Bac Pro **Aéro**

## 195 Fiches de Révision

# Bac Pro Aéro

## Aéronautique

- Fiches de révision
- Fiches méthodologiques
- Tableaux et graphiques
- Retours et conseils

Conforme au Programme Officiel

Garantie Diplômé(e) ou Remboursé

**4,4/5** selon l'Avis des Étudiants

www.bacproaero.fr

# Préambule

## 1. Le mot du formateur :

Hello, moi c'est **Alexis** 👋

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

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

Dans cet E-Book, tu découvriras comment j'ai obtenu mon **Bac Pro Aéronautique** avec une moyenne de **15,34/20** grâce à ces **fiches**.

## 2. Pour aller beaucoup plus loin :

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

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

## 3. Contenu de dossier Industrie & Technologies :

1. **Vidéo 1 - Comprendre la production industrielle et les procédés (15 min) :** Vue globale des procédés et de la chaîne de production.

2. **Vidéo 2 - Maintenance, fiabilité et sécurité des systèmes (14 min) :** Principes pour fiabiliser et sécuriser les équipements.

3. **Vidéo 3 - Électricité, automatisme et pilotage des installations (14 min) :** Bases pour comprendre et piloter les systèmes automatisés.

4. **Vidéo 4 - Qualité, métrologie, contrôle et traçabilité (17 min) :** Repères pour contrôler, mesurer et tracer la qualité.

5. **Vidéo 5 - Organisation industrielle, flux, amélioration continue et projets (14 min) :** Outils pour améliorer les flux et les méthodes de travail.

Découvrir

# Table des matières


**Français** ..... Aller

**Chapitre 1 :** Compréhension de textes variés ..... Aller

**Chapitre 2 :** Expression écrite et orale ..... Aller

**Chapitre 3 :** Étude de la langue (grammaire, orthographe) ..... Aller

**Chapitre 4 :** Rédaction de textes à visée professionnelle ..... Aller

**Histoire-géographie et enseignement moral et civique** ..... Aller

**Chapitre 1 :** Repères historiques et géographiques ..... Aller

**Chapitre 2 :** Institutions françaises et européennes ..... Aller

**Chapitre 3 :** Valeurs et principes de la République ..... Aller

**Mathématiques** ..... Aller

**Chapitre 1 :** Nombres, fractions et pourcentages ..... Aller

**Chapitre 2 :** Calculs algébriques simples ..... Aller

**Chapitre 3 :** Proportionnalité et échelles ..... Aller

**Chapitre 4 :** Statistiques de base et graphiques ..... Aller

**Chapitre 5 :** Résolution de problèmes techniques ..... Aller

**Physique-chimie** ..... Aller

**Chapitre 1 :** Mécanique et mouvements ..... Aller

**Chapitre 2 :** Électricité et circuits simples ..... Aller

**Chapitre 3 :** Mesures physiques et sécurité ..... Aller

**Économie-gestion** ..... Aller

**Chapitre 1 :** Fonctionnement de l'entreprise ..... Aller

**Chapitre 2 :** Droits et devoirs du salarié ..... Aller

**Chapitre 3 :** Gestion des coûts et des ressources ..... Aller

**Chapitre 4 :** Organisation et communication au travail ..... Aller

**Prévention-santé-environnement** ..... Aller

**Chapitre 1 :** Hygiène, santé et modes de vie ..... Aller

**Chapitre 2 :** Risques professionnels et prévention ..... Aller

**Chapitre 3 :** Gestes et attitudes de secours ..... Aller

**Langue vivante A (Anglais)** ..... Aller

**Chapitre 1 :** Compréhension orale de situations simples ..... Aller

**Chapitre 2 :** Compréhension écrite de textes courts ..... Aller

**Chapitre 3 :** Vocabulaire courant et expressions usuelles ..... Aller

**Chapitre 4 :** Anglais professionnel de base ..... Aller

**Chapitre 5 :** Lecture de documentation technique simple ..... Aller

**Arts appliqués et cultures artistiques** ..... Aller
**Chapitre 1 :** Notions de dessin et de croquis ..... Aller
**Chapitre 2 :** Découverte de mouvements artistiques ..... Aller
**Chapitre 3 :** Codes visuels et communication graphique ..... Aller
**Analyse fonctionnelle, structurelle et comportementale** ..... Aller
**Chapitre 1 :** Descriptif et schémas de systèmes ..... Aller
**Chapitre 2 :** Comportement des systèmes mécaniques ..... Aller
**Chapitre 3 :** Comportement des systèmes électriques et électroniques ..... Aller
**Chapitre 4 :** Introduction aux systèmes asservis et régulés ..... Aller
**Aérodynamique, théorie du vol et de la propulsion** ..... Aller
**Chapitre 1 :** Statique et dynamique des fluides ..... Aller
**Chapitre 2 :** Portance, traînée et forces de vol ..... Aller
**Chapitre 3 :** Principe de fonctionnement des moteurs ..... Aller
**Documentation technique en aéronautique** ..... Aller
**Chapitre 1 :** Types et organisation des documents techniques ..... Aller
**Chapitre 2 :** Lecture de plans et schémas aéronautiques ..... Aller
**Chapitre 3 :** Utilisation des manuels de maintenance ..... Aller
**Chapitre 4 :** Recherche d'informations pour préparer une intervention ..... Aller
**Chapitre 5 :** Traçabilité et rédaction de comptes rendus ..... Aller
**Étude des matériaux et produits associés** ..... Aller
**Chapitre 1 :** Propriétés des métaux et alliages ..... Aller
**Chapitre 2 :** Matériaux composites et corrosion ..... Aller
**Chapitre 3 :** Essais et traitements des matériaux ..... Aller
**Procédés de production de construction et de maintenance** ..... Aller
**Chapitre 1 :** Utilisation des outillages et machines d'atelier ..... Aller
**Chapitre 2 :** Techniques de pose de fixations aéronautiques ..... Aller
**Chapitre 3 :** Opérations de pose, dépose et réglage ..... Aller
**Chapitre 4 :** Réparation structurale et assemblages (soudage, collage) ..... Aller
**Technologies : structures et systèmes** ..... Aller
**Chapitre 1 :** Principes de construction des structures d'aéronefs ..... Aller
**Chapitre 2 :** Fonctionnement des systèmes mécaniques et électriques ..... Aller
**Chapitre 3 :** Notions de base en électronique embarquée ..... Aller

# Français

**Présentation de la matière :**
Dans le Bac Pro Aéro, le cours de **Français général et professionnel** t'aide à écrire clairement et à parler avec confiance. Tu travailles sur des récits, des articles, mais aussi sur des documents proches des fiches de maintenance aéronautique.

Cette matière conduit à l'**épreuve écrite finale** de Français, histoire-géographie et enseignement moral et civique. La partie Français est un écrit de **durée de 3 h**, coefficient **2,5 pour le Français**, dans un ensemble coefficient 5, passé en fin de terminale, en mai.

On évalue ta **compréhension fine des textes**, ton expression écrite, l'orthographe et l'argumentation. L'un de mes camarades de Bac Pro Aéro m'a dit qu'en progressant en Français, il comprenait mieux les consignes techniques et les comptes rendus de travaux.

**Conseil :**
La matière **Français au Bac Pro** se travaille un peu chaque semaine. Au lieu de tout réviser 2 h avant l'épreuve, prévois 3 créneaux de 20 minutes pour lire et écrire tranquillement.

Pour t'organiser concrètement, tu peux:

- Planifier 2 séances de **lecture de textes courts** liés à l'aéronautique
- Écrire chaque semaine **un paragraphe de 10 à 15 lignes** en respectant une consigne
- Te chronométrer sur un **sujet type** pour tenir les 3 h sans stress

Pendant l'épreuve, commence par la compréhension, puis l'écriture longue. Prends 5 minutes pour **relire surtout les verbes** et la ponctuation. Tu verras, cette rigueur aide vraiment pour la suite en BTS ou en entreprise.

# Table des matières


**Chapitre 1 :** Compréhension de textes variés ..... Aller
1. Comprendre un texte ..... Aller
2. Analyser et rédiger ..... Aller

**Chapitre 2 :** Expression écrite et orale ..... Aller
1. Expression écrite structurée ..... Aller
2. Expression orale et prise de parole ..... Aller
3. Documents professionnels et communication écrite ..... Aller

**Chapitre 3 :** Étude de la langue (grammaire, orthographe) ..... Aller
1. Les bases essentielles ..... Aller
2. Outils et méthodes pour progresser ..... Aller

3. Application en contexte professionnel ..... Aller
**Chapitre 4 :** Rédaction de textes à visée professionnelle ..... Aller
1. Structurer un texte professionnel ..... Aller
2. Adapter aux documents techniques et rapports d'intervention ..... Aller
3. Rédiger pour la communication interne et externe ..... Aller

# **Chapitre 1 :** Compréhension de textes variés

## 1. Comprendre un texte :

**Survol rapide :**
Commence par regarder le titre, l'auteur, la date et les intertitres. Ce rapide aperçu te situe en moins de 2 minutes, il permet d'anticiper le type de texte et l'objectif de lecture.

**Lire activement :**
Lis en soulignant les mots-clés et en prenant des notes marges ou sur une feuille. Pour 1 page technique, vise 10 à 15 minutes de lecture active pour extraire 4 à 8 idées importantes.

**Relever les informations clés :**
Note les faits, les chiffres, les définitions et le point de vue de l'auteur. Dans un manuel de maintenance, repère les procédures et précautions, ces éléments servent souvent de preuves dans ton analyse.

**Exemple d'identification rapide :**
Tu survoles une procédure avionique de 3 pages, tu repères 2 schémas et 6 termes techniques à définir avant la lecture détaillée, cela te fait gagner du temps en phase d'analyse.

| Type de lecture | Quand l'utiliser | Efficacité |
|---|---|---|
| Lecture rapide | Pour situer le document en 1 à 2 minutes | Moyenne |
| Lecture active | Pour comprendre un texte technique ou argumentatif | Très efficace |
| Lecture sélective | Pour trouver une info précise dans un long document | Efficace |

## 2. Analyser et rédiger :

**Repérer la thèse et les arguments :**
Dégage en une phrase la thèse ou l'idée centrale, puis liste 2 à 4 arguments principaux. Vérifie chaque argument avec une preuve, un chiffre ou une citation courte du texte.

**Organiser une synthèse simple :**
Structure ta synthèse en 3 parties : introduction courte, développement avec 3 idées clés et conclusion en 1 phrase. Vise 150 à 250 mots pour rester clair et lisible.

**Vocabulaire et connecteurs :**
Apprends 10 connecteurs essentiels pour lier tes idées comme « cependant », « de plus » ou « en conséquence ». Ces mots rendent ta rédaction logique et fluide lors d'une épreuve écrite.

**Exemple d'analyse :**
Pour un article technique, tu formules la thèse en une ligne, puis tu retires 3 arguments principaux, chacun accompagné d'une preuve, et tu rédiges une conclusion de 2 à 3 phrases.

**Mini cas concret :**
Contexte : lors d'un stage atelier, tu reçois un manuel de maintenance avionique de 4 pages avec 2 schémas et 9 étapes de vérification. Étapes : 1. Survoler le document en 2 minutes. 2. Identifier 6 mots techniques à définir. 3. Lire activement en 25 minutes pour extraire 8 idées. 4. Rédiger une fiche de synthèse.

Résultat : synthèse de 200 à 250 mots récapitulant la procédure et 1 fiche technique d'une page listant les 9 étapes numérotées et 3 précautions. Livrable attendu : fiche A4 prête à intégrer dans ton carnet de stage, délai 48 heures.

**Exemple de livrable :**
Fiche d'une page contenant Titre, Objectif, 9 étapes numérotées, 3 précautions et un schéma annoté, claire pour un technicien qui la lit en 3 minutes.

| Checklist opérationnelle | Action |
|---|---|
| Préparer la lecture | Survoler 1 à 2 minutes, noter titre et auteur |
| Lire activement | 15 à 30 minutes selon la longueur, souligner et noter |
| Synthétiser | Rédiger 150 à 250 mots avec 3 idées clés |
| Vérifier | Relire 5 minutes, corriger les incohérences |

Astuce de terrain : organise ton carnet de stage en sections de 1 page par procédure, tu gagneras 10 à 15 minutes à chaque intervention pour retrouver l'information pertinente. Je me souviens d'un jour où une fiche claire nous a évité une panne en 20 minutes.

## Ce qu'il faut retenir

Pour comprendre un texte, commence par un **survol rapide structuré** (titre, auteur, date, intertitres), puis passe à une lecture active avec surlignage et notes.

- Alterne **lecture rapide, active** et sélective selon si tu veux situer, approfondir ou chercher une info précise.
- Identifie thèse et 2 à 4 arguments, chacun appuyé par une **preuve issue du texte**.
- Rédige une synthèse de 150 à 250 mots: intro courte, 3 idées clés, conclusion en 1 phrase.

- Utilise une **checklist opérationnelle simple**: préparer, lire, synthétiser, vérifier, puis classer tes fiches dans ton carnet.

En appliquant cette méthode, tu gagnes du temps, retiens mieux les procédures techniques et produis des fiches claires utiles en stage comme en examen.

# **Chapitre 2 :** Expression écrite et orale

## 1. Expression écrite structurée :

**Plan et progression :**
Commence par définir l'objectif du texte et le lecteur visé, puis fais un plan simple en 3 parties. Une structure claire aide à présenter des procédures et des consignes techniques sans ambiguïté.

**Choix des connecteurs :**
Varie les connecteurs logiques pour organiser ton raisonnement, par exemple cause, conséquence, addition et opposition. Les transitions fluides facilitent la lecture dans un rapport technique ou un compte rendu.

**Vocabulaire technique :**
Utilise des termes précis et évite le jargon inutile. Défini les abréviations la première fois, et garde un glossaire si tu as plus de 5 termes spécialisés dans un document.

**Exemple d'organisation d'un rapport :**
Rédige un rapport de maintenance d'une page, 300 à 400 mots, avec objet, observations, interventions, recommandations et 2 photos horodatées pour preuves. C'est rapide et clair pour le chef d'équipe.

## 2. Expression orale et prise de parole :

**Préparation de l'oral :**
Prépare un pitch de 5 minutes avec 3 messages clés et une séquence d'ouverture. Chronomètre-toi pendant 3 répétitions pour rester dans les temps et garder l'essentiel.

**Gestes et voix :**
Adopte une posture droite, regarde ton interlocuteur et parle distinctement. Module ton volume et marque des pauses pour laisser le temps d'assimiler les informations techniques importantes.

**Astuce gestion du stress :**
Prends 3 respirations profondes avant de commencer et répète une phrase d'ouverture. En stage, ça m'a évité le trou de mémoire lors de 2 présentations importantes.

## 3. Documents professionnels et communication écrite :

**Mail et compte rendu :**
Sois concis, rédige un objet explicite, 2 à 3 phrases d'introduction et des actions numérotées avec responsables et délais. Le mail doit pouvoir être lu en 30 secondes pour gagner du temps.

**Fiche technique :**
Présente la procédure en étapes numérotées, indique le temps estimé et le matériel requis. Ajoute des consignes sécurité et une référence de la pièce pour éviter les erreurs d'approvisionnement.

**Relecture et correction :**
Relis à froid après 15 minutes, vérifie les chiffres, unités et accords. Fais relire par un pair quand c'est possible pour réduire nettement les erreurs et améliorer la clarté.

**Exemple d'un cas concret de rapport de maintenance :**
Contexte: en stage, capteur d'altitude défaillant sur avion léger. Étapes: diagnostic 30 minutes, remplacement 60 minutes, tests 30 minutes. Résultat: panne résolue et avion rendu en 2 heures 30 minutes.

**Livrable attendu :**
Un rapport d'une page, environ 350 mots, comportant 3 photos datées, la liste des pièces remplacées et une estimation du temps pour éviter la réapparition du défaut.

**Check-list opérationnelle :**

| Contrôle | Action à réaliser |
|---|---|
| Objet du document | Formuler en 5 mots maximum le but principal |
| Clarté des étapes | Numéroter et indiquer durée estimée pour chaque étape |
| Chiffres et unités | Vérifier toutes les mesures et unités deux fois |
| Destinataire | S'assurer que le document arrive à la bonne personne |

## Ce qu'il faut retenir

Rédige toujours avec un **plan en trois parties**, un objectif clair et un lecteur cible en tête. Utilise des **connecteurs logiques variés** et un vocabulaire technique précis, défini si besoin par un glossaire.

- Pour l'écrit: structure ton rapport, numérote les étapes et vérifie chiffres et unités.
- Pour l'oral: prépare un **pitch oral de 5 minutes**, répété et chronométré, avec 3 messages clés.
- Gère ton stress par respiration, phrase d'ouverture préparée et posture stable.
- Utilise une **check-list de relecture** pour mails, fiches techniques et rapports de maintenance.

En appliquant ces habitudes, tu produis des documents clairs et des prises de parole efficaces, utiles à ton équipe et à ta hiérarchie.

# **Chapitre 3 :** Étude de la langue (grammaire, orthographe)

## 1. Les bases essentielles :

**Accord sujet-verbe :**
Le point le plus fréquent en bac pro, c'est l'accord du verbe avec son sujet. Repère toujours le sujet avant de conjuguer, surtout dans les phrases longues ou avec des compléments intercalés.

**Accord du participe passé :**
Comprends quand le participe passé s'accorde avec le sujet ou le complément d'objet direct. Avec avoir, l'accord se fait si le COD précède le verbe, sinon on laisse au masculin singulier.

**Orthographe lexicale et homophones :**
Maîtrise les homophones courants comme a/à, et/est, son/sont. Fais une liste de 20 mots que tu rates souvent et révise-les 10 minutes par jour pendant 2 semaines, ça change tout.

**Exemple d'accord du participe passé :**
Dans la phrase "Les pièces que j'ai montées sont conformes", le participe passé "montées" s'accorde avec "pièces" placé avant le verbe, d'où le "es".

## 2. Outils et méthodes pour progresser :

**La relecture et la dictée :**
Lis ton texte à voix haute pendant 3 à 5 minutes pour repérer erreurs évidentes. Fais une dictée hebdomadaire de 200 à 300 mots pour suivre tes progrès sur 4 à 6 semaines.

**Fiches mémos et règles courtes :**
Fais des fiches de 1 page pour chaque règle difficile. Garde-les dans ton téléphone ou dans la pochette de stage, révise 5 minutes chaque jour pour ancrer l'essentiel.

**Outils numériques utiles :**
Utilise un correcteur fiable, mais ne le suis pas aveuglément. Vérifie chaque correction et note les erreurs répétées pour ne pas les refaire en situation professionnelle.

**Exemple d'utilisation d'un correcteur :**
Après un contrôle automatique, tu corriges 80% des fautes évidentes, puis tu relis pour valider le sens et les accords que l'outil n'a pas compris.

| Règle | Exemple |
|---|---|
| Accord sujet-verbe | Le technicien vérifie / Les techniciens vérifient |

| | |
|---|---|
| Avoir - participe passé | Les pièces que j'ai montées |
| Homophones | A/À, Et/Est, Son/Sont |

## 3. Application en contexte professionnel :

**Rédiger un rapport de maintenance :**
Dans ton stage, un rapport clair vaut autant qu'une bonne réparation. Respecte un plan simple, mentionne date, équipement, travail effectué et anomalies relevées, puis signe avec tes initiales.

**Mini cas concret - contrôle d'une commande de train d'atterrissage :**
Contexte - Tu dois rédiger le rapport après un contrôle de 3 heures sur une commande de train. Étapes - inspection, relevé de 12 cotes, test fonctionnel 30 minutes, rédaction. Résultat - correction de 2 anomalies mineures.

**Livrable attendu :**
Un rapport de 1 page, lisible en moins de 2 minutes, contenant date, identification de l'aéronef, 3 photos annotées, description des actions et signature. Cible - zéro faute d'orthographe sur la première lecture.

**Exemple d'un point à signaler :**
Noter "jeu excessif sur la biellette droite, 0,8 mm mesurés, tolérance 0,5 mm, remplacement recommandé" est plus utile que "jeu anormal".

**Check-list opérationnelle :**

| Étape | Action |
|---|---|
| Identification | Noter date, immatriculation et numéro d'ordre |
| Mesures | Indiquer valeurs chiffrées et tolérances |
| Travaux | Décrire actions par étape et durée estimée |
| Validation | Relire 2 fois, demander validation du tuteur si possible |
| Archivage | Enregistrer version finale PDF et papier 1 exemplaire |

**Exemple d'amélioration rapide :**
Avant mon premier stage, mes rapports prenaient 30 minutes à corriger, après 4 semaines de fiches et dictées, le tuteur acceptait mes rapports sans retouches.

## Ce qu'il faut retenir

Tu dois sécuriser les bases: **Accord sujet-verbe** et **Accord du participe passé**, surtout avec avoir quand le COD est placé avant. Soigne aussi ton **Orthographe et homophones** en révisant régulièrement les mots qui te posent problème.

- Relis toujours à voix haute et fais une dictée hebdomadaire pour suivre tes progrès.
- Crée des fiches mémo courtes et garde-les sur toi pour des révisions rapides.
- Utilise un correcteur, mais vérifie chaque proposition et note tes erreurs récurrentes.
- Dans les rapports, donne des mesures précises et vise des **rapports professionnels sans faute**.

En appliquant ces méthodes, tu écriras des rapports techniques clairs, rapides à lire et quasiment sans erreurs, ce qui renforcera ta crédibilité en stage et en entreprise.

# **Chapitre 4 :** Rédaction de textes à visée professionnelle

## 1. Structurer un texte professionnel :

**Objectif du texte :**
Avant d'écrire, définis clairement l'objectif du document, le lecteur ciblé et l'action attendue. Cible entre 1 et 3 intentions principales pour garder le texte utile et lisible sur le terrain.

**Plan type :**
Utilise un plan simple introduction, développement, conclusion pour les rapports courts, ou titre, résumé, constat, actions, conclusion pour comptes rendus techniques. Respecte l'ordre logique des informations.

**Style et ton :**
Privilégie des phrases courtes, verbes à l'infinitif ou à l'impératif pour consignes, et un vocabulaire technique juste. Évite les effets stylistiques inutiles, reste clair pour le lecteur non spécialiste.

**Exemple d'organisation d'un rapport :**
Rapport d'intervention d'une page, résumé 50 mots, constat en 3 points, actions réalisées listées, durée d'exécution 45 minutes. Livrable : PDF horodaté et signé.

## 2. Adapter aux documents techniques et rapports d'intervention :

**Compte rendu d'intervention :**
Donne date, heure, équipe, matériel, problème constaté, action réalisée, pièces changées et durée. Sois factuel, ajoute photos annotées si possible pour faciliter les relectures ultérieures.

**Fiche de non-conformité :**
Décris la non-conformité, la gravité, la référence normative, l'origine probable et la mesure provisoire. Propose au moins une action corrective chiffrée et un responsable identifié.

**Rapport d'essai :**
Présente l'objectif de l'essai, le protocole, les mesures et les conclusions avec chiffres. Intègre tableaux et graphiques si nécessaire pour appuyer les résultats mesurables.

**Exemple d'un rapport d'intervention :**
Contrôle d'un train d'atterrissage, inspection 60 minutes, retraitement d'une durite, remplacement d'une vis, 3 photos, rapport de 220 mots, livrable PDF horodaté et fiche maintenance mise à jour.

| Élément | Description | Longueur approximative |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| Entête | Date, équipe, équipement concerné | 10 à 20 mots |
| Constat | Description factuelle du problème observé | 50 à 120 mots |
| Actions | Travaux effectués et pièces changées | 30 à 80 mots |
| Conclusion | État final et recommandation si nécessaire | 20 à 40 mots |

### 3. Rédiger pour la communication interne et externe :

**Courriel professionnel :**
Sois bref, indique l'objet clair, commence par une phrase de contexte, liste les actions attendues et ajoute un délai précis. Evite les formules longues et les abréviations non standard.

**Notice et consignes :**
Numérote les étapes, utilise des verbes d'action, ajoute pictogrammes ou repères visuels et précise les niveaux de sécurité. Une notice doit permettre l'exécution en moins de 5 minutes.

**Cv et lettre courte :**
Pour candidatures, structure ton CV en une page et la lettre en 120 à 180 mots. Mets en avant expériences pratiques, stages, et compétences techniques pertinentes pour l'emploi visé.

**Exemple de mail professionnel :**
Objet : Demande d'autorisation essais. Bonjour, contrôle prévu le 12/05, durée estimée 1 heure, besoin d'accès hangar, merci de confirmer avant le 10/05. Cordialement.

| Checklist opérationnelle | Action |
|---|---|
| Préparer l'entête | Vérifier date, équipement, opérateurs |
| Photodocumentation | Prendre 2 à 4 photos annotées |
| Décrire les actions | Lister étapes et pièces changées |
| Livrable | Générer PDF horodaté et signer |
| Archivage | Sauvegarder sur serveur et dossier projet |

**Mini cas concret :**
Contexte : intervention préventive sur avion monomoteur, équipe de 2, durée 90 minutes. Étapes : diagnostic 20 minutes, démontage 30 minutes, remplacement pièce 25 minutes, test 15 minutes. Résultat : panne résolue, vol autorisé.

Livrable attendu : rapport PDF d'une page de 240 mots, 3 photos annotées, fiche de main d'œuvre avec temps précis et signature du responsable.

**Astuce de stage :**
Rédige toujours ton brouillon directement dans la structure définitive, tu gagneras 10 à 20 minutes par rapport à une mise en forme après coup, et tu éviteras les oublis fréquents.

## Ce qu'il faut retenir

Avant d'écrire, définis l'**objectif clair du document**, le lecteur et l'action attendue. Garde 1 à 3 intentions maximum. Utilise une **structure type rapport** entête, constat, actions, conclusion en ordre logique. Adopte un **style simple et précis** avec phrases courtes et verbes d'action.

- Dans un compte rendu, précise date, équipe, matériel, problème, actions, pièces changées, durée.
- Pour fiche de non-conformité, note gravité, norme, origine probable, mesures provisoires et correctives.
- Pour mail, notice, CV, sois bref, clair, structuré, avec actions et délais explicites.

Appuie-toi sur une **checklist et livrables** standardisés et rédige ton brouillon directement dans cette structure pour gagner du temps et éviter les oublis.

# Histoire-géographie et enseignement moral et civique

**Présentation de la matière :**
En Bac Pro Aéro (aéronautique options avionique, systèmes, structure), la matière **Histoire-géographie et enseignement moral et civique** t'aide à comprendre le monde, les repères historiques et le fonctionnement de la démocratie, utiles à ta future vie de technicien.

Cette matière conduit à une **épreuve écrite terminale** de **durée de 2 h 30**, notée sur 20, avec un **coefficient spécifique 2,5** dans l'épreuve de français, histoire-géographie et EMC de **coefficient global 5**. Un camarade m'a dit qu'il avait gagné 3 points après des sujets d'annales.

**Conseil :**
Pour réussir en **Histoire-géographie et enseignement moral et civique**, organise-toi tôt. Prévois 2 séances de 20 minutes par semaine pour relire le cours, revoir cartes et frises, et apprendre les dates importantes.

Le jour de l'épreuve de 2 h 30, garde environ 1 h 30 pour les réponses rédigées et 30 minutes pour l'EMC et la relecture. En soignant la présentation et en répondant à toutes les questions, tu peux gagner 2 ou 3 points.

Rappelle-toi que même 1 ou 2 points gagnés ici peuvent faire la différence pour ton Bac Pro.

## Table des matières


**Chapitre 1 :** Repères historiques et géographiques ..... Aller
1. Les grandes étapes de l'aviation ..... Aller
2. Géographie de l'industrie aéronautique ..... Aller

**Chapitre 2 :** Institutions françaises et européennes ..... Aller
1. Le paysage institutionnel en france ..... Aller
2. Les institutions européennes et leur influence ..... Aller
3. Comment ces institutions te concernent au quotidien ..... Aller

**Chapitre 3 :** Valeurs et principes de la République ..... Aller
1. Les valeurs fondamentales ..... Aller
2. Principes républicains au quotidien ..... Aller
3. Libertés, droits et devoirs ..... Aller

# **Chapitre 1 :** Repères historiques et géographiques

## 1. Les grandes étapes de l'aviation :

**Origines et premières innovations :**
Les premiers vols utiles datent de 1903 avec les frères Wright, puis les progrès militaires entre 1914 et 1918 ont accéléré les développements et les techniques de construction se sont professionnalisées.

**Guerre et accélération :**
La Première guerre mondiale a transformé l'avion en outil militaire, produisant en série plusieurs milliers d'appareils entre 1914 et 1918 et imposant des normes de fabrication et d'interchangeabilité des pièces.

**Ère moderne et civil :**
Après 1945, l'apparition du réacteur et l'industrialisation ont permis des avions plus rapides et plus lourds, par exemple les long-courriers qui transportent 200 à 400 passagers sur des trajets transcontinentaux.

**Exemple d'évolution technologique :**
Un biplan de 1914 pesait 500 kg, un ATR 72 moderne pèse environ 23 000 kg à vide, ce qui illustre l'ampleur des progrès en matériaux et en motorisation.

Une fois en stage, j'ai oublié d'annoter un numéro de série sur une pièce critique, et cela m'a coûté 2 heures de reprise plus une remarque du tuteur.

## 2. Géographie de l'industrie aéronautique :

**Pôles industriels et clusters :**
Toulouse, Bordeaux et l'Île-de-France concentrent des pôles industriels forts, avec des sous-traitants et des centres de recherche, attirant investissement et emplois qualifiés autour des grandes entreprises.

**Ressources humaines et formation :**
Le parcours typique commence par un Bac Pro en 3 ans après la troisième, puis un BTS ou une alternance de 2 ans selon ton projet, ce qui ouvre vers la maintenance et l'ingénierie aéronautique.

**Étude de cas concret de maintenance locale :**
Contexte: atelier régional effectue la maintenance d'une gouverne sur un ATR 42, intervention planifiée pour 1 avion, objectif remise en service le jour même afin de limiter l'impact opérationnel.

- Diagnostic : 1 heure
- Dépose et remplacement : 5 heures

- Test et essai en vol : 1 heure
- Livrable attendu : rapport 4 pages, mise à jour GMAO et fiche pièces

**Astuce pour le stage :**
Note toujours les numéros de série, prépare 1 photo par intervention et demande la validation du tuteur, cela évite 2 heures de reprise et améliore ta traçabilité.

| Vérification | Pourquoi | Temps estimé |
|---|---|---|
| Identification avion | Eviter erreur de pièce | 10 minutes |
| Outillage | Sécurité et conformité | 5 minutes |
| Documentation | Suivre les procédures | 15 minutes |
| Sécurité | Protéger les personnes | 10 minutes |

**Questions rapides :**

- Quels sont les trois événements historiques qui ont le plus accéléré l'aéronautique ?
- Pourquoi Toulouse est-elle un pôle stratégique pour l'aéronautique en France ?
- Dans l'étude de cas, quelle étape te semble la plus critique et pourquoi ?

## Ce qu'il faut retenir

Depuis les **Frères Wright en 1903**, l'aviation progresse surtout grâce aux conflits et aux innovations civiles après 1945, avec des avions plus lourds et rapides.

- La **Première guerre mondiale** impose production en série, standardisation et pièces interchangeables.
- Toulouse, Bordeaux et l'Île-de-France sont des **pôles industriels français** majeurs, soutenus par la formation Bac Pro puis BTS.
- En maintenance, la **rigueur en maintenance** est cruciale : diagnostic, remplacement, essais, traçabilité et check-list de vérifications.

Retenir ces repères t'aide à comprendre où tu travailles, pourquoi chaque contrôle compte et comment ton futur métier s'inscrit dans une industrie structurée et exigeante.

# **Chapitre 2 :** Institutions françaises et européennes

## 1. Le paysage institutionnel en france :

**Principales institutions :**
La France dispose d'institutions clés comme le président, le gouvernement et le Parlement qui définissent et votent les lois influençant la sécurité et la réglementation du secteur aéronautique.

**Rôle des collectivités territoriales :**
Les 13 régions métropolitaines gèrent les lycées et la formation professionnelle, elles soutiennent les partenariats locaux et parfois cofinancent les équipements utiles aux élèves en Bac Pro Aéro.

**Institutions spécialisées liées à l'aéronautique :**
La direction générale de l'aviation civile (DGAC) applique les règles nationales, tandis qu'EASA fixe les normes européennes de sécurité et de certification pour les aéronefs et les pièces.

**Exemple d'application d'une règle :**
Quand EASA publie une airworthiness directive, la DGAC précise les attentes locales et les ateliers ont souvent 30 jours pour mettre à jour leurs procédures et leur documentation.

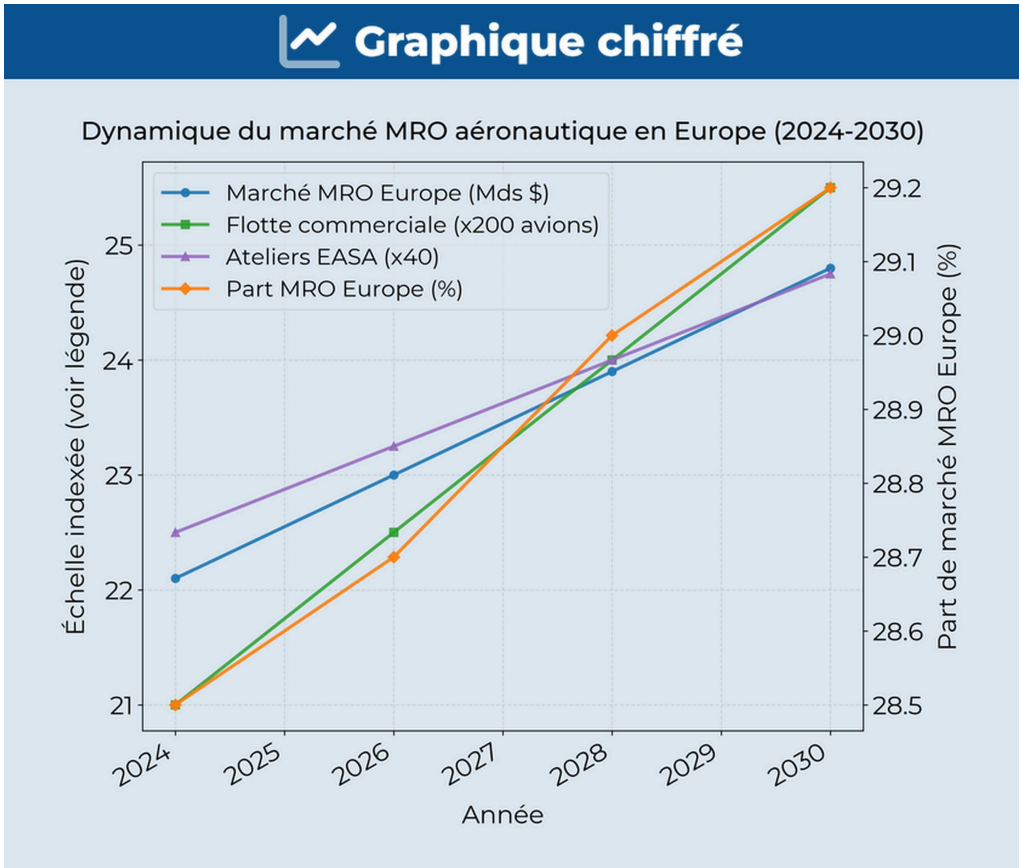
## 2. Les institutions européennes et leur influence :

**Fonctionnement des institutions européennes :**
L'Union européenne repose sur la Commission, le Parlement européen et le Conseil qui proposent et adoptent des règles applicables aux États membres, elles encadrent le marché et la sécurité aérienne.

**Impact sur le secteur aéronautique :**
EASA harmonise la règlementation entre pays, facilitant l'échange de pièces et la mobilité des techniciens, ce qui conditionne la conformité des ateliers et la validité des opérations de maintenance.

**Mini cas concret :**
Contexte: un atelier régional avait 15 nonconformités sur un trimestre liées aux airworthiness directives, ce qui posait un risque pour la conformité lors des audits programmés par la DGAC.

**Exemple de mise en conformité :**
Étapes: analyse des nonconformités, adaptation de 8 procédures, formation de 5 techniciens sur 2 jours. Résultat: baisse de 30% des nonconformités en 3 mois, livrable: check-list de 12 points et rapport de 6 pages.




## 3. Comment ces institutions te concernent au quotidien :

**Effet sur la formation et l'emploi :**
Les institutions influent sur les programmes, les certifications et les débouchés professionnels, elles déterminent aussi les règles de sécurité que tu dois appliquer en atelier et en stage.

**Obligations réglementaires en stage :**
Lors d'un stage tu dois appliquer les procédures internes, respecter la traçabilité des opérations et suivre les consignes DGAC ou EASA, surtout pour les pièces et les interventions de maintenance.

**Astuce pratique :**
Garde une copie datée des documents consultés, note le numéro des airworthiness directives et demande où stocker les procédures internes, cela évite des erreurs fréquentes pendant les audits.

**Conseils issus du terrain :**
En stage, demande toujours l'ancienne fiche de travail pour voir les erreurs passées, vérifie 2 fois les références pièces et note les retours de ton tuteur pour progresser rapidement. Une fois en stage, j'ai oublié une référence d'AD et j'ai appris l'importance d'une check-list dès le premier jour.

| Élément | Question à se poser | Action rapide |
|---|---|---|
| Airworthiness directive | Le numéro et la date correspondent-ils à l'opération ? | Noter la référence et appliquer la procédure mise à jour |
| Procédure interne | La version est-elle la dernière approuvée ? | Demander la version validée et la conserver |
| Traçabilité | Les opérations sont-elles tracées sur le bon document ? | Remplir la fiche et signer |
| Pièces | La pièce a-t-elle une étiquette et un certificat ? | Vérifier le certificat et dater l'entrée en stock |

## Ce qu'il faut retenir

Les **institutions françaises clés** (président, gouvernement, Parlement) fixent un cadre qui impacte directement ta formation et ton futur travail en maintenance aéronautique.

- Les régions financent lycées, formations et parfois équipements pour le Bac Pro Aéro, en lien avec les entreprises locales.
- La DGAC applique les règles nationales tandis que l'EASA harmonise la **réglementation aéronautique européenne** et publie les airworthiness directives.
- Au quotidien, tes **obligations en stage** concernent procédures internes, **traçabilité des opérations**, références pièces et suivi rigoureux des AD.

Pour réussir, habitue-toi à vérifier numéros d'AD, versions de procédures et certificats de pièces, et à conserver une documentation datée pour être prêt lors des audits.

# **Chapitre 3 :** Valeurs et principes de la République

## 1. Les valeurs fondamentales :

**Liberté, égalité, fraternité :**
La devise date de 1789 et s'est affirmée au XIXe siècle, elle guide les droits civiques. Pour toi, cela signifie égal traitement et liberté d'expression à l'école et en entreprise.

**Laïcité :**
La laïcité garantit la neutralité religieuse de l'État et la liberté de conscience. En stage, respecte les règles de neutralité, tout en restant courtois avec tes collègues.

**Astuce organisation :**
Note deux règles clés dans ton carnet de stage, relis-les chaque semaine pour éviter erreurs de comportement et noter 1 à 2 incidents à corriger.

## 2. Principes républicains au quotidien :

**État de droit et égalité devant la loi :**
L'État de droit assure que personne n'est au-dessus des lois. En entreprise aéronautique, les règles de sécurité et les procédures s'appliquent à tous, sans exception, pour éviter risques graves.

**Démocratie et participation :**
Le droit de vote et la représentation viennent de 1848 et de 1944 pour certains suffrages. Ta voix compte, en Bac Pro Aéro, pour des élections de lycée ou pour proposer une amélioration en atelier.

**Exemple d'amélioration d'un protocole :**
Pendant un stage, un groupe a proposé 3 modifications sur un mode opératoire, réduisant le temps d'intervention de 12% et le nombre d'anomalies de 1 par mois.

Petite anecdote: lors d'un stage, une discussion mal gérée a coûté 40 heures de travail et a stressé toute l'équipe.

## 3. Libertés, droits et devoirs :

**Libertés individuelles et limites :**
Tu as droit à la liberté d'expression et au respect de ta vie privée, mais tu dois respecter la sécurité et l'ordre public. En atelier, pas de smartphone en zone d'intervention pour limiter les risques.

**Devoirs civiques et solidarité :**
Le vote, le respect des lois et la solidarité font vivre la république. En équipe, aider un collègue réduit 30% des risques d'erreur pour des tâches critiques, selon retours de stage.

**Mini cas concret - médiation en atelier :**
Contexte: conflit entre deux apprentis sur répartition des tâches, impact sur production de 50 heures sur 2 semaines, pression sur l'équipe et retard de livraison.
Étapes: écoute, réunion de 30 minutes, accord écrit, suivi hebdomadaire pendant 3 semaines. Résultat: réduction du retard à 8 heures et meilleur climat. Livrable: plan de répartition signé et tableau de suivi.

| Point | Action concrète |
|---|---|
| Respect | Salue et écoute, respecte horaires et tenues en stage |
| Sécurité | Applique procédures, porte EPI, signale 1 anomalie immédiatement |
| Signalement | Utilise le registre de sécurité et informe le tuteur en moins de 24 heures |
| Participation | Propose 1 amélioration par mois et participe aux réunions d'équipe |

## Ce qu'il faut retenir

La République repose sur **liberté, égalité, fraternité** et la **laïcité et neutralité** de l'État, que tu appliques aussi en stage.

- Respecte règles de sécurité, horaires, tenues et signale toute anomalie rapidement.
- Utilise ton carnet pour noter **règles et incidents clés** et éviter de répéter les erreurs.
- Participe à la vie démocratique du lycée et de l'atelier en proposant des améliorations concrètes.
- Protège les autres en respectant **libertés et limites professionnelles** : pas de smartphone en zone sensible, attitude courtoise.

