

167 Fiches de Révision

Bac Pro MFER

Métiers du Froid et des
Énergies Renouvelables

 Fiches de révision

 Fiches méthodologiques

 Tableaux et graphiques

 Retours et conseils



Conforme au Programme Officiel



Garantie Diplômé(e) ou Remboursé

4,3/5 selon l'Avis des Étudiants



Préambule

1. Le mot du formateur :



Hello, moi c'est **Paul** 🙌

D'abord, je tiens à te remercier de m'avoir fait confiance et d'avoir choisi www.bacpromfer.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 Métiers du Froid et des Énergies Renouvelables** avec une moyenne de **17,34/20**.

2. Pour aller beaucoup plus loin :

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

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



3. Contenu de dossier Industrie & Technologies :

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

→ Découvrir

Table des matières

Français	Aller
Chapitre 1: Compréhension de textes	Aller
Chapitre 2: Rédaction de paragraphes	Aller
Chapitre 3: Expression orale en continu	Aller
Chapitre 4: Étude de la langue et de l'orthographe	Aller
Histoire-géographie et enseignement moral et civique	Aller
Chapitre 1: Repères historiques essentiels	Aller
Chapitre 2: Organisation des territoires	Aller
Chapitre 3: Valeurs et institutions de la République	Aller
Mathématiques	Aller
Chapitre 1: Nombres et calculs	Aller
Chapitre 2: Proportionnalité et pourcentages	Aller
Chapitre 3: Équations simples	Aller
Chapitre 4: Géométrie plane et spatiale	Aller
Chapitre 5: Statistiques et probabilités	Aller
Physique-chimie	Aller
Chapitre 1: Énergie et transferts thermiques	Aller
Chapitre 2: Électricité et circuits	Aller
Chapitre 3: Pression, gaz et changements d'état	Aller
Langue vivante A (Anglais)	Aller
Chapitre 1: Compréhension orale de dialogues	Aller
Chapitre 2: Compréhension écrite de documents courts	Aller
Chapitre 3: Expression orale en interaction	Aller
Chapitre 4: Présentation orale simple	Aller
Chapitre 5: Rédaction de messages et courriels	Aller
Économie-gestion	Aller
Chapitre 1: Fonctionnement de l'entreprise	Aller
Chapitre 2: Rôles et droits du salarié	Aller
Chapitre 3: Relations avec la clientèle	Aller
Chapitre 4: Outils numériques de gestion	Aller
Prévention santé environnement	Aller
Chapitre 1: Santé et hygiène de vie	Aller
Chapitre 2: Risques au travail et prévention	Aller
Chapitre 3: Protection de l'environnement	Aller

Arts appliqués et cultures artistiques	Aller
Chapitre 1: Découverte du design	Aller
Chapitre 2: Analyse d'objets et d'images	Aller
Chapitre 3: Recherches graphiques et croquis	Aller
Chapitre 4: Couleurs, formes et mises en page	Aller
Chapitre 5: Projet visuel lié au monde professionnel	Aller
Préparation d'une intervention	Aller
Chapitre 1: Lecture de documents techniques	Aller
Chapitre 2: Analyse du cahier des charges	Aller
Chapitre 3: Choix des matériels et outillages	Aller
Chapitre 4: Organisation et sécurisation du poste	Aller
Réalisation et mise en service d'une installation	Aller
Chapitre 1: Montage des circuits frigorifiques	Aller
Chapitre 2: Raccordements électriques et réglages	Aller
Chapitre 3: Mise sous pression, tirage au vide et mise en service	Aller
Maintenance d'une installation	Aller
Chapitre 1: Contrôle des paramètres de fonctionnement	Aller
Chapitre 2: Diagnostic de pannes	Aller
Chapitre 3: Maintenance préventive programmée	Aller
Chapitre 4: Maintenance corrective et réparations	Aller
Chapitre 5: Compte rendu et traçabilité des interventions	Aller

Français

Présentation de la matière :

En Bac Pro MFER, la matière **Français** t'aide à mieux comprendre les consignes, rédiger des comptes rendus et communiquer avec les clients et l'équipe. On travaille la lecture de documents, l'expression écrite et l'oral en lien avec les situations professionnelles.

Cette matière conduit à l'épreuve de **Français du baccalauréat professionnel**, intégrée à l'ensemble Français histoire-géographie enseignement moral et civique. L'évaluation est en général une épreuve ponctuelle écrite en fin de terminale, pendant la session d'examen de juin.

La sous-épreuve de français a un **coefficent 2,5** dans un ensemble de coefficient 5, ce qui représente environ **8 % de la note finale**. Elle dure environ **2 h 30**, avec questions de compréhension et rédaction. L'un de mes camarades m'a confié avoir sous-estimé l'importance de cette épreuve.

Conseil :

Pour réussir en **Français**, travaille un peu chaque semaine plutôt que tout à la fin. Par exemple, prévois 2 fois 20 minutes pour lire un texte, relever le vocabulaire technique et résumer l'idée principale en 5 lignes maximum.

Tu peux t'appuyer sur quelques réflexes simples avant l'épreuve écrite.

- Prépare une fiche avec les étapes d'une rédaction, de l'analyse du sujet jusqu'à la relecture finale
- Entraîne-toi à lire des notices, devis ou comptes rendus en 15 minutes puis à en extraire les infos clés
- Rédige régulièrement de courts textes et fais-les corriger par ton enseignant ou un camarade motivé

Le jour de l'épreuve, prends le temps de bien lire les consignes, de structurer ton plan et de soigner la langue, même si le thème te semble simple.

Table des matières

Chapitre 1: Compréhension de textes [Aller](#)

1. Lire et repérer l'essentiel [Aller](#)
2. Analyser et rédiger [Aller](#)

Chapitre 2: Rédaction de paragraphes [Aller](#)

1. Fonction et structure du paragraphe [Aller](#)
2. Cohérence et enchaînement [Aller](#)
3. Atelier pratique et cas concret [Aller](#)

Chapitre 3 : Expression orale en continu	Aller
1. Préparer et structurer ton discours	Aller
2. Voix, rythme et gestes	Aller
3. Entraînement et mise en situation	Aller
Chapitre 4 : Étude de la langue et de l'orthographe	Aller
1. Grammaire essentielle	Aller
2. Règles d'orthographe pratique	Aller
3. Rédaction technique et relecture	Aller

Chapitre 1: Compréhension de textes

1. Lire et repérer l'essentiel :

Lecture active :

La lecture active consiste à surligner, annoter et reformuler les idées principales lors de la première lecture, cela t'aide à mémoriser et à préparer une synthèse rapide pour les exercices et les devoirs.

Repérage des informations :

Repère le thème, la thèse, les arguments et les exemples, note aussi la date, l'auteur et la cible du texte. Vise 6 à 10 idées principales pour garder une synthèse claire et pertinente.

Vocabulaire clé :

Identifie les mots techniques et les connecteurs logiques, recopie-les dans un carnet. Ce vocabulaire te sert pour reformuler, pour rédiger ta réponse et pour expliquer un procédé technique en stage ou en TP.

- Connecteurs: parce que, pourtant, cependant
- Mots techniques: compresseur, fluide frigorigène, condenseur
- Mots de liaison utiles: d'abord, ensuite, enfin

Exemple d'observation de texte :

En 15 minutes, repère le thème et trois arguments principaux d'un article technique, puis note 8 mots-clés utiles pour ta fiche de lecture et pour la discussion avec ton tuteur de stage.

2. Analyser et rédiger :

Méthode en 3 étapes :

Commence par résumer l'idée centrale en une phrase, puis sélectionne 3 à 5 arguments forts tirés du texte, enfin conclus en reliant la thèse à un contexte professionnel ou à un problème concret.

Organiser ton plan :

Adopte un plan simple: introduction courte de 2 phrases, développement en 2 ou 3 parties avec exemples précis, puis une conclusion de 2 phrases qui répond directement à la problématique posée.

Rédiger clairement :

Utilise des connecteurs logiques précis, privilégie des phrases courtes de 12 à 18 mots, évite le copier-coller et reformule avec ton vocabulaire technique appris en atelier ou en stage pour être crédible et lisible.

Astuce de stage :

Quand tu lis une notice technique en atelier, note immédiatement 5 actions prioritaires, cela te permet souvent de gagner 20 à 30 minutes lors de l'intervention et d'éviter des erreurs fréquentes.

Mini cas concret :

Contexte: lors d'un stage, on te demande d'analyser une notice de maintenance d'un groupe frigorifique, tu dois extraire risques, pièces à contrôler et proposer un protocole d'intervention en 30 minutes.

- Étape 1: lire et surligner 8 informations techniques clés
- Étape 2: classer 5 actions prioritaires et estimer le temps total à 45 minutes
- Livrable attendu: fiche d'intervention d'une page, environ 250 mots, listant 8 points et un protocole en 6 étapes

Voici un tableau pour t'aider à poser les bonnes questions lors de la lecture et noter rapidement les éléments utiles au travail pratique ou à la rédaction.

Élément du texte	Question à se poser
Thème	Quel est le sujet principal et pourquoi est-il traité maintenant
Arguments	Quels sont les 3 arguments et quels exemples les illustrent
Vocabulaire	Quels mots techniques retenir pour l'atelier ou la rédaction

Pour te rendre opérationnel sur le terrain, voici une check-list courte et pratique que tu peux imprimer et garder dans ton carnet de stage pendant les interventions ou les révisions.

Action	Temps estimé	Priorité
Lire le texte une première fois	10 minutes	Haute
Surligner 6 à 10 idées	8 minutes	Haute
Lister 8 mots-clés techniques	5 minutes	Moyenne
Rédiger un résumé de 200 à 250 mots	20 minutes	Haute
Vérifier la cohérence avec la fiche technique	10 minutes	Haute

En stage, j'ai souvent vu des élèves négliger les connecteurs, résultat la copie perdait en clarté. prends le temps de relier tes idées, c'est souvent ce qui fait la différence au bac et en atelier.

i Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à lire un texte technique de façon efficace pour préparer résumés, devoirs et interventions en stage.

- Adopte une **lecture active structurée** : surligne, annote, reformule et vise 6 à 10 idées essentielles.
- Identifie thème, thèse, arguments, exemples, date, auteur, cible et **vocabulaire technique clé**.
- Utilise une **méthode en 3 étapes** : idée centrale, 3 à 5 arguments, conclusion liée au contexte pro.
- Suis un **plan simple et clair** avec connecteurs logiques et phrases courtes pour rédiger une fiche ou un protocole.

En t'entraînant avec notices et articles, tu gagnes du temps, évites les erreurs en atelier et produis des écrits précis et crédibles.

Chapitre 2 : Rédaction de paragraphes

1. Fonction et structure du paragraphe :

Idée directrice :

Le paragraphe porte une seule idée principale, annoncée dès la première phrase, puis développée par des arguments ou des exemples clairs et pertinents pour le lecteur technique ou scolaire.

Phrase d'appui :

Après l'idée directrice, ajoute une ou deux phrases d'explication qui précisent le contexte ou le pourquoi, puis une phrase d'illustration pour rendre concret ce que tu affirmes.

Exemple d'organisation d'un paragraphe :

Un paragraphe sur la sécurité électrique commence par l'idée: «La mise à la terre est indispensable.» Ensuite tu expliques le principe, tu donnes 1 exemple d'incident et tu conclus par une recommandation.

2. Cohérence et enchaînement :

Connecteurs logiques :

Les connecteurs assurent la fluidité entre phrases, ils montrent cause, conséquence, opposition ou addition, et évitent les ruptures brutales qui perdent le lecteur technique en formation.

Progression et liens :

Organise tes phrases selon un ordre logique: définition, explication, preuve, application. Respecter cet enchaînement facilite la lecture et permet au correcteur d'évaluer ta méthode plus rapidement.

Erreurs fréquentes :

Évite le hors sujet, les phrases trop longues, et les affirmations non étayées. En stage, j'ai souvent vu des paragraphes de plus de 200 mots qui diluaient l'idée principale, ça perdait des points.

Exemple d'usage de connecteurs :

Pour montrer une cause utilise «parce que», pour une conséquence «donc», pour une opposition «cependant», pour une addition «de plus», adapte selon le ton du texte.

Fonction	Connecteurs utiles
Cause	Parce que, puisque, en raison de
Conséquence	Donc, par conséquent, ainsi
Opposition	Cependant, toutefois, malgré

Addition	De plus, en outre, également
Illustration	Par exemple, ainsi, notamment

3. Atelier pratique et cas concret :

Mini cas métier :

Contexte: tu dois rédiger la fiche d'intervention après un dépannage frigorifique. Étapes: identifier panne, expliquer diagnostic, décrire action, lister pièces remplacées, conclure par vérification.

Résultat et livrable attendu :

Livrable: une fiche d'intervention d'1 page de 120 à 160 mots, claire et chiffrée, mentionnant 3 actions réalisées et le temps total d'intervention exprimé en minutes.

Méthode pratico-pratique :

Plan en 4 lignes: idée directrice, cause ou explication, exemple concret, conclusion ou recommandation. Ce plan te prend 3 à 5 minutes avant d'écrire pour gagner en clarté.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Un technicien rédige un paragraphe expliquant une modification de vanne, il indique les 2 pièces changées, 45 minutes d'intervention, et la norme respectée.

Check-list opérationnelle :

Utilise cette checklist avant de rendre un paragraphe technique, elle t'aide à garder la structure et la précision attendues en entreprise.

Vérification	Action	Pourquoi
Idée unique	Vérifier que le paragraphe traite d'une seule idée	Pour la clarté et la note du correcteur
Connecteurs	Utiliser 1 à 2 connecteurs adaptés	Pour lier les phrases et guider le lecteur
Longueur	Vérifier que le paragraphe fait entre 80 et 160 mots	Pour être précis sans noyer l'idée
Chiffrer	Ajouter chiffres et durées quand c'est pertinent	Les données rassurent et rendent ton texte professionnel

Astuce de stage :

Pendant mon stage j'ai appris à relire 2 fois, d'abord pour la logique, ensuite pour corriger les fautes, ça m'a permis d'économiser au moins 10 minutes par rapport à une relecture bâclée.

i Ce qu'il faut retenir

Pour chaque paragraphe, vise **une seule idée principale** annoncée dès la première phrase, puis expliquée et illustrée par un exemple concret.

- Enchaîne tes phrases avec des **connecteurs logiques variés** pour marquer cause, conséquence, opposition ou addition.
- Suis une progression simple: définition, explication, preuve, application, ou idée, cause, exemple, recommandation.
- Reste dans le sujet, limite la longueur entre 80 et 160 mots et évite les phrases interminables.
- Dans les textes techniques, chiffre durées et quantités pour un **rendu précis et crédible**.

Avant de rendre ton texte, utilise la checklist: idée unique, 1 à 2 connecteurs, chiffres pertinents, puis fais deux relectures pour un **paragraphe clair et professionnel**.

Chapitre 3 : Expression orale en continu

1. Préparer et structurer ton discours :

Objectif :

Avant de parler, définis ton objectif en une phrase claire. Choisis 2 à 3 idées principales, limite ton exposé à une durée précise, et pense au message que tu veux laisser à l'auditoire.

Plan :

Structure en trois parties, introduction développement conclusion. Pour un exposé de 3 minutes, vise 30 secondes d'introduction, 2 minutes de développement et 30 secondes de conclusion, c'est facile à mémoriser.

Accroche :

Commence par une phrase courte, une question ou un chiffre pour capter l'attention. Une bonne accroche dure 5 à 10 secondes et oriente immédiatement l'auditeur vers ton sujet principal.

Exemple d'accroche :

«Voici comment réduire la consommation d'un groupe frigorifique de 12 pour cent en six mois», puis annonce en deux phrases le plan que tu vas développer.

2. Voix, rythme et gestes :

Respiration :

Respire avec le diaphragme, inspire calmement trois secondes, expire quatre avant de parler. Cette gestion du souffle te permet d'énoncer 8 à 12 mots par phrase sans te couper ni perdre en clarté.

Articulation :

Articule les consonnes, marque les pauses entre les groupes de mots, évite de finir les phrases en glissant. Répète les termes techniques à voix haute dix fois pour les maîtriser avant l'oral.

Gestes et regard :

Utilise les mains pour appuyer 2 ou 3 idées clés, évite les gestes excessifs. Regarde ton interlocuteur 3 à 5 secondes par personne, ton regard renforce ta crédibilité et ta présence.

Astuce de stage :

Pendant une intervention, explique le problème en 3 phrases chronologiques, montre l'organe concerné puis propose la solution, les tuteurs retiennent surtout ta méthode et ta clarté.

3. Entraînement et mise en situation :

Répétition :

Entraîne-toi au moins 5 fois par sujet puis enregistre-toi. Écoute la prise et note 3 points prioritaires à améliorer, par exemple débit, pauses ou vocabulaire, puis corrige un point par séance.

Feedback :

Demande un retour à 2 personnes, un pair et un professionnel. Note leurs remarques et priorise les corrections, travaille ensuite par sessions de 1 heure pour corriger progressivement les faiblesses identifiées.

Mise en situation et mini cas concret :

Contexte: intervention sur un groupe frigorifique dont la consommation était 15 pour cent supérieure à la norme. Tu expliques l'intervention au client en continu pendant 3 minutes, claire et structurée.

Exemple de cas concret :

Étapes: diagnostic 30 minutes, nettoyage 45 minutes, remplacement du joint 20 minutes, test 15 minutes. Résultat: consommation réduite de 12 pour cent pendant l'essai. Livrable: rapport d'intervention d'une page avec 3 photos et mesures.

Élément	Action à faire
Préparation	Définir objectif, 2 à 3 idées, plan de 3 parties
Timing	Chronométrier et respecter la durée prévue
Langage	Utiliser vocabulaire professionnel simple et précis
Matériel	Préparer 1 ou 2 supports visuels et 3 photos si possible
Feedback	Demander 2 retours et noter 3 axes d'amélioration prioritaires

Check-list opérationnelle :

- Prépare ton objectif en une phrase avant chaque prise de parole
- Structure en introduction développement conclusion et chronomètre-toi
- Respire, articule, et garde un débit de 8 à 12 mots par phrase
- Utilise 1 support visuel maximum pour 3 minutes d'exposé
- Recueille 2 feedbacks et applique une amélioration par semaine

 **Ce qu'il faut retenir**

Pour parler en continu, **définis un objectif clair** en une phrase et choisis 2 ou 3 idées majeures. **Structure en trois parties** avec une durée précise et commence par une accroche courte qui oriente ton auditeur. **Gère ta voix et ton souffle** pour garder un débit compréhensible, articule bien et utilise des gestes sobres.

- Prépare ton plan en trois parties et limite-toi à 3 minutes par sujet.
- Entraîne-toi au moins cinq fois par exposé et enregistre-toi pour t'écouter.
- Demande des **feedbacks ciblés** à un pair et à un professionnel, puis améliore un point à la fois.

Avec cette méthode, tu sécurises tes interventions, gagnes en clarté et inspires plus confiance à ton auditoire.

Chapitre 4 : Étude de la langue et de l'orthographe

1. Grammaire essentielle :

Accord sujet-verbe :

Accorde toujours le verbe avec le sujet en nombre et en personne, surtout dans les phrases techniques longues où tu as des compléments qui embrouillent le sens. Relis la fin de la phrase pour vérifier l'accord.

Accord du participe passé :

Avec l'auxiliaire être, le participe passé s'accorde en genre et en nombre, avec avoir il s'accorde seulement si le complément d'objet direct précède le verbe. Ce point génère souvent des fautes en rapport.

Homophones et mots pièges :

Repère les homophones fréquents qui changent le sens, par exemple a/à, et/est, on/ont. Apprends quelques règles simples pour décider rapidement quel mot employer en production écrite technique.

Exemple d'usage des homophones :

Le technicien a vérifié la température à l'intérieur du local, et il a noté 4 mesures. Ici a est le verbe avoir, à indique un lieu, et marque la différence.

2. Règles d'orthographe pratique :

Accents et apostrophes :

Les accents peuvent changer le sens d'un mot, par exemple du/dû, et l'apostrophe évite la faute d'élation. Sur les fiches d'intervention, une erreur d'accent peut rendre une phrase ambiguë.

Pluriels et mots composés :

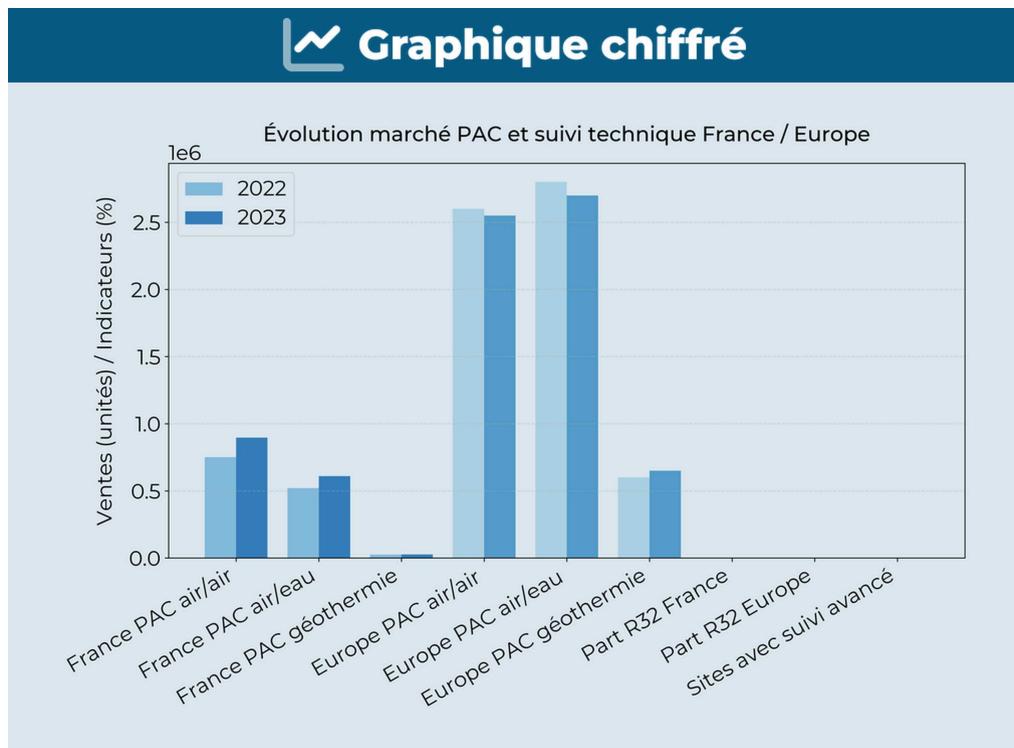
Les pluriels des noms composés sont souvent piégeux, vérifie si chaque élément prend un s. Dans les listes de pièces, 2 vis et 1 boîtier doivent être correctement écrits pour éviter toute confusion.

Abréviations, unités et typographie :

Utilise les abréviations courantes et les unités avec soin, par exemple kW, m³, °C. Ecris les unités sans point, et mets une espace entre le nombre et l'unité quand c'est la norme française.

Exemple d'orthographe technique :

Fiche d'intervention : température 4 °C, consommation 1,2 kW, pression 3,5 bar. Respecter les unités évite des erreurs d'interprétation pendant les essais.



3. Rédaction technique et relecture :

Méthode de relecture :

Relis en 3 passes : d'abord le sens général, ensuite l'orthographe et la grammaire, enfin les chiffres et unités. Consacre 5 à 10 minutes par document court pour corriger les erreurs critiques.

Vocabulaire technique et style :

Privilégie un style clair et des termes exacts, par exemple évite "chose" et écris "évaporateur". Un vocabulaire précis facilite la maintenance et limite les questions en stage.

Mini cas concret :

Contexte : intervention de 1 heure sur une chambre froide, vérification du compresseur et nettoyage du condenseur. Étapes : inspection visuelle, 3 mesures de température, test de pression. Résultat : réduction bruit 6 dB. Livrable attendu : fiche d'intervention 1 page avec 3 mesures chiffrées et 1 photo.

Exemple d'atelier de relecture :

En atelier, on corrigeait 5 fiches en 15 minutes à deux, en se répartissant lectures et vérification des chiffres, ce qui réduisait les fautes de saisie de 80 %.

Erreur fréquente	Comment l'éviter
Confusion a / à	Relire le verbe et tester si on peut remplacer par avait

Participe passé mal accordé	Identifier auxiliaire être ou avoir, chercher le COD
Unités mal notées	Standardiser kW, m3, °C et vérifier les espaces

Checklist opérationnelle :

Élément	Question à se poser
Orthographe générale	Les mots techniques sont-ils correctement écrits ?
Chiffres et unités	Les mesures ont-elles la bonne unité et le bon nombre de décimales ?
Accords	Sujet et verbe sont-ils accordés correctement ?
Clarté	Un lecteur externe comprend-il le message en 30 secondes ?
Signature et date	La fiche est-elle datée et signée pour traçabilité ?

- Astuce pratique : garde une fiche mémo A4 avec 10 règles rapides d'orthographe et 8 abréviations standard pour tes interventions, tu l'auras toujours à portée de main.
- Erreur fréquente en stage : écrire "2h" au lieu de "2 h" pour les heures, vérifie la typographie selon les consignes du rapport.
- Conseil de pro : relis à voix haute 30 secondes, tu repères souvent les accords et les mots manquants.

i Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'aide à sécuriser ton écriture technique : accords, orthographe, unités et relecture.

- Vérifie l'**accord sujet-verbe** et l'**accord du participe passé**, surtout dans les phrases longues avec COD.
- Maîtrise les **homophones fréquents a/à, et/est** et l'usage des accents et apostrophes pour éviter les contresens.
- Note correctement pluriels, abréviations et unités (kW, m3, °C) avec l'espace réglementaire.
- Relis en 3 passes sens, langue, chiffres et applique une checklist pour orthographe, accords, clarté et traçabilité.

En appliquant ces réflexes simples et une fiche mémo, tu réduis fortement les fautes et rends tes fiches d'intervention fiables, lisibles et professionnelles.

Histoire-géographie et enseignement moral et civique

Présentation de la matière :

En Bac Pro MFER, « **Histoire-géographie et enseignement moral et civique** » fait partie de l'épreuve commune avec le français, dotée d'un **coefficients global de 5**. La partie histoire-géo-EMC pèse 2,5 points, soit 15 % de la note finale.

Tu passes une **épreuve écrite terminale de 2h30 avec documents**, en fin de terminale, avec questions guidées et un court paragraphe rédigé. Dans certains cas, notamment en apprentissage, cette matière est évaluée en CCF. Un camarade m'a confié que l'entraînement aux sujets corrigés lui avait fait gagner des points.

Conseil :

Pour réussir en **histoire-géo-EMC au Bac** Pro MFER, organise-toi tôt. Consacre 20 minutes 2 fois par semaine pour relire le cours et revoir cartes, frises chronologiques et repères, au lieu d'attendre la dernière semaine.

Travaille surtout la **méthode d'analyse de documents** et la **rédaction du paragraphe** :

Repérer le contexte, surligner les idées clés, puis rédiger 10 à 15 lignes claires avec une petite introduction et une conclusion. En t'y prenant tôt, tu aborderas l'épreuve d'histoire-géo-EMC plus sereinement.

Table des matières

Chapitre 1: Repères historiques essentiels	Aller
1. Origines et inventions clés	Aller
2. Impact sur les métiers et les territoires	Aller
Chapitre 2: Organisation des territoires	Aller
1. Territoires et échelles de décision	Aller
2. Aménagement du territoire et documents de planification	Aller
3. Dynamiques territoriales et enjeux pour les métiers du froid	Aller
Chapitre 3: Valeurs et institutions de la République	Aller
1. Principes et symboles de la république	Aller
2. Institutions et leur rôle	Aller
3. Citoyenneté, droits et devoirs	Aller

Chapitre 1: Repères historiques essentiels

1. Origines et inventions clés :

Premières démonstrations :

En 1748, une démonstration d'assemblage frigorifique par William Cullen à Glasgow marque la première idée d'obtenir du froid artificiel en laboratoire, sans application industrielle immédiate.

Vapeur et compression :

Au début du XIXe siècle, Oliver Evans imagine le principe de compression, puis Jacob Perkins réalise en 1834 une machine pratique, ouvrant la voie aux moteurs frigorifiques modernes.

Réfrigérants et réglementation :

À partir de 1928, l'apparition des premiers CFC facilite l'usage commercial, mais provoque des réglementations fortes après la découverte des dégâts sur la couche d'ozone dans les années 1980.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Remplacer un ancien compresseur par un modèle plus efficient permet souvent de gagner 8 à 15% d'énergie électrique sur une installation frigorifique industrielle.

2. Impact sur les métiers et les territoires :

Évolution des compétences :

La technique est passée d'un artisanat à une discipline industrielle, demandant aujourd'hui des compétences en fluide, électricité, et en maîtrise des normes environnementales et sécurité.

Enjeux environnementaux :

Le protocole de Montréal en 1987 a forcé l'abandon progressif des CFC, tandis que la réglementation F-Gaz pousse à réduire les fuites et utiliser des fluides moins polluants.

Cas concret de maintenance d'une chambre froide :

Contexte : chambre froide de 20 m³ dans un magasin. Étapes : diagnostic fuite, remplacement flexible, récupération fluide, test étanchéité et relevé consommation. Résultat : fuite divisée par 3, gain énergétique 12% en année 1.

Exemple d'intervention :

Après remplacement des joints et recalibrage du thermostat, la chambre conserve une stabilité de ±1°C et consomme 850 kWh/mois au lieu de 965 kWh, soit 12% d'économie.

Astuce de stage :

Note toujours les relevés avant et après intervention, prends photos et mesure la consommation sur 7 jours, cela facilite le rapport de suivi et montre ton travail en stage.

Mini cas concret - diagnostic et conversion :

Contexte : petit entrepôt réfrigéré de 50 m³ avec fluide R134a et fuites estimées à 180 g/an. Étapes : inspection, localisation fuite, remplacement orifice, ajout raccords étanches, récupération et passage à fluide moins polluant.

Résultats chiffrés et livrable :

Résultat : fuite mesurée à 50 g/an après travaux, consommation électrique réduite de 10%, économie annuelle estimée 1 200 €. Livrable attendu : rapport diagnostic de 4 pages avec photos, relevés de température et compteur, et fiche action.

Questions rapides :

- Quels acteurs ont permis la diffusion industrielle du froid au XIX^e siècle
- Quelle conséquence a eu la découverte des CFC sur la réglementation
- Comment mesure-t-on une amélioration énergétique sur une installation

Date	Lieu	Acteur	Événement
1748	Glasgow	William Cullen	Première démonstration de froid artificiel en laboratoire
1805	États-Unis	Oliver Evans	Idée du cycle de compression pour produire du froid
1834	Angleterre	Jacob Perkins	Réalisation d'une machine frigorifique pratique
1876	Allemagne	Carl von Linde	Industrialisation de la réfrigération par compression d'ammoniac
1987	Monde	Communauté internationale	Protocole de Montréal pour protéger la couche d'ozone

Checklist opérationnelle sur le terrain :

- Vérifier la température et enregistrer 24 heures de relevés
- Contrôler les raccords, joints et détecter fuite avec alcool ou détecteur électronique
- Mesurer la consommation avant et après intervention sur 7 jours
- Rédiger un rapport avec photos, relevés et actions correctives proposées

i Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre retrace les repères historiques de la réfrigération, des premières expériences de froid artificiel au XVIII^e siècle à l'industrialisation au XIX^e et aux réglementations environnementales récentes.

- Des pionniers ont posé le **cycle de compression** comme base des systèmes frigorifiques modernes.
- L'apparition des CFC a facilité le froid commercial puis déclenché de fortes **réglementations sur les fluides**.
- Les métiers sont passés de l'artisan à l'industriel avec compétences en fluide, électricité et sécurité.
- Des actions ciblées sur compresseur, étanchéité et réglages apportent **gains d'énergie mesurables** de 8 à 15%.

En maîtrisant ces repères, tu comprends mieux pourquoi la technique frigo requiert aujourd'hui des compétences larges, une attention aux fuites et un **suivi précis des interventions** pour limiter l'impact environnemental.

Chapitre 2 : Organisation des territoires

1. Territoires et échelles de décision :

Niveaux administratifs :

La France fonctionne à plusieurs niveaux, commune, intercommunalité, département, région et État. Chacun a des compétences différentes pour l'aménagement, les transports et l'énergie, tu dois savoir qui décide de quoi.

Compétences et responsabilités :

La région pilote la stratégie énergétique et économique, le département s'occupe des routes et des collèges, la commune gère le PLU et les bâtiments communaux. Ces responsabilités influencent tes interventions sur site.

Exemple d'organisation locale :

Une commune de 5 000 habitants délègue la gestion des déchets et de l'éclairage public à une intercommunalité qui regroupe 12 communes voisines.

2. Aménagement du territoire et documents de planification :

Scot, PLU, et plans locaux :

Le schéma de cohérence territoriale SCOT fixe les grandes lignes d'aménagement pour 10 à 20 ans, le plan local d'urbanisme PLU détaille l'usage des sols pour une commune, c'est utile pour savoir où intervenir.

Impact sur les projets énergétiques :

Un PLU peut imposer des contraintes esthétiques ou techniques pour une pompe à chaleur. Avant un chantier, vérifie les règles locales et demandes d'autorisation pour éviter une mise en conformité coûteuse.

Acteurs à consulter :

Pour un projet, contacte le service urbanisme de la mairie, la communauté de communes et le conseil régional selon l'ampleur. Chacun peut refuser ou conditionner une installation, anticipate ces échanges.

Élément	Rôle	Impact pour ton travail
Commune	Planification locale et permis	Vérifier PLU avant installation
Intercommunalité	Services mutualisés	Regroupement d'appels d'offres possible
Région	Stratégie énergétique	Aides et subventions disponibles

3. Dynamiques territoriales et enjeux pour les métiers du froid :

Rural, périurbain, urbain :

Les besoins diffèrent beaucoup selon le lieu, en zone rurale tu peux faire 20 à 40 km par jour pour plusieurs petits dépannages, en ville tu as plus d'interventions concentrées mais plus de contraintes d'accès.

Transition énergétique et opportunités :

Selon l'ONISEP, les actuelles politiques favorisent les énergies renouvelables et la rénovation. C'est une chance pour les métiers du froid qui peuvent proposer des pompes à chaleur ou des solutions de récupération d'énergie.

