

175 Fiches de Révision

# CAP IFCA

Installateur en Froid et  
Conditionnement d'Air

 Fiches de révision

 Fiches méthodologiques

 Tableaux et graphiques

 Retours et conseils



Conforme au Programme Officiel



Garantie Diplômé(e) ou Remboursé

**4,5/5** selon l'Avis des Étudiants



# Préambule

## 1. Le mot du formateur :



Hello, moi c'est **Julie** !

D'abord, je tiens à te remercier de m'avoir fait confiance et d'avoir choisi [www.capifca.fr](http://www.capifca.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 **CAP Installateur en Froid et Conditionnement d'Air** avec une moyenne de **16,44/20** à l'examen final.

## 2. Pour aller beaucoup plus loin :

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

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



## 3. Contenu du dossier Bâtiment & Travaux :

- Vidéo 1 - Du terrain au gros œuvre, structure du bâtiment (15 min)** : Repères sur les étapes du gros œuvre et la structure.
- Vidéo 2 - Second œuvre, enveloppe et finitions (15 min)** : Vue globale des travaux d'enveloppe et de finition.
- Vidéo 3 - Dessin, plans, métrés et chiffrage de travaux (14 min)** : Clés pour lire, mesurer et chiffrer un projet.
- Vidéo 4 - Organisation de chantier, sécurité et coordination des corps d'État (14 min)** : Méthodes pour planifier un chantier sûr et coordonné.
- Vidéo 5 - Performance du bâtiment, réglementations et maintenance (18 min)** : Bases pour optimiser, contrôler et maintenir un bâtiment.

→ Découvrir

## Table des matières

<b>Français</b> .....	Aller
<b>Chapitre 1:</b> Lire et comprendre .....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Écrire un texte .....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Expression orale .....	Aller
<b>Chapitre 4:</b> Orthographe et grammaire .....	Aller
<b>Histoire-Géographie-EMC</b> .....	Aller
<b>Chapitre 1:</b> Repères historiques .....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Repères géographiques .....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Citoyenneté et règles .....	Aller
<b>Mathématiques-Sciences physiques et chimiques</b> .....	Aller
<b>Chapitre 1:</b> Calculs et pourcentages .....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Grandeurs et unités .....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Mesures et conversions .....	Aller
<b>Chapitre 4:</b> Phénomènes physiques simples .....	Aller
<b>Prévention-Santé-Environnement</b> .....	Aller
<b>Chapitre 1:</b> Hygiène et santé .....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Prévention des risques .....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Gestes d'urgence .....	Aller
<b>Statique et dynamique des fluides et mécanique</b> .....	Aller
<b>Chapitre 1:</b> Pression et débit .....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Circulation des fluides .....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Forces et mouvements .....	Aller
<b>Chapitre 4:</b> Organes mécaniques .....	Aller
<b>Chapitre 5:</b> Mesures et contrôles .....	Aller
<b>Électricité</b> .....	Aller
<b>Chapitre 1:</b> Schémas électriques .....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Raccordements et câblage .....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Sécurité électrique .....	Aller
<b>Chimie</b> .....	Aller
<b>Chapitre 1:</b> Matière et mélanges .....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Réactions simples .....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Produits et étiquetage .....	Aller
<b>Chapitre 4:</b> Risques chimiques .....	Aller
<b>Chapitre 5:</b> Stockage et manipulation .....	Aller

<b>Thermique</b>	.....	Aller
<b>Chapitre 1:</b> Chaleur et température .....	.....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Transferts de chaleur .....	.....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Changements d'état .....	.....	Aller
<b>Acoustique</b>	.....	Aller
<b>Chapitre 1:</b> Bruit et niveaux sonores .....	.....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Propagation du son .....	.....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Isolation phonique .....	.....	Aller
<b>Chapitre 4:</b> mesure du bruit .....	.....	Aller
<b>Chapitre 5:</b> Confort acoustique .....	.....	Aller
<b>Dessin</b>	.....	Aller
<b>Chapitre 1:</b> Lecture de plans .....	.....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Conventions de dessin .....	.....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Schémas techniques .....	.....	Aller
<b>Organisation du travail et entreprise</b>	.....	Aller
<b>Chapitre 1:</b> Préparer un chantier .....	.....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Organisation du poste .....	.....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Planifier les tâches .....	.....	Aller
<b>Chapitre 4:</b> Règles de sécurité .....	.....	Aller
<b>Chapitre 5:</b> Notions d'entreprise .....	.....	Aller
<b>Communication</b>	.....	Aller
<b>Chapitre 1:</b> Compte rendu écrit .....	.....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Échanges avec le client .....	.....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Transmission d'informations .....	.....	Aller

# Français

## Présentation de la matière :

En **CAP IFCA**, le **Français** te sert à comprendre une consigne, expliquer un diagnostic, et rédiger un message client propre, comme un compte rendu d'intervention ou une fiche de suivi.

Cette matière conduit à l'épreuve **Français et histoire-géographie EMC**, notée avec un **coefficent 3**. Le plus souvent, tu es évalué en **CCF** dans la dernière année, sinon en **ponctuel** sur **2 h 15**, avec une partie écrite et une partie orale.

Je repense à un camarade qui savait dépanner vite, mais perdait des points juste parce que ses phrases étaient floues, le jour où il a appris à structurer, sa moyenne a décollé.

## Conseil :

Fais simple et régulier: 20 minutes, 3 fois par semaine. Lis 1 texte court, puis résume-le en 5 lignes, ça muscle la compréhension et ça te donne des phrases prêtes pour l'examen.

Pour l'écrit, entraîne-toi à produire **15 à 20 lignes** avec un plan en 3 étapes, et garde 5 minutes pour la relecture. Pour gagner du temps: Note 3 connecteurs logiques, et 5 mots de vocabulaire métier.

- Lire la consigne 2 fois
- Surligner les mots clés
- Rédiger des phrases courtes

Pour l'oral, prépare 2 exemples vécus en stage, et entraîne-toi à parler 5 minutes sans lire, en articulant et en justifiant tes choix.

## Table des matières

<b>Chapitre 1:</b> Lire et comprendre .....	Aller
1. Repérer l'essentiel .....	Aller
2. Analyser pour agir .....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Écrire un texte .....	Aller
1. Préparer ton texte .....	Aller
2. Construire des paragraphes clairs .....	Aller
3. Réviser et corriger .....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Expression orale .....	Aller
1. Préparer ta prise de parole .....	Aller
2. Structurer ton intervention .....	Aller
3. Gérer le stress et l'interaction .....	Aller

<b>Chapitre 4 : Orthographe et grammaire .....</b>	<b>Aller</b>
1. Orthographe essentielle .....	Aller
2. Accords et conjugaisons .....	Aller
3. Outils et repères pratiques .....	Aller

# **Chapitre 1: Lire et comprendre**

## **1. Repérer l'essentiel :**

### **Objectif et public :**

Ce point t'apprend à lire vite et juste pour extraire l'information utile d'un cours, d'une notice ou d'une fiche technique lors de ton stage en froid. L'idée est d'aller à l'essentiel pour agir efficacement.

### **Techniques de lecture :**

Apprends trois façons de lire : survol pour repérer, lecture active pour comprendre, et lecture ciblée pour vérifier un détail précis. Choisis la méthode selon le temps, souvent entre 2 et 15 minutes.

### **Outils et annotations :**

Utilise un surlieur, des flèches sur les schémas et une note rapide en marge. Garde une feuille de synthèse d'une page pour chaque notice importante, c'est souvent ce que réclame ton tuteur en stage.

### **Exemple de repérage :**

Chez un client, tu regardes d'abord le schéma électrique et la page de sécurité en 2 minutes, puis tu lis les étapes de démontage en 10 minutes pour planifier ton intervention.

Type de lecture	Utilité
Survol	Repérer titres, schémas et avertissements
Lecture active	Comprendre étapes et raisons des actions
Lecture ciblée	Chercher une valeur, un repère de sécurité ou une consigne

## **2. Analyser pour agir :**

### **Plan simple :**

Pour résumer ou expliquer un document, utilise un plan en trois parties : situation, problème, solution. Chaque partie doit contenir 2 à 4 phrases claires, pour tenir sur une feuille synthèse d'une page.

### **Connecteurs et vocabulaire clé :**

Apprends une dizaine de connecteurs utiles comme donc, car, cependant, enfin. Prépare une liste de 20 mots techniques fréquents en froid, par exemple compresseur, détente, condenseur, fluide.

### **Lire un document technique :**

Au stage, lis d'abord la page sécurité, puis le schéma et enfin la procédure pas à pas. Repère le type de fluide, les pressions nominales et les outils requis avant de commencer l'intervention.

#### **Exemple d'analyse d'un paragraphe :**

Sur une notice, identifie la consigne principale en 1 phrase, les 2 risques majeurs, puis note l'action corrective à faire en priorité, cela te fera gagner du temps sur le terrain.

#### **Exemple d'intervention technique :**

Contexte : en stage, remplacement d'un compresseur sur une pompe à chaleur contenant R410A. Étapes : vérification de l'étiquette, vidange, remplacement, test de 3 pressions, remise en service. Durée totale 40 minutes. Résultat : 1 fuite détectée puis réparée. Livrable attendu : fiche d'intervention d'une page avec 7 points cochés.

#### **Astuce pratique :**

Prends toujours 2 photos : une avant et une après intervention, puis note la pression lue et l'heure. Cela évite les malentendus avec le client et ton tuteur de stage.

Contrôle	Action
Lire l'étiquette	Noter le fluide et la masse indiquée
Vérifier les symboles	Repérer danger électrique ou haute pression
Prendre les valeurs	Note pression, température et heures
Documenter	Remplir la fiche et prendre 2 photos
Informier le tuteur	Signaler toute anomalie avant départ

#### **Ce que j'aurais aimé savoir au début :**

Lire une notice ne suffit pas, il faut aussi savoir la traduire en actions concrètes. Je me rappelle qu'une fois j'ai perdu 15 minutes à cause d'une consigne mal interprétée, depuis je note toujours la valeur clé.

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

Tu dois lire vite et juste pour extraire l'info utile en stage (cours, notice, fiche technique) et la transformer en actions. Adapte ta méthode : **lecture en survol** pour repérer, **lecture active efficace** pour comprendre, **lecture ciblée rapide** pour vérifier un détail.

- Commence par sécurité, puis schémas, puis procédure pas à pas.
- Annote (surlieur, flèches, notes) et fais une synthèse d'1 page.
- Pour résumer : plan **situation, problème, solution** en 2 à 4 phrases par partie.

- Avant d'agir : fluide, pressions nominales, outils, valeurs et heures + 2 photos.

Tu gagnes du temps en repérant la consigne principale, les risques et l'action prioritaire. Une notice ne suffit pas : note toujours la valeur clé et signale toute anomalie à ton tuteur.

## Chapitre 2 : Écrire un texte

### 1. Préparer ton texte :

#### **Objectif et public :**

Avant d'écrire, décide pourquoi tu rédiges et à qui tu t'adresses, client, chef d'équipe ou examen. Cela te guide sur le ton, le vocabulaire et la longueur du texte.

#### **Plan simple :**

Opte pour 3 parties maximum, introduction, développement en 2 ou 3 paragraphes, puis une conclusion courte. Un plan clair te fait gagner 5 à 10 minutes à l'examen.

#### **Mots-clés et connecteurs :**

Choisis 8 à 12 mots techniques ou expressions utiles pour ton sujet, et 6 connecteurs courants pour lier tes idées. Cela rend ton texte cohérent et professionnel.

#### **Exemple d'organisation d'un texte :**

Pour un rapport de panne, écris une intro sur la situation, détaille les causes et interventions, puis propose une recommandation claire et chiffrée.

### 2. Construire des paragraphes clairs :

#### **Phrase d'idée :**

Commence chaque paragraphe par une phrase qui annonce l'idée principale. Cette phrase sert de fil rouge et aide le correcteur à suivre rapidement ton raisonnement.

#### **Développement et exemples :**

Développe avec 2 à 3 phrases précises, utilise un exemple concret ou un chiffre. Une intervention sur une PAC peut durer 30 à 60 minutes, note ce détail pour être crédible.

#### **Transition et connecteurs :**

Utilise 1 ou 2 connecteurs par transition, comme ensuite, cependant, enfin. Ils structurent ta logique et évitent les ruptures brusques entre idées.

#### **Exemple de paragraphe technique :**

Lors d'une intervention, commence par l'anomalie constatée, décris la vérification effectuée, puis précise l'action réalisée et le résultat observé.

Élément	Question à se poser
Objectif	Quel est le but du texte, informer, convaincre ou rendre compte
Public	Le lecteur connaît-il le sujet ou faut-il expliquer les termes
Structure	Le plan est-il en 3 parties simples et lisibles

Clarté	Chaque paragraphe commence-t-il par une idée principale
--------	---

### 3. Réviser et corriger :

#### **Selecture en 3 passes :**

Fais d'abord une relecture rapide pour l'ordre des idées, puis une relecture pour la clarté des phrases, enfin une relecture orthographique et typographique avec un correcteur si possible.

#### **Vérifier l'orthographe et la forme :**

Regarde les accords, les temps et les unités. Pour un rapport technique, vérifie que tu as noté les pressions, températures ou durées en chiffres corrects et cohérents.

#### **Format et livrable :**

Définis le format attendu, une page ou deux, photos numérotées, et un tableau de contrôles. Livrable clair facilite la lecture et améliore ta note en examen ou en stage.

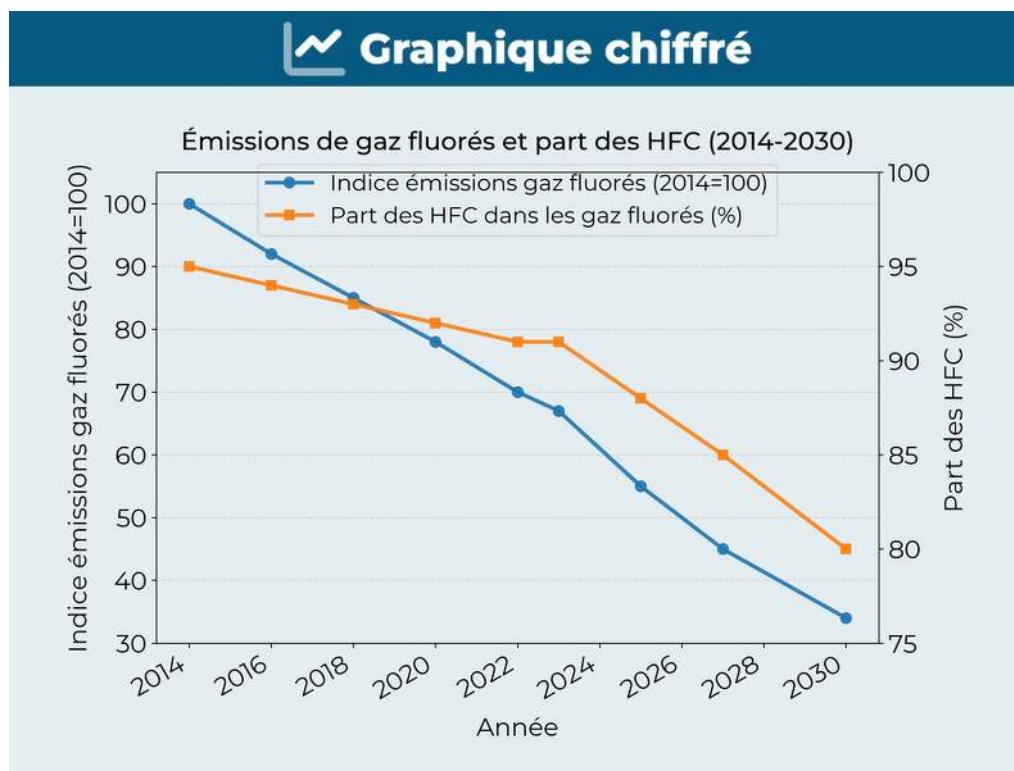
#### **Exemple d'éléments vérifiés avant rendu :**

Présence d'un titre, date, lieu, description claire des interventions, signature et contact du technicien, et photos si nécessaire.