En résumé, connaître tes droits ne suffit pas. En entreprise comme au lycée, c'est ton comportement quotidien qui fait vivre respect, sécurité, solidarité et efficacité collective.

# Mathématiques

**Présentation de la matière :**
En Bac Pro Aéro, la matière **Mathématiques appliquées** sert à comprendre des situations de maintenance. Tu utilises **proportionnalités et fonctions**, trigonométrie, statistiques et calculs sur vitesses, distances, masses ou consommations d'un aéronef.

Cette matière conduit à l'épreuve de **mathématiques de l'épreuve scientifique**, commune aux options avionique, systèmes et structure. Notée sur 20 avec un **coefficient 1,5**, elle est surtout évaluée en CCF, l'épreuve ponctuelle écrite et pratique durant environ 1h.

**Conseil :**
Pour réussir en **Mathématiques en Bac Pro Aéro**, la régularité compte plus que le talent. Consacre 20 à 30 minutes par jour pour refaire les exercices, vérifier les corrections et noter les formules qui te posent souci.

Pendant les évaluations façon CCF, lis les consignes jusqu'au bout, surligne les données importantes et présente **chaque étape du calcul**, même si tu n'es pas sûr du résultat. Tu limites ainsi les erreurs et tu récupères des points sur la méthode.

L'un de mes amis en Bac Pro Aéro a gagné 4 points en maths en travaillant à 2 sur d'anciens sujets chronométrés, cela l'a vraiment rassuré pour ses CCF.

# Table des matières


**Chapitre 1 :** Nombres, fractions et pourcentages ..... Aller
1. Nombres et écritures ..... Aller
2. Fractions et pourcentages ..... Aller

**Chapitre 2 :** Calculs algébriques simples ..... Aller
1. Résolution d'équations linéaires ..... Aller
2. Manipulation d'expressions ..... Aller
3. Fonctions linéaires et proportions ..... Aller

**Chapitre 3 :** Proportionnalité et échelles ..... Aller
1. Proportionnalité et coefficient ..... Aller
2. Échelles et transformation des dimensions ..... Aller
3. Applications métiers et cas concret ..... Aller

**Chapitre 4 :** Statistiques de base et graphiques ..... Aller
1. Statistiques descriptives ..... Aller
2. Calculs pas à pas et interprétation ..... Aller
3. Graphiques et cas concrets ..... Aller

**Chapitre 5 :** Résolution de problèmes techniques ..... Aller
1. Identifier et formaliser le problème ..... Aller
2. Résoudre avec des outils mathématiques ..... Aller
3. Valider la solution et documenter ..... Aller

# **Chapitre 1 :** Nombres, fractions et pourcentages

## 1. Nombres et écritures :

**Types de nombres :**
Les nombres entiers, décimaux et relatifs servent à mesurer masse, distance et vitesse en aéronautique. Savoir les reconnaître évite erreurs lors des prises de cotes ou des calculs d'assemblage.

**Opérations de base :**
Addition, soustraction, multiplication et division sont omniprésentes pour ajouter masses, répartir charges ou convertir proportions. Maîtrise l'ordre des opérations, et arrondis correctement selon les tolérances données sur plan.

**Conversions décimales et fractionnaires :**
Passer d'une fraction à un décimal permet de lire un manuel ou un plan rapidement. Par exemple 1/4 devient 0,25, et 0,25 correspond à 25% pour des calculs de masse.

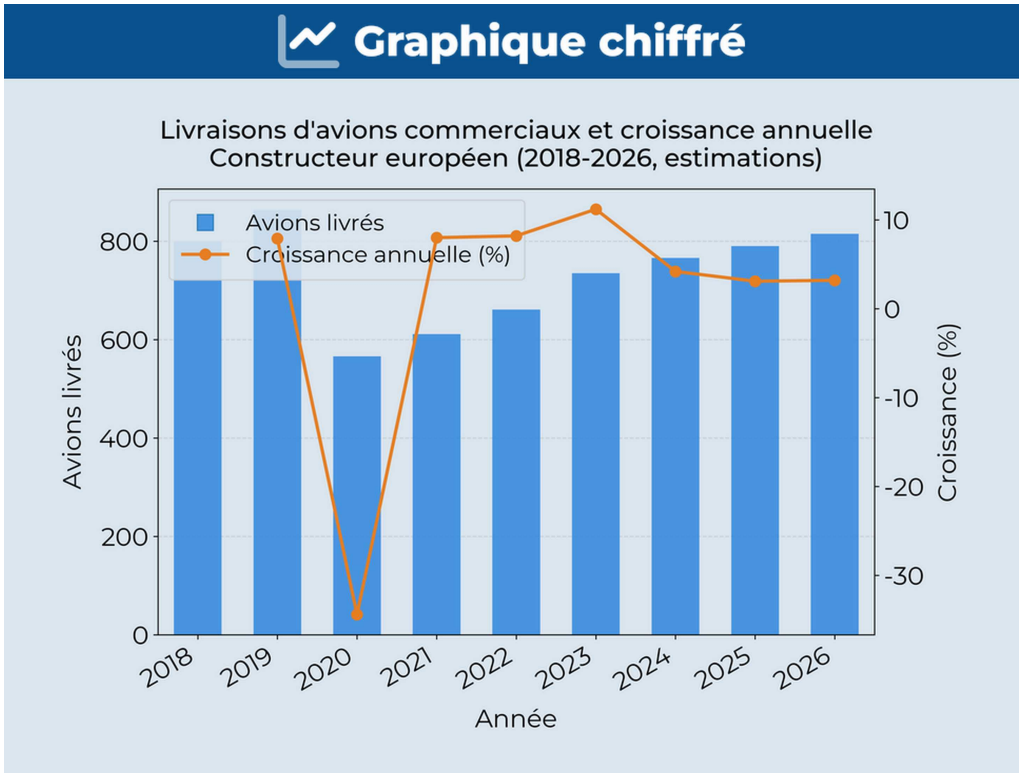
**Exemple d'addition de vitesses :**
Un avion roule à 15 km/h et le vent ajoute 5 km/h, la vitesse sol vaut 20 km/h. Calcul simple, 15 + 5 = 20, utile pour essais taxi.

| Fraction | Décimal | Pourcentage |
|---|---|---|
| 1/2 | 0,5 | 50% |
| 1/4 | 0,25 | 25% |
| 3/4 | 0,75 | 75% |
| 1/10 | 0,1 | 10% |

## 2. Fractions et pourcentages :

**Simplifier et calculer :**
Pour simplifier une fraction divise numérateur et dénominateur par leur plus grand commun diviseur. Cela évite erreurs sur plans, surtout quand les cotes sont données en fractions imprécises.

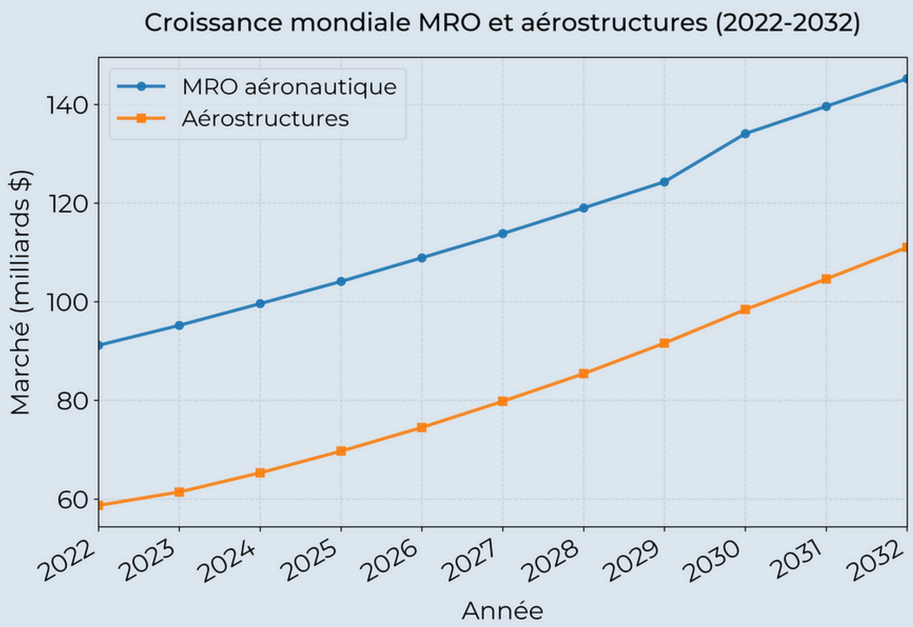
**Applications pratiques en aéro :**
Calculer un pourcentage sert à estimer usure, perte de masse ou marge de sécurité. Par exemple réduire masse de 1200 kg de 3% enlève 36 kg, chiffre utile pour bilan masse et centrage.




**Exemple d'application d'un pourcentage sur masse :**
Masse initiale 1200 kg, réduction 3%. Calcul: 1200 × 0,03 = 36 kg. Masse finale 1164 kg. Interprétation, vérifier si 36 kg permet respecter le poids maximal autorisé.

**Mini cas concret :**
Contexte: contrôle d'une cote de 250 mm sur un élément de structure, tolérance acceptable 2%. Étapes, mesurer trois fois, calculer moyenne, puis comparer l'écart maximal toléré, puis consigner résultat sur rapport.

## Graphique chiffré




**Résultat et livrable :**
Résultat: moyenne 249,5 mm, écart maximal 0,8 mm, donc conforme car inférieur à 5 mm. Livrable: fiche de contrôle chiffrée indiquant moyenne, écarts et validation QR-code tampon.

**Astuce terrain :**
En stage, note toujours unité et nombre de décimales, cela évite erreurs lors des transmissions entre atelier et avionique. Je l'ai appris après une mauvaise interprétation.

| Étape | Action | Pourquoi |
|---|---|---|
| Mesurer | Prendre trois mesures avec la même unité | Réduire l'erreur aléatoire |
| Calculer | Faire la moyenne et l'écart maximal | Comparer à la tolérance |
| Vérifier | Comparer l'écart à 2% ou 5 mm | S'assurer de la conformité |
| Enregistrer | Remplir la fiche de contrôle chiffrée | Traçabilité et audit |
| Signaler | Notifier non-conformité si besoin | Déclencher action corrective |

## Ce qu'il faut retenir

Tu dois maîtriser les **types de nombres clés** (entiers, décimaux, relatifs) pour mesurer masses, distances et vitesses sans erreur.

- Respecte l'**ordre des opérations** et les bons arrondis selon les tolérances des plans.
- Sais convertir **fractions, décimaux, pourcentages** pour lire manuels et bilans de masse.
- Simplifie les fractions avec le plus grand commun diviseur pour fiabiliser les cotes.
- Pour **contrôler une cote**, mesure plusieurs fois, calcule moyenne et écart, puis compare à la tolérance avant d'enregistrer.

En notant toujours unités et décimales, tu limites les erreurs entre atelier et documentation et garantis la conformité des pièces aéronautiques.

# **Chapitre 2 :** Calculs algébriques simples

## 1. Résolution d'équations linéaires :

**Isoler la variable :**
Pour résoudre $ax + b = c$, commence par soustraire b des deux côtés, puis divise par a. Vérifie que a n'est pas zéro, sinon l'équation se traite différemment ou n'a pas de solution unique.

**Vérification et erreur fréquente :**
Après avoir trouvé x, remplace-le dans l'équation d'origine pour vérifier. Erreurs fréquentes, inversion des signes en déplaçant un terme ou oublier d'appliquer la division à tous les termes.

**Exemple de résolution :**
Résoudre $3x + 5 = 20$. Soustrais 5, tu obtiens $3x = 15$, divise par 3, $x = 5$. Si x est une masse en kilogrammes, chaque unité vaut 5 kg, simple et vérifiable.

## 2. Manipulation d'expressions :

**Distributivité et simplification :**
Applique $a(b + c) = ab + ac$ pour développer, puis rassemble les termes semblables. Cette étape te permet d'obtenir des expressions simples avant calculs numériques ou factorisation.

**Substitution dans une formule :**
Remplace les variables par des valeurs avec leurs unités, respecte l'ordre des opérations, et arrondis au besoin. Cela évite des erreurs quand tu calcules masses, volumes ou moments.

**Exemple d'application :**
Calculer la masse de carburant, densité 0,8 kg/L et volume 60 L. Masse = 0,8 × 60 = 48 kg. Note la valeur 48 kg sur la fiche pour le calcul du centrage.

## 3. Fonctions linéaires et proportions :

**Comparer vitesses et temps :**
Utilise $v = d / t$ pour relier distance, vitesse et temps. Connais deux grandeurs pour calculer la troisième, utile pour estimer durées d'acheminement ou temps de maintenance.

**Tableau de valeurs :**
Voici un tableau pour $f(x) = 2x + 3$ avec x de 0 à 5, il t'aide à visualiser la progression linéaire et à lire rapidement des valeurs intermédiaires sans refaire les calculs.

| X | F(x) |
|---|---|
| 0 | 3 |
| 1 | 5 |
| 2 | 7 |
| 3 | 9 |
| 4 | 11 |
| 5 | 13 |

**Mini cas concret :**
Contexte, calcul de centrage simple. Un composant de 15 kg est à 2,4 m du point de référence. Tu veux un contrepoids à 0,6 m. Trouve la masse requise pour l'équilibre.

**Exemple de mini cas :**
Moment composant = 15 kg × 2,4 m = 36 kg·m. Contrepoids m2 satisfait m2 × 0,6 = 36, donc m2 = 36 / 0,6 = 60 kg. Livrable, tableau de moments et valeur 60 kg.

Je me rappelle un stage où un seul calcul rapide a évité un déséquilibre, et tout le monde a compris l'utilité des équations pour la sécurité.

**Check-list opérationnelle :**
Utilise cette check-list avant d'appliquer un calcul sur le terrain, elle évite les erreurs courantes et te fait gagner du temps lors des opérations pratiques.

| Étape | Action |
|---|---|
| Vérifier les signes | Contrôle des signes lors du déplacement des termes |
| Vérifier les unités | Assure-toi que toutes les valeurs ont des unités compatibles |
| Documenter les étapes | Note chaque opération pour traçabilité et relecture |
| Contrôle numérique | Refais le calcul avec une valeur approchée pour vérifier |
| Conserver le livrable | Sauvegarde feuille de calcul ou photo de la note manuscrite |

## Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre te montre comment utiliser les **équations linéaires simples** pour résoudre des problèmes concrets de masse, vitesse et centrage.

- Pour $ax + b = c$, **isole la variable** étape par étape et vérifie le résultat en le remplaçant dans l'équation.
- Utilise la **distributivité et simplification** pour développer, regrouper les termes et préparer les calculs numériques.
- Avec $v = d / t$, construis un **tableau de valeurs** pour visualiser une fonction linéaire et lire rapidement des résultats.
- En centrage, égalise les moments (masse × bras) et suis la check-list pour signes, unités et traçabilité.

En appliquant systématiquement ces méthodes, tu sécurises tes calculs et gagnes du temps dans les situations opérationnelles.

# **Chapitre 3 :** Proportionnalité et échelles

## 1. Proportionnalité et coefficient :

**Définition et idée clé :**
La proportionnalité relie deux grandeurs par un coefficient constant. Si une grandeur double, l'autre double aussi quand elles sont proportionnelles, ce qui permet de passer d'une mesure connue à une inconnue.

**Calculer le coefficient :**
Le coefficient k se calcule par k = valeur image / valeur de départ. Il n'a pas d'unité quand on compare des longueurs ou des masses, mais garde l'unité si on convertit une unité en une autre.

**Utilisation en atelier :**
En maintenance, tu utilises le coefficient pour adapter un plan, calculer des consommations ou ajuster un réglage. C'est rapide et évite les erreurs de proportion lors de la fabrication de pièces.

**Exemple de calcul du coefficient :**
Si 300 mm sur le plan correspondent à 3 000 mm réels, alors k = 3 000 / 300 = 10, le coefficient est 10, ce qui signifie que chaque mm sur le plan vaut 10 mm réels.

## 2. Échelles et transformation des dimensions :

**Comprendre une échelle :**
Une échelle 1:20 signifie que 1 unité sur le dessin représente 20 unités réelles. Pour convertir, multiplie par 20 pour obtenir la dimension réelle, ou divise par 20 pour obtenir la dimension sur le dessin.

**Aire et volume sous échelle :**
Si tu réduis une pièce par un facteur f, l'aire varie par $f^2$ et le volume par $f^3$. Ces règles sont cruciales pour estimer surface peinte ou masse d'un maquette en proportion du réel.

**Étapes pour dessiner à l'échelle :**
Mesure d'abord la dimension réelle, choisis une échelle adaptée au format de dessin, calcule la dimension sur le plan en divisant par l'échelle, et vérifie la cohérence avec d'autres cotes du dessin.

**Exemple d'application d'échelle :**
Une pièce réelle de 1 200 mm dessinée en 1:4 mesure 300 mm sur le plan, calculé par 1 200 / 4 = 300 mm. Vérifie les cotes adjacentes pour éviter les conflits d'assemblage.

| Échelle | 1 cm sur le plan vaut | Facteur numérique |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| 1:10 | 10 cm réel | 10 |
| 1:20 | 20 cm réel | 20 |
| 1:50 | 50 cm réel | 50 |
| 1:100 | 100 cm réel | 100 |

## 3. Applications métiers et cas concret :

**Interpréter un plan aéronautique :**
Sur un plan avion, l'échelle te permet de vérifier des cotes, préparer un gabarit ou contrôler un jeu d'assemblage. Une erreur d'échelle peut entraîner un refus de conformité, coûteux en temps et pièces.

**Calculs utiles en atelier :**
Estime une surface peinte, calcule une quantité de matériau en multipliant par l'aire à l'échelle, ou dimensionne un gabarit en remultipliant par le facteur d'échelle pour obtenir la taille réelle.

**Exemple de passage d'aire et de volume :**
Si la surface réelle d'une trappe est 2,5 $m^2$ et tu fais une maquette à 1:5, la surface maquette vaut $2,5 \times (1/5)^2 = 0,1$ $m^2$. Le volume diminue par $(1/5)^3 = 1/125$.

**Mini cas concret - réalisation d'un gabarit de raidisseur :**
Contexte : on te demande un gabarit pour un raidisseur de 560 mm réel. Échelle choisie pour le plan 1:2. Étapes : mesurer, dessiner à 1:2, produire un gabarit 1:1 pour usinage. Résultat : plan 1:2 et gabarit 1:1.

**Calculs et livrable attendu :**
560 mm réel sur plan 1:2 donne 280 mm. Pour usinage tu dois fournir un fichier CAD en 1:1 et une feuille A3 avec cotes exactes ±1 mm. Temps estimé 2 heures, coût matière négligeable.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
En créant un gabarit standard réutilisable, l'atelier a réduit le temps de préparation de 20 pour cent, passant de 2,5 heures à 2 heures par pièce pour 12 pièces par semaine.

| Livrable | Détails chiffrés |
|---|---|
| Fichier CAD | Format 1:1, cotes en mm, tolérance ±1 mm |
| Feuille A3 | Plan 1:2, cotes principales indiquées |
| Gabarit en contreplaqué | Pièce 1:1, épaisseur 6 mm, finition en 30 minutes |

**Conseils pratiques et erreurs fréquentes :**

Toujours noter l'échelle sur le dessin, contrôler deux cotes indépendantes, vérifier unités en mm ou mm en convertissant, et éviter de redessiner sans recalculer. Ne jamais supposer l'échelle.

**Exemple d'erreur fréquente :**
J'ai déjà lu une cote en cm alors que le plan était en mm, ce qui m'a coûté une pièce à refaire et m'a appris à toujours vérifier l'unité avant de couper.

| Vérification | Que contrôler |
|---|---|
| Échelle indiquée | Présence de la valeur 1:xx et unité |
| Conversion | Calcul de 2 cotes indépendantes |
| Tolérances | Respect des ± indiqués |
| Format du fichier | CAD en 1:1 prêt pour usinage |

## Ce qu'il faut retenir

La proportionnalité relie deux grandeurs avec un **coefficient de proportionnalité** k = image / départ, utile pour adapter plans et réglages en atelier.

- Une échelle 1:20 signifie que 1 unité sur le dessin représente 20 unités réelles, applique cette **règle d'échelle** en multipliant ou divisant.
- Si tu réduis par f, l'aire est multipliée par $f^2$ et le volume par $f^3$: pense aux **surfaces et volumes** pour peintures ou masses.
- En lecture de plan avion, vérifie l'échelle, calcule deux cotes indépendantes et pense à toujours **contrôler les unités** avant de fabriquer.

En maîtrisant coefficient, échelles et conversions, tu limites les erreurs coûteuses et tu produis des gabarits ou pièces conformes dès la première fois.

# **Chapitre 4 :** Statistiques de base et graphiques

## 1. Statistiques descriptives :

**Définition et utilité :**
Les statistiques descriptives résument des mesures pour comprendre un lot de données, comme des mesures d'épaisseur ou des temps d'inspection. Elles t'aident à repérer des valeurs anormales et à décider des actions qualité.

**Mesures de tendance centrale :**
La moyenne, la médiane et le mode indiquent un centre de données. La moyenne est sensible aux valeurs extrêmes, la médiane résiste aux valeurs aberrantes, le mode montre la valeur la plus fréquente.

**Mesures de dispersion :**
L'écart type, la variance et l'étendue montrent la variabilité. Une faible dispersion signifie des processus réguliers, ce qui est important pour la sécurité et la conformité en aéronautique.

**Exemple d'analyse de mesures :**
Tu prends 8 mesures de couple de rivetage en newton-mètre: 10, 12, 11, 13, 12, 14, 9, 12. On calcule la moyenne, la médiane, le mode, l'étendue et l'écart type pour juger de la constance.

## 2. Calculs pas à pas et interprétation :

**Calcul de la moyenne et de la médiane :**
Additionne les valeurs, puis divise par le nombre de mesures pour obtenir la moyenne. Pour la médiane, range les valeurs et choisis la valeur centrale ou la moyenne des deux centrales.

**Variance et écart type :**
La variance est la moyenne des carrés des écarts à la moyenne, l'écart type est sa racine. Ils indiquent la dispersion en unités réelles, par exemple en millimètres ou en newton-mètre.

**Interprétation métier :**
Si l'écart type est grand, tu risques des défauts d'assemblage ou des défaillances. En maintenance, une variabilité élevée peut signifier un outil mal calibré ou une méthode opérateur à corriger.

**Astuce terrain :**
Lors d'un premier contrôle, prends au moins 10 mesures sur des pièces différentes et note l'heure. Les variations peuvent dépendre de la température ou de la fatigue opérateur.

## 3. Graphiques et cas concrets :

**Histogramme et fréquences :**
L'histogramme regroupe les données en classes et montre la répartition. Les fréquences absolues et relatives te disent combien d'éléments tombent dans chaque intervalle, utile pour tolérancer un process.

**Nuage de points et tendances :**
Le nuage de points permet d'observer une relation entre deux variables, par exemple couple de serrage et fuite d'étanchéité. Une droite de tendance te donne une idée de corrélation.

**Boxplot et détection d'anomalies :**
La boîte à moustaches montre médiane, quartiles et valeurs extrêmes. C'est pratique pour repérer rapidement des pièces hors tolérance ou des outils défaillants qui nécessitent un étalonnage.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Sur un lot de 100 rivets, tu constates 8 valeurs hors tolérance avec moyenne 12,1 Nm et écart type 1,4 Nm. On ajuste la machine et on réduit l'écart type à 0,6 Nm, ce qui diminue les défauts à 1 pièce.

| Mesure | Couple (nm) |
|---|---|
| Mesure 1 | 10 |
| Mesure 2 | 12 |
| Mesure 3 | 11 |
| Mesure 4 | 13 |
| Mesure 5 | 12 |
| Mesure 6 | 14 |
| Mesure 7 | 9 |
| Mesure 8 | 12 |

**Calculs sur cet échantillon :**
Somme des mesures = 93, nombre de mesures = 8, moyenne = 93 divisé par 8 = 11,625 Nm. Médiane = moyenne entre 11 et 12, donc 11,5 Nm. Mode = 12 Nm. Étendue = 14 moins 9 = 5 Nm.

**Variance et écart type calculés :**
Écarts à la moyenne en Nm: -1,625 . 0,375 . -0,625 . 1,375 . 0,375 . 2,375 . -2,625 . 0,375. Carrés et moyenne donnent variance ≈ 3,02, écart type ≈ 1,74 Nm.

**Interprétation :**
Un écart type de 1,74 Nm sur une cible de 12 Nm est élevé, il indique un risque de pièces non conformes. Objectif pratique: viser un écart type inférieur à 0,8 Nm pour réduire les défauts.

| Étape | Action |
|---|---|
| Contexte | Inspection de 10 pièces d'alésage visé 30 mm |
| Mesures | Prendre 10 diamètres en mm, noter température |
| Résultat | Moyenne 30,02 mm, écart type 0,05 mm, conforme ±0,15 mm |
| Livrable attendu | Rapport court avec moyenne, écart type, histogramme et recommandation |

**Mini cas concret :**
Contexte: contrôle d'une série de 10 alésages après usinage. Étapes: mesurer chaque diamètre en mm, calculer moyenne et écart type, tracer un histogramme. Résultat: moyenne 30,02 mm, écart type 0,05 mm, conformité 100 pour cent.

**Livrable chiffré :**
Remets un tableau de 10 mesures, un calcul de moyenne et d'écart type, un histogramme PNG et 2 recommandations opérationnelles pour réduire la variabilité.

| Checklist opérationnelle | Action rapide |
|---|---|
| Préparer le matériel | Vérifier l'étalonnage des instruments |
| Échantillonnage | Prendre au moins 10 pièces représentatives |
| Saisie des données | Noter unités, date et opérateur |
| Analyse | Calculer moyenne, médiane et écart type |
| Action | Si écart type élevé, recalibrer outil et refaire 10 mesures |

**Erreurs fréquentes et conseils :**
Ne pas mélanger unités, éviter les petits échantillons non représentatifs, et toujours noter conditions environnementales. Si tu as un doute, augmente l'échantillon à 20 mesures pour plus de stabilité statistique.

**Exemple d'utilisation d'un nuage de points :**
Tu mesures le couple de serrage et la fuite sur 15 assemblages. Un nuage de points montre une corrélation positive, la droite de régression indique qu'augmenter de 0,5 Nm réduit la fuite de 0,02 l/h.

## Ce qu'il faut retenir

Les statistiques descriptives résument tes mesures pour contrôler la qualité.

- Utilise **moyenne, médiane, mode** pour situer le centre et repérer des dérives.
- Suis **variance et écart type** pour quantifier la dispersion et le risque de non-conformité.
- Appuie-toi sur **histogramme, nuage de points** et boxplot pour visualiser répartition, corrélations et anomalies.
- Au moins 10 mesures représentatives, unités cohérentes et conditions notées, sinon ton analyse trompe.

En production ou maintenance, ton objectif est de réduire l'écart type et la variabilité visible sur les graphiques afin de fiabiliser le process et limiter les pièces hors tolérances.

# **Chapitre 5 :** Résolution de problèmes techniques

## 1. Identifier et formaliser le problème :

**Comprendre le symptôme :**
Quand un système montre un défaut, commence par décrire précisément ce que tu observes, quand et comment. Note les valeurs mesurées, la fréquence et les conditions d'apparition pour pouvoir modéliser le phénomène.

**Modéliser en mathématiques :**
Traduis le symptôme en variables mathématiques, par exemple pression, temps, température. Choisis une relation simple à tester, linéaire ou exponentielle, pour limiter les calculs et obtenir des résultats exploitables rapidement.

**Choisir les données pertinentes :**
Retire les mesures aberrantes et garde les données répétables. Privilégie 3 à 10 mesures fiables pour calculer une moyenne, un écart type et repérer une tendance avant d'entamer une correction technique.

**Exemple d'identification d'une fuite hydraulique :**
Pression initiale 200 bar, après 30 minutes 160 bar. Tu modélises une baisse linéaire, soit perte de 40 bar en 30 minutes, soit un débit équivalent exprimé en bar par minute de 1,33 bar/min.

## 2. Résoudre avec des outils mathématiques :

**Équations et fonctions :**
Formule une équation pour la variable à retrouver, par exemple $p(t)=p0 - r \cdot t$. Résous pour r ou t selon ce que tu cherches. Utilise calculatrice ou tableur pour vérifier les solutions numériques.

**Proportions et échelles :**
Convertis toujours les unités avant calcul. Si une pièce diminue la vitesse de 12% sur banc d'essai, calcule la nouvelle vitesse multipliée par 0,88 pour prévoir l'impact pendant la maintenance.

**Probabilités et marges de sécurité :**
Estime la probabilité d'échec par analyse des incidents, par exemple 2 pannes sur 50 interventions donne une fréquence de 4%. Intègre une marge de sécurité de 20% pour l'intervention et les pièces.

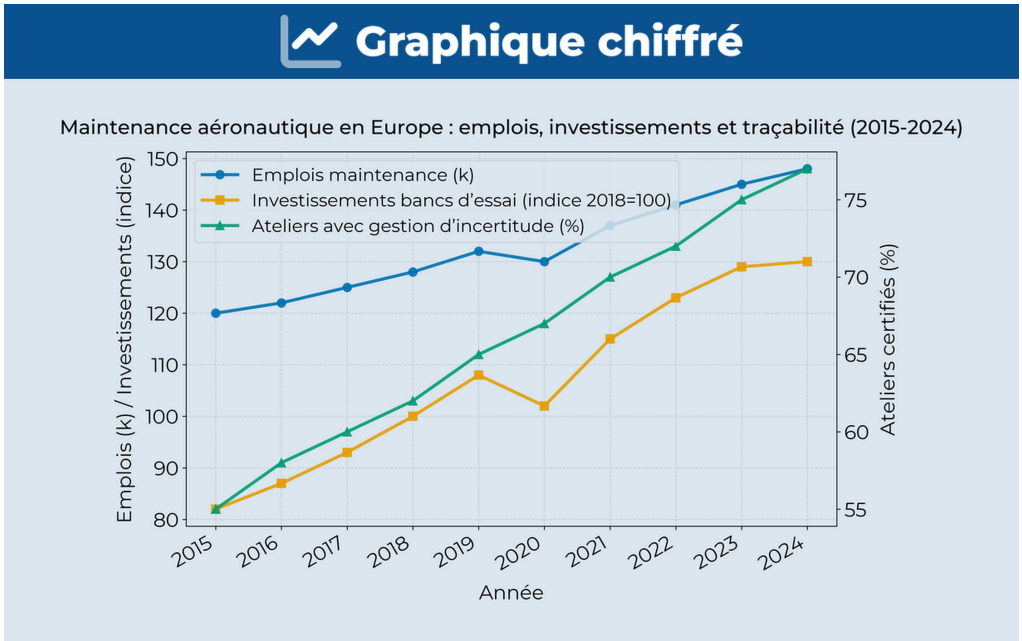
| Scénario | Temps de réparation | Coût estimé |
|---|---|---|
| Technicien seul | 3 Heures | 120 Euros |

| | | |
|---|---|---|
| Deux techniciens | 1,5 Heures | 120 Euros |
| Intervention spécialisée | 1 Heure | 160 Euros |

### 3. Valider la solution et documenter :

**Tester et mesurer :**
Après réparation, refais les mêmes mesures qu'à l'étape d'identification. Compare moyennes et écarts types avant et après pour vérifier l'efficacité. Si la différence est inférieure à 10% reviens dans ta copie.

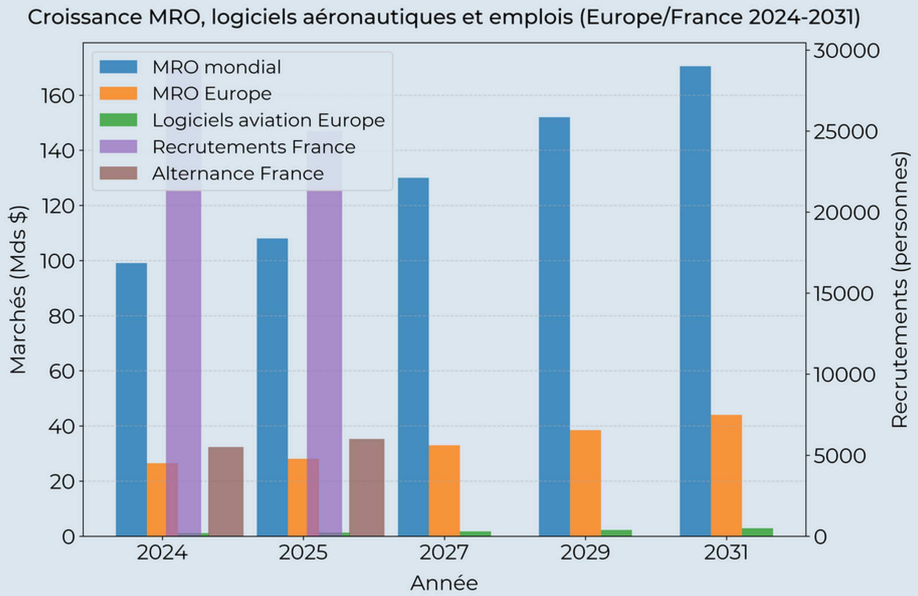
**Estimation d'incertitude :**
Calcule l'incertitude par écart type ou intervalle de confiance simple. Si ta mesure est 160 bar avec un écart type de 2 bar, rapporte l'incertitude à ±2 bar pour la traçabilité.




**Mini cas concret :**
Contexte: capteur d'altitude avec dérive provoquant erreur de 3,6 m en vol. Étapes: mesurer 10 lectures, calculer moyenne avant et après calibration, corriger le coefficient. Résultat: erreur réduite à 0,4 m.
Livrable attendu: rapport de calibration de 1 page, tableau avant/après (10 valeurs), fichier de configuration mis à jour et temps d'intervention total de 90 minutes.

**Exemple de calcul étape par étape :**
Mesures avant moyenne 102,4 unités, après calibration 100,0 unités. Correction appliquée = 100,0 / 102,4 = 0,9766 soit ajustement de -2,34%. Temps d'intervention 1,5 Heures, coût main d'oeuvre 60 Euros.

## Graphique chiffré




**Astuce de terrain :**
Prends toujours photos des instruments avant intervention et note l'heure, cela évite des contestations et facilite la rédaction du rapport.

| Vérification | Action |
|---|---|
| Mesures réalisées | Comparer avant et après |
| Écart type acceptable | Valider si ≤ 5% de la moyenne |
| Documentation | Fournir rapport et fichiers |
| Suivi | Planifier contrôle à 30 jours |

| Checklist opérationnelle | Statut |
|---|---|
| Mesurer et enregistrer 10 valeurs | À faire |
| Calculer moyenne et écart type | À faire |
| Appliquer correction et retester | À faire |
| Rédiger rapport synthétique | À faire |
| Planifier contrôle post-travail | À faire |

J'ai moi-même perdu une matinée à ignorer une donnée aberrante, depuis je note tout systématiquement.

## Ce qu'il faut retenir

Pour résoudre un problème technique, commence par **décrire précisément le symptôme** : quoi, quand, dans quelles conditions. Modélise-le avec quelques variables simples et élimine les mesures aberrantes pour garder 3 à 10 valeurs fiables.

- Utilise une **relation mathématique simple** (linéaire ou autre) pour calculer pente, débits, durées ou vitesses corrigées.
- Convertis les unités, applique pourcentages et **marges de sécurité réalistes** pour temps, coûts et risques de panne.
- Après intervention, refais les mêmes mesures, compare moyennes et écarts types, vérifie que l'écart reste dans une **zone d'incertitude acceptable**.
- Documente tout : valeurs avant/après, photos, fichiers mis à jour et planning de contrôle futur.

En suivant cette méthode structurée, tu gagnes du temps, limites les erreurs et facilites le suivi des interventions techniques.

# Physique-chimie

**Présentation de la matière :**
En Bac Pro Aéro (Aéronautique options avionique, systèmes, structure), la matière **physique-chimie appliquée** relie les notions d'électricité, de mécanique ou de pression aux situations concrètes de maintenance d'aéronefs et à la sécurité des interventions.

Cette matière conduit à une **épreuve de sciences physiques** et chimiques du bac intégrée à l'épreuve scientifique. Elle est souvent évaluée en CCF, ou en épreuve écrite et pratique de 1 h avec un **coefficient 1,5**. Un camarade a compris les formules en calculant la pression des pneus d'un avion.

**Conseil :**
Pour réussir la **physique-chimie en Bac Pro Aéro**, le plus important est la régularité. Plutôt que tout revoir avant le CCF, garde 15 à 20 minutes de révision après les cours.

Appuie-toi sur les situations vues en atelier pour donner du sens aux calculs, sinon tu risques de connaître la formule sans savoir l'appliquer.

- Refais des exercices de base
- Apprends les formules vraiment utiles

# Table des matières


**Chapitre 1 :** Mécanique et mouvements ..... Aller
1. Notions de base ..... Aller
2. Lois et applications pratiques ..... Aller

**Chapitre 2 :** Électricité et circuits simples ..... Aller
1. Notions de base ..... Aller
2. Montages et composants ..... Aller
3. Sécurité et bonne pratique ..... Aller

**Chapitre 3 :** Mesures physiques et sécurité ..... Aller
1. Principes de mesure et étalonnage ..... Aller
2. Mesures pratiques en atelier ..... Aller
3. Sécurité et bonnes pratiques ..... Aller

# **Chapitre 1 :** Mécanique et mouvements

## 1. Notions de base :

**Position, déplacement, trajectoire :**
La position d'un point se définit par ses coordonnées dans un repère, le déplacement est la variation de position et la trajectoire rassemble toutes les positions parcourues par l'objet.

**Référentiels et repères :**
Choisis toujours un référentiel clair, souvent le sol ou le centre de masse. Les mesures changent selon le repère, donc note ton choix pour reproduire l'expérience en atelier.

**Vitesse et accélération :**
La vitesse moyenne vaut distance parcourue divisée par le temps. L'accélération est la variation de vitesse par unité de temps, exprimée en m/s2, utile pour dimensionner les efforts.

**Exemple d'importance de la vitesse :**
Si tu traverses 100 m en 20 s, ta vitesse moyenne est 5 m/s. Cette estimation sert à planifier le temps de diagnostic et évaluer l'énergie nécessaire au mouvement.

## 2. Lois et applications pratiques :

**Lois de newton :**
La deuxième loi se formule F = m a, avec F en newton, m en kilogramme et a en m/s2. Utilise-la pour relier l'effort appliqué à l'accélération observée.

**Manipulation courte :**
But du protocole, mesurer l'accélération d'un chariot en poussée constante pour calculer la force nette et vérifier F = m a dans des conditions réelles.

- Matériel: chariot, capteur de temps, règle graduée, masse calibrée.
- Étapes: poser masse, appliquer force constante, chronométrer parcours, répéter 5 fois.
- Mesures: noter temps et distance, calculer accélération, reporter dans le tableau.

| Essai | Masse (kg) | Force appliquée (n) | Temps (s) | Accélération mesurée (m/s2) |
|---|---|---|---|---|
| Essai 1 | 2 | 5 | 3.0 | 1.60 |
| Essai 2 | 2 | 5 | 3.1 | 1.61 |
| Essai 3 | 2 | 5 | 2.9 | 1.72 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Essai 4 | 3 | 5 | 4.2 | 1.19 |
| Essai 5 | 1.5 | 5 | 2.2 | 2.27 |

**Interprétation des mesures :**
Les valeurs montrent une accélération approchant F/m mais réduite par friction. Compare la moyenne des 5 essai pour estimer l'incertitude et ajuster le modèle en atelier.

**Cas concret atelier :**
Contexte, tu dois diagnostiquer une dérive du train d'atterrissage en mesurant le frottement. Étapes, 3 séries de 5 essais, masse 2 kg, force appliquée 5 N. Résultat, coefficient estimé 0.15.

**Exemple d'atelier :**
Livrable, rapport de 2 page avec tableau des mesures, calculs montrant accélération moyenne à 2 décimales et estimation du coefficient de frottement avec incertitude ±0.02.

| Action | Pourquoi |
|---|---|
| Vérifier la masse | Assurer précision du calcul de a = F/m |
| Calibrer le capteur | Éviter erreur systématique sur le temps |
| Noter le référentiel | Garantir reproductibilité des mesures |
| Réaliser 5 répétitions | Estimer la moyenne et l'écart type |
| Comparer avec modèle théorique | Identifier perte due au frottement |

## Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre pose les bases pour analyser un mouvement en atelier.

- Décris un point par sa **position, déplacement et trajectoire** dans un repère choisi clairement.
- La vitesse moyenne est distance sur temps, l'accélération traduit la variation de vitesse, utile pour estimer efforts et temps d'intervention.
- La **relation F = m a** relie force, masse et accélération. Les mesures sur chariot révèlent le **rôle du frottement** et l'importance des répétitions pour l'incertitude.

En pratique, tu appliques cette méthode pour diagnostiquer un train d'atterrissage, en mesurant frottements, comparant au modèle théorique et produisant un rapport clair et reproductible.

# **Chapitre 2 :** Électricité et circuits simples

## 1. Notions de base :

**Tension, courant, résistance :**
La tension se mesure en volt, elle pousse les charges. Le courant se mesure en ampère, c'est le débit d'électrons. La résistance en ohm limite le courant, observable sur un multimètre.

**Lois fondamentales :**
Ohm décrit la relation entre tension, courant et résistance. Connaître ces relations te permet de prévoir intensité et puissance, utile pour choisir un fusible ou un fil adapté en atelier.

**Exemple d'importance d'ohm :**
Si tu as 12 V et une résistance de 240 ohm, l'intensité sera 0,05 A, ce calcul t'évite de monter un circuit qui chauffe inutilement.

## 2. Montages et composants :

**Circuit série et parallèle :**
En série, le courant est identique dans chaque composant, les résistances s'additionnent. En parallèle, la tension est identique aux bornes, l'intensité se partage entre les branches.

