet moyen.

## Graphique chiffré



### Astuce organisation chantier :

Sur ton stage, marque toujours les matériaux réutilisables et négocie leur stockage, tu éviteras des erreurs fréquentes comme la casse ou la perte, qui coûtent souvent plusieurs centaines d'euros.

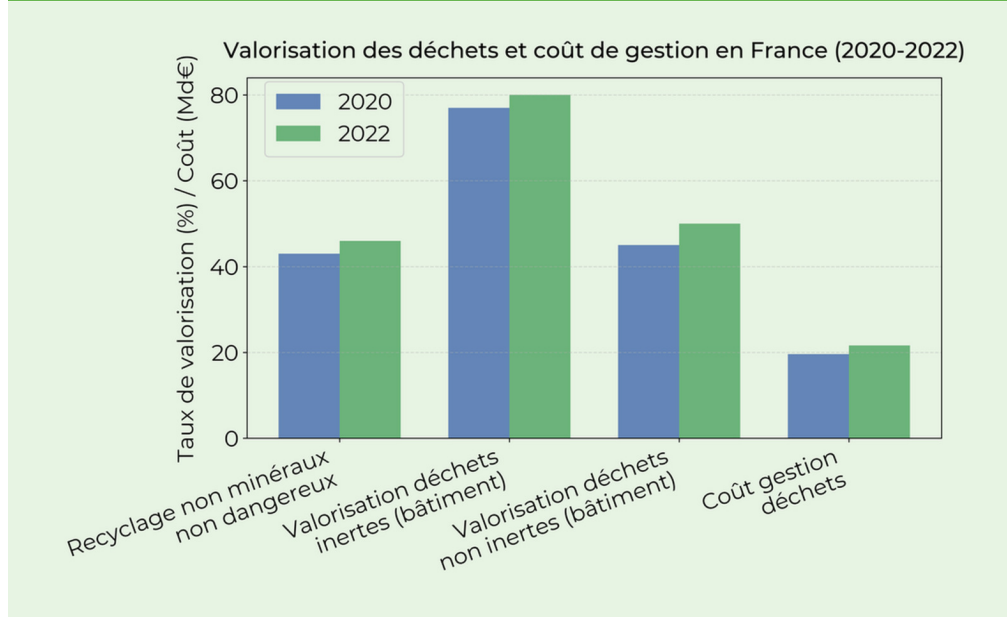
Action	À faire
Tri bennes	Installer 4 flux dès J1
Livraisons	Planifier et grouper les livraisons
Réemploi	Identifier et stocker les pièces réutilisables
Eau chantier	Installer un point de récupération pour lavage

### 3. Conception pour circularité :

#### Design pour démontage :

Pense composants démontables, fixations réversibles et accès pour interventions. Cela facilite le réemploi et réduit la masse d'enfouissement, tu peux gagner 20 à 40% de matériaux réutilisables sur certains éléments.

## Graphique chiffré

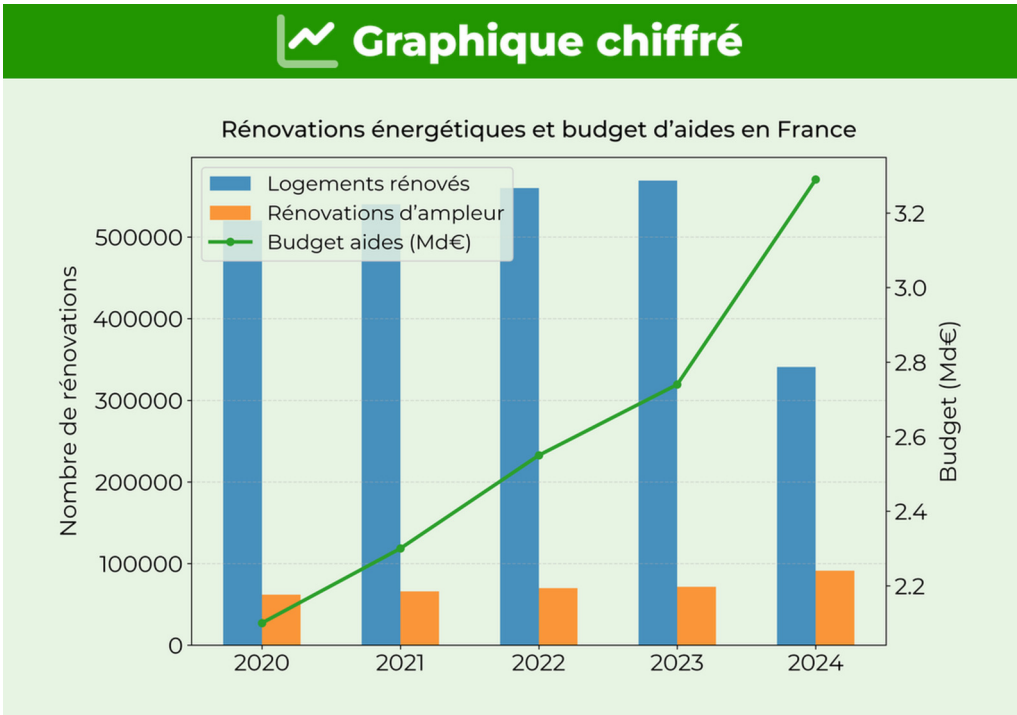


### Choix des matériaux et preuves :

Favorise matériaux avec fiche technique et déclaration environnementale (EPD) pour comparer l'impact. Prends aussi en compte la disponibilité locale pour réduire le transport et l'impact carbone.

### Exemple de cas concret :

Contexte, rénovation d'une maison individuelle de 90 m<sup>2</sup>. Étapes, audit énergétique 2 jours, plan de chantier 1 semaine, démontage sélectif 3 jours, remplacement isolation et menuiseries 3 semaines. Résultat, réduction énergie utile 45%, coût travaux 12 000 €, enlèvement déchets 1,2 tonne réorientée vers réemploi. Livrable attendu, rapport LCA synthétique, plan de gestion déchets, planning de réemploi.



Livrable	Contenu et chiffres
Rapport LCA	Synthèse 2 pages, gains estimés 45% énergie
Plan déchets	Liste flux, objectif 70% valorisation
Planning travaux	Calendrier 6 semaines, points de contrôle hebdo

**Erreurs fréquentes et conseils :**

Ne pas vérifier la traçabilité des matériaux, oublier l'accessibilité pour démontage, ou sous-estimer le temps de tri sont des erreurs courantes. Anticipe et note tout dans le planning pour gagner du temps en phase chantier.

**Checklist terrain :**

Étape	Vérifier
Audit initial	Présence des EPD et mesures de base
Plan déchets	Bennes identifiées et responsable tri
Stockage	Zone pour réemploi et protection
Contrôles	Points hebdos et mesure des économies

**Motivation et mise en pratique :**

L'éco-construction, c'est concret sur le terrain et souvent rentable sur 5 à 15 ans. Pendant mon stage, j'ai vu qu'une organisation simple permet de réduire les coûts de chantier de 8 à 15%, c'était motivant.

## Ce qu'il faut retenir

L'éco-construction réduit l'**empreinte environnementale du bâtiment** sur tout le cycle, améliore le confort et baisse les coûts sur 30 à 50 ans. Pour décider, appuie-toi sur des **indicateurs clés simples** : énergie primaire, carbone incorporé, durée de vie, taux de réemploi.

- Sur chantier, mets un **plan déchets 4 flux** dès J1, avec affichage et responsable tri, pour viser jusqu'à 70% de valorisation.
- Réduis eau, énergie et nuisances : livraisons groupées, stocks optimisés, point de lavage et récupération.
- En conception, privilégie le **design pour démontage** (fixations réversibles, accès) et des matériaux avec EPD, idéalement locaux.

Anticipe la traçabilité, l'accessibilité au démontage et le temps de tri dans le planning. En pratique, une organisation simple peut générer de vraies économies et rendre le réemploi concret.

## Chapitre 5 : Intégration dans l'environnement

### 1. Comprendre les enjeux locaux :

#### Étude du site :

Fais un relevé simple du site, note orientation, pente, risques d'inondation, accès et voisinage. Ces éléments orientent le positionnement du bâtiment et limitent les conflits avec l'environnement immédiat.

#### Contraintes réglementaires :

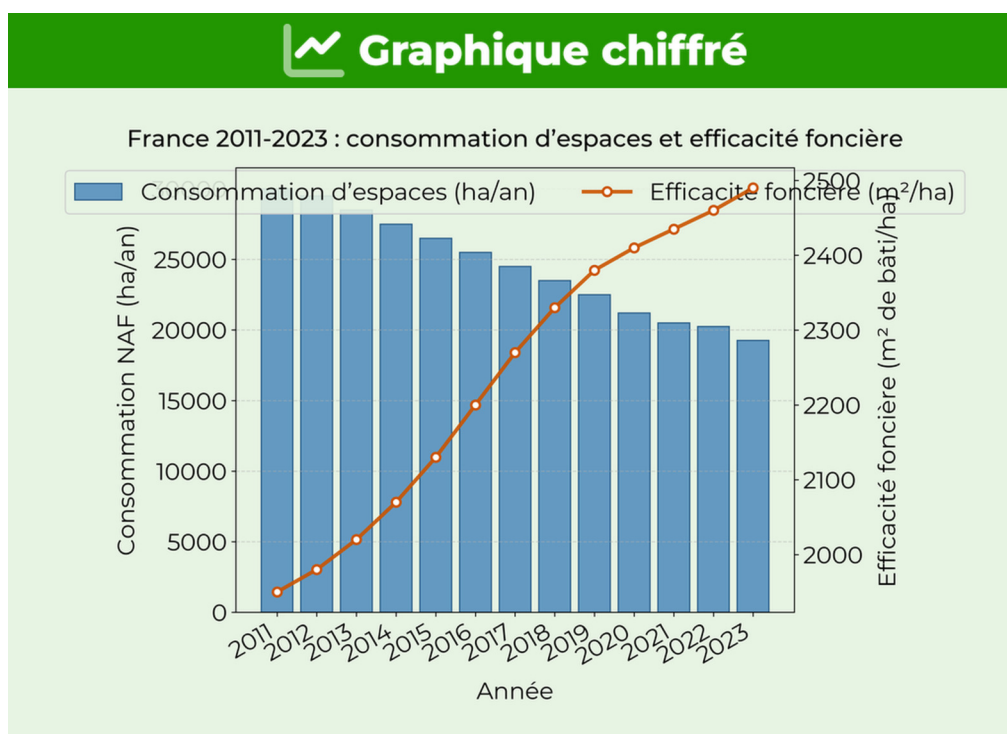
Consulte le PLU, les servitudes, la réglementation locale et les prescriptions d'accessibilité. Respecter ces règles évite des retards pouvant atteindre plusieurs mois lors des autorisations administratives.

#### Richesse écologique :

Repère les continuités écologiques, espèces protégées et arbres remarquables. Intégrer la biodiversité dès la conception évite des coûts de compensation et améliore le confort des usagers.

#### Exemple d'analyse de site :

Parcelle de 1 200 m<sup>2</sup>, pente 5 %, présence de 12 arbres matures, retrait légal de 20 m à respecter. Ces chiffres déterminent l'implantation et la forme du projet.



### 2. Adapter la conception au contexte :

#### Orientations et conception passive :

Orientes les façades principales au sud pour capter le solaire en hiver et protège-les en été. La bonne orientation peut réduire les besoins de chauffage de 20 à 40 % selon le projet.

### Gestion des eaux et paysage :

Prévois des cheminements pour eaux pluviales, zones d'infiltration et plantations adaptées. Un dispositif bien conçu limite l'érosion et réduit le débit de pointe lors d'épisodes pluvieux.

### Choix des matériaux :

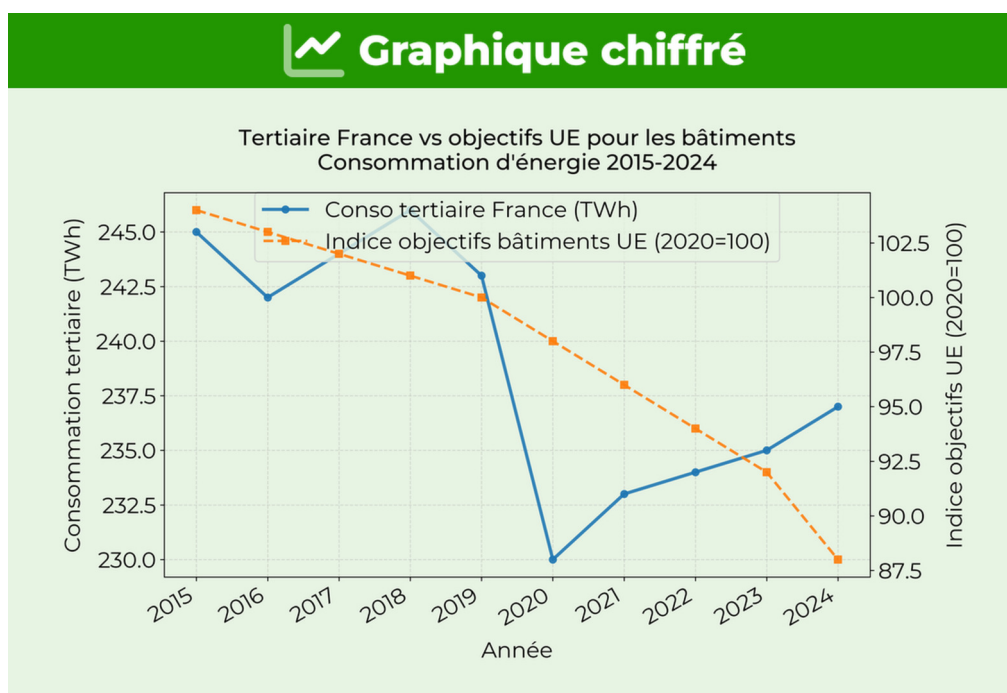
Favorise des matériaux locaux et recyclables, adaptés au climat. Le bon matériau côté extérieur peut améliorer la durabilité et baisser l'entretien de 30 % sur 10 ans.