#### **Cas concret : rapport de maintenance frigorifique :**

Contexte : intervention sur une chambre froide signalant une perte de froid, client professionnel, urgence. Étapes : diagnostic 20 minutes, démontage et remplacement d'une vanne en 40 minutes, test 15 minutes. Résultat : température stabilisée à 2 °C, client satisfait. Livrable attendu : rapport d'une page, 3 photos, tableau de 10 points vérifiés, durée totale 75 minutes.

## Graphique chiffré



### Exemple d'écriture du rapport :

Rapport synthétique d'une page comprenant identification de l'équipement, défaut constaté, actions menées, pièces remplacées, mesures avant et après intervention, recommandations et coûts estimés.

Checklist terrain	À faire
Identifier l'équipement	Noter modèle, numéro et lieu précis
Constater le défaut	Décrire symptômes et valeurs mesurées
Intervention	Lister actions et pièces changées
Vérification	Mesurer et noter températures et pressions
Rendu	Remettre un rapport d'1 page et photos

### Conseils pratiques et erreurs fréquentes :

Sur le terrain, garde 3 fiches modèles prêtes pour rapport standard, devis et compte rendu. Erreur fréquente, écrire trop long, perdre le lecteur. Raccourcis clairs rapportent souvent 1 à 2 points en plus.

### Exemple d'astuce de stagiaire :

Je notais toujours la température avant intervention, cela m'a évité de perdre du temps et m'a permis d'expliquer clairement les améliorations observées.

## Ce qu'il faut retenir

Pour écrire efficacement, commence par cadrer ton message et organiser tes idées avant de rédiger.

- Définis **objectif et public** pour ajuster ton ton, ton vocabulaire et la longueur.
- Fais un **plan en 3 parties** (intro, 2 à 3 paragraphes, conclusion) avec 8 à 12 mots-clés et quelques connecteurs.
- Structure chaque paragraphe avec une **phrase d'idée**, puis 2 à 3 phrases précises, un exemple ou un chiffre, et une transition.
- Termine par une **relecture en 3 passes** : ordre des idées, clarté, puis orthographe et unités.

En rapport technique, note les mesures, les actions et le résultat, puis rends un livrable clair (titre, date, photos, tableau si besoin). Évite d'écrire trop long : la concision aide le lecteur et améliore ta note.

## **Chapitre 3 : Expression orale**

### **1. Préparer ta prise de parole :**

#### **Objectif et public :**

Savoir présenter une intervention technique en 5 à 10 minutes à un client ou à un jury te permet d'installer la confiance et de montrer ton professionnalisme sur le terrain.

#### **Plan simple :**

Adopte un plan en 3 parties, introduction, déroulé technique, conclusion. Prévois 2 à 4 minutes par partie et note 3 points clés à répéter pour que ton message reste clair.

#### **Techniques pratiques :**

Prépare des repères écrits, utilise des mots simples, fais des phrases courtes. Garde les mains libres pour montrer des pièces et regarde ton interlocuteur au moins 50% du temps.

- Préparer 3 fiches brèves des points à dire
- Pratiquer 2 répétitions chronométrées de 5 à 8 minutes
- Choisir 2 exemples concrets pour illustrer chaque point

#### **Exemple d'accueil client :**

Bonjour, je suis technicien. Je vais expliquer le diagnostic en 3 étapes, donner une estimation du temps et du coût, puis proposer la solution adaptée, le tout en 8 à 10 minutes.

### **2. Structurer ton intervention :**

#### **Introduction claire :**

Annonce rapidement qui tu es, l'objet de l'intervention et la durée estimée. Une phrase d'accroche suffit pour capter l'attention et poser le cadre professionnel.

#### **Déroulé technique :**

Explique le diagnostic, montre les éléments, détaille les réparations possibles. Numérote les étapes, par exemple 1 diagnostic, 2 réparation, 3 test final pour que le client suive facilement.

#### **Conclusion et devis :**

Conclue en résumant les bénéfices, donne un devis chiffré et un délai précis. Termine en demandant si la personne a des questions et en proposant la date d'intervention.

#### **Astuce d'atelier :**

Lors de ton stage, note les questions fréquentes des clients, tu gagnes 30 à 60 secondes par intervention en préparant des réponses simples et répétées.

Expression	Pourquoi
« Je vais vérifier la panne en 3 étapes »	Permet de structurer l'attente du client et de limiter les interruptions
« Estimation entre 150 € et 250 € »	Donne de la transparence financière et évite les malentendus

### 3. Gérer le stress et l'interaction :

#### Gérer le stress :

Respire profondément avant de parler et commence par une phrase que tu connais bien. Visualise le déroulé en 30 secondes, ça réduit le trac et améliore ta voix et ton débit.

#### Répondre aux objections :

Écoute la remarque, reformule en une phrase, propose une solution chiffrée ou une alternative. Par exemple, donner 2 options avec leurs prix et délais rassure et montre que tu maîtrises.

#### Mini cas concret :

Contexte : Intervention chez un particulier pour une climatisation qui fuit, appel reçu à 9 h, déplacement à 10 h 30.

Étapes :

- Accueil et identification du problème, durée 5 minutes
- Diagnostic et photos, durée 15 minutes
- Proposition écrite de 2 solutions avec prix et délai, durée 5 minutes

Résultat :

Le client choisit la solution n°1, réparation prévue sous 48 heures, travail estimé à 2 heures, coût total 220 euros TTC. Tu remets une fiche d'intervention signée.

Livrable attendu :

Fiche d'intervention d'une page contenant diagnostic, solution choisie, coût chiffré et délai, signée par le client. Ce document est la preuve et sert de justificatif pour la facturation.

#### Exemple d'argumentation face à une objection :

Si le client juge le prix élevé, propose une alternative avec 30% de moins en remplaçant une pièce par une option révisée et explique l'impact sur la longévité.

Étape	Check-list opérationnelle
Préparation	Fiches points clés, outils prêts, tenue professionnelle

Accueil	Se présenter, annoncer durée, demander accord pour commencer
Diagnostic	Montrer les éléments, prendre photos, expliquer en mots simples
Devis et accord	Proposer 2 options chiffrées, noter le choix, obtenir signature
Clôture	Rappeler garanties, laisser contact, ranger proprement

Je me souviens d'une intervention où improviser un schéma simple a convaincu le client en moins d'une minute, ça m'a appris l'importance d'une bonne représentation orale.

### Ce qu'il faut retenir

Pour une intervention technique en 5 à 10 minutes, vise confiance et clarté : prépare un **plan en 3 parties** et répète tes **points clés répétés**. Parle simple, montre les éléments, regarde ton interlocuteur souvent, et annonce vite le cadre (qui, quoi, durée).

- Répète 2 fois en te chronométrant et utilise 3 fiches brèves.
- Structure le déroulé en étapes numérotées et illustre avec 2 exemples concrets.
- Présente un **devis chiffré et délai**, puis propose **2 options chiffrées** face aux objections.

Gère le stress avec une respiration et une première phrase maîtrisée. Termine en résumant le bénéfice, en demandant les questions et en obtenant une fiche d'intervention signée pour sécuriser l'accord et la facturation.

## Chapitre 4 : Orthographe et grammaire

### 1. Orthographe essentielle :

#### Principes simples :

L'orthographe, c'est d'abord la logique. Retiens 3 points : accords, homophones et mots techniques du métier. Ces repères t'évitent 70% des fautes visibles dans un rapport de stage ou une fiche d'intervention.

#### Mots fréquents sur le chantier :

Certains mots reviennent souvent : compresseur, détendeur, fluide, panneau, gainage. Apprends leur orthographe précise, c'est rapide et ça fait pro sur ton CV et dans ton compte rendu.

#### Erreur à éviter :

Ne confonds pas à et a, ni et et est. Vérifie ces 3 homophones en relisant chaque phrase, surtout dans les consignes et les observations techniques.

#### Exemple d'orthographe fréquente :

Sur une fiche d'intervention, un élève a écrit "détendeur" sans accent, le lecteur a mal interprété la pièce, coût estimé 40 euros de retard.

Erreur	Correction
Confusion à / a	À pour lieu ou but, a pour verbe avoir
Et / est	Et pour addition, est pour être
Participe passé	Vérifier accord selon auxiliaire et COD
Mots techniques mal orthographiés	Créer une liste de 20 mots métier à mémoriser

### 2. Accords et conjugaisons :

#### Accord sujet-verbe :

Sur le chantier, les phrases courtes sont meilleures. Fais attention au sujet collectif et au verbe. Accord au singulier ou pluriel change souvent le sens technique d'une phrase.

#### Accord du participe passé :

Avec l'auxiliaire avoir, le participe ne s'accorde pas sauf si le complément d'objet direct est avant. Ce point évite 2 erreurs sur 5 lors des corrections.

#### Règles de conjugaison utiles :

Maîtrise les temps de base : présent, passé composé, imparfait et futur. En atelier, utilise le présent et le passé composé pour décrire les opérations et les résultats.

### **Exemple d'accord :**

Dans un rapport, "les conduites a été posées" est faux, la forme correcte "les conduites ont été posées" évite un malus à l'examen.

### **3. Outils et repères pratiques :**

#### **Outils pour corriger :**

Utilise correcteur orthographique, dictionnaire et 2 listes de mots techniques. Consacre 10 minutes à la relecture après chaque compte rendu, tu réduiras significativement les fautes.

#### **Méthode rapide sur le terrain :**

Lis ton texte à voix haute, repère les homophones et les accords. Fais 3 relectures ciblées : orthographe, accords, terminologie technique. C'est efficace en moins de 15 minutes.

#### **Cas concret en atelier :**

Contexte : rapport d'intervention de 2 pages sur une réparation de compresseur. Étapes : rédaction, 10 minutes de relecture, application des 3 règles vues. Résultat : 80% moins de fautes, livrable attendu : fiche d'intervention propre de 2 pages.

#### **Astuce de stage :**

Avant de rendre un rapport, fais relire par un collègue ou un camarade. Un regard extérieur corrige souvent 1 faute que tu as lue 10 fois sans la voir.

<b>Étape</b>	<b>Action</b>
Lire à voix haute	Repérer homophones et oubli
Vérifier accords	Sujet-verbe et participe passé
Contrôler termes techniques	Comparer avec ta liste métier
Correction finale	10 minutes, relire et sauvegarder
Relecture externe	Faire relire par une autre personne

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

L'orthographe, c'est surtout de la logique : si tu sécurises les accords, les **homophones à surveiller** et les **mots techniques du métier**, tu élimines la majorité des fautes visibles dans un rapport ou une fiche d'intervention.

- Contrôle systématiquement à/a et et/est, surtout dans les consignes et observations.
- Soigne l'**accord sujet-verbe** et le participe passé (avec avoir, accord seulement si le COD est avant).

- Utilise correcteur, dictionnaire et une liste de 20 termes métier, puis fais une **relecture en 3 étapes** : orthographe, accords, terminologie.

Écris des phrases courtes, lis à voix haute et réserve 10 minutes de relecture. Si possible, fais relire par quelqu'un : un regard extérieur repère souvent la faute qui te bloque.

# Histoire-Géographie-EMC

## Présentation de la matière :

En **CAP IFCA**, la matière **Histoire-Géographie-EMC** t'aide à comprendre le monde du travail, les territoires, et la citoyenneté, en lien avec ton futur métier. Elle conduit à l'épreuve « **Français et histoire-géographie-EMC** », avec un **coefficent de 3**, le plus souvent en **CCF en dernière année**.

En CCF, tu passes un **oral de 15 minutes** maximum, noté sur 20, avec 2 temps: Analyse d'un document d'histoire ou de géographie (**12 points**), puis présentation d'un document en **EMC (8 points)**. Les documents sont préparés en amont.

En examen ponctuel, l'oral d'**Histoire-Géographie-EMC** reste sur 15 minutes, avec 5 minutes de préparation, et une liste de 8 documents à apporter. Je l'ai vu chez un camarade: Le stress baisse dès que tes repères sont prêts.

## Conseil :

Pour réussir, entraîne-toi comme pour une intervention technique: Prépare, explique, puis justifie. Fais 3 séries de fiches simples, repères, notions, exemple pro, et répète ton oral à voix haute 2 fois par semaine, chrono en main.

Le jour J, vise un **plan en 3 temps**, contexte, sens global, limites du document, puis relie l'EMC à une situation de chantier, sécurité, règle, responsabilité. Pièges fréquents: Réciter sans analyser, oublier de localiser, ou zapper les valeurs.

- Prévoir 20 minutes de révision 3 fois par semaine
- Répéter 1 oral complet chaque week-end
- Apprendre 10 dates et 10 repères de carte

## Table des matières

<b>Chapitre 1:</b> Repères historiques .....	<a href="#">Aller</a>
1. Origine et premières découvertes .....	<a href="#">Aller</a>
2. Révolutions techniques et régulations .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2:</b> Repères géographiques .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre la localisation et l'échelle .....	<a href="#">Aller</a>
2. Orientation, climat et relief .....	<a href="#">Aller</a>
3. Repères administratifs et pratiques terrain .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3:</b> Citoyenneté et règles .....	<a href="#">Aller</a>
1. Droits et devoirs au travail .....	<a href="#">Aller</a>
2. Sécurité et environnement .....	<a href="#">Aller</a>
3. Vie citoyenne et comportement professionnel .....	<a href="#">Aller</a>

## Chapitre 1: Repères historiques

### 1. Origine et premières découvertes :

#### Contexte et dates :

La réfrigération moderne commence au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, avec des démonstrations scientifiques. En 1748, William Cullen montre l'effet du vide sur l'évaporation et le refroidissement, base des recherches futures.

#### Acteurs clés :

Au XIX<sup>e</sup> siècle, Oliver Evans, Jacob Perkins et James Harrison développent des machines pratiques, puis Carl von Linde industrialise l'ammoniac comme fluide frigorifique vers 1876, rendant possible l'industrie du froid.

#### Impact technique :

Ces progrès permettent la conservation alimentaire, le transport frigorifique et la climatisation. Pour toi, cela explique pourquoi tu travailles aujourd'hui avec compresseurs, échangeurs et fluides différents selon les applications.