**Composants courants :**
Tu rencontrerás des résistances, diodes, condensateurs, relais et fusibles. Savoir lire les codes couleurs et tester la continuité va te faire gagner 10 à 30 minutes en diagnostic sur avionique.

**Manipulation courte :**
Matériel nécessaire, source 9 V, résistance 220 ohm, multimètre en mode V puis A et câbles. Mesure la tension aux bornes, puis le courant en série. Note chaque valeur soigneusement.

**Formules utiles :**
Ohm, $V = R \times I$, donc $I = V / R$ et $R = V / I$. Les unités sont volt, ampère et ohm, utilise ces formules pour vérifier tes mesures en atelier.

| Élément | Tension (v) | Intensité (a) | Résistance calculée (ω) |
|---|---|---|---|
| Résistance 100 ohm | 9,00 V | 0,09 A | 100 Ω |
| Résistance 220 ohm | 9,00 V | 0,04 A | 225 Ω |
| Résistance 470 ohm | 9,00 V | 0,02 A | 450 Ω |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Résistance 1000 ohm | 9,00 V | 0,009 A | 1000 Ω |

**Exemple de test :**
Tu mesures 9,00 V sur une résistance 220 ohm et 0,04 A, le rapport V / I donne environ 225 ohm, signe d'une tolérance de fabrication acceptable pour une mesure terrain.

## 3. Sécurité et bonne pratique :

**Précautions :**
Coupe toujours l'alimentation avant de manipuler un circuit, pose ton multimètre en position correcte et vérifie la plage. Une erreur de mode peut endommager l'appareil ou le circuit.

**Astuces de stage :**
Étiquette les fils, prends des photos avant démontage, note la valeur des fusibles. Ces gestes te font gagner en moyenne 15 à 45 minutes sur une intervention en rack avionique.

**Exemple d'intervention sur un témoin cabine :**
Contexte, témoin d'avertissement qui reste éteint. Étapes, vérifier tension 12 V, tester continuité du fusible, remplacer fusible 2 A et retester. Résultat, témoin fonctionnel en 30 minutes. Livrable, fiche d'intervention avec 3 mesures chiffrées et photo.

**Erreurs fréquentes :**
Inverser la mesure de courant et tension sur le multimètre est courant. Vérifie toujours les bornes du multimètre pour éviter de faire sauter un fusible ou d'endommager l'appareil.

| Contrôle | Action |
|---|---|
| Vérifier alimentation | Couper la source et mesurer tension à vide |
| Contrôler continuité | Utiliser le buzzer du multimètre sur fusibles et pistes |
| Mesurer intensité | Insérer le multimètre en série et noter la valeur |
| Documenter | Rédiger la fiche d'intervention avec valeurs et photo |
| Rangement | Remettre les outils et isoler la zone de travail |

**Astuce pratique :**
Pense à mesurer la tension de la batterie avant chaque intervention, une batterie à moins de 11 V peut fausser des mesures et compliquer un diagnostic rapide.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Sur un banc de tests, remplacer un câble usé a réduit les faux défauts de 40 pour cent, ce changement simple a économisé environ 2 heures de diagnostic par semaine.

**Mini cas concret :**
Contexte, contrôle d'un circuit d'éclairage cabine après signal d'extinction. Étapes, mesurer 12,0 V à l'entrée, tester lampe, remplacer connecteur oxydé. Résultat, éclairage restauré, courant mesuré 0,06 A. Livrable, rapport d'intervention de 1 page mentionnant 3 mesures et la durée 30 minutes.

## Ce qu'il faut retenir

Tu découvres **tension, courant, résistance** et la loi d'Ohm pour calculer intensité et puissance et choisir fusibles ou fils adaptés. Tu vois la **différence série parallèle** pour comprendre comment se partagent tension et courant.

- Utilise V = R × I pour vérifier tes mesures et repérer une résistance hors tolérance.
- Identifie résistances, diodes, condensateurs, relais, fusibles et teste leur continuité au multimètre.
- Applique la **sécurité avec le multimètre** : alimentation coupée, bon mode, bonnes bornes pour éviter dégâts.
- Adopte des **gestes de diagnostic rapide** : étiquetage, photos, relevé de tensions et courants, contrôle de la batterie.

En maîtrisant ces bases et ces réflexes, tu gagnes du temps en diagnostic, évites les erreurs coûteuses et sécurises tes interventions sur les circuits avioniques.

# **Chapitre 3 :** Mesures physiques et sécurité

## 1. Principes de mesure et étalonnage :

**Choix de l'instrument :**
Pour bien mesurer, choisis l'instrument selon la grandeur, la plage et la précision requises. Privilégie une marge d'environ 20% à 50% entre la mesure attendue et la pleine échelle de l'appareil.

**Étalonnage et traçabilité :**
Vérifie la date d'étalonnage, le certificat et la traçabilité. Un capteur mal étalonné peut fausser une maintenance, compte souvent 1 à 3 heures pour un jeu d'étalonnage complet en atelier.

**Incertitudes et répétabilité :**
Calcule la moyenne et l'incertitude type pour au moins 3 mesures. Moyenne = somme des valeurs divisée par n. Incertitude = écart type divisé par racine de n, les unités doivent toujours suivre.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Choix d'un capteur de pression plus précis a réduit les contrôles supplémentaires de 30%, économisant 2 heures de travail par vérification.

| Élément | Plage utile | Précision typique | Exemple d'usage |
|---|---|---|---|
| Thermocouple | -50 à 1200 °C | ±1 °C | Mesure de température moteur |
| Manomètre | 0 à 10 bar | ±0,5 % | Contrôle pitot-static |
| Accéléromètre | 0,1 à 2000 m/s2 | ±2 % | Analyse vibration de structure |
| Multimètre | mV à 1000 V | ±0,5 % | Contrôle continu d'alimentation |

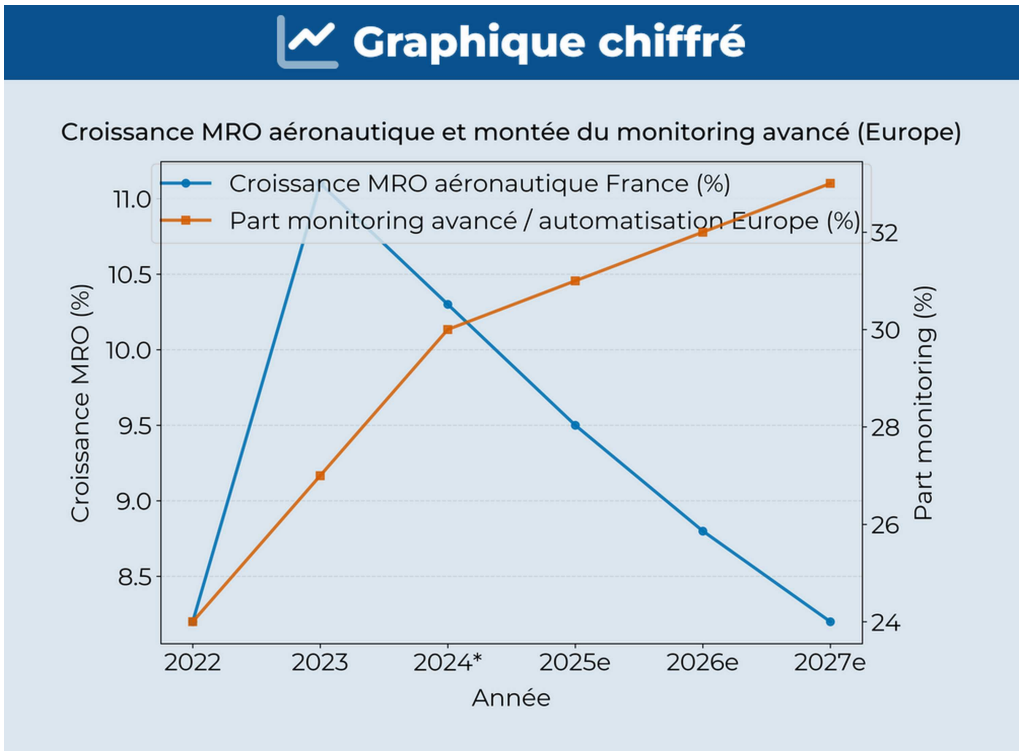
## 2. Mesures pratiques en atelier :

**Mesure de température et courant :**
Utilise thermocouples et multimètre selon la plage. Pour le courant, emploie pince ampèremétrique pour éviter d'ouvrir un circuit. Vérifie l'ordre de grandeur avant de brancher.

**Mesure de vibration et fréquence :**
Avec un accéléromètre, prends au moins 5 mesures à différents points et fais la moyenne. Convertis accélération en déplacement pour une fréquence donnée avec $x = a / (2\pi f)^2$, unités en mètres.

**Interprétation des données :**

Regarde pics de fréquence, valeurs RMS et trends. Une hausse de 20% d'accélération RMS sur 1 semaine indique souvent un déséquilibre ou une usure mécanique à traiter.




**Exemple de manipulation vibration :**
Mesure sur pale d'aile, f = 50 Hz, a RMS = 9,8 m/s2, déplacement x = 9,8 / $(2\pi\times50)^2$ ≈ 9,8 / 98696 ≈ 0,000099 m soit 0,10 mm.

| Point | Fréquence (hz) | Accélération RMS (m/s2) | Déplacement estimé (mm) |
|---|---|---|---|
| Support moteur | 30 | 2,5 | 0,02 |
| Pale 1 | 45 | 5,0 | 0,04 |
| Pale 2 | 50 | 9,8 | 0,10 |
| Train d'atterrissage | 12 | 1,2 | 0,05 |
| Moyenne | — | 4,9 | 0,06 |

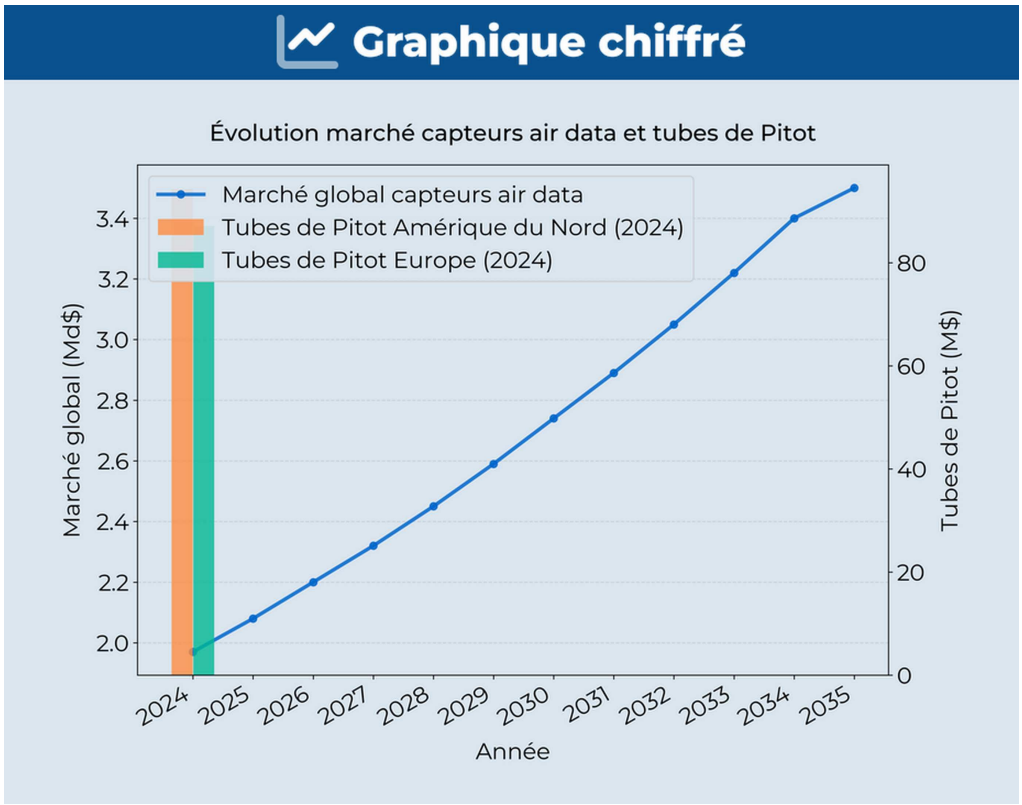
## 3. Sécurité et bonnes pratiques :

**Protections individuelles et environnementales :**
Porte lunettes, gants adaptés et casque selon la tâche. Range les outils et assure une zone claire de 1 à 2 m autour de la mesure pour éviter fausses lectures ou accidents.

**Procédures électriques :**
Coupe l'alimentation avant connexion. Si tu dois mesurer sous tension, utilise un seul instrument adapté et respecte les catégories de sécurité CAT II, CAT III selon l'installation.

**Gestion des risques et étiquetage :**
Étiquette les capteurs non conformes, note la non-conformité sur le rapport. D'après le ministère de la Santé, un environnement sûr réduit les incidents techniques d'environ 40% quand les procédures sont respectées.

**Exemple de cas concret :**
Contexte : contrôle d'un capteur pitot. Étapes : mesurer 5 points de pression, comparer aux valeurs étalonnées, corriger si écart > 2 %. Résultat : un capteur corrigé de 3 % sur la plage moyenne.

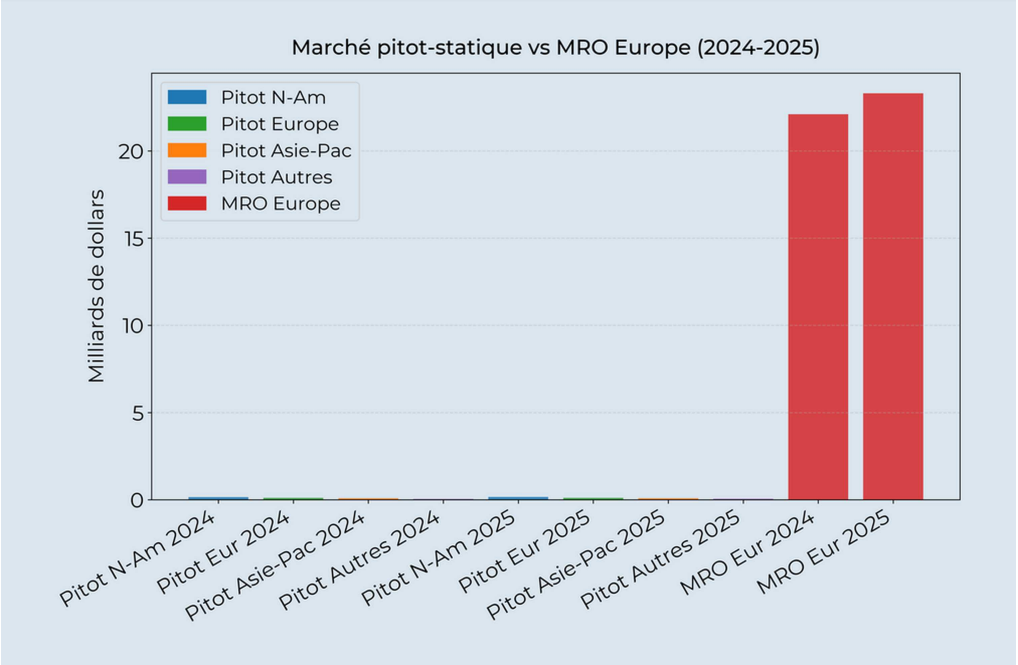



| Action | Fréquence | Responsable | Livrable attendu |
|---|---|---|---|
| Vérification étalonnage | Annuel | Technicien | Certificat d'étalonnage |
| Contrôle avant vol | Avant chaque vol | Équipage au sol | Rapport de contrôle |
| Étiquette non conforme | Immédias | Technicien | Étiquette rouge et fiche |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mise à jour rapport | Après intervention | Ingénieur maintenance | Rapport PDF horodaté |

**Mini cas métier détaillé :**
Contexte : calibrer un transducteur de pression pitot. Étapes : 1) préparer pompe manuelle et manomètre étalon, 2) appliquer 5 points entre 0,1 et 1,0 bar, 3) enregistrer valeurs et calculer écart en %. Résultat : correction appliquée de 0,03 bar soit 3 % à 0,7 bar. Livrable : rapport de calibration de 4 pages incluant tableau de mesures, calcul d'incertitude et étiquette dateée.

## Graphique chiffré




**Check-list opérationnelle :**

- Vérifie la date d'étalonnage de l'instrument avant usage.
- Mesure en triple exemplaire et calcule la moyenne et l'incertitude.
- Étiquette tout capteur hors spécification et isole-le.
- Respecte les EPI adaptés à la tâche, lunettes et gants au minimum.
- Rédige un rapport court, chiffré, avec les actions et les valeurs mesurées.

## Ce qu'il faut retenir

Pour de bonnes mesures, choisis l'instrument adapté à la grandeur avec une **marge de sécurité** de 20 à 50 % sous la pleine échelle. Vérifie systématiquement **étalonnage et traçabilité** et calcule moyenne, écart type et incertitude sur plusieurs mesures.

- Utilise thermocouples, multimètre et pince ampèremétrique sur la bonne plage, en contrôlant l'ordre de grandeur avant branchement.
- Pour les vibrations, réalise **mesures répétées et moyennées**, analyse pics, valeurs RMS et évolution dans le temps.
- Porte les EPI, coupe l'alimentation quand c'est possible et respecte les **procédures de sécurité électrique** adaptées à la catégorie d'installation.

Étiquette tout capteur non conforme, isole-le et documente tes interventions par un rapport chiffré afin d'assurer fiabilité des données et réduction des incidents.

# Économie-gestion

**Présentation de la matière :**
En **Bac Pro Aéro**, options avionique, systèmes ou structure, la matière économie-gestion t'aide à comprendre le **fonctionnement concret des entreprises** aéronautiques et ton environnement professionnel.

Tu y abordes surtout le **contrat de travail**, la rémunération et les bases de la **création d'entreprise** appliquées au monde aéronautique.

Cette matière conduit à une **sous-épreuve d'économie-gestion** d'un **coefficient 1**, évaluée au fil de la 1re et de la terminale en CCF. Hors CCF, tu passes un oral d'économie-gestion de 30 minutes en fin de formation.

**Conseil :**
Pour réussir en économie-gestion, mise sur une **révision régulière**. Par exemple, réserve **20 minutes 2 ou 3 soirs** par semaine pour relire ton cours et un exercice lié à l'aéronautique.

Pense tôt à ton **dossier de projet**, de 3 à 5 pages, il pèse dans la note d'économie-gestion en CCF, notée sur 20 dont 8 points pour ce projet.

- Planifier **2 ou 3 séances** pour rédiger et finaliser ce dossier
- T'entraîner à **présenter ton projet** à voix haute pendant 5 minutes

L'un de mes amis a gagné en aisance le jour où il a présenté son projet devant 2 camarades avant l'oral officiel.

# Table des matières


**Chapitre 1 :** Fonctionnement de l'entreprise ..... Aller
1. Organisation et acteurs de l'entreprise ..... Aller
2. Ressources, cycles et indicateurs ..... Aller

**Chapitre 2 :** Droits et devoirs du salarié ..... Aller
1. Droits essentiels ..... Aller
2. Devoirs du salarié ..... Aller
3. Application pratique et cas concret ..... Aller

**Chapitre 3 :** Gestion des coûts et des ressources ..... Aller
1. Identifier et classer les coûts ..... Aller
2. Élaborer le budget et calculer la marge ..... Aller
3. Suivre et piloter les ressources ..... Aller

**Chapitre 4 :** Organisation et communication au travail ..... Aller

1. Organisation du travail ..... Aller
2. Communication interne et externe ..... Aller
3. Outils, indicateurs et cas concret ..... Aller

# **Chapitre 1 :** Fonctionnement de l'entreprise

## 1. Organisation et acteurs de l'entreprise :

**Structure juridique et missions :**
Une entreprise peut être une SARL, SA, SAS ou une entreprise individuelle, chaque forme change la responsabilité, la gestion et la fiscalité. Cela guide les décisions opérationnelles et les embauches.

**Les acteurs internes :**
L'équipe de production, le bureau d'études et la direction collaborent pour produire, assurer la qualité et respecter les délais. Connais bien leurs rôles pour mieux communiquer en atelier.

**Parties prenantes externes :**
Clients, fournisseurs, sous-traitants et organismes de contrôle influencent les commandes et les normes. Garde des relations stables, elles permettent d'obtenir des délais de livraison fiables et des prix compétitifs.

**Exemple d'organisation d'un atelier :**
Dans un atelier avionique de 8 techniciens, 1 responsable qualité et 1 chef d'équipe, la répartition permet de réparer 12 avions par mois en respectant les contrôles réglementaires.

Une fois en stage, j'ai appris qu'une bonne communication évite 30% des erreurs d'assemblage, c'était un vrai déclic pour moi.

## 2. Ressources, cycles et indicateurs :

**Ressources matérielles et humaines :**
Les ressources comprennent outils, pièces détachées, bancs d'essai et savoir-faire des techniciens. Planifie les consommables et prévoit 2 à 3% de perte annuelle pour l'outillage.

**Cycle de production et coûts :**
Un cycle comprend diagnostic, intervention, test et livraison, chaque étape entraîne un coût. Calcule le coût horaire, dépenses et marge pour savoir si une mission est rentable.

**Indicateurs clés de performance :**
On suit le taux de rendement, le délai moyen, le taux de non conformités et la marge brute. Ces indicateurs aident à prioriser les améliorations et à réduire les coûts.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Réduction du temps de test de 20% en réorganisant les postes, ce qui a augmenté la capacité de 3 avions supplémentaires par mois et économisé 4 500 euros mensuels.

**Mini cas concret :**
Contexte: un atelier avionique facture 30 000 euros par mois avec coût de revient de 22 000 euros. Étapes: analyse des postes, réaffectation des tâches et formation de 2 techniciens pendant 10 jours.

Résultat: réduction du coût horaire de 9% et gain de capacité de 3 interventions par mois, soit 4 500 euros de marge mensuelle supplémentaire. Livrable attendu: rapport de 4 pages et tableau budgétaire mensuel.

Pour calculer la marge, prends le chiffre d'affaires moins le coût de revient, le tableau ci-dessous montre les montants mensuels et l'interprétation pour un atelier typique.

| Indicateur | Valeur / calcul |
|---|---|
| Chiffre d'affaires | 30 000 euros par mois |
| Coût de revient | 22 000 euros par mois |
| Marge brute | 8 000 euros par mois (CA - coût) |
| Taux de marge | 27% (marge brute / CA) |
| Productivité | 12 interventions par mois pour 8 techniciens |

**Calculs pas à pas :**
Commence par rassembler CA et coûts directs mensuels, soustrais pour obtenir la marge brute, divise par le CA pour obtenir le taux de marge. Interpréte si la marge suffit à financer investissements.

**Conseils opérationnels :**
Mesure chaque indicateur toutes les 4 semaines, fixe objectifs réalistes et partage les résultats avec l'équipe. Une mise à jour mensuelle suffit souvent pour piloter un atelier.

**Check-list terrain :**

- Vérifier les stocks de pièces critiques chaque lundi matin
- Contrôler 1 échantillon complet par semaine pour la qualité
- Calculer le coût horaire après chaque changement d'équipe
- Documenter 2 non conformités et actions correctives chaque mois
- Partager le tableau des indicateurs avec l'équipe tous les 30 jours

## Ce qu'il faut retenir

Comprendre le fonctionnement d'une entreprise t'aide à mieux agir en atelier et à éviter les erreurs coûteuses.

- La **structure juridique choisie** influence responsabilité, gestion, fiscalité et décisions d'embauche.
- Les **équipes internes coordonnées** et les parties prenantes externes assurent qualité, délais et prix compétitifs.
- Ressources matérielles et humaines doivent être planifiées, avec pertes et consommables anticipés.
- Les **indicateurs de performance clés** comme marge, délais et non conformités guident les améliorations et la rentabilité.

En suivant régulièrement les indicateurs et en communiquant clairement avec l'équipe, tu peux optimiser le cycle de production, réduire les coûts et augmenter la capacité tout en sécurisant la marge de l'atelier.

## **Chapitre 2 :** Droits et devoirs du salarié

### 1. Droits essentiels :

**Accès à la formation :**
Tu as droit à des actions de formation pour progresser professionnellement, l'employeur doit faciliter l'accès et informer sur le plan de développement des compétences.

**Rémunération et bulletin de paie :**
Le salaire doit être versé régulièrement, l'employeur te remet un bulletin de paie détaillé chaque mois, contenant salaire brut, cotisations, net à payer et congés.

**Exemple de calcul de salaire :**
Contrat de 35 heures avec salaire brut 1 800 euros mensuels, charges salariales approximatives 22%, ton salaire net sera autour de 1 404 euros par mois, avant impôt.

**Protection et santé au travail :**
Tu dois bénéficier d'un environnement sécurisé, équipements de protection fournis, formation sécurité, et visites médicales obligatoires fixées selon le poste.

### 2. Devoirs du salarié :

**Obligation de loyauté et respect du règlement :**
Tu dois agir de bonne foi envers l'entreprise, respecter le règlement intérieur, éviter tout comportement nuisant à l'image ou aux activités de l'équipe.

**Respect des horaires et sécurité :**
Arrive à l'heure, respecte les pauses, signale tout incident immédiatement, et applique les procédures sécurité pour toi et tes collègues en atelier.

**Confidentialité et propriété intellectuelle :**
Tu dois protéger les informations techniques et les plans, ne pas les divulguer sans autorisation, et respecter les droits liés aux innovations réalisées en stage ou mission.

**Astuce organisation :**
Note les procédures sécurité sur ton téléphone, révise-les avant la prise de poste, et demande une démonstration pratique si tu doutes d'un geste ou d'une machine.

### 3. Application pratique et cas concret :

**Contrat et période d'essai :**
Vérifie la durée du contrat, type CDD ou CDI, et la période d'essai qui peut être renouvelée une fois selon l'ancienneté et la nature du poste technique.

**Sanctions et procédures disciplinaires :**

En cas de manquement, l'employeur suit une procédure graduée, avertissement, mise à pied, puis licenciement possible, toujours avec respect du droit à la défense.

**Mini cas concret :**
Contexte: stage atelier structures 6 semaines, 35 heures hebdomadaires, mission réparer 3 panneaux selon plan, étapes: diagnostic, réparation, contrôle, livrable: rapport d'intervention et fiche de contrôle signée.

| Élément | Valeur | Commentaire |
|---|---|---|
| Salaire brut | 1 800 euros | Base pour calcul des cotisations |
| Charges salariales | 22% | ≈ 396 euros prélevés |
| Salaire net approximatif | 1 404 euros | Avant impôt sur le revenu |
| Congés payés | 2,5 jours/mois | Soit 30 jours ouvrables pour 12 mois |

Petite anecdote: la première fois en atelier j'ai oublié mes gants, j'ai reçu un avertissement et j'ai retenu l'importance des EPI pour la sécurité et la réputation professionnelle.

**Check-list opérationnelle :**

- Vérifie ton contrat et la fiche de poste dès la signature.
- Conserve tes bulletins de paie pendant au moins 5 ans.
- Respecte les procédures sécurité et porte les EPI obligatoires.
- Signale tout accident ou quasi-accident immédiatement à ton tuteur.
- Documente tes interventions avec rapport et photos pour le livrable final.

## Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre rappelle tes **droits essentiels au travail** et les devoirs qui vont avec.

- Tu as droit à la **formation et à l'information** sur ton évolution, à un salaire régulier et à un bulletin de paie détaillé.
- L'employeur doit assurer ta **sécurité et ta santé** via EPI, formations et visites médicales adaptées au poste.
- Tu dois être loyal, respecter le règlement, les horaires, les règles de sécurité et la confidentialité des données techniques.
- Le contrat précise type, période d'essai et sanctions possibles, appliquées de façon graduée avec respect de ta défense.

En pratique, vérifie ton contrat, garde tes bulletins, applique les consignes de sécurité et documente sérieusement ton travail pour renforcer ta crédibilité professionnelle.

# **Chapitre 3 :** Gestion des coûts et des ressources

## 1. Identifier et classer les coûts :

**Définition des coûts :**
Un coût, c'est ce que l'entreprise dépense pour produire un service ou réparer un avion. Il peut être ponctuel ou récurrent, et il influence directement le prix final et la rentabilité des interventions.

**Coûts directs et indirects :**
Les coûts directs se rattache à une tâche précise, comme une pièce à 120 €. Les coûts indirects couvrent l'électricité ou l'atelier, répartis entre plusieurs travaux selon une clé d'imputation.

**Amortissements et charges non encaissées :**
Les outils et bancs d'essai s'amortissent, tu dois répartir leur coût sur plusieurs années. Cela ajoute une charge annuelle à intégrer dans le budget d'atelier pour éviter les surprises.

**Astuce organisation :**
Garde une feuille de suivi simple avec 3 colonnes, date, nature du coût, montant. En fin de semaine, tu verras les postes qui pèsent le plus et tu pourras agir.

## 2. Élaborer le budget et calculer la marge :

**Construction d'un budget prévisionnel :**
Commence par lister les coûts fixes annuels et les coûts variables estimés pour 12 mois. Ajoute un pourcentage pour les imprévus, par exemple 5 à 10 % selon l'activité et la criticité des opérations.

**Calcul de la marge et interprétation :**
La marge = Prix de vente moins coût de revient. Si tu fixes une intervention à 400 € et que le coût total est 250 €, la marge est 150 €, soit 37,5 %.

**Allocation des ressources et coût horaire :**
Pour connaître le coût horaire, divise les charges annuelles d'un technicien par son temps productif annuel. Par exemple, 35 000 € par an divisé par 1 600 heures donne environ 21,9 € par heure.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Tu repères que le remplacement d'un composant prend 90 minutes. En réorganisant l'outillage tu passes à 60 minutes, soit une économie de 33 % sur la main d'œuvre, multipliée par 50 interventions par an.

| Indicateur | Formule | Valeur cible |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| Budget prévisionnel annuel | Somme des coûts fixes et variables | Ex. 120 000 € |
| Coût horaire technicien | Charges annuelles / Heures productives | Ex. 22 €/h |
| Marge brute | Prix vente - Coût de revient | Ex. 37,5 % |
| Taux de pièces défectueuses | Nombre de pièces rejetées / Total pièces | ≤ 2 % |

## 3. Suivre et piloter les ressources :

**Outils de suivi et fréquence :**
Utilise un tableau de bord mensuel avec 4 à 6 indicateurs clés, contrôlé chaque mois. Cela permet de repérer les dérives de coûts et d'ajuster les actions rapidement.

**Gestion des stocks et pièces de rechange :**
Fixe des seuils de réapprovisionnement basés sur la consommation mensuelle. Par exemple, si tu consommes 30 pièces par mois, maintiens un stock sécurité de 45 pièces, soit 1,5 mois.

**Planification et affectation des techniciens :**
Planifie les interventions en fonction des compétences et du coût horaire. Regroupe les petites interventions pour réduire les déplacements et gagner 10 à 20 % de productivité.

**Mini cas concret - optimisation atelier :**
Contexte: atelier de maintenance avec 2 techniciens, coût annuel 70 000 € et 1 600 heures productives. Étapes: mesurer temps, réorganiser outillage, ajuster planning. Résultat: gain 200 heures par an, économie 4 380 €.

**Livrable attendu :**
Un plan d'action de 3 pages listant gains attendus chiffrés, nouveau planning et stock cible, plus un tableau récapitulatif des économies annuelles estimées.

**Check-list opérationnelle :**

- Vérifier chaque mois le budget consommé par poste.
- Comparer le coût horaire réel au prévisionnel.
- Contrôler les seuils de stock et réapprovisionner à temps.
- Mesurer les temps d'intervention avant et après optimisation.
- Documenter toute dépense exceptionnelle et son justification.

**Astuce de stage :**
Quand tu es en atelier, note les tâches qui prennent le plus de temps pendant 2 semaines, cela t'aidera à proposer 2 ou 3 actions concrètes et rapides pour gagner du temps et réduire les coûts.

## Ce qu’il faut retenir

Identifie coûts directs, indirects et amortissements pour obtenir un **coût de revient fiable** et bâtir un budget prévisionnel réaliste avec une petite marge d'imprévus. Calcule ensuite la **marge brute par intervention** et quelques indicateurs simples pour suivre tes performances.

- Suivre chaque semaine une feuille simple de coûts pour repérer les postes qui pèsent le plus.
- Calcule le coût horaire de chaque technicien et regroupe les petites interventions pour gagner jusqu'à 20 %.
- Fixe des seuils de stock et contrôle le taux de pièces défectueuses pour limiter les pertes.

Avec un tableau de bord mensuel et quelques indicateurs clés, tu pilotes mieux ton atelier, évites les dérives de coûts et proposes des actions chiffrées pour améliorer la rentabilité.

# **Chapitre 4 :** Organisation et communication au travail

## 1. Organisation du travail :

**Planification et répartition des tâches :**
Planifier, c'est éviter le stress du jour. Fais des listes quotidiennes, répartis les tâches selon les compétences de l'équipe et prévois des marges de 10 à 20% pour les imprévus.

**Gestion des temps et priorités :**
Identifie les tâches urgentes et importantes, puis classe-les. En atelier, vise des durées standardisées, par exemple 30 à 120 minutes selon l'opération, pour mieux estimer tes interventions.

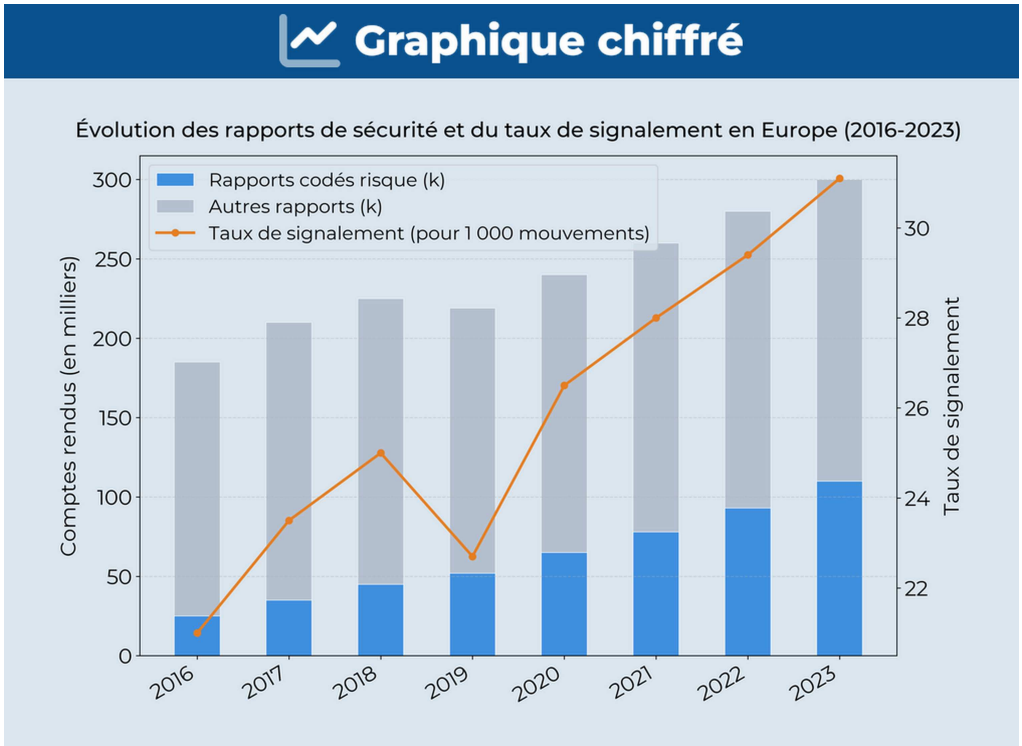
**Règles, procédures et sécurité :**
Respecter les procédures réduit les erreurs. Vérifie toujours la fiche technique, le certificat d'étalonnage et le log book, et note toute anomalie sur le rapport d'intervention.

**Exemple d'organisation d'une journée en atelier :**
Le chef d'équipe répartit 6 interventions pour 3 techniciens, garde 2 heures tampon pour tests et contrôles, et consigne chaque réparation dans le carnet de bord numérique.

## 2. Communication interne et externe :

**Canaux et règles de communication :**
Choisis des canaux clairs, comme messages internes pour urgences et mail pour dossiers. Limite les messages vocaux à 2 minutes maximum pour rester efficace en période d'activité intense.

**Transmission d'informations techniques :**
Utilise des comptes rendus standardisés pour chaque intervention, avec photo, heures d'arrivée et de départ, pièces changées et signature. Cela évite 70% des malentendus selon le retour d'expérience en stage.




**Communication avec la production et la qualité :**
Informe la qualité dès qu'un écart est détecté. Un signalement clair permet une analyse rapide et parfois une économie de 500 à 2 000 euros sur la réparation d'un lot défectueux.

**Astuce terrain :**
Lors d'un premier contact, reformule la demande du pilote ou du responsable pour t'assurer d'avoir bien compris, cela évite les retours inutiles et fait gagner du temps.

## 3. Outils, indicateurs et cas concret :

**Outils numériques et supports :**
Adopte des outils simples, carnet numérique, planning partagé ou application de suivi d'intervention. Ces outils réduisent de moitié les pertes d'information sur une semaine typique d'atelier.

**Indicateurs de performance à suivre :**
Surveille quelques indicateurs clés, comme délai moyen d'intervention, taux d'incidents récurrents et taux d'occupation. Ces chiffres permettent de prioriser les actions d'amélioration.

| Indicateur | Définition | Objectif |
|---|---|---|
| Délai moyen d'intervention | Temps moyen entre signalement et début d'intervention | Moins de 48 heures |

| | | |
|---|---|---|
| Taux d'incidents récurrents | Pourcentage d'incidents identiques en 30 jours | Moins de 5% |
| Taux d'occupation atelier | Pourcentage du temps facturable par rapport au temps disponible | Entre 75% et 90% |

**Mini cas concret - gestion d'une panne avionique :**
Contexte: Un avion signale une alarme avionique avant départ, créant un retard prévu de 3 heures. L'équipe de 4 techniciens doit intervenir rapidement pour respecter le planning de la journée.

**Étapes :**

- Prendre connaissance du rapport d'alarme et isoler le système affecté.
- Effectuer tests de diagnostic pendant 60 à 90 minutes.
- Remplacer la pièce défectueuse si nécessaire, puis tester 30 minutes en vol simulé.
- Rédiger un rapport d'intervention et informer le planning pour mise à jour.

**Résultat et livrable attendu :**
Résultat: Remise en service en 2 heures 45 minutes, soit un gain de 15 minutes sur l'estimation. Livrable: rapport d'intervention complet, photos, numéro de la pièce changée et mise à jour du carnet de bord.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Après mise en place d'un protocole de communication, le délai moyen d'intervention est passé de 72 heures à 36 heures, réduisant ainsi les retards et les coûts liés aux immobilisations.

**Checklist opérationnelle pour l'atelier :**

| Étape | Action rapide |
|---|---|
| Avant intervention | Lire le rapport d'alarme et rassembler les outils nécessaires |
| Diagnostic | Effectuer tests documentés et prendre photos |
| Réparation | Remplacer pièces en respectant la traçabilité |
| Contrôle final | Tester 30 minutes et valider le bon fonctionnement |
| Compte rendu | Rédiger rapport et notifier les responsables |

**Erreurs fréquentes et conseils :**
Ne pas documenter une intervention est l'erreur la plus répandue. Écris toujours l'heure, la cause, la pièce et le test final. C'est ton meilleur garant en cas de contrôle qualité.

**Exemple d'erreur fréquente :**
Un technicien oublie d'indiquer la référence d'une pièce remplacée, ce qui provoque une mauvaise commande et un délai de 5 jours pour la réparation finale.

**Ressenti personnel :**
J'ai souvent vu qu'une bonne communication réduit le stress en fin de journée, c'est une leçon que j'ai apprise pendant mes 3 premiers mois en stage.

## Ce qu'il faut retenir

Organiser ton travail limite urgences et stress. Planifie ta journée, répartis selon les compétences et garde une marge pour les imprévus. Respect des procédures et traçabilité écrite sécurisent les interventions. Utilise des outils numériques pour centraliser infos et planning.

- Renseigne toujours un **rapport d'intervention complet** avec photos, heures et pièces.
- Choisis des canaux clairs et reformule la demande pour une **communication interne efficace**.
- Suis quelques **indicateurs de performance clés** pour réduire délais et incidents récurrents.

Avec cette **planification du travail** et une communication structurée, tu gagnes en fiabilité, en temps et en sérénité au quotidien.

# Prévention-santé-environnement

**Présentation de la matière :**
La matière **Prévention-santé-environnement** t'apprend à protéger ta santé et l'environnement dans le **Bac Pro Aéro** au quotidien.

Tu étudies les risques d'atelier, le bruit, les produits chimiques, la fatigue, mais aussi les **gestes de premiers secours**. Un camarade m'a confié qu'il se sentait plus en sécurité après ces cours.

Cette matière conduit à une épreuve écrite nationale de **Prévention-santé-environnement**, notée sur 20, d'une durée de 2 heures, coefficient 1, passée en fin de terminale en CCF ou en examen ponctuel.

**Conseil :**
Pour réussir, relie chaque notion de **PSE en Bac Pro** à une situation vue en atelier, en PFMP ou en vie quotidienne.

Consacre 2 fois 20 minutes par semaine à relire le cours, compléter tes fiches et refaire les schémas de **prévention des risques**.

Pour t'organiser, tu peux adopter ces **petites habitudes simples** au fil de l'année :.