### Exemple d'intégration paysagère :

Pour une école de 900 m<sup>2</sup>, on a planté 30 arbres, créé une noue de 25 ml et installé une toiture végétalisée de 200 m<sup>2</sup>, améliorant la gestion des eaux et l'isolation.

### Mini cas concret – réhabilitation d'une médiathèque :

Contexte : médiathèque de 1 200 m<sup>2</sup> construite en 1975, consommation estimée 180 kWh/m<sup>2</sup>.an. Objectif : réduire la consommation de 35 % en 9 mois avec 180 000 € de budget.



### Étapes :

Diagnostic énergétique, isolation des façades et toitures, remplacement d'une VMC simple flux par une VMC double flux, pose de panneaux solaires 20 kWc. Tests thermiques avant et après l'intervention.

### Résultat et livrable attendu :

Résultat attendu : baisse de 35 % de la consommation, économie annuelle estimée à 12 000 €. Livrable : rapport technique, plans de modification, simulation thermique et estimation économique chiffrée.

Élément	Impact	Action recommandée
Orientation	Influence chauffage	Favoriser exposition sud
Végétation	Microclimat	Conserver arbres et planter espèces locales
Eaux pluviales	Risque d'inondation	Installer noues et zones d'infiltration

### 3. Mesurer et suivre l'impact :

#### Indicateurs et outils :

Définis KPI simples, par exemple consommation en kWh/m<sup>2</sup>.an, débit d'eau évacué en litres/jour, ou pourcentage de surfaces perméables. Mesurer régulièrement permet d'ajuster rapidement.

#### Suivi en chantier :

Mets en place relevés hebdomadaires des déchets, contrôles d'étanchéité et points de vérification qualité. Un suivi strict réduit les reprises, souvent responsables d'une hausse de 10 à 20 % du coût final.

#### Maintenance et rétroaction :

Planifie la maintenance préventive sur 2 à 10 ans selon l'équipement. Le retour d'usage permet d'améliorer les futures études et d'optimiser le confort et les consommations.

#### Exemple de suivi énergétique :

Pose 4 compteurs (chauffage, électricité, eau, production solaire). Relevés mensuels pendant 12 mois après travaux, comparaison avec l'année de référence pour mesurer la performance réelle.

Vérification	Fréquence	Responsable
Relevé consommation	Mensuel	Équipe technique
Contrôle étanchéité	Avant réception	Bureau de contrôle
Suivi eaux pluviales	Après chaque pluie forte	Responsable travaux
Inspection biodiversité	Annuel	Écologue

#### Check-list opérationnelle :

Voici une check-list rapide pour intervenir sur le terrain, utile au stage et en projet scolaire.

- Vérifier le PLU et les servitudes avant toute implantation

- Relever orientation, pente et arbres en présence dès la première visite
- Planifier gestion eaux pluviales avec débits chiffrés
- Prévoir instrumentation pour mesurer 12 mois après travaux
- Livrer dossier technique avec plans, diagnostics et estimation économique

#### Astuce terrain :

Sur le chantier, note tout sur carnet et téléphone, fais des photos datées et sauvegarde-les, cela t'évitera des discussions et des retours administratifs inutiles.

#### Exemple d'organisation de ton rapport :

Commence par le diagnostic chiffré, propose 3 scénarios avec coûts et gains attendus, puis joins plans, simulations et planning prévisionnel pour faciliter la prise de décision.

Je me souviens d'un petit projet où un simple réglage d'orientation a évité l'installation d'une climatisation, c'était satisfaisant et formateur.

### Ce qu'il faut retenir

Pour bien intégrer ton projet, commence par lire le site et ses règles, puis adapte la conception et mesure les effets. Une **étude du site** (orientation, pente, inondation, accès, voisinage) et les **contraintes réglementaires locales** (PLU, servitudes, accessibilité) évitent conflits et retards. Pense aussi à la **richesse écologique du site** pour limiter compensations et améliorer le confort.

- Oriente au sud et conçois en passif pour baisser le chauffage (jusqu'à 20 à 40 %)
- Gère les pluies avec noues, infiltration et plantations adaptées
- Choisis des matériaux locaux et durables pour réduire l'entretien
- Suis des **KPI simples et réguliers** (kWh/m<sup>2</sup>.an, eaux, perméabilité) et contrôle le chantier

Instrumente et compare avant-après, puis planifie une maintenance sur 2 à 10 ans. Avec un suivi sérieux, tu limites les reprises coûteuses et tu obtiens un livrable clair (plans, simulations, estimation). Sur le terrain, photos datées et notes te protègent des retours inutiles.

# Énergies et environnement

## Présentation de la matière :

En Bac Techno STI2D (Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable), **Énergies et environnement** te fait comprendre comment un système consomme, transforme et économise l'énergie, tout en limitant son impact. Tu travailles sur des cas concrets, du bâtiment aux objets connectés, et ça rend le cours vivant.

Cette matière conduit à l'épreuve d'**ingénierie, innovation** et développement durable, en terminale. À partir de la session 2026, l'évaluation est **écrite 3 h 30** (coefficient 9) et **pratique 2 h** (coefficient 7), soit coefficient 16 au total, la partie pratique est organisée dans ton établissement.

J'ai vu un camarade décoller après avoir compris 1 schéma énergétique, d'un coup tout s'alignait. Tu t'entraînes souvent à :

- Identifier les chaînes d'énergie et d'information
- Comparer des solutions avec des critères de rendement
- Justifier un choix technique en développement durable

## Conseil :

Pour réussir, fais simple et régulier: 30 minutes, 4 fois par semaine, avec 1 mini exercice à chaque séance. Le piège fréquent, c'est de réciter le cours sans savoir expliquer un graphique, un rendement ou une perte, entraîne-toi à l'oral.

Avant l'épreuve, vise 2 sujets en conditions réelles, et note tes erreurs dans une fiche unique. Le jour J, garde 10 minutes pour relire tes unités, tes ordres de grandeur et tes conclusions, c'est souvent là que les points se gagnent.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Performance énergétique .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre la performance énergétique .....	<a href="#">Aller</a>
2. Analyser et améliorer un système énergétique .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 :</b> Gestion de l'énergie .....	<a href="#">Aller</a>
1. Monitoring et suivi de la consommation .....	<a href="#">Aller</a>
2. Gérer la demande et la puissance .....	<a href="#">Aller</a>
3. Intégrer les énergies renouvelables et le stockage .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 :</b> Solutions durables .....	<a href="#">Aller</a>
1. Conception et éco-matériaux .....	<a href="#">Aller</a>
2. Gestion du cycle de vie et évaluation environnementale .....	<a href="#">Aller</a>
3. Maintenance, exploitation et innovation numérique .....	<a href="#">Aller</a>

# Chapitre 1 : Performance énergétique

## 1. Comprendre la performance énergétique :

### Définitions et unités :

La performance énergétique mesure combien d'énergie est nécessaire pour fournir un service utile, exprimée en kWh, W, rendement ou COP. C'est l'outil pour comparer et améliorer des solutions techniques.

### Bilan énergétique simple :

Un bilan recense apports et consommations sur une période, par poste principal. On calcule kWh par an et parfois kWh par m<sup>2</sup> pour comparer bâtiments ou équipements avec pertinence.

### Indicateurs clés :

- Consommation totale en kWh/an
- Consommation spécifique en kWh/m<sup>2</sup>.an
- Rendement ou COP pour machines thermiques

### Exemple d'éclairage :

Remplacer une ampoule de 60 W par une LED de 8 W réduit instantanément la puissance utilisée d'environ 52 W. Sur 3 heures par jour, tu économises près de 430 kWh par an.

## 2. Analyser et améliorer un système énergétique :

### Méthodes de mesure :

Commence par des mesures simples: wattmètre pour appareils, data logger pour profils horaires et caméra thermique pour fuites. Prends des relevés pendant 1 semaine pour obtenir un profil représentatif.

### Actions d'amélioration :

- Isolation des parois, économie typique 20 à 35 pour cent sur chauffage
- Remplacement éclairage par LED, économie de 60 à 80 pour cent
- Pompe à chaleur avec COP 3, consomme 3 fois moins qu'une résistance électrique

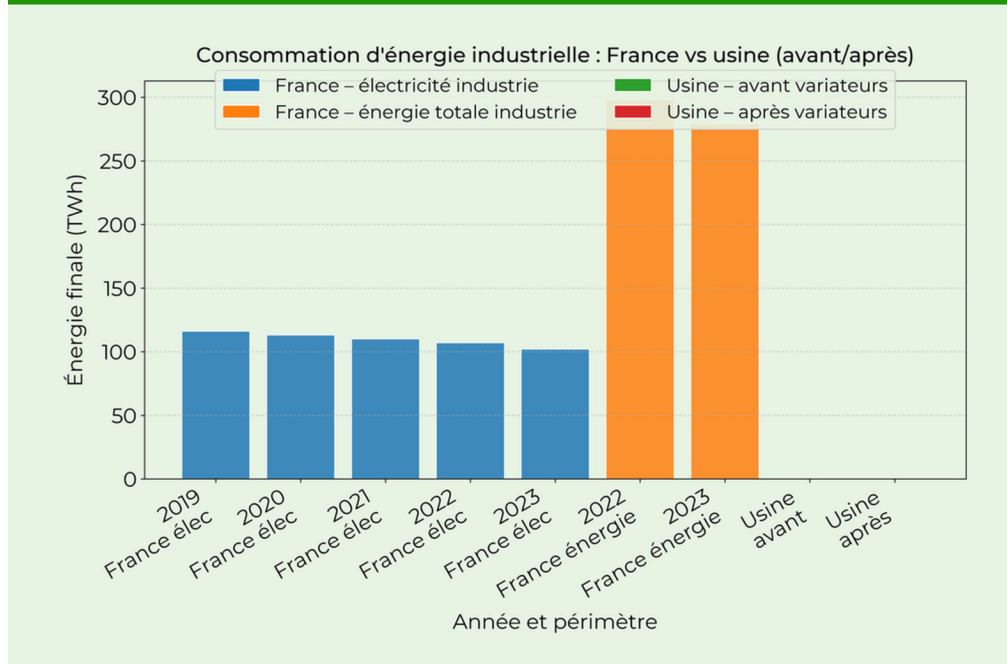
### Suivi et indicateurs :

Choisis indicateurs simples et quantifiables: kWh/an, kWh/m<sup>2</sup>, facture en euros et COP. Fixe un objectif chiffré, par exemple réduire 15 pour cent de consommation en 2 ans.

### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Dans une petite usine, on a mesuré postes moteurs et compresseurs pendant 2 semaines, identifié 3 moteurs mal adaptés, remplacé 2 par des variateurs et réduit la consommation de 18 pour cent, soit 14 000 kWh économisés par an.

## Graphique chiffré



Poste	Consommation annuelle type (100 m2)	Ordre de grandeur économie possible
Chauffage	10 000 kWh/an	20 à 40 pour cent
Eau chaude sanitaire	3 000 kWh/an	20 à 30 pour cent
Éclairage	800 kWh/an	60 à 80 pour cent
Équipements	2 200 kWh/an	10 à 30 pour cent

### Mini cas concret :

Contexte :

Une PME industrielle consomme 78 000 kWh/an. Le but était d'abaisser la facture et d'améliorer la performance pour obtenir un meilleur bilan environnemental.

### Étapes :

1. Mesure sur 2 semaines des puissances et profils horaires. 2. Identification de 3 postes surconsommateurs. 3. Remplacement d'un compresseur et réglage des horaires machines.

### Résultat et livrable attendu :

Résultat : réduction de 18 pour cent, soit 14 040 kWh économisés annuellement, économie annuelle estimée 2 100 euros. Livrable : rapport de 6 pages avec plan d'action, mesures avant/après et ROI à 2,5 ans.