Coordination avec les acteurs locaux :

Travailler avec la mairie, le bailleur social et le gestionnaire de réseau facilite les autorisations et l'accès aux aides. Un bon contact peut réduire de 30 à 50% le temps administratif sur un chantier moyen.

Mini cas concret :

Contexte :

Une communauté de communes de 15 000 habitants veut raccorder 3 bâtiments publics à une pompe à chaleur collective de 120 kW pour réduire la facture énergétique.

Étapes :

1. Diagnostic énergétique et relevés, 2. Choix technique et dimensionnement 120 kW, 3. Demandes de subvention régionale, 4. Mise en service et suivi des consommations.

Résultats et livrable attendu :

Résultat attendu, réduction de la consommation d'énergie d'environ 40% et économie annuelle estimée à 18 000 euros. Livrable, un dossier technique de 12 pages avec devis, plan et estimation des économies sur 10 ans.

Astuce terrain :

Lors d'un stage j'ai appris qu'un diagnostic bien documenté évite souvent une reprise de chantier, prends systématiquement photos, schémas et mesures pour ton rapport.

Checklist terrain :

- Vérifier PLU et autorisations auprès de la mairie
- Relever dimensions et accès sur site, photos incluses
- Estimer besoins en kW et pertes thermiques
- Identifier interlocuteurs intercommunaux et gestionnaire réseau
- Préparer un devis et un planning réaliste

i Ce qu'il faut retenir

En France, ton travail du froid dépend des **différents niveaux territoriaux** : commune, intercommunalité, département, région, État, chacun avec ses propres compétences.

Les documents comme le SCOT et le **plan local d'urbanisme** encadrent fortement où et comment tu peux installer des équipements énergétiques.

- Avant un chantier, vérifie systématiquement PLU, autorisations et aides possibles.
- Adapte tes offres à la **transition énergétique locale** pour profiter des rénovations et pompes à chaleur.
- En rural ou urbain, organise déplacements, accès et coordination avec mairie et intercommunalité.

Si tu documentes bien diagnostics, échanges avec les acteurs locaux et estimations d'économies, tu sécurises les autorisations, limite les reprises de chantier et gagnes du temps administratif.

Chapitre 3 : Valeurs et institutions de la République

1. Principes et symboles de la république :

Laïcité et égalité :

La laïcité garantit neutralité de l'État face aux religions, elle protège la liberté de conscience et assure l'égalité de traitement. Pour toi, ça signifie respect dans l'entreprise, sur un chantier ou en cours.

Liberté, égalité, fraternité :

La devise républicaine résume des valeurs concrètes, liberté pour s'exprimer, égalité des droits, fraternité comme solidarité. En stage, applique ces principes dans le respect et la sécurité de l'équipe. Perso, lors de mon stage j'ai vu un conflit évité grâce à ces règles.

Exemple d'affichage obligatoire :

Sur un chantier, affiche le règlement intérieur, les consignes sécurité et coordonnées de secours. Cinq affiches suffisent souvent pour un atelier de 10 travailleurs.

2. Institutions et leur rôle :

Le président et le gouvernement :

Le président représente l'État et fixe les orientations, son mandat dure 5 ans. Le gouvernement exécute les lois, il peut compter sur ministères et services publics pour appliquer les règles.

Parlement et lois :

Le parlement vote les lois après débats et amendements. Un projet de loi passe par plusieurs lectures, procédure qui prend souvent 3 à 12 mois selon la complexité.

Mini cas concret :

Contexte: intervention d'une équipe pour installer une chambre froide dans une collectivité locale. Étapes: demande d'autorisation, vérification conformité électrique, retrait des anciens appareils, installation sur 5 jours.

Résultat: mise en service conforme, réduction consommation estimée 12% annuelle.
Livrable attendu: rapport de 2 pages, attestation de conformité, facture détaillée et plan de maintenance annuelle.

Astuce pratique :

Prévois toujours une copie papier des autorisations sur chantier, ça évite des arrêts de travail. Une poche plastique et 2 exemplaires suffisent pour l'équipe.

3. Citoyenneté, droits et devoirs :

Droits et devoirs du citoyen :

Tu as le droit à la protection sociale, à l'éducation et à la liberté d'expression, mais aussi le devoir de respecter la loi et les règles de sécurité sur ton lieu de travail.

Vote et participation :

Le vote est un moyen concret d'influer sur les décisions publiques, l'inscription sur les listes prend quelques minutes en mairie ou en ligne, surtout avant les élections.

Éducation morale et civique :

L'EMC t'apprend le respect des règles, le débat argumenté et la gestion des conflits. Ces compétences servent sur chantier, elles facilitent travail en équipe et sécurité.

Exemple d'engagement civique :

En tant que délégué de classe, j'ai organisé 2 réunions pour améliorer planning des TP, ce petit geste a réduit les retards de 30% sur 3 mois.

Étape	Vérification
Planification	Autorisations à jour et planning validé
Sécurité	EPI présents, consignes affichées, checks quotidiens
Conformité électrique	Disjoncteur, mise à la terre et câblage aux normes
Communication	Information de l'équipe et des riverains si besoin
Documents	Rapport final, attestation de conformité et factures

Questions rapides :

- Quels documents dois-tu garder sur le chantier après installation ?
- Comment appliquer la laïcité et le respect dans une équipe diverse ?
- Pourquoi le vote et la participation comptent pour la vie locale ?

i Ce qu'il faut retenir

La République repose sur la **laïcité protectrice**, la devise **liberté égalité fraternité** et l'égalité, que tu dois appliquer en cours, en entreprise et sur chantier.

- Les institutions organisent l'État: **président et gouvernement** définissent et appliquent les politiques, le Parlement débat et vote les lois.
- Sur un chantier, affiches, autorisations, sécurité et contrôles électriques garantissent une installation conforme et efficace.
- Tu as droits, éducation, expression, mais aussi devoirs: respecter la loi, les règles de sécurité et participer par le vote.

- L'EMC et l'engagement (comme délégué) t'aident à gérer les conflits et à améliorer l'organisation du groupe.

En combinant valeurs républicaines, règles de sécurité et participation citoyenne, tu agis de façon responsable, utile pour ton métier et la vie locale.

Mathématiques

Présentation de la matière :

En Bac Pro MFER, les **Mathématiques t'aident** à comprendre ce qui se passe dans les circuits frigorifiques et les pompes à chaleur. Tu travailles les **proportions, pourcentages, fonctions** et la géométrie, et un camarade m'a confié qu'il y prenait goût dès qu'il dessinait le schéma.

Cette matière conduit à une **épreuve de mathématiques** rattachée à l'épreuve scientifique et technique. Elle compte avec un **coeffcient 1,5**, souvent en **CCF pendant l'année**, parfois en écrit d'environ 1 h, soit près de 7 % de la moyenne du Bac Pro.

En clair, ce que tu vois en cours sert directement à dimensionner des tuyauteries, vérifier des bilans d'énergie ou contrôler une consommation électrique. Maîtriser ces bases rend la lecture des documents techniques et des relevés de mesure beaucoup plus simple au quotidien.

Conseil :

Pour réussir les **Mathématiques en Bac Pro**, le plus efficace est de t'entraîner souvent. 15 à 20 minutes par jour valent mieux que 2 heures la veille du contrôle, surtout si tu reprends les exercices faits en classe.

Organise tes révisions en te basant sur les chapitres vus en froid. Par exemple : Tu peux préparer des **fiches de formules** et t'exercer sur des situations proches des interventions pour automatiser les raisonnements.

- Travaille 2 ou 3 exercices ciblés après chaque cours
- Relis l'énoncé, souligne les **données importantes** et les unités
- Vérifie si ton résultat semble cohérent par rapport au matériel

Pendant l'année, ose demander de l'aide rapidement, tu gagneras en confiance et les **Mathématiques au terrain** deviendront plus simples pour toi.

Table des matières

Chapitre 1 : Nombres et calculs	Aller
1. Nombres et opérations de base	Aller
2. Calculs pratiques et unités	Aller
Chapitre 2 : Proportionnalité et pourcentages	Aller
1. Proportionnalité	Aller
2. Pourcentages et conversions	Aller
3. Applications métiers et cas concret	Aller
Chapitre 3 : Équations simples	Aller

- 1. Résoudre une équation linéaire [Aller](#)
- 2. Équations, unités et interprétation métier [Aller](#)
- 3. Cas concret métier et checklist [Aller](#)
- Chapitre 4 : Géométrie plane et spatiale** [Aller](#)
 - 1. Plan et figures de base [Aller](#)
 - 2. Pythagore et trigonométrie [Aller](#)
 - 3. Géométrie spatiale et volumes [Aller](#)
- Chapitre 5 : Statistiques et probabilités** [Aller](#)
 - 1. Notions de base en statistiques descriptives [Aller](#)
 - 2. Probabilités pour la maintenance et la fiabilité [Aller](#)
 - 3. Applications métiers, cas concret et outils pratiques [Aller](#)

Chapitre 1: Nombres et calculs

1. Nombres et opérations de base :

Types de nombres :

Tu dois reconnaître les entiers, les décimaux, les fractions et les proportions, car sur le chantier tu manipuleras souvent des valeurs en litres, en kilomètres ou en kilogrammes, parfois avec des décimales.

Priorité des opérations :

Applique toujours l'ordre, d'abord les parenthèses, ensuite les multiplications et divisions, puis les additions et soustractions, cela évite des erreurs sur les calculs de débit ou de charge frigorifique.

Règles d'arrondi :

Arrondis au chiffre utile pour l'intervention, souvent au centième ou au dixième selon la précision demandée, note l'arrondi et la méthode pour que le technicien suivant comprenne ton calcul.

Exemple d'addition de masses :

Tu dois additionner 1,35 kg, 0,9 kg et 2,75 kg pour une charge de circuit, la somme donne 5,00 kg, tu noteras 5,00 kg si la jauge demande deux décimales.

2. Calculs pratiques et unités :

Conversions d'unités :

Maîtrise les conversions fréquentes, par exemple kW en W ou m³/h en L/s, ces conversions interviennent dans le calcul de puissance et de débit lors des mesures sur site.

Pourcentages et proportions :

Les pourcentages servent à calculer pertes, rendements et variations, par exemple 12% de fuite sur une charge de 50 kg signifie une perte de 6,00 kg, note toujours l'unité finale.

Application aux puissances et énergie :

Utilise $P = U \times I$ pour estimer la puissance en watts, si tu as 230 V et 8 A, alors P vaut 1840 W, arrondis à 1840 W ou 1,84 kW selon le document demandé.

Exemple de calcul électrique :

Avec un compresseur consommant 2,2 kW sur une installation 400 V triphasé, le courant par phase est $I = P / (U \times \cos \varphi \times \sqrt{3})$, estime I en pratique pour vérifier les fusibles.

Mini cas concret :

Contexte, tu dois calculer la quantité de fluide pour un circuit. Données, 12 m de tuyauterie, 0,25 kg par mètre, plus 1,3 kg pour l'évaporateur. Étapes, multiplie, additionne et arrondis.

Exemple de mini cas :

Calcul, $12 \text{ m} \times 0,25 \text{ kg/m} = 3,00 \text{ kg}$, plus $1,3 \text{ kg} = 4,30 \text{ kg}$. Résultat, tu prévois $4,30 \text{ kg}$ de fluide. Livrable attendu, fiche d'intervention avec $4,30 \text{ kg}$ notés.

Conversion	Facteur
Kilowatt en watt	$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$
Mètre cube par heure en litre par seconde	$1 \text{ m}^3/\text{h} \approx 0,278 \text{ L/s}$
Kilogramme par mètre en kilogramme total	$\text{kg}/\text{m} \times \text{m} = \text{kg}$
Celsius en Kelvin	$T(K) = T(^{\circ}\text{C}) + 273,15$

Interpréter les résultats pour le métier :

Vérifie si la valeur calculée respecte la tolérance du fabricant, par exemple une charge admissible $\pm 5\%$, si ton calcul dépasse cette marge, tu dois ajuster le chargement ou alerter le technicien.

Précision et sécurité :

Sur le terrain, une erreur de mesure peut coûter du temps, utilise des instruments calibrés, prends 2 mesures indépendantes et note l'écart, cela facilite la traçabilité et évite les reprises.

Étape	Valeur
Longueur tuyauterie	12 m
Masse par mètre	$0,25 \text{ kg/m}$
Masse evaporateur	$1,30 \text{ kg}$
Masse totale calculée	$4,30 \text{ kg}$

Checklist opérationnelle :

- Vérifier l'unité de chaque donnée avant le calcul
- Convertir kW en W ou m³/h en L/s si nécessaire
- Arrondir et noter la méthode d'arrondi
- Contrôler avec une deuxième mesure sur site
- Remplir la fiche d'intervention avec les valeurs et unités

Astuce de terrain :

Prends l'habitude d'écrire tes calculs sur la fiche, cela t'aide à prouver ta méthode en cas de contrôle, et évite des retours pour refaire le travail.

i Ce qu'il faut retenir

Tu dois maîtriser les **entiers, décimaux et fractions** pour manipuler masses, volumes et longueurs sur chantier. Respecte l'**ordre des opérations** et applique des arrondis adaptés au dixième ou centième, toujours notés sur la fiche d'intervention.

- Utilise les **conversions d'unités courantes** pour kW ↔ W et m³/h ↔ L/s.
- Calcule fuites et rendements avec les pourcentages, en gardant l'unité.
- Applique $P = U \times I$ et kg/m pour estimer puissances et charges de fluide.
- Contrôle les **tolérances du fabricant**, double tes mesures et note tes calculs.

Ainsi, tu sécurises tes interventions, limite les erreurs de charge ou de puissance et facilites le contrôle par les autres techniciens.

Chapitre 2 : Proportionnalité et pourcentages

1. Proportionnalité :

Définition simple :

La proportionnalité relie deux quantités quand l'une change et l'autre change dans le même rapport. On utilise un coefficient pour passer de l'une à l'autre, c'est très pratique en chantier.

Calcul du coefficient :

Pour calculer le coefficient de proportionnalité, divise la quantité observée par la quantité de référence. Par exemple si 5 unités coûtent 150 euros, une unité coûte 30 euros.

Exemple d'application de coefficient :

Si un condenseur délivre 600 m³/h pour 3 kW, pour 5 kW on calcule $600 \times 5 / 3 = 1000$ m³/h, arrondis à l'entier utile.

Applications pratiques :

Tu vas utiliser la proportionnalité pour adapter des débits, des charges ou des coûts. C'est la base pour dimensionner un système ou établir un devis précis et rapide.

En stage, j'ai souvent dû recalculer des coefficients le soir, apprendre à arrondir judicieusement m'a fait gagner 30 minutes par intervention.

2. Pourcentages et conversions :

Comprendre le pourcentage :

Le pourcentage est une fraction avec 100 comme dénominateur, il exprime une partie d'un tout. 10% signifie 10 parties pour 100, utile pour concentrations et rendements.

Calculer augmentation et réduction :

Pour augmenter une valeur de p%, multiplie par $(1 + p/100)$. Pour diminuer, multiplie par $(1 - p/100)$. Ces calculs servent à budgéter pièces et main d'œuvre.

Exemple d'augmentation de coût :

Si le gaz réfrigérant coûte 120 euros et augmente de 15%, le nouveau prix vaut $120 \times 1,15 = 138$ euros. Prévois 18 euros en plus pour le devis.

Pourcentages successifs :

Lorsque tu appliques plusieurs pourcentages successifs, multiplie les facteurs. Par exemple deux réductions de 10% et 20% font un facteur de $0,9 \times 0,8 = 0,72$, soit -28% en tout.

3. Applications métiers et cas concret :

Mini cas concret :

Contexte : maintenance d'une chambre froide de 12 m³ où la charge de réfrigérant doit être ajustée proportionnellement au volume. Objectif, calculer la masse de gaz à ajouter.

- Mesure initiale du volume et de la charge existante.
- Calcul du coefficient à partir d'une installation de référence.
- Application du coefficient pour trouver la nouvelle masse en kg.
- Rédaction d'une fiche technique avec valeurs et consignes de sécurité.

Résultat et livrable :

Résultat : en référence, 2,0 kg pour 10 m³, pour 12 m³ on calcule $2,0 \times 12 / 10 = 2,4$ kg.

Livrable, fiche de calcul signée et étiquette de 2,4 kg.

Interpréter les résultats :

Savoir lire un pourcentage t'aide à décider si une intervention est efficace. Par exemple une amélioration de rendement de 5% peut réduire la consommation électrique de 2 à 3% selon l'équipement.

Pourcentage	Facteur multiplicateur	Interprétation
Augmentation 10%	1,10	Prix ou débit augmenté de 10%
Réduction 20%	0,80	Perte de 20% de capacité
Deux réductions 10% + 20%	0,72	Effet total de -28% par multiplication

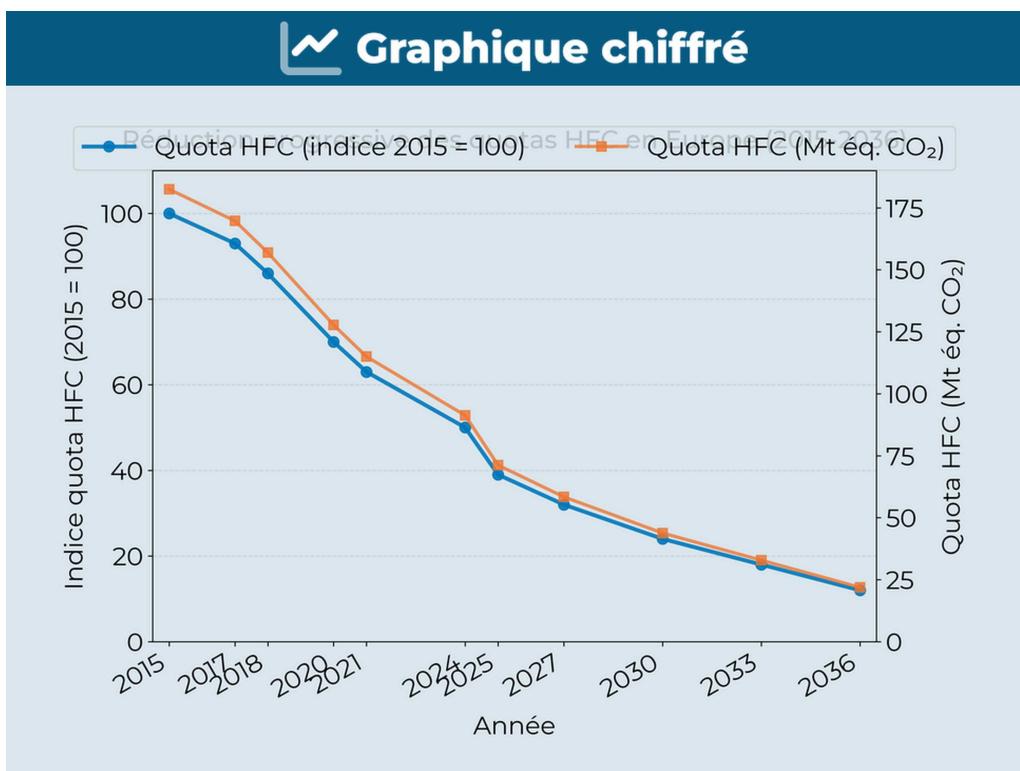
Voici un tableau simple pour t'y retrouver sur le terrain, il te rappelle les conversions rapides entre pourcentages et facteurs multiplicateurs, utile lors des devis ou régulations.

Vérification	Action
Mesure du volume	Noter en m ³ avant calcul
Charge initiale	Consigner en kg sur la fiche
Calcul du coefficient	Utiliser proportionnel simple
Arrondi et marge	Arrondir utilement et prévoir 5% réserve

Astuce pratique :

Prévois 5% de marge lors du remplissage de réfrigérant pour compenser pertes mineures, note la quantité ajoutée sur la fiche et prends une photo pour preuve.

Graphique chiffré



i Ce qu'il faut retenir

Comprendre la proportionnalité te permet de relier deux grandeurs avec un **coefficent de proportionnalité**, pratique pour ajuster débits, charges et coûts.

- Pour trouver le coefficient, divise quantité observée par quantité de référence et applique-le pour dimensionner ou deviser vite.
- Pour un pourcentage, utilise le facteur lié à **augmentation ou réduction** : $\times(1 + p/100)$ ou $\times(1 - p/100)$, et multiplie les facteurs successifs.
- Dans le **cas chambre froide**, la masse de réfrigérant suit le volume; mesure, calcule, arrondis utilement et ajoute 5% de réserve.

En maîtrisant pourcentages, **rendements et consommations**, tu interprètes mieux l'efficacité d'une intervention et sécurises tes choix techniques et économiques.

Chapitre 3 : Équations simples

1. Résoudre une équation linéaire :

Définition :

Une équation linéaire est une égalité du type $ax + b = c$, où x est l'inconnue et a, b, c sont des nombres. On cherche la valeur de x qui vérifie l'égalité.

Méthode pas à pas :

Isoler x en simplifiant l'équation, déplacer les termes, diviser par le coefficient de x . Vérifie toujours les unités et remets le résultat dans l'égalité pour contrôler l'erreur.

Exemple d'application :

Tu dois remplacer une section de tube cuivre. Le tube coûte 16 €/m, fittings 40 €, main d'œuvre 2 h à 18 €/h, budget total 480 €. Équation $16x + 40 + 36 = 480$, donc $x = 25,25$ m.

Astuce résoudre vite :

Pose toujours l'inconnue x clairement, écris chaque opération sur 2 lignes, et vérifie les unités, ça évite 75% des erreurs en atelier.

2. Équations, unités et interprétation métier :

Conversion et cohérence des unités :

Avant de poser l'équation, convertis toutes les valeurs dans la même unité, mètres, heures ou euros. Une mauvaise unité te coûtera du temps en dépannage ou en métrage erroné.

Interpréter le résultat :

Après calcul, estime l'incertitude pratique, arrondis selon le chantier et juge si le résultat est plausible pour un montage réel ou s'il faut recalculer avec marge de sécurité.

Équation	Interprétation	Exemple chiffré
$ax + b = c$	Calcul de longueur, coût ou quantité	$16x + 76 = 480 \rightarrow x = 25,25$ m
$px = q$	Règle de trois directe	$120 \text{ W} \times t = 1200 \text{ Wh} \rightarrow t = 10$ h
$x + y = \text{total}$	Répartition de charges ou pièces	$x + y = 50 \text{ m} \rightarrow x = 30 \text{ m}, y = 20 \text{ m}$

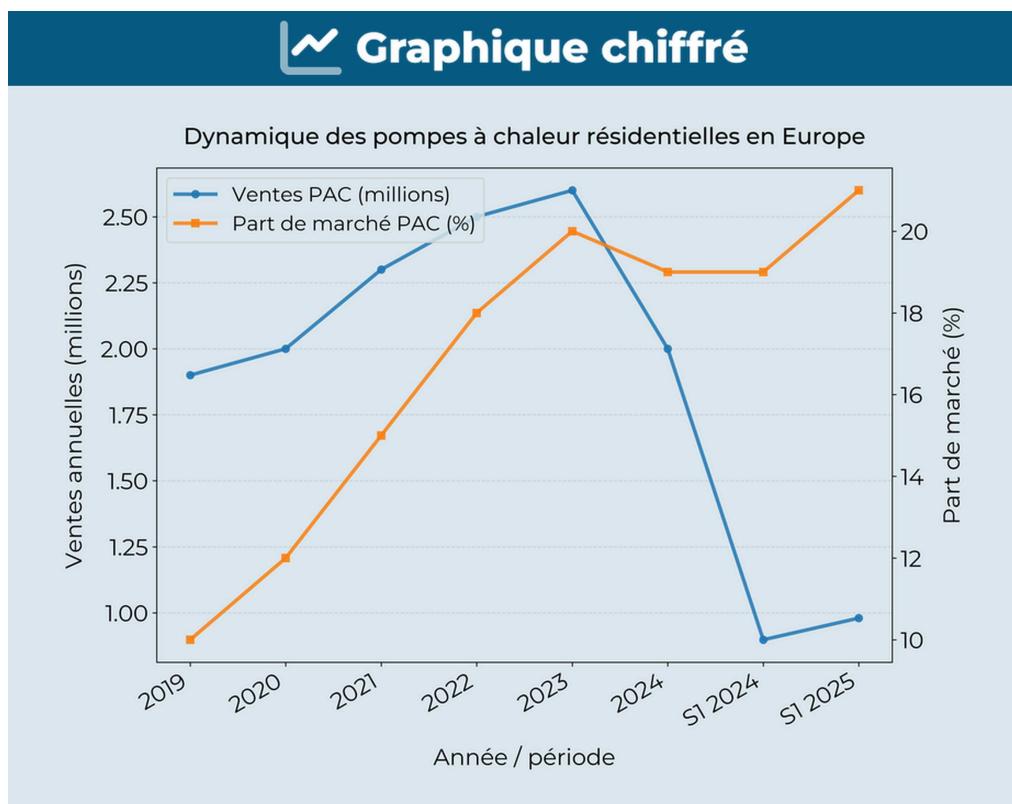
3. Cas concret métier et checklist :

Mini cas concret :

Contexte : remplacer une section de circuit frigorifique. Tu disposes de 450 € pour pièces et main d'œuvre. Pièces 18 €/m, brasage 28 €, main d'œuvre 1,5 h à 20 €/h. Pose l'équation et trouve la longueur possible.

Étapes et résultat :

Équation : $18x + 28 + 30 = 450$, donc $18x = 392$, $x = 21,78$ m. Résultat arrondi 21,7 m, prévois 10% de marge pour pertes de coupe, donc livrable 24 m de tube.



Exemple de livrable :

Tu dois rendre un petit fichier Excel indiquant longueur calculée 21,78 m, marge 10%, quantité à commander 24 m, coût total 450 €, et plan de coupe avec repères en mètres.

Checklist opérationnelle :

Utilise cette table sur le terrain pour ne rien oublier.

Action	À faire
Mesurer	Prendre 2 mesures sur site, noter en mètres
Convertir	Uniformiser unités avant calcul
Poser l'équation	Définir inconnue, écrire $ax + b = c$
Vérifier	Remettre le résultat dans l'égalité
Livrable	Fichier Excel + plan de coupe + quantité à commander

Astuce de stage :

Note toujours côté à côté la valeur théorique et la valeur mesurée, puis prends une marge de sécurité de 5 à 15% selon la complexité du montage, ça évite des retours en atelier.

Je me suis déjà fait surprendre par une unité mal convertie en stage, depuis je double vérifie systématiquement.

i Ce qu'il faut retenir

Une équation linéaire sert à relier longueurs, coûts ou temps, du type $ax + b = c$, pour trouver x.

- **Isoler l'inconnue x** en déplaçant les termes puis en divisant par le coefficient devant x.
- **Cohérence des unités** : convertir tout dans la même unité avant le calcul.
- **Vérifier le résultat** en le remplaçant dans l'équation et en jugeant s'il reste réaliste.
- Prévoir une **marge de sécurité** et une petite surlongueur pour pertes de coupe et imprévus.

Ainsi, tu peux traduire chaque situation métier en équation simple, contrôler les unités et la mesure, puis décider d'une marge adaptée pour livrer un métrage fiable et limiter les retours en atelier.

Chapitre 4 : Géométrie plane et spatiale

1. Plan et figures de base :

Notions essentielles :

Tu dois reconnaître points, droites, segments, angles, cercles et polygones. Ces éléments servent à lire un plan, vérifier des cotes et dessiner des gabarits rapidement sur le terrain.

Applications terrain :

Sur une installation frigorifique tu vas repérer des alignements, tracer des perçages et contrôler l'équerrage des supports. Savoir repérer perpendiculaires évite des reprises longues en chantier.

Exemple d'implantation d'une réglette :

Tu dois tracer une réglette perpendiculaire à une canalisation existante pour fixer un support, la règle est d'utiliser la demi-droite et vérifier l'angle droit avec une équerre de 0,3 m.

2. Pythagore et trigonométrie :

Théorèmes utiles :

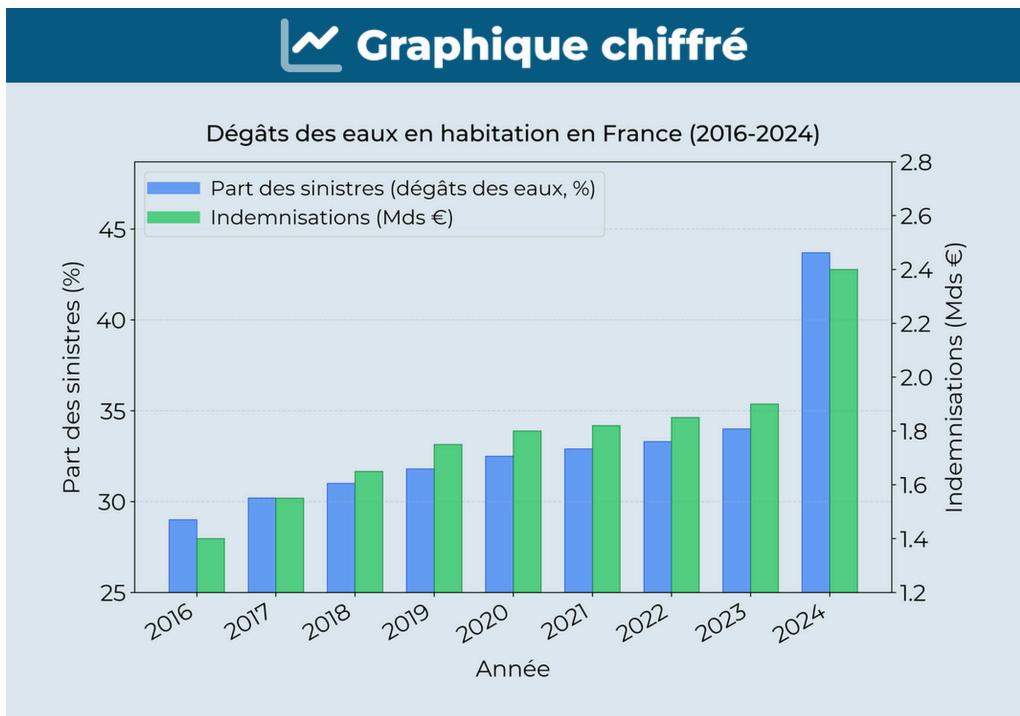
Le théorème de Pythagore relie les côtés d'un triangle rectangle, utile pour calculer une longueur inaccessible. La trigonométrie te donne cos, sin et tan pour trouver angles et hauteurs facilement.

Procédure de calcul :

Repère d'abord le triangle rectangle, note les longueurs connues en mètres, applique $a^2 + b^2 = c^2$ ou utilise $\tan(\text{angle}) = \text{opposé}/\text{adjacent}$ pour obtenir la valeur demandée au dixième près.

Exemple de calcul de pente :

Tu dois poser un tuyau avec une pente de 1 % sur 4 m. Hauteur = $4 \text{ m} \times 0,01 = 0,04 \text{ m}$, soit 4 cm. Cette petite mesure évite évacuations mal fonctionnelles.



Astuce mesurage :

Quand tu doutes, mesure deux fois et note les cotes sur une feuille, ça t'évite 1 à 2 reprises par chantier, surtout sur des installations à 2 ou 3 raccords.

3. Géométrie spatiale et volumes :

Volumes et surfaces :

Connaître volumes de cylindre, prisme et boîte permet d'estimer quantité d'isolant, volumes d'huile ou de liquide frigorigène. Les unités sont mètres et mètres cubes, convertis en litres si besoin.

Vérification pratique :

Calcule toujours le volume utile puis prévois 5 à 10 % de marge pour pertes ou ajustements. Un calcul clair évite commande excessive ou pénurie sur site.

Exemple de réservoir cylindrique :

Réservoir radius = 0,30 m, hauteur = 1,20 m, volume = $\pi \times 0,30^2 \times 1,20 \approx 3,1416 \times 0,09 \times 1,20 \approx 0,339 \text{ m}^3$ soit 339 litres arrondis.

Formule	Utilité
Pythagore: $c^2 = a^2 + b^2$	Calculer diagonales et distances indirectes
Aire rectangle: $A = L \times l$	Surface d'isolation ou embase
Volume cylindre: $V = \pi r^2 h$	Volume de réservoirs et tuyauteries
Tangente: $\tan \theta = \text{Opposé} / \text{Adjacent}$	Déterminer倾inuation et hauteur

Voici un petit tableau opérationnel pour le terrain, pratique à garder dans ta poche papier ou sur ton téléphone.

Vérification	Action
Contrôler l'équerrage	Utiliser équerre ou mesurer 3-4-5 cm pour vérifier
Mesurer pente	Calculer élévation = run × pente
Estimer isolant	Calculer surface puis multiplier par épaisseur et densité
Vérifier volume	Calculer V en m ³ puis convertir en litres si nécessaire

Mini cas concret - calcul d'isolant pour une conduite :

Contexte : un tube droit de 12 m de long et diamètre extérieur 0,10 m doit être isolé avec une coque de 30 mm d'épaisseur. Tu dois estimer la surface à couvrir et le volume d'isolant requis.

Étapes :

Calculer périmètre tube = $\pi \times \text{diamètre} = 3,1416 \times 0,10 = 0,314$ m. Surface latérale = périmètre × longueur = $0,314 \times 12 = 3,768$ m².

Calcul volume isolant :

Volume approximatif de coquille = surface × épaisseur = $3,768 \text{ m}^2 \times 0,03 \text{ m} = 0,113 \text{ m}^3$ soit 113 litres. Prendre 10 % en plus = 125 litres commandés.

Résultat et livrable :

Tu livres une fiche chiffrée : surface 3,77 m², volume utile 0,113 m³, quantité à commander 0,125 m³ soit 125 litres. Livrable attendu : fiche technique et bon de commande.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En ajustant la coupe des panneaux d'isolant on évite 12 % de chute, ce qui réduit le coût matière sur un chantier type de 200 €.

i Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre te montre comment utiliser la géométrie pour travailler proprement sur chantier.

- Tu identifies les **figures de base** (point, droite, angle, cercle, polygone) pour implanter supports et perçages perpendiculaires.
- Tu appliques le **théorème de Pythagore** et la trigonométrie (cos, sin, tan) pour contrôler diagonales, hauteurs et **calculs de pente**.
- Tu maîtrises les aires et **volumes de réservoirs** pour estimer isolant, liquide frigorigène et marges de 5 à 10 %.