- Relire rapidement le cours
- Noter 2 idées clés
- Faire un sujet blanc mensuel

# Table des matières


**Chapitre 1 :** Hygiène, santé et modes de vie ..... Aller
1. Principes de base de l'hygiène et de la santé ..... Aller
2. Prévention, risques et obligations sur le terrain ..... Aller

**Chapitre 2 :** Risques professionnels et prévention ..... Aller
1. Identification des risques ..... Aller
2. Prévention et mesures techniques ..... Aller
3. Organisation, procédures et urgence ..... Aller

**Chapitre 3 :** Gestes et attitudes de secours ..... Aller
1. Préparer l'intervention ..... Aller
2. Gestes de secours essentiels ..... Aller
3. Attitudes et communication ..... Aller

# **Chapitre 1 :** Hygiène, santé et modes de vie

## 1. Principes de base de l'hygiène et de la santé :

**Hygiène personnelle :**
Prends soin de ton hygiène quotidienne, mains propres, ongles courts, vêtements propres et chaussures adaptées en atelier. Ces gestes réduisent les risques d'infection et améliorent ta concentration pendant 8 à 10 heures de travail.

**Sommeil et récupération :**
Vise 7 à 9 heures de sommeil régulier pour récupérer. Un cycle de sommeil respecté diminue la somnolence et les erreurs lors des TP et des contrôles en vol ou en maintenance.

**Alimentation et hydratation :**
Prends des repas équilibrés, riches en protéines et légumes, et hydrate-toi souvent, au moins 1,5 litre d'eau par jour. Évite les boissons sucrées avant un contrôle technique pour garder ta vigilance.

**Exemple d'organisation de journée :**
Se lever à 6h30, petit-déjeuner protéiné à 7h00, arrivée en atelier à 8h00, pauses hydratation toutes les 2 heures, et coucher vers 22h30 pour obtenir 8 heures de sommeil.

**Exemple d'hygiène rapide avant TP :**
Nettoie la zone de travail, mets des gants et des lunettes, vérifie l'état des EPI 5 minutes avant de débuter, et note toute anomalie sur la fiche d'intervention.

**Anecdote vécue :**
Anecdote: une fois j'ai oublié mes gants avant un TP, j'ai perdu 45 minutes à refaire la préparation et j'ai retenu la leçon pour tous mes stages suivants.

## 2. Prévention, risques et obligations sur le terrain :

**Dangers fréquents et réflexes :**
En atelier, risques courants: coupures, brûlures, chocs électriques et exposition aux solvants. Réflexe immédiat, arrêter la source si possible, alerter, protéger la victime et appliquer les premiers secours selon la gravité.

**Obligations et rôles :**
L'équipe doit appliquer le protocole sécurité, le chef d'atelier vérifie les EPI et la formation. Tu dois signaler tout incident dans les 24 heures et remplir la fiche d'accident pour traçabilité.

**Mini cas concret :**

Contexte: inspection prévol d'un train d'atterrissage avant un court vol. Objectif: détecter corrosion et sécuriser la pièce en 2 heures pour autoriser le vol sans délai.

- Étape 1 - Préparer outils et EPI, temps estimé 15 minutes.
- Étape 2 - Inspection visuelle et au chiffon, 30 minutes, noter défauts.
- Étape 3 - Mesure profondeur de corrosion, si >0,5 mm bloquer et réparer, sinon nettoyage et protection.
- Résultat attendu - Pièce certifiée en bon état ou mise hors service, livrable: rapport d'intervention d'une page et 3 photos horodatées.

**Astuce pour le stage :**
Prends des photos systématiques avant et après intervention, note les temps passés en minutes, et garde au moins 3 preuves pour le livrable. Ces éléments facilitent les retours lors des audits.

| Risque | Cause | Réflexe immédiat | Indicateur de suivi |
|---|---|---|---|
| Coupure | Outils tranchants mal protégés | Pansement, alerte, fiche d'incident | Nombre d'incidents par mois |
| Brûlure | Contact thermique ou chimique | Rincer, isoler, consulter le protocole | Temps moyen d'intervention en minutes |
| Intoxication | Inhalation de solvants | Évacuer, oxygène si nécessaire, alerter secours | Taux d'aération mesuré en ppm |

**Check-list opérationnelle :**

- Vérifier EPI avant chaque intervention.
- Contrôler l'outillage et sécuriser les pièces mobiles.
- Mesurer l'aération en cas d'utilisation de solvants.
- Remplir la fiche d'intervention et prendre 3 photos horodatées.
- Signaler tout incident au responsable sous 24 heures.

## Ce qu'il faut retenir

Pour tenir une journée d'atelier, mise sur une **hygiène personnelle rigoureuse**, des vêtements adaptés et des EPI en bon état. Un **sommeil régulier suffisant** et une alimentation équilibrée limitent erreurs et somnolence en TP ou en contrôle.

- Hydrate-toi souvent et évite les boissons sucrées avant un contrôle pour garder ta vigilance.

- En cas de risque en atelier, applique immédiatement les **réflexes de premiers secours** et alerte.
- Signale tout incident sous 24 heures et assure la **traçabilité des interventions** avec fiche et photos.

En résumé, prends soin de ton corps, respecte les consignes de sécurité et documente chaque action. Tu gagneras en efficacité, en crédibilité et en sécurité au quotidien.

# **Chapitre 2 :** Risques professionnels et prévention

## 1. Identification des risques :

**Cartographie des risques :**
Repère les zones dangereuses dans ton atelier, sur la plateforme ou le hangar, et note les sources de danger pour chaque poste de travail afin de prioriser les actions préventives.

**Dangers principaux :**

- Bruitage et perte auditive liée à l'exposition prolongée à plus de 85 dB
- Chutes de hauteur lors d'interventions en nacelle ou sur fuselage
- Risque électrique et haute tension pour avionique et systèmes
- Exposition aux produits chimiques et poussières composites
- Troubles musculosquelettiques liés aux manutentions et postures

**Exemple d'identification des risques :**
Lors d'un stage, on a cartographié 12 postes de travail, identifié 3 points critiques liés au bruit et à la manutention, puis priorisé 2 mesures simples à mettre en place en 2 semaines.

| Risque | Cause | Mesure préventive | Responsable | Indicateur |
|---|---|---|---|---|
| Bruitage | Outillage bruyant et cabine non isolée | Capotage, écrans acoustiques, EPI auditifs | Responsable maintenance | Niveau en dB et nombre d'expositions/heures |
| Chute de hauteur | Travail sur nacelles ou surfaces glissantes | Harnais, lignes de vie, formation travail en hauteur | Chef d'atelier | Taux d'incident par mois |
| Electrocution | Intervention sur circuits haute tension | Verrouillage des sources, consignation, gamme d'intervention | Référent électrique | Nombre d'interventions consignées |
| Produits chimiques | Solvants, carburant, résines | Fiche de données sécurité, ventilation, gants adaptés | Responsable HSE | Taux d'AT lié aux expositions |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TMS | Manutentions répétées et postures contraignantes | Aides à la manutention, rotation des tâches | Encadrant de production | Nombre de jours d'arrêt par an |

## 2. Prévention et mesures techniques :

**Mesures collectives prioritaires :**
Privilégie la protection collective avant l'EPI, installe des capotages, ventilations et dispositifs d'arrêt d'urgence pour réduire l'exposition à la source et améliorer la sécurité globale.

**Gestion des EPI :**
Choisis l'EPI adapté, vérifie son marquage et date, contrôle-le tous les 3 mois, garde une fiche de suivi et remplace après incident ou 12 mois si usure visible.

**Astuce entretien des EPI :**
Range les casques, gants et lunettes hors poussière, note les contrôles sur un registre papier ou numérique, prévois 1 EPI de rechange pour 10 personnes en poste.

## 3. Organisation, procédures et urgence :

**Qui fait quoi et quand ?**
Définis le responsable sécurité, le référent PSE, et l'encadrant. L'employeur doit réaliser l'évaluation des risques et mettre à jour le document unique au moins une fois par an.

**Procédures d'urgence et premiers secours :**
Place une trousse et un défibrillateur accessibles, forme 1 à 2 sauveteurs secouristes par site, pratique un exercice d'évacuation au moins 1 fois par an et teste l'alarme chaque mois.

**Exemple de cas concret :**
Contexte : stage en maintenance aéronautique, fuite carburant lors d'une inspection, équipe 4 personnes. Étapes : couper alimentation carburant en 5 minutes, évacuer 3 personnes, sécuriser zone et ventiler 20 minutes. Résultat : intervention sans blessé, arrêt travaux 4 heures. Livrable attendu : rapport d'incident d'une page et plan d'actions avec 3 mesures correctives envoyé sous 24 heures.

**Retours d'expérience et indicateurs :**
Suit les indicateurs comme nombre d'incidents par mois, taux de conformité des EPI, et durée moyenne d'intervention. Ces chiffres te permettent de mesurer l'efficacité des actions préventives.

**Checklist opérationnelle :**

| Vérification | Fréquence | Responsable |
|---|---|---|
| Contrôle EPI et marquage | Tous les 3 mois | Chef d'atelier |
| Test alarme et évacuation | Chaque mois | Référent sécurité |
| Relevé niveau sonore | Après modification d'outillage | Responsable maintenance |
| Mise à jour document unique | Annuel | Employeur |

**Pourquoi c'est utile ?**
Respecter ces règles te protège et évite des arrêts de production coûteux, parfois plusieurs milliers d'euros par incident. Un atelier bien organisé réduit aussi les erreurs et améliore la confiance de l'équipe.

**Astuce de terrain :**
Lors d'un stage, noter chaque petit incident sur un tableau blanc a permis de réduire la récidive de 30 pour cent en 3 mois, la preuve que la communication simple marche bien.

## Ce qu'il faut retenir

Identifie et note les zones dangereuses avec une **cartographie des risques** pour prioriser les actions dans l'atelier.

- Surveille bruit, chutes de hauteur, électricité, produits chimiques et TMS, avec mesures préventives dédiées.
- Applique d'abord les **mesures collectives prioritaires** puis complète avec des EPI choisis, contrôlés et remplacés régulièrement.
- Définis qui gère la sécurité, les EPI, le document unique et les **procédures d'urgence claires** (évacuation, premiers secours).
- Utilise un tableau de bord et un **suivi des indicateurs sécurité** pour vérifier l'efficacité des actions et ajuster le plan.

En appliquant cette organisation simple et suivie, tu réduis les accidents, évites les arrêts de production coûteux et renforces la confiance dans ton équipe.

# **Chapitre 3 :** Gestes et attitudes de secours

## 1. Préparer l'intervention :

**Évaluer la sécurité :**
Avant d'intervenir, vérifie que toi et la victime êtes hors de danger immédiat, repère les risques mécaniques, électriques ou chimiques, et éloigne les sources si tu peux le faire sans te mettre en danger.

**Alerter et demander de l'aide :**
Si la situation dépasse tes compétences, appelle immédiatement les secours, indique lieu précis, nombre de victimes et état, D'après le ministère de la Santé, compose le 15 ou le 112 selon la situation.

**Matériel et protection :**
Utilise des gants, un masque si possible, et un pansement compressif. Prépare un défibrillateur si accessible, garde ton trousseau de secours prêt et vérifié toutes les 6 mois en stage.

**Exemple d'organisation rapide :**
En hangar, je sécurise l'aire en 30 secondes, je demande à un collègue d'appeler les secours, puis je pose des gants et j'évalue la victime avant d'agir.

## 2. Gestes de secours essentiels :

**Arrêt cardiaque et RCP :**
Si la personne est inconsciente et ne respire pas normalement, commence la RCP immédiatement, 30 compressions pour 2 insufflations, à un rythme de 100 à 120 compressions par minute, profondeur 5 à 6 cm.

**Contrôle des hémorragies :**
En cas de saignement abondant, applique une pression directe, surélève le membre si possible, et utilise un pansement compressif. Si le saignement ne s'arrête pas en 2 minutes, pose un garrot proximal si tu sais le faire.

**Brûlures et choc :**
Pour une brûlure, refroidis 10 à 20 minutes à l'eau tiède, retire bijoux et vêtements non collés, puis protège avec un pansement stérile. Surveille les signes de choc et allonge la victime en relevant ses jambes si nécessaire.

**Exemple de RCP avec défibrillateur :**
Sur un collègue en arrêt, nous avons commencé la RCP immédiatement, posé un DEA en 2 minutes et délivré un choc, réanimation effective en 6 minutes avant l'arrivée des secours.

| Situation | Priorité de l'action | Durée cible |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| Inconscience sans respiration | Débuter RCP et alerter | Immédiate, DEA en 3 à 5 minutes |
| Hémorragie artérielle | Compression forte puis garrot si nécessaire | Contrôler en moins de 5 minutes |
| Brûlure importante | Refroidir puis protéger | Refroidir 10 à 20 minutes |

## 3. Attitudes et communication :

**Attitude calme et rassurante :**
Garde une voix posée, explique brièvement ce que tu fais, et demande le consentement si la victime est consciente, ton calme réduit le stress et facilite la coopération de la victime et des témoins.

**Transmission aux secours :**
À l'arrivée des secours, donne l'identité éventuelle de la victime, les gestes déjà effectués, les signes vitaux et l'heure de début de la prise en charge, cela accélère la prise en charge professionnelle.

**Registre et suivi :**
Rédige un compte rendu immédiat, note heure d'alerte, gestes réalisés, noms des intervenants, et joins photos si utile. Ce document sert de livrable pour l'établissement et pour la sécurité au travail.

**Exemple de message aux secours :**
« Hangar sud, technicien 28 ans inconscient, respiration absente, RCP débutée à 11h12, DEA appliqué, demande ambulance et SMUR, présence d'1 témoin. ».

**Astuce de stage :**
Sur le terrain, garde une pochette avec gants, compresses et un garrot, et vérifie-la toutes les 4 à 6 semaines, cela t'évite de perdre du temps en urgence.

**Mini cas concret :**
Contexte :
Un technicien se coupe fortement la jambe sur une tôle en maintenance dans le hangar, perte de sang importante, témoin appelle, victime consciente mais pâle.

**Étapes :**
1) Sécurise la zone en 20 secondes, 2) applique pression directe avec un pansement, 3) demande alerte secours à 11h05, 4) si saignement persiste 2 minutes, pose un garrot proximal correctement.

**Résultat et livrable attendu :**

Résultat, saignement contrôlé en 6 minutes, évacuation par ambulance à 11h25, victime stabilisée. Livrable, rapport d'incident daté avec heure des gestes, photos et fiche de suivi médicale remise aux secours.

| Check-list opérationnelle | Action |
|---|---|
| Sécuriser la zone | Éloigner sources de danger en moins de 30 secondes |
| Protéger tes mains | Mettre des gants avant tout contact |
| Alerter correctement | Donner lieu, état, nombre de victimes, gestes déjà faits |
| Contrôler hémorragie | Compression directe 2 minutes, puis garrot si nécessaire |
| Documenter l'incident | Remplir rapport avec heures, actions et témoins |

## Ce qu'il faut retenir

Avant d'agir, assure ta **sécurité et celle** de la victime, sécurise la zone, mets des gants et fais alerter en donnant infos clés (lieu, nombre, état).

- En arrêt cardiaque, démarre une **RCP de qualité** immédiatement, 30 compressions pour 2 insufflations, utilise le DEA dès que possible.
- Pour une hémorragie abondante, fais une **compression directe efficace**, surélève le membre, puis pose un garrot si le saignement persiste.
- Pour les brûlures, refroidis 10 à 20 minutes, protège avec un pansement stérile et surveille les signes de choc.
- Reste calme, rassure, explique tes gestes et **transmets un bilan précis** puis rédige rapidement un compte rendu.

En appliquant ces étapes simples avec méthode, tu gagnes de minutes et facilites le travail des secours professionnels.

# Langue vivante A (Anglais)

**Présentation de la matière :**
En Bac Pro Aéro, options avionique, systèmes ou structure, la matière **Langue vivante A** (Anglais) t'entraîne à comprendre et utiliser l'anglais utile pour la maintenance, la sécurité et la lecture de **documents techniques simples**.

Cette matière conduit à l'épreuve de **épreuve de langue vivante** du Bac Pro Aéronautique, surtout **orale et en CCF**. L'épreuve, notée sur 20 avec un **coefficient 2**, dure environ 20 minutes en contrôle ponctuel, dont 5 minutes de préparation, avec un niveau attendu proche de B1+.

**Conseil :**
Pour réussir en **Langue vivante A** (Anglais), concentre-toi sur l'oral. Parle en classe, même avec des erreurs, et réutilise le **vocabulaire aéronautique vu** en cours et en PFMP. Tu verras, c'est souvent rassurant de sentir **tes progrès à l'oral**.

Tu peux t'organiser simplement :

- **Prévois 10 minutes** par jour pour revoir du vocabulaire ciblé
- Prépare 3 phrases pour présenter ton stage ou ton projet

Un camarade a **gagné 2 points** à l'épreuve en appliquant ça, alors évite de tout laisser pour la veille.

# Table des matières


**Chapitre 1 :** Compréhension orale de situations simples ..... Aller
1. Comprendre l'essentiel des consignes orales ..... Aller
2. Stratégies pour suivre une conversation simple ..... Aller

**Chapitre 2 :** Compréhension écrite de textes courts ..... Aller
1. Repérer l'idée principale et le détail ..... Aller
2. Stratégies de lecture active ..... Aller
3. Pratique et cas concrets ..... Aller

**Chapitre 3 :** Vocabulaire courant et expressions usuelles ..... Aller
1. Vocabulaire technique de base ..... Aller
2. Expressions usuelles en atelier et en communication ..... Aller
3. Communication écrite et rapports simples ..... Aller

**Chapitre 4 :** Anglais professionnel de base ..... Aller
1. Expressions de base en milieu professionnel ..... Aller
2. Communication écrite professionnelle ..... Aller

3. Communication orale et situations d'urgence ..... Aller
**Chapitre 5 :** Lecture de documentation technique simple ..... Aller
1. Reconnaître les types de documents ..... Aller
2. Lire les consignes et schémas ..... Aller
3. Vocabulaire et abréviations utiles ..... Aller

# **Chapitre 1 :** Compréhension orale de situations simples

## 1. Comprendre l'essentiel des consignes orales :

**Identifier le but d'un message :**
Écoute d'abord l'idée principale, cherche un objectif clair, par exemple une consigne de sécurité ou une demande simple. Note les mots utiles et répète mentalement pour vérifier la compréhension.

**Repérer les mots clés :**
Concentre-toi sur les chiffres, les verbes d'action et les noms d'équipement. Ces mots te permettent de reconstruire le sens même si tu rates quelques mots entre les phrases.

**Exemple d'écoute :**
"Please shut down the engine before removing the panel." (Veuillez arrêter le moteur avant d'enlever le panneau.) Écoute les verbes d'action comme "shut down" pour agir correctement.

**Astuce pratique :**
Si tu rates un mot, reformule la phrase dans ta tête avec les mots compris, puis demande une répétition courte en anglais, par exemple "Could you repeat number two?" (Peux-tu répéter le point numéro deux ?).

## 2. Stratégies pour suivre une conversation simple :

**Écoute active et prise de notes :**
Utilise des abréviations et des symboles pour noter rapidement, par exemple "eng off" pour "engine off". Une prise de notes propre te permet de restituer un message en 10 à 30 secondes.

**Demander des clarifications :**
Apprends 3 formules clés pour demander une précision, répète-les en contexte et utilise-les dès que nécessaire pour éviter les erreurs opérationnelles.

**Exemple de dialogue :**
"Can you confirm the part number?" (Peux-tu confirmer le numéro de pièce ?) — "It's PN 12345." (C'est la référence 12345.) Ce type d'échange est fréquent en atelier.

**Exemple de cas concret :**
Contexte : briefing sécurité avant intervention sur un avion. Étapes : écouter 3 consignes, noter 4 chiffres importants, confirmer oralement. Résultat : intervention démarrée en 5 minutes, zéro incident rapporté.

Livrable attendu : un résumé oral de 30 secondes en anglais contenant 3 points clés et les 2 numéros de référence, noté sur la feuille d'intervention.

**Mini dialogue en situation atelier :**
"Do you need a torque wrench?" (As-tu besoin d'une clé dynamométrique ?) — "Yes, set it to 50 Nm." (Oui, règle-la à 50 Nm.) Utilise ces phrases pour gagner du temps et assurer la sécurité.

| Expression en anglais | Traduction en français |
|---|---|
| Please read the checklist | Veuillez lire la liste de vérification |
| Shut down the engine | Arrêtez le moteur |
| Confirm the part number | Confirmez le numéro de pièce |
| I didn't catch that | Je n'ai pas compris |
| Repeat, please | Répétez, s'il vous plaît |
| Set the torque to 50 Nm | Réglez le couple à 50 Nm |
| Is the panel secured? | Le panneau est-il sécurisé ? |
| Check the fuel level | Vérifiez le niveau de carburant |
| Stand by for instructions | Attendez les instructions |

**Erreurs fréquentes :**
Voici des formulations souvent entendues et la façon correcte de les comprendre ou de les dire pour éviter les malentendus.

- Wrong: "I no understand" — Correct: "Je ne comprends pas" (dire "I don't understand" en anglais).
- Wrong: "You repeat" — Correct: "Pouvez-vous répéter ?" (dire "Could you repeat?" en anglais).
- Wrong: "Engine down" — Correct: "Engine shut down" (arrêter le moteur, phrase complète à privilégier).
- Wrong: "Number part?" — Correct: "Quel est le numéro de pièce ?" (dire "What is the part number?" en anglais).

**Check-list opérationnelle à utiliser sur le terrain :**

- Avant d'écouter, active ta concentration, retire les distractions.
- Note immédiatement les chiffres et références, utilise abréviations.
- Confirme oralement 1 ou 2 points clés en anglais pour valider.
- Si doute, demande une répétition courte et précise.
- Rédige un résumé de 30 secondes pour le compte rendu.

## Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à comprendre des consignes orales simples en anglais et à sécuriser tes interventions.

- Repère d'abord le **but du message** puis les mots clés: chiffres, verbes d'action, équipement.
- Pratique une **écoute active avec notes** en abréviations pour restituer l'info rapidement.
- Utilise quelques phrases types pour **demander une clarification** et confirmer numéros ou consignes.
- Applique une **check-list opérationnelle courte**: te concentrer, noter, confirmer, reformuler en résumé de 30 secondes.

En combinant attention, prise de notes et demandes de répétition ciblées, tu peux suivre un briefing sécurité, dialoguer en atelier et éviter les malentendus critiques.

# **Chapitre 2 :** Compréhension écrite de textes courts

## 1. Repérer l'idée principale et le détail :

**Identifier le type de texte :**
Commence par repérer si le texte est une notice, un e-mail technique, un rapport de maintenance ou une fiche produit, cela t'aide à savoir quoi chercher et quel registre de vocabulaire attendre.

**Trouver l'idée principale :**
Lis le premier et le dernier paragraphe pour capter l'idée globale, puis reformule en une phrase simple. Cette méthode te fait gagner environ 1 à 2 minutes par document lors d'une épreuve.

**Relever les détails techniques :**
Après l'idée générale, surligne les chiffres, références de pièces, noms de composants et verbes d'action, ils sont souvent les éléments clés pour comprendre une consigne ou un défaut signalé.

**Exemple d'extraction d'idée :**
"The maintenance report notes a leak on hydraulic actuator A3." (Le rapport de maintenance signale une fuite sur l'actionneur hydraulique A3.) Voilà l'idée concise à garder pour un résumé.

## 2. Stratégies de lecture active :

**Skimming et scanning :**
Skimming te permet d'avoir l'idée générale, scanning sert à trouver des éléments précis comme des références ou des valeurs. Alterne les deux selon le temps imparti et l'objectif de lecture.

**Gestion du vocabulaire technique :**
Repère les mots inconnus, déduis leur sens par le contexte, et note une traduction rapide. Dix mots ciblés par texte suffisent souvent pour comprendre le cœur d'un court document.

| Expression | Traduction |
|---|---|
| to inspect | Inspecter |
| to replace | Remplacer |
| leak | Fuite |
| actuator | Actionneur |
| failure | Défaillance |

| | |
|---|---|
| manual | Manuel |
| safety | Sécurité |
| supply | Alimentation |

**Utiliser le contexte :**
Si un terme te bloque, lis la phrase précédente et suivante. Le contexte technique donne souvent la nature du mot, ça évite de stopper ta lecture pour chercher chaque terme dans un dictionnaire.

**Astuce pour gagner du temps :**
Skimming en 30 à 60 secondes te donne l'idée générale, puis scanning ciblé de 2 à 3 minutes extrait les détails techniques nécessaires pour un résumé ou une réponse courte. ("Skim the text quickly." (Parcourir rapidement le texte.))

## 3. Pratique et cas concrets :

**Mini cas concret :**
Contexte, tu reçois un rapport de maintenance de 2 pages sur un capteur. Étapes, repérer 3 anomalies, vérifier références et lire les instructions. Résultat attendu, un résumé de 150 mots et 3 lignes annotées.

**Livrable attendu :**
Fournis un fichier texte de 150 mots précisant 3 anomalies identifiées, 2 actions recommandées et les références des pièces à remplacer. Ce livrable sert en stage comme preuve d'analyse.

**Checklist opérationnelle :**

| Étape | Action rapide |
|---|---|
| Lire le titre | Définir le type de document en 15 secondes |
| Repérer chiffres | Surligner valeurs et références |
| Identifier verbes | Noter actions à réaliser |
| Rédiger résumé | 150 mots maximum, 3 points clés |

**Erreurs fréquentes :**
Bad: "I go to maintenance yesterday." (Mauvais: "I go to maintenance yesterday." (Je vais à la maintenance hier.)) Correcte: "I went to maintenance yesterday." (Je suis allé en maintenance hier.)

Bad: "The leak is small but it make problem." (Mauvais: "The leak is small but it make problem." (La fuite est petite mais elle fait problème.)) Correcte: "The leak is small but it causes a problem." (La fuite est petite mais elle cause un problème.)

**Mini-dialogue utile :**
"Where is the maintenance report?" (Où est le rapport de maintenance ?) "It is on the desk, page two shows the leak." (Il est sur le bureau, la page deux montre la fuite.)

**Exemple de cas concret :**
Tu analyses un e-mail de service long de 120 mots, tu dois extraire 4 consignes, proposer 2 priorités et produire un résumé de 80 à 120 mots à remettre en 30 minutes.

Astuce de terrain, en stage j'ai appris qu'un résumé clair de 150 mots peut sauver 10 à 20 minutes de réunion, sois précis et hiérarchise les informations.

## Ce qu'il faut retenir

Pour comprendre rapidement un texte technique court, commence par **identifier le type de document**, puis lis titre, premier et dernier paragraphes pour l'idée principale.

- Surligne chiffres, références, noms de pièces et **verbes d'action clés** pour capter les consignes.
- Utilise le **duo skimming et scanning** : survol global, puis recherche ciblée de valeurs et anomalies.
- Gère le vocabulaire inconnu grâce au contexte et à une petite liste de termes techniques importants.
- Applique une **checklist de lecture** puis rédige un résumé structuré avec anomalies, actions et priorités.

En t'entraînant sur des rapports et e-mails réels, tu gagneras du temps, éviteras les erreurs de langue et produiras des synthèses utiles en stage comme en examen.

## **Chapitre 3 :** Vocabulaire courant et expressions usuelles

### 1. Vocabulaire technique de base :

**Pièces et outils :**
Apprends d'abord les mots pour les pièces et les outils, ils reviennent dans 90% des tâches en atelier. Connaître ces termes évite de perdre 5 à 10 minutes à demander une traduction.

**Verbes courants :**
Concentre-toi sur 10 verbes fréquents en maintenance, par exemple check, replace, tighten, inspect et test. Ils servent pour procédures écrites et instructions orales pendant les interventions.

**Exemple :**
"Check the landing gear" (Vérifie le train d'atterrissage) est une phrase courte que tu entendras lors des inspections pré-vol, elle évite des erreurs critiques si tu la comprends immédiatement.

| English | Français |
|---|---|
| Engine | Moteur |
| Landing gear | Train d'atterrissage |
| Wiring | Câblage |
| Panel | Tableau |
| Bolt | Boulon |
| Nut | Écrou |
| Harness | Faisceau |
| Calibration | Calibrage |
| Fault | Défaut |
| Circuit breaker | Disjoncteur |
| Panel removal | Retrait de panneau |

### 2. Expressions usuelles en atelier et en communication :

**Consignes et messages courts :**

Maîtrise des phrases courtes pour la sécurité et l'efficacité, par exemple "Stand clear", "Hold the prop", "Report a leak". Elles raccourcissent l'échange et évitent les risques pendant 10 à 15 minutes d'opération.

**Exemple :**
"Can I start the engine?" (Puis-je démarrer le moteur?) "Yes, clear prop area" (Oui, dégagez la zone de l'hélice) sont deux répliques simples qui évitent un incident si tout le monde les comprend.

**Erreurs fréquentes :**
Voici des erreurs courantes en anglais et la version correcte en français pour t'aider à parler plus clairement avec l'équipe et les instructeurs.

- Wrong: "I have 30 minutes ago completed check." Correct: "J'ai terminé la vérification il y a 30 minutes."
- Wrong: "I will do the repair tomorrow morning 8." Correct: "Je ferai la réparation demain matin à 8 heures."
- Wrong: "The bolt is looseed." Correct: "Le boulon est desserré."
- Wrong: "Can you to help me?" Correct: "Peux-tu m'aider ?"

## 3. Communication écrite et rapports simples :

**Formules pour les rapports :**
Utilise des phrases courtes et standard pour les fiches d'intervention, par exemple "Replaced part, serial number X" ou "Operational test OK". Ces formules rendent ton rapport lisible en 30 secondes.

**Cas concret :**
Contexte: Remplacement d'un capteur de pression sur un circuit hydraulique pendant un stage de 4 heures. Étapes: diagnostic 30 minutes, démontage 45 minutes, remplacement 60 minutes, test 45 minutes.

**Exemple :**
L'intervention a réduit le défaut de pression de 20% à 0%, le livrable attendu est un rapport d'intervention d'une page contenant photos, numéros de série et test final daté et signé.

| Étape | Action | Durée estimée |
|---|---|---|
| Diagnostic | Vérifier capteur et câblage | 30 minutes |
| Démontage | Retirer panneau et fixations | 45 minutes |
| Remplacement | Installer capteur neuf, serrer correct | 60 minutes |
| Test final | Mesurer pression et fouler | 45 minutes |

| Vérifier | Action recommandée |
|---|---|
| Équipement de protection | Mettre lunettes et gants avant intervention |
| Numéro de série | Photographier et noter pour le rapport |
| Test fonctionnel | Effectuer test de 10 minutes après remplacement |
| Signature | Faire signer le responsable et scanner |

Astuce: En stage, garde une fiche avec 30 phrases types traduites, tu gagneras environ 10 minutes par intervention en évitant des clarifications inutiles. J'ai essayé ça au premier stage et ça change tout.

## Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'aide à maîtriser l'anglais d'atelier: mots techniques, consignes orales et écrites, et rédaction de rapports simples.

- Mémorise le **vocabulaire des pièces** et outils clés pour comprendre la plupart des consignes d'atelier.
- Concentre-toi sur **10 verbes essentiels** de maintenance (check, replace, tighten, inspect, test) pour donner et exécuter les ordres.
- Apprends les **phrases courtes de sécurité** et mini-dialogues pré-vol pour éviter malentendus, erreurs et incidents.

Utilise aussi des **formules de rapport standard** et une fiche de 30 phrases types traduites: tu gagnes du temps et échanges mieux avec l'équipe.

# **Chapitre 4 :** Anglais professionnel de base

## 1. Expressions de base en milieu professionnel :

**Formules d'accueil et de présentation :**
À l'atelier, tu dois te présenter clairement, dire ton nom, ton rôle et la tâche. Ces phrases te font gagner du temps et évitent les malentendus lors des consignes quotidiennes.

**Demander et confirmer des instructions :**
Apprends des phrases courtes pour demander une précision et répéter l'information reçue. Répéter réduit les erreurs sur les pièces, les mesures et les procédures de sécurité.

**Numéros, mesures et références :**
Pratique dire les numéros de pièces, les unités et les tolérances en anglais. Les erreurs sur un numéro ou une cote coûtent du temps et parfois une pièce.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Say the part number, then read it back, for instance "Part three zero four two" (Part trente zéro quatre deux). This avoids ordering wrong components.

| Phrase en anglais | Traduction française |
|---|---|
| Good morning, I am John from inspection | Bonjour, je suis John du contrôle |
| Can you repeat the part number? | Peux-tu répéter le numéro de pièce ? |
| I will perform a visual inspection | Je vais effectuer une inspection visuelle |
| Torque to 50 Nm | Serrer à 50 Nm |
| Tolerance plus or minus 0.5 mm | Tolérance plus ou moins 0,5 mm |
| I need the maintenance manual page 12 | J'ai besoin de la page 12 du manuel de maintenance |
| Is the part traceable? | La pièce est-elle traçable ? |
| I will log this in the maintenance report | Je vais consigner cela dans le rapport de maintenance |
| Standby, checking tools | Attendez, je vérifie les outils |
| Could you hand me the torque wrench? | Peux-tu me passer la clé dynamométrique ? |

**Exemple de passage de consignes :**

Shift handover: "Engine oil check completed, quantity 3.2 liters" (Contrôle huile moteur terminé, quantité 3,2 litres). The next person signs the log.

## 2. Communication écrite professionnelle :

**E-mails courts et clairs :**
Rédige des e-mails en 3 phrases: situation, action demandée, délai. Les techniciens apprécient la clarté, tu gagnes souvent 10 à 30 minutes par demande.

**Rapports de maintenance :**
Structure ton rapport en objet, symptômes, actions, pièces changées, résultats et signature. Vise une page, 6 points, pour faciliter la lecture par l'ingénieur responsable.

**Vocabulaire pour les fiches d'intervention :**
Utilise des mots-clés anglais standard pour les pièces, actions et défauts. Une fiche bien remplie réduit les retouches et les relances fournisseurs.

**Exemple d'e-mail court :**
"Request: replacement of hydraulic pump, urgent 24h" (Demande: remplacement de la pompe hydraulique, urgent 24h). Add part number and contact.

| Checklist opérationnelle | Action attendue |
|---|---|
| Identifier la panne | Décrire symptômes et heure |
| Lister les pièces | Indiquer numéros et quantités |
| Réaliser l'intervention | Noter durée et opérateur |
| Tester la fonction | Valider les mesures |
| Archiver le rapport | Nom du fichier et date |

**Mini cas concret :**
Contexte: fuite hydraulique sur vérin. Étapes: diagnostic 15 minutes, démontage 30 minutes, remplacement joint, test 10 minutes. Résultat: fuite stoppée, temps total 55 minutes. Livrable: rapport d'intervention 1 page avec photo.

## 3. Communication orale et situations d'urgence :

**Appels radio et téléphone :**
Utilise des phrases courtes, claires et les mots clés "affirmative" ou "negative". Énonce toujours le numéro de l'équipement et ton nom pour la traçabilité en cas d'incident.

**Expressions d'urgence et sécurité :**
Apprends 6 à 8 expressions d'urgence en anglais et leur traduction, par exemple "fire" ou "evacuate". Une réaction rapide facilite l'évacuation et protège l'équipe.

**Prise de rendez-vous et gestion des pièces :**
Pour commander une pièce, donne le numéro, la quantité et le délai requis. Indique aussi l'adresse de livraison et le contact, évite des livraisons erronées et 1 à 2 jours de retard.

**Mini dialogue radio :**
"Control, this is workshop two, we have a hydraulic leak on engine three" (Contrôle, ici atelier deux, nous avons une fuite hydraulique sur le moteur trois).
"Copy workshop two, isolate system and report back in 5 minutes" (Bien reçu atelier deux, isoler le système et faire un rapport dans 5 minutes).

**Erreurs fréquentes :**
Attention aux formulations littérales qui créent des confusions. Voici 3 erreurs courantes avec correction en français.

- Wrong: "I fix the problem now" — Correct: "Dire que le problème est résolu uniquement après test et validation" (Ne pas dire que c'est fini sans vérification).
- Wrong: "It is broken good" — Correct: "Préciser l'état réel et les symptômes, pas des adjectifs vagues" (Expliquer précisément les symptômes).
- Wrong: "No problem" for safety issues — Correct: "Toujours signaler un problème de sécurité immédiatement" (Ne pas minimiser un risque).

**Exemple d'appel pour pièce :**
"Requesting two new bushings, part 5042, delivery tomorrow morning" (Demande de deux coussinets, pièce 5042, livraison demain matin). N'oublie pas le numéro et la date souhaitée.

## Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'aide à communiquer en anglais dans l'atelier et en maintenance.

- Présente-toi clairement: nom, fonction, tâche, avec des **formules d'accueil professionnelles**.
- Demande, répète et confirme les consignes pour sécuriser **numéros de pièces et mesures**.
- Rédige des e-mails en 3 phrases et des **rapports de maintenance structurés** pour gagner du temps.
- En urgence, utilise des phrases radio courtes, des **expressions de sécurité clés** et des demandes de pièces complètes.

En maîtrisant ces expressions simples, tu limites les erreurs, améliores la traçabilité et facilites le travail de toute l'équipe, même avec un anglais de base.

# **Chapitre 5 :** Lecture de documentation technique simple

## 1. Reconnaître les types de documents :

**Documentation générale :**
Tu dois d'abord identifier si c'est un manuel, une fiche technique, une notice d'entretien ou un schéma, cela prend souvent entre 2 et 5 minutes et oriente toute ta lecture.

**Indices visuels :**
Regarde les titres, numéros de révision, tableaux et encadrés, ils te donnent l'information clé comme la référence P/N ou la limite de couple à appliquer avant toute intervention.

**Exemple de repérage :**
Find the part number P/N 12345 in the top corner, it tells you what to order in ten minutes. (Trouve le numéro de pièce P/N 12345 dans le coin supérieur, il t'indique quoi commander en dix minutes.)

## 2. Lire les consignes et schémas :

**Procédures pas à pas :**
Lis l'objectif, puis les étapes numérotées et les outils requis, respecte l'ordre indiqué, souvent 3 à 10 étapes suffisent pour une opération standard en atelier ou en stage.

**Symboles et unités :**
Apprends les symboles de sécurité, les couples en Nm, vitesses en rpm et tensions en V, sache convertir vite, par exemple 1 inch = 25,4 mm pour vérifier des cotes.

**Exemple de dialogue :**
Can you read the torque value on the drawing? (Peux-tu lire la valeur de couple sur le dessin ?)
Yes, it is 50 Nm. (Oui, c'est 50 Nm.)

| English | Français |
|---|---|
| Part number | Numéro de pièce |
| Torque | Couple |
| Refer to figure | Se référer à la figure |
| Do not disassemble | Ne pas démonter |
| Caution | Attention |
| Tighten to | Serrer à |
| Loosen | Desserrer |

## 3. Vocabulaire et abréviations utiles :

**Abréviations courantes :**
Retiens P/N, S/N, TBO, RPM, SOP et ASR, elles reviennent dans 80% des notices, et te font gagner du temps en lecture si tu les maîtrises dès le premier jour en atelier.

**Traduction rapide :**
Traduis les verbes clés comme 'tighten' et 'inspect' avant l'intervention, une erreur sur 'tighten to 30 Nm' peut coûter 1 000 euros ou compromettre la sécurité, donc sois précis.

**Exemple de cas concret :**
Context: During a 45 minute internship task, you replace a faulty sensor and follow the maintenance sheet step by step. (Contexte : Pendant une tâche de stage de 45 minutes, tu remplaces un capteur défectueux et suis la fiche maintenance étape par étape.)
Steps: Identify P/N, gather tools, remove sensor, fit new sensor, torque to 10 Nm, test for 5 minutes. (Étapes : Identifier le P/N, rassembler les outils, dépose du capteur, pose du nouveau capteur, serrer à 10 Nm, test de 5 minutes.)

Result: Task completed in 45 minutes, downtime reduced by 30 minutes, parts cost 120 euros. Deliverable: Annotated maintenance sheet with P/N, S/N, torque value and time spent. (Résultat : Tâche terminée en 45 minutes, temps d'indisponibilité réduit de 30 minutes, coût des pièces 120 euros. Livrable : Fiche maintenance annotée avec P/N, S/N, valeur de couple et temps passé.)

| Vérification | Que contrôler |
|---|---|
| Vérifier la révision du manuel | Contrôler la date et le numéro de révision |
| Identifier P/N et S/N | Comparer avec la commande et le carnet |
| Vérifier les outils | Clef dynamométrique réglée à la valeur indiquée |
| Contrôler les unités | S'assurer que Nm et mm sont bien utilisés |
| Consigner les anomalies | Noter tout écart dans la fiche et prévenir le supérieur |

### Ce qu'il faut retenir

Tu dois d'abord identifier le document: manuel, fiche, notice ou schéma, puis repérer titres, révisions, tableaux et références P/N. Cela te donne le bon contexte et évite les erreurs avant toute intervention sur le matériel.

- Lire l'objectif, suivre les étapes numérotées et les outils listés, toujours respecter l'ordre de la procédure écrite.

- Maîtriser les **symboles de sécurité**, couples en Nm, vitesses en rpm et conversions comme **1 inch = 25,4 mm**.
- Mémoriser les abréviations P/N, S/N, RPM, TBO et vérifier révision, unités et outils avant chaque tâche.

En t'entraînant à **lecture rapide et précise** des notices et à traduire les verbes clés comme tighten ou inspect, tu sécurises tes interventions et gagnes du temps en atelier.

# Arts appliqués et cultures artistiques

**Présentation de la matière :**
En Bac Pro Aéronautique, la matière **Arts appliqués et cultures artistiques** t'aide à comprendre comment on conçoit une affiche, un logo ou un espace intérieur liés à l'aéronautique. Un camarade a adoré imaginer la livrée d'un avion.

Sur les 3 ans, tu suis environ **84 heures de cours**. Cette matière conduit à l'épreuve d'arts appliqués et cultures artistiques, de **coefficient 1**, en contrôle en cours de formation ou en **épreuve écrite de 1h30** en fin de terminale, notée sur 20.

**Conseil :**
Pour réussir en arts appliqués en Bac Pro Aéronautique, le plus important est de t'entraîner régulièrement. Consacre **20 à 30 minutes** par semaine à des croquis rapides liés aux avions, aux hangars ou aux outils.