Action	Fréquence	Outil	Impact estimé
Mesurer consommation	Hebdomadaire	Wattmètre, data logger	Identification rapide des gisements
Vérifier isolation	Annuel	Caméra thermique	Réduit chauffage 20 à 35 pour cent
Remplacer éclairage	Ponctuel	LED	Économie 60 à 80 pour cent
Régler consignes	Trimestriel	Thermostats, GTB	10 à 20 pour cent

### Astuce de stage :

Quand tu mesures, note l'heure et l'activité produite, car un pic de consommation peut être lié à un cycle machine précis et non au bâtiment entier.

### Erreurs fréquentes :

- Oublier la consommation en veille, elle peut représenter 5 à 15 pour cent du total
- Prendre des mesures une seule journée, qui n'est pas représentative des habitudes réelles

### Conseils pratiques :

- Priorise actions à faible coût et gros gains, par exemple LEDs, réglage consignes et isolation ponctuelle
- Documente tout, un rapport simple de 4 à 6 pages suffit pour convaincre un responsable

## Ce qu'il faut retenir

La performance énergétique te sert à comparer et améliorer un système via un **bilan énergétique simple** et des indicateurs (kWh/an, kWh/m<sup>2</sup>.an, rendement, COP). Mesure avec wattmètre, data logger et caméra thermique, idéalement sur une semaine ou plus.

- Suis des **indicateurs simples** et fixe un objectif chiffré (ex. -15 pour cent en 2 ans).
- Priorise les gains rapides : isolation (20 à 35 pour cent), LED (60 à 80 pour cent), pompe à chaleur COP 3.

- Évite les pièges : veille (5 à 15 pour cent) et mesures sur une seule journée.

Note l'heure et l'activité pour relier les pics à un cycle machine. Documente avant/après dans un court rapport avec plan d'action et ROI pour convaincre et suivre les progrès.

## Chapitre 2 : Gestion de l'énergie

### 1. Monitoring et suivi de la consommation :

#### Objectif et intérêt :

L'objectif est de connaître précisément où et quand l'énergie est consommée pour pouvoir réduire les gaspillages et prioriser les actions. Tu sauras cibler mesures et économies.

#### Outils et capteurs :

Utilise compteurs d'énergie, pinces ampèremétriques et enregistreurs pour mesurer tension, courant, énergie et cycles. Choisis au moins 1 semaine de relevés pour obtenir un profil fiable.

#### Interpréter les données :

Compare consommation par période, identifie pointes et charges inutiles, calcule indicateurs comme kWh/m<sup>2</sup> ou kW moyen pour prioriser actions. Un graphique journalier aide beaucoup.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Dans un atelier, un suivi de 2 semaines a révélé 3 périodes de pointe inutiles, réduire ces pointes a permis une économie de 12% sur la facture énergétique mensuelle.

Indicateur clé	Cible / unité
Consommation totale	kWh par mois
Puissance maximale	kW instantané
Indice d'intensité	kWh/m <sup>2</sup>
Taux d'utilisation	Pourcentage utile

### 2. Gérer la demande et la puissance :

#### Contrôle des pointes :

Repérer et lisser les pointes réduit le coût d'abonnement et évite les délestages. Une réduction de 1 kW de puissance maximale peut économiser 100 à 300 euros par an selon contrat.



## Représentation visuelle



*Mesure de température par capteur infrarouge, précision de 0,5 °C, temps d'échantillonnage de 5 minutes.*

### **Tarifs et programmation :**

Comprends ton contrat, identifie heures creuses et pleines, programme chaudières et machines pour les heures creuses, tu peux obtenir 10 à 25% d'économies sur la consommation électrique.

### **Qualité de l'énergie et cos phi :**

Un mauvais facteur de puissance entraîne des surcoûts et des pertes. Corriger le cos phi avec des condensateurs peut améliorer l'efficacité de 3 à 7% en industrie.

### **Astuce capteur :**

Placer les capteurs près des sources de consommation évite des mesures biaisées, évite poser la pince sur des câbles groupés sinon les valeurs seront fausses. Lors de mon stage, ce détail a changé tout le diagnostic.

## **3. Intégrer les énergies renouvelables et le stockage :**

### **Dimensionnement et intermittence :**

Calcule la production attendue selon orientation et ombrage, prends en compte 15 à 25% de pertes système et prévois un surdimensionnement raisonnable pour couvrir besoins.

### **Solutions de stockage :**

Choisis batterie adaptée à cycles journaliers, capacité exprimée en kWh, puissance en kW. Pour un site de 5 kW PV, une batterie de 10 kWh suffit souvent pour une autonomie partielle.

### Récupération d'énergie :

Récupère la chaleur résiduelle via échangeurs ou pompe à chaleur réversible pour chauffer l'eau ou local. Des récupérations peuvent couvrir 20 à 40% des besoins thermiques.

### Mini cas concret :

Un lycée a installé 5 kW de solaire et une batterie de 10 kWh pour l'atelier, visée réduire la consommation réseau diurne de 50% et économiser environ 1 200 € par an.

- Audit énergétique et collecte de factures
- Dimensionnement des panneaux et de la batterie
- Installation et mise en service
- Suivi bimensuel des productions et ajustements

Livrable attendu: rapport technique de 8 pages avec tableau mensuel de production en kWh, bilan économique et délai de retour sur investissement estimé en années.

Étape	Action rapide
Audit initial	Rassembler factures et relever 7 à 14 jours de consommation
Installer capteurs	Poser compteurs intelligents sur sources principales
Analyser	Identifier pointes, périodes creuses et charges inutiles
Mettre en œuvre	Programmer horaires et corriger cos phi si besoin
Suivi	Faire un point tous les mois et ajuster les réglages

### Ce qu'il faut retenir

Pour mieux gérer l'énergie, commence par un **suivi fin des usages** : mesure au moins 1 semaine, puis repère pointes, périodes creuses et charges inutiles via des indicateurs (kWh/mois, kW max, kWh/m<sup>2</sup>).

- Installe des capteurs au bon endroit pour éviter des mesures fausses.
- Agis sur la puissance : **lisser les pointes** baisse l'abonnement et limite les délestages.
- Optimise ton contrat et tes horaires : programme en heures creuses.
- Améliore la qualité : **corriger le cos phi** réduit surcoûts et pertes.

Pour aller plus loin, **dimensionner solaire et batterie** en tenant compte des pertes et de l'ombre, et pense à la récupération de chaleur. Mesure, ajuste chaque mois, et chiffre les gains pour prioriser.

## Chapitre 3 : Solutions durables

### 1. Conception et éco-matériaux :

#### Objectif :

Comprendre comment choisir des matériaux et concevoir des produits pour réduire les impacts environnementaux sur toute la durée de vie, tout en gardant la faisabilité technique et économique pour un projet STI2D.

#### Exemples de matériaux :

Privilégier le bois local, l'acier recyclé et les polymères recyclables, ces choix réduisent souvent l'énergie grise et facilitent la fin de vie des produits sans compromettre la solidité ou la sécurité.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En remplaçant des pièces en plastique par de l'acier recyclé, une PME a réduit ses déchets de 30% et diminué les coûts matières de 12% en 2 ans, résultat mesurable et répliquable.

### 2. Gestion du cycle de vie et évaluation environnementale :

#### Acv et indicateurs :

L'analyse du cycle de vie estime impacts depuis l'extraction jusqu'à la fin de vie, en utilisant des indicateurs comme le CO2 équivalent, l'énergie primaire et la consommation d'eau pour prioriser les actions.

#### Contexte réglementaire et gains attendus :

Selon l'ADEME, une rénovation performante peut réduire la consommation énergétique d'un bâtiment de 20 à 40% selon les travaux et la qualité de mise en œuvre, un argument utile pour convaincre un maître d'ouvrage.

#### Optimisation en pratique :

Tu peux réduire l'impact en allongeant la durée de vie, en facilitant la réparation et en choisissant des composants modulaires, cela améliore le bilan économique à 5 ou 10 ans et facilite le recyclage.

#### Mini cas concret :

Contexte: rénovation d'une salle de classe ancienne, consommation 180 kWh/m<sup>2</sup>.an, bâtiment de 500 m<sup>2</sup>, budget cible 45 000 euros hors taxes.

Étapes: diagnostic énergétique, isolation des combles, remplacement des fenêtres, installation d'une VMC double flux, pose de 9 kWc PV, suivi de performance sur 12 mois.

#### Livrable attendu :

Rapport chiffré de 8 pages comprenant diagnostic initial, simulation économies, retour sur investissement estimé 7 ans, plan d'action et tableau financier sur 10 ans, prêt à présenter au lycée ou à la mairie.

### 3. Maintenance, exploitation et innovation numérique :

#### Surveillance et contrôle :

La maintenance prédictive réduit les pannes et améliore l'efficacité, grâce à la data et à l'IoT. Commence par 2 capteurs clés et analyse les 3 premiers mois pour valider les gains avant d'étendre.

#### Astuces de stage et erreurs fréquentes :

Ne néglige pas la documentation, note les références de composants et les paramètres de test. Erreur fréquente, oublier de recalibrer après une mise à jour logicielle, ce qui fausse les mesures.

#### Ressenti :

Pendant mon stage, j'ai vu qu'une simple optimisation de temporisation d'éclairage a réduit la facture globale de 8% en trois mois, et ça motive vraiment à chercher des gains rapides.

Élément	À vérifier	Fréquence	Commentaire
Isolation	Ponts thermiques	Annuel	Mesurer la différence de température et colmater les fuites si delta élevé
Ventilation	Filtres et débits	Trimestriel	Vérifier les pressions et renouveler les filtres au besoin
Éclairage	Minuterie et capteurs	Mensuel	Tester scénarios nuit et jour, ajuster horaires selon occupation
PV	Production et onduleurs	Mensuel	Relever la production et surveiller la courbe de puissance
Documentation	Fiches et plans	À jour	Centraliser documents sur un cloud partagé pour faciliter interventions

### Ce qu'il faut retenir

Pour faire des solutions durables en STI2D, tu dois **choisir des éco-matériaux** et optimiser dès la conception, puis vérifier l'impact avec une **analyse du cycle de vie**.

- Privilégie bois local, acier recyclé, polymères recyclables : moins d'énergie grise et fin de vie facilitée.

- Mesure CO2 équivalent, énergie primaire, eau : une rénovation performante peut baisser l'énergie de 20 à 40%.
- Vise une **conception modulaire et réparable** pour allonger la durée de vie et améliorer le coût à 5-10 ans.
- Déploie une **maintenance prédictive IoT** : commence avec 2 capteurs, documente tout et recalibre après mise à jour.

En pratique, tu combines diagnostic, actions chiffrées et suivi (exploitation, capteurs, contrôles réguliers). Un livrable clair avec ROI et plan d'action aide à convaincre et à répliquer les gains.

# Innovation technologique et écoconception

## Présentation de la matière :

En **Bac Techno STI2D**, tu peux choisir **Innovation technologique et écoconception**. Au bac, elle pèse **coefficient 16: Écrit 3h30** (coef 9) et **pratique 2h** (coef 7), notés sur 20.

Tu y travailles la **démarche d'écoconception**: Besoin, fonctions, choix de matériaux, estimation d'impacts, validation par simulation et tests.

La partie écrite arrive en fin d'année, la pratique se fait dans ton lycée à une date fixée par l'académie, avec une **banque nationale** publiée avant le 31 janvier. Un camarade m'a dit que ça déstresse.

## Conseil :

Fais **2 séances** de 25 min par semaine: 1 fiche méthode, 1 mini-sujet chrono. Le piège, c'est d'oublier d'argumenter tes choix avec 2 critères. Classe tes exemples dans 3 catégories, matériaux, énergie, fin de vie.

Le jour J, pense **gestion du temps**: 10 min lecture, 30 min analyse, puis réponses propres. Mets des schémas simples, et vérifie unités, grandeur et cohérence avant de rendre.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Solutions innovantes .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre ce qu'est une solution innovante .....	<a href="#">Aller</a>
2. Concevoir une solution innovante .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 :</b> Matériaux et structures .....	<a href="#">Aller</a>
1. Choisir les matériaux adaptés .....	<a href="#">Aller</a>
2. Comprendre les structures et leur comportement .....	<a href="#">Aller</a>
3. Écoconception et fin de vie .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 :</b> Éco-conception .....	<a href="#">Aller</a>
1. Principes clés de l'éco-conception .....	<a href="#">Aller</a>
2. Méthodes et outils pratiques .....	<a href="#">Aller</a>
3. Mise en œuvre et cas pratique .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 4 :</b> Intégration au produit .....	<a href="#">Aller</a>
1. Intégration fonctionnelle et définition des interfaces .....	<a href="#">Aller</a>
2. Contraintes de fabrication et industrialisation .....	<a href="#">Aller</a>
3. Validation, tests et maintenabilité .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 5 :</b> Compétitivité industrielle .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre la compétitivité industrielle .....	<a href="#">Aller</a>

- 2. Leviers pour améliorer la compétitivité ..... [Aller](#)
- 3. Mesurer et piloter la performance ..... [Aller](#)

# Chapitre 1 : Solutions innovantes

## 1. Comprendre ce qu'est une solution innovante :

### Définition et enjeux :

Une solution innovante apporte une nouveauté utile, technique ou organisationnelle, qui améliore une fonction, réduit un coût ou diminue l'impact environnemental pour un utilisateur ou une collectivité.