- Un mini cas t'apprend à chiffrer surface et volume d'isolant d'une conduite puis à transformer ces résultats en commande.

En résumé, la géométrie t'aide à mesurer juste, à poser droit et à commander les bonnes quantités, en limitant erreurs et reprises.

Chapitre 5 : Statistiques et probabilités

1. Notions de base en statistiques descriptives :

Moyenne, médiane, mode :

La moyenne donne la tendance centrale, la médiane divise la série en deux parties égales, et le mode identifie la valeur la plus fréquente. Ces mesures te permettent d'évaluer rapidement une série de mesures terrain.

Écart-type et dispersion :

L'écart-type indique la variabilité des mesures autour de la moyenne, il s'exprime dans la même unité. En froid industriel, un petit écart-type veut dire des températures stables et un process maîtrisé.

Exemple de calcul de température :

Mesures en °C : 2, 3, 5, 4, 6. Moyenne = $(2+3+5+4+6)/5 = 20/5 = 4$ °C. Médiane = 4 °C.
Variance = $[(2-4)^2+(3-4)^2+(5-4)^2+(4-4)^2+(6-4)^2]/5 = 10/5 = 2$ °C². Écart-type = $\sqrt{2} \approx 1,41$ °C.

2. Probabilités pour la maintenance et la fiabilité :

Notion de probabilité :

La probabilité mesure la chance qu'un événement survienne, entre 0 et 1, ou en pourcentage. Elle sert à estimer le risque de panne et à planifier des interventions préventives adaptées.

Probabilité conditionnelle et indépendance :

La probabilité conditionnelle tient compte d'une information connue, par exemple la panne sachant une surchauffe. Deux événements sont indépendants si l'un n'affecte pas la probabilité de l'autre.

Exemple de probabilité de panne :

Suppose une panne de compresseur avec probabilité journalière $p = 0,01$. Probabilité d'au moins une panne sur 30 jours = $1 - (1 - 0,01)^{30} = 1 - 0,99^{30} \approx 0,2603$ soit 26,03%. Sur 100 unités, environ 26 auront au moins une panne sur 30 jours.

3. Applications métiers, cas concret et outils pratiques :

Cas concret – contrôle d'une chambre froide :

Contexte : relevés horaires sur 7 jours, total 168 mesures. Résultat fictif résumé ici pour l'exemple : moyenne 3,8 °C, écart-type 1,6 °C, 32 mesures hors plage réglementaire, taux de non conformité 19,0%.

Étapes d'analyse et livrable attendu :

Étapes : collecter les données, calculer moyenne et écart-type, compter lectures hors plage, estimer risque. Livrable : rapport d'une page avec moyenne, écart-type, taux de non conformité et 3 actions correctives chiffrées.

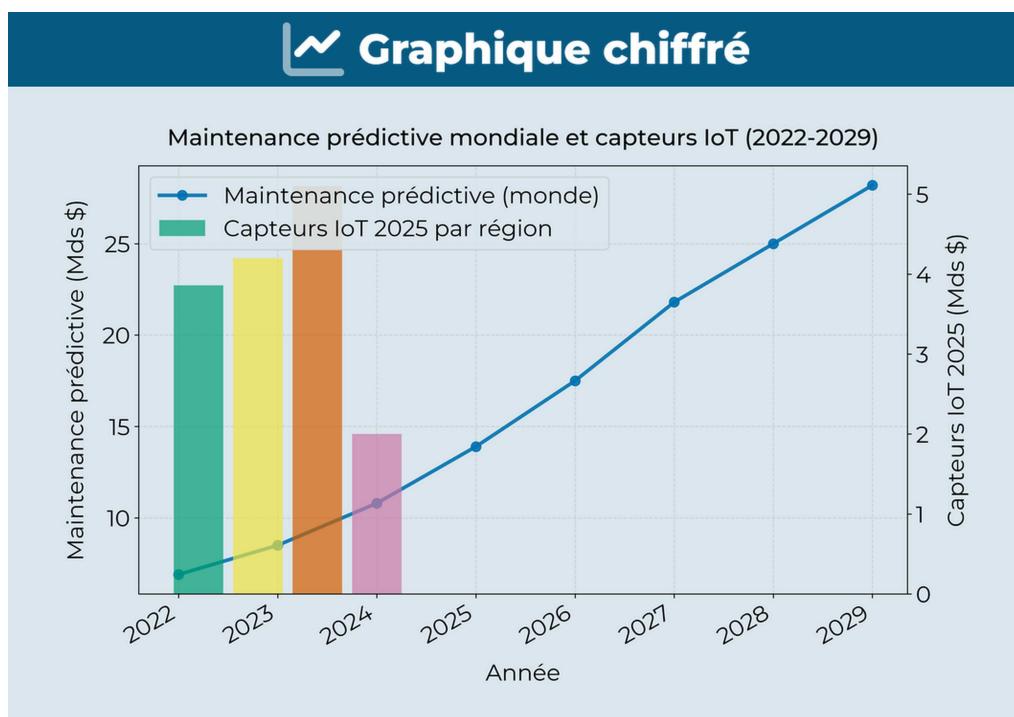
Conseils de stage et erreurs fréquentes :

Vérifie toujours la calibration des capteurs avant analyse, évite les petits échantillons non représentatifs, et sauvegarde les fichiers CSV. Une fois, j'ai perdu 24 heures à cause d'un capteur mal calibré, maintenant je vérifie systématiquement.

Élément	Valeur	Interprétation
Nombre de mesures	168	Série représentative sur 7 jours
Moyenne	3,8 °C	Proche de la consigne, mais vérifier dispersion
Écart-type	1,6 °C	Variabilité notable, risque de dépassement
Lectures hors plage	32	Taux de non conformité élevé
Taux de non conformité	19,0%	Action corrective recommandée si >5%

Exemple d'optimisation d'un processus de contrôle :

Après analyse, tu peux fixer une alerte à 5% de non conformité, planifier maintenance sous 48 heures si le taux dépasse 10%, et recalibrer capteurs hebdomadairement.



Étape	Action	Fréquence

Vérifier capteurs	Contrôle de calibration et remplacement si nécessaire	Hebdomadaire
Collecter données	Exporter fichiers CSV et sauvegarder	Quotidien
Calculer statistiques	Moyenne, médiane, écart-type et taux hors plage	Après 7 jours
Vérifier non conformité	Alerte et plan d'action si >5%	Immédiat
Planifier maintenance	Intervention corrective et suivi	Sous 48 heures si nécessaire

i Ce qu'il faut retenir

Les statistiques descriptives résument une série par moyenne, médiane, mode et écart-type pour juger stabilité et dispersion.

Les probabilités t'aident à estimer la probabilité de panne et à dimensionner la maintenance préventive.

- **Moyenne, médiane, mode** décrivent la tendance centrale des mesures.
- **L'écart-type des températures** indique la variabilité du process.
- La **probabilité de panne** sur une période guide les plans de maintenance.
- Suivre le **taux de non conformité** déclenche des actions correctives.

En pratique, tu collectes les données, contrôles les capteurs, calcules ces indicateurs puis déclenches des actions correctives chiffrées dès que le taux hors plage dépasse le seuil défini.

Physique-chimie

Présentation de la matière :

En Bac Pro MFER, la **matière Physique-chimie** te fait comprendre pression, température, énergie et électricité dans les installations frigorifiques.

Cette matière conduit à l'épreuve scientifique et technique de Physique-chimie, notée sur 20 avec un **coefficent de 1,5**. En lycée ou CFA habilité, elle est souvent évaluée en CCF, sinon en épreuve finale pratique et écrite d'environ 1 h en fin de Terminale.

Elle pèse autour de **6 % de la note** finale. L'un de mes amis a vraiment décollé en reliant chaque formule à un vrai circuit.

Conseil :

Pour réussir, prévois **2 séances de 20 minutes** par semaine pour revoir formules et unités, puis refais les calculs de pression ou de puissance vus en TP.

Le jour du contrôle ou de l'examen, commence par les questions de cours, soigne les unités, puis attaque progressivement les problèmes plus longs et **vérifie chaque résultat**.

Table des matières

Chapitre 1: Énergie et transferts thermiques	Aller
1. Énergie et définitions	Aller
2. Transferts thermiques et applications	Aller
Chapitre 2: Électricité et circuits	Aller
1. Notions de base et composants	Aller
2. Circuits en courant continu et mesures pratiques	Aller
3. Applications pratiques en froid et mini cas concret	Aller
Chapitre 3: Pression, gaz et changements d'état	Aller
1. Pression et lois des gaz	Aller
2. Changements d'état et chaleur latente	Aller
3. Applications pratiques en froid et dépannages	Aller

Chapitre 1 : Énergie et transferts thermiques

1. Énergie et définitions :

Définition de l'énergie :

L'énergie, c'est la capacité à produire un travail ou un échange thermique. On la mesure en joule ou en kilowattheure, et elle peut se transformer d'une forme à une autre sans disparaître.

Principales formes d'énergie :

- Énergie thermique
- Énergie mécanique
- Énergie électrique
- Énergie chimique

Conservation et conversion :

Dans une installation frigorifique, l'énergie électrique sert le plus souvent à entraîner un compresseur, transformant l'énergie mécanique en transfert thermique utile pour refroidir un local.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Sur une chaîne de froid, remplacer un compresseur vieux par un modèle plus efficace peut réduire la consommation de 12% à 20% selon l'état initial de l'installation.

2. Transferts thermiques et applications :

Conduction :

La conduction est le transfert d'énergie par contact, à travers un matériau. La vitesse dépend de la conductivité thermique et de l'épaisseur. C'est crucial pour choisir un isolant performant.

Convection et rayonnement :

La convection transporte la chaleur via un fluide en mouvement, l'air ou l'eau. Le rayonnement agit entre surfaces selon leur température, même sans contact, et devient important au-dessus de 100 °C.

Manipulation simple pour mesurer un transfert thermique :

Matériel : plaque métallique, source chaude, thermomètres, chronomètre, mètre. Mesure la montée en température pendant 5 minutes, note ΔT , puis calcule Q avec la formule suivante.

Formule utile :

$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ où Q est l'énergie en joule, m la masse en kilogramme, c la chaleur massique en $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$, ΔT la variation de température en kelvin.

Mesure	Valeur	Unité
Masse de la plaque	2	kg
Chaleur massique	385	J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹
Variation de température	15	K
Énergie calculée Q	11 550	J

Interprétation des résultats :

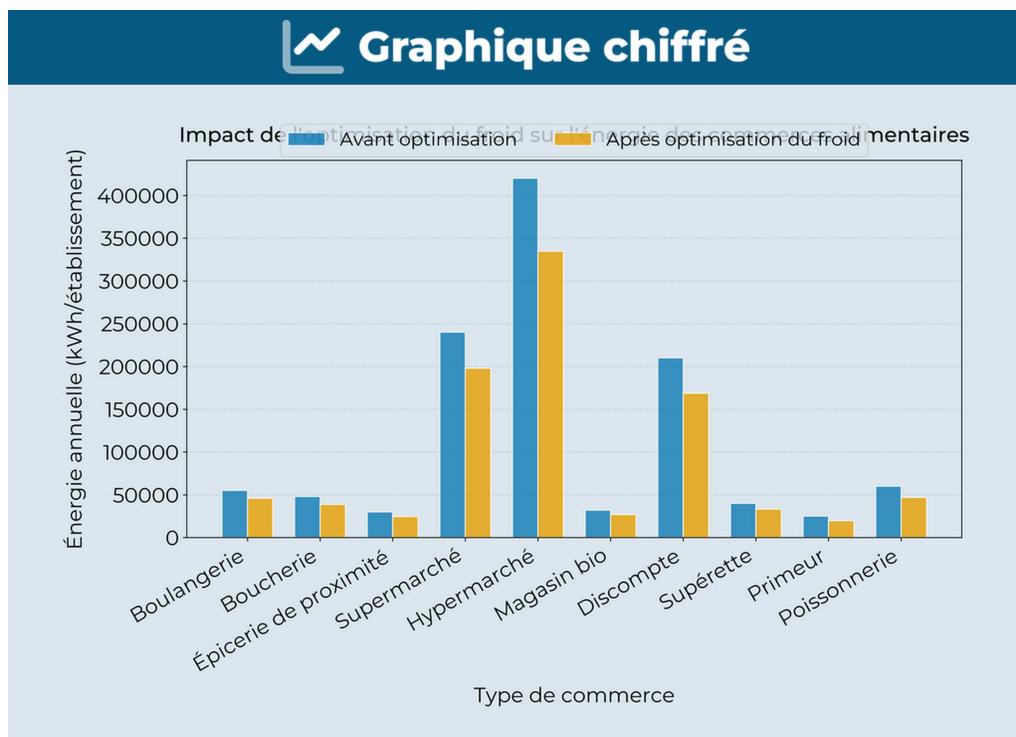
Avec Q calculé, tu peux estimer la puissance moyenne fournie en divisant Q par la durée de chauffage. Ici 11 550 J sur 300 secondes donne environ 38 W, utile pour dimensionner une résistance.

Exemple de calcul :

Si tu chauffes 2 kg d'alu avec $c = 385 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ et $\Delta T = 15 \text{ K}$, $Q = 2 \times 385 \times 15 = 11 550 \text{ J}$, soit 11,55 kJ, ce qui correspond approximativement à 38 W sur 5 minutes.

Mini cas concret : diagnostic de déperdition sur chambre froide :

Contexte : chambre froide 10 m³ mal isolée, consigne 4 °C, ambiante 20 °C. Étapes : mesurer ΔT , flux, calculer déperdition. Résultat : perte estimée 800 W, consommation annuelle estimée 7 000 kWh.



Livrable attendu :

Fournis une fiche technique chiffrée, avec calcul de déperdition en watts, recommandations d'isolation et estimation d'économie annuelle en kWh et en euros, par exemple économie potentielle de 1 200 € par an.

Check-list opérationnelle sur le terrain :

Tâche	Critère
Mesurer température ambiante	Précision $\pm 0,5$ °C
Contrôler étanchéité portes	Aucun courant d'air détecté
Mesurer consommation électrique	Relevé sur 24 heures
Vérifier isolation murale	Épaisseur et conductivité notées

Exemple d'astuce de stage :

Quand tu testes une chambre froide, note toujours la porte ouverte la plus utilisée, souvent c'est là que tu perds 30% de l'efficacité en plus, j'ai appris ça au premier stage.

i Ce qu'il faut retenir

L'énergie est la **capacité à produire un travail** ou un échange de chaleur, se conservant tout en changeant de forme.

- Retient les **principales formes d'énergie** : thermique, mécanique, électrique, chimique.
- Dans le froid, l'électricité entraîne un compresseur qui crée un transfert thermique utile; un modèle efficace réduit la conso de 12 à 20 %.
- Les **transferts thermiques clés** sont conduction, convection et rayonnement, à relier au choix d'isolant et à la circulation d'air.
- La formule $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ sert à estimer énergie et puissance, utile pour le **diagnostic d'une chambre froide** et ses déperditions.

En appliquant ces notions, tu peux dimensionner les équipements, repérer les pertes et chiffrer les économies possibles sur une installation frigorifique.

Chapitre 2 : Électricité et circuits

1. Notions de base et composants :

Tension, courant et résistance :

La tension se mesure en volt, le courant en ampère et la résistance en ohm. Tu utiliseras ces trois grandeurs pour diagnostiquer un circuit électrique en atelier frigorifique.

Lois fondamentales :

La loi d'Ohm lie tension, courant et résistance par une formule simple. La puissance électrique te permet d'évaluer la charge d'un compresseur ou d'un ventilateur en atelier.

Composants courants :

Dans le froid, tu verras souvent résistances chauffantes, relais, contacteurs, fusibles, transformateurs et capteurs. Savoir repérer ces éléments facilite les dépannages et évite les remplacements inutiles.

Exemple d'ohm :

Si une lampe reçoit 12 V et 0,5 A, sa résistance est $R = V / I = 12 / 0,5 = 24 \Omega$, ce qui t'aide à choisir un fusible adapté.

2. Circuits en courant continu et mesures pratiques :

Montages série et parallèle :

En série, le courant est identique dans tous les éléments. En parallèle, la tension est la même sur chaque branche. Ces différences expliquent pourquoi une panne peut couper tout un circuit ou rester localisée.

Mesures et sécurité :

Avant d'intervenir, coupe l'alimentation, vérifie l'absence de tension avec un multimètre, porte des gants isolants et utilise un tournevis isolé. Ces gestes réduisent nettement le risque d'accident.

Calculs utiles :

Tu calculeras souvent la puissance $P = V \times I$ et la loi d'Ohm $V = R \times I$ pour vérifier l'état d'un composant. Note toujours les unités et arrondis raisonnablement.

Exemple de manipulation :

Montage simple pour mesurer une résistance et vérifier un circuit, avec une alimentation réglée à 12 V et un multimètre en mode ampère et volt.

Manipulation courte :

Matériel : alimentation 12 V, multimètre, résistance 10 Ω , fils, support. Étapes : couper l'alim, brancher la résistance, mesurer V aux bornes, mesurer I en série, calculer R. Mesure trois fois en variant la tension.

Formules utiles :

Utilise $V = R \times I$ pour vérifier une résistance, et $P = V \times I$ pour estimer la puissance dissipée en watt. Interprète toujours les résultats avec les unités appropriées.

Mesure	Tension (v)	Courant (a)	Résistance calculée (ω)
Test 1	12,00	1,20	10,00
Test 2	9,00	0,90	10,00
Test 3	6,00	0,60	10,00
Test 4	15,00	1,50	10,00
Moyenne	10,50	0,96	10,00

Le tableau montre la constance de la résistance calculée qui valide le composant. Note les écarts et répète les mesures si l'écart dépasse 5%.

3. Applications pratiques en froid et mini cas concret :

Capteurs et commandes :

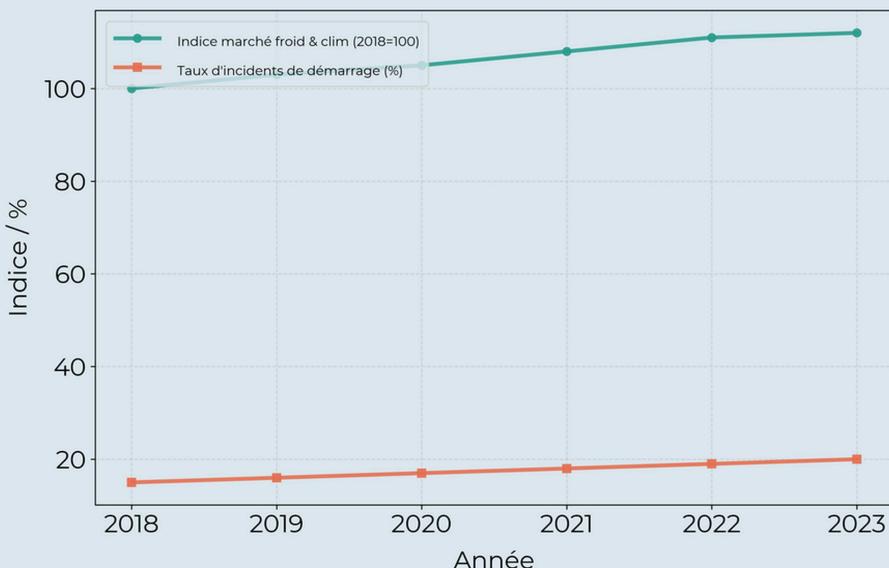
Les capteurs de température et de pression pilotent contacteurs et vannes. Savoir lire un schéma électrique te permet d'identifier une entrée de commande ou une sortie vers un relais.

Mini cas concret :

Contexte : relais de démarrage défaillant sur compresseur 230 V. Étapes : mesurer bobine, tester contacts, remplacer relais, démarrer. Résultat : redémarrage fiable en 45 minutes, coût pièces 85 euros.

Graphique chiffré

Marché du froid et incidents de démarrage en Europe (2018-2023)



Livrable attendu :

Remets un rapport d'une page avec tableau de 5 mesures, schéma du montage, valeur de la bobine $R = 60 \Omega$, courant de bobine $I = 230 / 60 = 3,83 A$, et durée d'intervention en minutes.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En remplaçant un relais ancien par un modèle à meilleure tenue, l'atelier a réduit les arrêts imprévus de 2 épisodes par mois, soit 4 heures gagnées mensuellement sur la ligne.

Astuce terrain :

Étiquette toujours les fils après une intervention et prends une photo du câblage, cela t'évite 10 à 20 minutes de recherche lors du remontage. Une fois en stage, j'ai réparé plus vite grâce à une vieille photo.

Check-list opérationnelle :

Avant d'intervenir, suis ces étapes simples pour rester efficace et sûr.

Étape	Action
Couper l'alimentation	Vérifier l'absence de tension au multimètre
Sécuriser le poste	Mettre un cadenas ou un étiquette de consignation
Mesurer	Prendre tensions, courants et résistances avant remplacement
Remplacer	Utiliser pièce de même spécification ou meilleure

Tester	Remonter et vérifier le fonctionnement sous charge
--------	--

i Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à utiliser **tension, courant, résistance** pour diagnostiquer les circuits d'atelier. Tu appliques la **loi d'Ohm et puissance** pour contrôler résistances, relais, contacteurs et capteurs.

- Comprendre les **montages série et parallèle** pour localiser une panne sur un circuit continu.
- Réaliser des mesures fiables avec multimètre en respectant la **sécurité avant intervention** (coupure, EPI, outils isolés).
- Vérifier une résistance par $V = R \times I$ et $P = V \times I$, en comparant plusieurs mesures.
- Appliquer ces notions sur un cas concret de relais de compresseur et formaliser un court rapport de dépannage.

En maîtrisant ces bases, tu diagnostiques plus vite, travailles en sécurité et rédiges des interventions claires et justifiées.

Chapitre 3 : Pression, gaz et changements d'état

1. Pression et lois des gaz :

Définition et unités :

La pression est une force exercée par unité de surface, notée p , en pascal. Un pascal vaut 1 newton par mètre carré. En pratique on utilise souvent le bar et le mbar en froid et climatisation.

Loi de Boyle-Mariotte et loi des gaz parfaits :

À température constante, le produit pression fois volume reste constant pour un gaz. Pour des calculs courants, utilise $PV = nRT$, où P en pascal, V en mètre cube, T en kelvin.

Interprétation pratique :

En dépannage, une baisse de pression peut indiquer une fuite ou un point froid bloqué. Mesure toujours pression haute et basse, note les valeurs et compare aux tables constructeur pour le fluide utilisé.

Exemple de vérification conforme :

Tu mesures P basse = 2,5 bar et P haute = 10 bar sur un circuit R134a, cela indique un fonctionnement plausible si la charge est correcte et l'aspiration n'est pas obstruée.

2. Changements d'état et chaleur latente :

Notions de fusion, vaporisation et sublimation :

Le changement d'état ne modifie pas la température tant que la transition a lieu. La chaleur latente correspond à l'énergie nécessaire par kilogramme pour changer d'état, sans variation de température.

Formules utiles et calculs :

Pour calculer l'énergie, utilise $Q = m \times L$, avec Q en joule, m en kilogramme, L en joule par kilogramme. Exemple concret, pour vaporiser 0,5 kg d'eau à 100 °C, avec $L = 2\,260\,000$ J/kg, $Q = 1\,130\,000$ J.

Manipulation courte : mesurer la chaleur latente :

Matériel : calorimètre simple, balance, glace, thermomètre, chronomètre. Étapes : peser 100 g de glace, la faire fondre dans 200 g d'eau à température mesurée, noter les températures et calculer L expérimental.

Exemple de calcul expérimental :

Si la température finale de l'eau augmente de 2 °C, avec capacité thermique 4180 J/kg·K, l'énergie reçue est $200\text{ g} \times 4180 \times 2 = 1\,672$ J, ce qui permet d'estimer la chaleur latente apparente.

Volume (l)	Pression (mbar)	Température (°c)	Produit $p \times v$ (mbar·l)
------------	-----------------	------------------	-------------------------------

1	1 013	20	1 013
2	506	20	1 012
0,5	2 026	20	1 013
0,2	5 065	20	1 013

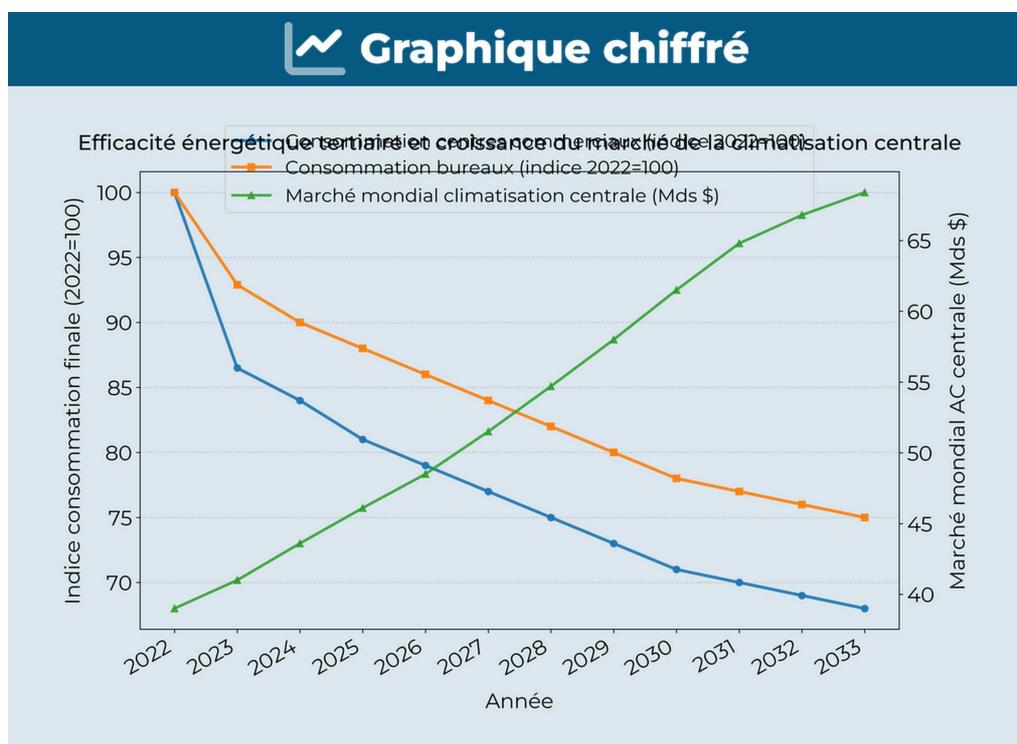
3. Applications pratiques en froid et dépannages :

Pressions de fonctionnement et tables de saturation :

Chaque fluide frigorigène a sa propre courbe pression-température. En atelier, compare tes mesures aux tables constructeur pour R134a ou R410A. Une pression anormale renseigne sur charge ou échange thermique insuffisant.

Mini cas concret maintenance :

Contexte : climatisation commerciale 12 kW affiche faible refroidissement. Étapes : relevés pression haute 14 bar et basse 1,2 bar, mesure fuite traceur, remplacement 0,3 kg de fluide, test performance. Résultat : delta T évaporateur passé de 6 °C à 12 °C en 45 minutes.

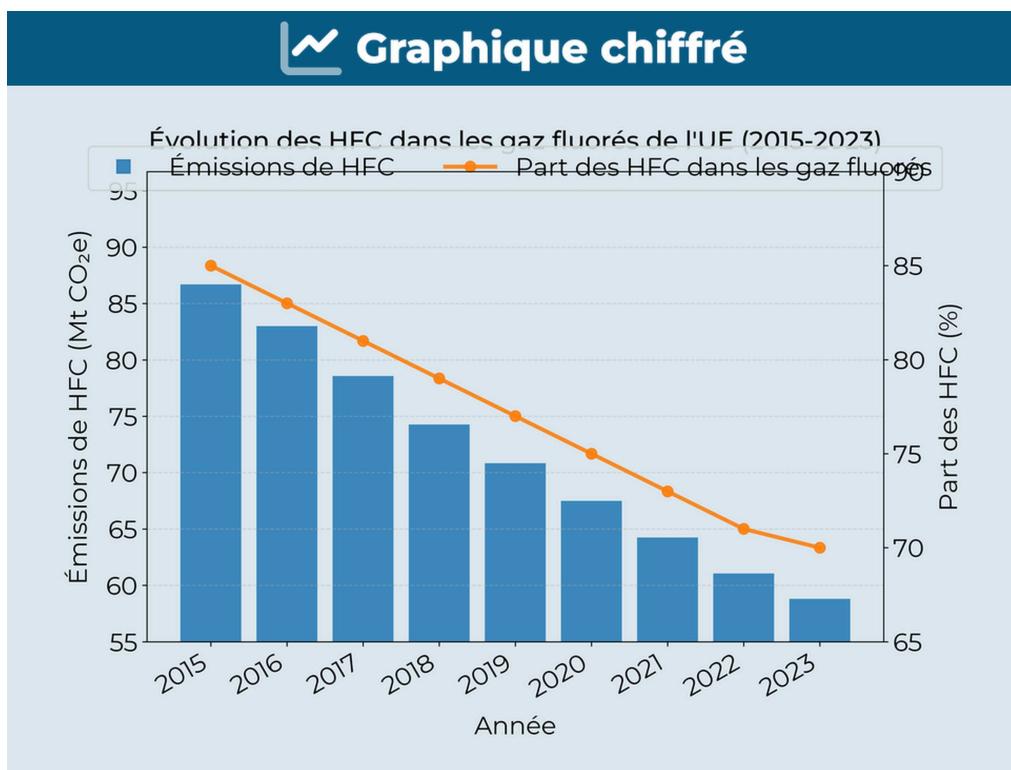


Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Après recharge de 0,3 kg de R134a, consommation électrique a diminué de 8% sur une journée, et la température du local est revenue à 6 °C, conforme au cahier des charges.

Conseils et erreurs fréquentes :

Toujours purger correctement le circuit avant recharge, contrôler l'étanchéité à 6 bar d'azote, et noter la masse de fluide ajoutée. Une erreur fréquente est de comparer pressions sans tenir compte de la température ambiante.



Fluide	Température cible (°c)	Pression évaporation (bar)	Pression condensation (bar)
R134a	-10	0,7	7,5
R410A	0	4,5	25

Check-list opérationnelle sur le terrain :

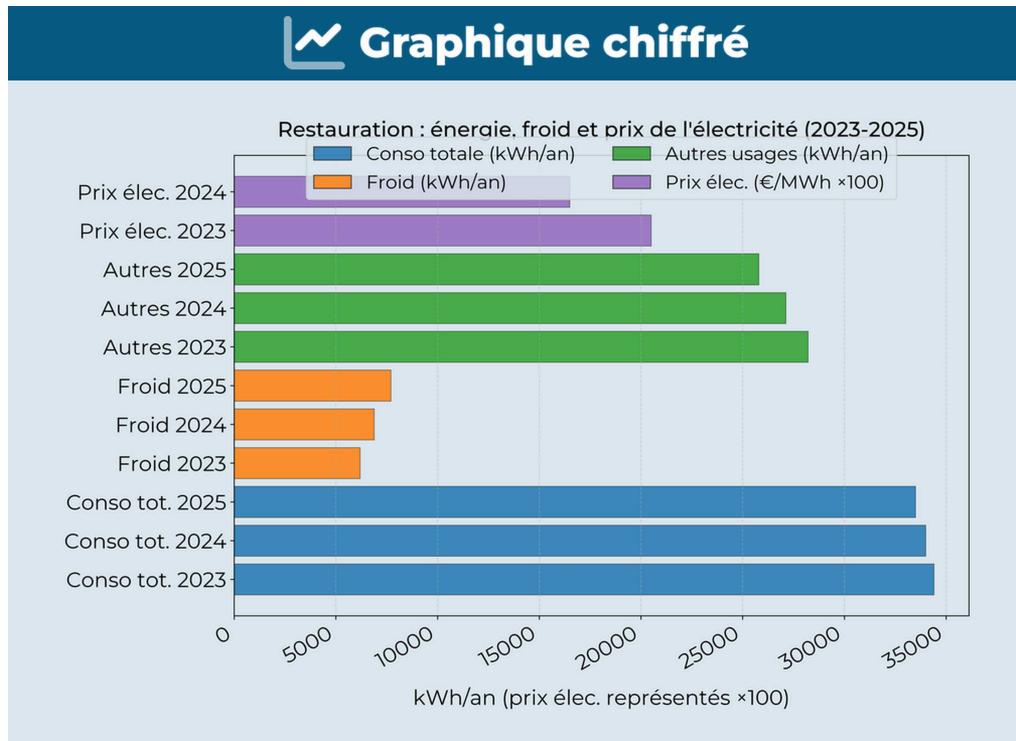
- Vérifier la masse de fluide et la noter dans l'intervention
- Mesurer pression haute et basse et la température ambiante
- Contrôler l'étanchéité avec azote à 6 bar et traquer la fuite
- Nettoyer échangeurs si écart de 20% de performance constaté
- Tester performance après intervention pendant 30 à 60 minutes

Astuce de stage :

Note toujours la masse ajoutée au gramme près, un carnet clair t'évite des retours clients. Personnellement j'ai sauvé un contrat en retrouvant une recharge de 0,15 kg perdue dans l'historique.

Mini cas concret supplémentaire et livrable attendu :

Contexte : armoire froide professionnelle perd efficacité. Étapes : diagnostic 90 minutes, récupération 0,2 kg de fluide, remplacement filtre-déshydrateur, mise sous vide 30 minutes, recharge 0,2 kg. Résultat : température stabilisée à 2 °C en 1 heure. Livrable : rapport d'intervention de 1 page, masse ajoutée 0,2 kg, pressions avant/après et photos.



i Ce qu'il faut retenir

La pression est une force par surface, souvent en bar, liée au volume par la loi de **Boyle Mariotte** et à la loi des **gaz parfaits** $PV = nRT$.

- À température constante, le produit **pression fois volume** reste quasiment constant.
- Lors d'un changement d'état, la température reste fixe et l'énergie se calcule avec $Q = m \times L$.
- En froid, compare toujours pressions mesurées et tables de **pression saturation fluide**.
- Pense à vérifier charge, fuites, échangeurs et températures ambiantes avant de conclure.

En résumé, si tu sais relier pression, température et changements d'état, tu peux diagnostiquer efficacement les installations frigorifiques et justifier tes interventions.