#### Exemple d'évolution d'un atelier frigorifique :

Un atelier passe d'un groupe R22 inefficace à un système moderne R452A, gains mesurés de 15% sur la consommation et réduction des fuites. Intervention réalisée en 6 heures par deux techniciens.

Date	Événement et impact
1748	Démonstration de l'évaporation et du refroidissement par William Cullen, fondement théorique
1805	Proposition théorique du cycle frigorifique par Oliver Evans
1834	Premières machines pratiques de Perkins, début de l'application industrielle
1876	Industrialisation de l'ammoniac par von Linde, utilisation en froid industriel
1928	Découverte des CFC, essor des systèmes sûrs et faciles d'usage
1987	Protocole de Montréal, début de la suppression des CFC pour protéger la couche d'ozone
2016	Amendement de Kigali, plan mondial de réduction des HFC, impact sur les choix de fluides

### 2. Révolutions techniques et régulations :

#### Invention du compresseur et cycle vapeur-compression :

Le compresseur et le cycle vapeur-compression ont permis la standardisation des installations. Ils améliorent le rendement et la maintenance, principes que tu dois maîtriser pour diagnostiquer cycles et pressions lors d'un dépannage.

#### Réfrigérants et environnement :

L'apparition des CFC en 1928 a résolu des problèmes, mais a endommagé la couche d'ozone. Le protocole de Montréal en 1987 a lancé la transition vers d'autres fluides, changeant ton futur matériel.



*Mesurer la pression avec précision, vérifier les normes de sécurité et les valeurs indiquées*

#### Réglementations et conséquences pour le métier :

Aujourd'hui, la manipulation des fluides frigorigènes nécessite un certificat F-Gaz et des enregistrements d'installation. Sans ces qualifications, tu ne peux pas intervenir sur des équipements contenant plus de 3 kg de fluide.

#### Mini cas concret :

Contexte: commerce alimentaire de 80 m<sup>2</sup> avec chambre froide. Étapes: diagnostic, récupération de 3 kg de R22, remplacement du détendeur et mise en charge avec 2,5 kg de R452A, tests d'étanchéité.

Résultat: stabilité de température et baisse de consommation de 18% mesurée sur 30 jours. Livrable: rapport d'intervention, fiche fluide indiquant 3 kg récupérés, durée d'intervention 4 heures, facture client.

Étape	Action rapide
-------	---------------

Sécurité	Couper le courant, ventiler la zone, porter gants et lunettes
Diagnostic	Mesurer pressions et températures, noter écarts et anomalies
Récupération fluide	Utiliser groupe de récupération adapté, consigner quantité récupérée
Remise en service	Vérifier étanchéité, calibrer consignes, noter consommation initiale
Livrable	Remettre rapport d'intervention et fiche fluide signée par le client

### Exemple d'application pédagogique :

En stage, demande à ton tuteur de te faire rédiger une fiche fluide après chaque intervention pendant 10 jours, cela t'aide à mémoriser les procédures et à comprendre les volumes traités.

### i Ce qu'il faut retenir

La réfrigération moderne naît en 1748 avec Cullen, puis devient industrielle au XIXe siècle (Evans, Perkins, Harrison) et avec von Linde en 1876 grâce à l'ammoniac. L'essor des CFC (1928) facilite l'usage, mais l'environnement impose des ruptures avec Montréal (1987) puis Kigali (2016).

- Maîtrise le **cycle vapeur-compression** et le rôle du compresseur pour diagnostiquer pressions et rendements.
- Les choix de **fluides frigorigènes** évoluent: conversions (ex. R22 vers R452A) peuvent réduire conso et fuites.
- Respecte la **réglementation F-Gaz**: certificat, traçabilité, et enregistrements des quantités manipulées.

Sur le terrain, tu suis une séquence simple: sécurité, diagnostic, récupération, remise en service, puis rapport et fiche fluide. En stage, écrire ces fiches après chaque intervention accélère tes automatismes et ta rigueur.

## **Chapitre 2 : Repères géographiques**

### **1. Comprendre la localisation et l'échelle :**

#### **Coordonnées et repères :**

Les coordonnées te disent où se trouve un lieu sur la Terre avec latitude et longitude. Apprends à lire ces valeurs pour localiser un chantier et reporter précisément les points sur un plan ou un GPS.

#### **Échelle et mesures :**

Sur un plan d'exécution, 1:100 signifie 1 cm pour 1 m. Utiliser l'échelle adaptée évite les erreurs de positionnement, surtout pour les dégagements et la distance entre unité extérieure et façade.

#### **Exemple d'échelle de chantier :**

Sur un plan 1:100, 50 cm de dégagement correspondent à 0,5 cm sur le papier, ce qui facilite le calage du groupe extérieur et la validation sur site en 10 à 15 minutes.

### **2. Orientation, climat et relief :**

#### **Orientation du bâtiment :**

L'orientation influe sur l'exposition au soleil et sur la dissipation thermique. En général, place l'unité extérieure du côté nord ou ombragé si possible, pour limiter les surchauffes en été.

#### **Climat local et amplitudes :**

Les températures varient selon la région, prévois des performances adaptées pour -10 °C à +35 °C selon le lieu. Selon l'INSEE, la population urbaine croît, ce qui change la densité et la chaleur en ville.

#### **Relief et circulation d'air :**

Le relief modifie les vents et la ventilation naturelle. Évite les emplacements en fond de cour sans brassage d'air, prévois 30 à 50 cm de dégagement derrière et 60 à 80 cm au-dessus de l'unité quand c'est possible.

#### **Exemple d'implantation en milieu urbain :**

Pour une boutique en rue, on choisit souvent le côté latéral à 2,5 m du trottoir, en privilégiant une grille d'aération orientée nord, cela évite l'effet four et limite les nuisances sonores.

Je me souviens d'une fois où j'ai posé un groupe extérieur plein sud et on a dû le déplacer, on a perdu 3 heures et appris à mieux vérifier l'ombre portée avant d'installer.

### **3. Repères administratifs et pratiques terrain :**

### **Cadastre et règles locales :**

Avant toute intervention, consulte le cadastre et le plan local d'urbanisme pour connaître servitudes et distances obligatoires. Certaines communes exigent un recul ou des protections acoustiques pour l'unité extérieure.

### **Risques naturels et inondations :**

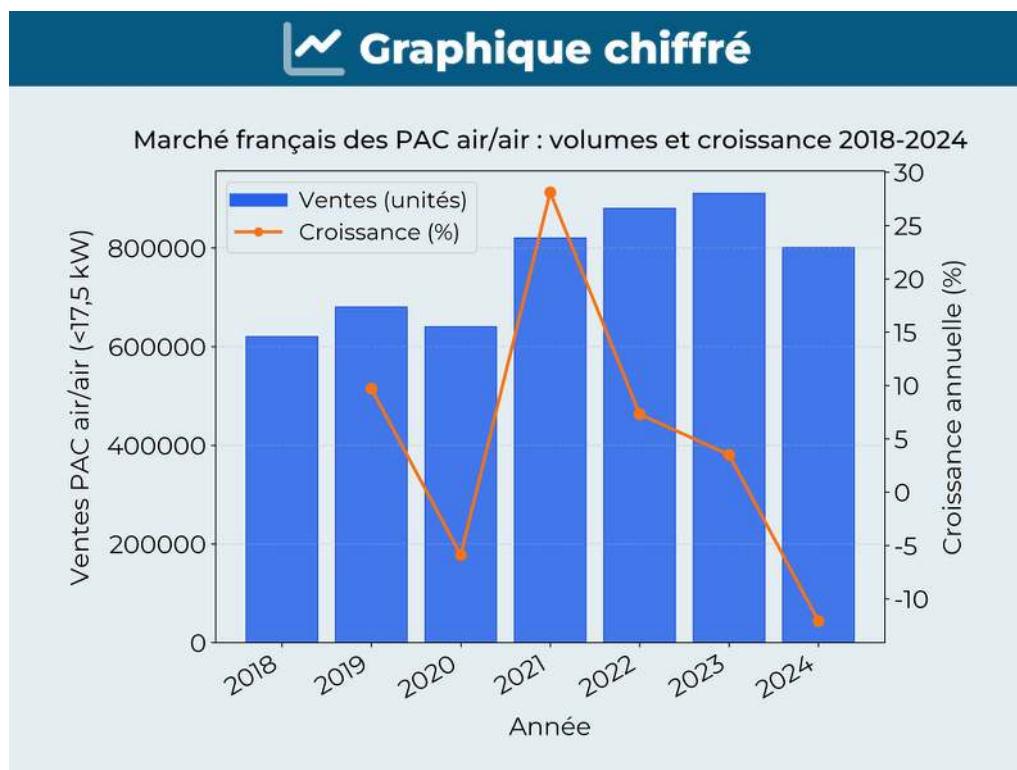
Vérifie la carte des risques et évite les points bas exposés aux inondations. En zone inondable, surélève l'unité d'au moins 50 cm pour protéger l'installation et réduire les risques d'arrêt réseau ou de panne.

### **Repérage pratique et livrable :**

Une visite type dure 30 à 60 minutes, et le livrable attendu est une fiche site d'une page, un schéma à l'échelle 1:100 ou 1:200 et un chiffrage estimé en euros, avec 3 photos repères.

### **Exemple de mini cas concret :**

Contexte : boutique 50 m<sup>2</sup>, façade sud, accès électrique mono en cave, besoin d'une clim 3,5 kW. Étapes : repérage 45 minutes, relevé GPS, mesures d'ombre, validation du passage d'air. Résultat : emplacement côté nord à 2,5 m du trottoir choisi. Livrable : fiche site 1 page, plan 1:100, 3 photos, devis estimé 1 800 € HT.



### **Checklist opérationnelle :**

Tâche	À vérifier
Coordonnées GPS	Latitude et longitude précises au mètre près

Orientation	Exposition au soleil et ombrage durant la journée
Dégagements	30 à 50 cm derrière, 60 à 80 cm au-dessus recommandé
Accès et sécurité	Chemin d'accès pour maintenance et protection anti-inondation

### Questions rapides :

- Comment localiser un chantier avec latitude et longitude en moins de 5 minutes
- Quelle hauteur minimale prévoir en zone inondable pour une unité extérieure
- Quels éléments noter sur la fiche site pour faciliter le devis et la pose

### Ce qu'il faut retenir

Pour planter correctement une unité extérieure, maîtrise les **coordonnées latitude longitude** et lis l'**échelle du plan** (ex. 1:100) pour convertir vite les distances sans te tromper.

- Choisis l'emplacement selon **orientation et ombrage** : idéalement côté nord ou à l'ombre, et évite les zones sans ventilation.
- Respecte les dégagements : 30 à 50 cm derrière, 60 à 80 cm au-dessus si possible.
- Vérifie cadastre, PLU et risques : en zone inondable, surélève d'au moins 50 cm.
- Produis un livrable simple : fiche site 1 page, plan 1:100 ou 1:200, 3 photos et chiffrage.

Une visite efficace (30 à 60 minutes) combine relevé GPS, mesures sur plan et contrôle terrain. Si tu anticipes climat, relief et règles locales, tu évites les déplacements inutiles et tu sécurises la pose dès le premier passage.

## **Chapitre 3 : Citoyenneté et règles**

### **1. Droits et devoirs au travail :**

#### **Cadre légal :**

Tu dois connaître les règles de base du droit du travail, comme la durée du travail, la sécurité sociale et les congés. Ces notions te protègent dès ton premier contrat en entreprise.

#### **Ton contrat et tes horaires :**

Vérifie toujours les éléments essentiels sur ton contrat, la rémunération et les horaires. Un stage ou un contrat de 35 heures diffère d'un contrat en apprentissage en durée et obligations.

#### **Recours et signalement :**

Si tu subis du harcèlement ou une situation dangereuse, signale-le à ton tuteur puis à l'inspection du travail si besoin. Conserve des preuves datées et des échanges écrits pour appuyer ta démarche.

#### **Exemple de signalement :**

Tu notes date, heure et faits, tu envoies un mail à ton tuteur puis tu demandes confirmation écrite. Si aucune action sous 15 jours, tu peux contacter l'inspection du travail.

### **2. Sécurité et environnement :**

#### **Obligations de sécurité :**

Le port d'équipements de protection individuelle est obligatoire sur les chantiers, comme lunettes, gants et sécurité des outils. Respecter les consignes réduit les accidents et protège ton avenir professionnel.

#### **Réglementation des fluides frigorigènes :**

Les fluides frigorigènes sont soumis à des règles strictes, notamment pour la détention, la récupération et les contrôles. Les installations contenant 3 kg et plus nécessitent un suivi de fuites régulier.

#### **Bonnes pratiques en stage :**

Attention aux erreurs fréquentes, comme jeter des déchets techniques ou négliger l'étiquette des bouteilles. Respecte les étiquettes, note les quantités et demande toujours l'aide du tuteur si tu doutes.

#### **Exemple d'intervention sécurisée :**

Avant d'ouvrir un circuit, tu coupes l'alimentation, vérifies l'absence de pression, portes les EPI et utilises un récupérateur homologué pour la mise en bouteilles.

Règle	Pourquoi	Sanction
Porter les EPI	Prévenir les blessures sur chantier	Avertissement ou retrait temporaire
Déclarer une fuite	Limiter l'impact environnemental	Sanction disciplinaire et rapport obligatoire
Respecter l'horaire	Assurer la continuité du chantier	Remontrance ou retenue sur salaire

### 3. Vie citoyenne et comportement professionnel :

#### Respect et non-discrimination :

Le respect entre collègues est une règle simple et essentielle. Les discriminations sont interdites. Agir avec respect te garantit un climat de travail sain et maintient ta réputation professionnelle.

#### Engagement civique :

Être citoyen, ce n'est pas que voter, c'est aussi respecter les règles, participer à la sécurité collective et signaler les risques. Ton comportement en entreprise reflète tes valeurs civiques.

#### Astuces pour ton intégration :

Sois ponctuel, pose des questions et note les procédures. En apprentissage, 1 bonne habitude vaut mieux que 10 rappels. J'ai appris ça lors de mon premier stage, ça m'a sauvé plusieurs fois.

#### Exemple d'intégration rapide :

Arrive 10 minutes avant le début, prépare tes outils, présente-toi au chef d'équipe, et note 3 consignes importantes chaque jour pour montrer ton sérieux.

#### Mini cas concret - fuite de fluide frigorigène :

Contexte : intervention sur une installation commerciale contenant 5 kg de fluide R410A, client inquiet pour l'odeur et la performance. Tu es en binôme avec ton tuteur pour assurer la sécurité.

#### Étapes :

- Isoler l'installation et afficher l'intervention, durée estimée 30 minutes.
- Récupérer le fluide avec un récupérateur homologué, quantité récupérée 3 kg.
- Nettoyer, remplacer les joints si nécessaire, et tester l'étanchéité pendant 15 minutes.

#### Résultat et livrable attendu :

Livrable : fiche d'intervention signée indiquant 3 kg récupérés, durée d'intervention 1 heure, actions réalisées et signature du client. Ce document sert de preuve pour le suivi réglementaire.