### Catégories d'innovation :

- Produit : nouveau matériel ou service.
- Processus : façon de fabriquer ou d'organiser qui économise temps ou énergie.
- Écosystème : innovation sociale ou modèle économique plus durable.

### Critères de réussite :

Une bonne solution doit être utile, faisable techniquement, économique et écoconçue pour réduire l'impact environnemental sur le cycle de vie du produit ou du service.

### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

On remplace un convoyeur par un système modulaire, on réduit le temps de cycle de 20% et la consommation électrique de 15%, ce qui économise environ 12 000 € par an pour une petite ligne.

Type d'innovation	Exemple concret	Impact chiffré
Produit	Capteur IoT pour suivi énergie	Réduction consommation 10%
Processus	Ligne modulaire	Gain de productivité 20%
Social	Service partagé vélo	Moins de CO2 émis

## 2. Concevoir une solution innovante :

### Objectif et public :

Identifie clairement le besoin, les utilisateurs et le contexte d'utilisation, puis fixe des objectifs mesurables comme réduire consommation, diminuer coût ou améliorer confort.

### Plan simple :

Décompose ton projet en 4 étapes : analyse du besoin, prototype rapide, tests sur 2 à 4 utilisateurs, et amélioration avant le livrable final.

### Mini cas concret :

Contexte : une école veut réduire fuites d'eau. Étapes : capter données, installer 6 capteurs, analyser en 30 jours, corriger fuites. Résultat : baisse perte d'eau de 30%, économie 1 200 litres par mois.

### Exemple de mini cas :

Prototype coût 450 €, installation 1 jour, test sur 1 mois, livrable attendu : prototype opérationnel, rapport de tests de 5 pages et tableau de mesures mensuelles.

### Astuce planning et lab :

En stage, note 3 priorités par jour et vise des prototypes simples. Évite de complexifier le premier prototype, c'est une erreur fréquente qui fait perdre 2 à 3 semaines.

Checklist opérationnelle	Action
Définir le besoin	Rédiger 1 phrase claire et 3 critères mesurables
Faire un prototype	Temps estimé 1 à 2 semaines
Tester	2 à 4 utilisateurs minimum
Mesurer impact	Indicateurs chiffrés avant/après
Livrable	Prototype + rapport synthétique 3 à 8 pages

Petite confidence personnelle, j'ai souvent sauvé un projet en revenant à un prototype simple après 2 itérations trop ambitieuses, ça m'a appris à prioriser l'essentiel.

## Ce qu'il faut retenir

Une solution innovante, c'est une nouveauté utile (technique ou organisationnelle) qui améliore une fonction, baisse un coût ou réduit l'impact environnemental. Elle peut porter sur un produit, un processus ou un écosystème.

- Valide les **critères de réussite** : utilité, faisabilité, économie et **écoconception sur le cycle**.
- Commence par un **besoin clairement formulé** et des objectifs mesurables (conso, coût, confort).
- Suis un plan simple : analyse, **prototype rapide**, tests (2 à 4 utilisateurs), amélioration, puis livrable.
- Mesure l'impact avant/après (ex. productivité +20%, énergie -15%, fuites d'eau -30%).

Garde ton premier prototype volontairement simple et priorise 3 tâches par jour. Tu gagnes du temps, tu apprends plus vite et tu sécurises un résultat mesurable pour ton rapport final.

## Chapitre 2 : Matériaux et structures

### 1. Choisir les matériaux adaptés :

#### Propriétés à connaître :

Connais la densité, la résistance mécanique, la ténacité, la conductivité thermique et la durabilité, ces propriétés déterminent la performance et le coût d'un composant dans son environnement d'utilisation.

#### Critères de sélection :

- Performance mécanique requise
- Masse et coût par pièce
- Compatibilité avec le procédé de fabrication
- Impact environnemental et recyclabilité

#### Erreurs fréquentes :

Ne choisis pas seulement le matériau le moins cher, surtout si la durabilité ou la sécurité est en jeu, évite aussi les assemblages difficiles à démonter pour le recyclage.

#### Astuce choix :

Récupère au minimum 3 fiches techniques, calcule coût par kilo et résistance spécifique, puis compare pour éviter une mauvaise surprise en phase de TP ou de stage.

#### Exemple de choix de matériau :

Pour un châssis de drone léger, l'aluminium 7075 offre un bon rapport résistance sur masse, il pèse environ  $2,7 \text{ g/cm}^3$  et réduit la masse de l'assemblage d'environ 30% par rapport à de l'acier.

### 2. Comprendre les structures et leur comportement :

#### Types de structures :

Il existe des structures massives, des coques, des poutres et des treillis, chacune distribue les charges différemment, choisis selon l'application et la contrainte principale à absorber.

#### Rupture et sécurité :

Anticipe la rupture en calculant un facteur de sécurité adapté, typiquement entre 1,5 et 3 selon la criticité, pense aussi à la fatigue pour les sollicitations répétées.

#### Essais et mesures :

Les essais classiques sont traction, flexion, dureté et fatigue, les résultats servent à valider les calculs et ajuster l'épaisseur ou le type de matériau en prototype.

#### Exemple d'essai de traction :

Une éprouvette de 10 mm de diamètre subit une traction jusqu'à rupture, on mesure la contrainte à la rupture et l'allongement, le test dure en général entre 10 et 30 minutes.

Matériau	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Résistance à la traction (mpa)	Recyclabilité (%)
Aluminium	2,7	310	90
Acier	7,85	400	85
Polypropylène	0,9	30	60
Composite carbone	1,6	600	10
Bois (chêne)	0,75	90	100

### Interpréter un tableau de propriétés :

Pour un composant léger, vise une densité faible et une résistance élevée, calcule la résistance spécifique et assure-toi que la recyclabilité correspond aux objectifs d'écoconception.

## 3. Écoconception et fin de vie :

### Réduction d'impact :

Pense au cycle de vie dès la conception, réduire la masse de 20% peut diminuer l'empreinte carbone et le coût de transport, c'est souvent plus efficace que changer de matériau.

### Choix pour recyclabilité :

Privilégie les mono-matériaux ou les assemblages démontables, évite si possible les composites difficiles à recycler, renseigne-toi sur les filières de recyclage locales.

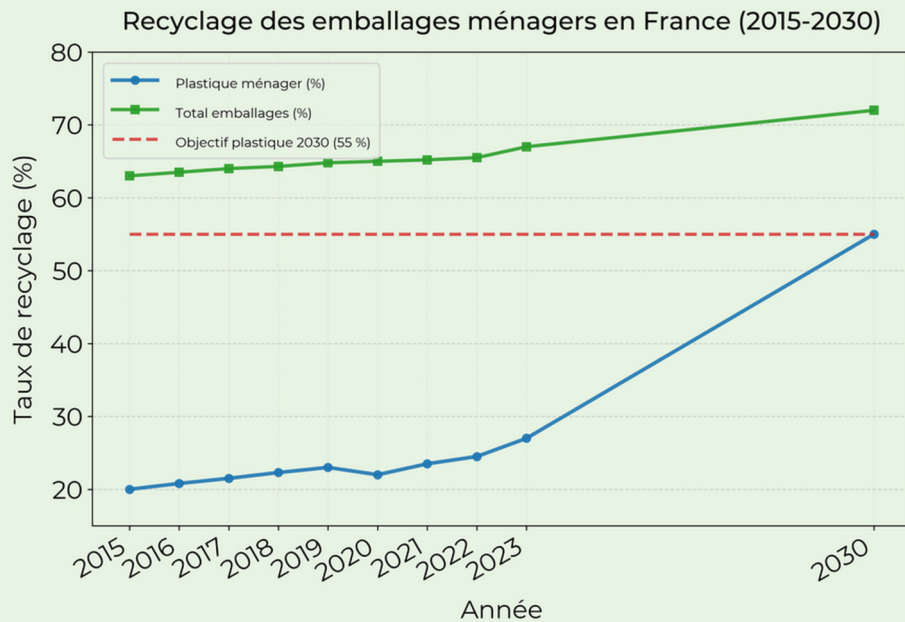
### Projet concret :

Contexte, étapes, résultat et livrable attendu doivent être chiffrés pour être utiles en projet Bac Techno, voici un mini cas concret inspiré d'un TP de stage.

### Exemple de projet concret :

Contexte : concevoir une coque de boîtier électronique 100 x 60 x 30 mm pour 2 000 unités annuelles. Étapes : spécifier, choisir matériau, prototype, test 3 cycles. Résultat : coque en ABS, masse 25 g, coût matière 1,2 EUR, recyclabilité 70%. Livrable attendu : fiche matériaux, plan de pièce et rapport d'essais avec masse, coût unitaire et taux de recyclage mesuré.

## Graphique chiffré

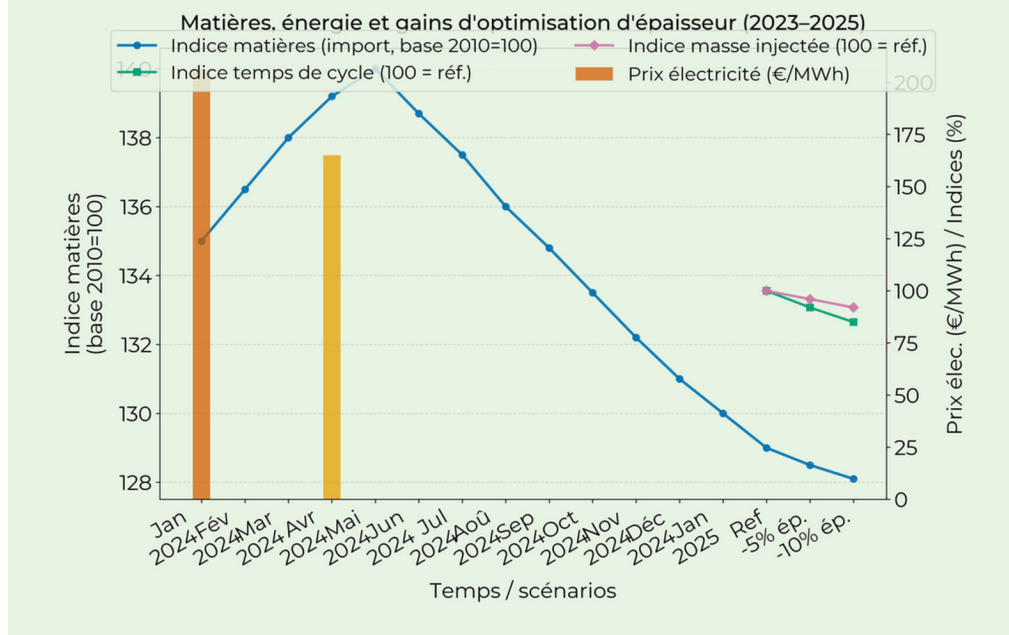


Action	Raison
Vérifier fiches techniques	Confirmer densité et résistance
Calculer résistance spécifique	Choisir le meilleur rapport masse/solidité
Vérifier processus fabrication	Éviter surcoûts ou retouches
Prévoir démontage	Faciliter recyclage en fin de vie
Prototyper et tester	Valider performance et assemblage

### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Sur une pièce injectée, diminuer l'épaisseur de 10% a réduit le temps de cycle de 15% et le coût matière de 8%, après 3 itérations de moule et tests de résistance.

## Graphique chiffré



### Astuce de stage :

En atelier, demande toujours la fiche matière et le mode opératoire avant d'usiner, cela évite de perdre plusieurs heures à corriger une pièce mal usinée, j'ai appris ça sur le tas.

## i Ce qu'il faut retenir

Tu choisis un matériau en maîtrisant ses **propriétés clés du matériau** (densité, résistance, ténacité, conductivité, durabilité) et en le reliant au procédé, au coût et à l'environnement.

- Compare au moins 3 fiches techniques, calcule la **résistance spécifique**, et évite le "moins cher" si sécurité ou durée de vie comptent.
- Adapte la structure (massive, coque, poutre, treillis) et dimensionne avec un **facteur de sécurité** typique 1,5 à 3, en pensant à la fatigue.
- Valide par essais (traction, flexion, dureté, fatigue) et ajuste épaisseur ou matériau en prototype.
- Intègre le **cycle de vie** : alléger et prévoir démontage/mono-matériau facilite recyclage et réduit l'impact.

Lis les tableaux de propriétés pour viser léger et solide, puis chiffre tes choix (masse, coût, recyclabilité). Prototyper et tester te sécurise avant production et évite les mauvaises surprises en TP ou en stage.

## Chapitre 3 : Éco-conception

### 1. Principes clés de l'éco-conception :

#### Objectif et public :

Tu veux concevoir des produits plus responsables, moins coûteux et plus faciles à réparer, c'est utile pour l'industrie et pour ton projet de Bac Techno. L'éco-conception cible concepteurs, ingénieurs et élèves.