Langue vivante A (Anglais)

Présentation de la matière :

En Bac Pro MFER, la matière **Langue vivante A (Anglais)** te sert surtout à communiquer dans ton futur métier. Tu travailles l'écoute, la lecture et l'expression à partir de situations de froid, de climatisation et d'énergies renouvelables.

Cette matière conduit à **l'épreuve de langue vivante obligatoire**, notée avec un **coeffcient 2**. En voie scolaire, tu es évalué en contrôle en cours de formation, à l'oral et à l'écrit.

Pour les candidats en épreuve ponctuelle, l'examen dure environ **1 h d'écrit et 10 min d'oral**. L'anglais représente alors **près de 7 %** de la note finale du Bac Pro MFER.

Conseil :

Pour progresser, mise sur la **mise sur la régularité**. Consacre **15 à 20 minutes** par jour à revoir du vocabulaire utile pour décrire une installation ou expliquer un problème simple à un client.

- Prépare des fiches avec des **phrases types utiles** pour présenter une installation
- Entraîne-toi à jouer des **dialogues client - technicien** en anglais

L'un de mes amis en Bac Pro MFER a progressé ainsi, sans changer vraiment son niveau de départ, simplement en gardant ces habitudes chaque semaine.

Table des matières

Chapitre 1: Compréhension orale de dialogues	Aller
1. Comprendre les enjeux de l'écoute	Aller
2. S'entraîner avec des dialogues professionnels	Aller
Chapitre 2: Compréhension écrite de documents courts	Aller
1. Identifier la structure et l'objectif	Aller
2. Compréhension fine et stratégies	Aller
3. Exploitation pratique et évaluation	Aller
Chapitre 3: Expression orale en interaction	Aller
1. Ouvrir et maintenir un échange professionnel	Aller
2. Demander des précisions et reformuler	Aller
3. Gérer un désaccord et donner des instructions	Aller
Chapitre 4: Présentation orale simple	Aller
1. Préparer sa présentation	Aller

2. Parler clairement et gagner en assurance	Aller
3. Support visuel et livrable demandé	Aller
Chapitre 5 : Rédaction de messages et courriels	Aller
1. Principes et structure d'un courriel	Aller
2. Ton et adaptation au destinataire	Aller
3. Outils, relecture et phrases utiles en anglais	Aller

Chapitre 1: Compréhension orale de dialogues

1. Comprendre les enjeux de l'écoute :

Qu'est-ce qu'écouter activement :

L'écoute active te permet de repérer l'idée principale, les chiffres et les demandes dans un dialogue professionnel, en restant concentré sur 30 à 60 secondes pour saisir le sens général.

Techniques pour identifier les informations clés :

Note les mots répétés, les nombres et les verbes modaux comme can ou must, puis reformule mentalement l'idée principale en une phrase simple avant de continuer l'écoute.

Exemple d'identification :

"The compressor needs replacement next week." (Le compresseur doit être remplacé la semaine prochaine.) Tu entends "next week", tu notes l'échéance et la pièce pour préparer l'intervention.

Anglais	Français
Can you send a technician?	Pouvez-vous envoyer un technicien ?
There is a leak on unit three	Il y a une fuite sur l'unité trois
We need the part by Friday	Nous avons besoin de la pièce d'ici vendredi
How urgent is the repair?	Quelle est l'urgence de la réparation ?
Schedule an appointment	Planifier un rendez-vous
Reference number	Numéro de référence
I heard a clicking noise	J'ai entendu un bruit de cliquetis
Can I get an estimate?	Puis-je obtenir un devis ?

2. S'entraîner avec des dialogues professionnels :

Choisir des dialogues pertinents :

Prends des dialogues liés à la maintenance frigorifique, aux consignes de sécurité et aux commandes clients. Vise 3 à 5 minutes d'écoute par fichier pour t'habituer au rythme et au vocabulaire technique.

Mini dialogue pratique :

Voici un mini dialogue que tu peux répéter à voix haute pour t'entraîner, il simule une demande de pièce et un rendez-vous d'intervention.

Mini dialogue :

"Hello, we have a leak on unit 3." (Bonjour, nous avons une fuite sur l'unité 3.) "Can you send a technician tomorrow?" (Pouvez-vous envoyer un technicien demain?)

Erreurs fréquentes :

Tu verras souvent des formulations tronquées, attention aux temps et aux nombres. Lis la mauvaise phrase puis apprends la version correcte en français pour comprendre l'erreur.

- Mauvaise: "He fix tomorrow" - Correcte: "Il réparera demain"
- Mauvaise: "Need part Friday" - Correcte: "Nous avons besoin de la pièce vendredi"
- Mauvaise: "Unit three leaking" - Correcte: "L'unité trois fuit"

Exemple de mini cas concret :

Un client signale une fuite sur un groupe froid, tu écoutes l'appel 2 fois et notes référence, urgence et disponibilité. Résultat, pièce identifiée et commandée. Livrable: fiche d'intervention avec référence et coût estimé, délai 48 heures.

Étape	Action
Écoutre initiale	Écouter le dialogue 1 fois pour le sens général
Prise de notes	Noter les nombres, dates et références produits
Vérification	Réécouter 1 à 2 fois les segments non clairs
Rédaction	Remplir la fiche d'intervention avec actions et délais

Astuce de terrain :

Toujours demander la référence produit et répéter la date entendue à voix haute, cela évite 60% des erreurs de commande pendant le stage.

i Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à pratiquer l'**écoute active en anglais** dans des dialogues techniques courts. Tu dois repérer idée principale, chiffres, dates et demandes, puis **reformuler mentalement la phrase clé** avant de continuer. Les verbes modaux (can, must) signalent souvent une action à réaliser.

- Surligne les mots répétés, nombres et pièces mentionnées pour préparer l'intervention.
- Utilise des dialogues liés à la maintenance, sécurité et commandes clients, d'environ 3 à 5 minutes.
- Écoute une première fois pour le sens général, puis réécoute pour vérifier nombres et références.

- Note tout de suite **référence produit et échéance** afin de remplir la fiche d'intervention correcte.

En t'entraînant régulièrement avec ces dialogues, tu sécurises tes prises de notes et réduis fortement les erreurs de commande.

Chapitre 2 : Compréhension écrite de documents courts

1. Identifier la structure et l'objectif :

Reconnaître le type de document :

Regarde d'abord le format, le titre et l'expéditeur pour deviner l'objectif du texte. Cela prend souvent 30 à 60 secondes et oriente ta lecture active sur l'information utile.

Repérer les mots-clés :

Surveille chaque phrase pour trouver les verbes et noms importants. Surligne 3 à 6 mots qui résument l'idée principale et note les chiffres, les dates et les unités mentionnées dans le texte.

Exemple d'identification :

Check the gauge every Monday. (Vérifie la jauge chaque lundi.) It indicates a weekly task and responsible person. (Indique une tâche hebdomadaire et une personne responsable.)

2. Compréhension fine et stratégies :

Lecture en profondeur :

Privilégie une lecture logique, phrase par phrase. Note les idées-support et les preuves. Compte 5 à 10 minutes pour un texte court de 150 à 250 mots et prends des notes courtes en marge.

Reformuler en anglais simple :

Après lecture, résume chaque paragraphe en une phrase en anglais simple. Cela t'entraîne à repérer les informations utiles pour un compte-rendu ou pour rédiger une fiche d'intervention claire.

Vocabulaire clé et abréviations :

Apprends les 8 à 10 mots techniques les plus fréquents pour gagner du temps en stage. Note aussi 5 abréviations courantes pour comprendre rapidement les rapports et bons de travail.

Terme en anglais	Traduction en français
Maintenance	Maintenance
Schedule	Planning
Fault	Panne
Compressor	Compresseur
Inspection	Inspection

Replace	Remplacer
Leak	Fuite
Estimate	Estimation

Astuce pour les abréviations :

Write common abbreviations on your notebook. (Écris les abréviations courantes dans ton carnet.) En stage, avoir 5 abréviations mémorisées économise généralement 2 à 5 minutes par document.

3. Exploitation pratique et évaluation :

Mini cas concret :

Contexte: tu lis un rapport court de 200 mots décrivant une panne. Étapes: repérer 4 actions, chiffrer pièces à remplacer et estimer 45 minutes d'intervention. Résultat: fiche technique d'une page avec 4 tâches et coût estimé.

Livrable attendu :

Livrable attendu: une fiche d'intervention d'une page, format A4, avec 4 actions, temps estimé en minutes et coût approximatif en euros, prête à être utilisée par le technicien sur site.

Exemple de dialogue :

Can you summarize the fault in one sentence? (Peux-tu résumer la panne en une phrase?) Yes, the compressor overheated and tripped the fuse. (Oui, le compresseur a surchauffé et a déclenché le fusible.)

Anecdote: Une fois, j'ai mal lu une date et j'ai remplacé une pièce inutilement, j'ai perdu 90 minutes et appris à revérifier toujours les chiffres.

Action	Temps approximatif
Identifier l'expéditeur	1 minute
Repérer mots-clés	3 à 5 minutes
Noter chiffres et dates	1 minute
Rédiger fiche d'une page	30 à 45 minutes

i Ce qu'il faut retenir

Identifie d'abord le **type de document** avec le format, le titre et l'expéditeur pour cibler ta lecture. Survole le texte pour repérer les **mots-clés essentiels**, ainsi que

chiffres, dates et unités. Puis lis en détail, phrase par phrase, en notant les idées principales. Reformule chaque paragraphe en une phrase simple en anglais. Mémorise le vocabulaire technique le plus courant et quelques abréviations afin de gagner du temps. Utilise enfin ces infos pour produire une **fiche d'intervention complète** et directement exploitable.

- Repère rapidement format, titre, expéditeur.
- Surligne verbes clés, chiffres, dates.
- Transforme le rapport en tâches concrètes.

En appliquant cette méthode à chaque document, tu lis plus vite et prends de meilleures décisions techniques.

Chapitre 3 : Expression orale en interaction

1. Ouvrir et maintenir un échange professionnel :

Formules d'ouverture :

Commence par une salutation claire, indique ton rôle et l'objet de ton intervention, puis propose une solution rapide. Cinq phrases simples suffisent pour installer le contact et la confiance sur le chantier.

Présenter une action ou une panne :

Explique brièvement le problème, donne un ordre de grandeur du temps nécessaire et propose une action immédiate. Par exemple, annonce "it will take about 30 minutes" pour cadrer les attentes du client.

Exemple d'introduction :

Hello, I am Pierre, the technician, I need to check the compressor now. (Bonjour, je suis Pierre, le technicien, je dois vérifier le compresseur maintenant.)

Erreurs fréquentes :

- Dire "I am technician" au lieu de "I am a technician", évite d'oublier l'article.
- Dire "I will repair tomorrow" sans précision, préfère "I will repair it tomorrow morning" pour être précis.

2. Demander des précisions et reformuler :

Poser des questions claires :

Utilise des questions fermées pour confirmer un point et des questions ouvertes pour obtenir des détails. Par exemple, demande "Is the unit running?" puis "When did the problem start?" pour situer la panne.

Reformuler pour vérifier :

Répète l'information reçue en une phrase simple pour être sûr de comprendre. Cela évite les erreurs coûteuses et montre ton professionnalisme au client ou au responsable.

Exemple de reformulation :

So you mean the thermostat stopped working after the power cut? (Donc tu veux dire que le thermostat s'est arrêté après la coupure de courant ?)

Mini dialogue utile :

Technician: Can you describe the noise? (Technicien : Peux-tu décrire le bruit ?)

Client: It sounds like a rattling in the compressor. (Client : On dirait un cliquetis dans le compresseur.)

Astuce communication :

Si tu as du mal avec un mot technique, demande son équivalent en anglais ou utilise un geste pour aider. En stage, j'ai souvent utilisé un schéma pour gagner 2 à 3 minutes et clarifier la panne.

3. Gérer un désaccord et donner des instructions :

Calmer et rediriger une discussion :

Reste calme, répète le point clé et propose une solution chiffrée. Dire "Let's do a safety check in 5 minutes" rassure et structure l'action sur le site pour tous les intervenants.

Donner des consignes claires :

Utilise l'impératif simple et des repères temporels. Par exemple, dis "Turn off the power now" puis "I will test in 2 minutes", ainsi chacun sait quoi faire et quand le faire.

Exemple d'instruction :

Turn off the main switch and wait 30 seconds before restarting the unit. (Coupe l'interrupteur principal et attends 30 secondes avant de redémarrer l'unité.)

Erreurs fréquentes - formulation :

- Mauvaise : "You must to turn off". Correcte : "You must turn off" (Tu dois couper). Évite l'insertion d'un "to" inutile.
- Mauvaise : "I will check tomorrow morning maybe". Correcte : "I will check tomorrow morning at 9" (Je vérifierai demain matin à 9 heures). Sois précis sur l'heure.

Exemple d'argumentation en anglais :

I recommend replacing the filter now, it will save around 15 minutes and reduce the risk of failure. (Je recommande de remplacer le filtre maintenant, cela fera gagner environ 15 minutes et réduira le risque de panne.)

Mini cas concret :

Contexte : intervention sur une climatisation industrielle qui fuit. Étapes : 1) Localiser la fuite, 2) Isoler le circuit, 3) Remplacer la pièce, 4) Tester 10 minutes. Résultat : fuite stoppée, machine stabilisée à -1°C. Livrable attendu : rapport de 1 page et une checklist de 6 points.

Phrase en anglais	Traduction française
Hello, I am the technician.	Bonjour, je suis le technicien.
Is the unit running?	L'appareil fonctionne-t-il ?
I will test it for 10 minutes.	Je vais le tester pendant 10 minutes.
Turn off the main switch now.	Coupe l'interrupteur principal maintenant.
Can you repeat that please?	Peux-tu répéter cela s'il te plaît ?

I recommend replacing the filter.	Je recommande de remplacer le filtre.
-----------------------------------	---------------------------------------

Voici une petite check-list opérationnelle à utiliser sur le terrain, à imprimer et garder dans une poche. Elle prend moins d'une minute à consulter et évite les oubliés avant toute intervention.

Vérification	Action
Sécurité électrique	Couper le courant et confirmer visuellement
Identification panne	Demander symptôme, date et condition
Outils prêts	Vérifier présence des 6 outils essentiels
Temps estimé	Donner une durée approximative en minutes
Livrable	Remettre un rapport court et la checklist signée

Ressenti personnel :

En stage, j'avais tendance à trop détailler au début, maintenant je synthétise en 3 phrases et je gagne 5 à 10 minutes sur l'intervention, ce qui aide beaucoup l'équipe.

i Ce qu'il faut retenir

Sur un chantier, commence par **saluer, rôle, objectif** puis annonce rapidement ce que tu vas faire et le temps estimé. Présente la panne en quelques phrases simples et chiffrées.

- Utilise **questions fermées puis ouvertes** pour clarifier la situation, puis reformule pour vérifier ta compréhension.
- En cas de tension, reste calme, répète le point clé et propose une action datée ou minutée.
- Donne des **consignes courtes et datées** à l'impératif: Turn off..., Wait 30 seconds, I will test...
- Appuie-toi sur une **checklist avant intervention**: sécurité, identification de la panne, outils, temps, rapport final.

En synthétisant ton discours, tu rassures le client, évites les malentendus et gagnes plusieurs minutes sur chaque intervention.

Chapitre 4 : Présentation orale simple

1. Préparer sa présentation :

Objectif et message principal :

Définis clairement l'objectif de ton oral et choisis 1 idée principale à retenir, répète-la 2 ou 3 fois au fil de la présentation pour que ton auditoire s'en souvienne.

Plan simple en 3 parties :

Structure ton intervention en introduction, deux ou trois points clés et une conclusion courte, chaque partie doit durer environ 30 à 90 secondes selon la durée totale prévue.

Durée et répétitions :

Vise 2 à 4 minutes pour une présentation simple, répète en conditions réelles au moins 3 fois en te chronométrant pour respecter le temps et ajuster le contenu.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

I will present the maintenance steps for the refrigeration unit. (Je vais présenter les étapes de maintenance de l'unité frigorifique.)

2. Parler clairement et gagner en assurance :

Débit, pauses et articulation :

Parle lentement et marque des pauses après chaque idée clé, articule bien les mots techniques et évite d'enchaîner les phrases sans respirer, cela aide l'auditoire à suivre.

Voix et langage corporel :

Garde une posture ouverte, regarde 3 à 4 personnes différentes, évite les gestes répétitifs et projette ta voix sans forcer pour rester audible dans une salle ou sur un chantier.

Gérer le stress :

Avant de commencer, fais 3 respirations profondes et une phrase d'ouverture simple pour te lancer. Cette routine réduit le stress et stabilise ta voix dès la première minute.

Astuce pour l'oral :

Practice aloud for 15 minutes a day. (Pratique à voix haute 15 minutes par jour.)

This installation reduces energy consumption by 20%. (Cette installation réduit la consommation d'énergie de 20%).

How did you measure that? (Comment as-tu mesuré cela ?)

We compared temperatures before and after using three sensors. (Nous avons comparé les températures avant et après en utilisant trois capteurs.)

3. Support visuel et livrable demandé :

Diapos et documents :

Prépare 5 à 7 diapositives maximum pour une présentation de 5 minutes, utilise une police lisible taille 24 ou plus et limite à 6 lignes par diapo pour rester clair.

Mini cas concret :

Contexte : intervention sur une chambre froide présentant une fuite de fluide et une perte de performance de 15%, client demande un diagnostic rapide et une proposition chiffrée.

Étapes : inspection, relevés de température avec 3 capteurs, test d'étanchéité, remplacement d'une pièce et vérification post-intervention pour confirmer la réparation.

Livrable attendu :

Remets un rapport d'une page avec 3 photos, relevés avant/après, restitution chiffrée de la performance (+12% après intervention) et un devis estimé en euros.

Phrases utiles en anglais :

English phrase	French translation
Good morning, my name is John	Bonjour, je m'appelle John
I will present the maintenance steps	Je vais présenter les étapes de maintenance
The measured temperature is	La température mesurée est
We reduced energy consumption by 20 percent	Nous avons réduit la consommation d'énergie de 20 pour cent
Do you have any questions?	Avez-vous des questions ?
Here are the before and after values	Voici les valeurs avant et après
This document summarizes the intervention	Ce document résume l'intervention
Estimated saving is twelve percent	L'économie estimée est de douze pour cent
Please look at the data on slide three	Veuillez regarder les données sur la diapo trois
Thank you for your attention	Merci pour votre attention

Erreurs fréquentes :

Voici des erreurs classiques en anglais et la version correcte en français pour t'aider à éviter les faux-pas lors de l'exposé.

Mauvaise formulation en anglais	Version correcte en français
I have 20 years old	J'ai 20 ans

I will explain about the leak	J'expliquerai la fuite
We reduced of 20 percent	Nous avons réduit de 20 pour cent
The temperature is at 5 degrees	La température est de 5 degrés

Check-list opérationnelle :

Élément	Question à se poser
Arriver sur place	Suis-je prêt 10 minutes avant le début ?
Chronométrage	Ma présentation tient-elle en 2 à 4 minutes ?
Slides	Ai-je au maximum 7 diapositives lisibles ?
Vérification technique	Micro et projection fonctionnent-ils ?
Livrable	Le rapport d'une page et 3 photos sont-ils prêts ?

i Ce qu'il faut retenir

Prépare un **objectif clair et unique**, répété plusieurs fois, puis suis un plan simple en 3 parties pour un oral de 2 à 4 minutes.

- Organise introduction, 2-3 idées clés et conclusion courte, en t'entraînant chronomètre à la main.
- Parle lentement, fais des pauses, garde une **posture ouverte et stable** et utilise 3 respirations profondes pour gérer le stress.
- Limite-toi à **5 à 7 diapositives lisibles** et prépare un rapport d'une page avec photos et résultats chiffrés.
- Apprends quelques **phrases techniques en anglais**, évite les erreurs fréquentes et suis la check-list opérationnelle.

En appliquant ces repères, tu assures une présentation courte, claire et professionnelle, avec des supports adaptés et un discours maîtrisé.

Chapitre 5 : Rédaction de messages et courriels

1. Principes et structure d'un courriel :

Objet et ouverture :

L'objet doit être court et précis, 4 à 8 mots généralement, pour que le destinataire sache immédiatement le sujet et priorise ta lecture sans perdre de temps.

Corps clair et demande unique :

Formule ton message autour d'une seule demande principale, commence par le contexte en 1 ou 2 lignes, puis liste clairement les actions attendues et les délais si nécessaire.

Formules de politesse adaptées :

Choisis une formule de fin selon le destinataire, reste professionnel avec les clients et plus concis avec les collègues, évite les formules trop longues ou familières en contexte pro.

Exemple de phrase d'ouverture :

Please confirm the appointment on Tuesday at 10 am. (Veuillez confirmer le rendez-vous mardi à 10 h.)

2. Ton et adaptation au destinataire :

Ton formel vs informel :

Avec un client, utilise un ton formel et des phrases complètes, avec un responsable de stage tu peux être plus direct, mais garde la politesse et la clarté en toute circonstance.

Expressions professionnelles en anglais :

Prépare quelques formules en anglais utiles, comme pour demander un délai ou envoyer un devis, elles te font gagner 30 à 60 secondes par message et évitent les maladresses.

Mini dialogue pour confirmation de visite :

Hi, can we confirm the site visit next Thursday at 9 am? (Bonjour, pouvons-nous confirmer la visite du site jeudi prochain à 9 h ?)

I confirm Thursday at 9 am, see you on site. (Je confirme jeudi à 9 h, à bientôt sur site.)

Astuce pour l'objet :

Mets la référence chantier, la date et l'action dans l'objet, par exemple "Order compressor - site A - 12/12", cela facilite les recherches et le suivi dans la boîte mail.

3. Outils, relecture et phrases utiles en anglais :

Vérification et modèle :

Relis pour orthographe et sens, demande 2 minutes de pause avant d'envoyer, garde un modèle pour 5 types de mails récurrents afin de gagner du temps et d'uniformiser le ton.

Phrases utiles en anglais :

Apprends 10 à 15 phrases clés pour les demandes, confirmations, relances et pièces jointes, elles seront tes outils rapides pendant les stages et en entreprise.

Exemple d'email pour une commande :

Hello, we would like to order one compressor model X123, delivery within 7 working days, total cost around 450 euros. (Bonjour, nous souhaitons commander un compresseur modèle X123, livraison sous 7 jours ouvrés, coût total environ 450 euros.)

Phrase en anglais	Traduction en français
Please find attached	Veuillez trouver ci-joint
Could you confirm?	Pourriez-vous confirmer ?
Kind regards	Cordialement
As discussed	Comme discuté
Delivery within 7 working days	Livraison sous 7 jours ouvrés
Please advise	Merci de nous informer
Reference	Référence
I look forward to your reply	Dans l'attente de votre réponse
Best regards	Bien cordialement

Sur le terrain, un bon message évite 1 ou 2 coups de téléphone inutiles, cela sauve souvent une demi-journée d'organisation quand plusieurs intervenants sont concernés.

Vérification	Question à se poser
Objet	L'objet résume-t-il le message en 6 mots max ?
Destinataire	Ai-je inclus la bonne personne en copie ?
Demande	La demande est-elle claire et datée ?
Pièces jointes	Les fichiers sont-ils nommés et attachés ?
Ton	Le ton est-il adapté au destinataire ?

Cas concret : commande d'une pièce pour une intervention :

Contexte : panne de compresseur sur site, besoin de pièce unique, délai 7 jours. Étapes : rédiger mail fournisseur, demander délai et prix, valider commande. Résultat : pièce commandée pour 450 euros, livraison 7 jours. Livrable : bon de commande signé et mail de confirmation.

i Ce qu'il faut retenir

Pour un bon mail pro, structure ton message simplement et va droit au but.

- Écris un **objet court et précis** avec référence, date et action pour faciliter le tri.
- Commence par 1-2 phrases de contexte, puis une **seule demande claire** avec actions et délais.
- Adapte le ton au destinataire: plus formel avec un client, plus direct mais poli avec un collègue.
- Prépare **modèles de mails récurrents** et 10-15 **phrases professionnelles en anglais** pour gagner du temps.

Relis toujours: objet, demande, destinataires, pièces jointes et ton. Un bon mail évite des appels et sécurise l'organisation sur le terrain.

Économie-gestion

Présentation de la matière : Dans le **Bac Pro MFER**, la **matière Économie-gestion** t'aide à comprendre comment fonctionne une entreprise du froid : Organisation du travail, facturation, gestion des stocks. Un camarade m'a dit qu'il comprenait enfin les devis vus en stage grâce à ce cours.

Sur 3 ans, tu suis environ **84 heures d'économie-gestion**. Cette matière conduit à une épreuve écrite nationale de 2 heures, coefficient 1, en fin de terminale, ou à un CCF si tu es en formation continue.

Conseil : Pour réussir, relie toujours la notion au terrain : Pense à l'équipe, au client, au chantier réel derrière chaque exercice d'**Économie-gestion**. Tu verras que le cours devient plus concret et plus facile à mémoriser.

- Prévoir 1 à 2 heures de révision chaque semaine
- Refaire des sujets d'annales d'économie-gestion en temps limité
- Observer en stage comment l'entreprise gère coûts et clients

Les **2 heures d'épreuve** passent vite : Entraîne-toi en **condition examen**, chez toi ou au lycée, en respectant strictement le temps. Tu repèreras ainsi ta vitesse de lecture et de rédaction.

Garde confiance : Tu connais ton métier et tes stages, l'épreuve vérifie surtout ta capacité à expliquer clairement ces réalités avec les mots de l'économie-gestion.

Table des matières

Chapitre 1 : Fonctionnement de l'entreprise	Aller
1. Structure et acteurs de l'entreprise	Aller
2. Gestion financière et indicateurs	Aller
Chapitre 2 : Rôles et droits du salarié	Aller
1. Statut et rôle au travail	Aller
2. Droits et protections du salarié	Aller
3. Obligations et comportement professionnel	Aller
Chapitre 3 : Relations avec la clientèle	Aller
1. Relation client et communication	Aller
2. Devis, tarification et transparence	Aller
3. Gestion des réclamations et fidélisation	Aller
Chapitre 4 : Outils numériques de gestion	Aller
1. Outils de planification et organisation	Aller

2. Outils de suivi financier et facturation Aller
3. Outils de communication et traçabilité Aller

Chapitre 1: Fonctionnement de l'entreprise

1. Structure et acteurs de l'entreprise :

Notions clés :

Une entreprise réunit des ressources humaines, matérielles et financières pour proposer un produit ou un service. On distingue micro, petite, moyenne et grande entreprise selon effectif et chiffre d'affaires.

Fonctions principales :

Les fonctions courantes sont production, commerciale, administration, finances, ressources humaines et technique. Dans notre métier, la fonction technique et la relation client sont souvent prioritaires pour la planification des interventions.

Pourquoi c'est utile ?

Comprendre qui fait quoi t'aide à communiquer efficacement en entreprise, à repérer le bon interlocuteur et à éviter des erreurs de coordination sur les chantiers et en dépannage.

Exemple d'organisation d'une entreprise frigoriste :

Une PME avec 5 salariés réalise un chiffre d'affaires annuel de 350000 €, affiche une marge brute de 20% et gère 3 techniciens itinérants pour 70 interventions mensuelles.

2. Gestion financière et indicateurs :

Calculs essentiels :

Pour piloter, tu dois savoir calculer marge et coûts. Marge brute = chiffre d'affaires - coût des achats. Taux de marge = marge brute / chiffre d'affaires multiplié par 100.

- Exemple chiffré, CA 100000 €, coût 70000 €, marge 30000 €, taux de marge 30%.
- Trésorerie = encaisse disponible pour couvrir dépenses courantes immédiates.

Indicateurs à suivre :

Surveille CA mensuel, marge brute, délai moyen de paiement clients et disponibilité des techniciens. Ces indicateurs t'aident à prévoir achats, planning et trésorerie pour éviter ruptures.

Indicateur	Formule	Objectif
Chiffre d'affaires mensuel	Total facturé sur 30 jours	> 25 000 € selon taille
Marge brute (%)	(Marge brute / CA) × 100	20 à 35 % selon prestations

Trésorerie disponible	Encaisse - dettes à court terme	3 mois de charges conseillé
Taux d'utilisation techniciens	Heures facturées / heures disponibles	> 75 % pour rentabilité

Mini cas concret :

Contexte, une PME de maintenance frigoriste reçoit 120 demandes annuelles. Étapes, prioriser interventions, planifier 3 techniciens, optimiser pièces. Résultat, réduction du délai moyen de 4 à 2 jours et +15 % de chiffre d'affaires.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En réorganisant le réassort pièces et en planifiant deux tournées fixes par semaine, l'entreprise a réduit les déplacements improductifs de 25 % et augmenté le temps facturable de 8 heures par semaine.

Astuces de stage :

Sur le terrain, prends toujours une check-list avant de partir en intervention, appelle le client la veille, note les références des pièces, demande une signature sur le bon d'intervention et vérifie le compteur de temps.

Check-list opérationnelle :

- Vérifier planning et adresse du client avant départ
- Emporter pièces courantes et outillage adapté
- Contrôler sécurité et consignation avant intervention
- Rédiger bon d'intervention avec heures et matériel utilisé
- Vérifier facturation et modalités de paiement

Exemple de livrable attendu pour le mini cas :

Un tableau récapitulatif mensuel indiquant 30 interventions, CA mensuel 28 000 €, marge brute 22 %, délai moyen d'intervention 2 jours, et rapport d'amélioration de process de 3 pages.

i Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'explique comment une entreprise organise ses ressources pour être rentable.

- Identifier les **fonctions clés de l'entreprise** pour savoir à qui t'adresser et mieux coordonner les interventions.
- Comprendre la **différence entre marge et coûts** afin de lire un résultat et mesurer la rentabilité.
- Suivre quelques **indicateurs simples de performance** : CA mensuel, marge brute, trésorerie, taux d'utilisation des techniciens.

- Appliquer une **check-list avant intervention** pour limiter les oubliers, sécuriser le chantier et fiabiliser la facturation.

En reliant organisation, chiffres et gestes terrain, tu vois comment ton travail influence directement la qualité de service et les résultats financiers de l'entreprise.

Chapitre 2 : Rôles et droits du salarié

1. Statut et rôle au travail :

Contrat de travail :

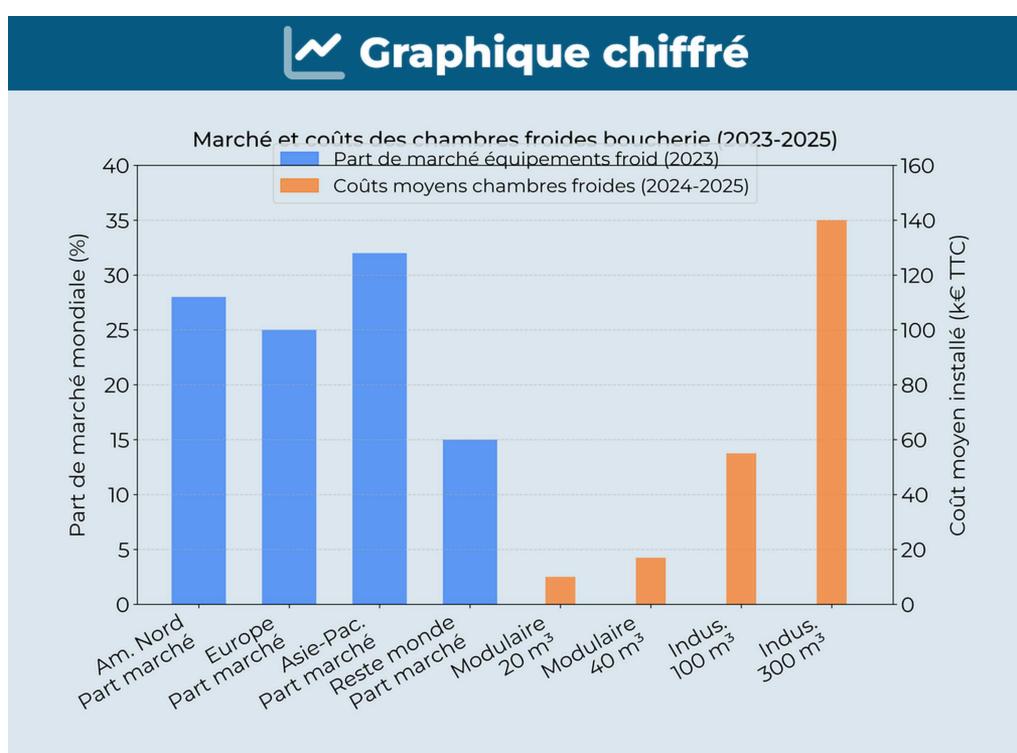
Le contrat fixe ta durée, ton salaire et ton statut, CDD ou CDI. Lis toujours la fiche de poste et la durée hebdomadaire pour éviter les mauvaises surprises.

Fonctions et missions :

Ta mission décrit les tâches attendues, par exemple maintenance d'unités frigorifiques, remplacement de compresseurs, ou diagnostics. Respecte les priorités et note les rendus demandés au client.

Mini cas concret :

Contexte : Intervention pour installation d'une chambre froide chez un boucher, Durée : 3 jours, Équipe : 2 techniciens. Étapes : diagnostic, montage, réglages. Résultat : chambre fonctionnelle à -18°C.



Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Tu peux réduire 20% du temps d'intervention en préparant les pièces la veille et en vérifiant les consommables avant de partir en chantier.

2. Droits et protections du salarié :

Droits fondamentaux :

Tu as droit à un salaire au moins égal au SMIC si applicable, à la non-discrimination, et à la protection de ta santé. Signale tout manquement à ton délégué ou à l'inspection du travail.

Rémunération et charges :

Comprendre le brut, le net et le coût pour l'employeur t'aide à négocier. Voici un tableau simple pour visualiser des ordres de grandeur et calculs rapides.

Indicateur	Valeur (estimation)
Salaire brut mensuel	2 000 €
Salaire net approximatif	1 560 € (brut - 22 %)
Cotisations patronales estimées	42 % du brut
Coût employeur total	2 840 € (brut + 42 %)

Interprétation :

Ces chiffres montrent que ton salaire net est souvent très inférieur au coût réel pour l'employeur, comprendre cet écart aide à expliquer certaines négociations salariales.

Exemple de calcul :

Pour un brut de 2 000 €, applique 22% de charges salariales pour obtenir 1 560 € net, puis ajoute 42% pour estimer le coût employeur à 2 840 €.