Pense aussi à préparer l'épreuve en avance. Voici quelques habitudes efficaces :

- Planifie 2 séances de dessin court avant chaque période d'évaluation
- Travaille à partir de photos d'avions, d'ailes ou de cockpits
- Relis les notions d'histoire des arts au moins 2 fois avant l'épreuve

Avec cette organisation régulière, tu arrives serein à l'épreuve et tu gagnes facilement quelques points.

# Table des matières


**Chapitre 1 :** Notions de dessin et de croquis ..... Aller
1. Principes de base du dessin ..... Aller
2. Réaliser un croquis technique ..... Aller

**Chapitre 2 :** Découverte de mouvements artistiques ..... Aller
1. Comprendre les mouvements ..... Aller
2. Mouvements clés à connaître ..... Aller
3. Démarche créative et mise en pratique ..... Aller

**Chapitre 3 :** Codes visuels et communication graphique ..... Aller
1. Codes et signes visuels ..... Aller
2. Couleur et signification ..... Aller
3. Mise en page et lisibilité ..... Aller

# **Chapitre 1 :** Notions de dessin et de croquis

## 1. Principes de base du dessin :

**Matériel et repères :**
Pour bien débuter, équipe-toi d'un crayon HB, 2B, gomme, règle métallique, compas et papier A4 ou A3. Un croquis rapide prend 5 à 10 minutes, une étude 30 à 60 minutes.

**Perspective et projections :**
Comprends la différence entre perspective à 1 ou 2 points et projections orthographiques. En atelier, on travaille souvent en vues dessus, face et profil, et en échelle 1:5 ou 1:10 selon la pièce.

**Lignes et cotations :**
Apprends les types de lignes, traits forts pour contours, traits fins pour détails, hachures pour coupes. Les cotes se donnent en mm, tolérances typiques pour petites pièces sont ±0,5 mm.

**Exemple d'étude d'une charnière :**
Tu fais un croquis en 15 minutes, mesures prises, plan coté à l'échelle 1:5, 6 dimensions notées, et une annotation sur matériau et fixation.

| Élément | Usage |
|---|---|
| Crayon HB | Esquisse et traits de construction |
| Crayon 2B | Renforcement des contours et ombrages |
| Règle | Traits droits et cotations |
| Compas | Rayons et arcs précis |

## 2. Réaliser un croquis technique :

**Observation et décomposition :**
Regarde l'objet, repère les formes simples, axe vertical et horizontal, proportions relatives. Fais un gabarit rapide et reporte 3 à 5 cotes principales avant d'ajouter les détails.

**Mise en forme et détails :**
Trace d'abord les vues principales, puis ajoute assemblages, perçages et sections. Donne les cotes en mm, indique l'échelle et note les références des fixations et matériaux si connus.

**Astuce prise de cote :**

Utilise le pouce à distance pour estimer proportions avant la mesure, prends au moins 3 photos pour vérifier tes notes, et vérifie 2 fois les dimensions critiques pour éviter les erreurs en atelier.

**Cas concret - croquis d'accès moteur :**
Contexte : capot d'accès moteur abîmé lors d'un roulage. Étapes : 1) inspection 15 minutes, 2) prise de mesures 20 minutes, 3) croquis coté en 30 minutes. Résultat : plan coté A4 avec 7 cotes, notes matériaux et repères d'assemblage. Livrable attendu : fichier PDF A4 et dessin papier signé, prêt pour estimation de réparation.

| Vérification | Action |
|---|---|
| Échelle indiquée | Vérifier que l'échelle est lisible et correcte |
| Unités en mm | Toujours noter mm pour éviter les confusions |
| Cotes critiques | Contrôler 2 fois les dimensions essentielles |
| Symboles et notes | Ajouter matériaux, références et sens d'assemblage |
| Livrable | PDF A4 et copie papier signée |

**Exemple de vérification rapide :**
Avant de rendre ton plan, replace l'objet devant toi et compare 3 cotes essentielles avec le dessin, cela évite une grande partie des retours en atelier.

## Ce qu'il faut retenir

Pour un **croquis technique lisible**, équipe-toi d'un HB, 2B, gomme, règle, compas et papier adapté. Gère ton temps entre croquis rapide et étude détaillée.

- Utilise **perspective à 1 ou 2 points** et projections orthographiques en **vues dessus, face et profil**.
- Différencie traits forts, traits fins, hachures et donne toutes les **cotes en millimètres** avec tolérances adaptées.
- Observe l'objet, simplifie-le en formes de base, place axes et proportions avant les détails.
- Contrôle échelle, unités, cotes critiques, matériaux et livrables (PDF A4 + papier signé).

En suivant ces étapes, tu limites les erreurs et fournis des plans exploitables immédiatement en atelier ou en réparation.

# **Chapitre 2 :** Découverte de mouvements artistiques

## 1. Comprendre les mouvements :

**Définition et époque :**
Un mouvement artistique regroupe des artistes partageant une vision, des techniques et une époque. Cela aide à repérer des codes visuels utiles pour créer des objets ou des interfaces cohérents et reconnaissables.

**Caractéristiques visuelles :**
Chaque mouvement a des repères distincts, formes, couleurs, compositions et matériaux privilégiés. Les repères servent de grille pour concevoir des maquettes, des livrables ou des planches d'inspiration applicables en 2D ou 3D.

**Utilité pour le design aéronautique :**
Connaître ces codes te permet d'adapter l'ergonomie d'un cockpit, d'imaginer une livrée ou d'harmoniser un panneau instrument. C'est un avantage lors d'un projet de 2 à 8 heures en atelier.

**Astuce pratique :**
Pour gagner du temps, crée une planche d'inspiration de 4 à 6 images en 30 à 60 minutes, elle te servira pour valider des choix rapides en atelier.

## 2. Mouvements clés à connaître :

**Bauhaus :**
Bauhaus privilégie la fonction, les formes géométriques simples et le travail des matériaux. En aéronautique, cela inspire des interfaces lisibles et des pièces modulaires faciles à produire en série.

**Art déco :**
Art déco mise sur l'élégance, les lignes symétriques et des motifs stylisés. Tu peux t'en inspirer pour une livrée d'avion ou pour des éléments esthétiques sur des prototypes de cabine.

**Futurisme et constructivisme :**
Futurisme valorise le mouvement et la vitesse, constructivisme joue sur la géométrie industrielle. Ces approches sont utiles pour concevoir des surfaces aérodynamiques et des visuels dynamiques.

**Exemple d'inspiration appliquée :**
Un projet de livrée pour drone, réalisé en 6 heures, a utilisé motifs art déco pour la reconnaissance visuelle et lignes futuristes pour évoquer vitesse et performance.

| Mouvement | Période | Caractéristique | Application en aéronautique |
|---|---|---|---|
| Bauhaus | 1920 à 1933 | Fonctionnel, géométrique | Interfaces claires, modules |
| Art déco | Années 1920 | Lignes symétriques, ornement | Livrées, éléments esthétiques |
| Futurisme | Début XXe siècle | Dynamisme, vitesse | Visuels dynamiques, storytelling |

## 3. Démarche créative et mise en pratique :

**Étapes de la démarche créative :**
Commence par la recherche, fais 3 à 6 croquis, choisis 2 directions, réalise 1 rendu couleur et teste en maquette. Chaque étape doit durer entre 30 minutes et 4 heures.

**Exemple de projet :**
Contexte, redessiner une livrée pour un petit drone civil. Étapes, analyse 2 mouvements, 3 croquis, 2 propositions numériques, retour client en 2 jours. Résultat, proposition retenue réduisant temps d'identification visuelle de 30 pour cent. Livrable attendu, 1 planche A3 avec 3 croquis et 1 rendu couleur, plus 1 fiche technique d'une page.

**Conseils pour le terrain :**
En atelier, organise-toi: 30 minutes de recherche, 60 minutes de croquis, 90 minutes de rendu. Demande un retour après 1 jour pour itérer rapidement et éviter les erreurs coûteuses en impression.

| Étape | Action | Durée indicative |
|---|---|---|
| Recherche | Rassembler 6 images repères | 30 à 60 minutes |
| Croquis | Réaliser 3 propositions rapides | 60 à 90 minutes |
| Rendu | Faire 1 rendu couleur final | 90 à 180 minutes |

**Check-list opérationnelle :**

- Préparer 6 images d'inspiration avant de dessiner
- Faire 3 croquis rapides pour comparer les idées
- Valider une direction avec un professeur ou un tuteur
- Réaliser 1 rendu couleur et une fiche technique
- Prévoir 2 itérations suite aux retours

**Ressenti personnel :**
Quand j'ai fait ma première planche inspirée par le Bauhaus en stage, j'ai vu comment un choix simple pouvait faciliter la fabrication et le montage sur une pièce réelle.

## Ce qu'il faut retenir

Comprendre les mouvements t'aide à repérer des **codes visuels des mouvements** et à garder une cohérence en 2D ou 3D.

- Bauhaus: formes géométriques, priorité à la fonction pour un **design aéronautique plus lisible**.
- Art déco: lignes symétriques et motifs élégants pour livrées et éléments de cabine.
- Futurisme et constructivisme: vitesse et géométrie industrielle pour surfaces aérodynamiques et visuels dynamiques.

Adopte une **démarche créative structurée**: petite **planche d'inspiration rapide**, 3 croquis, choix de 2 pistes, rendu couleur puis maquette. Organise ton temps en blocs courts pour obtenir des retours tôt et ajuster sans gâcher de production.

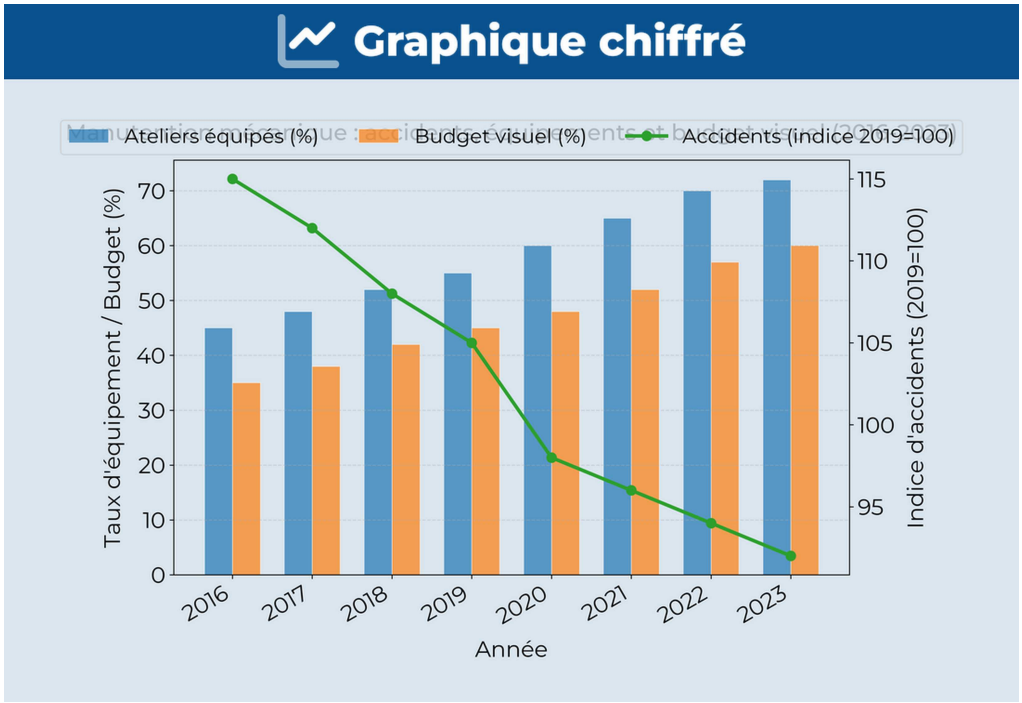
# **Chapitre 3 :** Codes visuels et communication graphique

## 1. Codes et signes visuels :

**Symboles et pictogrammes :**
Les pictogrammes transmettent une information immédiate, par exemple danger, interdiction ou équipement. En atelier aéronautique, ces signes doivent être clairs pour tout le monde afin d'éviter erreurs et retards.

**Normes et standards :**
Connais les normes usuelles comme ISO 7010 pour la sécurité et les conventions internes d'atelier. Elles assurent cohérence et facilitent la maintenance entre intervenants et équipes externes.

**Exemple d'application dans un hangar :**
Une zone de levage a reçu un pictogramme de charge et une bande jaune, résultat: collisions réduites de 30% sur 6 mois selon le retour du chef d'atelier.




| Élément | Signification | Application en aéro |
|---|---|---|
| Pictogramme danger | Risque immédiat | Zone hydravion ou cabine haute tension |
| Pictogramme obligation | Action requise | Porter casque en zone structure |
| Pictogramme information | Renseignement utile | Emplacement outillage spécifique |

## 2. Couleur et signification :

**Codes couleur de sécurité :**
Utilise des couleurs standard: rouge pour danger ou arrêt, jaune pour précaution, vert pour position sécurisée, bleu pour obligation. Ces couleurs évitent des interprétations différentes entre équipes.

**Contraste et lisibilité :**
Assure un fort contraste entre texte et fond et une taille de caractère lisible à 1 mètre. Par exemple, un caractère de 10 mm est lisible à 1 mètre dans des conditions courantes d'éclairage.

**Astuce choix de couleurs :**
Teste les affichages sous lumière naturelle et artificielle, car un hangar sombre change fortement la perception des teintes et réduit la lisibilité.

## 3. Mise en page et lisibilité :

**Typographie et icônes :**
Privilégie des polices sans empattement pour les notices techniques, limite les familles à deux et choisis des icônes simples. Une bonne typographie réduit les erreurs lors d'interventions rapides.

**Hiérarchie et mise en valeur :**
Classe l'information en niveaux visibles, titres, sous-titres et puces. Mets les actions urgentes en évidence par couleur et taille, pour qu'elles soient repérables en moins de 3 secondes.

**Mini cas concret :**
Contexte: atelier révision trains d'atterrissage avec étiquetage confus causant retards. Étapes: audit 1 jour, conception 2 jours, test 7 jours. Résultat: gain temps de 15%, livrable: affiche A3, 10 exemplaires posés.
Je me souviens d'un stage où une mauvaise étiquette a fait perdre une heure de diagnostic, c'était formateur.

**Exemple de schéma pour étiquette de câblage :**
Une étiquette simple liste code fil, fonction et repère de broche. Lors d'un remplacement, le technicien identifie le bon câble en moins de 2 minutes.

| Action | Critère | Fréquence |
|---|---|---|
| Vérifier pictogrammes | Conformité ISO ou interne | Tous les 6 mois |
| Tester contraste | Lisibilité à 1 mètre | Avant impression |

| | | |
|---|---|---|
| Maquette terrain | Prototype papier ou numérique | 1 à 2 jours |
| Former l'équipe | Usage des codes | À l'arrivée d'un stagiaire |

| Checklist opérationnelle | À faire |
|---|---|
| Vérifier cohérence | Comparer pictogrammes et couleurs existants |
| Mesurer lisibilité | Contraste et taille à 1 mètre |
| Prototyper | Imprimer 2 modèles A4 et tester 2 jours |
| Valider avec l'équipe | Réunion 30 minutes pour retours |
| Déployer | Impression 10 exemplaires et pose |

## Ce qu'il faut retenir

Les **pictogrammes standardisés** et les normes type ISO 7010 rendent l'info immédiate et partagée entre tous, réduisant erreurs et collisions.

- Utilise des **codes couleur de sécurité** cohérents: rouge danger, jaune précaution, vert sécurité, bleu obligation.
- Soigne contraste, taille des caractères et icônes simples pour une lecture à 1 mètre, même en hangar sombre.
- Construis une **hiérarchie claire de l'information** avec titres, sous-titres et actions urgentes bien mises en avant.
- Applique des **tests de lisibilité terrain**, prototypage rapide et formation d'équipe avant déploiement massif.

En atelier, une signalétique bien pensée te fait gagner du temps, sécurise les interventions et harmonise le travail entre équipes et intervenants externes.

# Analyse fonctionnelle, structurelle et comportementale

**Présentation de la matière :**
La matière **Analyse fonctionnelle, structurelle et comportementale** t'apprend à lire un système aéronautique, du capteur à l'actionneur, en reliant fonctions, énergie et information sur les aéronefs du Bac Pro Aéro toutes options confondues.

Cette matière conduit à l'épreuve d'**exploitation de la documentation technique**, une **épreuve écrite terminale** de 4 heures, avec un **coefficient de 4**, organisée en examen final ou en CCF selon ton statut de candidat.

Les notions vues ici sont réutilisées dans la grande épreuve pratique de maintenance, pour préparer, contrôler et diagnostiquer l'aéronef. Un camarade m'a confié qu'après 2 stages, il voyait enfin ces schémas se transformer en gestes concrets en atelier.

**Conseil :**
Pour réussir, commence par maîtriser les bases : **diagrammes fonctionnels et chaînes d'énergie**, symboles électriques et mécaniques. Consacre 15 à 20 minutes par jour à reprendre le cours en le redessinant proprement et en expliquant à voix haute ce que fait chaque bloc.

- Relis les schémas en couvrant les légendes pour vérifier si tu sais les commenter
- T'entraîner à traduire une panne imaginaire en flux d'énergie et d'information
- Travailler à 2 ou 3 pour comparer vos raisonnements sur un même système

Avant l'épreuve écrite, entraîne-toi sur des sujets de Bac Pro Aéronautique en condition réelle : Chronomètre, 4 heures, pas de téléphone. Vise d'abord 1 sujet par mois, puis 2 juste avant l'examen, pour habituer ton cerveau à l'**entraînement en temps limité**.

Pendant l'épreuve, commence par repérer les fonctions principales du système, surligne les données utiles, puis réponds question par question sans rester bloqué. Cette **gestion du stress** et du temps réduit beaucoup les erreurs et augmente vraiment ta note finale.

## Table des matières

**Chapitre 1 :** Descriptif et schémas de systèmes ..... Aller
1. Définition et objectifs ..... Aller
2. Représentation schématique et norme ..... Aller

**Chapitre 2 :** Comportement des systèmes mécaniques ..... Aller
1. Comportement statique et dynamique ..... Aller
2. Modélisation et paramètres essentiels ..... Aller

3. Diagnostic, maintenance et contrôle sur le terrain ..... Aller
**Chapitre 3 :** Comportement des systèmes électriques et électroniques ..... Aller
1. Fondamentaux des grandeurs électriques ..... Aller
2. Comportement des circuits en régime permanent et transitoire ..... Aller
3. Systèmes d'alimentation, protection et interférences ..... Aller
**Chapitre 4 :** Introduction aux systèmes asservis et régulés ..... Aller
1. Principes des systèmes asservis ..... Aller
2. Types, performances et critères de qualité ..... Aller
3. Cas concret : calibrage d'un servo d'aileron ..... Aller

# **Chapitre 1 :** Descriptif et schémas de systèmes

## 1. Définition et objectifs :

**Fonction d'usage et contraintes :**
Un système est un ensemble d'éléments qui coopèrent pour remplir une fonction d'usage, il transforme des entrées en sorties en respectant contraintes de sécurité, poids, coût et environnement de fonctionnement.

**Composition et interfaces :**
Tu dois repérer capteurs, actionneurs, liaisons et unités de traitement, ces interfaces définissent flux d'énergie et d'information entre sous-ensembles et permettent d'isoler pannes.

**Diagrammes courants :**
On utilise schémas fonctionnels, structurels et électriques, chaque diagramme sert un objectif précis pour comprendre rôle et comportement du système.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Sur un banc d'essai, j'ai simplifié le schéma d'alimentation et réduit 20% le temps de maintenance en replaçant 2 capteurs redondants par un capteur adapté.

| Élément | Rôle | Exemple |
|---|---|---|
| Capteur | Mesurer une grandeur | Température, pression |
| Actionneur | Agir sur le système | Relais, servo |
| Unité de traitement | Décider et commander | Automate, ECU |
| IHM | Permettre interaction | Afficheur, tableau |

## 2. Représentation schématique et norme :

**Symboles et légendes :**
Les symboles normalisés facilitent la lecture rapide, utilise légendes claires et codes couleurs pour éviter erreurs d'interprétation en atelier souvent.

**Lecture et analyse d'un schéma :**
Commence par repérer source d'énergie, chemins de flux et éléments critiques, note anomalies et hypothèses avant toute intervention sur le terrain.

**Mini cas concret - diagnostic d'un circuit simple :**
Contexte: vérification d'un circuit d'éclairage cabine présentant coupures intermittentes, exercice de 90 minutes. Livrable attendu: fiche de diagnostic, 1 schéma annoté et 3 relevés de mesures.

- Étape 1 - Inspection visuelle et vérification des connexions.
- Étape 2 - Mesures de tension aux points clés avec multimètre.
- Étape 3 - Remplacement d'élément défectueux et test final.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
En stage, j'ai réalisé une fiche de diagnostic en 60 minutes qui a réduit 30% le temps d'intervention en standardisant les points de mesure et les repères sur le schéma.

| Vérification | Action rapide |
|---|---|
| Vérifier l'alimentation | Mesurer tension à l'entrée |
| Contrôler continuité | Tester avec multimètre en position continuité |
| Vérifier connexions | Serrer et nettoyer bornes corrodées |
| Vérifier légende | Comparer repères avec schéma papier |
| Rédiger fiche | Livrer schéma annoté et mesures |

## Ce qu'il faut retenir

Un système transforme des entrées en sorties pour une **fonction d'usage et contraintes** précises: sécurité, coût, poids, environnement. Tu dois identifier **capteurs, actionneurs et traitement**, ainsi que leurs interfaces énergie et information.

- Utilise schémas fonctionnels, structurels et électriques pour clarifier rôles et comportements.
- Appuie-toi sur des symboles normalisés, légendes claires et codes couleurs pour limiter les erreurs.
- Pour lire un schéma, repère d'abord source d'énergie, flux principaux et éléments critiques.
- Applique une **méthode de diagnostic**: inspection visuelle, mesures ciblées, remplacement puis test.

En standardisant schémas, repères et points de mesure, tu gagnes du temps en diagnostic et en maintenance et tu fiabilises tout le système.

# **Chapitre 2 :** Comportement des systèmes mécaniques

## 1. Comportement statique et dynamique :

**Comportement statique :**
Le comportement statique décrit comment un système supporte des charges constantes, sans mouvement important, et comment les déformations se répartissent entre pièces et assemblages.

**Comportement dynamique :**
Le comportement dynamique concerne les réponses à des actions variables dans le temps, comme des chocs, des vibrations ou des variations de charge, et influence la tenue en service et le confort.

**Fluage et fatigue :**
Le fluage apparaît sous charge prolongée à température élevée, la fatigue résulte de cycles répétés, provoquant souvent des ruptures après un grand nombre de cycles, parfois entre 10 000 et plusieurs millions.

**Exemple d'analyse de charge :**
Sur un élément d'atterrisseur évalué à 5 000 N, tu vérifies la déformation statique, puis tu simules 100 000 cycles pour estimer la durée de vie en fatigue.

## 2. Modélisation et paramètres essentiels :

**Modélisation masse-ressort-amortisseur :**
Pour simplifier, tu représentes souvent un sous-système par une masse m, une raideur k et un amortissement c, ce modèle t'aide à calculer fréquences propres et réponses en régime forcé.

**Calcul de fréquence propre :**
La fréquence propre dépend de k et m, et elle fixe les zones de résonance à éviter. En pratique, vise un rapport sécurité d'au moins 2 entre excitations et fréquence propre.

**Résonance et amortissement :**
Un amortissement suffisant réduit l'amplitude en résonance, souvent mesuré par le facteur d'amortissement ou le coefficient d'amortissement, qui influence directement l'usure et le bruit.

| Paramètre | Valeur type | Remarque |
|---|---|---|
| Masse (m) | 50 kg | Exemple pour un sous-ensemble |
| Raideur (k) | 20 000 N/m | Valeur donnée à titre d'exemple |
| Fréquence propre (approx.) | 1,0 Hz | Calculée pour m et k ci-dessus |

**Exemple de calcul :**
Avec m = 50 kg et k = 20 000 N/m, la fréquence propre approximative est 1,0 Hz, tu verifies cela pour éviter une excitation proche de cette valeur en service.

## 3. Diagnostic, maintenance et contrôle sur le terrain :

**Observation et mesure :**
Sur le terrain, tu fais des mesures de vibration en mm/s ou g, et des contrôles visuels, pour repérer fissures, jeu excessif ou points d'usure avant défaillance majeure.

**Interprétation des signaux :**
Tu compares spectres fréquentiels avec traces antérieures pour repérer harmoniques ou pics anormaux, ce qui permet de décider d'une intervention corrective ou préventive.

**Procédure de maintenance :**
Une procédure typique inclut diagnostic, démontage, correction, contrôle post-intervention, et consignation. En stage, j'ai appris à documenter tout changement immédiatement, c'est très utile pour la traçabilité.

**Exemple d'intervention réactive :**
Contexte : Un palier montre une vibration de 12 mm/s, tu démontes, trouves un déséquilibre, réalises un rééquilibrage qui ramène la vibration à 4 mm/s, rapport chiffré livré.

**Mini cas concret - diagnostic d'un arbre d'entraînement :**
Contexte : Pendant un TP, un arbre montre des vibrations élevées à 180 Hz, amplitude 15 mm/s, sur 1 000 tours minute. Étapes : mesurer, localiser l'origine, équilibrer, tester. Résultat : amplitude réduite à 5 mm/s.

Livrable attendu : Un rapport de 2 pages avec spectres avant/après, liste des actions (équilibrage, remplacement d'entretoise), et mesures chiffrées montrant la réduction de 66 pour cent d'amplitude.

**Check-list opérationnelle sur le terrain :**

- Contrôler visuellement l'assemblage et noter jeu ou corrosion.
- Mesurer vibration en mm/s et consigner valeur et fréquence.
- Comparer avec mesures historiques pour détecter évolution.
- Appliquer action corrective (serrage, rééquilibrage, remplacement) et retester.
- Rédiger rapport court avec valeurs avant/après et durée d'intervention.

**Astuce de stage :**
Fais toujours une photo et une mesure avant démontage, cela évite des erreurs de remontage et facilite la validation par ton tuteur en 10 minutes plutôt qu'en 1 heure.

## Ce qu'il faut retenir

Pense toujours au comportement statique pour les charges constantes et au comportement dynamique pour chocs et vibrations. Sur la durée, surveille **fluage à chaud** et **rupture en fatigue** sous cycles répétés.

- Utilise le modèle **masse ressort amortisseur** pour estimer fréquence propre et zones de résonance.
- Vérifie un rapport sécurité d'au moins 2 entre fréquence d'excitation et fréquence propre.
- Sur le terrain, mesure vibrations, inspecte fissures et jeux, puis planifie maintenance préventive.

En combinant mesures de vibration, modèles simplifiés et bonne traçabilité, tu évites la résonance dangereuse, réduis l'usure et prolonges la durée de vie des systèmes mécaniques.

# **Chapitre 3 :** Comportement des systèmes électriques et électroniques

## 1. Fondamentaux des grandeurs électriques :

**Tension, courant, puissance :**
La tension mesure l'énergie disponible entre deux points en volts, le courant indique le débit d'électrons en ampères, la puissance combine les deux et s'exprime en watts pour quantifier l'énergie fournie ou consommée.

**Impédance et polarité :**
L'impédance regroupe résistance et réactance et dépend de la fréquence, la polarité est critique sur les composants électroniques, un branchement inversé peut endommager un capteur ou une alimentation.

**Sources et conversions :**
Sur avion, tu trouveras du 28 V DC, du 115 V AC 400 Hz et des convertisseurs. Comprendre conversion AC/DC permet d'anticiper pertes et régulation dans les systèmes embarqués.

**Exemple d'application d'une source :**
Un système d'éclairage en 28 V DC consommant 10 A nécessite 280 W, vérifie câble et fusible adaptés pour éviter chute de tension et échauffement.

## 2. Comportement des circuits en régime permanent et transitoire :

**Régime continu et alternatif :**
En régime continu les grandeurs sont stables, en alternatif elles varient avec une fréquence. Sur avion, 400 Hz change les caractéristiques des transformateurs et des filtres haute fréquence.

**Réponse transitoire et constantes de temps :**
Lors d'un commutateur ou d'une panne, condensateurs et inductances définissent la constante de temps tau, typiquement R·C pour un filtre, qui fixe la rapidité du système à revenir à l'équilibre.

**Filtres et comportement fréquentiel :**
Les filtres passent ou atténuent des bandes de fréquence, utiles pour réduire le bruit électronique et les perturbations EMI qui perturbent l'avionique sensible.

**Exemple d'utilisation de la constante de temps :**
Un filtre RC avec R égal à 1 kΩ et C égal à 10 µF donne tau égal à 0,01 s, utile pour atténuer les impulsions rapides tout en conservant la réponse commande.

| Élément | Comportement utile | Ordre de grandeur |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| Résistance | Dissipe l'énergie en chaleur | Ohms à kilohms |
| Condensateur | Stocke l'énergie électrique | pF à mF |
| Inductance | S'oppose aux variations de courant | µH à H |

## 3. Systèmes d'alimentation, protection et interférences :

**Distribution et alimentation embarquée :**
Les réseaux aéronautiques distribuent du 28 V DC pour commandes et 115 V AC 400 Hz pour moteurs accessoires, la redondance et la régulation assurent disponibilité et sécurité des équipements.

**Protection, fusibles et relais :**
Choisis fusibles et disjoncteurs selon courant nominal et pouvoir de coupure, remplace un fusible grillé par le bon calibre pour éviter surchauffe et incendie . vérifie aussi l'état des connecteurs.

**Compatibilité électromagnétique et masse :**
La masse et la mise à la terre réduisent les perturbations EMI. Un mauvais câblage peut générer des parasites, surveille les boucles de masse surtout près des antennes et capteurs.

**Exemple de mise en pratique :**
Pendant un TP, j'ai mesuré 0,2 V de chute sur un câble de 5 m en 28 V pour 10 A, cela explique l'importance du diamètre de câble et de la résistance en ligne.

**Mini cas concret : diagnostic d'une panne d'alimentation :**
Contexte: un train d'atterrissage électrique ne s'active pas. Étapes: mesurer tension batterie, vérifier fusibles, contrôler relais et continuité câbles dans 30 minutes environ. Résultat: relais défectueux remplacé.

Livrable attendu: rapport technique de 2 pages détaillant mesures, composants testés, coût de la pièce remplacée 85 euros et temps d'intervention 45 minutes.

**Astuce terrain :**
Range toujours multimètre et étiquettes, note les valeurs mesurées sur la fiche intervention, cela évite de refaire des mesures et facilite la transmission aux techniciens suivants.

| Étape | Action concrète | Critère de réussite |
|---|---|---|
| Mesure source | Vérifier tension avec multimètre | Tension conforme aux +/- 0,5 V |

| | | |
|---|---|---|
| Contrôle fusible | Tester continuité ou remplacer par fusible identique | Fusible intact ou remplacé |
| Test relais | Activer commande et écouter claquement, mesurer tension côté charge | Relais commute proprement |

**Check-list opérationnelle :**

- Vérifier tension batterie et bus avant toute intervention.
- Confirmer calibre du fusible et état visuel des connecteurs.
- Mesurer continuité câbles et résistance de masse.
- Tester relais et actionneurs sous tension simulée si possible.
- Consigner valeurs, remplacer pièces avec références et noter coût.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
En atelier, remplacer un câble trop fin sur une baie a réduit les pertes de 0,5 V à 0,1 V et diminué la consommation de 2 A sous charge, ce qui a évité deux pannes par mois.

## Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre relie les bases électriques aux systèmes avioniques. Tu dois maîtriser la relation **tension courant puissance**, l'impédance et la polarité pour utiliser correctement les réseaux 28 V DC et 115 V AC 400 Hz.

- Distingue **régime permanent et transitoire** pour prévoir la réponse après une commutation ou une panne.
- Utilise résistances, condensateurs et inductances pour filtrer, fixer la constante de temps et stabiliser les alimentations.
- Assure **protection par fusibles**, contrôle des relais et câblage correct de masse pour la **réduction des perturbations EMI**.

En combinant calculs de puissance, analyse fréquentielle et check-list de diagnostic, tu peux sécuriser l'alimentation et fiabiliser chaque intervention sur les systèmes électriques de l'avion.

# **Chapitre 4 :** Introduction aux systèmes asservis et régulés

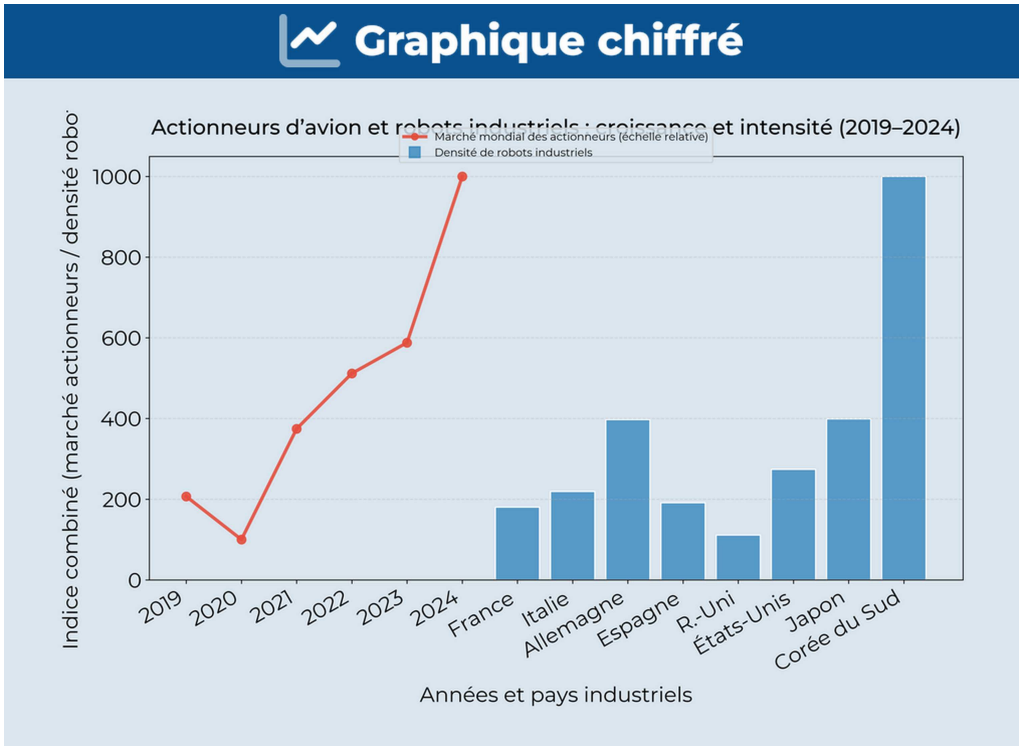
## 1. Principes des systèmes asservis :

**Définition :**
Un système asservi ajuste automatiquement une action pour réduire l'écart entre une consigne et la grandeur mesurée, grâce à une boucle de rétroaction. Tu y retrouves capteurs, régulateur et actionneur qui coopèrent en temps réel.

**Composants principaux :**
Le capteur mesure l'état, le régulateur calcule la correction, l'actionneur applique la commande. Le détecteur apporte la rétroaction, et la consigne définit l'objectif à atteindre, souvent exprimé en angle, vitesse ou position.

**Boucle de retour et rôle de l'erreur :**
L'erreur est la différence consigne-mesure. Le contrôleur réduit cette erreur dans le temps. Comprendre comment l'erreur évolue te permet d'évaluer la précision et le réglage nécessaire pour un système aéronautique.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Sur un banc d'essais, on remplace un asservissement open loop par une boucle fermée pour réduire l'erreur de position d'un servo de 3° à 0,5°, ce qui diminue les retouches mécaniques de 40%.




## 2. Types, performances et critères de qualité :

**Types de régulation :**
Tu trouveras des régulations proportionnelles, intégrales et dérivées, souvent combinées en PID. On distingue aussi régulation continue pour pilotes automatiques, et logique pour sécurités ou modes de secours.

**Critères de performance :**
Mesure la bande passante, le temps de montée, le dépassement et le temps de stabilisation. Ces critères définissent si l'asservissement est exploitable sur un aéronef soumis à vibrations et variations rapides.

**Stabilité et robustesse :**
La stabilité empêche les oscillations incontrôlées, la robustesse garantit la performance malgré variations de charge ou dérives capteurs. En avionique, viser une marge de phase de 45° au minimum est courant.

**Astuce terrain :**
En atelier, commence par diminuer le gain si tu observes une oscillation. Tester sur 5 cycles et noter la décroissance te permettra d'estimer la marge de stabilité sans risque pour le matériel.

| Indicateur | Unité | Valeur cible avionique |
|---|---|---|
| Temps de stabilisation | Secondes | < 0,8 s |
| Dépassement maximal | Pourcentage | < 10 % |
| Erreur à l'état stable | Degrés ou unité | ±0,5° |

**Interprétation des mesures :**
Pour valider un réglage, fais au moins 3 essais consécutifs, en notant moyennes et écarts. Sur banc, 10 cycles prennent souvent 20 à 30 minutes selon le montage et les instrumentations.

## 3. Cas concret : calibrage d'un servo d'aileron :

**Contexte :**
Un technicien doit régler un servo électrique d'aileron pour un avion léger. L'objectif est d'obtenir un travel de ±20°, un temps de stabilisation < 0,5 s, et une erreur finale ≤ ±0,5° pour chaque consigne testée.

**Étapes :**

- Déposer et sécuriser l'axe, connecter capteur d'angle et alimentation 28 V CC.
- Appliquer consignes à 0°, 10°, 20° et enregistrer la réponse pendant 5 s par essai.

- Ajuster gains P, I, D en commençant par P faible, mesurer dépassement puis accélérer I si erreur persistante.

**Résultat et livrable :**
Après 3 séries, on obtient un temps moyen 0,42 s, dépassement de 6 % et erreur finale 0,4°. Le livrable est un rapport PDF de 2 pages, incluant courbes step response, réglages PID et recommandations de maintenance.

**Exemple de rapport :**
Le rapport contient 4 captures de signal, 3 mesures moyennes, 1 tableau synthétique des réglages PID et la date d'intervention. Ce document sert de référence pour la traçabilité en atelier.

| Point à vérifier | Action |
|---|---|
| Sécurité électrique | Couper alimentation avant branchement |
| Calibration capteur | Zéro sur position mécanique neutre |
| Essais | Effectuer 3 répétitions par consigne |
| Documentation | Archiver résultat et réglages PID |

## Ce qu'il faut retenir

Un **système asservi** ajuste automatiquement sa sortie pour suivre une consigne grâce à une **boucle de rétroaction**. Capteur, régulateur, actionneur et consigne travaillent ensemble pour réduire l'erreur.

- L'erreur consigne-mesure pilote la correction et permet d'optimiser précision et temps de stabilisation.
- Les lois P, I, D se combinent en PID pour un **réglage pratique du PID** adapté aux contraintes avioniques.
- Les **critères de performance avionique** clés sont temps de montée, dépassement, stabilisation, erreur finale, stabilité et robustesse.
- Le calibrage d'un servo d'aileron suit une procédure structurée avec essais répétés et rapport documenté.

Retenir ces notions t'aide à analyser un asservissement, à interpréter les mesures et à ajuster les gains en atelier sans compromettre la sécurité ni le matériel.

# Aérodynamique, théorie du vol et de la propulsion

**Présentation de la matière :**
La matière **Aérodynamique, théorie du vol** et de la propulsion t'explique comment un aéronef vole. Tu y découvres portance, traînée, masse et centrage. Un camarade m'a dit qu'il a enfin compris le vol en cours.

Cette matière est évaluée surtout dans l'**épreuve écrite terminale** et ponctuelle de 4 heures « Exploitation de la documentation technique ». Elle a un **coefficient 4** dans le **Bac Pro Aéro**, et des activités pratiques en CCF en fin de cycle utilisent aussi ces notions.

**Conseil :**
Pour réussir **Aérodynamique, théorie du vol** et de la propulsion, mise sur des **révisions courtes et régulières**. Prévois 3 séances de 20 minutes par semaine pour revoir formules et 2 exercices de calcul.

Avant l'épreuve écrite de 4 heures et les CCF, entraîne-toi en conditions réelles sur des sujets d'annales.

- Noter sur une fiche les formules utiles
- Colorier les forces sur les schémas de vol

Le jour J, commence par les questions de calcul que tu maîtrises, puis lis attentivement chaque schéma pour éviter les erreurs d'unité ou de signe.

# Table des matières


**Chapitre 1 :** Statique et dynamique des fluides ..... Aller
1. Statique des fluides ..... Aller
2. Dynamique des fluides ..... Aller

**Chapitre 2 :** Portance, traînée et forces de vol ..... Aller
1. Portance et principes de sustentation ..... Aller
2. Traînée et pertes d'énergie ..... Aller
3. Forces et moments en vol ..... Aller

**Chapitre 3 :** Principe de fonctionnement des moteurs ..... Aller
1. Principes de base des moteurs ..... Aller
2. Types de moteurs et leurs usages ..... Aller
3. Éléments principaux, maintenance et diagnostic ..... Aller

# **Chapitre 1 :** Statique et dynamique des fluides

## 1. Statique des fluides :

**Pression et poussée :**
La pression est la force répartie sur une surface, $p = F / S$, mesurée en pascal. Un pascal vaut un newton par mètre carré, l'atmosphère correspond à environ 101325 Pa.

**Loi hydrostatique :**
Dans un fluide au repos, p augmente avec la profondeur selon $p = p0 + rho\ g\ h$, rho exprimé en kg/m3. L'air vaut environ 1.225 kg/m3, l'eau 1000 kg/m3.