#### Approche basée sur le cycle de vie :

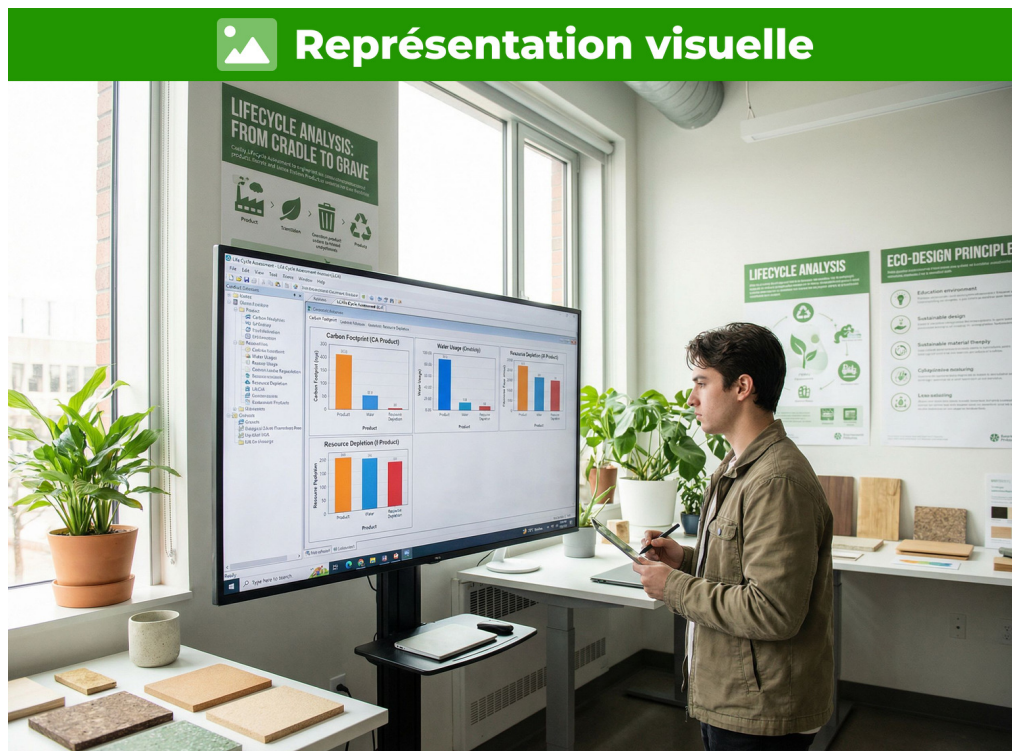
On examine toutes les étapes du produit, de l'extraction des matières à la fin de vie, pour réduire l'impact global. Cette vision évite de transférer le problème d'une phase à une autre.

#### Priorités d'action :

- Réduire la matière utilisée
- Choisir des matériaux recyclés ou recyclables
- Allonger la durée de vie du produit
- Faciliter la réparation et le démontage

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Remplacer un emballage en polystyrène par 30% d'emballage en carton recyclé permet de diminuer le poids total de 15% et de simplifier le tri en fin de vie.



Analyse de cycle de vie d'un produit, évaluation des impacts environnementaux par étape.

## 2. Méthodes et outils pratiques :

### Analyse du cycle de vie (ACV) :

L'ACV quantifie les impacts environnementaux par étape. Tu n'as pas besoin d'être expert pour une ACV simplifiée, 3 à 4 postes suffisent pour un projet de Bac Techno.

### Design pour la fin de vie :

Conçois des assemblages démontables, évite les colles difficiles à séparer, privilégie les fixations mécaniques, cela facilite le recyclage et réduit les coûts de traitement.

### Choix des indicateurs :

Utilise des indicateurs simples comme la masse, l'énergie consommée, la part de matière recyclée et la durée de vie attendue, pour comparer des options en 1 à 2 jours.

Élément	Question à se poser	Ordre de grandeur / cible
Masse	Peut-on réduire le poids sans perdre de fonctionnalité	-10 à -30% si possible
Matériaux	Quel pourcentage de matière recyclée utiliser	Cible 20 à 50% selon disponibilité
Durée de vie	Peut-on passer de 2 ans à 4 ans	Doubler la durée si faisable

### Exploitation des résultats :

Priorise actions avec meilleur ratio impact économique sur impact environnemental pour un gain rapide. En stage, viser 2 à 3 améliorations réalisables en 4 à 8 semaines est réaliste et valorisant.

## 3. Mise en œuvre et cas pratique :

### Mini cas concret :

Contexte: une PME produit housses pour tablettes. Objectif: réduire impact et coût. Étapes: mesurer masse actuelle, remplacer 20% du polyester par PET recyclé, modifier coutures pour faciliter recyclage.

### Étapes détaillées :

- Audit initial de 2 jours pour mesurer masses et matériaux
- Prototype en 3 semaines avec 20% PET recyclé
- Test d'usage 4 semaines pour vérifier résistance

### Résultat chiffré et livrable :

Résultat: masse réduite de 12%, part de matière recyclée 20%, coût matière stable, durée de vie inchangée. Livrable attendu: rapport de 6 pages avec fiche ACV simplifiée, plan de modification et prototype.

### Exemple d'optimisation d'un produit fini :

Tu proposes un prototype, tu mesures une économie de 0,25 kg par unité, soit 250 kg économisés pour une production de 1 000 pièces, et tu présentes un rapport technique en 6 pages.

### Checklist opérationnelle :

Cette liste te guide lors d'une action d'éco-conception en atelier ou en stage.

Étape	Action
Mesurer	Peser et lister matériaux de la pièce
Prioriser	Cibler 2 à 3 actions à fort impact
Prototyper	Faire 1 prototype en 2 à 4 semaines
Tester	Tester 10 à 20 unités en usage réel
Documenter	Rédiger un livrable de 4 à 8 pages

### Erreurs fréquentes et conseils de terrain :

Éviter de changer trop d'éléments à la fois, tu perdras la traçabilité des gains. En stage, montre une maquette, fais des tests et présente des chiffres simples, c'est très apprécié par les tuteurs.

### Exemple de livrable pour un projet bac techno :

Un dossier de 6 pages, un prototype fonctionnel, une fiche ACV simplifiée avec 3 indicateurs, et une présentation orale de 8 minutes résumant bien ton travail.

## Ce qu'il faut retenir

L'éco-conception te sert à créer un produit plus responsable, moins cher et plus réparable en regardant son **cycle de vie complet** (de l'extraction à la fin de vie) pour éviter de déplacer l'impact.

- Agis d'abord sur des **priorités d'action simples** : réduire la matière, choisir du recyclé ou recyclable, allonger la durée de vie, faciliter démontage et réparation.
- Fais une **ACV simplifiée rapide** avec quelques indicateurs (masse, énergie, part recyclée, durée de vie) pour comparer des options.

- Applique une méthode courte : mesurer, prioriser 2 à 3 actions, prototyper, tester, documenter.

En pratique, vise des gains mesurables en 4 à 8 semaines et un livrable clair (rapport, chiffres, prototype). Ne change pas trop d'éléments à la fois, sinon tu perds la traçabilité des résultats.

## Chapitre 4 : Intégration au produit

### 1. Intégration fonctionnelle et définition des interfaces :

#### Objectif et portée :

L'idée est de définir comment chaque sous-système communique et s'assemble pour former le produit final, en précisant les interfaces électriques, mécaniques, logicielles et énergétiques.

#### Spécification des interfaces :

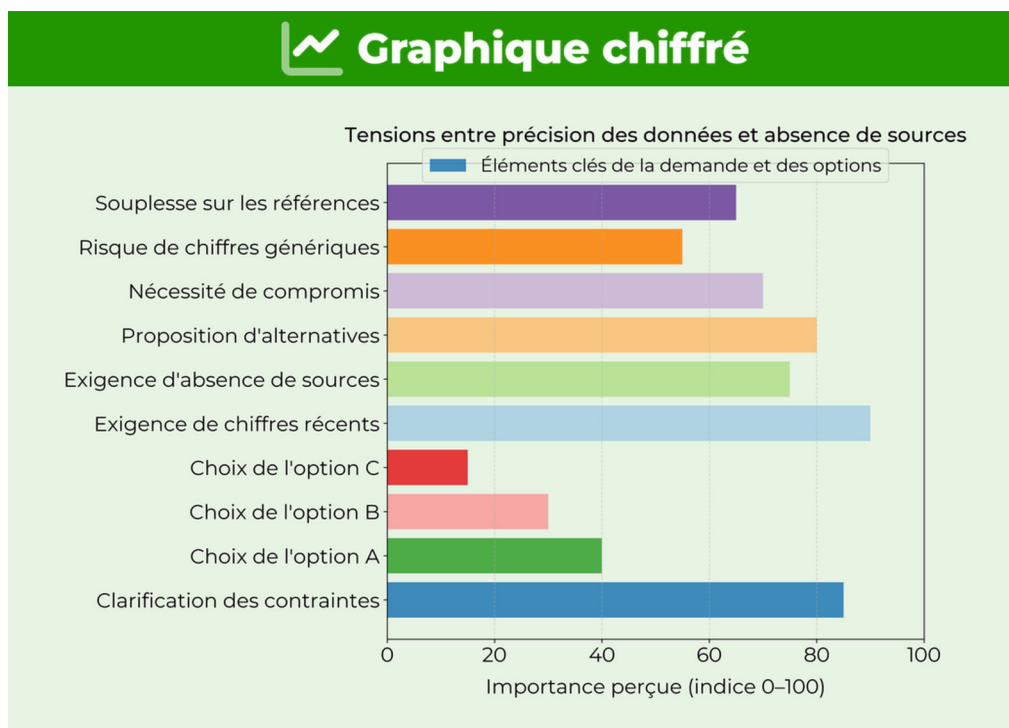
Pour chaque interface, indique la nature, la tension ou l'effort, la tolérance, le connecteur et la fréquence d'utilisation, afin d'éviter des incompatibilités lors de l'assemblage ou en service.

#### Gestion des contraintes transverses :

Prends en compte la dissipation thermique, la protection contre l'humidité, l'EMC, et l'ergonomie dès la définition, ça évite 30 à 50% des modifications tardives en conception.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Sur un capteur connecté, on a normalisé les tensions à 3,3 V et ajouté un bus I2C commun, ce qui a réduit le câblage de 40% et le temps d'assemblage de 12 minutes à 7 minutes par unité.



### 2. Contraintes de fabrication et industrialisation :

#### Choix de la conception pour la fabrication :

Adapte les formes, les tolérances et les matériaux pour faciliter l'usinage, le moulage ou l'impression 3D, en visant des tolérances réalistes comme  $\pm 0,1$  mm pour des pièces usinées.

**Réduction du coût et du temps d'assemblage :**

Estime les temps d'assemblage visés, par exemple 8 minutes en manuel ou 30 secondes en ligne automatisée, et conçois des pièces auto-alignées pour simplifier l'assemblage.

**Planification des prototypes et validations :**

Prévois 2 à 5 cycles de prototypes physiques selon la complexité, avec tests de montage, ajustement de tolérances et vérification des coûts unitaires cibles.

**Astuce fabrication :**

Demande des DFM reviews auprès d'un atelier local dès le premier prototype, ça évite des modifications coûteuses et tu gagnes souvent 1 à 2 semaines sur le planning.

Élément	Paramètre cible	Impact sur l'intégration
Tolérances mécaniques	$\pm 0,1$ mm	Assure l'alignement et réduit les rebuts
Budget énergétique	$\leq 5$ W en fonctionnement	Conditionne le choix de l'alimentation et du refroidissement
Temps d'assemblage	$\leq 10$ min en manuel	Impacte le coût unitaire et la conception des fixations

### 3. Validation, tests et maintenabilité :

**Stratégie de validation :**

Définis des tests fonctionnels, environnementaux et d'endurance, avec des critères mesurables et des seuils d'acceptation pour chaque sous-système.

**Plan de tests et montages d'essai :**

Prévois des bancs de test automatisés, des points de mesure et des protocoles, par exemple 1 000 cycles mécaniques et 48 heures de test thermique pour le premier lot pilote.