### Check-list opérationnelle pour le terrain :

Élément	Question à se poser
EPI	Suis-je correctement protégé pour cette tâche
Outils	Les outils sont-ils vérifiés et en état
Procédure	Connais-tu la procédure écrite pour cette intervention
Client	Le client est-il informé des risques et du délai
Fiche d'intervention	As-tu noté les quantités et obtenu la signature

### i Ce qu'il faut retenir

Au travail, tu avances mieux si tu maîtrises le **cadre légal du travail**, lis ton **contrat et horaires**, et sais réagir en cas de problème. La sécurité et l'environnement te concernent autant que la technique, surtout avec les fluides frigorigènes.

- Vérifie rémunération, durée, congés, et conserve des traces écrites.
- En cas de harcèlement ou danger, fais un **signalement avec preuves** au tuteur, puis à l'inspection si rien ne bouge.
- Respecte les **EPI obligatoires sur chantier** et les procédures de récupération, étiquetage et suivi des fuites.

Ton comportement pro, c'est aussi ta citoyenneté : respect, non-discrimination, ponctualité, questions et procédures notées. Sur le terrain, protège-toi, informe le client et signe une fiche d'intervention claire pour prouver ce que tu as fait.

# Mathématiques-Sciences physiques et chimiques

## Présentation de la matière :

Au **CAP IFCA**, cette matière conduit à une **épreuve certificative** avec un **coefficent de 2**.

En voie scolaire ou en apprentissage habilité, tu es évalué en **CCF** pendant la formation.

Sinon, tu passes un **examen final écrit de 2 h**, noté sur 20, avec 2 parties, maths et sciences.

Concrètement, tu y travailles des outils utiles en froid et clim, conversions, proportionnalité, lecture de courbes, électricité simple, énergie, pression, température, et sécurité en manip. Je me rappelle d'un camarade qui a débloqué les calculs de puissance en refaisant 3 exercices courts par semaine.

## Conseil :

Ne révise pas "au hasard", vise les situations pro: Unités, débits, sections, et ordres de grandeur. Fais 15 minutes par jour, 4 jours par semaine, en alternant maths et sciences, tu progresses plus vite qu'avec 2 heures d'un coup.

- Refaire 2 sujets en temps limité
- Écrire les unités à chaque ligne
- Vérifier la cohérence du résultat
- Apprendre 10 formules utiles

Piège classique: Oublier les conversions, bar en Pa, kW en W, ou confondre kWh et kW. En sciences, entraîne-toi à décrire une manip avec 3 phrases claires, protocole, mesures, conclusion, et garde une rédaction propre, ça rapporte des points.

## Table des matières

<b>Chapitre 1:</b> Calculs et pourcentages .....	Aller
1. Principes de base .....	Aller
2. Applications métier et cas concret .....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Grandeurs et unités .....	Aller
1. Notions de grandeur et unité .....	Aller
2. Système international et conversions .....	Aller
3. Mesures sur le terrain et erreurs fréquentes .....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Mesures et conversions .....	Aller
1. Précision et instruments .....	Aller
2. Conversions courantes utiles au métier .....	Aller
3. Utilisations pratiques et calculs rapides sur le terrain .....	Aller
<b>Chapitre 4:</b> Phénomènes physiques simples .....	Aller

1. Phénomènes thermiques essentiels ..... Aller
2. Transferts de chaleur et isolation ..... Aller
3. Pression, gaz et relations pratiques ..... Aller

# Chapitre 1: Calculs et pourcentages

## 1. Principes de base :

### Notions essentielles :

Le pourcentage indique une proportion sur cent, il relie fraction et décimal. Par exemple 25% équivaut à 0,25 et à 25 sur 100. Cette notion sert à doser, chiffrer et comparer.

### Unités et conversions :

Pour convertir un pourcentage en décimal déplace la virgule deux rangs vers la gauche.  
Pour convertir un décimal en pourcentage multiplie par 100 et ajoute le symbole pour cent.

### Tableau de conversion rapide :

Pourcentage	Décimal	Interprétation
5%	0,05	Cinq sur cent
10%	0,10	Dix pour cent
12%	0,12	Douze pour cent
25%	0,25	Un quart
100%	1,00	La totalité

### Exemple de calcul simple :

Calculer 12% de 250 kg,  $12\% = 0,12$ ,  $0,12 \times 250 = 30$  kg. Tu retires ou prévois 30 kg de produit selon l'opération demandée.

## 2. Applications métier et cas concret :

### Calculer une perte ou une charge :

Le fabricant indique une charge nominale de 2,5 kg pour l'appareil. Si tu trouves une fuite de 8% la perte est  $0,08 \times 2,5 = 0,2$  kg. Je me suis trompé une fois en sous-estimant une fuite, c'était formateur.

### Exemple de devis chiffré :

Contexte: devis pour remplacement d'un groupe froid. Matériaux coûtent 320 € main d'œuvre 4 heures à 40 €/h soit 160 € Coût total 480 € Étapes: additionner coûts et appliquer marge.

### Exemple résultat et livrable :

Résultat: marge souhaitée 20% donc prix client  $480 \times 1,2 = 576$  €. Si remise 10% prix final 518,40 €. Livrable attendu: devis détaillé mentionnant coût, marge, TVA et prix final.

### **Check-list terrain :**

Cette check-list rapide t'aide à vérifier chiffres sur le terrain avant de facturer. Elle évite erreurs communes comme oublier la main d'œuvre ou confondre pourcentages de réduction et marge.

Vérification	Action	Seuil
Matériaux	Confirmer quantité et prix	±10%
Main d'œuvre	Vérifier heures et taux	±0,5 h
Pourcentage	Vérifier calculs de marge et remise	10%
Relevé de charge	Noter charge réelle en kg	±0,1 kg

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

Le chapitre te rappelle la **notion de pourcentage** : une proportion sur 100, équivalente à une fraction et à un décimal. Pour convertir, fais une **conversion en décimal** (virgule deux rangs à gauche) ou multiplie par 100 pour revenir en %.

- Calculer une part : 12% de 250 kg =  $0,12 \times 250 = 30$  kg.
- Évaluer une perte : 8% d'une charge de 2,5 kg = 0,2 kg.
- Chiffrer un devis : applique **marge et remise** (ex. 480 € → +20% = 576 €, puis -10% = 518,40 €).
- Utilise une **check-list terrain** pour valider matériaux, main d'œuvre, % et relevés avant facturation.

En pratique, transforme correctement les % et vérifie tes bases avant de multiplier. Ces réflexes évitent les erreurs de charge, de marge et de remise dans tes calculs.

## Chapitre 2 : Grandeurs et unités

### 1. Notions de grandeur et unité :

#### Définition simple :

Une grandeur est ce que tu veux mesurer, par exemple longueur, masse ou température, et l'unité est l'étalon qui donne du sens au nombre obtenu lors de la mesure.

#### Différence pratique :

Dire 5 sans unité n'a pas de sens, alors que dire 5 mètres signifie une vraie longueur. Toujours noter l'unité sur tes notes et sur les rapports d'intervention.

#### Pourquoi c'est utile en intervention ?

Tu vas souvent mesurer longueurs, volumes et températures sur chantier, ces mesures déterminent la charge frigorifique, la quantité de fluide, et la pression de service pour une installation fiable.

#### Exemple de définition :

Sur un chantier, mesurer 2 mètres de gaine signifie commander une gaine de 2 m. Sans l'unité, la commande serait erronée et causerait du retard.

### 2. Système international et conversions :

#### Unités SI utiles :

Mètre pour la longueur, kilogramme pour la masse, seconde pour le temps, kelvin pour la température et pascal pour la pression sont les unités à maîtriser en IFCA.

#### Convertir des unités rapidement :

Apprends les conversions courantes comme millimètre en mètre, litre en mètre cube, et bar en pascal. Un petit tableau de conversions évite des erreurs coûteuses sur le chantier.

#### Table de conversions :

Ce tableau rassemble les conversions les plus utilisées en froid et climatisation, garde-le en tête lors des calculs de fluide et de pertes de charge.

Grandeur	Unité courante	Facteur de conversion
Longueur	Millimètre en mètre	1 mm = 0,001 m
Volume	Litre en mètre cube	1 L = 0,001 m <sup>3</sup>
Pression	Bar en pascal	1 bar = 100 000 Pa
Température	Celsius et kelvin	T(K) = T(°C) + 273,15

### 3. Mesures sur le terrain et erreurs fréquentes :

### **Mesures pratiques à prendre :**

Mesure toujours longueur, diamètre intérieur des tuyaux, température et pression de service. Note les unités, la date et l'appareil utilisé pour assurer la traçabilité de tes interventions.

### **Astuces de stage et erreurs fréquentes :**

Contrôle l'étalonnage de ton pied à coulisse et de ta sonde, prends trois mesures et moyenne-les, et évite de confondre diamètre extérieur et intérieur des tubes.

### **Mini cas concret : calcul de la quantité de fluide dans une liaison :**

Contexte tu dois estimer la quantité de fluide contenue dans 10 m de tube cuivre de 12 mm de diamètre intérieur pour préparer la recharge en station.

### **Exemple de calcul de la charge :**

On calcule le volume interne du tube puis on multiplie par la densité du fluide liquide pour obtenir la masse nécessaire à prévoir en kilogrammes.

Étape	Expression	Valeur
Calcul du volume	$V = \pi \times r^2 \times L$ avec $r$ en cm et $L$ en cm	$V = \pi \times 0,6^2 \times 1000 \approx 1131 \text{ cm}^3$ soit 1,131 L
Masse du fluide	$m = \rho \times V$ avec $\rho = 1,2 \text{ g/cm}^3$	$m \approx 1,2 \times 1131 \approx 1357 \text{ g}$ soit 1,36 kg
Arrondi et sécurité	Prévoir marge 10% pour pertes et vannes	Quantité à préparer $\approx 1,36 \times 1,1 \approx 1,50 \text{ kg}$

### **Livrable attendu :**

Fiche technique de chantier avec mesures, calculs détaillés, unités utilisées, valeur finale arrondie et marge. Exemple de fiche : quantité préparée 1,50 kg de fluide pour 10 m de tube 12 mm.

### **Checklist opérationnelle sur le terrain :**

Point de contrôle	Action
Mesurer diamètre	Utiliser pied à coulisse et noter diamètre intérieur
Vérifier unité	S'assurer que toutes les mesures ont la même unité
Calculer volume	Appliquer $V = \pi r^2 L$ et noter le résultat
Prévoir marge	Ajouter 10% pour sécurité et pertes éventuelles

### **Petit conseil vécu :**

Lors d'un stage, j'ai un jour oublié de convertir mm en m et la commande s'est retrouvée incohérente, depuis j'inscris toujours l'unité après chaque valeur et je fais une double vérification.

## i Ce qu'il faut retenir

Une **grandeur à mesurer** (longueur, volume, température, pression) n'a de sens qu'avec une **unité associée**. En intervention, tes valeurs servent aux calculs de charge frigorifique, de quantité de fluide et de pression, donc l'unité doit toujours être notée.

- Maîtrise les unités SI utiles : m, kg, s, K, Pa, et les conversions courantes (mm vers m, L vers m<sup>3</sup>, bar vers Pa, °C vers K).
- Sur le terrain, assure la **tracabilité des mesures** : date, appareil, unités, et attention au diamètre intérieur vs extérieur.
- Pour estimer une charge : calcule  $V = \pi r^2 L$ , puis  $m = \rho V$ , puis ajoute une **marge de sécurité** (ex. +10%).

Vérifie l'étalonnage, fais plusieurs mesures et moyenne-les. Une conversion oubliée peut suffire à fausser une commande ou une recharge, alors relis tes unités à chaque ligne de ta fiche chantier.

## Chapitre 3 : Mesures et conversions

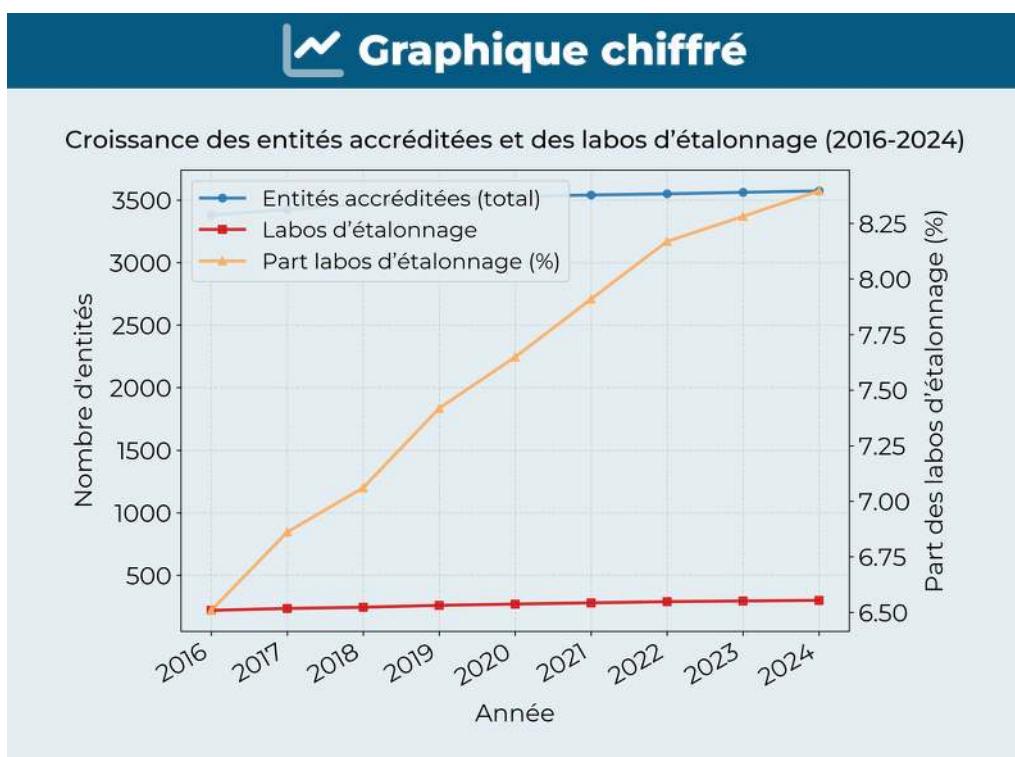
### 1. Précision et instruments :

#### Choisir l'instrument :

Sur le terrain, prends l'outil adapté pour la grandeur à mesurer, par exemple un multimètre pour tension, un manomètre pour pression ou un pied à coulisse pour diamètre. Le bon outil évite les erreurs coûteuses.

#### Calibrage et étalonnage :

Vérifie l'étalonnage avant intervention, note la date et l'incertitude fournie. Un appareil mal calibré peut fausser une mesure de 2 à 5% et compromettre un réglage frigorifique précis.



#### Erreurs et précision :

Différencie erreur systématique et aléatoire, calcule une incertitude approximative et arrondis selon les chiffres significatifs utiles au métier, cela t'aidera à justifier un résultat devant le chef de chantier.