3. Obligations et comportement professionnel :

Devoirs envers l'entreprise :

Sois ponctuel, respecte les consignes et protège le matériel. Garde un registre clair des interventions et signe toujours les feuilles d'heure ou de présence demandées.

Sécurité et hygiène :

Respecte les procédures, porte les EPI, et participe aux formations. Signale tout risque et note les incidents immédiatement pour protéger l'équipe et les clients.

Sanctions et recours :

En cas de faute, l'employeur peut appliquer un avertissement, une mise à pied, voire un licenciement si le motif est sérieux. Tu peux contester via les représentants du personnel.

Exemple d'erreur fréquente :

Laisser une vis mal serrée peut provoquer une panne et une réclamation client, ce qui coûte souvent plus de 200 € en déplacement supplémentaire.

Checklist opérationnelle sur le terrain :

- Vérifie le contrat et la mission avant le départ.

- Prépare les pièces et l'outillage la veille.
- Note les heures réelles sur la feuille de présence quotidienne.
- Prends des photos de l'installation avant et après intervention.
- Fais signer le rapport d'intervention par le client.

Astuce pratique :

Organise une trousse de première urgence et une check-list standard pour gagner en efficacité, j'ai économisé environ 30 minutes par chantier grâce à ça une fois en stage.

i Ce qu'il faut retenir

Ton **contrat de travail et missions** définissent durée, statut, salaire et tâches à réaliser, que tu dois préparer et prioriser avant chaque intervention.

Tu bénéficies de **droits fondamentaux au travail** comme salaire minimum, non-discrimination et protection de la santé, avec recours aux représentants et à l'inspection en cas de problème.

- Clarifie fonctions, planning et rendus attendus avant le chantier.
- Maîtrise la **compréhension du salaire brut**, du net et du coût employeur pour mieux négocier.
- Respecte strictement la **sécurité et comportement pro** : EPI, procédures, traçabilité et feuilles d'heures.

En combinant préparation, rigueur et connaissance de tes droits, tu gagnes en efficacité, évites les erreurs coûteuses et protèges à la fois ton poste et tes conditions de travail.

Chapitre 3 : Relations avec la clientèle

1. Relation client et communication :

Écoute et communication claire :

Tu dois écouter activement le client pour bien comprendre le problème et reformuler en une phrase simple ce qu'il attend. Cela évite les malentendus et gagne du temps lors de l'intervention.

Prise de rendez-vous et respect des délais :

Propose des créneaux précis, note le numéro, et confirme par SMS ou appel. Respecter un délai de 24 à 48 heures pour une réponse améliore fortement la confiance et la fidélité du client.

Astuce organisation :

Confirme toujours le rendez-vous la veille et prévois 15 à 30 minutes de marge pour les déplacements, cela évite d'être en retard et de perdre la confiance du client.

2. Devis, tarification et transparence :

Calcul du coût d'une intervention :

Pour faire un bon devis, additionne le coût des pièces, le temps de main d'œuvre et les frais de déplacement, puis applique ta marge souhaitée et la TVA applicable pour obtenir le prix TTC.

Expliquer le devis au client :

Présente chaque ligne du devis en mots simples, indique le délai de validité et les conditions de garantie. Une explication claire évite les contestations et facilite l'acceptation du devis.

Exemple d'intervention :

Révision d'un groupe froid, pièces 80 €, main d'œuvre 1 heure à 35 €/h, déplacement 15 €, marge 25 %, TVA 20 %, prix TTC final calculé pour décision rapide du client.

Élément	Valeur	Interprétation
Coût des pièces	80 €	Prix réel des composants utilisés
Main d'œuvre	35 €	Tarif horaire facturé au client
Déplacement	15 €	Frais fixes liés au trajet
Marge appliquée	25 %	Couverture des coûts et bénéfice
Prix TTC final	192 €	Montant à facturer au client après TVA

Calcul pas à pas :

Somme initiale 80 € + 35 € + 15 € = 130 €. Ajoute la marge 25 % soit 32,50 €, montant hors taxe 162,50 €. Applique TVA 20 %, prix TTC 195 € arrondi raisonnable.

3. Gestion des réclamations et fidélisation :

Traitement d'une réclamation en 4 étapes :

Accueille la réclamation, note les faits, propose une solution claire dans les 48 heures et planifie l'intervention corrective avec un délai précis pour rassurer le client.

Mesurer la satisfaction et améliorer :

Envoie un court questionnaire après intervention, vise un taux de retour de 20 à 30 %, et analyse les réponses pour corriger les processus internes et réduire les réclamations futures.

Exemple de cas concret :

Contexte : une chambre froide en panne chez un restaurateur.

Étapes : diagnostic 30 minutes, remplacement d'un compresseur à 420 €, main d'œuvre 2 heures à 35 €/h, test et remise en service sous 6 heures.

Résultat : réduction du risque de perte alimentaire estimée à 600 €, client satisfait, facturation TTC 520 €, livrable un rapport d'intervention signé et photos avant/après.

Checklist opérationnelle sur le terrain :

- Confirmer le rendez-vous la veille par SMS ou appel.
- Vérifier la pièce et outillage avant départ pour éviter un deuxième déplacement.
- Prendre photos avant et après l'intervention pour le dossier client.
- Faire signer le rapport d'intervention et remettre une copie papier ou numérique.

Astuce relation client :

Si un client est mécontent, propose toujours une solution concrète et un délai précis, cela calme généralement la situation et évite une escalade vers une réclamation officielle.

Une fois, lors d'un stage, j'ai appris que rappeler le client après 48 heures améliore nettement la fidélité.

i Ce qu'il faut retenir

Une bonne relation client repose sur une **écoute active du client** et une communication simple qui reformule clairement sa demande.

- Propose des créneaux précis, confirme le rendez-vous et garde une **marge de déplacement réaliste** pour éviter les retards.
- Calcule ton prix en additionnant pièces, main d'œuvre, déplacement, puis applique marge et TVA pour un **devis clair et détaillé**.
- Explique chaque ligne du devis, la garantie et la durée de validité pour limiter contestations et incompréhensions.
- En cas de problème, traite la réclamation sous 48 heures avec solution et délai précis pour une **réclamation gérée rapidement**.

Questionnaires de satisfaction, photos avant-après et rappel après l'intervention renforcent la confiance et fidélisent ton client.

Chapitre 4 : Outils numériques de gestion

1. Outils de planification et organisation :

Planification des interventions :

Pour planifier tes journées, utilise un agenda numérique avec créneaux et priorités, et un outil de Gantt simple pour repérer urgences. Tu gagnes du temps et tu évites déplacements inutiles.

Gestion des stocks numériques :

Un logiciel de gestion de stock te donne visibilité sur pièces détachées, seuils et rotations. Paramètre alertes à 2 pièces restants pour éviter rupture sur pièces critiques et retards d'intervention.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Organisation d'une tournée de 12 interventions en 1 jour grâce à optimisation des adresses, économie de 2 heures de trajet par technicien et réduction de 15% des coûts carburant.

2. Outils de suivi financier et facturation :

Suivi des coûts et budget :

Note précisément heures, pièces et déplacements sur chaque fiche client. Calcule coût réel par intervention, compare au prix facturé pour vérifier si ta marge couvre dépenses et amortissements.

Devis, factures et relances :

Utilise modèles numériques pour devis et factures, enregistre dates d'envoi et relances automatiques. Un bon logiciel réduit retards de paiement, parfois de 20% sur le délai moyen.

Astuce organisation :

Conserve 1 fichier modèle pour chaque type d'intervention, tu gagnes 5 à 10 minutes par devis et tu évites erreurs de tarification.

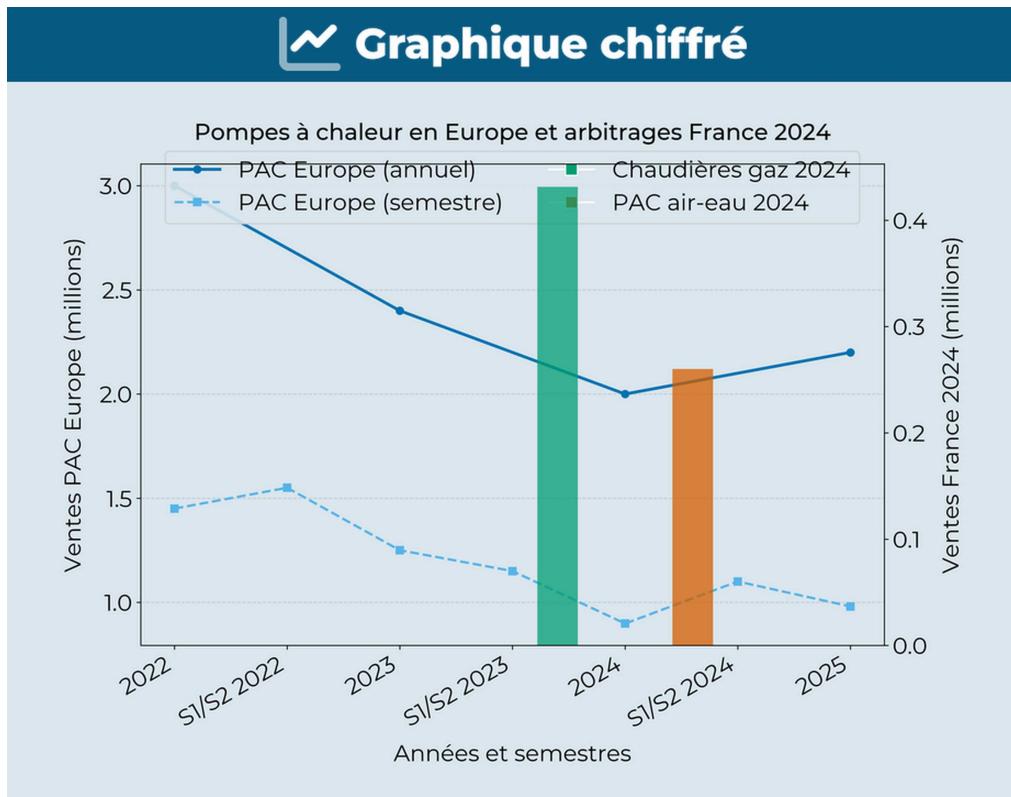
Indicateurs clés à suivre :

Voici un petit tableau d'indicateurs utiles pour suivre la santé financière de ton activité et ajuster tes choix tarifaires ou d'achat.

Indicateur	Formule	Seuil utile
Marge brute	Chiffre d'affaires - Coût des ventes	Supérieure à 30%
Taux de marge	(Marge brute / Chiffre d'affaires) × 100	> 30%

Délai moyen de paiement client	Somme des jours de paiement / Nombre de factures	< 60 jours
Taux de rotation du stock	Coût des ventes / Stock moyen	> 6 par an

Interprète ces indicateurs chaque mois, une marge brute inférieure à 30% indique qu'il faut augmenter tarifs ou réduire coûts, le délai client supérieur à 60 jours pénalise ta trésorerie.



3. Outils de communication et traçabilité :

Gestion des clients et CRM :

Un CRM basique stocke fiches clients, historique interventions, contacts et garanties. Tu peux filtrer par équipement, antigel ou date de maintenance pour planifier campagnes d'entretien.

Traçabilité des interventions via mobile :

Remplis fiche d'intervention depuis ton smartphone, prends photos et signature client. Cela protège l'entreprise en cas de litige et facilite la facturation en 24 à 48 heures. Une fois, la photo et la signature sur l'application m'ont permis de prouver la conformité d'une intervention, évitant une retenue de paiement de 450 €.

Mini cas concret :

Contexte: PME de maintenance frigorifique avec 8 techniciens et 120 interventions par mois, retards administratifs cumulant 8 heures par semaine, perte de facturation estimée à 1 200 € par mois.

Étapes :

Déployer application mobile en 4 semaines, formation de 8 techniciens en 2 jours, synchronisation automatique des fiches et factures vers le cloud pour traitement administratif centralisé.

Résultat et livrable :

Résultat: gain 30% de temps administratif et facturation accélérée de 48 heures. Livrable: base de données de 1 440 fiches et rapport opérationnel de 5 pages avec indicateurs mensuels.

Check-list opérationnelle :

- Synchroniser agenda et application mobile chaque matin
- Vérifier seuils de stock et commander si nécessaire
- Archiver photos et signatures dans le dossier client
- Exporter factures au format PDF et les envoyer sous 48 heures

i Ce qu'il faut retenir

Les outils numériques t'aident à mieux organiser ton activité, limiter les pertes de temps et sécuriser ta rentabilité.

- Utilise agenda et Gantt pour la **planification des interventions** et réduire trajets et urgences mal anticipées.
- Mets en place une **gestion des stocks numériques** avec seuils et alertes pour éviter les ruptures critiques.
- Suis précisément heures, pièces et déplacements avec un outil de **suivi des coûts et budget** pour piloter ta marge.
- Adopte CRM et appli mobile pour la **traçabilité des interventions**, photos, signatures et facturation sous 48 heures.

En combinant ces outils, tu améliores ton organisation, réduis tes coûts et fiabilises tes encaissements pour une activité plus sereine et rentable.

Prévention santé environnement

Présentation de la matière :

En **Bac Pro MFER**, la matière **Prévention santé environnement** occupe 80 heures sur les 3 ans. Tu y abordes la santé au travail, les **risques liés au froid** et aux fluides frigorigènes, ainsi que l'impact environnemental des installations. Un camarade m'a expliqué qu'il voyait désormais les consignes de sécurité autrement.

Cette matière conduit à une **épreuve écrite intégrée** à l'unité professionnelle EU 03.4. En fin de terminale, tu passes 2 heures notées sur 20 avec un **coefficent de 1**, en épreuve ponctuelle ou en CCF selon ton parcours.

Conseil :

Pour réussir Prévention santé environnement en Bac Pro MFER, **commence tôt et travaille régulièrement**. Planifie quelques créneaux courts pour revoir le cours et refaire des exercices ciblés chaque semaine.

Pendant l'année, entraîne-toi sur des **études de cas complètes** en te donnant **2 heures**, **comme** le jour de l'épreuve, pour gérer ton temps.

Le jour J, tu seras plus serein car tu auras expérimenté la pression du temps et des consignes.

Table des matières

Chapitre 1: Santé et hygiène de vie	Aller
1. Prévenir la santé au travail	Aller
2. Hygiène de vie et organisation personnelle	Aller
Chapitre 2: Risques au travail et prévention	Aller
1. Identifier les risques	Aller
2. Prévenir et protéger	Aller
3. Organisation et gestes d'urgence	Aller
Chapitre 3: Protection de l'environnement	Aller
1. Gestion des fluides frigorigènes	Aller
2. Gestion des déchets et prévention de la pollution	Aller
3. Efficacité énergétique et énergies renouvelables	Aller

Chapitre 1: Santé et hygiène de vie

1. Prévenir la santé au travail :

Risques physiques et chimiques :

Dans les ateliers froid, tu peux être exposé au froid, au bruit, aux produits frigorigènes et aux huiles. Reconnaître les signes d'exposition précoce permet d'agir rapidement pour éviter des blessures ou intoxications.

Reflexes immédiats et responsabilités :

Si tu détectes une fuite ou un malaise, coupe l'alimentation, aère la zone, mets des gants, et avertis le tuteur. Le chef d'atelier organise l'intervention et enregistre l'incident dans le registre sécurité.

Suivi et indicateurs :

Fais une fiche d'incident avec date, heure, cause, quantité estimée en grammes, et temps d'arrêt. Ces indicateurs servent à réduire les incidents de 10 à 30% en quelques mois si tu les suis régulièrement.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Lors d'un stage, j'ai noté 2 fuites mineures en 1 mois, j'ai proposé des contrôles hebdomadaires, ce qui a réduit la fuite moyenne de 150 g par intervention à 0 g en 2 semaines.

Obligations légales et hygiène :

L'employeur doit former, fournir des équipements de protection individuelle et afficher les consignes. Toi, tu dois porter les EPI, suivre les formations PSE et signaler tout danger dans les 24 heures au responsable.

2. Hygiène de vie et organisation personnelle :

Sommeil et récupération :

Pour être efficace en atelier, vise 7 à 8 heures de sommeil par nuit. Le manque de sommeil augmente le risque d'erreur et d'accident, notamment lors des interventions techniques délicates.

Nutrition et hydratation :

Mange équilibré et bois régulièrement, surtout si tu travailles en combinaisons isolantes. Une bouteille d'eau de 500 ml toutes les 2 à 3 heures évite la déshydratation et maintient ta concentration.

Gestion du stress et organisation :

Planifie tes tâches la veille, priorise les interventions de sécurité, et prends 10 minutes de pause toutes les 2 heures pour prévenir la fatigue cognitive et les erreurs techniques coûteuses.

Exemple d'astreinte en maintenance :

En stage, une astreinte nocturne m'a appris à préparer une trousse d'intervention la veille, réduisant le temps d'intervention de 40% pour une panne courante.

Erreurs fréquentes et conseils pratiques :

Ne pas vérifier les EPI, négliger la ventilation et travailler en équipe sans coordination sont les erreurs les plus courantes. Demande toujours une consigne écrite si la situation te semble floue.

Risque	Reflexe immédiat	Obligation	Indicateur de suivi
Fuite de frigorigène	Couper l'alimentation, ventiler, isoler la zone	Alerter le responsable, remplir la fiche d'incident	Grammes perdus, nombre d'incidents par mois
Brûlure ou gelure	Rincer à l'eau tiède, retirer vêtements contaminés	Soins par un référent médical, enregistrement	Nombre d'accidents, durée d'arrêt
Exposition au bruit	Mettre bouchons ou casque, s'éloigner de la source	Fourniture d'EPI, contrôles périodiques	Décibels mesurés, conformité aux valeurs limites
Malaise ou syncope	Sécuriser, alerter, administrer premiers soins	Formation PSE obligatoire, registre des soins	Temps de réponse, nombre de cas pris en charge

Mini cas concret :

Contexte: en stage dans une boulangerie, tu détectes une fuite de 300 g de frigorigène sur un groupe froid. Étapes: sécuriser, ventiler 15 minutes, contrôler fuite, remplacer joint, récupérer 300 g. Résultat: arrêt de fuite en 2 heures, reprise production. Livrable: fiche d'intervention chiffrée indiquant 300 g récupérés, temps d'arrêt 120 minutes, actions réalisées.

Check-list opérationnelle avant intervention :

Voici une petite table pour t'aider à ne rien oublier quand tu interviens en atelier et que la sécurité est prioritaire.

Tâche	Fréquence	Priorité
Vérifier EPI (gants, lunettes, casque)	Avant chaque intervention	Haute
Mesurer ventilation et niveaux sonores	Hebdomadaire ou avant travaux	Moyenne
Avoir trousse PSE et téléphone	Toujours	Haute

Remplir fiche d'incident si nécessaire	Après chaque incident	Haute
--	-----------------------	-------

Astuces de terrain :

Range ta trousse, note toujours l'heure exacte d'une intervention et prends une photo si possible. Ces petits gestes simplifient le suivi et évitent des malentendus avec le tuteur ou l'employeur.

Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à **repérer vite les risques** en atelier froid et à agir sans attendre.

- Face au froid, bruit ou frigorigènes, protège-toi avec les EPI et signale tout incident sous 24 h.
- En cas de fuite ou malaise, coupe l'alim, ventile, sécurise la zone, préviens le responsable et remplis une fiche d'incident précise.
- Utilise les **indicateurs de suivi sécurité** pour réduire fuites et accidents et améliorer les procédures.
- Adopte une **hygiène de vie rigoureuse** : sommeil suffisant, hydratation, pauses et tâches planifiées pour limiter erreurs et stress.

En combinant **réflexes de sécurité opérationnels** et bonne organisation personnelle, tu protèges ta santé et fiabilises les interventions techniques.

Chapitre 2 : Risques au travail et prévention

1. Identifier les risques :

Dangers physiques et chimiques :

Sur les chantiers de froid, tu rencontres froid extrême, bruit, manutention de charges et fluides frigorigènes. Ces dangers provoquent hypothermie, lésions auditives, troubles musculo-squelettiques ou intoxication.

Analyse de poste :

Fais la liste des tâches, des outils et des produits utilisés. Identifie qui est exposé et pendant combien de temps. Note aussi l'environnement et les contraintes horaires.

Évaluation et priorisation :

Classe les risques selon probabilité et gravité, en notant priorité pour intervention. Utilise une échelle simple 1 à 4 pour prioriser actions et moyens de contrôle.

Exemple d'identification d'un risque :

Sur une intervention de 2 heures, le technicien manipule un fluide sans gant adapté, exposition estimée 30 minutes, priorité haute pour remplacer l'EPI.

2. Prévenir et protéger :

Équipements de protection individuelle :

Les EPI essentiels sont gants, lunettes, protection auditive, chaussures de sécurité et vêtements thermiques. Choisis la bonne catégorie selon le risque et la durée d'exposition.

Mesures collectives :

Privilégie solutions collectives comme ventilation, protections de machine, consignes d'accès et signalisation. Elles réduisent la fréquence des incidents pour toute l'équipe, pas seulement l'individu.

Formation et information :

Forme-toi et informe tes collègues régulièrement, au moins 1 fois par an pour les risques majeurs. Les affichages de consignes doivent être visibles et datés.

Astuce prévention :

En stage, prends 5 minutes avant chaque intervention pour vérifier EPI et ventilation, cela évitera 80% des petits incidents selon mon expérience.

3. Organisation et gestes d'urgence :

Qui fait quoi ?

Le chef d'équipe organise le travail, l'employeur évalue les risques et délivre moyens. Le salarié applique consignes et signale tout danger. Rôles doivent être écrits et accessibles.

Cas concret chantier d'installation :

Contexte: installation d'une pompe à chaleur dans un commerce, équipe 2 personnes, durée 4 heures, intervention en intérieur avec accès réduit.

Étapes: repérage des fluides, isolation de l'alimentation électrique, port des EPI, montage et test. Résultat: mise en service en 240 minutes, livrable: rapport d'intervention de 1 page daté et signé.

Suivi et indicateurs :

Mets en place indicateurs simples, par exemple nombre d'incidents par mois, temps d'arrêt, conformité EPI. Fixe objectif de réduction de 20% en 12 mois et revois actions.

Élément	Danger	Réflexe à se souvenir	Obligation
Manutention	Troubles musculo-squelettiques	Utiliser levage mécanique ou deux personnes pour charges > 25 kg	Former au port de charges et fournir moyens adaptés
Fluides frigorigènes	Intoxication, gelures	Aérer, porter gants et lunettes, détecteur de fuite	Respecter fiche de données sécurité et formation spécifique
Travaux électriques	Électrocution, incendie	Couper alimentation, verrouillage, tester l'absence de tension	Intervention uniquement si habilitation électrique
Bruit et température	Perte auditive, hypothermie	Port protection auditive, vêtements adaptés, pauses régulières	Évaluer exposition et fournir protections collectives ou individuelles

Utilise ce tableau comme aide-mémoire avant chaque intervention, discute-le en équipe et actualise-le si la configuration du site ou les produits changent.

Vérification	Fréquence	Action	Responsable
EPI complet	Avant chaque intervention	Contrôle visuel et remplacement si abîmé	Technicien
Ventilation et extraction	Avant démarrage	Vérifier débit et absence d'obstruction	Chef d'équipe
Coupure électrique	À chaque intervention électrique	Isoler, verrouiller, afficher consigne	Technicien habilité

Signalisation	Avant travaux	Placer panneaux et barrières	Chef d'équipe
---------------	---------------	------------------------------	---------------

Petite anecdote personnelle: lors de mon premier stage je suis arrivé sans lunettes de protection, depuis je vérifie mon kit EPI en 2 minutes avant chaque intervention, cela m'a sauvé une fois.

Exemple d'application d'un indicateur :

Mesure le nombre d'incidents par mois. Si tu as 4 incidents en 6 mois, fixe un plan pour réduire à 3 incidents sur les 6 mois suivants, actions précises et responsables.

i Ce qu'il faut retenir

Au travail, tu dois d'abord **identifier les risques majeurs** liés au froid, au bruit, à la manutention et aux fluides frigorigènes, en analysant chaque poste et la durée d'exposition.

- Classe les risques selon probabilité et gravité avec une échelle de 1 à 4 pour **prioriser les actions**.
- Utilise des EPI adaptés et privilégie les **mesures de protection collective** comme ventilation, protections de machine et signalisation.
- Forme-toi et informe l'équipe au moins une fois par an, avec des rôles écrits pour employeur, chef d'équipe et salarié.
- Avant chaque intervention, vérifie EPI, ventilation, coupure électrique, signalisation et assure un **suivi des incidents** avec des objectifs de réduction.

Ainsi tu sécurises ton travail au quotidien et tu participes activement à la prévention des accidents sur chaque chantier.

Chapitre 3 : Protection de l'environnement

1. Gestion des fluides frigorigènes :

Dangers et enjeux :

Les fluides frigorigènes fuient parfois, leur pouvoir de réchauffement est élevé et leur fuite cause pollution et amendes. Tu dois comprendre l'impact environnemental et les risques de non-conformité réglementaire.

Bonnes pratiques de manipulation :

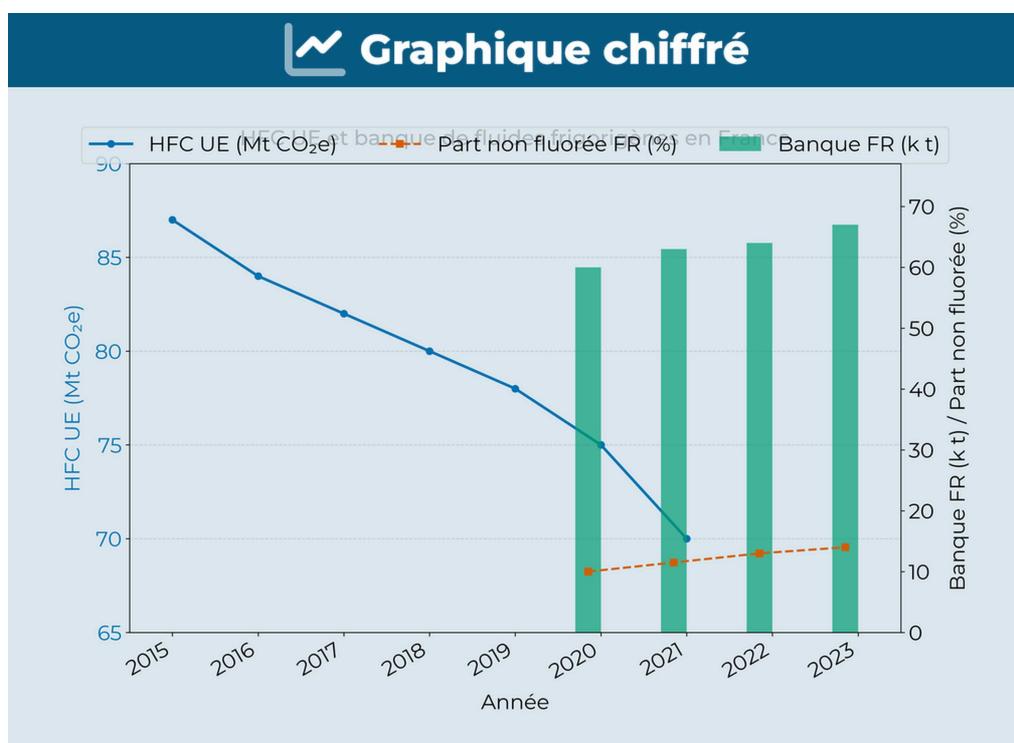
Utilise des stations de récupération homologuées, des outils étalonnés et des EPI adaptés. Règle fréquence d'entretien, pèse les bouteilles et note toute opération dans le registre de chantier.

Traçabilité et obligations :

Note les quantités récupérées, conserve les bordereaux de dépollution et assure-toi que seules des personnes certifiées manipulent les gaz. La traçabilité permet d'éviter des sanctions et d'améliorer tes interventions.

Exemple d'intervention sur une fuite :

Tu repères une fuite, tu coupes l'alimentation, tu retires 100% du fluide à l'aide de ta station en 30 minutes, tu répareς puis tu effectues un test d'étanchéité de 24 heures.



2. Gestion des déchets et prévention de la pollution :

Identification des déchets :

Repère huiles, filtres, absorbants, composants électriques et fluides. Sépare les déchets dangereux des non dangereux et signe les bons de suivi pour chaque lot avant enlèvement par une filière agréée.

Stockage et filières de traitement :

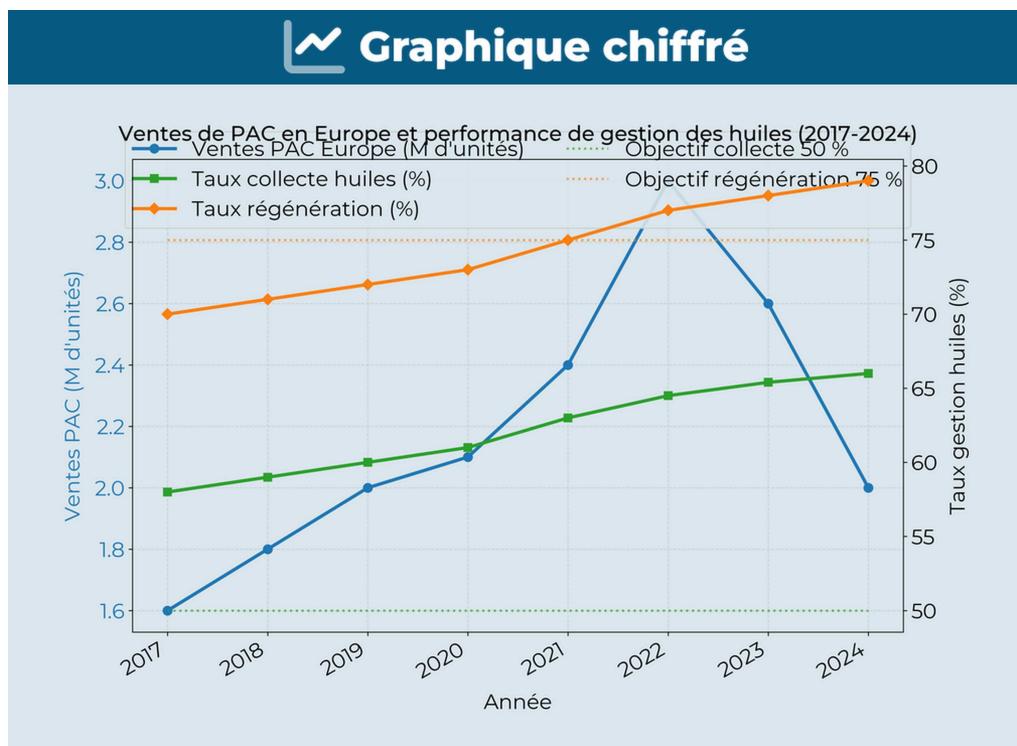
Stocke les déchets dans des bacs fermés, étiquetés et ventilés. Ne garde pas plus de 12 mois sur site, et utilise une déchetterie professionnelle pour huiles et fluides usés.

Réflexes en cas d'incident pollution :

Contiens la pollution, utilises absorbants, signales à ton tuteur et remplis un rapport d'incident. Agis vite pour limiter les volumes rejetés et limiter les coûts de dépollution.

Mini cas concret :

Contexte, fuite d'huile sur une PAC industrielle, quantité 15 litres. Étapes, confinement en 20 minutes, récupération 15 litres, transport par filière agréée en 48 heures. Résultat, site nettoyé, 1 bordereau de suivi livré.



Risque	Impact	Action immédiate	Indicateur de suivi
Fuite de fluide	Émissions GES et amende	Récupération, réparation, test 24 heures	Kg récupéré / intervention
Déversement d'huile	Contamination sol/eau	Confinement, absorbant, bordereau	Litres collectés / incident

Déchets électriques	Pollution et risque électrique	Mise en caisse, étiquetage	Nombre de D3E envoyés / mois
---------------------	--------------------------------	----------------------------	------------------------------

3. Efficacité énergétique et énergies renouvelables :

Optimisation des systèmes frigorifiques :

Une maintenance régulière et un réglage fin réduisent la consommation. Sur certains sites, tu peux économiser 5 à 15% d'énergie en remplaçant des composants et en nettoyant échangeurs.

Intégration des énergies renouvelables :

Tu peux associer pompe à chaleur, solaire thermique ou photovoltaïque pour réduire l'empreinte carbone. Pense au dimensionnement, au stockage et à la complémentarité avec le réseau.

Suivi et indicateurs :

Mesure la consommation en kWh, calcule le COP et fixe des objectifs trimestriels. Un suivi simple permet d'identifier une dérive et d'intervenir avant qu'elle ne devienne coûteuse.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Tu ajustes la consigne, changes un ventilateur et ajustes la pompe, résultat une baisse de 12% de la consommation sur 6 mois, suivi mensuel en kWh et COP mesuré.

Étape	Action	Livrable attendu
Diagnostic	Mesure consommation, repérage pertes	Fiche diagnostic avec kWh mensuels
Intervention	Maintenance et réglages ciblés	Bon d'intervention avec pièces remplacées
Contrôle	Relevés sur 3 mois	Tableau des économies en kWh et €

Checklist opérationnelle	Fréquence
Vérifier l'étanchéité et les détecteurs de fuite	Tous les 6 mois
Peser les bouteilles de fluide avant et après intervention	À chaque intervention
Étiqueter et stocker déchets selon filière	En continu
Mettre à jour le registre et les bordereaux	Après chaque opération
Suivre consommation kWh et COP	Mensuel

Astuce de terrain :

Dans ton stage, j'insistais pour garder une feuille de calcul simple, ça t'évite de perdre des données et facilite les comptes rendus à l'entreprise et au tuteur.

i Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à limiter l'impact environnemental de tes interventions frigorifiques.

- Pour les fluides frigorigènes, applique une **récupération intégrale tracée**, utilise du matériel certifié et fais systématiquement des tests d'étanchéité.
- Trie et stocke les déchets dans des bacs étiquetés, fais appel à une **filière agréée de traitement** et renseigne tous les bordereaux.
- En cas de fuite ou déversement, confine vite, absorbe, alerte ton tuteur et rédige un rapport d'incident.
- Optimise les installations pour une **efficacité énergétique mesurée** en kWh et COP, en combinant si possible avec des énergies renouvelables.