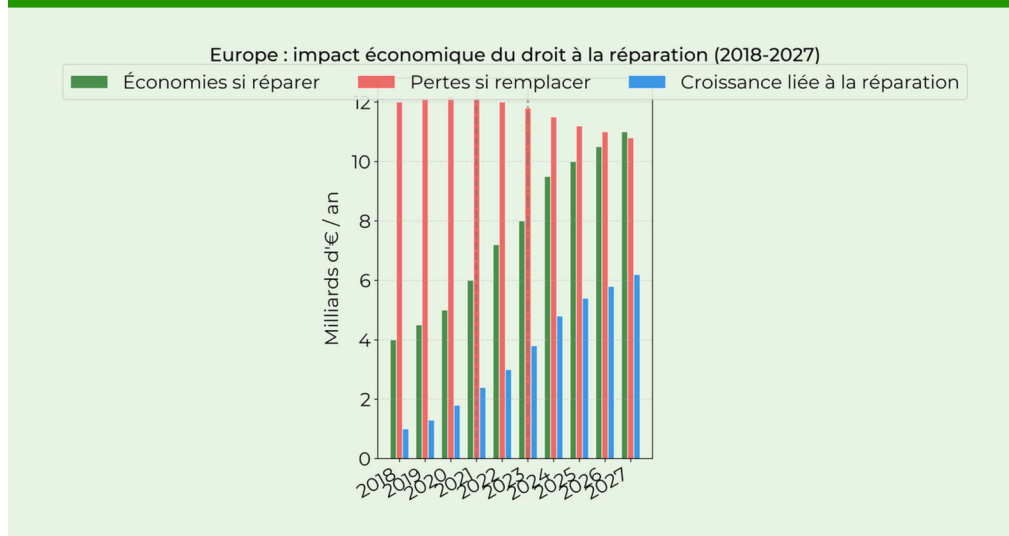
**Conception pour la maintenance et la fin de vie :**

Favorise le démontage modulaire, l'accès aux composants usés et le repérage clair des pièces, afin de réduire le temps d'intervention et d'améliorer la recyclabilité.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**

Pour un boîtier électromécanique, ajouter 4 vis standard accessibles a réduit le temps de maintenance de 25% et a facilité le remplacement d'un capteur en 6 minutes au lieu de 9.

## Graphique chiffré



Test	Objectif	Critère
Test thermique	Vérifier dissipation	Température < 70 °C en charge
Durabilité mécanique	Valider résistance	1 000 cycles sans défaillance
Compatibilité électromagnétique	Limiter perturbations	Seuils mesurés conformes au cahier des charges

### Mini cas concret :

Contexte :

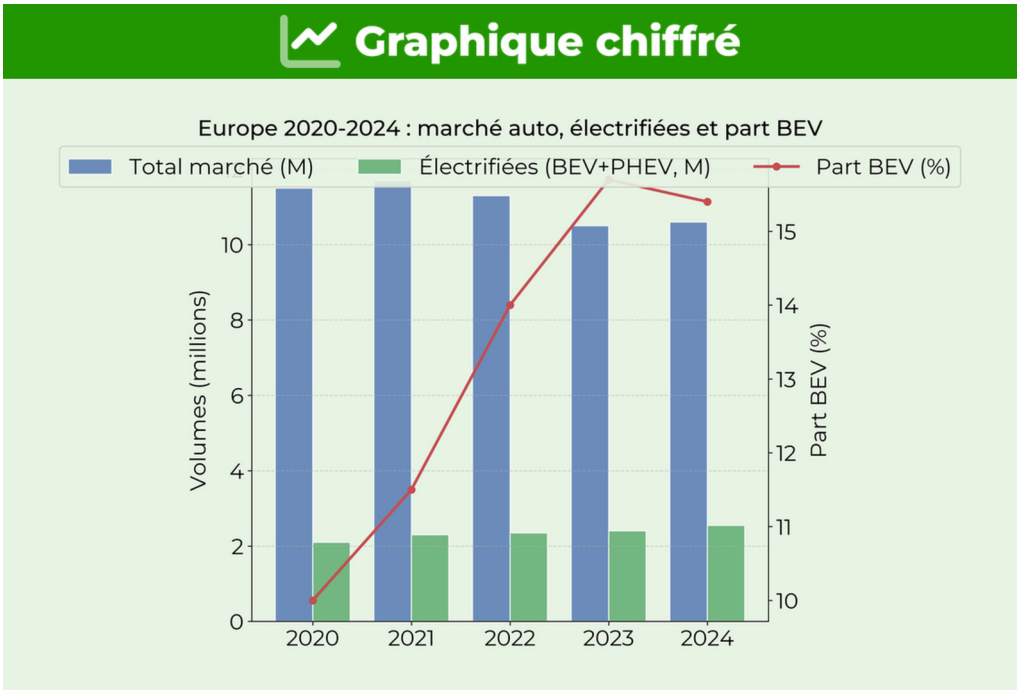
Tu dois intégrer un produit connecté simple, une lampe intelligente, pour une production pilote de 500 unités en 6 mois, avec un coût cible unitaire de 18 € et une consommation  $\leq 5$  W.

### Étapes :

- Réaliser 2 prototypes fonctionnels pour valider l'électronique et le chauffage des LED
- Définir la nomenclature et un outillage d'assemblage manuel pour 8 minutes par unité
- Effectuer 1 000 cycles d'allumage et 48 heures de test thermique
- Lancer un lot pilote de 50 unités pour retours terrain

### Résultat attendu et livrable :

Livrable attendu : dossier d'intégration comprenant le BOM chiffré, le plan d'assemblage avec temps standardisé de 8 minutes, et le rapport de tests validant 1 000 cycles et température maximale inférieure à 70 °C.



**Exemple de livrable :**  
Un document PDF de 12 pages avec BOM, procédure d'assemblage pas à pas, photos des prototypes et résultats chiffrés des tests mécaniques et thermiques.

**Checklist opérationnelle :**

Action	À vérifier
Définir interfaces	Tension, connecteurs, tolérances
Valider prototype	Fonctionnement et montage réel
Mesurer consommation	W en usage nominal
Estimer coût unitaire	Cible ≤ 18 € pour le cas pilote
Préparer tests	Bancs, critères et protocoles

**Conseils terrain et erreurs fréquentes :**  
Ne commence pas l'industrialisation sans un prototype validé, évite les tolérances irréalistes et garde une marge énergétique d'au moins 20% pour la fiabilité. En stage, j'ai appris qu'un connecteur mal choisi peut bloquer toute la série.

*i* **Ce qu'il faut retenir**

Tu dois préparer l'intégration produit en cadrant les échanges entre sous-systèmes et l'industrialisation. Définis des **interfaces électriques et mécaniques** (tension,

effort, tolérances, connecteurs, fréquence), et traite tôt les contraintes transverses (thermique, humidité, EMC, ergonomie) pour éviter des retouches tardives.

- Conçois pour fabriquer : tolérances réalistes (ex.  $\pm 0,1$  mm), matériaux adaptés, et **temps d'assemblage cible** (ex.  $\leq 10$  min manuel).
- Planifie 2 à 5 prototypes, fais une **revue DFM précoce**, puis valide coûts et montage réel.
- Définis une **stratégie de tests mesurables** : thermique ( $< 70$  °C), endurance (1 000 cycles), EMC, avec bancs et seuils d'acceptation.

Vise aussi la maintenabilité : démontage modulaire, accès simple, pièces repérées. Ne lance pas l'industrialisation sans prototype validé, évite les tolérances irréalistes, et garde au moins 20% de marge énergétique pour fiabiliser la série.

## Chapitre 5 : Compétitivité industrielle

### 1. Comprendre la compétitivité industrielle :

#### Définition et enjeux :

La compétitivité industrielle, c'est la capacité d'une entreprise à produire des biens attractifs, rentables et durables face à la concurrence nationale et internationale, tout en respectant contraintes techniques et environnementales.

#### Indicateurs clés :

Les indicateurs utiles sont le coût unitaire, la productivité horaire, le taux de rebut, le TRS et le délai moyen de livraison, ils te montrent où concentrer les améliorations en priorité.

#### Lien avec l'éco-conception :

L'éco-conception permet de réduire coût matière et maintenance sur la durée, par exemple une baisse de 10% de matière peut diminuer le coût unitaire de 3 à 8% selon le produit.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En réduisant les temps d'attente de 15% sur une ligne, une PME a augmenté sa productivité de 8% et réduit son taux de rebut de 2 points sur 6 mois.

### 2. Leviers pour améliorer la compétitivité :

#### Améliorer la productivité :

Agis sur l'organisation, la formation et la maintenance préventive pour augmenter l'efficacité machine. Une montée en compétence réduit les arrêts et peut augmenter la productivité de 5 à 20% selon le contexte.

#### Réduire les coûts sans sacrifier la qualité :

Optimise les achats, standardise les pièces et minimise les pertes de matière. Par exemple, négocier une réduction de 3% sur un lot de composants peut abaisser le coût unitaire significativement.

#### Innover et protéger la valeur :

Investis dans l'innovation produit et procédés, protège les nouveautés par un dépôt ou un secret industriel, l'innovation peut accroître la marge de 2 à 15% selon le marché visé.

#### Astuce d'ancien élève :

Sur ton stage, note toujours les temps réels d'opération pendant 1 semaine, ces données changent vraiment la façon dont tu vois les gains possibles.

### 3. Mesurer et piloter la performance :

#### Tableau de bord KPI :

Un tableau de bord simple suit 6 indicateurs prioritaires, mis à jour chaque semaine, pour piloter la ligne et prendre des décisions rapides et mesurables.

Indicateur	Objectif	Périodicité
Coût unitaire	Réduction 5% en 12 mois	Mensuelle
Productivité horaire	+10% en 6 mois	Hebdomadaire
Taux de rebut	< 2% par produit	Hebdomadaire
TRS	> 80% sur la ligne critique	Quotidienne

### Mini cas concret :

Contexte : Une PME de 40 salariés produit 1 200 unités par mois avec un coût unitaire de 12 EUR, TRS 70% et rebut 5%. L'objectif était d'améliorer compétitivité en 9 mois.

### Étapes du projet :

- Audit de 2 semaines pour mesurer temps et rebut
- Formation de 6 opérateurs en 3 jours sur réglages rapides
- Mise en place d'un kit SMED pour réduire temps de changement de série de 20% à 8 minutes
- Suivi hebdomadaire des KPI pendant 9 mois

### Résultats chiffrés :

Après 9 mois, productivité +12%, TRS passé à 82%, rebut réduit de 5% à 2%, coût unitaire réduit de 12 EUR à 10,2 EUR, soit une économie de 1 080 EUR par mois.

### Livrable attendu :

Un rapport de 8 pages incluant le diagnostic, 6 actions mises en œuvre, mesures avant-après et un plan d'amélioration sur 12 mois, avec tableaux et ROI estimé.

### Conseils pour piloter sur le terrain :

Priorise mesures simples et répétables, implique les opérateurs et fixe revues hebdomadaires de 15 minutes pour suivre progrès, ainsi tu obtiens des gains rapides et durables.

Tâche	Fréquence	Responsable
Mesurer temps cycle	Hebdomadaire	Opérateur référent
Contrôler qualité	Quotidienne	Technicien QA
Mettre à jour tableau de bord	Hebdomadaire	Responsable production
Organiser réunion 15 min	Hebdomadaire	Chef d'équipe

### Exemple d'erreur fréquente :

Beaucoup de stagiaires oublient d'impliquer les opérateurs dès le départ, ce qui freine l'adoption des améliorations et réduit l'impact des actions.

## Ce qu'il faut retenir

La **compétitivité industrielle**, c'est produire attractif et rentable face à la concurrence, en respectant contraintes techniques et environnementales. Pour progresser, suis des **indicateurs clés** comme coût unitaire, productivité, rebut, TRS et délais, et relie-les à tes actions.

- Améliore l'efficacité: organisation, formation, maintenance préventive, réduction des attentes et des changements de série (SMED).
- Réduis les coûts sans dégrader la qualité: achats, standardisation, baisse des pertes matière, et **éco-conception rentable**.
- Pilote avec un **tableau de bord KPI** simple, mis à jour souvent, et des revues courtes chaque semaine.

Mesure d'abord les temps réels sur le terrain, puis teste des actions ciblées et vérifie l'avant-après. Implique les opérateurs dès le départ: c'est ce qui accélère l'adoption et rend les gains durables.

# Systèmes d'information et numérique

## Présentation de la matière :

En Bac Techno STI2D, **enseignement spécifique** Systèmes d'information et numérique se travaille en terminale, dans les 12 h de 2I2D. À l'examen final, l'**épreuve terminale** de 2I2D est coefficient 16: **Partie écrite** 3 h 30 coefficient 9, **partie pratique** 2 h coefficient 7.

Tu relies **capteurs et réseaux** au code pour piloter un **système communicant**, et tu testes sur maquette ou prototype. Un camarade a gagné 3 points quand il a enfin tracé ses signaux avant de coder.

## Conseil :

Vise 2 séances de 20 min par semaine, et refais des exercices: Chronogrammes, schémas, algorithmes simples. Le piège, c'est de répondre flou, appuie-toi sur des valeurs.

Entraîne-toi à prouver: Mesurer, simuler, comparer, conclure. Une banque nationale de situations est publiée au plus tard le 31 janvier, donc change de support et garde une **fiche méthode**:

- Lire le sujet
- Annoter les données
- Tester puis conclure

Le jour J, lis le cahier des charges, puis réponds en 5 lignes.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Traitement de l'information .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre les bases du traitement de l'information .....	<a href="#">Aller</a>
2. Traiter, stocker et transmettre l'information .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2 :</b> Commande et pilotage .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre les notions de commande et pilotage .....	<a href="#">Aller</a>
2. Les capteurs, actionneurs et asservissements .....	<a href="#">Aller</a>
3. Mise en œuvre et étude de cas concret .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3 :</b> Matériel et logiciel .....	<a href="#">Aller</a>
1. Matériel informatique et composants .....	<a href="#">Aller</a>
2. Logiciels et systèmes d'exploitation .....	<a href="#">Aller</a>
3. Intégration, déploiement et maintenance .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 4 :</b> Objets communicants .....	<a href="#">Aller</a>
1. Panorama des objets communicants .....	<a href="#">Aller</a>
2. Architecture réseau et adressage .....	<a href="#">Aller</a>

3. Sécurité et bonnes pratiques ..... [Aller](#)

# Chapitre 1 : Traitement de l'information

## 1. Comprendre les bases du traitement de l'information :

### Signal et donnée :

Une information commence par un signal capté par un capteur, elle se transforme ensuite en donnée mesurable puis en information exploitable par un système ou un opérateur pour piloter un dispositif industriel.