#### Exemple de mesure de diamètre :

Tu mesures un tube à 20,4 mm avec un pied à coulisse, incertitude  $\pm 0,05$  mm. Pour l'aire, convertis en mètre, diamètre 0,0204 m, rayon 0,0102 m, aire  $\pi \times r^2 = 3,27 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>.

#### Astuce terrain :

Note toujours la température ambiante lors des mesures de longueur, la dilatation peut changer un petit diamètre de 0,1 mm sur des longueurs importantes.

## 2. Conversions courantes utiles au métier :

### Température et pression :

Convertis rapidement Celsius en Kelvin en ajoutant 273,15, et Celsius en Fahrenheit par multiplication et addition. Pour la pression, 1 bar correspond à 100 000 Pa, et 1 mbar à 100 Pa.

### Volume, débit et masse :

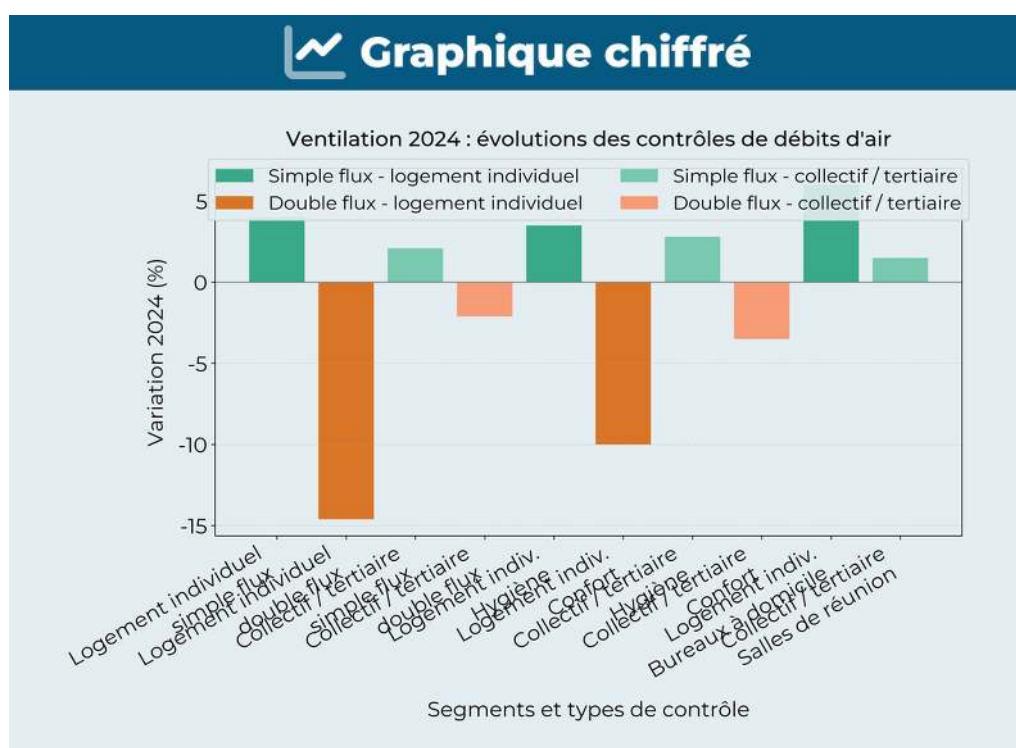
Pour passer de litres à mètres cubes divise par 1 000, pour le débit en  $\text{m}^3/\text{h}$  vers L/s divise par 3,6. La masse s'obtient par densité fois volume, utile pour calculer la charge frigorifique.

### Unités spécifiques frigorifiques :

Convertis la charge en grammes si le fabricant donne des grammes par mètre. Par exemple, 1,2 kg = 1 200 g, la précision peut valoir 10 g selon la balance disponible.

### Exemple de conversion pour débit :

Tu mesures un flux de  $0,6 \text{ m}^3/\text{h}$ , pour savoir en L/s fais  $0,6 \times 1000 / 3600 = 0,167 \text{ L/s}$ . Cela te sert à vérifier un ventilateur ou un échangeur sur fiche technique.



Unité	Valeur équivalente	Exemple d'utilisation
Celsius → Kelvin	$K = {}^\circ\text{C} + 273,15$	$0 {}^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$ pour calcul thermodynamique

Bar → Pascal	1 bar = 100 000 Pa	1,5 bar = 150 000 Pa pour calcul contrainte tuyauterie
L → m³	1 L = 0,001 m³	500 L = 0,5 m³ réservoir
kg → g	1 kg = 1 000 g	0,75 kg = 750 g charge frigorifique
m³/h → L/s	L/s = m³/h × 1000 / 3600	2,7 m³/h = 0,75 L/s débit d'un petit circuit
mm → m	1 mm = 0,001 m	25 mm = 0,025 m diamètre tuyau

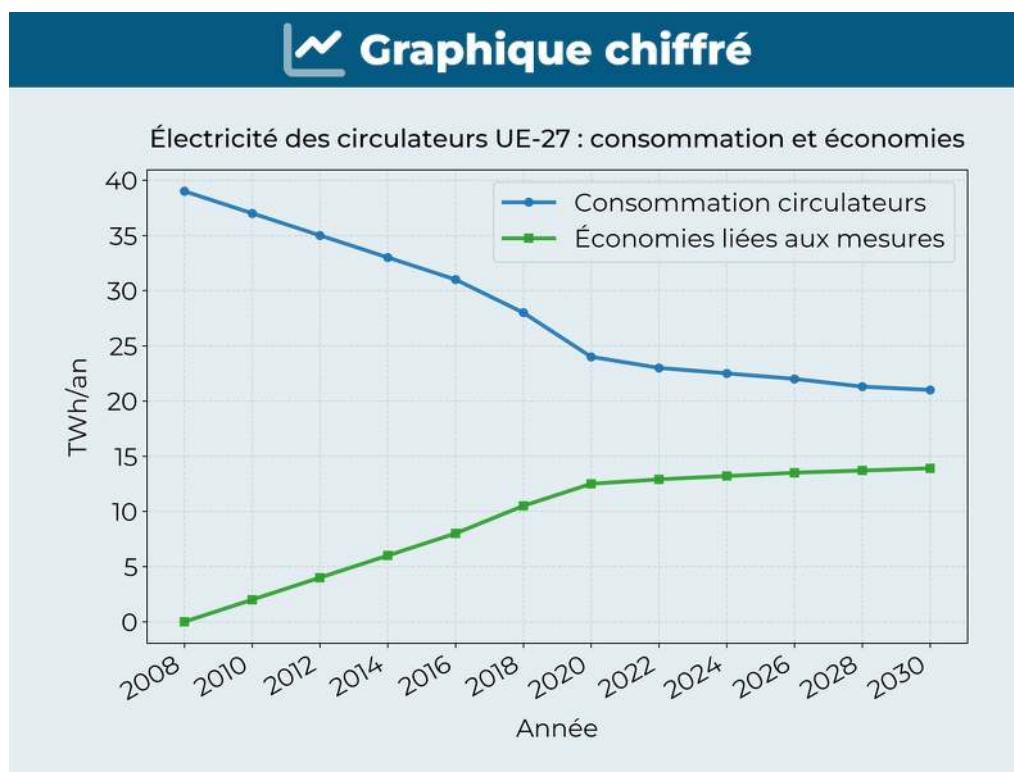
### 3. Utilisations pratiques et calculs rapides sur le terrain :

#### Calculer une charge frigorifique :

Prenons un cas simple, pièce de 30 m³, besoin de 60 W/m³ pour refroidir rapidement, puissance requise  $30 \times 60 = 1800$  W soit 1,8 kW. Cela t'aide à dimensionner un groupe froid adapté.

#### Vérifier un débit avec une mesure de pression :

Si tu connais la perte de charge d'un circuit et la courbe pompe, tu peux estimer le débit. Utilise tableaux fabricants ou règle empirique pour obtenir  $\pm 10\%$  de la valeur réelle.



#### Petite fonction utile :

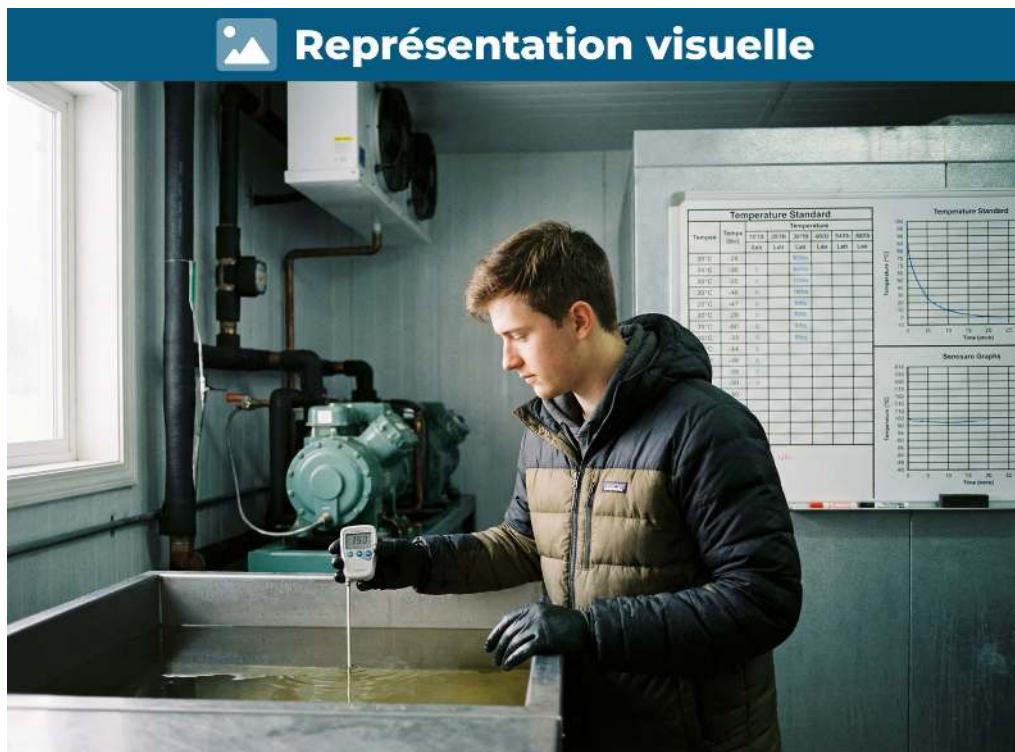
Enregistre une conversion simple comme fonction dans ton téléphone, par exemple  $f(x) = x / 3,6$  pour passer km/h en m/s, cela t'économise du temps quand tu vérifies vitesses d'air sur grille.

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

Sur un chantier, on a réduit les allers-retours en regroupant mesures de pression et de température, 3 interventions sont passées à 1, économie de 2 heures et meilleur suivi des réglages.

#### Mini cas concret :

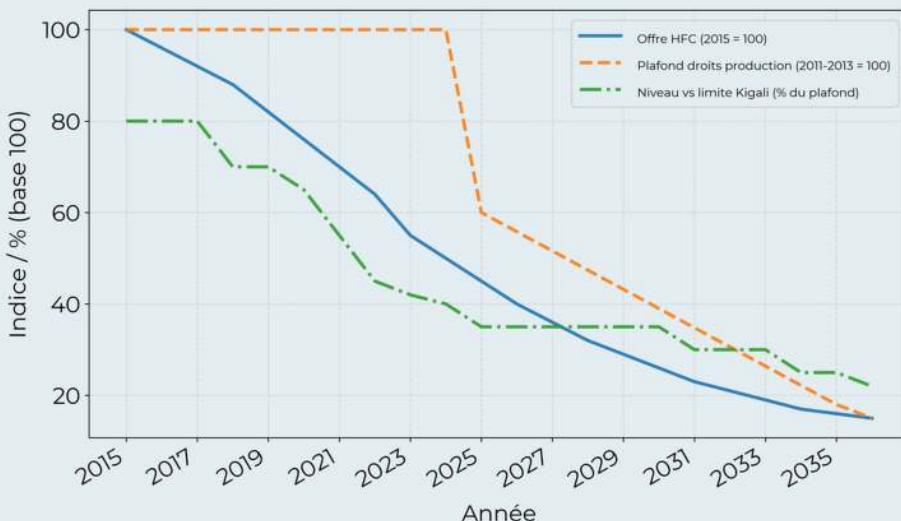
Contexte : remplacement d'un groupe froid sur une chambre froide de 20 m<sup>3</sup>. Étapes : mesurer température entrante et sortante, calculer débit d'air, estimer puissance nécessaire. Résultat : débit mesuré 0,4 m<sup>3</sup>/s, puissance calculée 2,2 kW. Livrable attendu : fiche intervention chiffrée avec débit, températures et masse de fluide injectée, valeur exacte 850 g de fluide réfrigérant.



Vérifier la température de fonctionnement, respecter les normes de -18 °C pour la conservation

## Graphique chiffré

Trajectoire HFC UE : offre, plafonds de production et respect Kigali



Tâche	Critère	Priorité	Outil
Vérifier étalonnage	Date récente, incertitude $\leq 2\%$	Haute	Carnet d'étalonnage
Mesurer débit	Comparer fiche fabricant	Moyenne	Anémomètre
Calculer charge	Masque densité volume	Haute	Calculatrice
Rédiger livrable	Valeurs chiffrées et unités	Haute	Tablette ou papier

### i Ce qu'il faut retenir

Pour mesurer juste, prends un **instrument adapté** et vérifie un **étalonnage à jour** (date, incertitude), sinon tu peux dériver de 2 à 5%. Distingue erreurs systématiques et aléatoires, puis arrondis avec les chiffres significatifs utiles. Pense aussi à noter la température ambiante (dilatation).

- Mémorise les **conversions clés** :  $K = {}^{\circ}\text{C} + 273,15$  ;  $1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa}$  ;  $1 \text{ L} = 0,001 \text{ m}^3$  ; kg vers g ;  $\text{m}^3/\text{h}$  vers  $\text{L}/\text{s}$  ( $\times 1000/3600$ ).
- Fais des **calculs rapides terrain** : puissance ( $\text{volume} \times \text{W/m}^3$ ), masse = densité  $\times$  volume, estimation de débit via perte de charge et courbe pompe.
- Regroupe tes mesures (pression, température, débit) et consigne toujours unités et valeurs dans le livrable.

En appliquant ces réflexes, tu gagnes du temps, tu limites les erreurs et tu peux justifier tes résultats avec des mesures traçables et cohérentes.

## Chapitre 4 : Phénomènes physiques simples

### 1. Phénomènes thermiques essentiels :

#### Concepts clefs :

Température mesure l'état thermique d'un corps, la chaleur est une énergie qui circule entre corps. Comprends cette différence pour calculer l'effort du compresseur et éviter les surchauffes inutiles.

#### Formules utiles :

Pour chauffer ou refroidir, utilise  $Q = m \times c \times \Delta T$  où  $Q$  est l'énergie en joules,  $m$  la masse en kilogrammes,  $c$  la capacité thermique et  $\Delta T$  la variation de température en degrés Celsius.

#### Manipulation courte :

Matériel simple, une balance, un thermomètre numérique et un chronomètre. Pèse 1 litre d'eau, chauffe ou refroidis de 10 °C et mesure le temps pour estimer la puissance moyenne nécessaire en watts.