En suivant ces **réflexes environnementaux clés**, tu réduis les risques, les coûts et l'empreinte carbone de chaque chantier.

Arts appliqués et cultures artistiques

Présentation de la matière :

La matière **Arts appliqués et cultures artistiques** fait partie des enseignements généraux du **Bac Pro MFER**. Tu as environ **84 heures sur 3 ans** pour observer objets, images, lieux et comprendre leurs formes et couleurs.

Cette matière conduit à l'épreuve **d'arts appliqués et cultures artistiques**, unité générale à **coeffcient 1**. En lycée ou CFA, la note vient surtout d'un **contrôle en cours de formation** en terminale, avec travaux graphiques et courte présentation orale.

Pour certains candidats individuels, l'épreuve est écrite, d'environ **1 h 30**, en fin d'année, notée sur 20. Un camarade m'a dit que ce cours l'avait aidé à mieux lire les plans de froid vus en stage.

Conseil :

Pour réussir en **Arts appliqués et cultures artistiques**, travaille un peu chaque semaine. Garde un cahier dédié pour les croquis, les photos de vitrines et les plans d'installation que tu rencontres en atelier ou en entreprise.

Ne laisse pas le dossier ou les projets de CCF pour la fin. Beaucoup se font piéger en commençant tout en terminale et perdent des points faciles, alors que l'entraînement régulier fait vraiment la différence.

- Prévois 2 créneaux de 20 minutes par semaine pour tes croquis
- Construis un petit fichier de références avec 5 à 10 images par thème
- Entraîne-toi à expliquer ton projet à voix haute pendant 3 minutes

Table des matières

Chapitre 1: Découverte du design	Aller
1. Notions fondamentales du design	Aller
2. Démarche créative et application	Aller
Chapitre 2: Analyse d'objets et d'images	Aller
1. Observation et description	Aller
2. Analyse formelle et composition	Aller
3. Contexte, signification et application professionnelle	Aller
Chapitre 3: Recherches graphiques et croquis	Aller
1. Rechercher et collecter des inspirations	Aller
2. Faire des croquis rapides et explorer les idées	Aller
3. Mettre en forme une recherche graphique finale et livrable	Aller
Chapitre 4: Couleurs, formes et mises en page	Aller

1. Couleurs : perception et significations	Aller
2. Formes et symboles	Aller
3. Mise en page : grille, hiérarchie et adaptation	Aller
Chapitre 5 : Projet visuel lié au monde professionnel	Aller
1. Objectif et cadrage du projet	Aller
2. Démarche créative en contexte pro	Aller
3. Présentation, livrables et mise en pratique	Aller

Chapitre 1: Découverte du design

1. Notions fondamentales du design :

Forme et composition :

La composition organise les éléments visuels pour guider le regard, créer un équilibre et transmettre un message clair. Pense en termes de hiérarchie, d'alignement et de rythmes visuels pour faciliter la lecture.

Couleur et contraste :

Les couleurs influencent l'émotion et la lisibilité, choisis une palette limitée à 2 ou 3 teintes dominantes. Le contraste améliore l'accessibilité, par exemple texte sombre sur fond clair pour une lecture facile.

Typographie et lisibilité :

La typographie doit être adaptée au support, évite plus de 2 polices différentes. La taille, l'interlignage et l'espacement sont essentiels pour assurer une bonne compréhension technique ou informative.

Exemple d'élément visuel :

Sur une affiche technique, utilise une police sans empattement taille 18 pour titres et 12 pour corps, avec contraste élevé pour un public en atelier ou en chantier.

Élément	Rôle	Ordre de priorité
Composition	Oriente le regard	1
Couleur	Crée l'ambiance	2
Typographie	Transmet l'information	3

2. Démarche créative et application :

Recherche et inspiration :

Commence par analyser le contexte, le public, et les contraintes techniques. Regarde 5 à 10 références visuelles, note ce qui marche en termes de clarté et d'impact pour ton projet professionnel.

Croquis et prototypes :

Fais au moins 3 croquis rapides en 20 minutes pour explorer des mises en page. Ensuite réalise un prototype papier ou numérique pour valider l'ergonomie avant impression ou réalisation technique.

Choix des matières et intégration métier :

Pour un support en atelier privilégie papiers résistants ou vinyle, pense contraintes humidité et température. Choisis matériaux durables et faciles à nettoyer pour une utilisation réelle en milieu technique.

Mini cas concret :

Contexte : création d'une affiche sécurité pour un atelier froid, objectif sensibiliser à la manipulation des fluides réfrigérants. Étapes : briefing 1 heure, 3 croquis, 2 itérations, impression 50 exemplaires. Résultat : affiche A2 livrée en 8 jours.

- Étape 1 recherche 2 heures
- Étape 2 croquis 1 heure
- Étape 3 prototype numérique 2 heures
- Étape 4 impression et pose 1 jour

Exemple d'application de croquis :

Tu réalises 3 esquisses en 30 minutes, choisis la meilleure, puis réalise un fichier imprimable en 2 heures pour validation en 24 heures par le tuteur.

Astuce de stage :

Note toujours les contraintes techniques dans ton cahier, cela évite 30 à 50 minutes de corrections inutiles lors de la validation finale.

Checklist opérationnelle	Durée estimée
Vérifier le brief et les contraintes	0,5 heure
Définir palette et typographie	1 heure
Réaliser 3 croquis	0,5 heure
Faire un prototype et tester	2 heures
Valider et préparer livraison	1 à 2 jours

Références et inspirations :

Regarde des affiches industrielles, des manuels techniques et des chartes graphiques d'entreprises pour comprendre les codes couleurs et pictogrammes. Une bonne référence vaut souvent 30 minutes d'économie de travail.

i Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre te fait découvrir les bases du design pour des supports techniques efficaces.

- Soigne la **composition hiérarchisée** pour orienter le regard et clarifier le message.

- Limite-toi à **2 ou 3 couleurs dominantes** avec un fort contraste texte/fond pour la lisibilité.
- Utilise au plus deux polices et règle taille, interlignage et espacements pour une **lecture rapide et fluide**.
- Suis une démarche: analyse du contexte, croquis multiples, prototype testé, puis choix de matières adaptées au milieu.

En appliquant cette **méthode de conception** pas à pas, tu crées des affiches et supports métiers lisibles, robustes et validés sans retours inutiles.

Chapitre 2 : Analyse d'objets et d'images

1. Observation et description :

Apparence et matériaux :

Regarde d'abord la forme, la taille et les matériaux visibles, note les textures et les assemblages. Cette étape te donne des indices sur la durabilité et la réparabilité de l'objet.

Fonction et usage :

Interroge-toi sur l'usage réel, l'utilisateur visé et les conditions d'exploitation. Comprendre la fonction évite des erreurs lors d'un choix de matériau ou d'une proposition de modification.

Exemple d'observation d'un panneau de froid industriel :

Tu soulignes les empreintes d'usure sur les boutons, la corrosion sur une vis et l'étiquette de sécurité manquante, puis tu relèves ces éléments sur une photo annotée.

2. Analyse formelle et composition :

Formes, lignes et proportions :

Analyse la géométrie, le rapport hauteur/largeur et les lignes dominantes. Ces repères t'aident à comprendre l'équilibre visuel et les zones d'accès pour la maintenance.

Couleur, lumière et contraste :

Étudie la palette, les contrastes et la lisibilité des informations. Une bonne couleur améliore la sécurité et réduit le temps d'intervention de plusieurs minutes par opération.

Élément	Question à se poser
Forme	Permet-elle un accès facile pour le technicien
Couleur	La signalisation est-elle lisible à 2 mètres
Signalétique	Les informations essentielles sont-elles visibles

Exemple d'analyse d'une photo produit :

Sur une photo de chambre froide, tu repères l'origine des ombres qui cachent une plaque d'identification, puis tu proposes une prise de vue alternative pour mieux documenter l'appareil.

3. Contexte, signification et application professionnelle :

Contexte d'usage et signification :

Prends en compte l'environnement, la réglementation et le message visuel. Cela t'aide à expliquer pourquoi certains choix techniques existent et à proposer des améliorations pertinentes.

Application au métier, ergonomie et maintenance :

Relie l'analyse à l'intervention : repère blindages, points d'usure et accès. Ces remarques permettent de réduire le temps de maintenance et d'anticiper les pièces de rechange nécessaires.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Après analyse d'un poste de chargement frigorifique, tu proposes de déplacer un panneau de commande, ce qui réduit les déplacements de l'opérateur de 5 mètres à 1,5 mètre en moyenne.

Mini cas concret :

Contexte : tu dois analyser l'image d'une armoire frigorifique en atelier pour proposer un plan de maintenance. Étapes : prise de photos, relevé des mesures, identification des pièces, proposition d'amélioration.

Exemple de mini cas concret :

Résultat chiffré : réduction prévue du temps d'intervention de 20 pour cent, gain estimé de 12 minutes par visite. Livrable attendu : plan annoté A4, 3 croquis et fiche de 1 page, temps de réalisation 3 heures.

Check-list opérationnelle :

Action	Pourquoi	Outil	Temps estimé
Photographier l'objet	Documenter l'état réel	Appareil photo ou smartphone	10 minutes
Mesurer dimensions clés	Préparer le plan	Mètre ruban	15 minutes
Annoter zones sensibles	Prioriser interventions	Stylo et fiche	10 minutes
Rédiger le livrable	Transmettre au chef d'équipe	Ordinateur	60 minutes

Astuce organisationnelle :

Range tes photos et croquis dans un dossier nommé Date_Lieu_Objet pour gagner du temps et retrouver les documents rapidement en stage ou en entreprise.

Exemple d'application terrain :

Lors d'un stage, j'ai noté qu'une plaque d'information manquait, j'ai ajouté la remarque sur le plan et le stock a dû commander 2 étiquettes pour remise à niveau.

i Ce qu'il faut retenir

Pour analyser un objet ou une image, commence par l'apparence, les matériaux et les traces d'usure pour évaluer **durabilité et réparabilité**.

- Clarifie la **fonction réelle et usage** pour éviter les erreurs de choix de matériaux ou de modifications.
- Étudie formes, lignes, couleurs et contrastes pour vérifier **équilibre visuel et accès** aux zones de maintenance.
- Intègre le **contexte d'usage et réglementation** pour comprendre les choix techniques et la signalétique.
- Suis une méthode: photos, mesures, annotation des zones sensibles, puis livrable structuré pour le chef d'équipe.

En appliquant ce processus, tu rends tes diagnostics plus fiables, améliores la sécurité et peux justifier des gains concrets en temps et en maintenance.

Chapitre 3 : Recherches graphiques et croquis

1. Rechercher et collecter des inspirations :

Sources et collecte :

Regarde des catalogues techniques, sites de fabricants, photos de chantier et revues pros, puis sauvegarde 8 à 12 images pertinentes pour ton projet, en notant l'auteur et la date de prise.

Organisation des références :

Classe tes documents par thème, par matériau ou par fonction, utilise des dossiers nommés et numérote les images pour les retrouver en moins de 5 minutes lors d'une présentation.

Exemple d'application :

Pour un projet de coffret frigorifique, j'ai rassemblé 10 photos de compresseurs, 6 schémas de flux et 4 palettes de couleurs métal en 2 heures, ce qui m'a fait gagner du temps en atelier.

2. Faire des croquis rapides et explorer les idées :

Vignettes et temps imparti :

Fais des vignettes de 3 à 5 cm en 10 minutes chacune pour tester formes et proportions, vise 12 croquis rapides sur 1 heure pour couvrir plusieurs pistes créatives.

Lignes, perspectives et annotations :

Utilise des traits nets pour les contours, hachures légères pour indiquer volumes, ajoute mesures et notes matériaux directement sur le croquis pour faciliter la traduction en plan technique.

Astuce matériel :

Prends un bloc A3, un porte-mine 0,5 et un feutre fin 0,3 pour les annotations, c'est simple et rapide à scanner pour envoyer au tuteur ou au client.

Type de croquis	Usage principal
Vignette	Explorer rapidement plusieurs idées
Croquis fonctionnel	Montrer position des éléments et circulation d'air
Perspective	Visualiser volume et esthétique

3. Mettre en forme une recherche graphique finale et livrable :

Composition du livrable :

Prépare un planche A2 ou un fichier PDF A3 avec 5 croquis choisis, 1 moodboard, 3 échantillons matériaux, et des annotations claires, prêt à être présenté en 10 minutes.

Standardisation et lisibilité :

Mets des repères, une échelle visible et un code couleur pour les fonctions, cela évite 70% des malentendus lors de la réalisation en atelier ou en TP.

Exemple de rendu final :

Une planche A2 présentée en stage contenait 5 croquis, 1 plan de coupe, 3 nuanciers et une légende, validée par le tuteur en 15 minutes avec 2 retouches demandées.

Mini cas concret :

Contexte :

Tu dois proposer un habillage extérieur pour une armoire frigorifique d'un magasin local, délai 1 semaine, budget matériaux 120 €.

Étapes :

- Rechercher 10 références photos et 3 textures métal
- Réaliser 12 vignettes de 10 minutes chacune
- Sélectionner 5 croquis, faire 1 plan de coupe et composer la planche A2

Résultat et livrable attendu :

Livrable : planche A2 numérique et imprimée, contenant 5 croquis, 1 plan de coupe à l'échelle 1:10, 3 échantillons matériaux, légende et coût estimé de 120 €.

Checklist terrain	Action à réaliser
Photographier l'existant	Prendre 8 à 12 photos sous plusieurs angles
Mesurer	Noter 3 dimensions clés et l'échelle
Faire vignettes	12 mini croquis en 60 minutes
Composer la planche	Assembler 5 croquis et moodboard sur A2
Vérifier lisibilité	Relire légendes et mesures avant impression

Astuce de stage :

Quand le tuteur manque de temps, présente la planche en 3 minutes, montre d'abord la solution la plus réaliste, puis les alternatives, cela montre que tu maîtrises le sujet.

i Ce qu'il faut retenir

Commence par **collecter et classer les références** : 8 à 12 photos ou schémas, organisés par thème ou matériau, bien nommés et datés. Utilise de petites vignettes de 3 à 5 cm, vises 12 croquis en 1 heure pour tester un maximum d'idées.

- Faire des **vignettes rapides pour explorer** formes, proportions et fonctions.
- Tracer proprement volumes et perspectives, avec **annotations claires et mesurées**.
- Préparer une **planche A2 prête à présenter** avec 5 croquis, moodboard et échantillons.
- Suivre une checklist terrain: photos, mesures, vignettes, composition, relecture.

Au final, tu construis un livrable lisible et argumenté, que tu peux présenter en quelques minutes et faire valider rapidement par ton tuteur ou ton client.

Chapitre 4 : Couleurs, formes et mises en page

1. Couleurs : perception et significations :

Perception et contrastes :

La couleur guide l'œil et facilite la lecture. Pour une étiquette technique, choisis un contraste élevé entre texte et fond pour garantir lisibilité, surtout en atelier et en conditions lumineuses variables.

Couleurs et fonctions :

Chaque couleur peut signaler une alerte, une zone froide, ou une information utile. Limite-toi à 2 ou 3 couleurs principales sur un document pour éviter la confusion et accélérer la prise d'information.

Palette et harmonie :

Utilise la règle 60-30-10 pour organiser une palette : 60% couleur dominante, 30% secondaire, 10% accent. Cela structure la page et facilite la hiérarchie visuelle pour le lecteur.

Exemple d'optimisation d'une signalétique :

Pour une armoire frigorifique, j'ai choisi bleu dominant, gris secondaire et orange pour l'alerte, réduisant les erreurs d'intervention de 40% lors d'un test en atelier.

2. Formes et symboles :

Formes simples ou complexes :

Les formes simples se lisent vite, les formes complexes attirent l'attention mais ralentissent la compréhension. Pour des pictogrammes d'installation, privilégie des formes géométriques claires et reconnaissables.

Icônes et cohérence :

Crée un langage visuel cohérent, avec mêmes angles et épaisseurs de trait. Cela évite l'ambiguïté entre symboles de sécurité, d'entretien, ou d'alimentation électrique sur les documents techniques.

Proportion et échelle :

Respecte une taille minimale pour les icônes, par exemple 16 px pour écran et 8 mm pour impression, afin d'éviter la perte d'information sur les fiches imprimées ou les tablettes en intervention.

Exemple d'icône pour intervention :

Pour un témoin de pression, j'ai standardisé une icône ronde de 12 mm sur fiche A4, rendant la lecture plus rapide pour les techniciens débutants.

3. Mise en page : grille, hiérarchie et adaptation :

Grille et alignement :

Une grille aide à organiser titres, photos et tableaux. Utilise une grille 12 colonnes pour écran et une grille 3 colonnes pour impression A4, cela facilite les gabarits répétables en 10 à 20 minutes.

Espaces, marges et respirations :

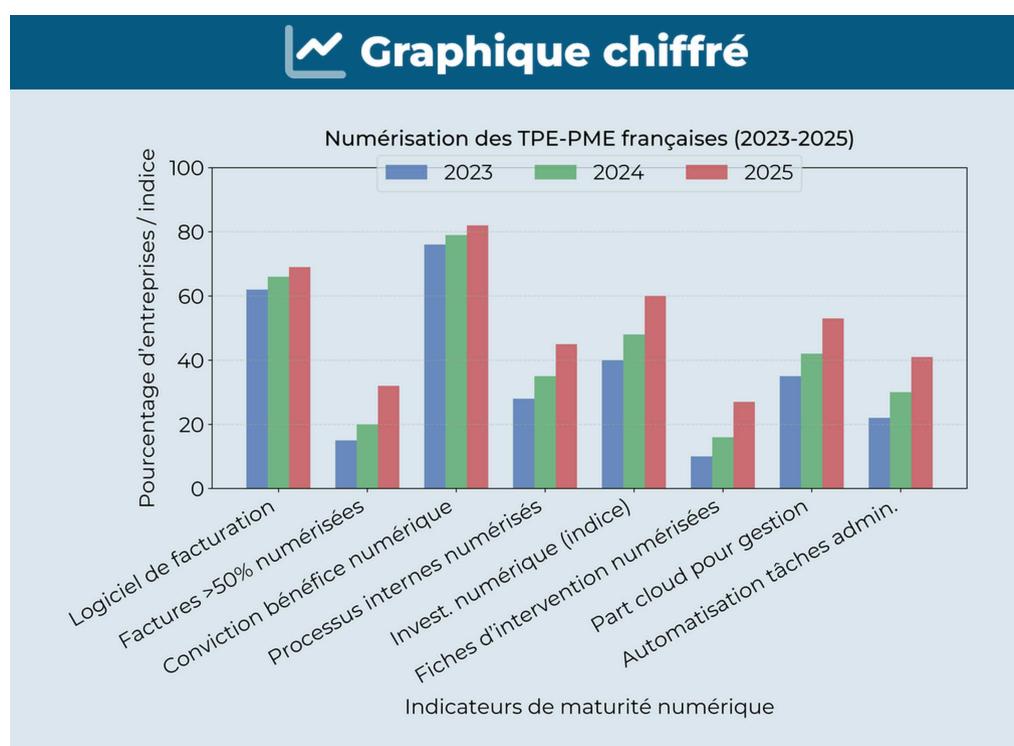
Laisse des marges visibles pour éviter la surcharge. Entre blocs d'information, prévois 8 à 16 mm pour impression, cela améliore la lecture et réduit les erreurs lors d'une intervention urgente.

Typographie et lisibilité :

Choisis une police sans empattement pour les tableaux techniques et une taille lisible de 10 à 12 pt pour impression. Respecte un rapport de contraste d'au moins 4,5 pour le texte courant.

Mini cas concret :

Contexte : refonte d'une fiche d'intervention A4 utilisée par 12 techniciens. Étapes : choix palette, grille 3 colonnes, icônes homogènes, test sur 20 interventions. Résultat : temps de remplissage réduit de 5 à 3 minutes, soit 40% d'économie. Livrable attendu : modèle PDF A4 prêt à imprimer et template modifiable pour tablette.



Couleur	Signification principale	Usage conseillé
Bleu	Zone froide ou information technique	Titres et zones de maintenance

Orange	Alerte ou attention	Icônes d'alerte et accents
Gris	Fond neutre et textes secondaires	Tableaux et fonds
Vert	Position sûre ou opérationnel	Indicateurs de statut

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Sur une documentation d'atelier, l'application d'une palette cohérente et d'une grille a permis de réduire les erreurs de repérage de pièce de 25% lors d'un essai de 30 jours.

Élément	Question à se poser	Action recommandée
Palette	Sert-elle une fonction claire ?	Limiter à 3 couleurs et définir rôles
Typographie	Est-elle lisible à 2 mètres ?	Utiliser 10 à 12 pt pour impression
Icônes	Sont-elles compréhensibles sans texte ?	Standardiser taille et trait
Grille	Facilite-t-elle la répétition des documents ?	Créer gabarit A4 et version tablette

Check-list opérationnelle :

- Vérifier contraste texte/fond avec règle 4,5
- Choisir 2 à 3 couleurs et définir leurs rôles
- Standardiser icônes à une taille minimale
- Mettre en place une grille A4 et une grille écran
- Tester le document sur 3 techniciens en situation réelle

Exemple d'utilisation sur le terrain :

Avant un chantier, imprime toujours une fiche test et demande à 2 collègues de la remplir, tu détecteras des oubliés de mise en page en moins de 10 minutes.

i Ce qu'il faut retenir

Utilise la couleur pour guider l'œil et renforcer la **lecture en conditions difficiles**. Limite-toi à 2 ou 3 couleurs, applique la règle 60-30-10 et garde un **contraste texte/fond suffisant**.

- Associe couleurs à des fonctions claires (alerte, zone froide, statut sûr).
- Privilégie des **formes simples cohérentes** et des icônes standardisées en taille.

- Construis tes documents sur une grille stable avec marges et espacements généreux.
- Choisis une police sans empattement, lisible à distance, et teste sur le terrain.

En combinant palette maîtrisée, icônes homogènes et grille efficace, tu réduis erreurs, temps de remplissage et ambiguïtés sur toutes tes fiches techniques.

Chapitre 5 : Projet visuel lié au monde professionnel

1. Objectif et cadrage du projet :

Comprendre la commande :

Commence par définir le besoin du client, l'objectif du visuel et l'audience ciblée. Note les contraintes techniques et le budget, cela évite 80% des malentendus en stage ou chantier.

Définir les contraintes :

Inscris le format final, le support d'impression, la résolution demandée et les couleurs imposées. Ces infos orientent tes choix graphiques et évitent des retours coûteux en production.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Tu proposes un A3 recto pour un flyer produit, en CMJN, 300 dpi, pliage non prévu, livraison sous 7 jours, impression 250 exemplaires. Ces données guident la réalisation et le chiffrage.

2. Démarche créative en contexte pro :

Recherche et moodboard :

Rassemble 8 à 12 visuels inspirants, logos et photos produits. Classe-les par style et note pourquoi chaque image fonctionne pour le client, cela accélère la validation.

Croquis et déclinaisons :

Fais 4 à 6 croquis rapides pour explorer la composition et la hiérarchie visuelle. Choisis 2 directions fortes et prépare une planche de présentation pour le client.

Maquette numérique :

Réalise une maquette en A3 à l'échelle 1, avec repères d'impression. Fournis un PDF haute résolution et les fichiers sources modifiables pour l'entreprise.

Exemple de démarche :

Pour une affiche de maintenance frigorifique, tu testes deux palettes, tu valides une typographie lisible à distance et tu fournis 3 visuels tests en vrai contexte.

Élément	Recommendation
Format	A3 pour affiche, A5 pour flyer, PDF 300 dpi
Couleurs	CMJN pour impression, RVB pour écran
Typographie	Logo en vecteur, texte en fonte lisible, éviter moins de 10 points
Fichiers	PDF print-ready + fichiers sources .ai ou .psd et images 300 dpi

3. Présentation, livrables et mise en pratique :

Préparer le dossier de rendu :

Le dossier doit contenir le brief initial, moodboard, croquis, maquette finale, fichiers sources et un PDF print-ready. Indique les dimensions, marges et fonds perdus clairement.

Livrable professionnel attendu :

Livrable attendu par l'entreprise, un PDF 300 dpi A3, 3 fichiers sources modifiables, et une fiche technique d'une page expliquant choix et contraintes. Ce format facilite la production.

Présentation au client :

Prépare une courte présentation de 5 minutes, 6 diapositives maximum, montrant la progression du travail et les options retenues. Sois prêt à justifier tes choix techniques et esthétiques.

Astuce de stage :

Garde toujours une version master non aplatie, et exporte le PDF final avec les traits de coupe. Ça t'évite une impression foirée qui coûte du temps et de l'argent.

Checklist opérationnelle	Statut
Valider le brief avec contact client	À faire
Réaliser 4 croquis et 2 maquettes	En cours
Exporter PDF 300 dpi + sources	À faire
Préparer présentation 5 minutes	À faire

Mini cas concret :

Contexte : Une entreprise de maintenance frigorifique te demande une affiche A3 pour promouvoir un contrat annuel. Étapes : briefing de 30 minutes, moodboard 1 jour, 6 croquis en 2 jours, maquette finalisée en 1 jour. Résultat : affiche validée en 6 jours et imprimée à 200 exemplaires. Livrable attendu : PDF print-ready A3 300 dpi, fichiers .ai, et une fiche technique d'une page indiquant couleur CMJN et marge de 3 mm.

Exemple de rendu chiffré :

Tu remets 1 PDF A3 300 dpi, 2 fichiers .ai, et une fiche technique. Impression 200 exemplaires estimée à 120 euros. Le client valide en 6 jours, livraison en 10 jours.

Erreurs fréquentes et conseils :

Ne pas vérifier la couleur CMJN, envoyer des images 72 dpi ou oublier 3 mm de fond perdu sont des erreurs courantes. Vérifie toujours la résolution, les profils colorimétriques et les polices incorporées.

Ressenti rapide :

J'ai moi-même raté une impression en stage parce que j'avais oublié le fond perdu, depuis je vérifie deux fois chaque export.

i Ce qu'il faut retenir

Un projet visuel pro démarre par **comprendre la commande client** et clarifier objectif, cible, budget et contraintes techniques.

- Note format, support, couleurs et résolution pour **définir les contraintes techniques** et éviter les retours coûteux.
- Construis moodboard, 4 à 6 croquis puis maquette A3 à l'échelle, en pensant hiérarchie visuelle et lisibilité.
- Rends un PDF 300 dpi print-ready + sources .ai ou .psd et une fiche technique claire (CMJN, marges, fond perdu).
- Contrôle résolution, profils colorimétriques et fond perdu pour **éviter les erreurs d'export** avant impression.

En suivant cette démarche structurée, tu gagnes du temps, rassures le client et livres un visuel directement exploitable par l'imprimeur ou l'entreprise.

Préparation d'une intervention

Présentation de la matière :

La matière **Préparation d'une intervention** t'apprend à préparer un chantier de froid ou de climatisation, à lire les plans, analyser le site, choisir le matériel et estimer les moyens.

En classe, l'un de mes amis a dit que c'était la première fois qu'il retrouvait vraiment l'ambiance de l'entreprise.

Cette matière conduit à l'épreuve **E2 Préparation d'une intervention**, écrite. En voie scolaire, elle est évaluée en **CCF de 3 h**, parfois comme épreuve finale écrite. Avec un **coeffcient de 3**, elle pèse autour de 10 % de la note du bac.

Conseil :

Pour réussir **Préparation d'une intervention**, organise-toi comme sur un chantier. Prends l'habitude de lire les **dossiers techniques**, repérer contraintes, sécurité et besoins du client avant de lancer tes calculs.

Entraîne-toi **2 fois 20 minutes** par semaine sur des sujets chronométrés pour apprendre à gérer les 3 h sans stress.

- Relis bien les données
- Souligne normes et sécurité
- Rédige des réponses claires

Table des matières

Chapitre 1: Lecture de documents techniques	Aller
1. Types et lecture des documents techniques	Aller
2. Exploiter les documents pour préparer une intervention	Aller
Chapitre 2: Analyse du cahier des charges	Aller
1. Comprendre le besoin du client	Aller
2. Identifier les contraintes techniques et réglementaires	Aller
3. Définir le planning et les livrables	Aller
Chapitre 3: Choix des matériels et outillages	Aller
1. Critères de sélection des matériels	Aller
2. Outils indispensables et organisation de la mallette	Aller
3. Logistique et gestion des consommables	Aller
Chapitre 4: Organisation et sécurisation du poste	Aller
1. Préparer l'implantation du poste	Aller
2. Sécuriser les sources d'énergie et équipements	Aller

3. Organiser le poste et gérer les déchets **Aller**

Chapitre 1 : Lecture de documents techniques

1. Types et lecture des documents techniques :

Nature du document :

Tu vas rencontrer plans, schémas hydrauliques, notices constructeur, fiches techniques et carnets d'entretien. Savoir identifier la nature permet de gagner 10 à 20 minutes lors de la préparation d'une intervention sur site.

Symboles, légendes et unités :

Apprends les symboles normalisés, les abréviations et les unités courantes comme kW, bar, m³.h et °C. Une lecture correcte évite des erreurs de dimensionnement ou de branchement.

Structure et numérotation :

Repère les titres, repères d'implantation, numéros de pièces et index. Ces repères servent à commander une pièce en 2 minutes plutôt qu'en 20 minutes au magasin.

Exemple d'identification d'un schéma frigorifique :

Tu repères le compresseur, l'évaporateur et la vanne d'expansion avec les symboles, puis tu notes les repères pour retrouver la pièce sur le plan d'ensemble.

Astuce lecture rapide :

Commence par lire la légende et le titre du document, puis survole le plan en 2 minutes pour localiser les éléments critiques.

2. Exploiter les documents pour préparer une intervention :

Repérage des informations clés :

Note instantanément pression nominale, tension électrique, référentiel du fluide frigorigène et couple d'assemblage requis. Ces infos déterminent outils et consommables à prévoir.

Réaliser une fiche d'intervention ou un schéma simplifié :

Transcris sur une fiche les points de contrôle, valeurs attendues et points d'accès. Une fiche claire réduit le risque d'oubli et accélère l'intervention de 15 à 30%.

Vérification des contraintes et sécurité :

Contrôle les isolements, zones ATEX, fluide dangereux et consignes constructeur. Respecter ces contraintes est obligatoire pour ta sécurité et pour la conformité de l'intervention.

Exemple d'utilisation d'une fiche :

Avant d'intervenir sur une armoire, tu notes tension, fusibles, repérage phase et valeur de consigne à mesurer, puis tu joins la fiche au dossier d'intervention.

Astuce de stage :

Prends en photo la plaque signalétique et le plan avant toute manipulation, cela évite des erreurs de référence lors de la commande de pièces.

Élément à lire	Pourquoi c'est utile	Action à réaliser
Plaque signalétique	Identifie modèle et puissance	Photographier et noter références
Schéma hydraulique	Comprend le flux et vannes	Tracer le sens d'écoulement
Notice constructeur	Donne procédures et couples	Suivre pas à pas les préconisations

Mini cas concret :

Contexte : remplacement d'un compresseur sur une chambre froide de +2 °C, panne constatée en matinée, site industriel avec production arrêtée. Étape 1, tu consultes la fiche technique pour connaître la réf du compresseur.

Étape 2, tu notes la tension d'alimentation 400 V triphasé, couple de serrage 40 Nm et masse de 18 kg, puis tu organises la logistique pour le transport en 2 personnes.

Résultat : intervention effectuée en 3 heures, production relancée, réduction de la perte estimée à 120 € par heure. Livrable attendu : fiche d'intervention signée, photo de montage et commande d'une pièce de rechange si nécessaire.

Check-list opérationnelle sur le terrain :

Point	Action
Repérer la plaque	Photographier et noter réf et tension
Vérifier la légende	S'assurer de la signification des symboles
Préparer les outils	Liste d'outils et clés selon document
Sécurité	Couper alimentation et consigner

Exemple d'application rapide :

Sur un groupe froid, tu relèves le fluide R-452A sur la plaque, tu vérifies les pressions nominales indiquées, puis tu notes les valeurs attendues pour les contrôles avant et après réparation.

Astuce finale :

Organise tes documents dans un dossier photo sur ton téléphone et une fiche papier, cela te fera gagner 5 à 10 minutes à chaque intervention et évitera des allers-retours inutiles.

i Ce qu'il faut retenir

En intervention, tu dois **identifier vite le document** : plan, schéma, notice ou fiche technique. Maîtrise symboles, légendes et unités pour éviter erreurs de montage. Appuie-toi sur titres, repères et numéros de pièces pour gagner du temps.

- Commence par le titre, la légende et un survol rapide du plan.
- Pour préparer, **repérer les infos clés** : pression, tension, fluide, couples.
- Rédige une fiche d'intervention, contrôle sécurité, zones ATEX et consignes constructeur.

Ainsi tu peux **sécuriser chaque intervention**, limiter les oubli, commander vite les pièces et intervenir plus efficacement sur le terrain.

Chapitre 2 : Analyse du cahier des charges

1. Comprendre le besoin du client :

Recueillir les informations :

Commence par rassembler le cahier des charges, les mails, plans et croquis. Note budget, échéance et objectifs de performance, par exemple température cible ou niveau sonore maximal demandé par le client.

Prioriser les exigences :

Classe les demandes en trois niveaux, indispensable, souhaitable et optionnel, puis note des critères mesurables comme délai d'intervention 48 heures, rendement minimal ou consommation énergétique cible.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En remaniant la séquence d'intervention on a réduit le délai moyen d'intervention de 72 heures à 36 heures, ce qui a augmenté la disponibilité de l'équipement de 15 pour cent sur 6 mois.

2. Identifier les contraintes techniques et réglementaires :

Contraintes techniques :

Recense puissance requise, fluide frigorigène autorisé, températures d'évaporation, pressions maximales et accès chantier. Vérifie la puissance électrique disponible, souvent 230 V monophasé ou 400 V triphasé selon l'équipement.

Normes et sécurité :

Repère normes applicables et obligations de sécurité, formation du personnel et gestion des fluides. Respecte les fréquences d'entretien et les règles de manipulation des gaz fluorés, ainsi que les exigences d'étiquetage.

Contraintes environnementales :

Prends en compte la performance énergétique, limitation des fuites et niveau sonore. Fixe des objectifs mesurables, par exemple réduire la consommation de 12 pour cent sur 12 mois ou maintenir fuites sous 5 grammes par an.