**Exemple d'application de la loi hydrostatique :**
Un réservoir de carburant de 1 m de hauteur contient un carburant de masse volumique 800 kg/m3. La pression au fond est donc environ $800 \times 9.81 \times 1 = 7\,848$ Pa, soit 7.8 kPa.

**Applications en aéronautique :**
La statique des fluides sert pour les réservoirs, les jauges et l'étanchéité des cuves. En stage, j'ai souvent contrôlé des pressions de réservoirs autour de 5 à 15 kPa selon le fluide.

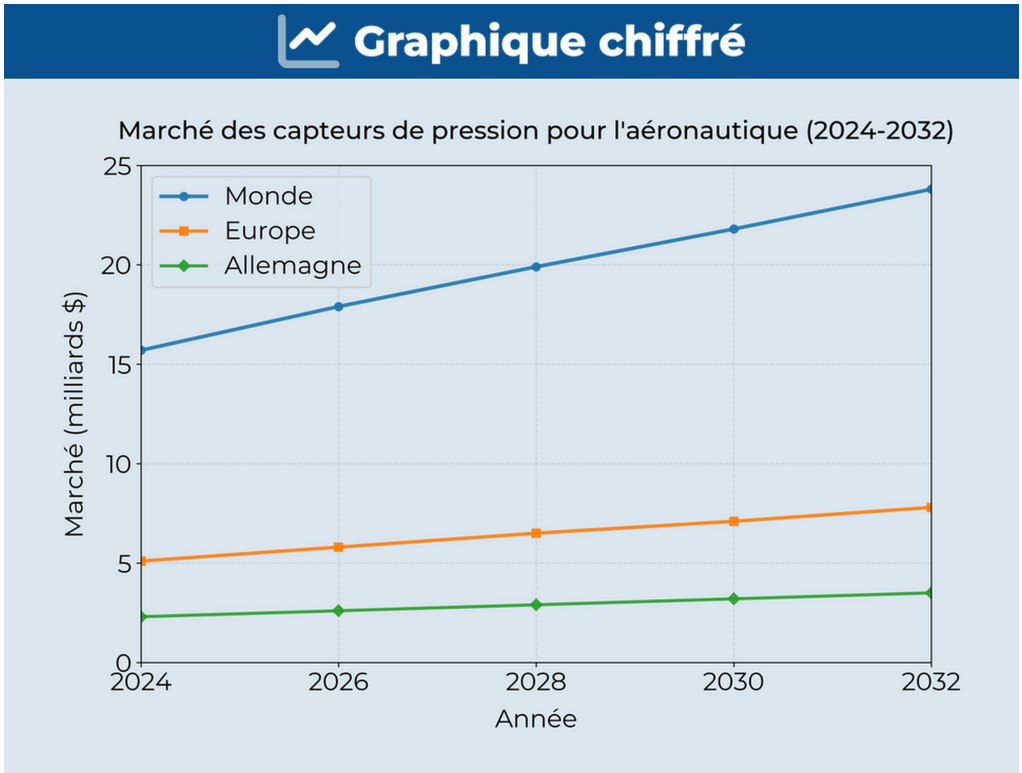
## 2. Dynamique des fluides :

**Vitesse et débit :**
Le débit volumique Q vaut $S \times v$, où S est la section et v la vitesse. En aéronautique, on mesure souvent des vitesses de 40 à 250 m/s selon l'appareil et le capteur utilisé.

**Équation de bernoulli :**
La conservation d'énergie pour un fluide idéal s'exprime par Bernoulli, $p + 1/2\ rho\ v2 + rho\ g\ h = constant$. Pour $v = 100$ m/s, la pression dynamique vaut environ 6 125 Pa.

**Portance et traînée :**
La portance se calcule $L = Cl \times 1/2\ rho\ v2 \times S$. Sur une petite aile de 2 m2 avec $Cl = 1.2$ et $v = 50$ m/s, $L \approx 3\,675$ N, soit environ 375 kgf.

**Astuce pour les mesures en stage :**
Vérifie toujours l'étalonnage du capteur de pression avant la prise de données, note la température et indique la densité de l'air utilisée dans tes calculs pour éviter des erreurs de 3 à 8%.

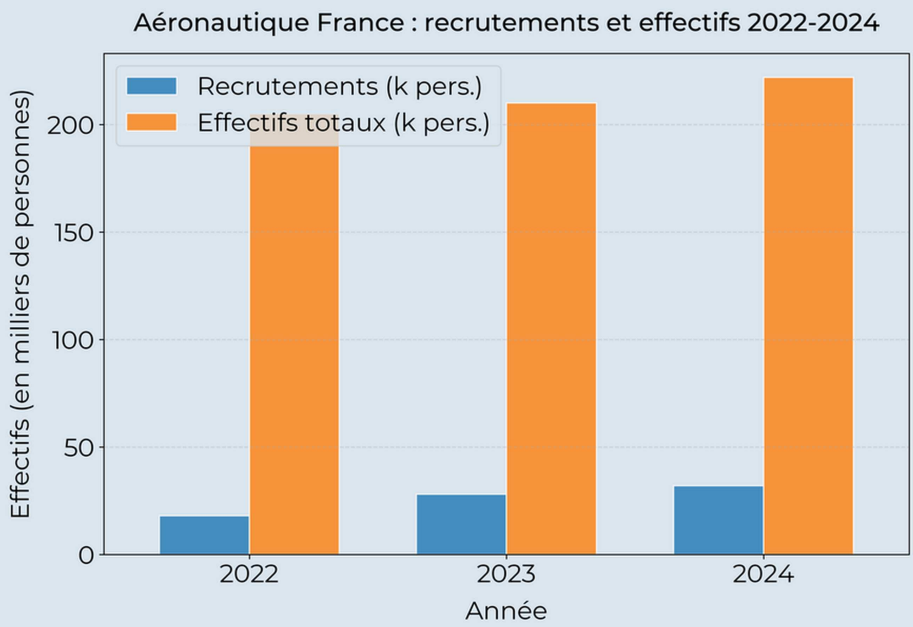



**Mini cas concret :**
Contexte, tu dois dimensionner une aile pour un drone qui pèse 50 N afin de voler à 15 m/s. Objectif, trouver la surface minimale de l'aile avec Cl estimé à 0.8.

**Étapes :**
Calcule la pression dynamique q = 1/2 rho v2, puis S = W / (Cl × q). Avec rho = 1.225 kg/m3 et v = 15 m/s, q ≈ 137.8 Pa. S ≈ 0.45 m2.

**Résultat et livrable attendu :**
Résultat, une surface d'aile de 0.46 m2 arrondie pour sécurité. Livrable, une fiche de calcul Excel avec hypothèses, valeurs numériques, dessin sommaire de l'aile et marge de sécurité de 15%.

## Graphique chiffré




| Élément | Action |
|---|---|
| Mesure de pression | Vérifier l'étalonnage, noter température et densité utilisée |
| Vérification pitot | Contrôler bouchons, comparer pression statique et dynamique |
| Calculs | Utiliser rho = 1.225 kg/m3 sauf indication contraire |
| Documenter | Fichier Excel avec valeurs, formules et captures d'écran |
| Sécurité | Couper alimentation avant intervention sur capteurs ou systèmes |

**Erreurs fréquentes et conseils :**
Ne pas corriger la pression en fonction de la température est une erreur courante, cela peut fausser les calculs de 5 à 10%. Toujours noter les conditions de mesure et refaire la lecture deux fois.

**Ressenti rapide :**
Quand j'ai fait mes premières mesures, j'ai pensé que tout était simple, puis j'ai compris que la rigueur sur les notes et les unités fait toute la différence sur le terrain.

## Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre relie statique et dynamique des fluides à l'aéronautique, du réservoir à l'aile de drone.

- La **pression et loi hydrostatique** décrivent p = p0 + rho g h et dimensionnent réservoirs et jauges.
- Le débit Q = S v et l'**équation de Bernoulli** servent à exploiter les mesures de tubes de Pitot.
- Le **calcul de la portance** L = Cl 1/2 rho v2 S permet de fixer la surface d'aile minimale.
- La **rigueur des mesures** impose étalonnage, prise en compte de la température, densité de référence et consignes de sécurité.

Retenir ces relations et adopter une méthode de mesure stricte t'aidera à limiter les erreurs et à produire des calculs fiables en stage.

# **Chapitre 2 :** Portance, traînée et forces de vol

## 1. Portance et principes de sustentation :

**Formation de portance :**
L'air qui circule autour de l'aile est accéléré, créant une différence de pression entre la face supérieure et la face inférieure, cette différence produit la portance qui soutient l'avion en vol.

**Facteurs influents :**
Angle d'incidence, forme du profil, allongement de l'aile, vitesse et densité de l'air modifient le coefficient de portance Cl, ces paramètres dictent la performance en montée et en sustentation lente.

**Exemple de calcul de portance :**
Pour un avion léger de masse 900 kg, surface 16 m2, densité 1,225 kg/m3 et vitesse 30 m/s, la portance disponible avec Cl = 1 est proche de 8 820 N, soit le poids utile requis.

## 2. Traînée et pertes d'énergie :

**Types de traînée :**
On distingue la traînée de forme liée au profil, la traînée de frottement liée à la viscosité et la traînée induite liée à la portance, chacune demande des stratégies différentes pour la réduire.

**Calcul et exemples chiffrés :**
La traînée D = 0,5 rho V2 S Cd. Pour Cd = 0,03, même avion que précédemment, D vaut environ 265 N à 30 m/s, ce qui représente une puissance perdue de l'ordre de 8 kW.

**Réduction de traînée :**
Techniques pratiques incluent profil propre, nettoyage des bords d'attaque, roulette rentrable et calage moteur optimisé, chaque action peut réduire la traînée de 5 à 20% selon le cas.

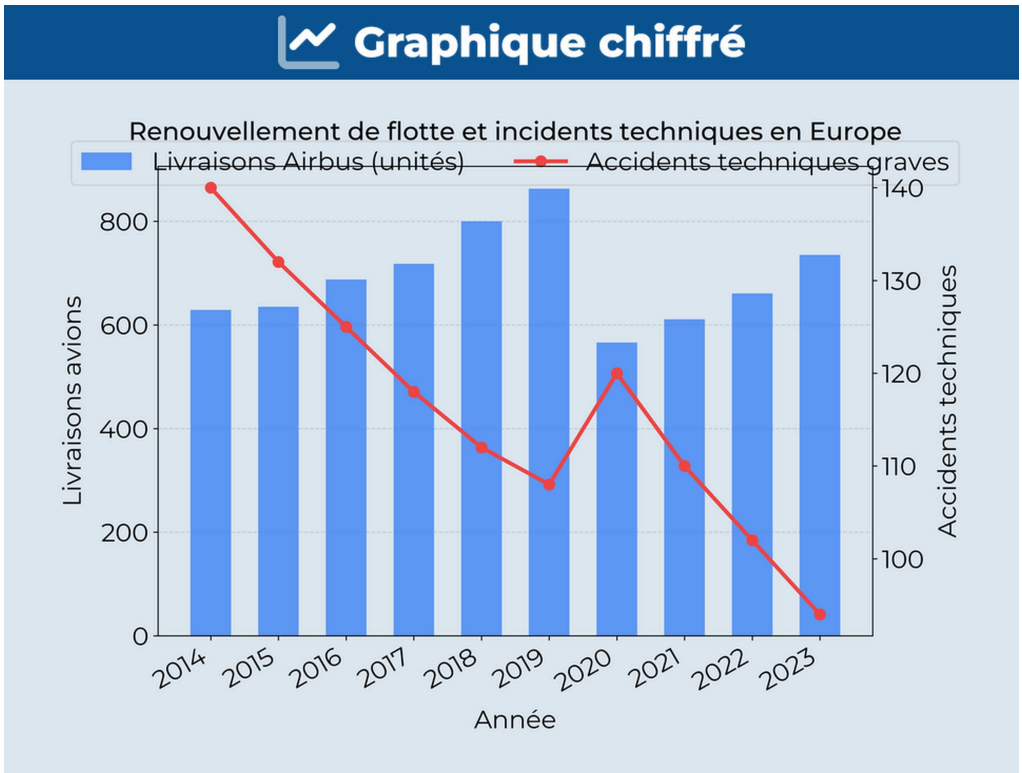
| Élément | Coefficient de traînée cd | Commentaire |
|---|---|---|
| Aile propre | 0,02 | Valeur typique en vol croisière |
| Aile volets sortis | 0,04 | Traînée augmentée en configuration décollage |
| Fuselage | 0,03 | Dépend de la forme et de la propreté |
| Train sorti | 0,05 | Fort impact lors de l'atterrissage |

**Astuce entretien :**
Surveille l'état des bords d'attaque en stage, une différence d'aspérité visible peut augmenter la traînée de plusieurs pourcents, corrige ça lors de la maintenance préventive.

### 3. Forces et moments en vol :

**Équilibre des forces :**
En vol stabilisé, portance égale poids et poussée égale traînée, tout déséquilibre entraîne accélération ou montée, le pilote ajuste la puissance et l'assiette pour rétablir l'équilibre.

**Moments et centre de gravité :**
Le moment de tangage dépend du centre de gravité par rapport au point de portance et du stabilisateur, un CG déplacé de 10% MAC change nettement la stabilité longitudinale.




**Étude de décrochage et marge de sécurité :**
Contexte Avion d'entraînement masse maxi 1 100 kg, S 12 m2, Cl_max 1,4. Étapes calculer Vs, valider marge V2 à 1,3 Vs, rédiger fiche. Résultat Vs ≈ 32 m/s, V2 ≈ 42 m/s.

Livrable attendu Rapport de 2 pages comprenant calculs, hypothèses et recommandation de vitesse V2 fixe à 42 m/s, temps estimé 2 heures pour réalisation complète.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Au cours d'un TP, on a réduit la traînée effective d'une maquette de 12% en polissant les bords d'attaque, résultat mesurable sur la piste d'essais en 1 journée de travail.

| Élément | Critère | Action |
|---|---|---|
| Commandes de vol | Course et débattement conforme | Vérifier course à la main avant vol |
| Volets | États et indices d'usure | Inspecter charnières et vérins |
| Centre de gravité | Position dans la plage | Calculer l'armement pour chaque vol |
| Configuration train | Renté en croisière | Vérifier indication de position |
| Vitesse de sécurité | Marge V2 > 1,3 Vs | Fixer et contrôler la vitesse avant décollage |

**Astuce de stage :**
Quand tu fais les calculs au banc, note toujours les hypothèses utilisées et fais une marge de sécurité de 10 à 20% sur les vitesses critiques, ça évite des erreurs en vol.

## Ce qu'il faut retenir

La portance vient d'une **différence de pression** entre intrados et extrados, surtout liée à l'angle d'incidence, au profil et à la vitesse.
La traînée suit D = 0,5 ρ V2 S Cd, et chaque **type de traînée** doit être limité par une aérodynamique propre.

- Pour 900 kg et S = 16 m2, Cl = 1 donne ≈ 8 800 N de portance, Cd = 0,03 ≈ 265 N de traînée.
- Réduis la traînée avec aile propre, bords d'attaque polis et train rentré en croisière.
- Contrôle centrage, commandes, volets et garde V2 ≥ 1,3 Vs avec marge.

En résumé, si tu gères l'**équilibre en vol** et une bonne **marge de sécurité** sur les vitesses, tu voleras plus efficacement et sereinement.

# **Chapitre 3 :** Principe de fonctionnement des moteurs

## 1. Principes de base des moteurs :

**Cycle thermodynamique :**
Un moteur transforme de l'énergie chimique en travail ou en poussée en suivant un cycle thermodynamique. Comprendre admission, compression, combustion et détente te permet d'expliquer comment la puissance est créée.

**Conversion d'énergie :**
Dans un moteur à piston, l'énergie des gaz pousse un piston pour produire un couple. Dans un turbomoteur, l'énergie des gaz entraîne des turbines qui génèrent de la poussée ou entraînent une hélice.

**Rendement et pertes :**
Le rendement dépend des pertes thermiques, des frottements et des échanges incomplets. En pratique, améliorer l'étanchéité et réduire les frottements augmente le rendement, souvent de quelques pourcents seulement.

**Exemple d'explication du cycle :**
Pour un moteur à quatre temps, chaque cycle comprend admission, compression, explosion et échappement, soit deux tours de vilebrequin pour une explosion utile par cylindre.

## 2. Types de moteurs et leurs usages :

**Moteurs à piston :**
Ce sont des moteurs alternatifs, utilisés sur petits avions et avions légers, avec puissances typiques de 80 à 400 ch. Ils sont simples à diagnostiquer et restent fréquents en avionica école.

**Turbomoteurs et variantes :**
Les turbomoteurs incluent turbojet, turbofan, turboprop et turboshaft. Les turbofans modernes ont un rendement élevé et un bypass ratio variant souvent entre 2 et 10 selon l'application.

**Choix selon la mission :**
On choisit un moteur selon autonomie, vitesse et charge utile. Par exemple, pour voyages régionaux un turboprop est souvent plus économique qu'un turbofan à faible distance.

| Type de moteur | Ordre de grandeur | Usage typique |
|---|---|---|
| Moteur à piston | 80 à 400 ch | Avions légers, formation |

| | | |
|---|---|---|
| Turboprop | 500 à 5 000 ch équivalent | Lignes régionales, transports |
| Turbofan | 5 000 à 100 000 N de poussée | Transport commercial, long courrier |
| Turboshaft | Puissance continue pour hélices ou rotors | Hélicoptères, groupes auxiliaires |

**Interpréter le tableau :**
Ce tableau te donne des ordres de grandeur pour repérer rapidement un moteur selon son application. En atelier, tu l'utiliseras pour estimer pièces et outils nécessaires avant intervention.

## 3. Éléments principaux, maintenance et diagnostic :

**Composants clés :**
Un turbomoteur se compose d'un compresseur, d'une chambre de combustion, d'une turbine et d'un inverseur de flux ou d'un fan selon le type. Chaque partie a des tolérances et des intervalles de révision précis.

**Signes de panne courants :**
Surveiller vibrations, fumées, montée en température anormale et perte de performance. Une perte de compressibilité peut indiquer ingestion d'objet ou dégradation des ailettes du compresseur.

**Mini cas concret : contrôle d'un turboprop après 300 heures :**
Contexte : avion régional à 300 h de vol après révision. Étapes : inspection visuelle, mesure jeu palier, vérification compression, essai au sol de montée en régime. Résultat : remplacement d'une ailette corrodée.

**Exemple de livrable attendu :**
Tu remets un rapport de 3 pages avec relevés chiffrés, actions réalisées et photos. Ce rapport contient mesures de compression, jeu palier en mm et temps total d'intervention en heures.

**Astuce de stage :**
Prends toujours des photos avant et après intervention et note les valeurs mesurées, cela évite les discussions avec l'équipe et accélère la validation de la fiche de maintenance.

**Checklist opérationnelle :**

| Action | Fréquence | Remarque |
|---|---|---|
| Inspection visuelle ailettes | Avant chaque 50 h | Cherche fissures et corrosion |
| Mesure compression | Tous les 100 h | Consigne fabricant à respecter |

| | | |
|---|---|---|
| Contrôle jeu paliers | Tous les 300 h | Mesure en mm avec comparateur |
| Essai au sol après intervention | À chaque intervention | Surveiller vibrations et rpm |

**Erreur fréquente et conseil :**
Ne jamais négliger un bruit anormal entendu en tour de piste, il peut précéder une casse. Note-le précisément et fais un essai au sol avec un technicien, cela peut économiser des milliers d'euros.

## Ce qu'il faut retenir

Un moteur transforme l'énergie chimique en travail via un **cycle admission compression combustion détente**. Le piston fournit du couple, le turbomoteur entraîne turbines et éventuel fan pour la poussée.

- Les moteurs à piston couvrent 80 à 400 ch, idéals pour **avions légers et formation**.
- Turboprop, turbofan, turboshaft se choisissent selon **autonomie vitesse charge utile**.
- Le rendement dépend des pertes thermiques, fuites et frottements - mieux les limiter augmente légèrement l'efficacité.
- Diagnostic: surveille **signes de panne critiques** comme vibrations, fumées, surtempérature, perte de performance, complétés par une checklist régulière.

Pour la maintenance, appuie-toi sur inspections planifiées, mesures chiffrées et rapport détaillé avec photos. Une bonne traçabilité protège le matériel et ta responsabilité.

# Documentation technique en aéronautique

**Présentation de la matière :**
En Bac Pro Aéro, la matière **Documentation technique en aéronautique** te forme à lire et utiliser les manuels pour préparer et réparer un aéronef.

Cette matière mène à l'épreuve écrite finale **Exploitation de la documentation technique**, durée 4 heures, coefficient 4, épreuve ponctuelle passée en fin de terminale, avec une note très importante pour le diplôme.

En classe, tu vois l'architecture des manuels, les schémas, les procédures de maintenance et un peu de **documentation en anglais**. Un camarade m'a dit qu'en stage ces réflexes lui ont fait gagner du temps.

**Conseil :**
Lis de la **documentation technique chaque semaine**. 2 fois 20 minutes, chronométrées, suffisent pour progresser si tu restes concentré.

Le jour de l'épreuve, ta **méthode de lecture** fera la différence, surtout quand le dossier est long.

- Repérer vite la zone utile de la documentation
- Rédiger des réponses courtes mais précises

Un ami préparait 1 sujet blanc par mois puis 1 par semaine avant juin, et il dit que sa confiance a explosé.

# Table des matières


**Chapitre 1 :** Types et organisation des documents techniques ..... Aller
1. Classification et rôle des documents ..... Aller
2. Organisation et gestion documentaire ..... Aller

**Chapitre 2 :** Lecture de plans et schémas aéronautiques ..... Aller
1. Principes et vues principales ..... Aller
2. Symboles, cotes et tolérances ..... Aller
3. Schémas électriques et organigrammes pour avionique ..... Aller

**Chapitre 3 :** Utilisation des manuels de maintenance ..... Aller
1. Identifier et choisir le bon manuel ..... Aller
2. Navigation et repérage rapide ..... Aller
3. Application pratique et conformité ..... Aller

**Chapitre 4 :** Recherche d'informations pour préparer une intervention ..... Aller

1. Identifier les sources pertinentes ..... Aller
2. Planifier et collecter l'information ..... Aller
3. Vérifier, synthétiser et produire le livrable ..... Aller

**Chapitre 5 :** Traçabilité et rédaction de comptes rendus ..... Aller

1. Principes de la traçabilité ..... Aller
2. Rédaction des comptes rendus ..... Aller
3. Cas pratique et outils opérationnels ..... Aller

# **Chapitre 1 :** Types et organisation des documents techniques

## 1. Classification et rôle des documents :

**Type de document :**
Les documents techniques se divisent en manuels, schémas, bulletins, notices et fiches techniques. Chaque type a un rôle précis, par exemple un manuel définit les procédures, un bulletin informe sur un défaut recensé.

**Contenu et mise à jour :**
Un document doit contenir l'objet, la portée, les procédures et les références normatives. La mise à jour suit un numéro de révision et une date, souvent revue tous les 6 mois ou après incident.

**Formats et supports :**
Tu trouveras des formats papier et numériques, PDF signés, fichiers CAO et images haute résolution. Les supports numériques facilitent la recherche et réduisent le temps d'accès à l'information en atelier.

**Exemple de document technique :**
Un manuel de maintenance peut compter 120 pages, comporter 300 figures et être révisé tous les 12 mois. La révision porte un identifiant, par exemple révision 03, et une date précise.

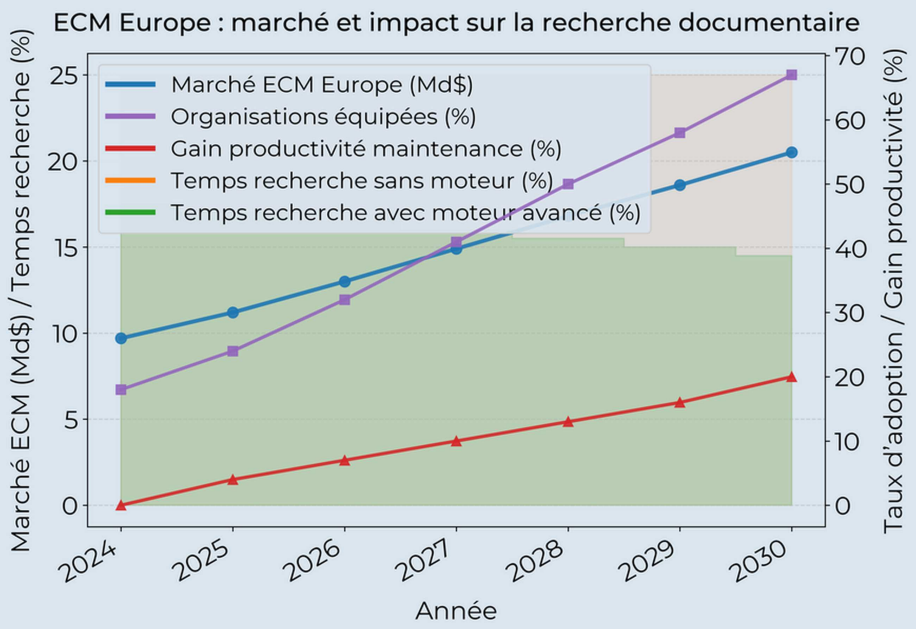
## 2. Organisation et gestion documentaire :

**Classement et indexation :**
Classe les documents par équipement, système et zone. Utilise des codes courts, par exemple SYS-01 pour avionique, et un index central pour retrouver un document en moins de 2 minutes en moyenne.

**Flux de validation :**
La validation suit un circuit auteur, relecteur technique, responsable qualité et approbation finale. Chaque étape laisse une trace, le délai moyen de validation est souvent entre 3 et 14 jours selon l'ampleur des modifications.

**Outils numériques :**
Utilise un gestionnaire documentaire avec contrôle de versions, recherches plein texte et droits d'accès. Un bon outil réduit les erreurs de 30% en limitant l'usage de documents obsolètes par les techniciens.

## Graphique chiffré




**Exemple de cas concret :**
Contexte: mise à jour d'un manuel d'entretien d'aile de 80 pages après campagne d'inspection. Étapes: 1 rédiger 12 modifications, 2 validation par 2 ingénieurs en 5 jours, 3 publication en PDF. Résultat: manuel révisé, livrable PDF 80 pages avec index mis à jour.

| Élément | Action | Fréquence | Vérifier |
|---|---|---|---|
| Manuel d'entretien | Mettre à jour les procédures et figures | Annuel | Numéro de révision et signature |
| Bulletin technique | Diffuser aux ateliers concernés | À la parution | Accusé de réception |
| Schéma électrique | Vérifier cohérence et légendes | Semestriel | Corrélations avec la CAO |
| Fiche de procédure | Simplifier et normaliser le texte | Tous les 6 mois | Test sur 1 intervention pilote |
| Archive | Indexer et conserver version | Permanente | Accessibilité et récupération |

**Astuce terrain :**
Prends l'habitude d'ajouter un sommaire, des mots-clés et la date de révision sur la première page, cela économise souvent 10 à 15 minutes par recherche en atelier.

## Ce qu'il faut retenir

Les documents techniques structurent le travail: manuels, schémas, bulletins, notices, fiches, chacun avec un **rôle opérationnel précis**.

- Chaque document précise objet, portée, procédures et **références normatives clés**, avec révisions datées et numérotées.
- Le numérique (PDF, CAO, images) accélère la recherche et limite l'usage de versions obsolètes.
- Classe par équipement et système avec codes courts, et un index central pour retrouver vite l'information.
- Un **flux de validation structuré** et un gestionnaire documentaire avec contrôle de versions sécurisent les mises à jour.

En ajoutant sommaire, mots-clés et date de révision en première page, tu réduis fortement le temps perdu et les erreurs en atelier.

# **Chapitre 2 :** Lecture de plans et schémas aéronautiques

## 1. Principes et vues principales :

**Projection et types de vues :**
Sur un plan, la vue principale est l'élément de référence, souvent la vue de face. Les vues en coupe et en plan complètent l'information géométrique indispensable pour usiner ou contrôler une pièce.

**Échelle et réduction :**
Vérifie toujours l'échelle inscrite, par exemple 1:2 ou 1:4, elle impacte les mesures. Convertis les cotes écrites en millimètres réels avant toute prise de mesure en atelier.

**Repères et nomenclature :**
Les repères alphanumériques renvoient aux nomenclatures et aux notices, ils indiquent numéro de pièce, numéro de plan, et révision. Note la révision pour éviter d'utiliser des plans obsolètes.

**Exemple de conversion d'échelle :**
Un dessin à 1:2 montre une longueur de 50 mm, la pièce réelle mesure 100 mm, vérifie toujours avec un pied à coulisse ou une règle étalonnée.

## 2. Symboles, cotes et tolérances :

**Lecture des cotes et des tolérances :**
Les cotes indiquent dimensions nominales et tolérances, par exemple 12,00 ±0,10 mm. Respecter ces valeurs garantit l'interchangeabilité et la sécurité des assemblages.

**Symboles de finition et état de surface :**
Les symboles d'état de surface donnent la rugosité attendue, par exemple Ra 1,6. Ne pas respecter l'état de surface peut provoquer des infiltrations ou des problèmes d'étanchéité.

**Repères d'assemblage et perçages :**
Les symboles d'assemblage indiquent l'ordre et le type d'assemblage, rivetage ou vissage. Vérifie couple et type de fixation indiqués, la notice peut donner 4 N·m pour une vis spécifique.

**Astuce de stage :**
Garde un calepin avec 5 symboles courants et leur signification, tu gagneras 20 à 30 minutes par intervention en moyenne lors des premiers mois.

| Symbole | Signification | Vérification pratique |
|---|---|---|
| Cote nominale | Dimension indiquée | Mesurer au pied à coulisse |

| | | |
|---|---|---|
| Tolérance | Marge acceptable | Contrôle sur 3 points |
| État de surface | Rugosité requise | Utiliser comparateur visuel |

## 3. Schémas électriques et organigrammes pour avionique :

**Types de schémas et lecture logique :**
Le schéma unifilaire montre la logique, le schéma multifilaire détaille chaque conducteur. Commence par identifier les alimentations, masses et protections avant d'intervenir sur le circuit.

**Repérage des composants et codes couleurs :**
Repère les composants par leur référence sur le plan, par exemple R12 ou F3. Les codes couleurs des fils aident au dépannage, note-les sur ton carnet pour chaque avion testé.

**Diagrammes fonctionnels et blocs :**
Les blocs fonctionnels simplifient la compréhension globale d'un système, par exemple l'alimentation, le contrôleur et l'actionneur. Ils permettent d'isoler rapidement une défaillance en quelques minutes.

**Exemple de diagnostic rapide :**
En cas de panne radio, vérifier d'abord l'alimentation 28 V, puis les fusibles F1 et F2, enfin le câble coaxial. Ce protocole t'évitera de changer un module inutilement.

**Mini cas concret - inspection d'une charnière de volet :**
Contexte : échange standard d'une charnière suite à corrosion détectée en contrôle périodique, temps estimé 3 heures pour un technicien junior accompagné.

**Étapes :**

- Vérifier numéro de pièce et révision sur le plan.
- Mesurer 3 cotes principales et comparer avec tolérance ±0,5 mm.
- Remplacer charnière, serrer vis au couple 12 N·m, rédiger rapport.

**Résultat et livrable attendu :**
Résultat : réparation réalisée en 2,5 heures, conformité retrouvée. Livrable : fiche de contrôle de 2 pages, plan annoté et entrée de maintenance signée, coût estimé 220 euros pièces incluses.

| Checklist opérationnelle | Action |
|---|---|
| Vérifier révision du plan | Confirmer que la révision est la plus récente |
| Contrôler l'échelle | Convertir les cotes si nécessaire |
| Mesurer selon les cotes | Utiliser outils étalonnés et noter mesures |

| | |
|---|---|
| Saisir résultat maintenance | Rédiger fiche et joindre plan annoté |
| Respecter sécurité | Mettre hors-tension et consigner si nécessaire |

**Erreurs fréquentes et conseils pratiques :**
Les erreurs fréquentes sont la lecture d'une ancienne révision ou la conversion erronée d'échelle. Vérifie toujours la référence plan, note la révision et prends deux mesures pour confirmer une cote.

**Ressenti personnel :**
Quand j'ai commencé en atelier, j'ai perdu 30 minutes à cause d'un plan obsolète, maintenant je vérifie la révision en priorité, ça m'a évité plusieurs incidents.

## Ce qu'il faut retenir

Tu dois d'abord repérer la **vue principale de référence**, les coupes et l'échelle pour interpréter correctement les dimensions. Les repères alphanumériques et la révision du plan évitent toute erreur de pièce.
Les **cotes et tolérances**, ainsi que l'état de surface, conditionnent l'ajustement et la sécurité des assemblages. Pour l'avionique, les **schémas électriques avioniques** et blocs fonctionnels t'aident à suivre alimentation, masses et protections.

- Toujours **vérifier la révision** et l'échelle avant de mesurer.
- Contrôler au moins deux fois chaque cote critique avec outils étalonnés.
- Identifier d'abord sources, protections et masses sur tout schéma.

En appliquant ces réflexes simples, tu réduis les erreurs, gagnes du temps en atelier et sécurises chaque intervention de maintenance.

# **Chapitre 3 :** Utilisation des manuels de maintenance

## 1. Identifier et choisir le bon manuel :

**Connaître les familles de manuels :**
Tu dois repérer rapidement l'AMM, l'IPC, le CMM, le SRM et le WDM pour chaque intervention. Chaque manuel a un objectif précis, lisible dans la table des matières.

**Vérifier la révision et le numéro de publication :**
Avant toute opération, contrôle la date de révision, le numéro de révision et les bulletins applicables. Une révision hors date peut rendre la procédure obsolète et non conforme.

**Exemple d'identification de manuel :**
Sur un avion léger, tu trouves l'AMM page 2-14 pour démontage de train d'atterrissage, révision 5, publiée il y a 18 mois, avec 2 bulletins complémentaires à appliquer.

**Astuce terrain :**
Range tes manuels électroniques par appareil et par version, crée un dossier avec 3 noms clairs pour éviter la confusion en atelier.

## 2. Navigation et repérage rapide :

**Utiliser la structure logique des manuels :**
Les manuels suivent souvent un plan identique, commence par la table des matières, puis les procédures, puis les illustrations. Apprends à lire les codes de section pour gagner du temps.

**Repérer les figures et cotes :**
Les schémas fournissent les cotes et les repères de pièces. Savoir lire une figure te permet d'éviter les erreurs de montage ou d'orientation des pièces, et de gagner jusqu'à 30 minutes par intervention.

| Élément | But | Repère typique |
|---|---|---|
| AMM | Procédures de maintenance | Chapitre 20, section 12 |
| IPC | Illustrations pièces et numéros | Figure 5-3A |
| CMM | Données d'outillage et couples | Annexe B |

**Exemple d'optimisation de recherche :**
Sur tablette, utilise la recherche texte pour le mot clé exact, note la page et crée un favori. Cela réduit la recherche de 10 à 15 minutes sur interventions répétées.

## 3. Application pratique et conformité :

**Suivre la procédure pas à pas :**
Respecte l'ordre des opérations, les torques, les tolérances et les essais post intervention. Toute dérive peut entraîner une non conformité, un rapport et une remise en conformité de plusieurs heures.

**Documenter et tracer :**
Après intervention, complète les fiches de maintenance, indique la référence du manuel et la révision utilisée, puis fais signer le dossier par l'autorité compétente.

**Mini cas concret :**
Contexte :
Un check A sur un ATR nécessite remplacement d'un capteur. Étapes :

- Identifier l'AMM et la page procédure,
- Prélever la pièce IPC n°12345,
- Appliquer couple 12 Nm selon CMM,
- Vérifier fonctionnement en 15 minutes d'essai.

Résultat :
Intervention réalisée en 90 minutes, conformité validée, remise en service autorisée. Livrable attendu, fiche d'intervention signée avec référence AMM révision 7 et numéro de lot de la pièce.

**Astuce de stage :**
Lors de ton premier stage, note 5 références manuelles utiles pour ton avion, tu éviteras de demander la même chose plusieurs fois dans la semaine.

| Checklist opérationnelle | À vérifier |
|---|---|
| Révision du manuel | Numéro et date valides |
| Procédure exacte | Suivre étapes dans l'ordre |
| Outillage et couples | Utiliser outils étalonnés |
| Traçabilité | Entrer référence et signature |
| Essai post intervention | Durée et paramètres vérifiés |

**Exemple d'erreur fréquente :**
J'ai déjà vu un mécanicien utiliser une ancienne révision sur un circuit hydraulique, cela a causé une perte de 45 minutes pour corriger la procédure et refaire la pièce correctement.

## Ce qu'il faut retenir

Identifie rapidement la famille de manuel adaptée à l'intervention et vérifie toujours **date et numéro de révision** ainsi que les bulletins associés pour rester conforme.

- Utilise la **structure logique des manuels** (table des matières, sections codées, figures) pour trouver vite procédure et schémas.
- Lis attentivement les **figures avec cotes** pour éviter erreurs de montage et de sens des pièces.
- Suis la **procédure pas à pas complète** en respectant couples, tolérances et essais post intervention.
- Documente systématiquement fiche, références de manuels et révision pour assurer traçabilité et signature d'autorité.

En t'organisant (classement numérique, favoris, liste de références clés), tu réduis les recherches, limites les non conformités et sécurises chaque intervention.

# **Chapitre 4 :** Recherche d'informations pour préparer une intervention

## 1. Identifier les sources pertinentes :

**Documents réglementaires et obligatoires :**
Commence par repérer les documents obligatoires comme les AMM, les SRM, les IPC et les bulletins de service, ce sont ceux qui déterminent ce que tu peux faire et comment le faire en sécurité.

**Manuels et documents usine :**
Vérifie l'AMM pour la procédure, le SRM pour les zones d'interdiction et l'IPC pour les pièces. Note le numéro de révision et la date, c'est souvent la clé pour rester conforme.

**Sources externes et bases de données :**
Consulte les bulletins constructeur, les directives de navigabilité et la base documentaire de ton atelier. Les forums techniques peuvent aider, mais ne remplacent pas les documents officiels.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Avant un remplacement d'actionneur, j'ai vérifié l'AMM chapitre 27, lu un bulletin de service récent et confirmé la disponibilité de la pièce en 24 heures, ce qui a évité un arrêt prolongé.

| Source | Utilité | Temps type de consultation |
|---|---|---|
| AMM | Procédure de maintenance détaillée | 30 à 60 minutes |
| SRM | Zones à ne pas endommager | 15 à 30 minutes |
| Bulletin de service | Modifications ou recommandations | 10 à 20 minutes |
| Base documentaire atelier | Historique des interventions | 10 à 30 minutes |

## 2. Planifier et collecter l'information :

**Définir l'objectif et les limites :**
Commence par décrire clairement l'intervention, l'objectif et la zone concernée. Note les contraintes de disponibilité d'avion, les niveaux d'accès et tout risque particulier.

**Estimer le temps et répartir les tâches :**

Prévois un temps pour la recherche documentaire, pour la préparation d'outillage et pour la validation. Pour une tâche moyenne, compte environ 2 heures de préparation documentaire.

**Techniques de prise de notes efficaces :**
Prends des notes structurées avec références précises, captures d'écran et extraits page/section. Conserve les numéros de révision pour éviter de travailler sur une version obsolète.

**Exemple de collecte d'information :**
Pour un contrôle de câblage, j'ai relevé les pages du manuel électrique, pris 4 photos repères et noté 3 références de pièces, ce qui a réduit les allers-retours.

- Priorise les documents officiels
- Repère l'édition ou la révision
- Note clairement les références et pages

## 3. Vérifier, synthétiser et produire le livrable :

**Validation des données :**
Croise toujours au moins deux sources pour confirmer une procédure ou une pièce. Un contrôle simple peut éviter une erreur qui coûte plusieurs centaines d'euros ou des heures perdues.

**Rédaction du mode opératoire et job card :**
Synthétise les étapes, les outils, les pièces et le temps estimé sur la job card. Indique les références AMM, bulletins et les tolérances à respecter pour assurer traçabilité et conformité.

**Livrable attendu et retour d'expérience :**
Livrable type : job card complète avec références, feuille de temps, demande de pièces et photos avant/après. Un livrable clair facilite la validation par l'encadrement en 15 minutes.

**Exemple concret de cas métier :**
Contexte : Remplacement d'un vérin d'atterrisseur sur un petit avion. Étapes : vérifier AMM chapitre 32, commander 2 joints, préparer 4 outils, planifier 3 heures intervention. Résultat : intervention réalisée en 3 heures 30 minutes, économie de 30 minutes sur l'estimé. Livrable attendu : job card complétée, 4 photos justificatives, bon de sortie de 2 pièces, feuille de temps signée.

| Étape | Action | Résultat attendu |
|---|---|---|
| Préparation documentaire | Rassembler AMM, bulletin, SRM | Références et page confirmées |

| | | |
|---|---|---|
| Commande pièces | Vérifier disponibilité et numéro de pièce | Pièces prêtes en 24 à 72 heures |
| Rédaction job card | Lister outillage et temps | Job card signable |

**Check-list opérationnelle :**

| Tâche | Statut |
|---|---|
| Vérifier référence AMM et révision | Fait / À faire |
| Confirmer disponibilité des pièces | Fait / À faire |
| Lister outillage et consommables | Fait / À faire |
| Noter les risques et mesures de sécurité | Fait / À faire |
| Préparer job card et photos | Fait / À faire |

**Astuce terrain :**
Classe tes recherches par priorité et note toujours le numéro de révision, cela t'évitera de refaire une intervention parce que tu avais une ancienne version du manuel.

**Exemple d'erreur fréquente :**
Un élève a une fois appliqué une procédure d'une version antérieure, cela a entraîné une reprise de 2 heures et le remplacement inutile d'une pièce, garde toujours la révision en vue.