#### Exemple d'un calcul simple :

Si tu refroidis 10 L d'eau de 20 °C à 5 °C,  $m = 10 \text{ kg}$ ,  $c = 4,18 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta T = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $Q = 10 \times 4,18 \times 15 = 627 \text{ kJ}$  soit 0,174 kWh. Si tu veux le faire en 30 minutes, puissance =  $0,174 \text{ kWh} / 0,5 \text{ h} = 0,348 \text{ kW}$ .

### 2. Transferts de chaleur et isolation :

#### Modes de transfert :

Il existe trois modes principaux, conduction quand la chaleur passe dans un solide, convection pour les fluides et radiation pour les ondes. En froid, la conduction et la convection sont les plus critiques sur le terrain.

#### Estimation pratique :

Pour estimer une fuite thermique, utilise  $Q = U \times A \times \Delta T$  où  $U$  est l'importance de la transmission thermique,  $A$  la surface en mètres carrés et  $\Delta T$  la différence de température en kelvin.

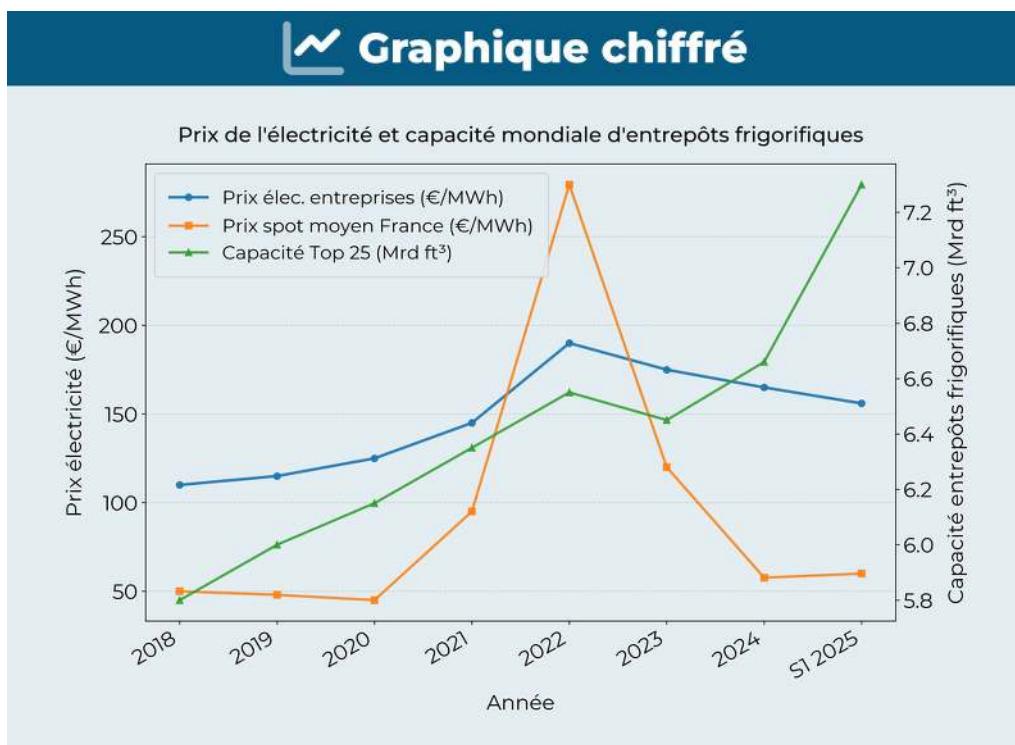
#### Valeurs orientatives :

Connaître des ordres de grandeur te permet d'agir vite. Voici quelques valeurs typiques utiles pour un calcul rapide sur chantier.

Élément	Valeur $u$ ( $\text{W/m}^2\text{k}$ )
Paroi non isolée	2,5
Paroi isolée standard	0,6
Panneau isolant (polystyrène)	0,25

**Exemple d'estimation rapide :**

Si une porte de chambre froide fait  $2 \text{ m}^2$ ,  $\Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  et  $U$  estimé à  $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ , fuite  $Q = 1,5 \times 2 \times 20 = 60 \text{ W}$ . Cela t'aide à voir si l'isolation suffit.

**Astuce de stage :**

Sur le terrain, note toujours  $A$  et  $\Delta T$  avant d'estimer  $Q$ . Ça évite de choisir un évaporateur sous-dimensionné et de voir l'équipe revenir pour une reprise.

**3. Pression, gaz et relations pratiques :****Notions de base :**

Pour un gaz enfermé à volume fixe, la pression varie proportionnellement à la température en kelvin. Ce principe explique pourquoi une pression augmente si tu chauffes une bouteille ou une conduite.

**Calcul simple :**

Si un récipient à 1,00 bar est à  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  soit 293 K et monte à  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  soit 313 K, la pression devient  $313/293 \times 1,00 \approx 1,07 \text{ bar}$ . Augmentation modeste mais importante à surveiller sur circuit fermé.

**Cas concret métier :**

Contexte, chambre froide contenant 200 kg d'aliments à  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  qu'on veut abaisser à  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  en 4 heures. Étapes, calcul de la chaleur à extraire, ajout de marge pour pertes. Résultat, puissance et livrable chiffré.

### Exemple de cas concret :

Calcul rapide,  $m = 200 \text{ kg}$ ,  $c = 4,18 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta T = 16 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $Q = 200 \times 4,18 \times 16 = 13\,376 \text{ kJ}$  soit  $3,72 \text{ kWh}$ . Pour 4 heures, puissance utile =  $3,72 / 4 = 0,93 \text{ kW}$ . Avec 30% pertes système, prévoir  $1,21 \text{ kW}$ . Livrable attendu, fiche calcul avec puissance requise  $1,21 \text{ kW}$ , énergie  $3,72 \text{ kWh}$  et temps 4 h.

### Mesure et vérification :

Sur le terrain, relève température, pression et temps. Compare la pression mesurée avec la table du fluide frigorigène. Cette comparaison valide l'état de charge et détecte une fuite ou une surchauffe éventuelle.

### Manipulation courte :

Installe un manomètre et un thermomètre sur la ligne haute pression et basse pression. Note les lectures à l'équilibre, puis chauffe légèrement pour observer l'évolution de la pression et comprendre la sensibilité.

Tâche	À vérifier
Mesurer température	Sonde placée au centre du produit
Mesurer pression	Lecture stabilisée après 5 minutes
Vérifier isolation	Absence de pont thermique ou de jour
Consigner les données	Fiche intervention avec valeurs et horodatage
Sécurité	Port des gants et lunettes obligatoire

### Astuce terrain :

Note toujours la météo et l'heure, car  $\Delta T$  extérieur influence fortement les pertes. Une matinée froide peut masquer une fuite d'isolation qui apparaît l'après-midi.

### i Ce qu'il faut retenir

Tu relies les bases thermiques, l'isolation et la pression pour dimensionner juste et diagnostiquer sur le terrain. Garde en tête **température vs chaleur** et calcule l'énergie à extraire ou les pertes.

- Chauffage/refroidissement :  $Q = m \times c \times \Delta T$  pour passer de l'énergie à une puissance via le temps.
- Pertes et isolation : transferts par conduction, convection, radiation, et estimation  $Q = U \times A \times \Delta T$  ( $U$  typique selon la paroi).
- Gaz en volume fixe : **pression proportionnelle à T** (en kelvin), donc une hausse de T fait monter P.

- Contrôle terrain : relève T, P, temps, compare aux tables fluide, et note A,  $\Delta T$ , météo, heure.

En pratique, mesure proprement (sonde bien placée, pression stabilisée) et consigne tout. Ces calculs rapides t'évitent sous-dimensionnement, surchauffe et reprises d'intervention.

# Prévention-Santé-Environnement

## Présentation de la matière :

En CAP IFCA, la **Prévention-Santé-Environnement** t'apprend à travailler sans te mettre en danger, tout en respectant l'environnement. Cette matière conduit à une évaluation intégrée à l'épreuve de réalisation d'une installation, avec une partie dédiée de **durée de 1 heure** et un **coefficent de 1**, en **CCF ou ponctuel**.

En CCF, l'évaluation se fait en 2 temps, une situation liée aux **gestes SST** et une situation écrite en dernière année. J'ai vu un camarade perdre des points juste parce qu'il a oublié de justifier une mesure de prévention, ça calme vite.

Concrètement, tu bosses sur des situations proches du terrain :

- Risques électriques et consignation
- Manutention, postures et fatigue
- Fluides frigorigènes, fuites et impacts

## Conseil :

Fais simple et régulier, 3 fois par semaine, **20 minutes** suffisent si tu t'y tiens. Entraîne-toi avec des sujets, repère la consigne, puis applique toujours la même **méthode d'analyse**, danger, causes, conséquences, prévention.

Le piège classique, réciter le cours sans l'appliquer. Dans tes fiches, garde 5 exemples IFCA prêts, brûlure, coupure, chute, contact électrique, fuite de fluide, et associe à chaque fois une action concrète et les **bons réflexes EPI**.

## Table des matières

<b>Chapitre 1:</b> Hygiène et santé .....	Aller
1. Hygiène et prévention sur le chantier .....	Aller
2. Gestes et premiers secours, obligations .....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Prévention des risques .....	Aller
1. Identifier et évaluer les risques .....	Aller
2. Mettre en place des mesures de prévention .....	Aller
3. Réagir et améliorer en continu .....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Gestes d'urgence .....	Aller
1. Réagir selon la situation .....	Aller
2. Fuites de fluide frigorigène et atmosphère toxique .....	Aller
3. Électrisation, brûlures et secours spécialisés .....	Aller

## **Chapitre 1: Hygiène et santé**

### **1. Hygiène et prévention sur le chantier :**

#### **Règles d'hygiène personnelles :**

Sur le chantier, lave tes mains au moins 20 secondes avant et après l'intervention. Porte gants, lunettes et tenue adaptée, change les vêtements sales dès la fin de la journée pour éviter toute contamination.

#### **Entretien des outils et surfaces :**

Désinfecte poignées, outils et commandes quotidiennement. Programme un nettoyage plus complet 1 fois par semaine, et consigne les interventions dans le carnet de maintenance pour garder la traçabilité.

#### **Obligations et responsabilité :**

L'employeur fournit les équipements de protection, tu dois les porter 100% du temps sur le chantier. Le tuteur ou chef vérifie le respect, et tu signales toute anomalie dans les 24 heures au responsable.

#### **Exemple d'hygiène sur une intervention :**

Lors d'une installation chez un client, j'ai posé un tapis propre, nettoyé la zone et noté la température de l'unité, cela a évité 1 réclamation et réduit le risque de contamination.

#### **Synthèse des risques et réflexes :**

Voici un tableau opérationnel qui regroupe dangers courants, réflexes immédiats, le responsable et l'indicateur à suivre pour évaluer l'efficacité des mesures sur le terrain.

Danger	Réflexe	Responsable	Indicateur
Chute	Mettre en sécurité, immobiliser, alerter secours	Chef de chantier	Nombre d'accidents visés 0, signalement 24 heures
Brûlure	Refroidir 10 minutes, couvrir, consulter	Intervenant	Gravité notée sur 0-3
Intoxication par gaz frigorifique	Aérer 15 minutes, évacuer zone, appeler secours	Responsable chantier	Mesure ppm
Coupure	Comprimer, nettoyer, bander, consulter si profond	Collègue proche	Taux de coupures visé < 2%

### **2. Gestes et premiers secours, obligations :**

### Premiers gestes à connaître :

Adopte la règle protéger, alerter, secourir. Vérifie ta sécurité, protège la victime, alerte les secours et pratique une réanimation si la victime ne respire pas, en alternant 30 compressions et 2 insufflations.

### Organisation en cas d'urgence :

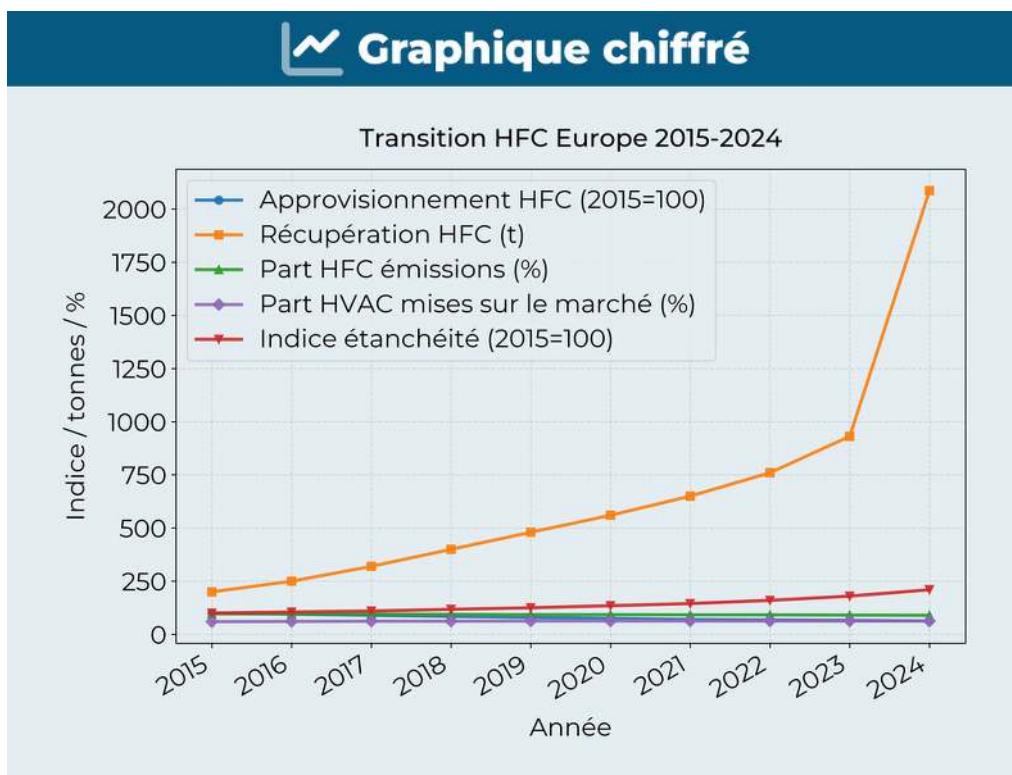
Sur le chantier, le chef organise l'évacuation et appelle 15 ou 112 si besoin. Tu dois informer le tuteur, compléter le registre d'accidents et transmettre le rapport à l'assurance sous 24 heures.

### Mini cas concret :

Contexte: fuite de fluide lors de la pose d'une unité, 1 ouvrier a ressenti des maux de tête.  
Étapes: aérer 15 minutes, isoler la zone, alerter secours, remplir rapport. Résultat: arrêt chantier 2 heures.

### Exemple d'incident et livrable :

Livrable attendu: rapport d'incident d'une page comprenant photos, heure, actions prises et 3 mesures correctives chiffrées, par exemple remplacer 1 joint, ventiler 15 minutes et vérifier 100% des raccords.



### Astuce stage :

Prends toujours des photos horodatées et note la température ambiante, cela rend ton rapport crédible et te protège si on te demande des preuves lors du suivi qualité.