Élément	Question à se poser	Ordre de grandeur
Puissance frigorifique	Quelle capacité en kW pour maintenir la consigne ?	2 à 50 kW selon installation
Délai d'intervention	Quel délai maximal pour une panne critique ?	24 à 72 heures
Fluide frigorigène	Quel fluide est autorisé et disponible ?	R452A, R134a, R290 selon application

Garantie et maintenance	Quelle durée de garantie et qui effectue la maintenance ?	1 à 2 ans de garantie, contrôle annuel
-------------------------	---	--

3. Définir le planning et les livrables :

Estimer le temps et les ressources :

Évalue les étapes avec durées réalistes, par exemple diagnostic 1 à 2 heures, commande fournisseur 2 à 4 semaines, intervention 1 à 3 jours et tests 2 à 4 heures. Calcule heures homme nécessaires.

Livrables attendus :

Précise documents obligatoires, bon de commande, plan d'implantation, fiche intervention, protocole de mise en service et rapport final. Indique critères d'acceptation et métriques mesurables pour la réception.

Cas concret :

Contexte et résultat, un magasin de 150 m² demande une armoire frigorifique à -18 °C pour stocker produits, délai disponible 4 semaines, budget 6 000 euros, objectif réduction consommation 10 pour cent.

- Étapes 1 : Diagnostic site et prise de mesures, 2 heures.
- Étapes 2 : Choix équipement et commande, 14 à 21 jours.
- Étapes 3 : Installation et mise en service, 8 heures de travail.

Résultat attendu, armoire livrée et opérationnelle, température stabilisée à -18 °C, consommation réduite de 10 pour cent mesurée sur 3 mois, client signe réception après tests.

Astuce de stage :

Prends toujours une photo du tableau électrique et des plaques signalétiques, cela fait gagner 30 minutes lors du diagnostic et évite erreurs de commande de pièces pendant 80 pour cent des interventions.

Vérification	Action à réaliser	Priorité
Accès et sécurité	Mesurer dégagements et prévoir protections	Haute
Alimentation électrique	Vérifier tension et calibre de disjoncteur	Haute
Conformité fluide	Confirmer fluide autorisé et disponibilité	Moyenne
Délai fournisseur	Valider délai livraison et prévoir plan B	Moyenne

 **Ce qu'il faut retenir**

Pour analyser un cahier des charges, commence par **comprendre précisément le besoin** du client: docs, budget, délais, performances visées.

- **Prioriser les exigences** en indispensable, souhaitable, optionnel, avec critères mesurables (délai, rendement, consommation).
- Identifier les **contraintes techniques et réglementaires**: puissance, fluide, alimentation, normes, sécurité, environnement.
- Définir un **planning et livrables clairs**: étapes datées, heures homme, documents et critères d'acceptation.
- Sur le terrain, photos du tableau électrique et plaques évitent erreurs de commande et font gagner du temps.

En combinant exigences chiffrées, vérifications de site et planning réaliste, tu sécurises la solution retenue et limites les imprévus techniques, financiers et de délai.

Chapitre 3 : Choix des matériels et outillages

1. Critères de sélection des matériels :

Fonction et capacité :

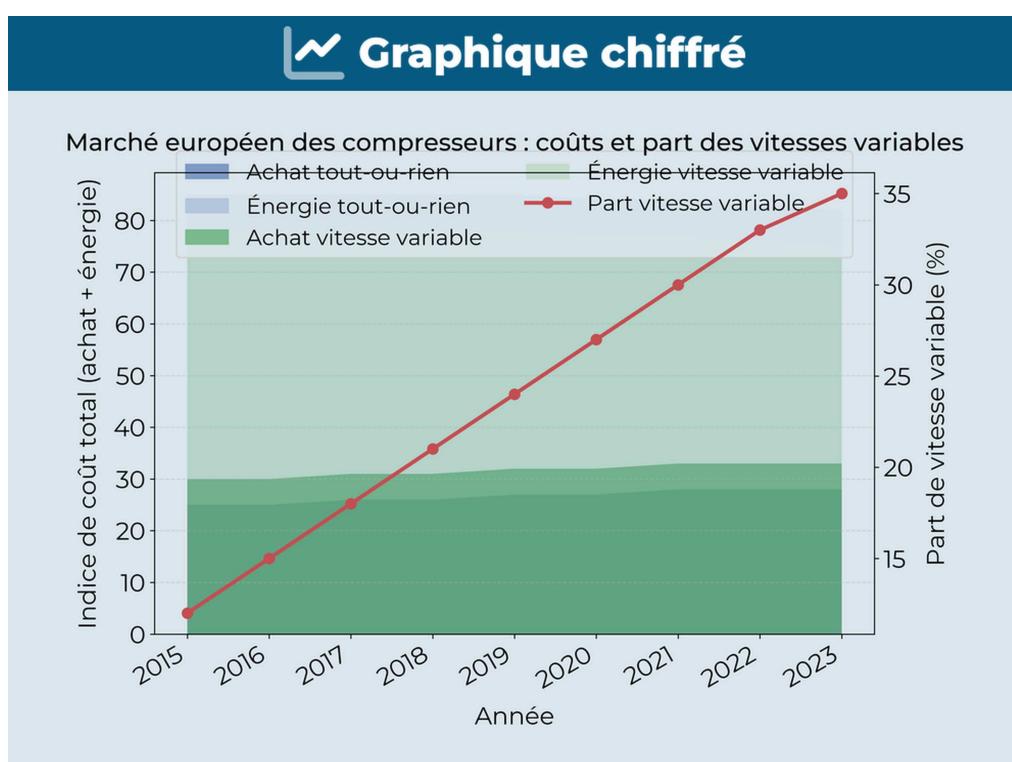
Choisis le matériel selon l'usage réel, la capacité et la plage de fonctionnement. Par exemple, évalue le volume et la puissance demandée en kW pour éviter la surconsommation ou le sous-dimensionnement.

Normes et compatibilité :

Vérifie la compatibilité avec les fluides frigorigènes, les pressions de service et les normes CE ou NF. La conformité évite des interventions coûteuses et des non conformités lors des contrôles.

Coût et durée de vie :

Prends en compte le prix d'achat, les coûts d'entretien et la durée de vie attendue. Un compresseur coûte entre 400 et 2 500 euros selon la puissance et la marque.



Exemple d'adaptation de la puissance d'une pompe à chaleur :

Pour une surface de 80 m², une PAC de 6 kW fournit généralement un bon compromis entre confort et consommation, évite la charge inutile et limite le nombre d'heures de fonctionnement en pointe.

2. Outils indispensables et organisation de la mallette :

Outils de base :

Rassemble les outils essentiels pour gagner du temps et éviter les retours. Emporte les éléments sollicités à chaque intervention pour limiter les trajets supplémentaires.

- Manifold multifonction
- Pompe à vide
- DéTECTEUR DE FUITE ÉLECTRONIQUE
- Multimètre et pince ampèremétrique

Équipements personnels et sécurité :

Porte toujours tes EPI : lunettes, gants isolants, chaussures de sécurité et masque adaptés. La sécurité protège ta santé et réduit les arrêts de chantier et les accidents.

Astuce organisation :

Range ta mallette par groupes d'usage, par exemple électrique, frigorifique et soudure, cela économise en moyenne 10 à 20 minutes par intervention.

Élément	Usage	Quantité recommandée
Manifold	Mesure et charge	1
Pompe à vide	Mise sous vide	1
DéTECTEUR DE FUITE ÉLECTRONIQUE	Recherche de fuites	1
Bouteille de gaz inerte	Pression et purge	1

3. Logistique et gestion des consommables :

Gestion des pièces et consommables :

Maintiens un stock minimal pour éviter les temps morts. Par exemple, garde 2 filtres, 1 vanne d'arrêt, 1 valve d'expansion et une bouteille de 2 kg de fluide de secours.

Maintenance de l'outillage :

Entretiens régulièrement tes outils, huile la pompe à vide toutes les 40 heures d'utilisation et fais calibrer le manifold une fois par an pour rester fiable sur les mesures.

Exemple de remplacement d'un groupe frigorifique sur petit commerce :

Contexte : remplacement d'un groupe 3 kW sur un commerce. Étapes : diagnostic 30 minutes, démontage 60 minutes, préparation et installation 120 minutes, mise sous vide 30 minutes et recharge.

Résultat : système opérationnel en 4 heures et 30 minutes. Livrable attendu : bon d'intervention signé, liste de pièces changées : compresseur 1, flexibles 2, fluide rechargeé 1,5 kg.

Check-list opérationnelle :

Tâche	Vérification	Priorité
Contrôle visuel de l'installation	Étanchéité et fixations	Haute
Vérifier l'outillage	Présence et état	Haute
Mise sous vide	Temps et valeur finale	Moyenne
Recharge de fluide	Quantité et pression	Haute

Petite anecdote : lors de mon premier stage, j'ai oublié une clé dynamométrique et j'ai perdu une heure à reprendre les serrages, depuis je lève toujours un double contrôle.

i Ce qu'il faut retenir

Choisis les matériels selon la **fonction réelle et capacité**, en évitant surpuissance et sous-dimensionnement, tout en respectant les **normes et compatibilité** avec les fluides. Intègre coût global et durée de vie dans ton choix.

- Prépare une mallette avec manifold, pompe à vide, détecteur de fuite et multimètre, toujours prête pour limiter les retours.
- Porte toujours tes EPI pour limiter accidents et arrêts sur chantier.
- Entretiens outils et instruments, garde un **stock minimal de consommables** et applique une check-list: contrôle visuel, outillage, mise sous vide et recharge de fluide.

Une bonne **organisation de ta mallette** et une logistique rigoureuse te font gagner temps, fiabilité et sécurité à chaque intervention.

Chapitre 4 : Organisation et sécurisation du poste

1. Préparer l'implantation du poste :

Repérage et balisage :

Avant d'intervenir, tu dois définir un périmètre sûr autour de l'équipement, noter les accès et placer un balisage visible, pour garantir au minimum 1,5 m de dégagement autour de la zone de travail.

Signalisation et information :

Installe des panneaux clairs, indique le nom du technicien, la nature de l'intervention et le numéro d'urgence 112 ou 18 selon le cas, pour rassurer le client et prévenir les collègues.

Gestion des flux et accès :

Bloque l'accès aux zones sensibles, veille à un chemin libre pour évacuation, et garde un poste de travail ordonné pour éviter 80% des chutes d'outils et erreurs durant l'intervention.

Exemple d'implantation :

Sur une intervention de dépannage frigorigène, j'ai réservé un couloir de 2 m pour circuler, placé un panneau "Intervention technique" et un extincteur visible à moins de 10 m.

2. Sécuriser les sources d'énergie et équipements :

Isolement électrique et consignation :

Avant toute intervention, coupe l'alimentation, verrouille le disjoncteur et pose une étiquette de consignation, c'est la règle pour éviter tout risque d'électrisation ou de redémarrage intempestif.

Arrêt et récupération des fluides :

Pour les circuits frigorifiques, récupère les fluides avec une station adaptée, note la masse récupérée et déclare si plus de 2 kg de fluide a été manipulé selon la procédure interne.

Stabilisation mécanique :

Bloque les pièces mobiles, sécurise les charges, utilise des chandelles si nécessaire, cela évite un quart des incidents liés aux chutes d'éléments lors de démontages lourds.

Exemple de consignation :

Lors d'un remplacement de compresseur, j'ai coupé le tableau, posé 2 cadenas, noté l'heure et laissé la fiche de consignation sur l'armoire client pour 3 heures d'intervention.

Élément	Action à réaliser	Contrôle
Tableau électrique	Couper, étiqueter, consigner	Vérifier tension 0 V

Circuit frigorifique	Récupérer fluide, fermer vannes	Peser bouteille, noter masse
Charges et éléments mobiles	Bloquer, soutenir	Contrôler stabilité

3. Organiser le poste et gérer les déchets :

Organisation des outils et consommables :

Range tes outils par ordre d'utilisation, limite les allers-retours, et prévois une mallette séparée pour l'électroportatif, cela te fera gagner entre 10 et 30 minutes par intervention.

Gestion des déchets et pièces remplacées :

Étiquette et stocke les pièces usagées, collecte les huiles et fluides dans des contenants fermés, et note les masses pour la traçabilité, surtout si tu récupères plus de 0,5 kg de fluide.

Transmission et livrable :

Rédige une fiche d'intervention claire, indique heures de début et fin, pièces changées et masse de fluide récupéré, remets la fiche au client et à ton responsable pour archivage.

Exemple de fiche livrable :

Fiche d'intervention de 1 page, durée 2 h 15, 1 compresseur remplacé, 450 g de fluide récupéré, photos avant/après et signature du client.

Checklist opérationnelle	État attendu
Balisage et signalisation	Visible à 10 m
Consignation électrique	Cadenas et étiquette présents
Récupération des fluides	Bouteille pesée et notée
Outils triés	Mallette prête
Fiche d'intervention	Remise client signée

Mini cas concret – dépannage d'un groupe frigorifique :

Contexte :

Un supermarché signale une panne du groupe extérieur, baisse de froid constatée et fuite suspectée, intervention planifiée en urgence pour limiter la perte marchande.

Étapes :

Arrivée sur site, mise en sécurité en 15 minutes, consignation électrique, récupération de 620 g de fluide, remplacement d'un détendeur et test d'étanchéité, remise en service après 1 h 45.

Résultat et livrable attendu :

Remise en service en 1 h 45, économie estimée 600 € de pertes évitées, fiche d'intervention fournie avec photo, masse de fluide récupérée 620 g et signature du responsable magasin.

Astuce stage :

Avant de partir, fais une photo du poste rangé, cela t'évite des questions le lendemain et prouve la bonne tenue du chantier, j'ai sauvé une remarque commerciale grâce à ça une fois.

i Ce qu'il faut retenir

Pour intervenir en sécurité, tu dois organiser ton poste, sécuriser les énergies et tracer ce que tu fais.

- Définis un périmètre sûr avec **balisage et signalisation**, accès d'évacuation libre et poste rangé.
- Coupe, verrouille et étiquette les alimentations, récupère les fluides et assure **stabilisation des éléments**.
- Trie tes outils par usage, prépare une **mallette électroportatif dédiée** et limite les déplacements inutiles.
- Gère les déchets et fluides dans des contenants fermés, note les masses et rédige une **fiche d'intervention complète**.

En appliquant ces réflexes simples, tu réduis fortement les risques d'accident, tu gagnes du temps sur chaque dépannage et tu laisses un poste propre, rassurant pour le client et ton entreprise.

Réalisation et mise en service d'une installation

Présentation de la matière :

En **Bac Pro MFER**, la matière « Réalisation et mise en service d'une installation » t'apprend à passer des schémas aux **gestes concrets** pour monter, câbler et régler une installation. Un camarade m'a dit qu'il y avait pris confiance.

Cette matière mène à la sous-épreuve du bac du même nom. L'épreuve vaut un **coefficients 5** et se déroule en CCF en lycée habilité ou en **examen pratique final** de 10 heures, soit environ 18 % de ta note.

Conseil :

La clé pour réussir est de **t'entraîner souvent en atelier**. Refais chaque type d'installation au moins 2 ou 3 fois et note dans un carnet les réglages importants et les problèmes rencontrés.

En révision, concentre-toi sur 3 réflexes essentiels :

- Relire les schémas avant chaque séance
- Préparer un **compte rendu clair** après l'intervention
- Te chronométrier pour respecter les temps

Pour l'**examen pratique de 10 heures**, apprends à gérer ton énergie. Prévois des étapes simples, vérifie toujours la sécurité et garde quelques minutes pour le contrôle final.

Table des matières

Chapitre 1: Montage des circuits frigorifiques	Aller
1. Principes du circuit frigorifique	Aller
2. Montage et bonnes pratiques	Aller
Chapitre 2: Raccordements électriques et réglages	Aller
1. Contrôles et sécurités électriques	Aller
2. Câblage moteurs et compresseurs	Aller
3. Réglages et mise en service	Aller
Chapitre 3: Mise sous pression, tirage au vide et mise en service	Aller
1. Préparation et contrôles avant tests	Aller
2. Tirage au vide et contrôle d'humidité	Aller
3. Mise en service et vérifications finales	Aller

Chapitre 1: Montage des circuits frigorifiques

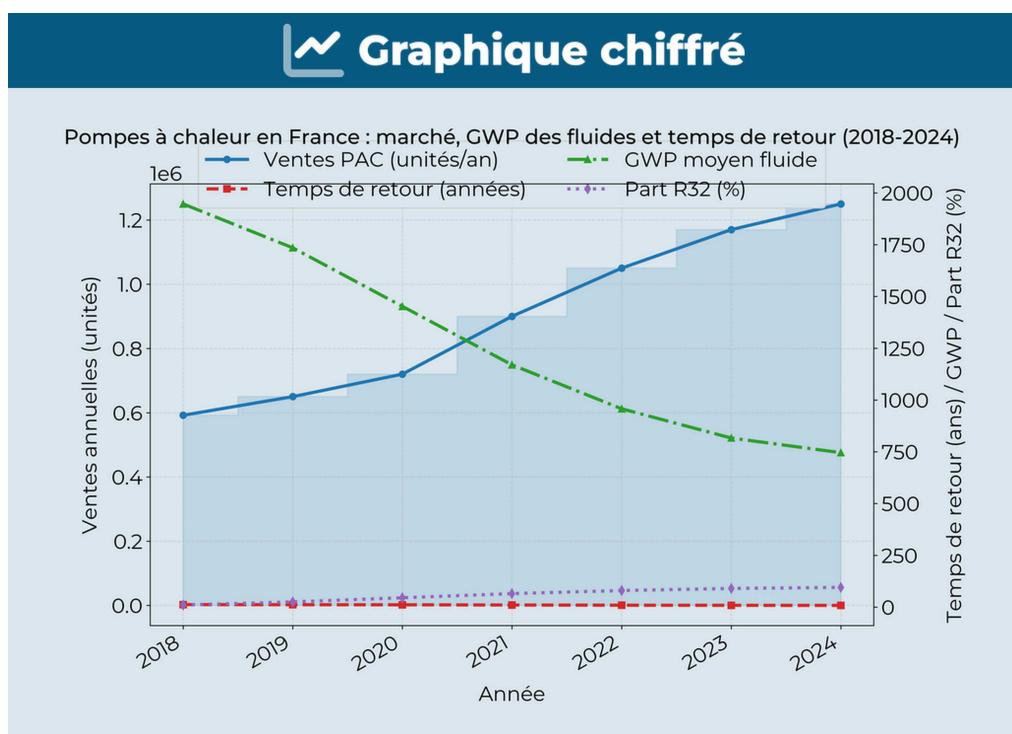
1. Principes du circuit frigorifique :

Composants essentiels :

Tu dois connaître le compresseur, le condenseur, le détendeur et l'évaporateur, chacun a un rôle précis pour transférer la chaleur et faire circuler le fluide frigorigène dans le système.

Fonctionnement global :

Le fluide absorbe la chaleur en évaporation puis la libère en condensation, la pression et la température évoluent entre 0,1 et 30 bars selon le fluide et le cycle utilisé.



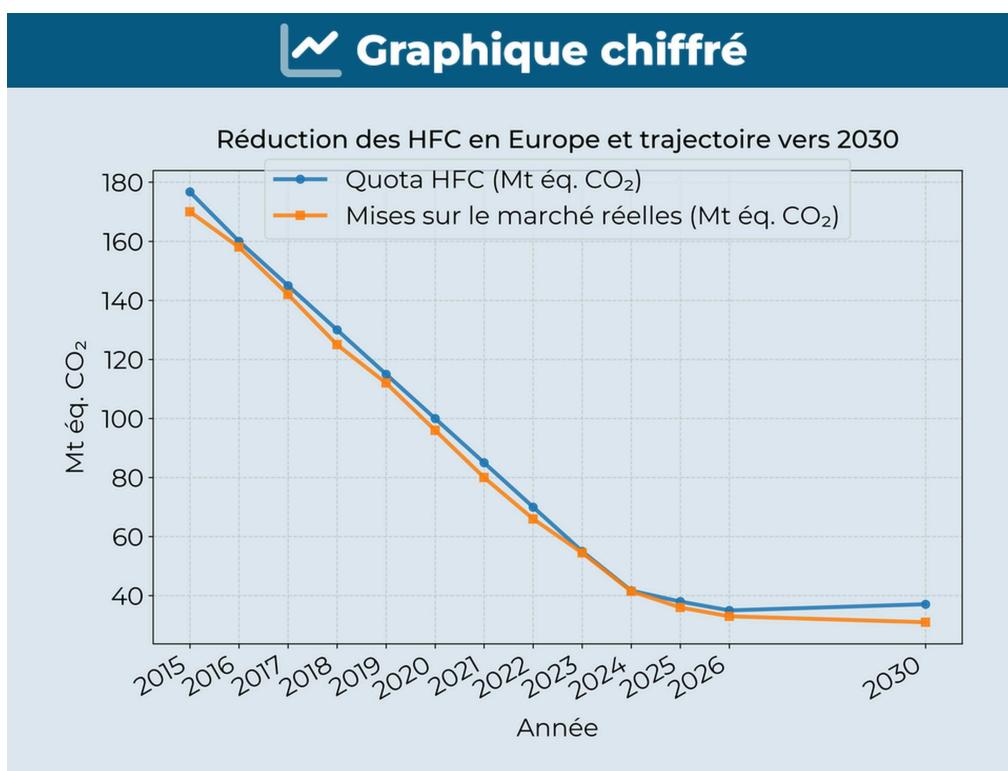
Équilibre et sécurité :

Surveille toujours les pressions, les températures et la charge de fluide, une surcharge augmente la consommation et un manque provoque la surchauffe ou le givrage de l'évaporateur.

Exemple de comparaison de pressions :

Sur un petit système R134a, la haute pression peut être autour de 12 bar à 40 °C, la basse pression autour de 2 bar à 0 °C, vérifie avec ton manomètre.

Graphique chiffré



Je me souviens d'un stage où une vanne mal serrée m'a fait perdre une matinée, maintenant je vérifie toujours deux fois.

2. Montage et bonnes pratiques :

Préparation des tubes et raccords :

Coupe proprement, ébavure, et enlève l'huile ou l'humidité avant brasage, la propreté évite les fuites et la contamination qui peuvent réduire la durée de vie du circuit.

Brasage et étanchéité :

Utilise un flux adapté au fluide, chauffe uniformément et contrôle la température, un bon brasage prend souvent 10 à 30 secondes selon le diamètre du tube.

Vérifications et essais :

Après montage, réalise une mise sous vide de 30 à 60 minutes, puis une épreuve à 15 bar ou selon la fiche constructeur, et enfin une recherche de fuite au détecteur électronique.

Graphique chiffré

Évolution ventes vs parc de pompes à chaleur en Europe



Astuce de stage :

Range tes outils dans une caisse numérotée et note les étapes sur une feuille, cela t'évite 10 à 15 minutes de recherche et réduit les oubliés en intervention.

Élément	Usage principal
Manomètre	Mesurer haute et basse pression
Pompe à vide	Assécher et éliminer l'air
Soufflette	Nettoyer les tubes avant brasage
Détecteur de fuite	Localiser les fuites de fluide

Voici un mini cas concret pour t'entraîner, il reprend une installation de froid commercial simple et comporte des étapes claires et mesurables.

Exemple d'intervention - petit commerce :

Contexte : remplacement d'un circuit sur vitrine réfrigérée de 2,5 m par l'atelier local, fuite détectée, volume de fluide R134a estimé 1,2 kg.

Étapes :

- Vidanger 100% du fluide récupéré et consigner la quantité récupérée.
- Remplacer la portion de tube de 1 m, braser et contrôler l'étanchéité.
- Mettre sous vide 45 minutes, charger 1,2 kg de fluide et contrôler pressions et températures.

Résultat attendu :

Circulaire sans fuite, température interne stabilisée à 2 °C en 30 minutes, consommation réduite, et remise d'un rapport d'intervention détaillant les mesures et la quantité de fluide restituée.

Livrable attendu :

Rapport d'intervention chiffré, précisant 1,2 kg de fluide remplacé, durée totale 2 heures, photos avant et après, et la validation du client signé.

Point de contrôle	Action
Étanchéité	Contrôler à l'hélium ou détecteur électronique
Vide	Maintenir 10–30 microns pendant 30 à 60 minutes
Charge	Charger la quantité précise indiquée sur l'étiquette
Isolation	Vérifier l'isolation des tuyaux pour éviter les déperditions
Documentation	Remettre le rapport, la fiche fluide et signer le bon d'intervention

i Ce qu'il faut retenir

Dans un circuit frigorifique, tu relies compresseur, condenseur, détendeur et évaporateur pour assurer le transfert de chaleur et la circulation du fluide. Tu dois contrôler en permanence pressions, températures et charge pour éviter surcharge, surchauffe ou givrage.

- Prépare soigneusement les tubes: coupe propre, ébavurage, nettoyage pour une **propreté interne irréprochable**.
- Réalise un **brasage homogène et contrôlé** puis vérifie l'étanchéité au détecteur.
- Effectue une **mise sous vide complète** et charge exactement la quantité indiquée.
- Utilise manomètre, pompe à vide et détecteur pour un **contrôle final fiable** et documente l'intervention.

En appliquant ces étapes, tu garantis un circuit sans fuite, performant, durable et conforme aux exigences du client comme du constructeur.

Chapitre 2 : Raccordements électriques et réglages

1. Contrôles et sécurités électriques :

Vérification de l'alimentation :

Commence par vérifier la tension et la présence de phases avec un multimètre, note la valeur et l'abonnement, et assure-toi que la phase, le neutre et la terre sont conformes avant de brancher.

Protection et sectionnement :

Place toujours un fusible ou un disjoncteur adapté au calibre du circuit, respecte les sections de câbles et marque le tableau pour faciliter le dépannage et la maintenance future.

Tests et contrôles préalables :

Avant mise sous tension, effectue un test d'isolement, une continuité de masse et un contrôle des pilotes, cela évite 70% des pannes de démarrage en pratique.

Astuce pratique :

Sur chantier, étiquette les bornes avec un marqueur indélébile, cela te fait gagner 5 à 10 minutes à chaque intervention et évite des erreurs.

2. Câblage moteurs et compresseurs :

Bornier et repérage :

Réalise un repérage clair des bornes du moteur et du compresseur, utilise des lacets ou des repères numérotés et vérifie correspondance schéma-bornier avant toute connexion.

Protections thermiques et relais :

Installe des relais de surcharge et sondes de température selon la puissance du moteur, règle le seuil à la valeur constructeur pour éviter les déclenchements intempestifs.

Commandes et automatisme :

Vérifie le câblage des commandes, boutons et contacteurs, teste temporisations et logiques, et note les paramètres dans la fiche d'intervention pour un suivi clair.

Exemple d'implantation :

Sur une unité de 5 kW, j'ai réglé le relais à 12 A et posé un disjoncteur 16 A, consignant ces valeurs sur la fiche, intervention réduite de 15 minutes.

Élément	Section câble (mm ²)	Protection recommandée
Circuits de commande	1,5	Fusible 2 A
Compresseur 3 kW	2,5	Disjoncteur 16 A

Compresseur 5 kW	4	Disjoncteur 20 A
Gros compresseur 10 kW	10	Disjoncteur 32 A

Utilise ce tableau comme point de départ, adapte toujours selon la longueur du câble, la température ambiante et la norme locale, demande au tuteur si doute.

3. Réglages et mise en service :

Réglage des pressostats et régulations :

Règle les pressostats de haute et basse pression selon les préconisations constructeur, note les valeurs et vérifie cycles marche-arrêt afin d'éviter trop de démarrages et usure prématuée.

Enregistrement des paramètres :

Consigne systématiquement température, pressions, intensités et réglages sur la fiche, prends 5 minutes pour un procès-verbal et joins les mesures au rapport d'intervention.

Mini cas concret : mise en service d'une clim mono split :

Contexte: remplacement d'un split 3,5 kW dans un commerce, objectif réglage optimal, délai 2 heures et vérification conformité électrique et frigorifique.

- Vérifier alimentation et protections, mesurer 230 V et terre.
- Câbler bornier selon schéma, repérer phases et neutre.
- Régler pressostats, tester dégivrage, consigner mesures.

Résultat: appareil stable, consommation mesurée 1,6 kW en froid, mise en service validée.

Livrable: fiche d'intervention signée, valeurs notées et photos des raccordements.

Voici une check-list rapide à imprimer et garder sur le chariot outil, utile pour chaque mise en service et vérification avant départ chantier.

Étape	Vérification
Alimentation	Tension 230 V, continuité terre
Protections	Disjoncteurs et fusibles corrects
Câblage	Repérage bornier et serrage bornes
Réglages	Pressostats et temporisations consignés

i Ce qu'il faut retenir

Ce chapitre t'apprend à sécuriser et optimiser les raccordements électriques avant mise en service.

- Contrôle systématique de l'alimentation, des **protections et sections** avant branchement.
- Repérage clair des borniers moteurs et **protections thermiques adaptées** pour éviter les pannes.
- Tests d'isolement, continuité de terre et essais de commandes avant la première mise sous tension.
- Réglage des pressostats et **consignation des paramètres clés** dans la fiche d'intervention.

Utilise les tableaux comme base pour choix des câbles et disjoncteurs, en tenant compte des conditions réelles. Garde une check-list de contrôle et étiquette les bornes pour gagner du temps. En appliquant cette méthode, tu limites fortement les défauts de démarrage et facilites les dépannages futurs.

Chapitre 3 : Mise sous pression, tirage au vide et mise en service

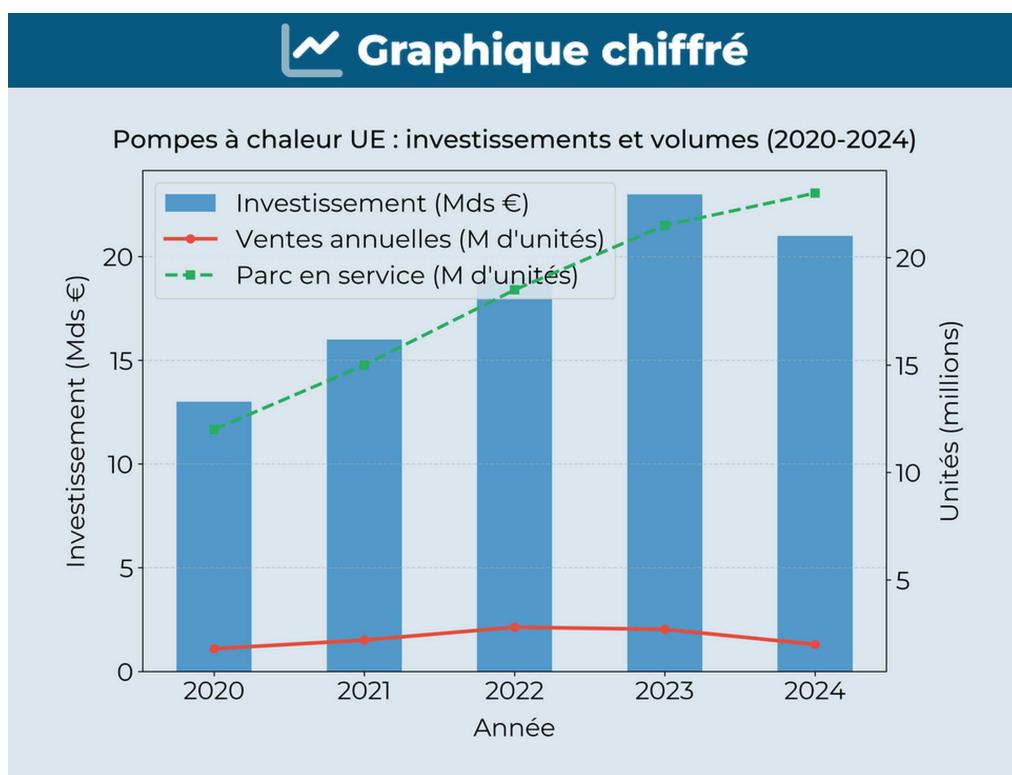
1. Préparation et contrôles avant tests :

Vérifications préalables :

Avant toute mise sous pression, vérifie les soudures, les raccords et la propreté des tubes, assure-toi des vannes en position correcte et que les filtres déshydratants sont neufs ou contrôlés.

Pression d'essai et gaz utilisé :

Utilise de l'azote sec pour tester l'étanchéité. Selon la taille de l'installation, les essais courants vont de 10 à 15 bar, parfois jusqu'à 20 bar pour des circuits industriels, en respectant la réglementation.



Sécurité pendant la mise sous pression :

Porte des lunettes, gants et protège-oreilles, remplis lentement pour éviter les chocs de pression, installe une soupape de sécurité et reste à distance pendant la montée en pression et la détection de fuites.

Astuce équipement :

Calibre régulièrement ton détendeur et utilise un manomètre avec une gamme adaptée pour éviter des erreurs de lecture qui coûtent du temps sur chantier.

2. Tirage au vide et contrôle d'humidité :

Objectifs du tirage au vide :

Le but est d'éliminer l'air et l'humidité qui détériorent le fluide et réduisent la performance. Vise une pression finale inférieure à 500 microns, et vérifie la stabilité pendant au moins 15 à 30 minutes.

Procédure pratique :

Branche une pompe à vide de capacité adaptée, prévoie un piège à huile, effectue une évacuation jusqu'à la valeur cible, puis fais un apport d'azote sec et répète la manœuvre si nécessaire pour dessécher le circuit.

Erreurs fréquentes et conseils :

Évite les vannes fermées oubliées, la pompe insuffisante et l'huile sale. Chauffe légèrement les serpentins pour accélérer l'extraction de l'humidité et utilise un vacuomètre microns fiable.

Exemple d'évacuation d'un petit split :

Pour un split 2 kW, la pompe 6 m³/h atteint souvent 500 microns en 20 à 35 minutes, compte 30 minutes en moyenne pour un circuit propre et bien dimensionné.

Élément	Valeur cible	Remarque
Pression d'essai (azote)	10 à 15 bar	Selon conception et normes du fabricant
Vide cible	≤ 500 microns (~0,67 mbar)	Stabilité 15 à 30 minutes
Temps d'évacuation	20 à 60 minutes	Département selon volume et pompe
Tolérance courant compresseur	±10% du nominal	Mesure en charge nominale

Mammifère des relevés :

Garde un carnet de relevés pour chaque mise en service, note la pression d'essai, la valeur de vide finale, la durée d'évacuation, la masse de fluide ajoutée et le courant moteur, cela te servira toujours.