### Numérisation et codage :

La numérisation convertit un signal analogique en valeurs discrètes par échantillonnage et quantification, chaque valeur est codée en bits pour être stockée, transférée et traitée par l'électronique.

### Mesure et capteurs :

Choisis ton capteur selon la grandeur à mesurer, précision, plage, linéarité et temps de réponse, ces critères impactent directement la qualité des données et la pertinence du contrôle en exploitation.

### Exemple :

Tu mesures la température d'une salle avec un capteur 12 bits, échantillonnage toutes les 5 minutes, cela donne 288 mesures par jour, suffisantes pour suivre les variations et piloter un chauffage.

## 2. Traiter, stocker et transmettre l'information :

### Traitement et algorithmes :

Le traitement filtre, conditionne et analyse les données pour extraire des grandeurs utiles, des algorithmes simples comme la moyenne mobile réduisent le bruit et facilitent la prise de décision en temps réel.

### Stockage et bases de données :

Les données industrielles peuvent être stockées localement sur une carte SD ou envoyées vers une base temporelle en réseau, choisis le format CSV ou une base spécialisée selon l'usage et la volumétrie.

### Transmission et réseaux :

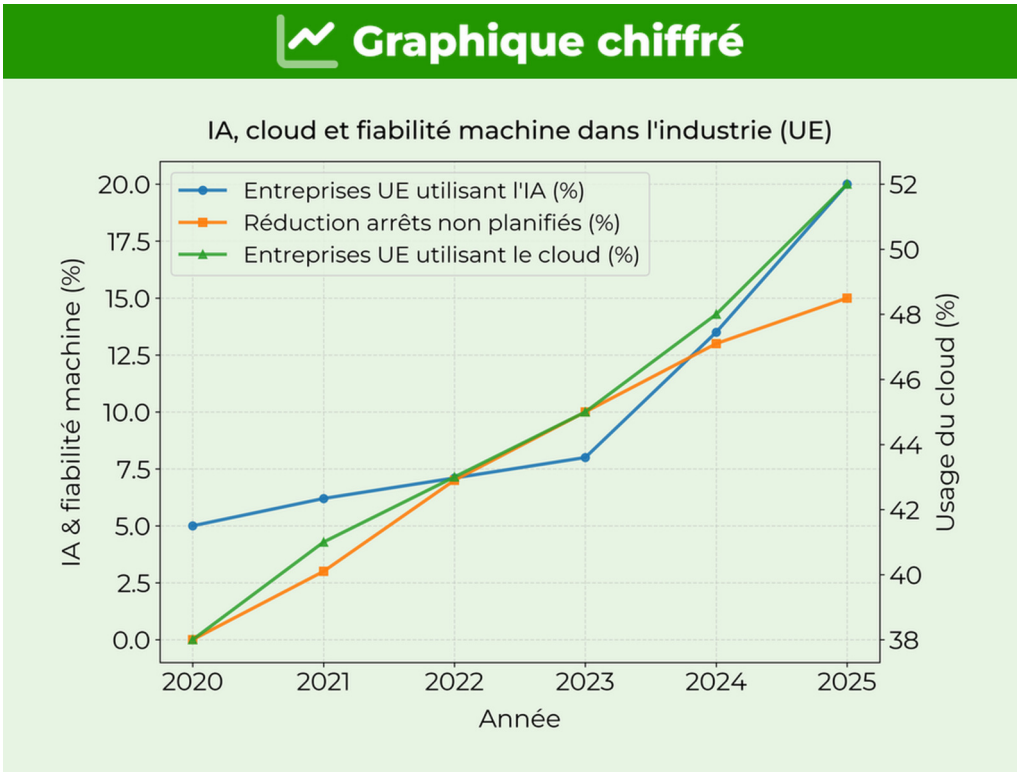
Pour transmettre, tu peux utiliser bus industriels, Ethernet, Wi-Fi ou LoRa selon la portée et la bande passante, évalue sécurité, latence et consommation pour choisir la solution la plus adaptée.

### Mini cas concret : surveillance de consommation d'une salle de TP :

Contexte : un lycée veut réduire la consommation énergétique d'une salle de TP de 30 élèves, équipe projet installe capteurs température et puissance pour 30 jours de mesures en continu.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En installant capteurs de vibration et de température sur une machine, avec envoi toutes les 10 minutes et analyse hebdomadaire, on peut réduire les arrêts non planifiés d'environ 15% et améliorer la disponibilité.



Élément	Fréquence	Résolution	Échantillons par jour	Volume estimé par jour
Température	Toutes les 5 minutes	12 bits	288	Environ 2,1 Ko
Puissance électrique	Toutes les 1 minute	16 bits	1440	Environ 2,9 Ko
Audio surveillance	8 kHz	16 bits	691 200	Environ 1,4 Mo par minute

Astuce pratique : commence par des échantillonnages lents en phase de test puis augmente la fréquence si les résultats le justifient, cela limite rapidement le volume de données inutiles.

Étape	Action	Vérification
Installation	Positionner capteurs et câbler acquisition	Signal stable et valeurs plausibles

Configuration	Définir fréquence et résolution	Contrôle d'échantillons pendant 1 heure
Transmission	Choisir protocole réseau et sécurité	Test de latence et perte de paquets
Analyse	Traiter données et produire indicateurs	Validation par comparaison manuelle
Livraison	Fournir rapport et fichiers bruts	Fichier CSV et graphique PDF fournis

### Mini cas détaillé : suivi de la salle de TP :

Étapes : choisir 2 capteurs par salle, enregistrer toutes les 5 minutes pendant 30 jours, centraliser les fichiers CSV et analyser consommation moyenne, comparer avant et après actions d'optimisation.

### Exemple :

Résultat attendu : 288 mesures par jour, soit 8 640 mesures en 30 jours, livrable = fichier CSV de 8 640 lignes, rapport PDF de 6 pages présentant analyses et recommandations chiffrées.

Retour d'expérience : lors d'un stage j'ai vu qu'une mauvaise mise à la terre faisait dériver les mesures, vérifie toujours la qualité des branchements avant de lancer une campagne de 30 jours.

## Ce qu'il faut retenir

Tu pars d'un signal capté, que tu transformes en donnée puis en information exploitable pour piloter un système. La **numérisation et codage** (échantillonnage, quantification, bits) rend le signal stockable et traitable.

- Choisis le capteur selon grandeur, précision, plage, linéarité et temps de réponse : la **qualité des mesures** dépend de ces critères.
- Applique un **traitement par algorithmes** (ex. moyenne mobile) pour filtrer le bruit et décider vite.
- Adapte stockage (CSV, base temporelle, local ou réseau) et réseau (bus, Ethernet, Wi-Fi, LoRa) selon portée, latence, sécurité et énergie.
- Commence avec une fréquence faible, puis augmente si besoin pour éviter un **volume de données** inutile.

Dans un suivi de salle de TP, tu planifies installation, configuration, transmission, analyse et livraison (CSV + rapport). Vérifie câblage et mise à la terre avant une campagne longue, sinon tes données peuvent dériver et fausser les conclusions.

## Chapitre 2 : Commande et pilotage

### 1. Comprendre les notions de commande et pilotage :

#### Définitions essentielles :

La commande, c'est l'ensemble des ordres envoyés à un système pour obtenir une action précise, le pilotage, c'est la supervision et l'ajustement de ces ordres pour atteindre un objectif en conditions réelles.

#### Différence pratique :

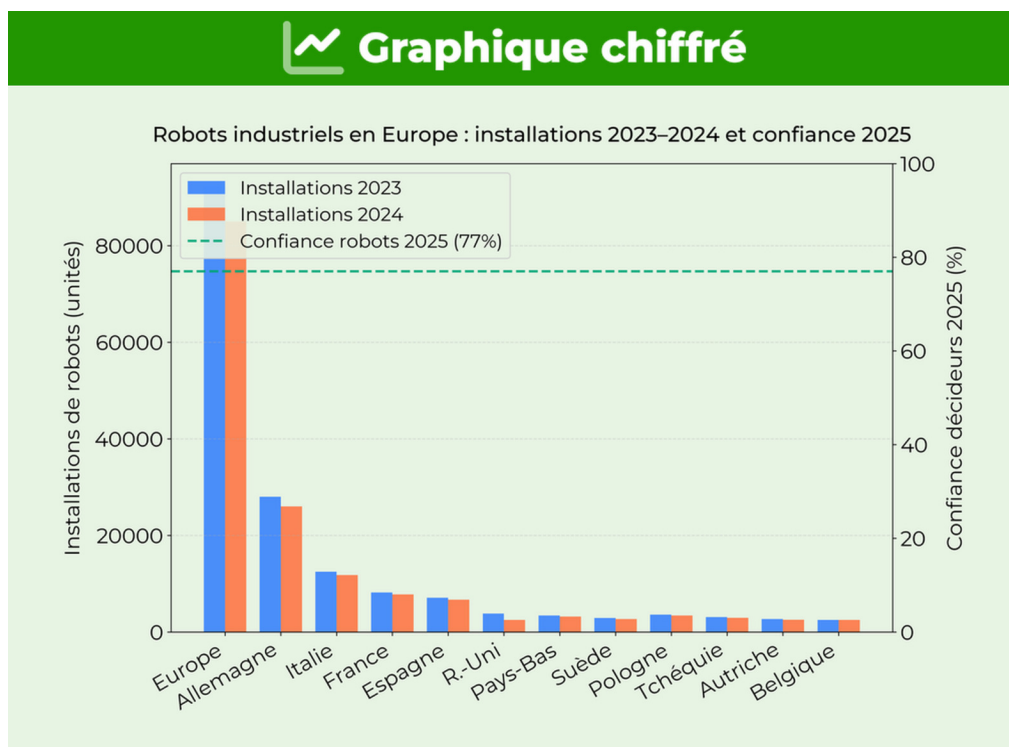
En pratique, la commande exécute une consigne, le pilotage surveille et corrige. Par exemple, la commande démarre un moteur, le pilotage ajuste la vitesse selon la charge et la sécurité demandée.

#### Rôle dans le bac techno :

Dans STI2D, tu vas étudier ces notions pour concevoir des systèmes qui commandent des machines, assurent la sécurité et optimisent l'énergie. Ces compétences valent pour des projets réels et les TP.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

On réduit le temps de cycle d'une machine de 20% en automatisant une séquence et en ajoutant un asservissement, livrable: algorithme de commande et rapport de tests sur 50 cycles.



### 2. Les capteurs, actionneurs et asservissements :

### Types et fonctions :

Les capteurs mesurent: position, vitesse, température, courant. Les actionneurs transforment l'énergie pour agir: moteurs, vérins, relais. L'asservissement utilise la mesure pour corriger automatiquement l'actionneur.

### Signaux et interfaces :

Tu verras des signaux analogiques 0-10 V, 4-20 mA, ou des signaux numériques. Les interfaces (entrées/sorties) permettent au contrôleur de dialoguer avec capteurs et actionneurs pour piloter correctement.

Élément	Exemple	Signal / donnée
Capteur de position	Codeur incrémental	Impulsions numériques
Capteur de température	Thermocouple	Tension analogique
Actionneur	Moteur à courant continu	Tension/pilotage PWM
Asservissement	Boucle PID	Consigne vs mesure

### Asservissement simple :

Un asservissement corrige l'écart entre consigne et mesure. Par exemple, un PID ajuste la commande pour limiter l'erreur, améliorer la stabilité et réduire le temps de réponse du système.

### Astuce capteurs :

En TP, vérifie toujours la plage de mesure et le câblage avant de lancer un essai. Une erreur de branchement peut endommager un capteur et te coûter plusieurs dizaines d'euros.

## 3. Mise en œuvre et étude de cas concret :

### Démarche de conception :

Commence par définir l'objectif, mesurer les paramètres utiles, choisir capteurs et actionneurs, développer la logique de commande et tester progressivement en sécurité sur banc d'essai.

### Étapes de validation :

Valide la fonctionnalité sur 10 à 50 cycles, vérifie la robustesse face aux variations et mesure l'énergie consommée. Note les temps de réponse et les écarts pour améliorer le réglage.

### Exemple d'étude de cas : automatisation d'une porte industrielle :

Contexte: porte automatique d'atelier. Objectif: ouverture en max 5 secondes, sécurité présence, réduction fuite thermique. Étapes: capteur de présence, codeur de position, moteur contrôlé par PID, tests sur 100 cycles.