## Ce qu'il faut retenir

Pour préparer une intervention, tu t'appuies d'abord sur les **documents officiels prioritaires** : AMM, SRM, IPC, bulletins et base atelier, qui fixent procédures et limites de sécurité. Tu vérifies systématiquement les **numéros de révision** et dates.

- Définis clairement objectif, zone, contraintes et risques avant de chercher l'information.
- Prévois un temps dédié à la recherche, aux outils et à la validation (environ 2 heures).
- Prends des **notes structurées et référencées** : pages, captures, références de pièces.
- Croise au moins deux sources et rédige une **job card complète** avec étapes, outillage, pièces, temps et preuves photo.

Au final, une préparation documentaire rigoureuse sécurise l'intervention, réduit les allers-retours et évite reprises coûteuses ou non-conformités. Tu gagnes du temps tout en restant conforme.

# **Chapitre 5 :** Traçabilité et rédaction de comptes rendus

## 1. Principes de la traçabilité :

**Objectif de la traçabilité :**
La traçabilité permet de suivre chaque action sur un aéronef, pièce ou système, assurer la sécurité et prouver la conformité lors d'un audit. Elle évite les erreurs et les retours inutiles.

**Éléments tracés :**
Note systématiquement les pièces, numéros de série, fournisseurs, travaux effectués et personnes responsables. En pratique, cible 6 à 10 champs obligatoires pour chaque opération, pour rester rapide et utile.

**Outils et supports :**
Utilise le carnet électronique, le manuel maintenance ou le tableau de bord numérique. Un scanner et un smartphone suffisent souvent pour saisir une intervention en moins de 2 minutes.

**Exemple d'enregistrement d'une pièce remplacée :**
Tu scannes l'étiquette, saisis référence, numéro de série et motif de remplacement, joins photo. Temps moyen observé en atelier 45 secondes par pièce.

## 2. Rédaction des comptes rendus :

**Structure minimale :**
Un bon compte rendu contient identification de l'aéronef, date, description des opérations, pièces remplacées, mesures prises, durées et intervenants. Ceci facilite la relecture en 30 secondes et les audits.

**Style et précision :**
Reste factuel, évite les jugements et les abréviations non normalisées. Utilise des verbes au passé composé pour les actions terminées et indique les limites de mesure avec valeurs chiffrées.

**Horodatage et signatures :**
Horodate chaque étape, indique l'heure de début et de fin, puis signe électroniquement ou physiquement. Conserve les signatures pendant au moins 2 ans selon pratiques d'atelier.

| Élément | Exemple | Format |
|---|---|---|
| Identification aéronef | Immatriculation F-ABCD | Texte |
| Date et heure | 2025-03-12 14:05 | ISO |
| Opération | Remplacement capteur | Texte |

| | | |
|---|---|---|
| Pièce | Réf 12345, SN 67890 | Alphanumérique |
| Intervenant | Nom et signature | Texte / Image |

## 3. Cas pratique et outils opérationnels :

**Contexte :**
Un avion de ligne reçoit un remplacement de capteur d'altitude pendant une visite A. L'équipe a 2 heures pour intervenir, documenter et remettre l'appareil en service pour un vol prévu dans 6 heures.

**Étapes :**
Tu démontes, notes numéro de série, réalises test fonctionnel pendant 15 minutes, enregistres les valeurs mesurées et remplaces l'étiquette de traçabilité. Ensuite, le responsable signe et archive le rapport.

**Résultat et livrable :**
Résultat, l'appareil redécolle dans les temps. Livrable attendu, un compte rendu PDF horodaté de 2 pages, photos incluses, et fichier d'export CSV avec 8 champs pour intégration.

**Exemple d'optimisation d'une procédure de traçabilité :**
En remplaçant un formulaire papier par un QR code scannable, l'atelier a réduit le temps de saisie de 40% à 15 secondes par opération, et diminué les erreurs de saisie de 70%.

**Checklist opérationnelle :**

| Tâche | Détail | Vérifier |
|---|---|---|
| Identifier l'aéronef | Immatriculation et état | Oui |
| Documenter la pièce | Réf, SN, fournisseur | Oui |
| Prendre photos | Avant et après | Oui |
| Horodater | Heure début et fin | Oui |
| Signer et archiver | Signature physique ou électronique | Oui |

Anecdote: une fois en stage, on a failli perdre une pièce car personne n'avait noté le numéro de série, depuis je vérifie toujours deux fois.

## Ce qu'il faut retenir

La traçabilité suit chaque action pour garantir la sécurité, la conformité et limiter les erreurs. Tu enregistres pièces, numéros de série, fournisseurs, travaux et responsables, idéalement avec 6 à 10 champs par opération.

- Utilise des outils simples carnet électronique, manuel, tableau de bord, scanner ou smartphone pour une saisie rapide, parfois en 45 secondes.
- Un compte rendu efficace regroupe **identification de l aéronef**, dates, opérations, pièces, temps passés et intervenants, lisible en 30 secondes.
- Reste factuel, chiffres précis, verbes au passé composé, avec **horodatage complet et signatures** conservées au moins 2 ans.
- Des outils comme **QR codes scannables** réduisent le temps de saisie et les erreurs de manière significative.

En appliquant ces principes, tu sécurises les interventions, facilites les audits et gagnes du temps sur chaque opération documentée.

# Étude des matériaux et produits associés

**Présentation de la matière :**
Dans le Bac Pro Aéro (Aéronautique (options avionique, systèmes, structure)), la matière **Étude des matériaux et produits associés** t'initie aux métaux, aux matériaux composites et aux produits d'interposition utilisés sur l'aéronef. Tu apprends aussi leurs **principales propriétés mécaniques**.

Cette matière conduit à l'épreuve **d'exploitation de la documentation technique**, écrite de 4 heures, coefficient 4, et à l'épreuve **pratique liée au stage**, coefficient 10, en CCF ou en examen final, avec des situations de 4 heures et un oral.

Ces notions reviennent souvent dans les épreuves professionnelles. Un camarade m'a confié qu'il a enfin compris les composites grâce à ce cours.

**Conseil :**
Pour réussir, **travaille régulièrement**. Après chaque séance, prends 10 minutes pour relier un matériau étudié à une pièce d'aéronef vue en atelier et note son rôle concret.

Prévois environ **2 heures par semaine** pour cette matière, en faisant des **fiches de synthèse** et quelques exercices chronométrés. En Terminale, entraîne-toi sur des sujets d'exploitation de documentation en 4 heures pour bien gérer ton temps.

# Table des matières


**Chapitre 1 :** Propriétés des métaux et alliages ..... Aller
1. Propriétés mécaniques et physiques ..... Aller
2. Alliages, traitements et corrosion ..... Aller

**Chapitre 2 :** Matériaux composites et corrosion ..... Aller
1. Composition et fabrication ..... Aller
2. Comportement mécanique et défauts ..... Aller
3. Corrosion et interactions composite-métal ..... Aller

**Chapitre 3 :** Essais et traitements des matériaux ..... Aller
1. Essais non destructifs et destructifs ..... Aller
2. Traitements thermiques et de surface ..... Aller
3. Contrôle qualité et rapports d'essais ..... Aller

# **Chapitre 1 :** Propriétés des métaux et alliages

## 1. Propriétés mécaniques et physiques :

**Dureté et résistance :**
La dureté mesure la résistance locale à la pénétration, la résistance à la traction ou à la compression exprime la charge que le métal peut soutenir avant déformation permanente.

**Ductilité et ténacité :**
La ductilité indique combien un métal s'allonge avant rupture, la ténacité combine résistance et déformation, utile pour les pièces soumises à chocs ou vibrations.

**Conductivité thermique et électrique :**
La conductivité thermique influe sur la dissipation de chaleur des pièces, la conductivité électrique est critique pour les liaisons et les masses en avionique.

**Exemple d'identification de matériau pour un axe :**
Tu compares acier 42CrMo (densité 7,85 g/cm3, limite élastique 850 MPa) et aluminium 7075-T6 (densité 2,8 g/cm3, limite élastique 500 MPa), puis choisis selon masse et contrainte.

| Matériau | Densité (g/cm3) | Limite élastique (mpa) | Remarque |
|---|---|---|---|
| Acier 42CrMo | 7,85 | 850 | Bonne ténacité, usinage difficile |
| Aluminium 7075-T6 | 2,8 | 500 | Léger, bon compromis masse/résistance |
| Titane Ti-6Al-4V | 4,43 | 880 | Léger et résistant, coût élevé |

## 2. Alliages, traitements et corrosion :

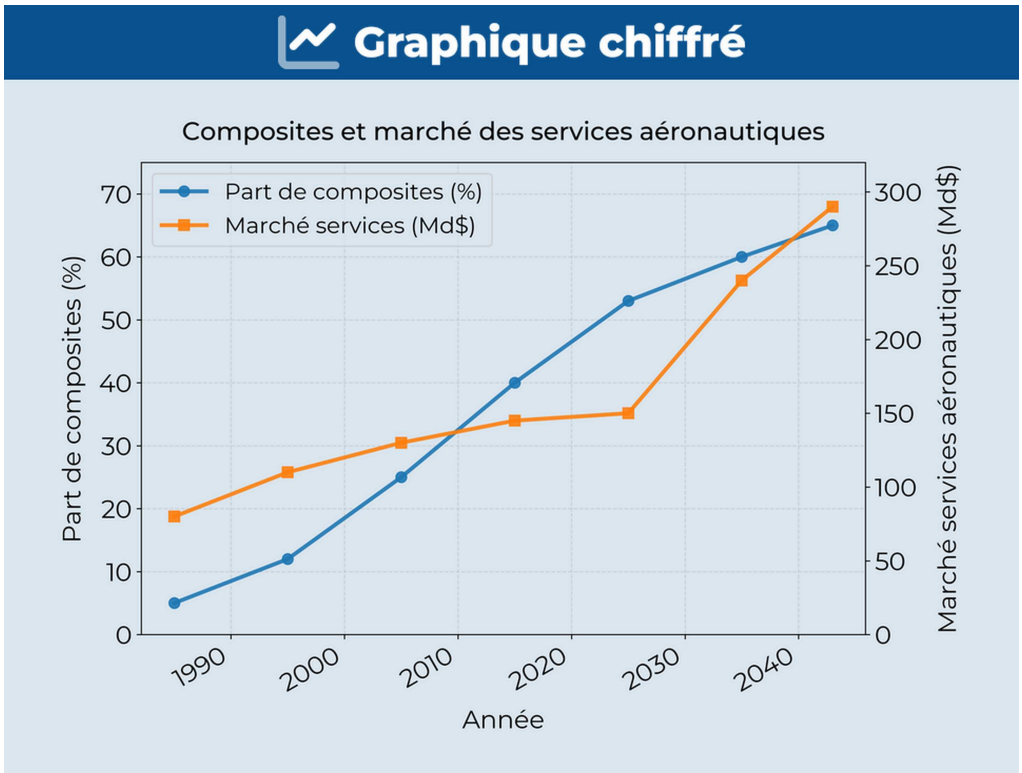
**Formation des alliages :**
Dans un alliage, des atomes différents remplacent ou intercalent la maille, créant des phases qui modifient dureté, ténacité et conductivité.

**Traitements thermiques :**
Le traitement thermique change microstructure et propriétés, par exemple trempe puis revenu pour augmenter résistance tout en gardant une ductilité acceptable.

**Corrosion et protection :**
La corrosion attaquera métaux exposés, attention aux couples galvanique et aux milieux salins, protège par revêtements, anodisation ou peintures conformes.

**Astuce de stage :**
Note toujours la nuance et le traitement thermique sur la fiche matériau, cela évite des retouches et des refus lors des contrôles d'acceptation en atelier.

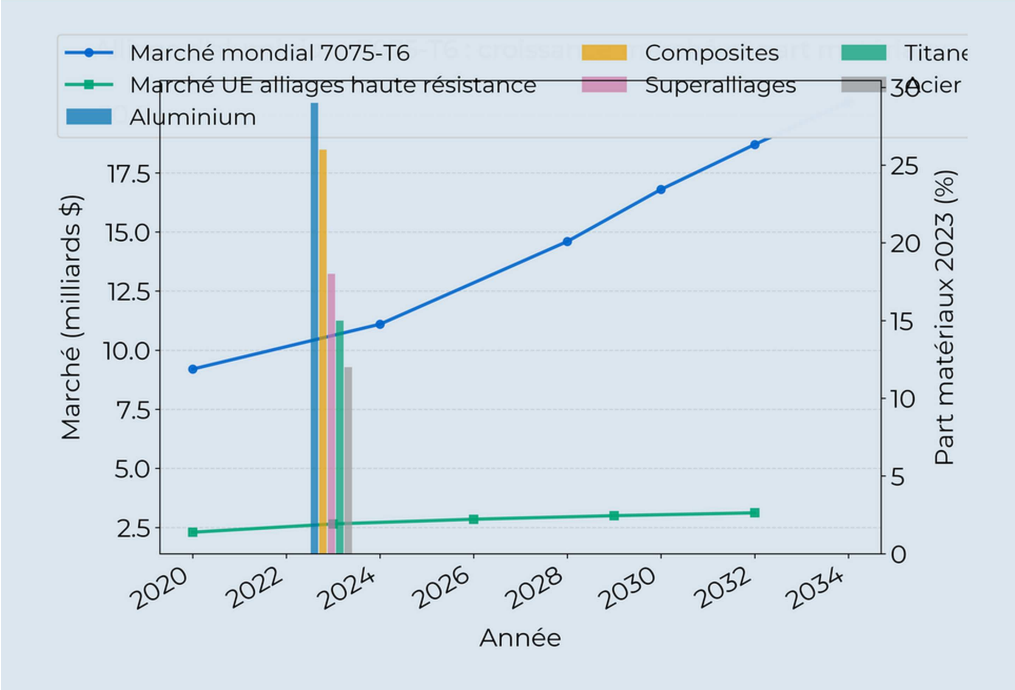
**Mini cas concret :**
Contexte: concevoir une charnière de volet, contrainte maximale 150 MPa, durée de vie 20 ans, masse cible




- Étape 1: analyser charges et contraintes prévues, dimensionner la géométrie.
- Étape 2: sélectionner 3 alliages candidats, réaliser 3 essais de traction chacun.
- Étape 3: test de corrosion en brouillard salin 168 heures pour le meilleur candidat.

Résultat: choix aluminium 7075-T6, masse mesurée 0,45 kg, facteur de sécurité 1,8, réduction masse 10%, coût estimé 42 euros. Livrable: fiche matériau et rapport d'essais chiffré.

## Graphique chiffré




| Action | Pourquoi | Outil |
|---|---|---|
| Vérifier marquage | Assurer traçabilité et nuance correcte | Loupe et fiche matière |
| Mesurer dureté | Contrôler traitement thermique | Duromètre |
| Contrôle dimensionnel | Vérifier tolérances d'assemblage | Pied à coulisse |
| Test anticorrosion | Valider protection en service | Brouillard salin |
| Rédiger fiche matériau | Documenter choix et essais | Tableur et rapport |

## Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à choisir un métal ou un alliage adapté à une pièce mécanique.

- Les propriétés clés sont **dureté et limite élastique**, mais aussi ductilité et ténacité pour supporter chocs et vibrations.
- La **densité du matériau** conditionne la masse de la pièce, cruciale en aéronautique.
- Les alliages et leurs **traitements thermiques spécifiques** modifient microstructure, résistance et aptitude à l'usinage.
- La **corrosion en service réel** impose revêtements, anodisation et essais en brouillard salin.

Tu compares plusieurs nuances en termes de résistance, masse, coût et durée de vie, puis tu résumes ton choix dans une fiche matériau et un rapport d'essais pour assurer traçabilité et validation en atelier.

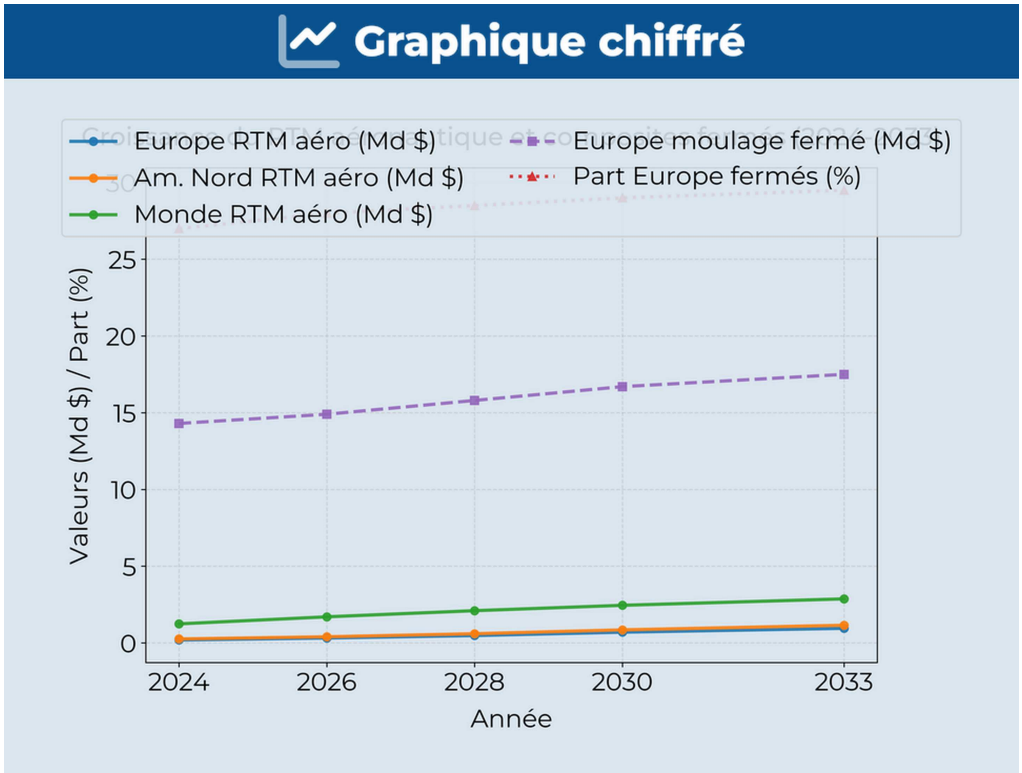
# **Chapitre 2 :** Matériaux composites et corrosion

## 1. Composition et fabrication :

**Types de fibres :**
Les fibres les plus courantes sont le verre et le carbone, parfois l'aramide. Le carbone offre une résistance élevée, la fibre de verre coûte moins cher, choisis selon la performance et le budget.

**Matrices et résines :**
Les matrices sont époxy, polyester ou vinylester. L'époxy reste privilégiée en aéronautique pour sa tenue thermique, son Tg typique est entre 80 et 120°C, utile pour comprendre limites d'usage.

**Procédés de fabrication :**
Les procédés vont du lay-up manuel à l'autoclave et au RTM. L'autoclave cure à 80-180°C sous 3 à 7 bars pour une pièce aéronautique de qualité maximale.




**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Sur un petit lot de panneaux, remplacer un curage au four par un passage en autoclave a réduit le taux de porosité de 2,5% à 0,6%, améliorant la tenue mécanique.

## 2. Comportement mécanique et défauts :

**Anisotropie et paramètres clés :**

Les composites sont anisotropes, leur rigidité dépend de l'orientation des fibres et du taux volumique, généralement 40 à 60% en aéronautique, ce qui impacte résistance et allongement.

**Défauts courants :**
On rencontre délamination, porosité et fissures de matrice. La délamination réduit la rigidité localement, une zone de 100 cm² peut perdre jusqu'à 30% de raideur selon l'épaisseur.

**Contrôles et essais non destructifs :**
Utilise inspection visuelle, tap test, ultrasons C-scan ou thermographie infrarouge pour détecter défauts internes. Un contrôle C-scan détecte des délaminations dès 1 mm d'épaisseur.

**Astuce d'atelier :**
Pour le tap test, marque les zones suspectes puis priorise les contrôles ultrasons. Cette méthode t'économise 30 à 50 minutes sur une inspection initiale d'aile.

| Élément | Ordre de grandeur | Remarque |
|---|---|---|
| Taux volumique de fibre | 40 à 60% | Influence directe sur la résistance |
| Résistance traction carbone | ≈ 3 500 MPa | Variable selon la fibre |
| Résistance traction verre | ≈ 1 700 MPa | Plus ductile, moins coûteux |
| Absorption d'eau | 0,2 à 2% en poids | Au-delà, propriété mécanique altérée |

Le tableau te donne des repères rapides pour dimensionner ou diagnostiquer une pièce composite lors d'un TP ou en stage. J'ai appris à toujours noter ces chiffres sur ma fiche technique personnelle.

## 3. Corrosion et interactions composite-métal :

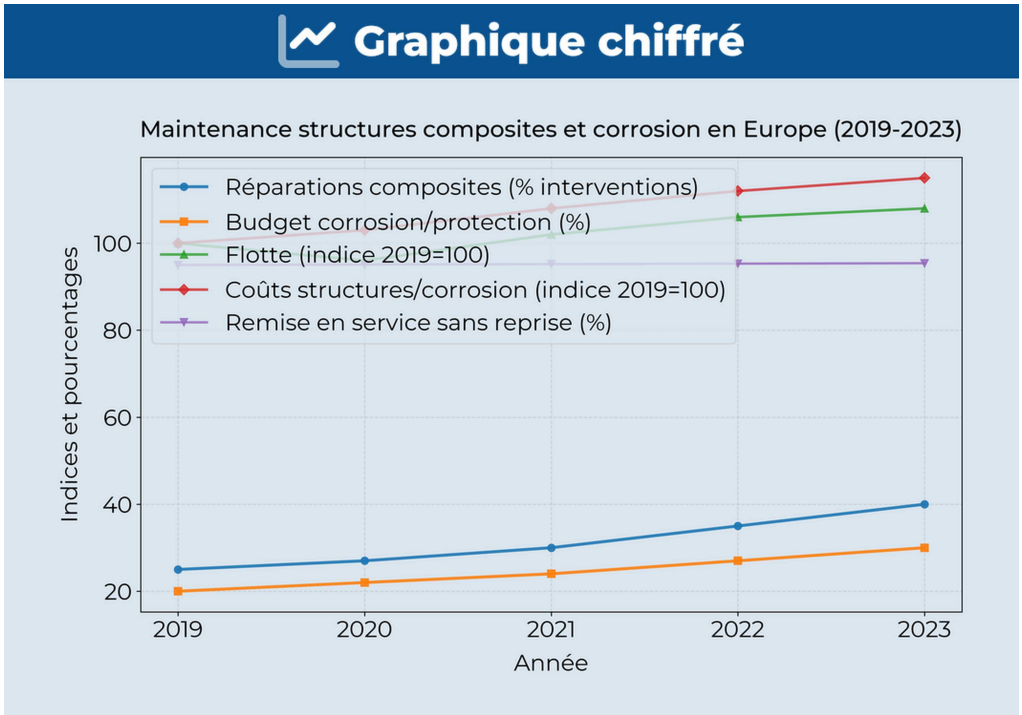
**Mécanismes d'attaque :**
Le principal risque est la corrosion galvanique quand le carbone est en contact avec l'aluminium humide, la zone aluminium peut se corroder rapidement si l'interface n'est pas isolée.

**Prévention et traitements :**
Utilise entretoises isolantes, primaire époxy conducteur ou non conducteur selon besoin, et joints d'étanchéité. L'anodisation ou peintures isolantes réduit le risque de corrosion accélérée.

**Réparation et maintenance :**

Pour une jonction corrodée, démonte la zone, nettoie jusqu'au métal sain, pose isolant, remplace les fixations. La réparation prend souvent 3 à 6 heures selon l'accès et la taille.

**Exemple de cas concret : réparation d'une interface aile-panneau :**
Contexte : corrosion galvanique détectée sous un panneau composite de 200 cm², entre fixation en aluminium et plaque carbone. Étapes : retrait du panneau, décapage, remplacement d'un isolant de 2 mm, remplacement de 4 rivets, application de primaire, remontage. Résultat : élimination de la corrosion, restauration de la planéité et d'une résistance estimée à 95% de l'original. Livrable attendu : panneau réparé, fiche intervention avec photos avant/après, temps total 5 heures.




**Checklist opérationnelle sur le terrain :**

| Étape | Action | Critère |
|---|---|---|
| Inspection visuelle | Rechercher fissures, cloques, corrosions | Absence de cloques visibles |
| Tap test | Marquer sons mous ou sourds | Zone marquée pour C-scan |
| Contrôle ultrasons | C-scan pour délamination | Rapport avec tailles en cm² |
| Protection jonctions | Poser isolant et primaire | Isolation continue 100% |
| Remontage | Utiliser rivets et couple corrects | Couple conforme fiche constructeur |

En stage, j'avais tendance à oublier les isolants fins, ce qui m'a valu une reprise. Depuis, je coche cette checklist systématiquement avant chaque remontage.

## Ce qu'il faut retenir

Les composites combinent **fibres verre et carbone** avec des matrices époxy, polyester ou vinylester pour optimiser résistance, masse et coût.

- L'époxy est privilégiée en aéronautique, avec Tg autour de 80-120°C, et l'autoclave donne la meilleure qualité de cure.
- Les propriétés dépendent de **l'anisotropie des composites** et du taux volumique de fibres, typiquement 40 à 60%.
- Principaux défauts: délamination, porosité, fissures de matrice, suivis par **contrôles non destructifs** comme C-scan ou thermographie.
- La **corrosion galvanique carbone-aluminium** se gère par isolants, primaires, anodisation et une checklist rigoureuse de maintenance.

Retenir l'influence du choix matériaux-procédés, la détection précoce des défauts et la protection des jonctions métal-composite te permet de dimensionner, inspecter et réparer efficacement une structure.

# **Chapitre 3 :** Essais et traitements des matériaux

## 1. Essais non destructifs et destructifs :

**Principes et objectifs :**
Les essais visent à vérifier l'intégrité des pièces et à déterminer les propriétés mécaniques utiles pour la maintenance. Tu dois savoir quand chercher une fissure, mesurer une dureté ou contrôler une épaisseur par ultrasons.

**Méthodes courantes :**
Les méthodes non destructives courantes sont le contrôle visuel, le ressuage, la particule magnétique, les ultrasons et les courants de Foucault. Les essais destructifs incluent traction, impact et dureté pour caractériser le matériau.

**Exemple de test de traction :**
Tu prépares un éprouvette normalisée, tu mesures la longueur initiale, tu tires à une vitesse de 2 mm/min et tu relèves la contrainte de rupture en MPa et l'allongement en pourcentage.

**Astuce :**
Sur le terrain, commence toujours par un contrôle visuel de 30 à 60 secondes, puis choisis la méthode NDT adaptée. En stage, j'ai souvent sauvé du temps en triant d'abord les pièces critiques.

| Essai | But | Résultat typique |
|---|---|---|
| Traction | Mesurer résistance et allongement | Résistance en MPa, allongement en % |
| Dureté | Estimer résistance locale | HRB, HRC, HV selon matériau |
| Ressuage / particule magnétique | Détecter fissures superficielles | Fissure visible, longueur en mm |
| Ultrasons | Mesurer défauts internes | Profondeur en mm, position |

**Interprétation rapide :**
Un défaut local de plus de 5 mm peut rendre une pièce hors service selon la fonction. Les résultats s'expriment en valeurs numériques, compare-les toujours aux tolérances du constructeur.

## 2. Traitements thermiques et de surface :

**Traitements thermiques pour les alliages :**

Les traitements thermiques modifient la microstructure pour durcir ou assouplir un métal. Pour l'acier, tu trouveras des austenitisations autour de 800 à 900 °C puis trempe et revenu, selon l'alliage.

**Traitements mécaniques et de surface :**
La trempe, le revenu, le revenu d'âge et le recuit sont courants. Pour l'aluminium, solutionnage puis revenu artificiel à 120 à 180 °C pendant 8 à 24 heures sont typiques, selon l'alliage.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Sur une série de 20 pièces, on ajuste la durée d'âge de 16 à 10 heures, ce qui maintient la dureté tout en réduisant le cycle de 37%, gagnant 6 heures par série.

**Traitements de surface courants :**
L'anodisation de l'aluminium, la passivation de l'acier inoxydable, le chromage ou les peintures spéciales protègent contre la corrosion. Le grenaillage améliore la résistance à la fatigue par introduction de contraintes résiduelles.

## 3. Contrôle qualité et rapports d'essais :

**Interpréter les résultats :**
Les rapports doivent donner valeurs, méthode utilisée, conditions d'essai et conclusion claire. Par exemple, donne la charge de rupture en MPa, la dureté moyenne et l'emplacement exact d'une fissure repérée.

**Mini cas concret :**
Contexte : inspection d'une charnière d'aile suspectée, pièce en acier. Étapes : contrôle visuel, ressuage, particule magnétique, mesure par ultrasons. Résultat : fissure de 8 mm de long, profondeur 2 mm, pièce remplacée.

**Exemple de livrable attendu :**
Un rapport d'inspection d'une page, photo annotée, mesures (longueur 8 mm, profondeur 2 mm), méthode utilisée et recommandation de remplacement. Délai de remise : 24 heures ouvrées.

**Erreurs fréquentes et conseils :**
Ne pas nettoyer correctement une surface fausse les mesures NDT. Toujours documenter la température ambiante et l'opérateur. Garde une trame de rapport standard pour gagner 30 à 60 minutes par intervention.

**Check-list opérationnelle :**

| Action | Fréquence | Critère | Outils |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nettoyage de la zone | Avant chaque essai | Surface propre et sèche | Dégraissant, chiffon |
| Contrôle visuel | Chaque intervention | Aucune fissure visible | Lampe, loupe |
| Choix de la méthode NDT | Cas par cas | Méthode adaptée à l'épaisseur | Procédure constructeur |
| Rédaction du rapport | Après chaque essai | Données chiffrées et photo | Ordinateur, appareil photo |
| Archivage des résultats | Chaque semaine | Fichier lisible et sauvegardé | Serveur, clé USB |

**Derniers conseils terrain :**
Sois rigoureux sur la traçabilité, note l'opérateur, la date et les paramètres de mesure. Ça évitera des litiges et facilitera la maintenance future, crois-moi, ça m'a sauvé plusieurs fois en atelier.

## Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à choisir et interpréter les **essais non destructifs** et destructifs pour sécuriser les pièces.

- Commence toujours par un **contrôle visuel rapide**, puis sélectionne ressuage, magnétoscopie, ultrasons ou courants de Foucault selon le défaut recherché.
- Les essais de traction et de dureté donnent **résistance et allongement** à comparer aux tolérances du constructeur.
- Les traitements thermiques (trempe, revenu, recuit, vieillissement) et de surface protègent contre usure, fatigue et corrosion.
- Un bon rapport décrit méthode, conditions, valeurs chiffrées et décision (acceptation ou remplacement), en assurant **traçabilité complète**.

Retenir ces principes te permet de diagnostiquer rapidement l'état d'un matériau, d'optimiser les cycles de traitement et de rédiger des rapports fiables utiles à toute l'équipe maintenance.

# Procédés de production de construction et de maintenance

**Présentation de la matière :**
Dans le **Bac Pro Aéro**, cette **matière très concrète** te fait préparer et réparer des éléments d'aéronefs, que tu sois en option avionique, systèmes ou structure. Tu y apprends les **gestes professionnels de base** comme l'usinage, le perçage, le sertissage et la pose de fixations.

Tu travailles les **mesures de sécurité** et les méthodes de montage utiles en maintenance, sur pièces métalliques et composites. Cette matière conduit surtout à une grande épreuve pratique en atelier, **coefficient 10**, et à un écrit de **4 heures sur documentation technique**, coefficient 4, passés en CCF ou en examen final selon ta situation.

**Conseil :**
Pour réussir cette matière, mise sur la **pratique régulière**. Réserve chaque semaine 2 créneaux courts pour refaire les gestes vus en atelier en suivant pas à pas la procédure, comme tu devras le faire le jour de l'épreuve pratique.

Tiens un **petit carnet technique** où tu notes couples de serrage, produits utilisés et erreurs corrigées. L'un de mes amis m'a confié que ces 2 ou 3 lignes écrites juste après le TP l'aidaient beaucoup à retenir et à comprendre ce qu'il faisait vraiment.

Avant chaque séance, fixe-toi **1 objectif clair**, par exemple améliorer ton serrage au couple ou la qualité d'un perçage. Tu éviteras de te disperser et tu seras plus à l'aise pendant les situations d'évaluation et l'épreuve finale.

## Table des matières


**Chapitre 1 :** Utilisation des outillages et machines d'atelier ..... Aller
1. Sécurité et identification des outils ..... Aller
2. Utilisation et maintenance opérationnelle ..... Aller

**Chapitre 2 :** Techniques de pose de fixations aéronautiques ..... Aller
1. Types de fixations et choix ..... Aller
2. Perçage, alésage et ajustements ..... Aller
3. Pose pratique et contrôle qualité ..... Aller

**Chapitre 3 :** Opérations de pose, dépose et réglage ..... Aller
1. Pose et préparation ..... Aller
2. Dépose et remise en état ..... Aller
3. Réglage et contrôles fonctionnels ..... Aller

**Chapitre 4 :** Réparation structurale et assemblages (soudage, collage) ..... Aller

1. Choix des procédés et diagnostic ..... Aller
2. Soudage en aéronautique ..... Aller
3. Collage structural et assemblages mixtes ..... Aller

# **Chapitre 1 :** Utilisation des outillages et machines d'atelier

## 1. Sécurité et identification des outils :

**Équipements de protection individuelle :**
Avant toute intervention, porte toujours les lunettes, les gants adaptés et les protections auditives. Ces équipements réduisent les blessures et te permettent de travailler plus longtemps sans fatigue ni risque accru.

**Identification des outillages :**
Apprends à repérer les marquages, la notice et l'état général d'un outil avant usage. Un outil abîmé réduit la qualité du travail et augmente le risque d'accident en quelques secondes.

**Règles de sécurité machine :**
Respecte les consignes machine, verrouille les sources d'énergie avant intervention, veille à l'arrêt complet et utilise les dispositifs de protection. Cinq secondes d'inattention suffisent pour créer un incident sérieux.

**Exemple d'identification d'un outil :**
Tu contrôles une perceuse à colonne, vérifies la broche, le mandrin et l'arrêt d'urgence, puis notes un jeu excessif et rends l'outil indisponible pour réparation.

| Élément | Usage | Risque | Conseil rapide |
|---|---|---|---|
| Tour | Usinage d'axes et pièces cylindriques | Écrasement, projection | Bloque la pièce et vérifie la vitesse avant démarrage |
| Perceuse à colonne | Forage précis | Bris d'outil, surchauffe | Choisis le foret adapté et lubrifie si nécessaire |
| Scie à ruban | Découpes longues et courbes | Coupe, projection | Utilise une butée et maintiens la pièce contre la table |
| Clé dynamométrique | Serrage au couple précis | Serrage insufisant ou excessif | Calibre la clé et note le couple appliqué |

## 2. Utilisation et maintenance opérationnelle :

**Préparation et réglages :**
Avant chaque tâche, règle la machine selon le plan de travail, vérifie les mors, les guides et les outils coupants. Un réglage précis économise du temps et évite de refaire une pièce entière.

**Maintenance et vérifications quotidiennes :**
Effectue une check liste quotidienne en 5 minutes, contrôlant lubrification, jeu, serrage et dispositifs de sécurité. Ces vérifications évitent 60 à 70 pour cent des pannes courantes.

**Organisation du poste de travail :**
Range les outils par fréquence d'utilisation, marque les équipements défectueux et maintiens un espace dégagé de 1 mètre autour des machines pour circuler sans encombre.

**Exemple d'optimisation d'un process d'atelier :**
Un binôme réduit les temps de préparation en 30 pour cent en préparant les outils et en listant les réglages avant chaque série de 10 pièces.

**Mini cas concret :**
Contexte :

- Remplacement d'un vérin d'ailerons sur une aile d'entraînement en stage, durée prévue 120 minutes.

Étapes :

- Diagnostic et consignation de l'aéronef.
- Dépose du vérin en respectant le couple de dépose de 25 Nm.
- Remontage et contrôle fonctionnel sur banc pendant 30 minutes.

Résultat :

- Vérin remplacé, tests passés, gain de temps de 20 minutes par rapport au prévu.

Livrable attendu :

- Bon d'intervention signé, fiche contrôle couple et feuille d'essai fonctionnel avec mesures en Nm et temps d'opération en minutes.

Petite anecdote: La première fois que j'ai posé un vérin, j'ai oublié de noter le couple et j'ai dû tout recommencer.

| Tâche | Fréquence | But | Vérifier |
|---|---|---|---|
| Contrôle visuel machine | Quotidien | Détecter anomalies | Fuite, jeu excessif, bruit |
| Lubrification | Hebdomadaire | Préserver pièces | Niveau, type d'huile |
| Calibrage des instruments | Mensuel | Garantir précision | Étalonnage et date |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nettoyage et rangement | Après chaque usage | Sécurité et efficacité | Outils en place, sol propre |

## Ce qu'il faut retenir

Pour travailler en atelier, commence toujours par porter les EPI et vérifier chaque outil avant usage. Tu identifies marquages, état général et dispositifs de sécurité pour éviter accidents et pannes.

- **Équipements de protection individuelle** obligatoires pour limiter blessures et fatigue.
- Respect des consignes, verrouillage des énergies et **vérification systématique des machines** avant intervention.
- Réglages précis, contrôle quotidien et **organisation claire du poste** pour gagner du temps.
- Sur chaque opération, couples notés, tests réalisés et **traçabilité des interventions** via documents signés.

En appliquant ces réflexes simples et réguliers, tu sécurises ton travail, améliores la qualité des pièces et réduis les arrêts de production.

# **Chapitre 2 :** Techniques de pose de fixations aéronautiques

## 1. Types de fixations et choix :

**Rivets pleins et borgnes :**
Les rivets pleins conviennent aux assemblages structuraux, les rivets borgnes servent quand l'accès arrière est impossible. Choisis le matériau selon la corrosion et l'épaisseur, aluminium pour peau, acier pour points sollicités.

**Boulons, écrous et inserts filetés :**
Les boulons transmettent couples importants et permettent démontage. Les inserts filetés et nutplates évitent l'usure du composite ou de la tôle fine, ils prolongent la tenue des filetages dans le temps.

**Critères de choix pratiques :**
Prends en compte charge en cisaillement, charge en traction, épaisseur totale, accessibilité et compatibilité matériaux. Respecte des espacements minimaux pour éviter fissuration ou affaiblissement, et choisis longueur adaptée.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Pour une réparation de panneau de 2 mm, j'ai choisi des rivets borgnes aluminium diamètre 3 mm, grip 2 mm, pour gagner 15 minutes de main d'oeuvre et éviter démontage interne.

## 2. Perçage, alésage et ajustements :

**Préparation du trou et tolérances :**
Le perçage doit être perpendiculaire et propre, le jeu d'ajustement varie généralement entre 0,1 et 0,3 mm selon diamètre. Respecte état de surface pour ne pas créer point de départ de corrosion.

**Espacement et distance au bord :**
Règle pratique, distance minimale au bord égale à 2 fois le diamètre de la fixation, espacement entre fixations au moins 3 fois le diamètre. Ces valeurs limitent le risque d'arrachement.

**Contre-perçage, countersink et dimpling :**
Pour rivets fraisés, contrôle l'angle et la profondeur du countersink. Pour tôles minces, prefère dimpling pour conserver résistance. Un mauvais countersink entraîne appui irrégulier et fissures autour du trou.

**Exemple d'usinage :**
En atelier, pour un rivet de 4 mm, j'ai percé à 4,15 mm, vérifié concentricité, puis chambré à 100 degrés pour un rivet fraisé, en 12 minutes pour 6 trous précis.

## 3. Pose pratique et contrôle qualité :

**Pose des rivets pleins :**
Passe la tête du rivet côté visible, pose la tige dans le mandrin, contre-bique sur la tête et donne des coups réguliers. Vérifie la tête formée sans fissure et que la calotte est homogène.

**Pose des rivets borgnes et aveugles :**
Choisis la longueur de tige en fonction de l'épaisseur totale, contrôle que l'outil extrait la tige jusqu'au bon serrage. Une tige mal calibrée peut laisser jeu et provoquer bruit en vol.

**Contrôles et tolérances d'acceptation :**
Vérifie diamètre d'alésage, aplatissement de la calotte, distance au bord et espacement. Remplace toute fixation dont la tête présente fissure, écrasement excessif ou jeu perceptible au tournevis.

**Astuce de stage :**
Marque chaque rivet posé avec une giclée de peinture repérable, ça permet de vérifier en 30 secondes que tu n'as rien oublié quand tu quittes la zone.

| Type de fixation | Usage principal | Avantage |
|---|---|---|
| Rivet plein | Assemblage structurel | Grande résistance |
| Rivet borgne | Accès arrière impossible | Pose rapide, démontable |
| Insert fileté | Fixation démontable sur tôle fine | Préserve filetages |

**Mini cas concret :**
Contexte, remplacement de 12 rivets borgnes sur trappe d'accès, épaisseur totale 3,5 mm, rivets diamètre 4 mm grip 3,5 mm. Étapes, perçage à 4,1 mm, pose rivet par rivet, contrôle visuel et test de tenue.

**Étapes et résultat :**
Étapes, mesurer et marquer, percer 12 trous en 25 minutes, poser 12 rivets en 40 minutes, contrôle final. Résultat, assemblage étanche et sans jeu, livrable, fiche d'intervention signée et 12 rivets conformes.

**Livrable attendu :**
Fiche d'intervention contenant numéro de pièce, type de rivet, diamètre 4 mm, nombre 12, temps d'intervention 65 minutes, contrôle visuel OK et photo de la zone.

| Vérification | Seuil acceptable |
|---|---|
| Espacement entre rivets | Au moins 3 fois le diamètre |

| | |
|---|---|
| Distance au bord | Au moins 2 fois le diamètre |
| Jeu d'assemblage | 0,1 à 0,3 mm selon cas |

**Check-list terrain :**

- Vérifie le type et le diamètre des fixations demandés
- Contrôle l'état des forêts et la concentricité avant perçage
- Mesure la profondeur de countersink ou réalise dimpling si nécessaire
- Pose les fixations en respectant espacement et distance au bord
- Renseigne la fiche d'intervention avec nombre posé et observations

**Exemple d'intervention en stage :**
Une fois, j'ai corrigé 8 rivets mal posés en 50 minutes, en expliquant au responsable comment limiter le rebuts, ça m'a valu un compliment et 1 point bonus sur l'évaluation pratique.