### Checklist opérationnelle :

Utilise cette checklist rapide avant et après chaque intervention pour sécuriser ton poste et réduire les risques répétitifs, elle est facile à remplir en moins de 5 minutes.

Vérification	Fréquence	Qui
Présence des EPI	Quotidien	Toi
Détecteur de gaz	Avant chaque intervention	Responsable chantier
Extincteur opérationnel	Hebdomadaire	Chef de chantier
Registre d'accidents à jour	Après incident	Responsable
Nettoyage des outils	Quotidien	Toi

### Ce qu'il faut retenir

Sur le chantier, l'hygiène et la sécurité reposent sur des réflexes simples et une traçabilité. Applique **lave tes mains 20 secondes**, porte tes EPI et nettoie ton environnement de travail.

- Hygiène: gants, lunettes, tenue adaptée, change les vêtements sales; désinfecte outils et poignées chaque jour + nettoyage hebdo noté.
- Responsabilités: l'employeur fournit, toi tu portes **EPI 100% du temps** et tu signales toute anomalie en 24 heures.
- Urgence: suis **protéger alerter secourir**, appelle 15 ou 112, puis fais le registre et un **rapport sous 24 heures**.

En cas de chute, brûlure, coupure ou fuite de gaz, applique le bon réflexe immédiatement et mesure l'efficacité (ppm, gravité, taux). Utilise la checklist (EPI, détecteur, extincteur, nettoyage) avant et après chaque intervention.

## **Chapitre 2 : Prévention des risques**

### **1. Identifier et évaluer les risques :**

#### **Identifier les dangers :**

Sur le chantier, commence par repérer les dangers visibles comme tuyaux sous pression, bords coupants, câbles électriques dénudés, surfaces glissantes et réfrigérants stockés sans protection.

#### **Évaluer la gravité et la probabilité :**

Estime la gravité d'un risque par son impact possible et sa probabilité d'occurrence, classe-les en trois niveaux, élevé, moyen et faible pour prioriser les actions immédiatement.

#### **Documenter et signaler :**

Consigne les observations dans un registre simple, note la date, le lieu et la mesure prise, transmets au chef d'équipe pour suivi et archivage pendant au moins 2 ans.

#### **Exemple d'évaluation :**

Sur une installation, tu repères une fuite de fluide frigorigène et un câble dénudé près d'une armoire électrique, tu notes priorité haute et demandes l'intervention sous 24 heures.

### **2. Mettre en place des mesures de prévention :**

#### **Hiérarchie des mesures :**

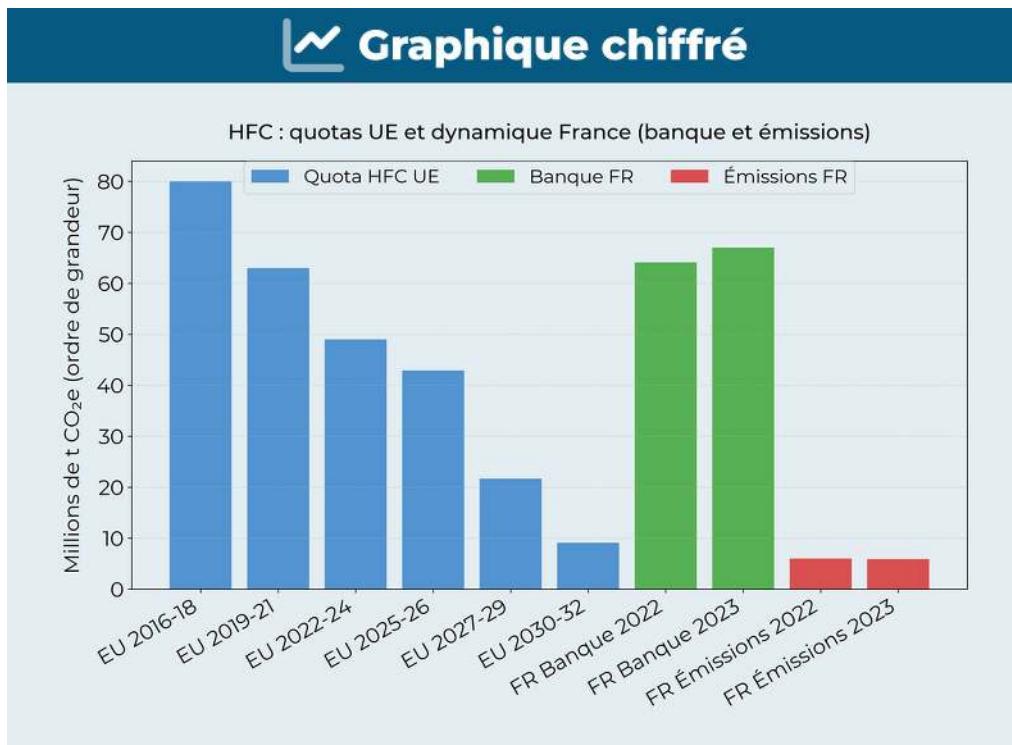
Privilégie les mesures techniques d'élimination du risque, puis les protections collectives, et enfin les équipements de protection individuelle quand les risques persistent malgré les autres actions.

#### **Équipements de protection individuelle et outillage :**

Porte toujours casque, gants isolants quand tu manipules des fluides, lunettes et chaussures de sécurité. Vérifie le certificat CE et l'état, remplace si usure visible ou après 12 mois d'utilisation intensive.

#### **Mesures spécifiques aux fluides frigorigènes :**

En cas de manipulation de fréon ou autre, assure une ventilation adaptée, utilise détecteur de fuite, et respecte les pressions maximales notées sur l'étiquette, souvent entre 10 et 30 bars selon la machine.



#### Astuce terrain :

Sur ton premier chantier, prends 10 minutes pour vérifier l'outillage et noter la référence du fluide sur la machine, cela t'évitera des erreurs coûteuses et des allers-retours.

Risque	Mesure de prévention	Priorité
Fuite de fluide frigorigène	Ventilation, détecteur, confinement, réparation sous 24 heures	Élevée
Contact électrique	Couper l'alimentation, verrouillage, tests avant intervention	Élevée
Chute d'objet	Protection collective, zone balisée, casque obligatoire	Moyenne

### 3. Réagir et améliorer en continu :

#### Procédures d'urgence et exercices :

Connais les procédures en cas de fuite ou d'incendie, partage les numéros d'urgence et réalise au moins 1 exercice par an avec l'équipe pour vérifier la coordination et la réactivité.

#### Retour d'expérience et suivi :

Après chaque incident, fais un retour simple en 3 points, causes, actions et prévention future, archive ces retours pour viser 10% d'amélioration des consignes chaque année.

#### Mini cas concret :

Contexte : Intervention sur une climatisation collective présentant surchauffe et fuite.  
Étapes : diagnostic 2 heures, confinement, récupération 4 kg de fluide, remplacement d'une vanne, test 30 minutes. Résultat : machine remise en service.

#### Exemple de livrable attendu :

Fiche d'intervention d'une page, datée et signée, indiquant 4 actions réalisées, 4 kg récupérés et délai de mise en service 7 jours, transmis au client et au responsable sécurité.

Vérification terrain	Fréquence
Contrôle des EPI	Avant chaque chantier
Test détecteur de fuite	Chaque semaine
Vérification des circuits sous pression	Après toute réparation
Revue des retours d'incident	Tous les 3 mois

#### Exemple d'amélioration continue :

Après une fuite, l'équipe instaure une checklist de 8 points avant mise sous pression, le nombre d'incidents similaires chute de 30% en 6 mois.

### i Ce qu'il faut retenir

Sur un chantier, tu dois **repérer les dangers visibles**, puis estimer gravité et probabilité pour **classer la priorité du risque** et agir vite.

- Note et signale tout dans un registre (date, lieu, action) et transmets au chef d'équipe pour un suivi sur 2 ans.
- Applique la **hiérarchie des mesures** : élimination, protections collectives, puis EPI (casque, gants isolants, lunettes, chaussures) vérifiés et remplacés si usure ou après 12 mois intensifs.
- Avec les fluides frigorigènes : ventilation, détecteur, respect des pressions, réparation rapide en cas de fuite.

Connais les procédures d'urgence et fais au moins un exercice annuel. Après chaque incident, fais un **retour d'expérience** (causes, actions, prévention) pour améliorer les consignes en continu.

## **Chapitre 3 : Gestes d'urgence**

### **1. Réagir selon la situation :**

#### **Priorité et sécurité immédiate :**

Avant tout, évalue la scène en 10 secondes, protège-toi et sécurise la zone pour éviter d'autres victimes. Coupe l'alimentation électrique si nécessaire, éloigne les sources de chaleur et signale le danger autour de toi.

#### **Examiner la victime rapidement :**

Vérifie conscience, respiration et saignements visibles. Si la personne ne respire pas, tu dois commencer la réanimation dans les 1 à 2 premières minutes, et demander de l'aide immédiatement.

#### **Alerter les secours efficacement :**

Appelle le 112, décris la situation, le lieu exact, le nombre de victimes et les risques présents, comme fuite de fluide frigorigène ou électrisation. Note l'heure d'appel et qui a été prévenu.

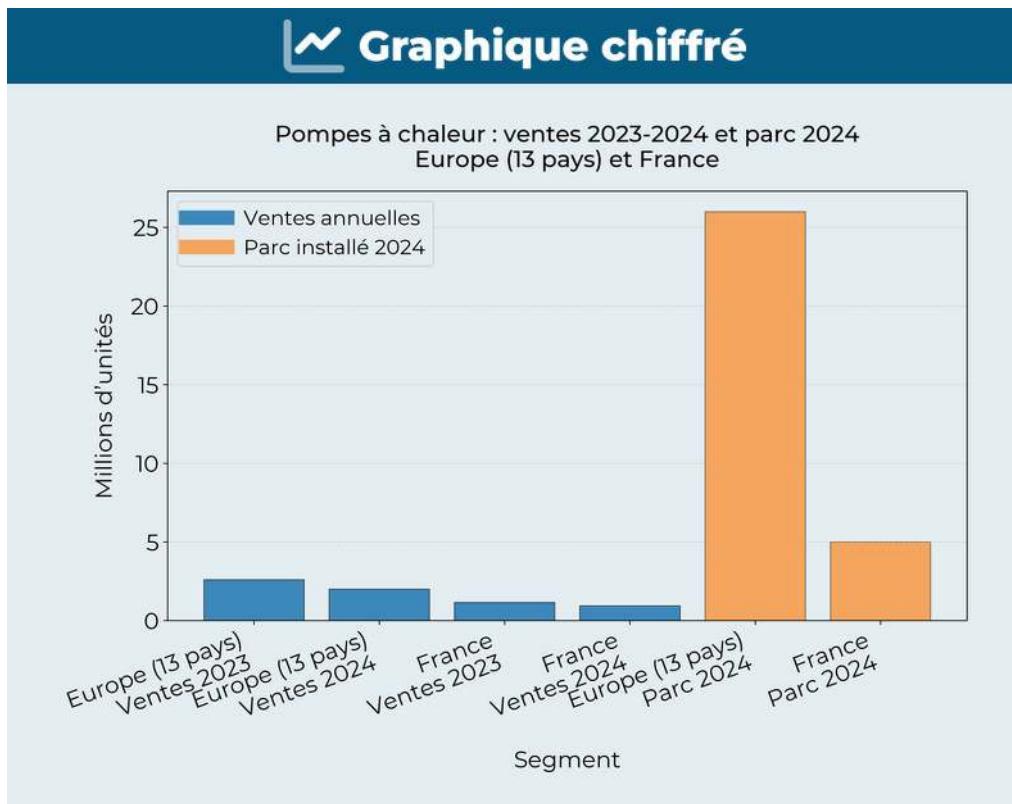
#### **Exemple d'alerte :**

Tu signes au 112 en disant "atelier, fuite de gaz, 1 personne inconsciente, possible électrocution, adresse précise", puis tu demandes l'envoi des pompiers et du SAMU.

### **2. Fuites de fluide frigorigène et atmosphère toxique :**

#### **Identifier et isoler la fuite :**

Repère la source visible, coupe l'installation selon la procédure, ventile le local pendant au moins 15 minutes si possible, et évacue les personnes jusqu'à zone sûre à au moins 5 mètres.



#### **Risques spécifiques et symptômes :**

Les frigorigènes peuvent provoquer étourdissements, maux de tête ou perte de conscience. Si tu observes ces signes, sors la victime à l'air libre et appelle le 15 ou 112 sans délai.

#### **Protection et équipement :**

Porte un masque FFP2 au minimum pour petites concentrations, et utilise un détecteur de gaz pour mesurer la concentration. Si dépassement détecté, n'entre pas sans équipement respiratoire adapté et formation.

#### **Astuce stage :**

Sur le chantier, garde toujours 1 détecteur portatif et 2 masques dans la camionnette, cela m'a évité de retarder une intervention pour une fuite mineure.

### **3. Électrisation, brûlures et secours spécialisés :**

#### **Gérer une électrisation :**

Coupe immédiatement le courant à l'origine si possible, n'approche pas la victime tant que le circuit est sous tension. Si tu dois intervenir, utilise des gants isolants et bois sec ou objet isolant pour séparer.

#### **Premiers soins pour brûlures :**

Refroidis la brûlure sous eau tiède pendant au moins 10 minutes, retire bijoux et vêtements si non collés, et couvre proprement avec un pansement non adhérent en attendant les secours.

### **Utilisation d'un défibrillateur et coordination :**

Si la victime est inconsciente et ne respire pas, commence le massage cardiaque et demande un défibrillateur automatique externe. Suis les instructions vocales de l'appareil jusqu'à l'arrivée des secours.

### **Exemple d'intervention électrique :**

En stage j'ai coupé une armoire générale en moins de 30 secondes, évacué 2 collègues et attendu les secours, ce temps court a évité une blessure grave.

Situation	Action immédiate	Délais recommandés
Fuite de fluide frigorigène	Couper installation, ventiler, évacuer	Ventiler 15 minutes, alerter immédiatement
Électrisation	Couper courant, ne pas toucher la victime	Intervention en moins de 1 minute si possible
Brûlure chimique	Rincer abondamment à l'eau tiède	Rincer 20 minutes minimum
Personne inconsciente	Ouvrir voies aériennes, vérifier respiration, commencer RCP	Commencer RCP dans les 2 premières minutes

### **Mini cas concret – fuite sur groupe frigorifique :**

Contexte : En intervention sur un groupe, fuite détectée de 0,6 kg de R134a, 3 personnes présentes, légère intoxication rapportée par 1 personne. Étapes : arrêt machine, ventilation 20 minutes, appel 112, évacuation sur 10 m.

### **Résultat et livrable attendu :**

Résultat : intervention sécurisée en 40 minutes, victime prise en charge sans hospitalisation. Livrable : rapport d'incident d'une page horodaté, 3 photos, fiche SDS du fluide et estimation réparation à 120 euros.

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

- Vérifier d'abord l'absence de danger immédiat et protéger la zone.
- Évaluer victime : conscience, respiration, saignement.
- Couper alimentation (électrique/fluide) si tu peux le faire en sécurité.
- Alerter 112 en précisant risques chimiques ou électriques.
- Consigner l'incident : heure, actions, témoins, photos et matériels affectés.