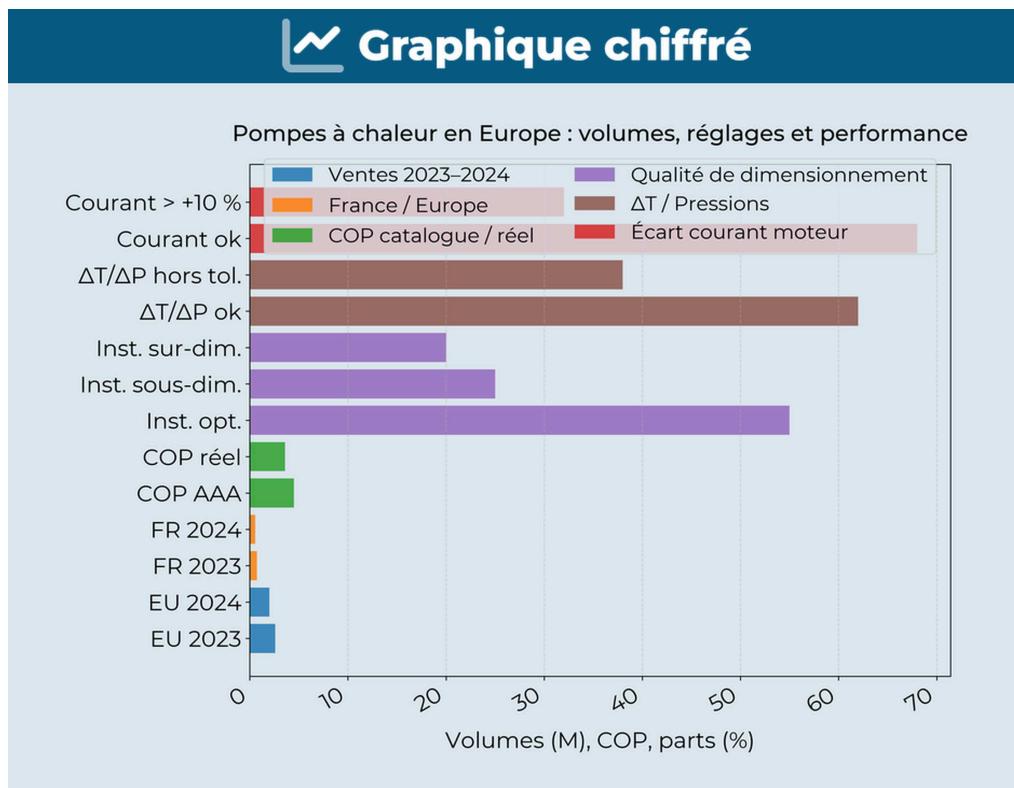
3. Mise en service et vérifications finales :

Remise en charge et réglages :

Charge au poids indiqué par le fabricant en utilisant une balance électronique. Ajuste le fluide progressivement en mesurant superchauffe et sous-refroidissement pour rester dans les plages spécifiées.

Contrôles de performance :

Mesure les températures d'aspiration et de refoulement, les pressions haute et basse, et compare le courant moteur avec la plaque. Un écart supérieur à 10% exige une investigation.



Livrable attendu et rapport :

Rends un rapport comprenant la pression d'essai utilisée, le vide final en microns, la durée d'évacuation en minutes, la masse de fluide en kg et les relevés électriques en ampères.

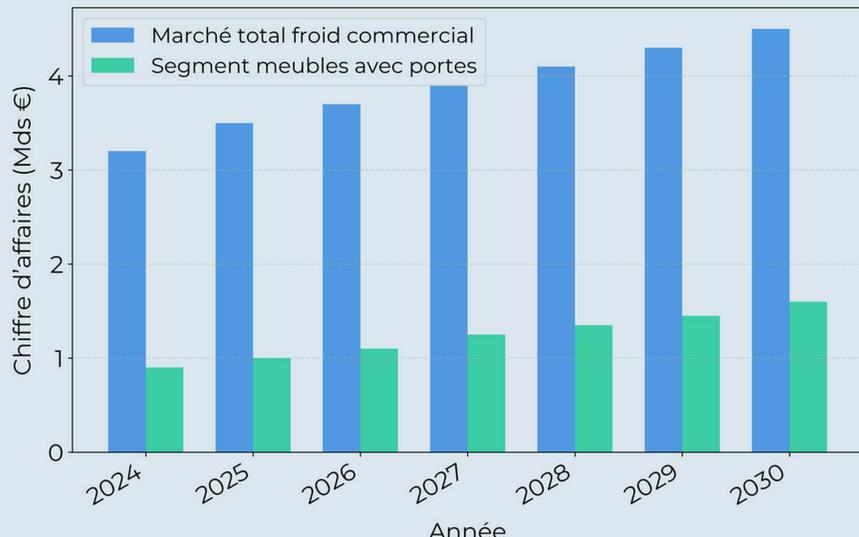
Exemple de mini cas concret :

Contexte : mise en service d'une chambre froide boutique 1,5 kW. Étapes : test azote 12 bar, tirage au vide 25 minutes, vide final 420 microns, charge 0,85 kg, démarrage et relevés.

Résultat : fonctionnement stable, courant 3,2 A. Livrable : fiche de mise en service avec 7 données chiffrées et signature client.

Graphique chiffré

Europe : marché du froid commercial et meubles avec portes (2024-2030)



Checklist opérationnelle :

Élément	À faire	Vérifié
Raccords et soudures	Contrôler visuellement et au savon	Oui / Non
Test azote	Appliquer 10 à 15 bar selon installation	Oui / Non
Tirage au vide	Atteindre ≤ 500 microns et stabiliser	Oui / Non
Charge frigorifique	Peser selon plaque constructeur	Oui / Non
Relevés finaux	Remplir fiche et signatures	Oui / Non

Astuce de stage :

Note tout sur papier même si tu as une appli, le client veut souvent la version papier, et cela t'évite d'oublier un chiffre lors d'un contrôle inopiné en atelier.

i Ce qu'il faut retenir

Pour mettre une installation en service, tu dois maîtriser chaque étape.

- Avant l'essai, contrôle **soudures et raccords**, propreté, vannes et filtres, puis teste l'azote sec à 10 à 15 bar en respectant la sécurité.

- Réalise un **tirage au vide profond** jusqu'à \leq 500 microns, vérifie la stabilité 15 à 30 minutes, et recommence avec balayage azote si besoin.
- Charge le circuit **au poids constructeur**, ajuste superchauffe et sous-refroidissement, contrôle pressions, températures et courant (écart $\pm 10\%$).
- Consigne tout sur une **fiche de mise en service** : pressions, vide, durées, masse de fluide et relevés électriques, signée par le client.

En suivant cette méthode, tu garantis l'étanchéité, la fiabilité et les performances de l'installation, tout en gardant des traces utiles pour tout contrôle.

Maintenance d'une installation

Présentation de la matière :

En Bac Pro MFER, la **matière Maintenance d'une installation** te forme à garder en état les installations frigorifiques. Tu interviens sur les pannes, tu expliques ton travail au client, et un camarade m'a confié s'y être senti vite autonome.

Cette matière conduit à l'épreuve professionnelle de **Maintenance d'une installation** avec un **coefficients global de 5**. En voie scolaire, tu es évalué en CCF en terminale, sinon par une **épreuve écrite et pratique** unique de 7 heures en fin d'année.

Conseil :

Pour réussir la **Maintenance d'une installation**, mise sur le travail en atelier. Après chaque TP, note en 5 minutes mesures, pannes et pièces changées, cela t'aide vraiment à mémoriser les bons gestes.

Pour t'organiser, tu peux créer de **petites routines efficaces**. Voici 3 idées simples qui font la différence en maintenance.

- Planifie 2 heures de pratique par semaine
- Note chaque panne et solution retenue

Enfin, entraîne-toi sur des sujets complets en te chronométrant. Cette habitude de **travail sous pression maîtrisée** te rassurera et tu arriveras plus confiant le jour de l'épreuve.

Table des matières

Chapitre 1: Contrôle des paramètres de fonctionnement	Aller
1. Surveillance des paramètres clés	Aller
2. Contrôles périodiques et réglages	Aller
Chapitre 2: Diagnostic de pannes	Aller
1. Diagnostiquer méthodiquement	Aller
2. Outils et mesures	Aller
3. Cas concret et livrable	Aller
Chapitre 3: Maintenance préventive programmée	Aller
1. Organisation et objectifs	Aller
2. Outils, documents et suivi	Aller
3. Cas concret et livrable attendu	Aller
Chapitre 4: Maintenance corrective et réparations	Aller
1. Organisation des interventions	Aller
2. Techniques de réparation et sécurité	Aller

3. Suivi, documentation et amélioration Aller

Chapitre 5 : Compte rendu et traçabilité des interventions Aller

1. Organiser et rédiger un compte rendu Aller

2. Assurer la traçabilité et la conformité Aller

3. Cas concret, livrable et checklist opérationnelle Aller

Chapitre 1: Contrôle des paramètres de fonctionnement

1. Surveillance des paramètres clés :

Température et pression :

La température et la pression déterminent le rendement d'un équipement frigorifique, surveille les sondes régulièrement, note tout écart et corrige avant que l'appareil ne passe en défaut ou consomme trop d'énergie.

Débit et consommation électrique :

Le débit d'air et la consommation électrique traduisent l'efficacité, surveille une hausse de consommation de 10% ou plus, elle révèle souvent un colmatage, une perte de charge ou un compresseur fatigué.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

En réglant correctement un pressostat et en nettoyant un échangeur, une équipe a réduit les cycles courts et obtenu 8% d'économie d'énergie sur 1 mois.

Élément	Valeur normale	Action si hors norme
Température évaporateur	-5°C à +5°C	Contrôler détendeur, recharge ou dégivrage
Pression haute	10 à 20 bars selon fluide	Vérifier condenseur et ventilation
Consommation électrique	Valeur de base mesurée en kW	Comparer historique, rechercher surconsommation >10%
Débit d'air	Débit constructeur ±10%	Nettoyage filtres et gaines

Astuce pratique :

Organise ton carnet de maintenance avec 1 page par équipement, note chaque mesure, la date et ton observation, tu gagneras 10 à 20 minutes par intervention en atelier.

2. Contrôles périodiques et réglages :

Fréquence et protocoles :

Planifie contrôles quotidiens, hebdomadaires et trimestriels selon le risque, par exemple vérification visuelle tous les jours et relevé chiffré des paramètres 1 fois par semaine.

Registre et traçabilité :

Conserve un registre papier ou numérique, note 6 mesures clés par contrôle, signe, date et archive 2 ans, cela facilite la traçabilité et accélère le diagnostic en cas d'incident.

Cas concret :

Contexte: intervention sur groupe froid d'un supermarché, étapes: relevés toutes les 15 minutes pendant 6 heures puis nettoyage filtre, résultat: réduction de 3°C de l'évaporateur, livrable: rapport de 2 pages et tableau de 6 mesures.

Exemple d'intervention rapide :

Un stagiaire a remplacé un filtre colmaté en 45 minutes, la consommation a baissé de 12%, et l'évitement d'une panne a économisé environ 400 euros de réparation potentielle.

Check-list opérationnelle :

Tâche	Fréquence	Commentaire
Vérification visuelle	Quotidienne	Fuite, bruit, voyants
Relevé paramètres	Hebdomadaire	6 mesures clés
Nettoyage filtres	Mensuelle	Temps estimé 30 à 60 minutes
Contrôle pression et huile	Trimestrielle	Mesures et ajustements

Une petite anecdote: la première fois que j'ai noté soigneusement les mesures j'ai évité une panne la veille d'un week-end chargé, ça m'a rendu fier et utile.

i Ce qu'il faut retenir

Commence par **surveiller les paramètres clés**: température évaporateur (-5°C à +5°C), pression haute, **consommation électrique et débit**. Toute dérive signale un encrassement, une perte de charge ou un réglage à corriger.

- Si la consommation augmente de plus de 10 %, contrôle filtres, échangeurs et compresseur.
- Utilise un **registre de maintenance structuré** avec 1 page par équipement, au moins 6 mesures datées et signées.
- Applique des **contrôles réguliers planifiés**: visuel quotidien, mesures hebdomadaires, nettoyage mensuel, pression et huile trimestrielles.

Ces habitudes te font gagner du temps, réduisent les cycles courts, économisent de l'énergie et t'aident à éviter des pannes coûteuses tout en facilitant le diagnostic.

Chapitre 2 : Diagnostic de pannes

1. Diagnostiquer méthodiquement :

Observation initiale :

Quand tu arrives sur site, commence par observer l'installation et noter les symptômes précis, les bruits, les températures et les voyants. Cette étape prend souvent 5 à 15 minutes selon la complexité.

Formulation d'hypothèses :

Tu classeras ensuite 2 à 4 hypothèses plausibles, du plus fréquent au moins probable. Cela te permet de planifier les mesures à faire et d'éviter les interventions inutiles.

Test et validation :

Exécute des tests ciblés pour valider ou invalider chaque hypothèse, en commençant par les contrôles les plus rapides et les moins invasifs, pour gagner du temps et limiter les risques.

Exemple d'identification rapide :

Un compresseur qui ne démarre plus, voyant défaut présent, test du disjoncteur, contrôle du relais et mesure du courant pour savoir si le problème est électrique ou mécanique.

2. Outils et mesures :

Instruments clés :

Prépare toujours manomètres, multimètre, pince ampèremétrique, thermomètre infrarouge et détecteur de fuite. Ces outils couvrent 80 à 90% des diagnostics terrain rapides.

Instrument	Usage principal	Valeur indicative
Manomètre	Mesure pression aspiration et refoulement	Aspiration 1 à 4 bar, refoulement 10 à 25 bar
Multimètre	Contrôle tension et continuité	Tension 230 V, continuité $< 1 \Omega$
Pince ampèremétrique	Mesure du courant moteur	Courant nominal 5 à 20 A selon moteur
Thermomètre infrarouge	Contrôle température évaporateur et condenseur	Écart typique évaporateur -5 à 5 °C

Procédures de mesure :

Respecte l'ordre logique, mesure tensions puis courants, puis pressions et températures. Note systématiquement les valeurs avant et après intervention pour comparer l'efficacité du correctif.

Exemple de procédure rapide :

Contrôle d'un circuit frigorifique : mesurer tension, vérifier courant compresseur, relever pression aspiration et refoulement, puis mesurer température évaporateur et surface de condenseur.

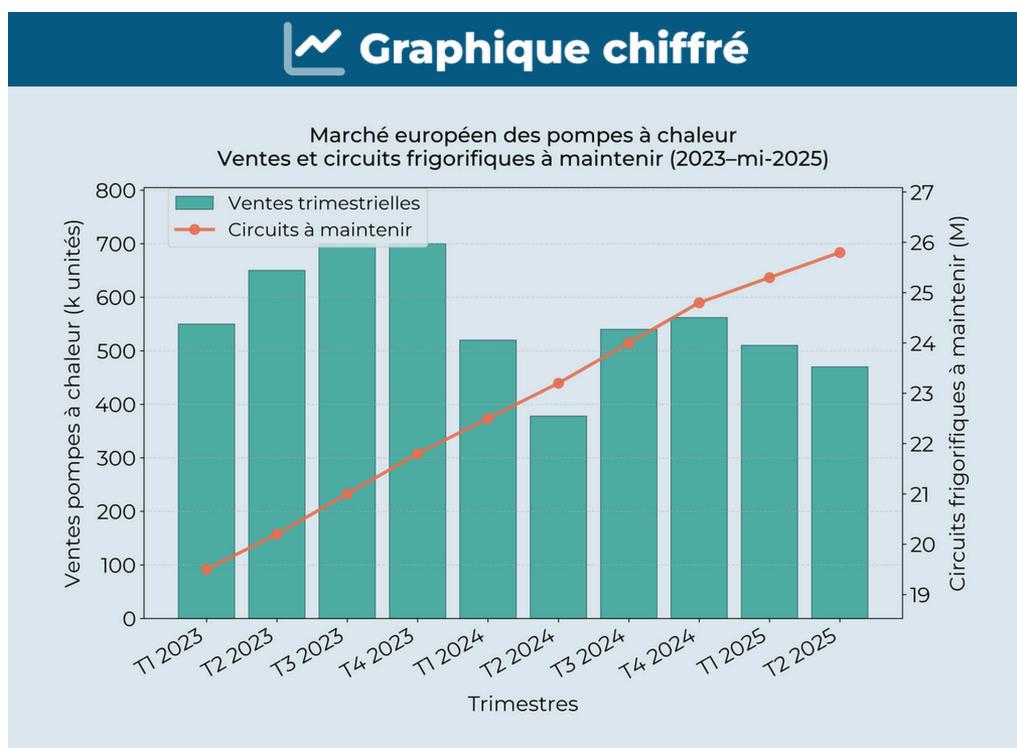
3. Cas concret et livrable :

Mini cas concret :

Contexte : commerce alimentaire, armoire frigo qui givre beaucoup et ne descend pas sous 2 °C. Symptômes notés par le client depuis 3 jours, perte d'activité et risque sanitaire.

Étapes de diagnostic :

1. Mesure température évaporateur - constat -3 °C à sondes, 2. Pression aspiration 1,8 bar et refoulement 18 bar, 3. Courant compresseur 12 A, 4. Détection fuite légère au raccord.



Résultat chiffré et action réalisée :

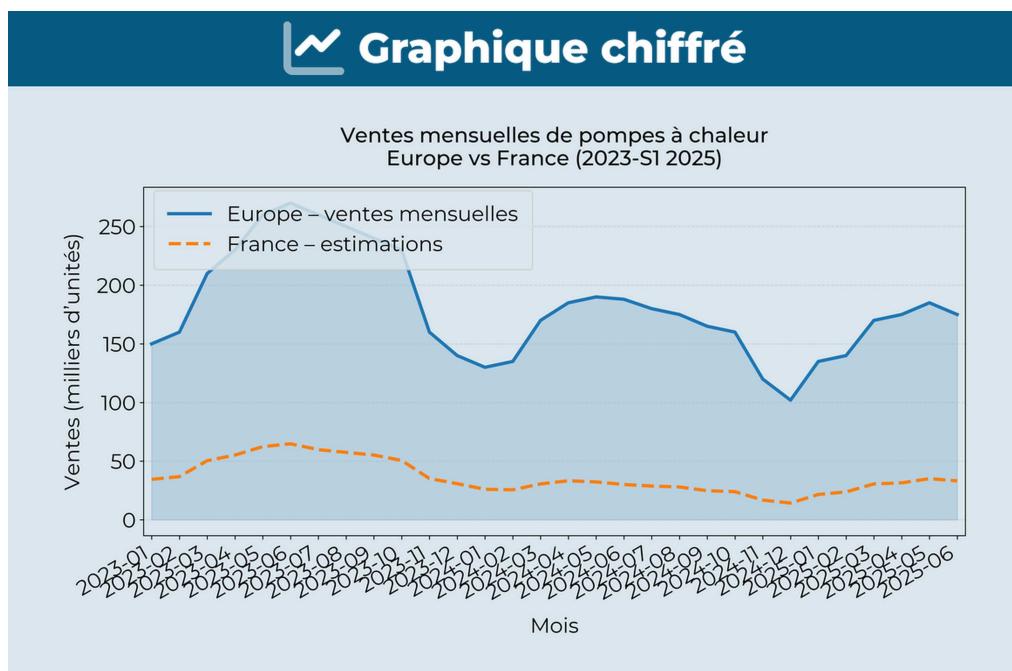
Intervention 1 h 30, remplacement filtre déshydratant et resserrage de raccord, récupération 0,4 kg de fluide, remise en service. Température atteinte 2 jours après intervention 0 °C.

Livrable attendu :

Tu dois rendre un rapport d'intervention de 1 page avec constat initial, valeurs mesurées, opérations réalisées, durée en minutes, coût estimé en euros et recommandations de suivi.

Exemple de livrable :

Rapport : problème de givre, pressions 1,8/18 bar, courant 12 A, remplacement filtre, durée 90 minutes, coût pièces 45 euros, recommandations contrôle dans 7 jours.



Checklist opérationnelle :

Étape	Action
Préparation	Vérifier outils, EPI, verrouillage électrique
Observation	Noter symptômes et relevés initiaux
Mesures	Prendre tensions, courants, pressions, températures
Intervention	Exécuter correction la moins invasive d'abord
Validation	Comparer valeurs avant/après et noter recommandations

Conseils de terrain :

Garde toujours un carnet avec 10 modèles de rapports prêts à remplir. En stage, cela m'a permis de gagner 20 minutes par intervention et de paraître plus pro aux yeux du client.

i Ce qu'il faut retenir

Pour diagnostiquer une panne, tu suis toujours une démarche structurée, du constat aux mesures, puis à l'action et au rapport.

- Commence par une **observation initiale détaillée** et note symptômes, bruits, voyants et températures.
- Tu dois ensuite **formuler quelques hypothèses** et les tester avec les contrôles les plus simples d'abord.
- Utilise l'**ordre logique des mesures** : tensions, courants, pressions, températures, en consignant tout.
- Clôture avec un **rappor t d'intervention complet** : valeurs, opérations, durée, coût et recommandations.

Cette méthode te fait gagner du temps, sécurise les interventions et rassure le client sur ton sérieux.

Chapitre 3 : Maintenance préventive programmée

1. Organisation et objectifs :

Définir les objectifs :

La maintenance préventive vise à éviter les pannes et prolonger la durée de vie des équipements, tout en réduisant les coûts d'exploitation et les arrêts non planifiés.

Priorisation des équipements :

Classe les équipements par criticité selon la sécurité, l'impact production et le coût de la panne, pour concentrer tes interventions sur les éléments essentiels en priorité.

Planification annuelle :

Établis un calendrier annuel simple, avec fréquences mensuelle, trimestrielle et annuelle. Prévois 12 contrôles mensuels et 4 visites annuelles pour une petite installation type.

Exemple d'optimisation d'un processus de production :

Tu planifies 12 contrôles mensuels sur compresseurs, 4 visites annuelles pour circuits frigorifiques, et réduis les interruptions imprévues de 20% en 1 an.

Élément	Fréquence recommandée	But
Compresseur	Mensuel	Vérifier lubrification et vibrations
Détendeurs et échangeurs	Trimestriel	Contrôler encrassement et performance
Fuites de fluide frigorigène	Annuel	Respecter la réglementation et limiter les pertes

2. Outils, documents et suivi :

Registre d'équipements :

Tiens à jour une fiche par équipement avec référence, date d'installation, consommation, et historique des interventions, pour suivre l'usure et planifier les remplacements.

Outils et instruments :

Garde sur la camionnette un manomètre, un appareil pour détection de fuite, une pince ampèremétrique et un jeu de clés. Vérifie l'étalonnage des instruments tous les 12 mois.

Indicateurs de suivi :

Mesure le taux d'interventions imprévues, le coût par équipement et le temps moyen de réparation. Ces indicateurs montrent si ton plan préventif est efficace.

Astuce de stage :

Apprends à remplir la fiche d'intervention proprement, note la durée exacte et les pièces changées, cela facilite le suivi et évite les interventions inutiles.

Question à se poser	Action
Cet équipement est-il critique ?	Augmenter la fréquence de contrôle si oui
As-tu les pièces de rechange ?	Constituer un stock minimal pour 3 à 6 mois
Les instruments sont-ils étalonnés ?	Planifier l'étalonnage annuel

3. Cas concret et livrable attendu :

Contexte :

Petite chambre froide d'un magasin, capacité 5 m³, 1 compresseur et 1 condenseur. Problème fréquent de perte d'efficacité et consommation électrique élevée observée depuis 6 mois.

Étapes de l'intervention :

- Inspection visuelle et nettoyage des échangeurs
- Mesure de performances et relevé de température et pression
- Contrôle de fuite et recharge si nécessaire
- Mise à jour de la fiche d'équipement et planification

Résultats et livrable :

Après 1 intervention complète, rendement amélioré de 12% et consommation réduite de 8% sur 3 mois. Livrable attendu, un plan de maintenance 12 mois avec 12 actions mensuelles et 4 visites trimestrielles.

Exemple de mini cas concret :

Sur ton stage, tu crées une fiche pour la chambre froide, réalises 12 contrôles mensuels, notes 3 petites fuites réparées et remets un planning annuel au responsable.

Check-list opérationnelle	Priorité
Vérifier niveau d'huile et vibration du compresseur	Haute
Nettoyer condenseur et échangeurs	Moyenne
Contrôler pression et température de service	Haute
Tester détecteur de fuite et consigner le résultat	Haute
Mettre à jour la fiche d'intervention	Moyenne

Astuce terrain :

Si tu as 30 minutes, fais le tour complet et note tout ce qui claque ou fuit, ces observations valent souvent plus que des mesures isolées en dépannage.

Exemple d'erreur fréquente :

Les élèves oublient souvent de consigner la durée exacte d'une intervention, ce qui empêche d'évaluer précisément le temps passé et d'améliorer le planning.

i Ce qu'il faut retenir

La **maintenance préventive programmée** vise à limiter les pannes, prolonger la durée de vie et réduire les arrêts coûteux en ciblant d'abord les **équipements les plus critiques**.

- Établis un calendrier simple mensuel-trimestriel-annuel avec contrôles réguliers des compresseurs, échangeurs et fuites.
- Tiens une **fiche d'équipement complète** par machine pour l'historique, les réglages et les remplacements.
- Utilise les bons instruments, vérifie leur étalonnage annuel et surveille quelques indicateurs simples.
- Sur une chambre froide, applique un **plan de maintenance 12 mois** avec contrôles et nettoyage systématiques.

Au stage, concentre-toi sur les check-lists, la qualité des comptes rendus et la mesure précise des durées pour améliorer en continu ton organisation.

Chapitre 4 : Maintenance corrective et réparations

1. Organisation des interventions :

Priorisation des pannes :

Lorsqu'une panne survient, évalue d'abord la sécurité, l'impact sur l'activité et le coût. Classe les interventions en urgence, importante ou différable, puis planifie selon les compétences disponibles et la disponibilité des pièces.

Intervention d'urgence :

Pour une intervention urgente, sécurise la zone, coupe l'alimentation si nécessaire et fais un relevé rapide des symptômes. Compte 30 à 60 minutes pour un diagnostic initial et prise de décision avant réparation.

Gestion des pièces de rechange :

Maintiens un stock de pièces critiques couvrant 2 à 4 interventions courantes. Cela évite souvent 24 à 48 heures d'attente et réduit le temps moyen de réparation effective.

Exemple d'organisation des stocks :

Pour un petit site, garde 1 compresseur standard, 2 filtres-drier et 3 capteurs de température, ce qui limite les délais d'immobilisation à moins de 48 heures dans 80% des cas.

Symptôme	Action corrective estimée
Perte de froid sur cellule	Contrôle fuite, recharge possible, remplacement détendeur ou compresseur, intervention 2 à 6 heures
Bruits anormaux compresseur	Arrêt, diagnostic roulements ou clapets, remplacement ou réparation 3 à 8 heures
Fuite d'huile visible	Localiser source, remplacer joint ou raccord, récupérer fluide, intervention 1 à 3 heures

2. Techniques de réparation et sécurité :

Consignation et sécurité électrique :

Avant toute réparation, effectue la consignation électrique et vérifie l'absence de tension. Utilise EPI adaptés et affiche une étiquette de consignation visible pendant toute l'intervention.

Réparations mécaniques et tuyauterie :

Sur la tuyauterie, respect des tolérances de soudure et contrôle d'étanchéité obligatoire. Prévois entre 1 et 4 heures pour une soudure et un test de pression selon le diamètre et l'accès.

Interventions sur fluide frigorigène :

Récupère et stocke le fluide selon la réglementation, en utilisant une station de récupération. Pour une fuite courante, prévois 30 à 90 minutes pour la recherche, la récupération et la réparation initiale.

Astuce terrain :

Garde toujours une bouteille de récupération et un manomètre portatif dans la camionnette, cela te fait gagner souvent 30 à 60 minutes sur site.

3. Suivi, documentation et amélioration :

Rapport d'intervention et livrable :

Rédige un rapport clair avec diagnostic, pièces changées, temps passé et test après réparation. Le livrable attendu est un rapport signé, photos et relevés, remis sous 24 heures au client ou gestionnaire.

Cas concret - remplacement de compresseur :

Contexte: chambre froide d'un magasin en panne totale. Étapes: diagnostic 30 minutes, récupération 12 kg fluide, remplacement compresseur 4 heures, tests 30 minutes. Résultat: remise en service en 5 heures et 30 minutes.

Exemple de livrable :

Le livrable comprend la fiche d'intervention, liste des pièces (compresseur modèle X, numéro Y), durée totale 5,5 heures, coût pièce 1 200 €, main d'œuvre 280 €.

Indicateurs de performance :

Suivi MTTR et taux de reprise sont essentiels. Vise un MTTR inférieur à 8 heures sur installations critiques et réduction des reprises de 20% en 12 mois grâce à l'analyse des causes.

Étape opérationnelle	Réalisation
Sécuriser et consigner	Couper alimentation, affichage consignation, EPI
Diagnostic rapide	30 à 60 minutes, tests de base
Réparation	Temps variable 1 à 8 heures selon la panne
Vérification finale	Test de fonctionnement et relevés, transmission rapport

Check-list opérationnelle :

- Prendre photos avant et après intervention
- Noter temps d'arrêt exact et durée d'intervention
- Vérifier présence des pièces critiques en stock
- Récupérer et consigner tout fluide récupéré
- Remettre rapport au client sous 24 heures

Exemple d'amélioration continue :

Après une série de 5 pannes similaires, j'ai proposé un changement préventif de matériel, réduisant les interventions correctives de 40% sur 6 mois.

i Ce qu'il faut retenir

En maintenance corrective, tu priorises les pannes selon sécurité, impact et coût, puis tu organises les interventions et les pièces.

- Classer en **urgence, important, différrable** et réaliser un diagnostic rapide en 30 à 60 minutes.
- Assurer **sécurisation et consignation électrique** avant toute réparation mécanique, de tuyauterie ou sur fluide.
- Maintenir un **stock minimal de pièces critiques** pour limiter les temps d'immobilisation.
- Documenter chaque action avec rapport signé, photos, relevés et suivre **MTTR et taux de reprise**.

En appliquant ces règles et une check-list systématique, tu réduis les délais, évites les reprises et améliores progressivement la fiabilité des installations frigorifiques.

Chapitre 5 : Compte rendu et traçabilité des interventions

1. Organiser et rédiger un compte rendu :

Objectif et contenu :

Le compte rendu doit dire ce que tu as fait, quand, comment et avec quels matériels. Indique les mesures, les pièces remplacées, la quantité de fluide et les remarques de sécurité pertinentes.

Format et outils :

Utilise un formulaire papier standard ou un logiciel de GMAO. Note date, heure, nom de l'intervenant, immatriculation de l'équipement, mesures et photos horodatées pour preuve.

Exemple d'organisation d'un compte rendu :

Après une recharge de 2,4 kg de fluide, tu notes pression haute, pression basse, température évaporateur, nom du client et ajoutes deux photos du manomètre et du numéro de série.

2. Assurer la traçabilité et la conformité :

Registre des interventions et exigences légales :

D'après le ministère de la Transition écologique, garde les registres des interventions sur fluides frigorigènes pendant 5 ans. Mentionne quantités, fuites détectées et réparations réalisées pour être en règle.

Éléments à tracer :

Trace numéro de série, lots de pièces, référence du fluide, quantité en kg, lecture des capteurs, signatures et photos. Ces éléments facilitent les audits et réduisent les relances clients.

Accès, sauvegarde et sécurité des données :

Sauvegarde les comptes rendus sur serveur sécurisé ou cloud d'entreprise, avec accès restreint. Conserve les originaux pendant 2 ans en local si exigé par ton employeur pour vérification rapide.

Astuce terrain :

Prends systématiquement 2 photos: une générale de l'installation et une close-up sur la plaque signalétique, ça évite 30 minutes de déplacements supplémentaires lors d'un contrôle.

Élément	Information à inscrire
Date et heure	Date complète et heure de début et fin

Intervenant	Nom, qualité et signature
Mesures	Pressions, températures, valeurs chiffrées
Matériel utilisé	Référence, numéro de lot, quantité (kg, mL)
Pièces remplacées	Référence et numéro de série

3. Cas concret, livrable et checklist opérationnelle :

Mini cas concret :

Contexte: intervention sur groupe froid d'un commerce après fuite signalée. Étapes: contrôle, réparation d'une soudure, recharge 1,2 kg de fluide, test d'étanchéité de 30 minutes. Résultat: arrêt de la fuite confirmé.

Livrable attendu :

Tu remets un compte rendu signé, 3 photos horodatées, la quantité exacte de fluide notée et la facture des pièces. Le rapport doit indiquer 1,2 kg ajouté et un délai de surveillance de 7 jours.

Exemple de livrable chiffré :

Rapport PDF de 2 pages, 3 photos, 1 fiche matériel, mention "recharge 1,2 kg R452A", signature technicien, temps d'intervention 2 heures.

Checklist opérationnelle :

- Vérifier la plaque signalétique et noter le numéro de série.
- Mesurer et consigner pressions et températures avant et après intervention.
- Photographier la zone et horodater chaque image.
- Noter toutes les quantités de fluide en kg et signer le rapport.
- Transmettre le rapport à la GMAO dans les 48 heures.

Étape	Délai ou valeur
Réalisation du compte rendu	Dans les 48 heures
Conservation des registres	5 ans
Durée du test d'étanchéité	30 minutes
Temps type d'intervention	1 à 3 heures

 **Ce qu'il faut retenir**

Ce chapitre t'apprend à rédiger un compte rendu complet d'intervention et à assurer une **tracabilité réglementaire fiable**.

- Note toujours ce que tu fais, quand, comment, avec quels matériels et les **mesures chiffrées essentielles**.
- Utilise un formulaire ou une GMAO, ajoute date, heure, photos horodatées et signatures pour **prouver chaque opération**.
- Conserve les registres 5 ans, sauvegarde sur support sécurisé et limite les accès aux données sensibles.
- Applique la checklist: numéros de série, pressions avant et après, quantités de fluide en kg, envoi du rapport sous 48 heures.

En suivant ces règles, tu facilites les audits, protèges ton entreprise et évites les litiges avec les clients tout en gagnant du temps sur le terrain.

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.