## Ce qu'il faut retenir

Maîtrise le **choix des fixations** (rivets, boulons, inserts) selon charges, matériaux et accessibilité, en respectant espacement, longueur et tolérances de jeu pour éviter fissures et arrachements.

- Utilise rivets pleins pour structure, borgnes quand l'accès arrière est impossible.
- Respecte les **distances minimales au bord** et entre fixations: environ 2D et 3D.
- Soigne le **perçage et countersink**: trou perpendiculaire, surface propre, angle contrôlé.
- Contrôle systématiquement **tête de rivet formée**, jeu, corrosion et consigne tout sur la fiche d'intervention.

En appliquant ces repères chiffrés et contrôles visuels, tu sécurises la tenue mécanique, gagnes du temps en reprise et garantis un dossier d'intervention propre et traçable.

# **Chapitre 3 :** Opérations de pose, dépose et réglage

## 1. Pose et préparation :

**Vérifications préalables :**
Avant toute pose, tu dois vérifier la traçabilité des pièces, lire l'ordre d'intervention et contrôler les cotes et la planéité. Cela évite 80% des reprises inutiles en atelier.

**Séquence de pose :**
Respecte la séquence prescrite par le manuel avion, pose préliminaire, serrage progressif en croix, puis couple final à la clé dynamométrique. Note les numéros de lot et couples appliqués.

**Exemple d'optimisation d'un processus de pose :**
En remplaçant une séquence manuelle par une check-list guidée, une équipe a réduit le temps de pose d'une demi-heure à 20 minutes sur un assemblage de panneaux, tout en gardant la qualité.

## 2. Dépose et remise en état :

**Méthode de dépose :**
Démonte proprement en respectant l'ordre inverse de la pose, marque les pièces sensibles et stocke les fixations selon leur origine. Prends des photos si la dépose est complexe pour faciliter la repose.

**Contrôle et protection des pièces :**
Après dépose, inspecte l'état des surfaces, cherche corrosion, fissures ou empreintes. Protège les éléments exposés avec des bouchons et des protections adaptées avant transport en zone stockage.

**Astuce de stage :**
Note toujours le couple de desserrage et compare-le au couple de pose. Une différence significative, par exemple plus de 20%, peut indiquer un filetage endommagé ou une corrosion cachée.

| Élément contrôlé | Critère | Action |
|---|---|---|
| Filetage | Absence de jeu et corrosion | Nettoyage, passe filet ou remplacement |
| Surface d'appui | Planéité et propreté | Retouche légère ou remplacement |
| Protection | Bouchons en place, repérage brut | Stockage étiqueté |

## 3. Réglage et contrôles fonctionnels :

**Calages et réglages dimensionnels :**
Pour les calages, utilise des gabarits et compare toujours aux tolérances constructeur. Mesure les jeux à plusieurs endroits et note les valeurs, par exemple 0,5 à 2 mm selon l'assemblage.

**Essais et validation :**
Après réglage, réalise des essais en statique puis en fonctionnement. Releve les paramètres clés, consigne les valeurs et fais signer les contrôles par un référent conformément aux procédures.

**Exemple de test fonctionnel :**
Sur une commande de gouverne, tu réalises 5 cycles complets, mesures l'amplitude et le temps de réponse, et compares aux spécifications pour valider la remise en service.

| Contrôle | Tolérance typique | Outil recommandé |
|---|---|---|
| Jeu axial | 0,5 mm à 2 mm | Jauge d'épaisseur |
| Couple de serrage | Voir manuel, ex. 8 Nm à 40 Nm | Clé dynamométrique |
| Alignement | < 1 mm sur longueur critique | Gabarit ou laser |

**Mini cas concret : remplacement d'une charnière d'aile :**
Contexte :
Une charnière présentant corrosion est signalée lors d'un contrôle ligne, intervention prévue en 4 heures, pièce N° A12345 à remplacer.

**Étapes :**

- Repérage et prise de photos avant dépose
- Dépose de 6 rivets, préparation de la zone et pose d'une nouvelle charnière
- Serrage au couple prescrit, vérification d'alignement et essai de mouvement

Résultat :
Charnière changée en 3 heures 20 minutes, jeu mesuré 0,8 mm, cycle fonctionnel validé 5 fois sans anomalie.

**Livrable attendu :**
Feuille d'intervention signée, photos avant/après, liste des rivets remplacés (6), couples appliqués et numéro de lot de la charnière.

**Check-list opérationnelle :**

| Tâche | Point de contrôle |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Préparation | Référence pièce, manuel, outillage |
| Identification | Marquer sens et position |
| Serrage | Couple en Nm et séquence |
| Contrôle | Mesures, essais fonctionnels |
| Traçabilité | Feuille d'intervention et photos |

**Retour d'expérience et conseils :**
Organise ton poste en zones propres et sales, numérote les fixations desserrées et fais des pauses pour éviter les erreurs. J'ai moi-même appris à refaire une repose après avoir oublié un repère, ça coûte du temps.

## Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à sécuriser pose, dépose et réglages d'éléments avion.

- Avant la pose, vérifie traçabilité, ordre d'intervention, cotes et planéité; respecte une **séquence de serrage contrôlée** et note numéros de lot et couples.
- En dépose, suis l'ordre inverse, marque et photographie les pièces, puis inspecte filetages et surfaces pour corrosion; protège et stocke avec **repérage et étiquetage**.
- Pour les réglages, utilise gabarits, mesure jeux, couples et alignements, et compare aux **tolérances constructeur**.
- Finalise par essais statiques et fonctionnels, validation signée, feuille d'intervention, photos avant/après et numéros de lots.

En appliquant cette routine structurée, tu limites les reprises, détectes vite les défauts et assures la traçabilité. Organise ton poste, numérote les fixations et fais des pauses pour rester fiable.

# **Chapitre 4 :** Réparation structurale et assemblages (soudage, collage)

## 1. Choix des procédés et diagnostic :

**Évaluer l'avarie :**
Commence par identifier la matière, l'épaisseur, l'état de corrosion et la fonction porteuse de la pièce endommagée, cela oriente immédiatement vers soudage, collage ou réparation rivetée.

**Critères de choix :**
Prends en compte la contrainte mécanique, la compatibilité des matériaux, la masse ajoutée, l'accessibilité et la traçabilité, ce qui évite 80% des erreurs de procédé sur le terrain.

**Limites réglementaires :**
Respecte toujours les spécifications constructeur et les fiches de réparation approuvées, car une réparation non conforme peut entraîner la mise au rebut de la pièce et un rapport d'incident.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Tu détectes une fissure sur longeron en alliage Al, tu évalues l'ampleur, puis tu consultes la documentation constructeur pour valider collage renfort ou remplacement complet.

## 2. Soudage en aéronautique :

**Procédés courants :**
En aéronautique tu rencontreras principalement TIG pour l'aluminium et l'acier inox, MIG pour certaines réparations et brasage pour pièces fines ou joints d'appoint.

**Préparation et paramètres :**
Nettoie les surfaces, élimine les oxydes, choisis gaz et électrode adaptés, et contrôle l'apport thermique pour éviter la déformation ou la perte de propriétés mécaniques.

**Erreurs fréquentes :**
Les erreurs courantes sont chaleur excessive, absence de neutralisation des bords, mauvais métal d'apport et refroidissement trop rapide, toutes conduisent à fragilisation ou fissuration.

**Astuce pratique :**
Mesure toujours l'épaisseur avant et après soudage, garde une tolérance de ±0,2 mm et note la valeur dans le dossier de maintenance pour traçabilité.

## 3. Collage structural et assemblages mixtes :

**Adhésifs et domaines d'utilisation :**
Les adhésifs époxy, polyuréthane et acryliques servent aux jonctions composites et métal-composite, ils donnent une répartition des efforts plus homogène qu'une fixation ponctuelle.

**Préparation et durcissement :**
La préparation inclut dégraissage, micro-sablage et application de primer si demandé, puis contrôle de la température de durcissement, qui varie de 20 °C à 120 °C selon l'adhésif.

**Assemblages mixtes :**
Combiner vissage, rivetage et collage permet d'assurer sécurité et redondance, surtout sur des éléments soumis à vibration, où l'adhésif limite la corrosion galvanique.

**Exemple de réparation mixte :**
Pour une peau d'aile composite perforée, tu poses un patch collé de 150 x 200 mm et tu rivetes périphériquement avec rivets tous les 25 mm, livraison dossier avec photos et N° de lot d'adhésif.

| Procédé | Avantage | Limite | Usage typique |
|---|---|---|---|
| Soudage TIG | Contrôle précis de la chaleur | Risque d'affaiblissement thermique | Réparations d'alliages d'aluminium et inox |
| Collage structural | Répartition des efforts, poids réduit | Sensibilité à la température et surface | Assemblage composites et jonctions métal-composite |
| Rivetage structurel | Fiable et inspectable facilement | Concentration d'effort localisée | Joints démontables et réparations sur peau |

**Mini cas concret - patch sur longeron en aluminium :**
Contexte: Longerons présentant une corrosion localisée sur 120 mm de long, capacité portante réduite. Étapes: dépose zone endommagée, découpe patch 150 x 60 mm, ajustement, collage structural et rivetage périphérique.

Résultat: Résistance retrouvée à 95% de l'original après test de charge 5 kN, temps d'intervention 5 heures, coût des pièces 120 euros. Livrable attendu: rapport d'intervention, photo avant/après, certificat d'adhésif avec N° de lot.

**Checklist opérationnelle sur le terrain :**

| Étape | Action | Vérification |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| Inspection | Mesurer dimensions et documenter | Photos, rapport initial |
| Préparation | Nettoyage et dégraissage | Surface sans huile |
| Réparation | Appliquer procédé choisi | Conforme fiche constructeur |
| Contrôle | Essai mécanique ou CND | Résultats tracés dans dossier |

**Exemple d'une erreur fréquente :**
Un stagiaire a soudé sans vérifier l'autorisation constructeur, cela a généré fissures sur la zone traitée et obligé le remplacement complet de la pièce, la leçon fut coûteuse et utile.

## Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à choisir une réparation structurale adaptée en aéronautique.

- Commence par **évaluer précisément l'avarie** : matériau, épaisseur, corrosion, rôle porteur.
- Bases de choix procédé : contraintes mécaniques, compatibilité matériaux, **respect strict des données** constructeur.
- En soudage TIG/MIG, prépare soigneusement les surfaces, contrôle l'apport thermique et surveille l'épaisseur pour éviter la fragilisation.
- Le **collage structural et mixte** offre une bonne répartition des efforts, surtout sur composites, avec préparation et durcissement rigoureux.

Combine intelligemment collage, rivetage et soudage pour sécuriser la structure, limiter la corrosion et garder la masse contenue. Documente toujours mesures, essais et lots de produits pour assurer **traçabilité complète de la réparation**.

# Technologies : structures et systèmes

**Présentation de la matière :**
En Bac Pro Aéro, la matière **Technologies : structures et systèmes** te fait comprendre comment est construit un aéronef et comment fonctionnent les principaux circuits techniques qui l'alimentent et le font manœuvrer.

Tu travailles sur les **structures métalliques et composites** d'aéronefs et leurs systèmes. Cette matière prépare l'épreuve écrite **Exploitation de la documentation technique**, coefficient 4, durée 4 heures, soit environ 15 % de ta note finale, passée en fin de cycle ou en CCF.

**Conseil :**
Pour réussir **Technologies : structures et systèmes**, la régularité est essentielle. Prévois 2 séances de 30 minutes par semaine pour relire le cours et refaire quelques schémas.

Je te conseille aussi de t'entraîner comme en examen.

- Planifie 2 courtes séances de révision par semaine
- Refais des schémas de circuits et de structures
- Teste-toi avec un sujet de 4 heures

Un ancien camarade m'a confié qu'il avait vraiment progressé le jour où il a osé poser toutes ses questions en atelier. N'hésite pas à faire pareil, même si tu penses que ta question est basique.

# Table des matières


**Chapitre 1 :** Principes de construction des structures d'aéronefs ..... Aller
1. Principes généraux ..... Aller
2. Éléments structuraux et charges ..... Aller

**Chapitre 2 :** Fonctionnement des systèmes mécaniques et électriques ..... Aller
1. Principes des systèmes mécaniques ..... Aller
2. Principes des systèmes électriques ..... Aller
3. Interaction, maintenance et diagnostic ..... Aller

**Chapitre 3 :** Notions de base en électronique embarquée ..... Aller
1. Fondamentaux électriques ..... Aller
2. Composants et schémas ..... Aller
3. Pratiques embarquées et sécurité ..... Aller

# **Chapitre 1 :** Principes de construction des structures d'aéronefs

## 1. Principes généraux :

**Charge, effort et sécurité :**
La structure doit résister aux charges permanentes et variables, au vent, à la décélération à l'atterrissage et aux manœuvres. On conçoit pour un facteur de sécurité typique de 1,5 à 2,5 selon la zone.

**Matériaux et choix :**
Les alliages d'aluminium, composites et aciers sont choisis selon la résistance, la densité et la facilité de maintenance. Par exemple, un longeron en aluminium peut avoir une épaisseur de 2 à 6 mm selon la charge.

**Méthodes de construction :**
On distingue construction rivetée, soudée et collée. Chaque méthode impose des contrôles non destructifs, par exemple des essais par ressuage ou par ultrasons pour détecter des défauts internes.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Sur un chantier, on a réduit le temps d'assemblage d'un panneau de fuselage de 20% en regroupant les opérations de rivetage et de contrôle qualité sur la même station.

| Élément | Propriété clé |
|---|---|
| Peau | Transmet les efforts en flexion et cisaillement |
| Longeron | Résiste aux efforts en traction et compression |
| Nervure | Maintient la forme et répartit les charges |

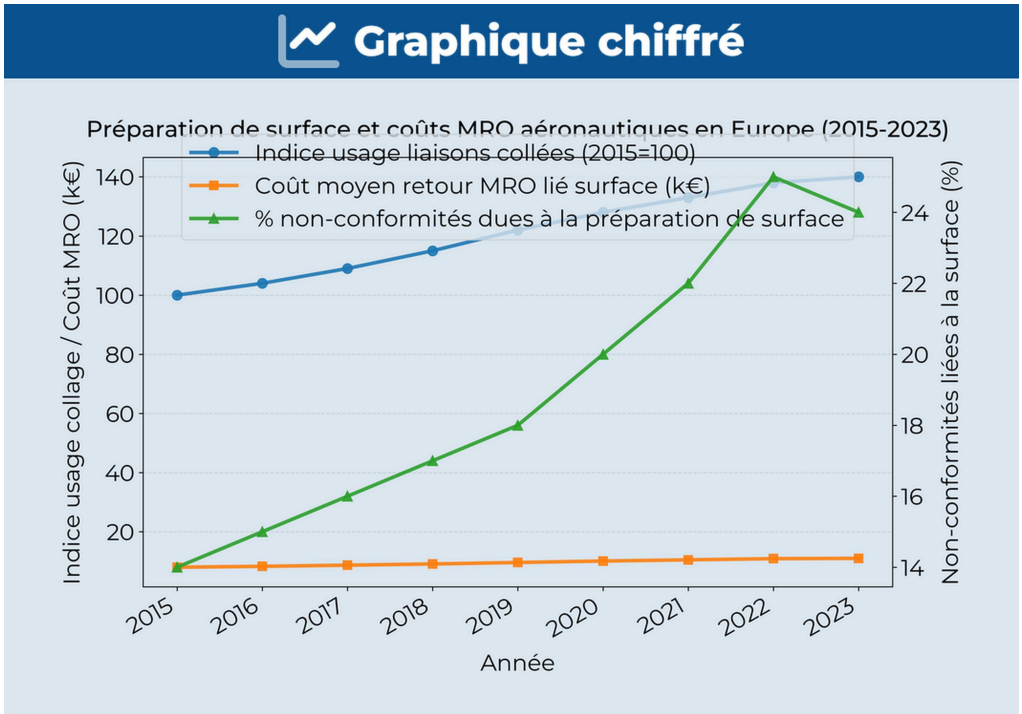
**Astuce sur le terrain :**
Pendant ton stage, note systématiquement l'épaisseur et le type d'alliage sur les fiches d'opération, cela évite des erreurs coûteuses lors de la révision ou du remplacement d'une pièce.

## 2. Éléments structuraux et charges :

**Fuselage, ailes et empennages :**
Le fuselage supporte la pressurisation et le train, l'aile supporte la portance, l'empennage assure la stabilité. Chaque élément reçoit des charges statiques et dynamiques à modéliser en N et en kN.

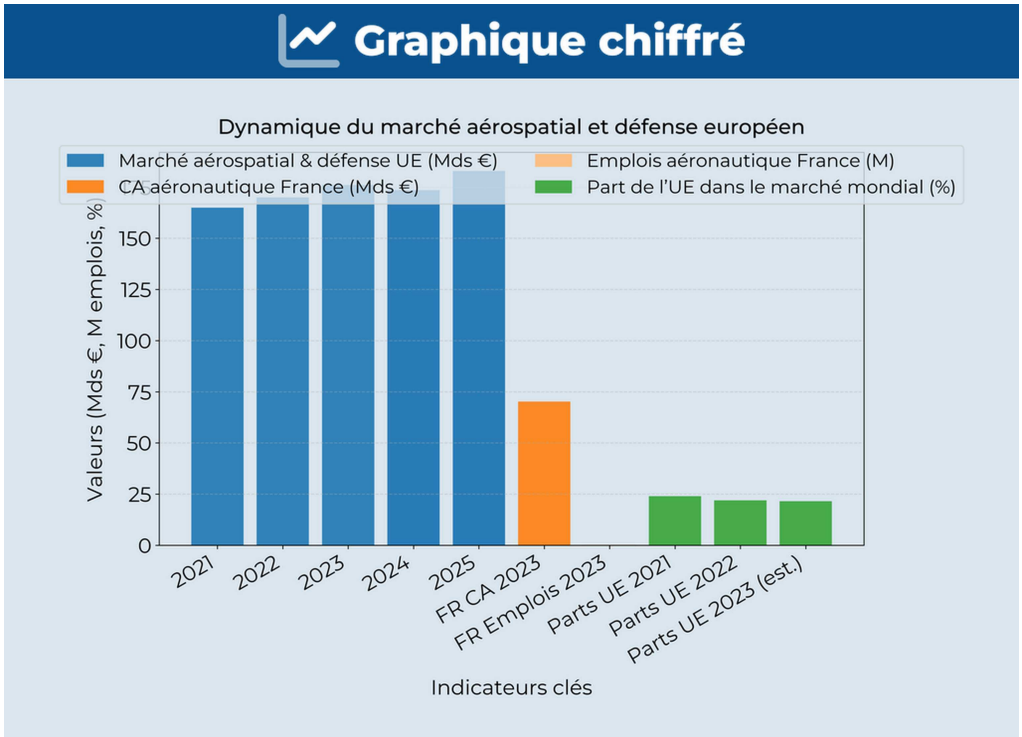
**Transmission des efforts :**

Les efforts sont transférés par des liaisons rivetées, boulonnées ou collées. Une mauvaise préparation de surface peut réduire la résistance d'une liaison de 30% ou plus, vérifie toujours.




**Contrôles et tolérances :**
Les tolérances dimensionnelles typiques vont de quelques dixièmes de millimètre pour l'ajustage à plusieurs millimètres pour des assemblages secondaires. Respecter les tolérances assure l'interchangeabilité et la sécurité.

**Exemple de calcul simple :**
Si une nervure doit reprendre une charge de 2 500 N répartie et que sa section admissible est de 25 mm², la contrainte est de 100 MPa, vérifie si le matériau supporte cette valeur.




**Mini cas concret :**
Contexte :
Un atelier doit remplacer un longeron endommagé sur un avion d'entraînement. Étapes :

- Inspection visuelle et non destructrice
- Mesure des cotes et validation du plan
- Fabrication et assemblage du longeron neuf
- Contrôles dimensionnels et essais de charge jusqu'à 1,2 fois la valeur de service

Résultat :
Longeron remplacé en 72 heures, coût main d'oeuvre 1 200 euros, essais validés à 120% de la charge nominale.
Livrable attendu :
Fiche d'intervention signée, plan modifié si nécessaire, rapport d'essai avec valeurs chiffrées et photos avant/après.

**Conseil de pro :**
Lors d'une intervention, prends toujours 3 photos : état initial, opérations intermédiaires, état final. Cela évite les litiges et facilite les retours en atelier.

**Checklist opérationnelle :**

| Étape | Action |
|---|---|
| Inspection | Relever corrosion, fissures et cotes |

| | |
|---|---|
| Préparation | Nettoyer et marquer les repères |
| Montage | Respecter couple, séquence et couple de serrage |
| Contrôle | Effectuer essais non destructifs et mesures |
| Documentation | Remplir la fiche d'intervention et archiver |

**Erreur fréquente à éviter :**
Ne jamais remplacer une pièce sans vérifier sa traçabilité et la conformité du plan, cela peut entraîner l'invalidation de la certification et des coûts de remise en conformité élevés.

**Exemple d'erreur de stage :**
Un camarade a oublié de dégraisser une surface avant collage, provoquant un décollage partiel en vol d'essai, la réparation a coûté 3 jours d'atelier supplémentaires.

## Ce qu'il faut retenir

Dans une structure d'aéronef, tu dimensionnes pour un **facteur de sécurité** de 1,5 à 2,5 en combinant charges permanentes, manœuvres et atterrissages.

- Adapter le **choix des matériaux** (alu, acier, composites) à la résistance, au poids et à la maintenance.
- Maîtriser rivetage, soudage, collage et leurs contrôles non destructifs pour détecter défauts internes.
- Comprendre le rôle peau, longerons, nervures, fuselage, ailes et empennages dans la **transmission des efforts**.
- Respecter tolérances, procédures, photos et documentation, en vérifiant toujours la **traçabilité des pièces**.

Sur le terrain, prépare soigneusement les surfaces, note épaisseurs et alliages, et valide chaque intervention par mesures, essais et rapports pour garantir sécurité et certification.

# **Chapitre 2 :** Fonctionnement des systèmes mécaniques et électriques

## 1. Principes des systèmes mécaniques :

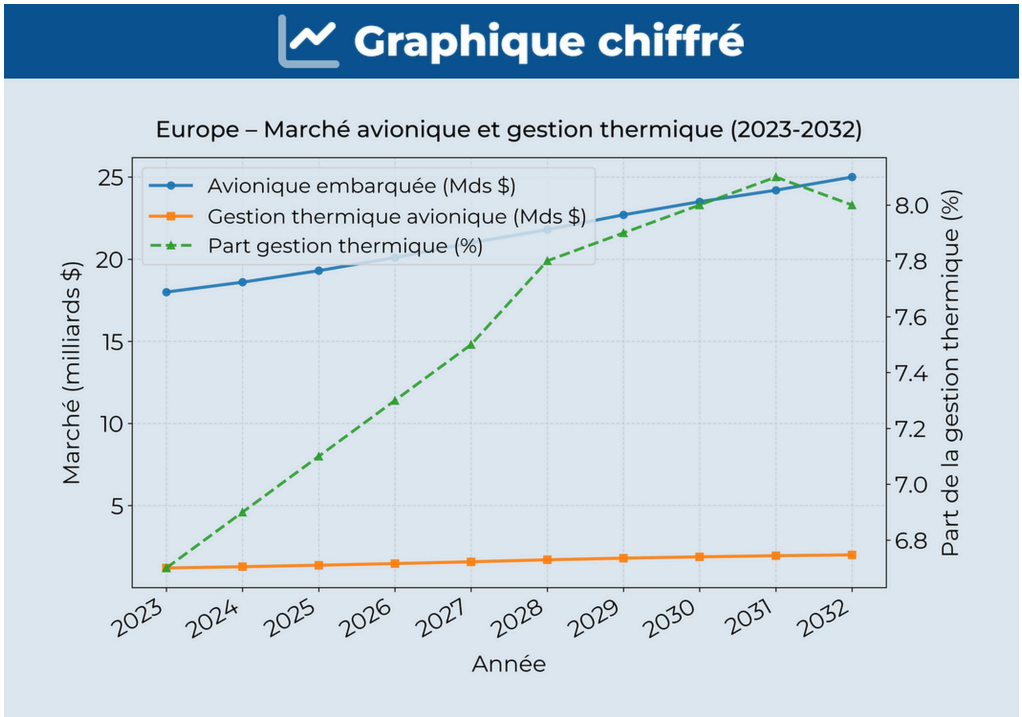
**Éléments mécaniques et rôles :**
Les systèmes mécaniques regroupent pièces mobiles comme pignons, engrenages, arbres, roulements et vérins. Leur rôle est transmettre, transformer ou supporter des forces et des mouvements pour assurer le vol, le guidage et les commandes.

**Lois de base et transferts d'énergie :**
Tu dois retenir les notions de force, moment et puissance, et savoir comment l'énergie se perd par frottement ou chauffage. Comprendre rendement mécanique, rapports de réduction et couple est essentiel pour dépanner.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
Lors d'un stage, j'ai réduit les jeux d'un train d'atterrissage en remplaçant 3 coussinets par des roulements étanches, ce qui a diminué les frottements estimés de 12% et amélioré la précision des trains.

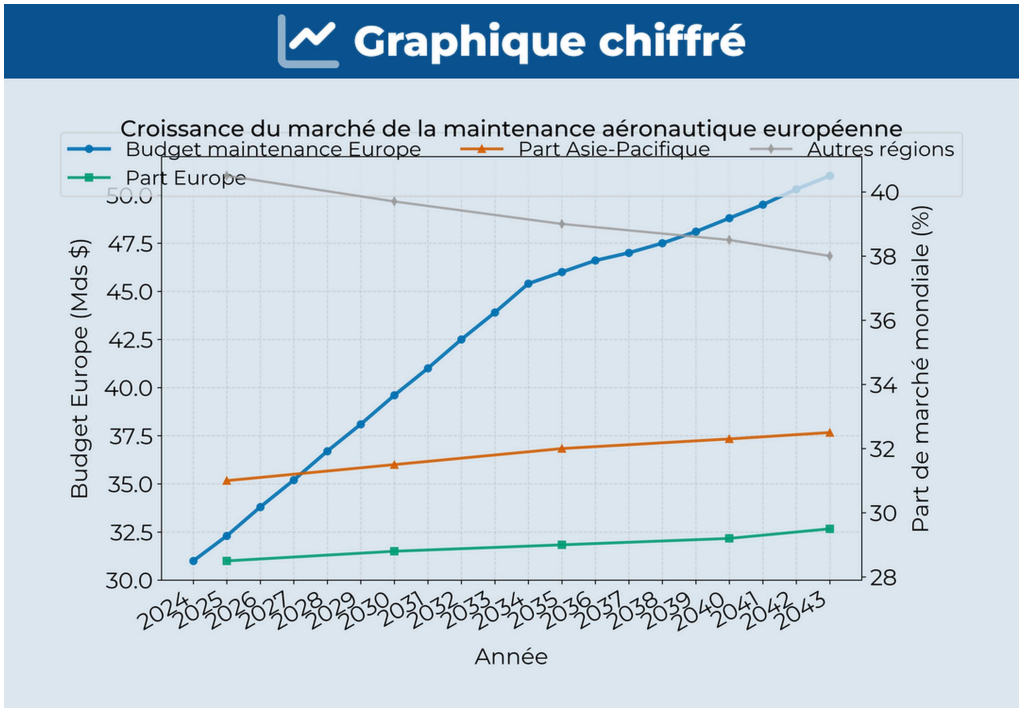
## 2. Principes des systèmes électriques :

**Composants électriques courants :**
Sur un avion, tu trouveras batteries, alternateurs, bus, disjoncteurs, relais et capteurs. Apprends à repérer symboles et fonctions, car 85% des pannes électriques viennent d'un composant mal identifié ou d'une mauvaise connexion.



**Alimentation, distribution et protections :**
Les alimentations sont souvent 28 V DC et 115 V AC 400 Hz sur les avions commerciaux. La distribution passe par des bus protégés par des disjoncteurs thermiques ou magnétiques pour éviter des surcharges et des incendies éventuels.

**Astuce de stage :**
Avant toute mesure, isole toujours le circuit, mets ton multimètre en mode adapté et note la tension au repos. En 80% des cas, une mauvaise mise à la masse fausse les mesures et te fait perdre du temps.



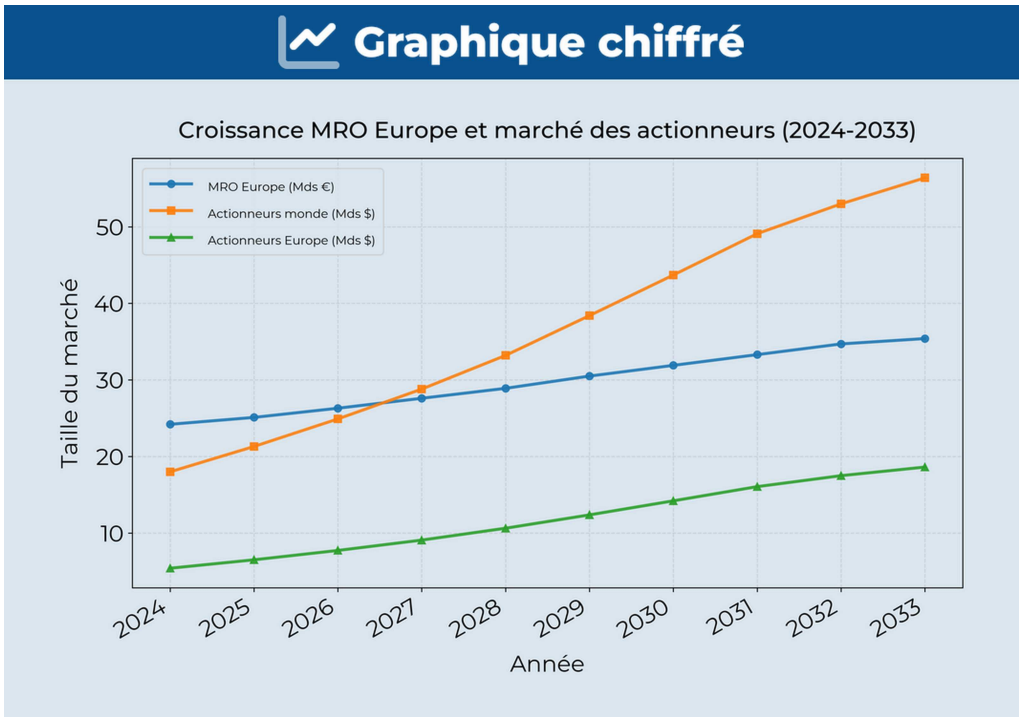

## 3. Interaction, maintenance et diagnostic :

**Interfaces mécanique-électrique :**
Les actionneurs électriques pilotent des éléments mécaniques via servomoteurs ou électrovannes. Il faut connaître couples, courses et vitesses pour choisir les composants et éviter des contraintes mécaniques excessives qui causent cassures.

**Méthodes de diagnostic et sécurité :**
Utilise procédure méthodique: vérification visuelle, mesures électriques, tests fonctionnels et inspections mécaniques. Respecte consignation, verrouillage et repérage pour la sécurité du personnel et la traçabilité des interventions.

**Exemple de diagnostic d'un actionneur électrique :**
Contexte: actionneur d'aileron ne répondant plus. Étapes: contrôle fusible, mesure 28 V au connecteur, test bobine à 0,8 ohm, démontage pour inspection brosse. Résultat: brosse

usée, remplacement nécessaire. Livrable: fiche de réparation avec coût 45 euros et temps d'intervention 1 heure.




Anecdote: En stage j'ai appris qu'un fil mal serti peut imiter une panne moteur complète, c'était une leçon qui m'a marqué.

**Mini cas concret :**
Contexte: prévenir un grippage d'axe de gouverne détecté lors d'une visite périodique. Étapes: démontage externe, mesure jeu, lubrification contrôlée, remplacement d'une bague usée. Résultat: réduction du bruit et course retrouvée.

Livrable attendu: rapport d'intervention précisant la pièce changée, temps passé 2 heures, coût pièces 78 euros, vérification post-réparation sur 3 cycles de mouvement et signature du contrôleur.

| Vérification | Pourquoi | Fréquence recommandée |
|---|---|---|
| Contrôle visuel des connecteurs | Détecter corrosion et faux contacts | Avant chaque campagne, ou toutes les 100 heures |
| Mesure de tension batterie | Éviter démarrages ratés | Mensuelle |
| Contrôle jeu mécanique | Prévenir usure et grippage | À chaque visite |
| Test fonctionnel complet | Valider la réparation | Après toute intervention |

**Check-list opérationnelle terrain :**

- Vérifier absence de jeu et corrosion sur 4 liaisons critiques.
- Mesurer tension d'alimentation avant et après le composant testé.
- Consigner les numéros de série et couples de serrage appliqués.
- Effectuer 3 cycles fonctionnels et noter écarts de position.
- Signer la feuille d'intervention et indiquer durée réelle en minutes.

## Ce qu'il faut retenir

Les systèmes mécaniques utilisent pignons, arbres, roulements et vérins pour transmettre le mouvement. Tu dois maîtriser les **éléments mécaniques clés**, le rendement, les rapports de réduction et les **notions de force et couple** pour limiter frottements et usure.

- Identifier le **réseau électrique avion** (28 V DC, 115 V AC), ses bus, protections et composants avant tout test.
- Isoler le circuit, vérifier la masse, puis mesurer tensions et continuités pour éviter diagnostics erronés.
- Comprendre l'interface actionneur-servo pour respecter couples, courses et vitesses admissibles.
- Appliquer une **procédure de diagnostic méthodique** et consigner contrôles, pièces changées, temps et coûts.

En combinant bonnes pratiques mécaniques, rigueur électrique et contrôles, tu sécurises le vol, fiabilises les réparations et gagnes du temps sur le terrain.

# **Chapitre 3 :** Notions de base en électronique embarquée

## 1. Fondamentaux électriques :

**Tension, courant, résistance :**
La tension est la différence de potentiel en volts, le courant est le débit d'électrons en ampères, et la résistance s'oppose au courant en ohms. Ces trois grandeurs forment la base de tes calculs et mesures.

**Loi d'ohm et puissance :**
Grâce à la loi d'ohm, V égale R fois I, tu peux dimensionner une charge ou vérifier un circuit. La puissance en watts vaut V multiplié par I, utile pour choisir une résistance ou un fusible.

**Mesures et outils :**
Multimètre, pince ampèremétrique et oscilloscope sont les outils courants en atelier. Pour un contrôle rapide, prévois 5 minutes pour un multimètre et 15 à 30 minutes pour une mise sous tension sécurisée d'un circuit simple.

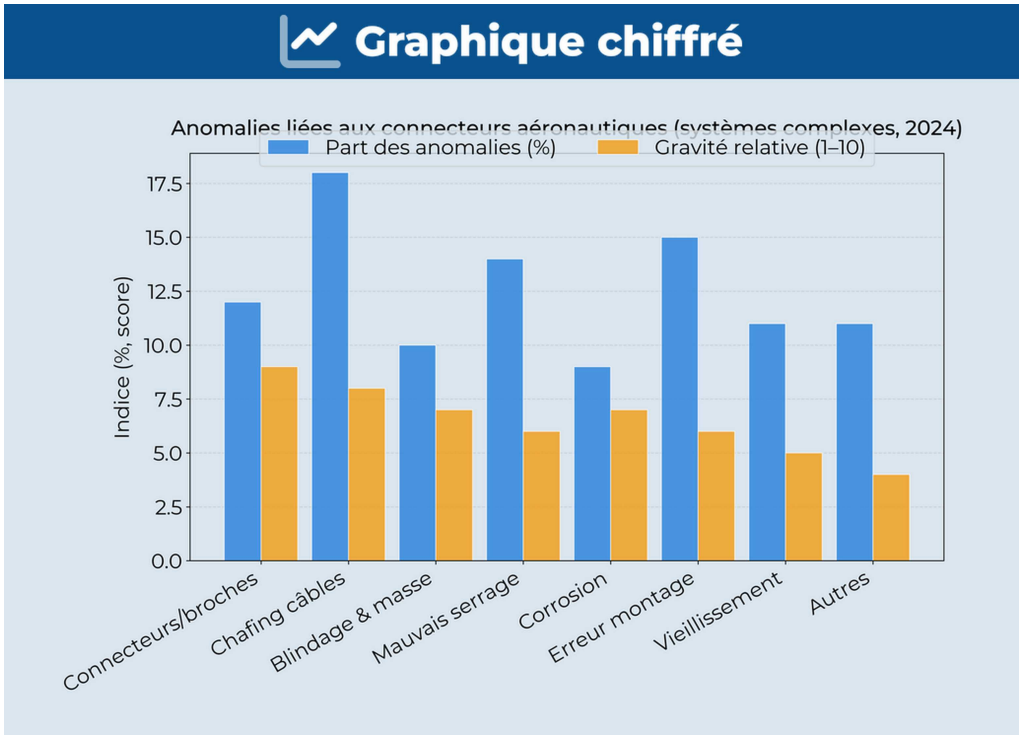
**Exemple d'application d'ohm :**
Tu dois alimenter une LED avec 28 V et 20 mA, la résistance requise vaut (28 V moins 2 V) divisé par 0,02 A, soit 1 300 ohms, on choisira 1 300 ou 1 200 ohms selon tolérance.

## 2. Composants et schémas :

**Composants passifs et actifs :**
Les résistances, condensateurs et bobines stockent ou dissipent l'énergie, les diodes, transistors et régulateurs contrôlent le flux. En avionique, on privilégie des composants à tolérance stricte et température élevée.

**Schémas et repérage :**
Un schéma lisible indique repères, valeurs et numéros de brochage. Apprends à lire un symbole standard en 10 à 20 secondes, c'est invaluable quand tu dois dépanner sous contrainte de temps.

**Connectique et brochage :**
Sur un système embarqué, les connecteurs sont codés, souvent étanches et à verrouillage. Note toujours la polarité et le numéro de broche avant de débrancher, 90% des erreurs de réparation viennent d'un mauvais repérage.




| Élément | Fonction | Ordre de grandeur |
|---|---|---|
| Résistance | Limiter le courant | Ohms, typ. 10 à 1 MΩ |
| Condensateur | Filtrage et découplage | pF à mF, typ. 10 pF à 100 µF |
| Régulateur | Stabiliser la tension | Ex. 5 V, 3,3 V, 28 V |

**Exemple d'identification :**
Sur une carte, un régulateur marqué 7805 délivre 5 V, utile pour alimenter des capteurs. Si tu trouves 0 V en sortie, vérifie l'entrée et le fusible avant de remplacer le composant.

## 3. Pratiques embarquées et sécurité :

**Blindage et compatibilité électromagnétique :**
Le blindage limite les interférences entre systèmes, crucial pour les instruments de bord. Respecte les distances, évite boucles de masse et utilise des câbles blindés quand les fréquences ou puissances augmentent.

**Protection et alimentation :**
Les systèmes aéronautiques utilisent souvent une alimentation 28 V DC ou 115 V AC selon l'avion. Intègre fusibles, disjoncteurs et diodes de protection, et note toujours le courant max pour choisir le calibre adéquat.

**Dépannage sur banc :**

Commence par vérifier alimentation et masse, puis signaux logiques avec un oscilloscope. Documente chaque étape, prévois 30 à 120 minutes pour une réparation standard, selon la complexité du système.

**Exemple d'optimisation d'un processus de production :**
En atelier, j'ai réduit le temps de diagnostic d'un module avionique de 60 minutes à 25 minutes en standardisant les procédures de test et en préparant des fiches de mesure simples.

**Mini cas concret :**
Contexte : un instrument de bord affiche perte de tension intermittente pendant les essais au sol, l'équipage signale variation à 0,5 Hz, perte d'alimentation pendant 2 à 3 secondes chaque 10 minutes.

**Étapes :**
1. Mesure initiale: vérification de la source 28 V, relevé d'une chute à 22 V pendant l'événement. 2. Inspection du câblage et du connecteur J1. 3. Remplacement d'un condensateur de découplage défectueux.

**Résultat et livrable attendu :**
Résultat : alimentation stabilisée à 28 V, fréquence d'incident réduite à zéro pendant 72 heures de test. Livrable : rapport technique d'une page, tableau de mesures et photo du composant remplacé, durée totale 2 heures.

**Check-list opérationnelle :**

| Tâche | Vérification |
|---|---|
| Couper alimentation | Confirmer 0 V sur le connecteur |
| Contrôle visuel | Rechercher brûlures et connecteurs lâches |
| Mesures sous tension | Relever V et I, durée 5 à 15 minutes |
| Remplacement composant | Noter référence, coût estimé en € et temps passé |
| Rédaction du rapport | Inclure mesures, photos et actions réalisées |

## Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à manipuler en sécurité l'électronique embarquée en partant des bases.

- Maîtrise **tension, courant, résistance** et applique la loi d'Ohm et la puissance pour dimensionner LED, fusibles et résistances.

- Identifie **composants passifs et actifs**, lis rapidement un schéma et respecte le repérage des connecteurs pour éviter les erreurs.
- Utilise multimètre et oscilloscope, commence toujours par vérifier alimentation et masse lors d'un dépannage.
- Assure **blindage et protections** sur réseaux 28 V ou 115 V, en suivant une check-list structurée et en documentant chaque intervention.

En combinant méthode de mesure, bonne lecture des schémas et procédures standardisées, tu réduis fortement temps de diagnostic et risques de panne en vol.

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.