**Résultats et livrable :**

Résultat: ouverture en 3,8 secondes, réduction de 12% des pertes thermiques mesurées, fiabilité sur 100 cycles. Livrable: schéma électrique, programme de commande, rapport d'essais et fiche réglage PID.

**Erreur fréquente et conseil :**

Erreur courante: sauter la phase de calibration, ce qui provoque des oscillations. Conseil: réserve 1 à 2 heures pour calibres et tests, note tes réglages, sauvegarde les configurations régulièrement.

**Check-list opérationnelle :**

Tâche	À vérifier
Sécurité	Arrêt d'urgence fonctionnel
Câblage	Connexions serrées et repérées
Capteurs	Plage et étalonnage vérifiés
Tests	Exécuter 10 cycles au minimum
Documentation	Schéma, code et rapport livrés

**Mini cas concret pour projet bac techno :**

Contexte: prototype de bras manipulateur pour atelier pédagogique, budget 1 500 €, objectif: saisir et déplacer une pièce de 300 g sur 0,5 m en moins de 4 secondes.

**Étapes :**

- Choix capteurs: codeur pour position, capteur de courant pour détection d'obstacle.
- Sélection actionneurs: 2 moteurs DC pilotés en PWM.
- Développement: boucle PID sur position, interface bouton et sécurité.
- Tests: 50 cycles, ajustement seuils et temporisations.

**Résultat et livrable :**

Résultat attendu: déplacement en 3,6 secondes, stabilité  $\pm 5$  mm, consommation mesurée 12 W en fonctionnement. Livrable: dossier technique, programme commenté, vidéos de 5 cycles représentatifs.

**Astuce de stage :**

Garde toujours une copie horodatée de ton code et de tes schémas, ça t'évite 2 à 3 heures perdues quand il faut revenir en arrière après un changement qui plante.

La **commande d'un système** envoie des ordres, le **pilotage en conditions réelles** supervise et corrige pour tenir l'objectif. Avec capteurs, actionneurs et **asservissement en boucle**, tu compares consigne et mesure (ex. PID) pour réduire l'erreur, stabiliser et accélérer la réponse.

- Capteurs : position, vitesse, température, courant (signaux analogiques 0-10 V, 4-20 mA ou numériques).
- Actionneurs : moteurs, vérins, relais (énergie transformée, pilotage possible en PWM).
- Méthode : définir l'objectif, choisir I/O, coder, tester en sécurité sur 10 à 50 cycles, mesurer énergie et temps de réponse.
- Bon réflexe : vérifier plage, câblage, calibration et sauvegardes horodatées.

En STI2D, tu appliques ça pour optimiser performance, sécurité et énergie (ex. porte industrielle réglée par PID). Ne saute pas la calibration : note tes réglages, valide sur plusieurs cycles et livre schéma, code et rapport d'essais.

## Chapitre 3 : Matériel et logiciel

### 1. Matériel informatique et composants :

#### Ordinateur et périphériques :

L'ordinateur est le cœur du système, tu choisis selon l'usage entre portable ou fixe, avec 8 Go à 16 Go de RAM et 256 Go à 512 Go de stockage SSD pour des performances fluides en projet technique.

#### Capteurs et interfaces :

Les capteurs convertissent une grandeur physique en signal électrique, par exemple un capteur de température délivre une tension proportionnelle, et l'interface convertit ce signal pour le microcontrôleur ou l'ordinateur.

#### Choix selon l'usage :

Pour de l'acquisition simple, un microcontrôleur avec 1 à 2 entrées analogiques suffit, pour de l'embarqué complexe vise un microprocesseur plus puissant et une carte avec connectivité Ethernet ou Wi Fi.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Remplacer un PC vieillissant par une machine avec 8 Go de RAM et un SSD 256 Go réduit les temps de démarrage de 50% et accélère les simulations quotidiennes.

Élément	Usage recommandé	Ordre de grandeur
Ordinateur portable	Mobilité, prototypage sur site	8 Go RAM, SSD 256 Go
Station fixe	Bureaux, simulations lourdes	16 Go RAM, SSD 512 Go
Microcontrôleur	Acquisition simple, pilotage	1 à 2 Mo flash, 64 Ko RAM

### 2. Logiciels et systèmes d'exploitation :

#### Système d'exploitation et outils :

Le système d'exploitation gère le matériel et les ressources, Windows, Linux ou macOS ont des usages différents, Linux est souvent préféré pour l'embarqué et les réseaux grâce à sa flexibilité.

#### Logiciels métiers et développement :

Pour programmer, utilise des environnements comme Arduino IDE, Python ou des logiciels CAO pour schéma et simulation, choisis selon les contraintes du projet et la compatibilité matérielle.

#### Licences et sécurité :

Vérifie les licences, privilégie le logiciel libre quand possible pour réutiliser du code, et protège les machines avec mises à jour régulières et antivirus pour éviter des pertes de données en stage.

### Exemple de choix logiciel :

Sur un projet domotique, Python pour le traitement et Linux sur un Raspberry Pi assurent stabilité, coût réduit et accès facile aux bibliothèques matérielles.

## 3. Intégration, déploiement et maintenance :

### Câblage et réseau local :

Le bon câblage évite 70% des pannes visibles, utilise des connecteurs standard RJ45, des couleurs pour repérer les lignes, et sécurise les liaisons avec un switch adapté pour éviter les pertes de paquets.

### Maintenance et mises à jour :

Planifie des mises à jour régulières, sauvegarde les configurations toutes les semaines, et conserve une image système pour restaurer une machine en moins d'une heure en cas de panne critique.

### Cas concret de projet :

Contexte : un atelier veut mesurer température et consommation pour optimiser un processus. Étapes : choix capteurs, montage électronique, programmation, tests sur 2 semaines. Résultat : réduction de la consommation de 12%.

### Exemple de mini cas concret :

Livrable attendu : prototype fonctionnel, rapport de 6 pages, schéma électrique au format PDF, code source commenté d'environ 250 lignes, et un jeu de données de 100 relevés utiles pour l'analyse.

### Checklist opérationnelle :

Voici une check list simple pour tes interventions sur site, pratique à imprimer et garder dans le sac.

Action	Fréquence	Raison
Sauvegarder données	Hebdomadaire	Prévenir perte suite panne
Vérifier câblage	Avant chaque test	Éviter faux-signaux
Mettre à jour logiciel	Mensuelle	Corriger failles et bugs
Tester capteurs	Avant intégration	S'assurer fiabilité des mesures

### Astuce stage :

Note systématiquement versions de firmware et logiciels, cela t'économise 1 à 2 heures de recherche quand un bug survient, et c'est très apprécié en entreprise.

## Ce qu'il faut retenir

Tu relies ton **choix du matériel** à l'usage : PC portable/fixe (8 à 16 Go RAM, SSD) et carte adaptée (microcontrôleur pour simple acquisition, microprocesseur pour embarqué connecté). Les capteurs fournissent un signal que l'interface rend exploitable.

- Privilégie un **système d'exploitation adapté** : Linux souvent idéal en embarqué et réseau.
- Choisis tes outils (Arduino IDE, Python, CAO) selon compatibilité, contraintes et licences.
- Assure un **câblage fiable** (RJ45, repérage) et sécurise le réseau pour éviter pertes et pannes.
- Planifie une **maintenance régulière** : sauvegardes, mises à jour, image système, suivi des versions.

En appliquant ces bases, tu déploies plus vite, tu limites les bugs et tu peux mesurer des gains concrets (temps, stabilité, énergie). Documente tout, surtout en stage, pour diagnostiquer sans perdre des heures.

## Chapitre 4 : Objets communicants

### 1. Panorama des objets communicants :

#### Définition et rôle :

Un objet communicant est un appareil qui collecte ou contrôle des données et les transmet via un réseau. Il peut être alimenté sur secteur ou sur batterie, et interagir avec d'autres systèmes distants.

#### Principaux protocoles :

Tu rencontreras souvent MQTT, HTTP, CoAP, Bluetooth low energy, Zigbee, LoRaWAN et NB-IoT. Chaque protocole privilégie portée, consommation ou débit selon l'usage et les contraintes matérielles.

#### Contraintes énergétiques :

La consommation détermine l'autonomie. Un capteur en envoi toutes les 60 secondes consommera beaucoup plus qu'un capteur en envoi toutes les 3600 secondes. Calcule toujours la durée de vie estimée de la pile.

#### Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Des capteurs mesurent vibration toutes les 30 secondes et envoient les données via MQTT, ce qui a permis de réduire les arrêts machine de 20 pour cent sur 6 mois.

### 2. Architecture réseau et adressage :

#### Topologies courantes :

On trouve des architectures en étoile, en maillage et en hiérarchie avec passerelles. Choisis la topologie selon la portée requise et la fiabilité attendue pour l'application industrielle ou domotique.

#### Adresse et identification :

Les objets ont souvent une adresse MAC et parfois une adresse IP. IPv4 est limité à environ 4 milliards d'adresses, l'IPv6 résout ce problème avec un espace presque infini pour les objets.

#### Passerelles et cloud :

Une passerelle agrège les messages locaux et les envoie vers un broker ou un cloud. On envoie typiquement des paquets de 20 à 200 octets, toutes les 60 à 3600 secondes selon le besoin métier.

Protocole	Portée typique	Consommation	Usage courant
Bluetooth LE	10 m à 50 m	Faible	Wearables, capteurs proches

Zigbee	10 m à 100 m (maillage)	Faible	Domotique, réseaux de capteurs
LoRaWAN	1 km à 15 km	Très faible	Capteurs longue portée
Wi-Fi	50 m intérieur	Élevée	Caméras, objets gourmands

Choisis protocole et topologie selon la portée, la fréquence d'échange et la contrainte d'autonomie, c'est souvent le compromis le plus important en projet STI2D.

### 3. Sécurité et bonnes pratiques :

#### Risques principaux :

Les menaces comprennent l'écoute, la falsification de données, l'usurpation et les firmwares compromis. Une erreur fréquente est de laisser les identifiants par défaut, ce qui facilite les intrusions simples.

#### Mesures simples :

Change toujours les mots de passe par défaut, active le chiffrement TLS lorsque possible, limite les droits des comptes et planifie des mises à jour de firmware régulières pour corriger les vulnérabilités.

#### Tests et déploiement :

Teste d'abord 1 prototype sur banc, mesure latence et perte de paquets, puis déploie 5 à 10 appareils en test terrain avant une montée en charge. Mesure la consommation réelle et ajuste la fréquence d'envoi.

#### Exemple de test en laboratoire :

Tu peux mesurer la consommation d'un capteur en mode sommeil et lors d'un envoi, puis extrapoler l'autonomie réelle en utilisant la formule énergie consommée multipliée par le nombre d'envois journaliers.

#### Mini cas concret :

Contexte : déploiement d'un prototype de gestion d'éclairage pour un atelier scolaire de 10 postes. Étapes : choix capteurs PIR, configuration MQTT sur 1 broker local, test 10 nœuds via Wi-Fi et mise en scène sur 2 semaines. Résultat : réduction horaire de 30 pour cent de l'éclairage inutile. Livrable attendu : dashboard opérationnel, fichier CSV de 432,000 messages sur 30 jours et rapport technique de 5 pages présentant mesures et économies estimées.

Étape	Question à se poser	Critère de validation
Choix du protocole	Portée et autonomie suffisantes ?	Couverture et autonomie vérifiées en test
Sécurisation	Chiffrement et mots de passe uniques ?	Configurations appliquées sur chaque objet

Mesure de consommation	Autonomie estimée conforme au besoin ?	Autonomie > durée de la mission ou signature
Validation fonctionnelle	Données reçues correctement et temps réel acceptable ?	Taux de perte < 2 pour cent et latence < 200 ms

### Conseils de terrain :

Dans un stage ou TP, commence par un seul capteur fonctionnel, documente chaque étape et note les valeurs mesurées. L'erreur fréquente est d'industrialiser trop vite sans tests de consommation ni mesures de portée.

## Ce qu'il faut retenir

Un objet communicant collecte ou contrôle des données et les envoie sur un réseau. Tu choisis protocole et topologie selon portée, débit et surtout **contrainte d'autonomie** : plus tu envoies souvent, plus tu consommes. L'architecture combine souvent capteurs, passerelle et cloud, avec identification (MAC) et adressage IP, où **IPv6 pour les objets** lève la limite d'IPv4.

- Protocoles typiques : MQTT, HTTP, CoAP, BLE, Zigbee, LoRaWAN, NB-IoT, selon **portée et consommation**.
- Topologies : étoile, maillage, hiérarchie avec passerelles pour améliorer la fiabilité.
- Sécurité : change les identifiants, active TLS, limite les droits, fais des **mise à jour firmware**.

Teste d'abord 1 prototype, puis 5 à 10 objets en conditions réelles. Mesure latence, pertes et consommation, puis ajuste la fréquence d'envoi avant de déployer à grande échelle.

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.