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

En urgence, commence par **priorité à ta sécurité** : évalue la scène en 10 secondes, sécurise la zone et supprime les sources de danger (courant, chaleur, fuite).

- Contrôle vite la victime : conscience, respiration, saignements. Si arrêt respiratoire, lance la RCP en moins de 2 minutes et demande un DAE.
- **Alerte 112 efficacement** : lieu précis, nombre de victimes, risques (frigorigène, électrisation) et heure d'appel.
- Fuite de frigorigène : coupe l'installation, ventile 15 minutes, évacue à 5 m minimum, surveille étourdissements et malaise.
- Électrisation et brûlures : **coupe le courant**, ne touche pas la victime sous tension, refroidis une brûlure 10 minutes (chimique : rince 20 minutes).

Après l'action, reste coordonné jusqu'aux secours. Consigne l'incident (heure, actions, témoins, photos, SDS) pour tracer ce qui s'est passé et éviter que ça se reproduise.

# Statique et dynamique des fluides et mécanique

## Présentation de la matière :

Dans le **CAP IFCA**, cette matière te sert à expliquer ce que tu vois sur le terrain, la **pression et débit** d'un fluide, la vitesse dans une conduite, les **pertes de charge**, et les efforts mécaniques sur un support ou un raccord.

Elle est évaluée dans l'épreuve **Mathématiques sciences**, avec un **coefficent de 2**, en **CCF** pendant l'année, ou en **écrit de 2 h** en examen final selon ta modalité. Il n'y a pas d'oral dédié, et en CCF la durée n'est pas fixée en heures. Je me rappelle d'un camarade stressé, puis soulagé après avoir compris la pression en bars.

## Conseil :

Ne cherche pas à tout apprendre par cœur, vise la logique. 3 fois par semaine, fais 20 minutes d'exercices, et écris une **fiche de formules** avec unités, bar, pascal, newton, m<sup>3</sup>/h, ça change tout.

Quand tu bloques, reviens à 2 réflexes: Faire un schéma, et vérifier les unités. Beaucoup d'erreurs viennent d'une conversion oubliée, ou d'un résultat incohérent pour un débit.

Avant une évaluation, refais 3 sujets courts en temps limité, puis corrige proprement. Tu dois savoir expliquer chaque étape, même si tu as l'impression d'aller lentement au début.

## Table des matières

<b>Chapitre 1:</b> Pression et débit .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre la pression .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre le débit .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2:</b> Circulation des fluides .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre les régimes d'écoulement .....	<a href="#">Aller</a>
2. Pertes de charge et conception de réseaux .....	<a href="#">Aller</a>
3. Composants influençant la circulation .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3:</b> Forces et mouvements .....	<a href="#">Aller</a>
1. Forces et vecteurs .....	<a href="#">Aller</a>
2. Lois du mouvement et équilibre .....	<a href="#">Aller</a>
3. Forces sur les fluides et frottements .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 4:</b> Organes mécaniques .....	<a href="#">Aller</a>
1. Les éléments de transmission et support .....	<a href="#">Aller</a>
2. Les organes d'étanchéité et de liaison .....	<a href="#">Aller</a>
3. Installation, réglage et maintenance opérationnelle .....	<a href="#">Aller</a>

<b>Chapitre 5 : Mesures et contrôles .....</b>	<b>Aller</b>
1. Mesurer pression et température .....	Aller
2. Contrôles de débit et d'étanchéité .....	Aller
3. Étalonnage, traçabilité et rapports .....	Aller

# Chapitre 1: Pression et débit

## 1. Comprendre la pression :

### Définition simple :

La pression, c'est la force exercée par un fluide sur une surface, exprimée en pascal (Pa) ou en bar. Un bar vaut 100000 Pa, en froid on rencontre souvent 2 à 15 bar selon l'installation.

### Mesure et appareil :

Tu mesures la pression avec des manomètres, des sondes électroniques ou des manifolds. Vérifie l'étalonnage, choisis l'échelle adaptée et isole toujours la partie en pression avant d'intervenir.

- Manomètre analogique
- Sonde électronique
- Manifold à double aiguille

### Erreurs fréquentes :

Les erreurs habituelles sont l'oubli de compenser la température, le branchement sur la mauvaise prise, ou l'utilisation d'un appareil non adapté au fluide. Une fois en dépannage j'ai lu une pression fausse à cause d'un flexible fissuré.

### Exemple de conversion de pression :

Sur un circuit, tu lis 3,5 bar. En pascal c'est 350000 Pa. Si tu veux la pression absolue, ajoute 101325 Pa à la valeur manométrique pour l'exprimer par rapport au vide.



*Préparer un kit de brasure, assurer la sécurité avec gants et lunettes adaptées*

Élément	Valeur typique	Unité
Pression haute compresseur	10 à 18	bar
Pression basse évaporateur	0,5 à 6	bar
Pression atmosphérique	101325	Pa

## 1. Comprendre le débit :

### Définition simple :

Le débit représente le volume de fluide qui circule par unité de temps, en m<sup>3</sup>/h ou en L/s. 1 L/s vaut 3,6 m<sup>3</sup>/h. En ventilation tu peux voir 200 à 2000 m<sup>3</sup>/h selon la pièce.

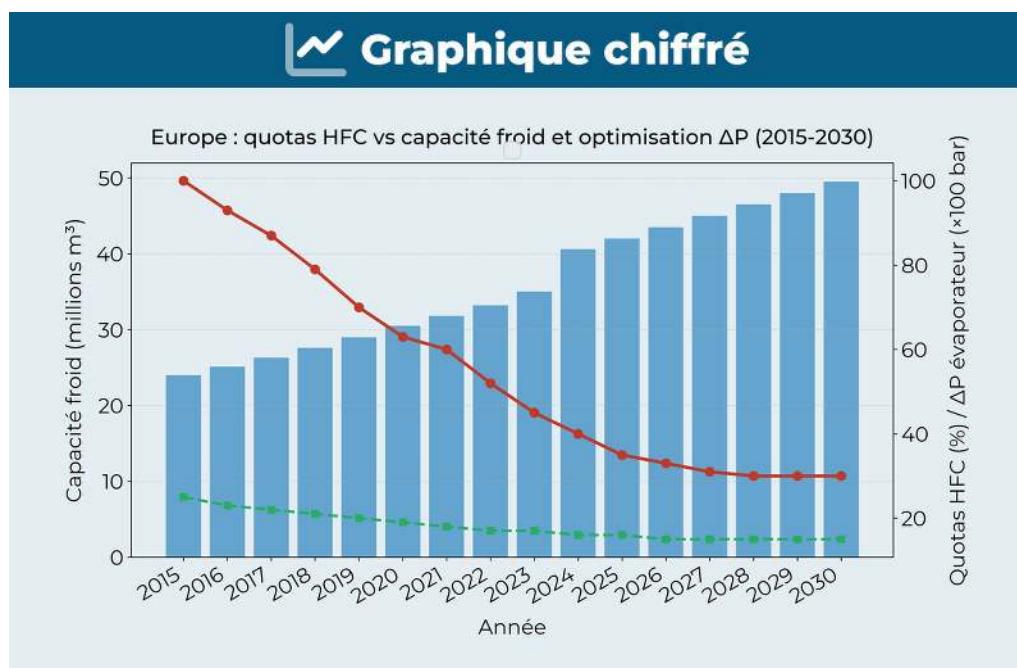
### Mesure et instruments :

Pour les liquides, tu utilises débitmètres à turbine, rotamètres ou capteurs à pression différentielle. Pour l'air, l'anémomètre et les plaques orifices sont courantes en chantier.

- Débitmètre à turbine
- Rotamètre
- Anémomètre pour air

### Cas concret d'application :

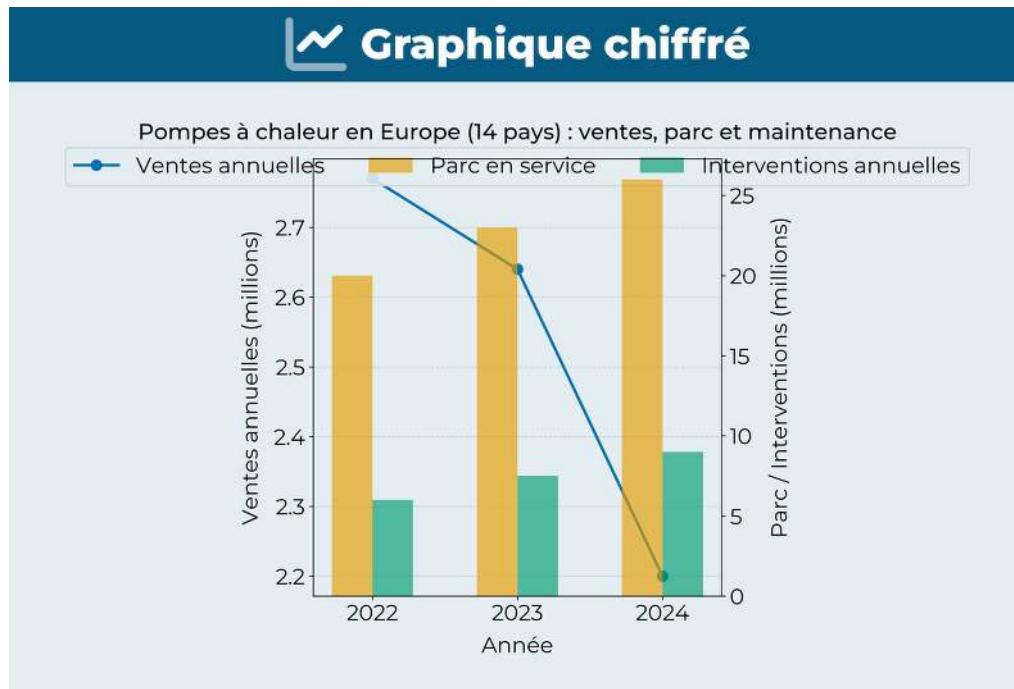
Contexte: remplacement d'un évaporateur dans une chambre froide de 12 m<sup>3</sup>. Objectif: garder une perte de charge inférieure à 0,15 bar et assurer un débit réfrigérant de 2 m<sup>3</sup>/h.



- Étape 1 Mesurer le diamètre et la longueur de la tuyauterie

- Étape 2 Calculer la perte de charge estimée avec le débit prévu
- Étape 3 Ajuster le diamètre ou raccourcir la longueur si nécessaire

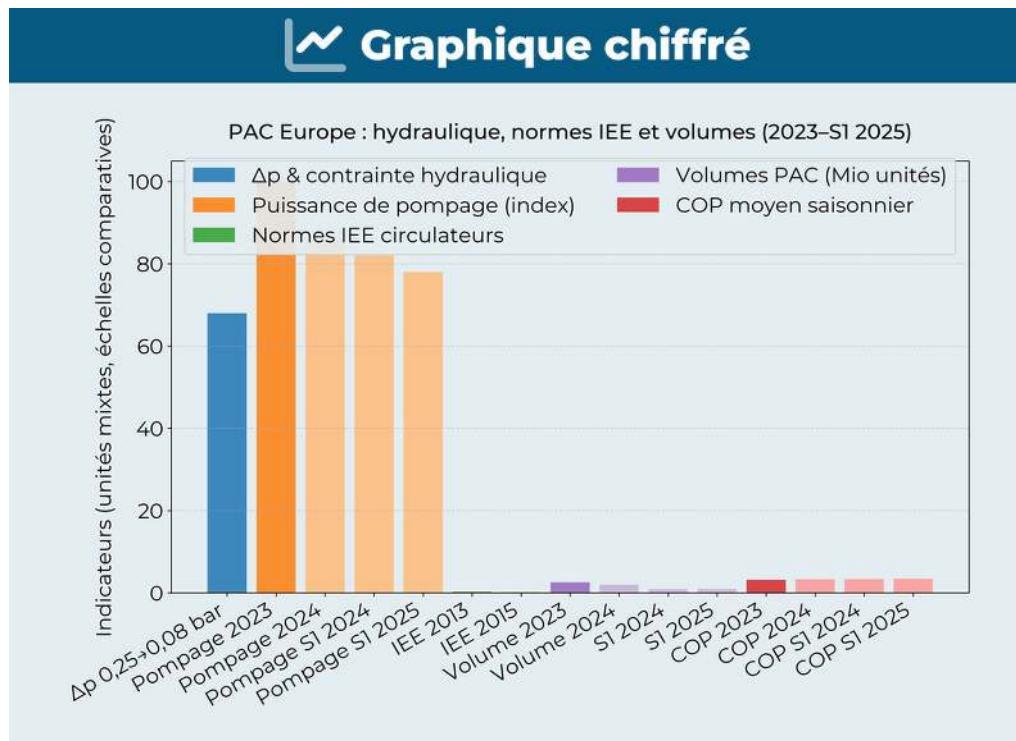
Résultat: perte de charge estimée 0,12 bar, débit mesuré 2,05 m<sup>3</sup>/h. Livrable: fiche d'intervention chiffrée et schéma de tuyauterie au format pdf, datée et signée.



#### **Exemple d'optimisation d'un process de circulation :**

Sur une installation, remplacer un tuyau Ø15 mm par Ø22 mm a réduit la perte de charge de 0,25 bar à 0,08 bar, augmentant le débit utile de 18%. C'est souvent la solution la plus simple.

## Graphique chiffré



Action	Objectif	Comment
Vérifier manomètre	Mesures fiables	Contrôle étalonnage avant intervention
Isoler le circuit	Sécurité	Fermer vannes et purger si nécessaire
Mesurer débit	Validation performance	Utiliser débitmètre adapté et comparer au calcul
Documenter l'intervention	Traçabilité	Fiche d'intervention avec chiffres et photo

### i Ce qu'il faut retenir

La **pression d'un fluide** est une force par surface (Pa ou bar), typiquement 2 à 15 bar en froid. Le **débit de fluide** est un volume par temps (m<sup>3</sup>/h, L/s), avec 1 L/s = 3,6 m<sup>3</sup>/h.

- Mesure la pression avec manomètre, sonde ou manifold, en vérifiant l'étalonnage et en isolant la zone avant intervention.
- Évite les erreurs : mauvaise prise, oubli température, appareil incompatible, flexible défectueux.
- Mesure le débit avec **instruments adaptés** (débitmètre, rotamètre, anémomètre) et compare calcul et terrain.

- Pour réduire la perte de charge, augmente souvent le diamètre de tuyauterie.

Pour passer en pression absolue, ajoute la pression atmosphérique à la valeur manométrique. En dépannage, vise des mesures fiables, une perte de charge maîtrisée et une **träçabilité de l'intervention** avec chiffres et schéma.

## Chapitre 2 : Circulation des fluides

### 1. Comprendre les régimes d'écoulement :

#### Reynolds et laminaire/turbulent :

La grandeur clé est le nombre de Reynolds,  $Re = \rho v D / \mu$ . En général,  $Re < 2300$  indique un écoulement laminaire, au-delà c'est turbulent, ce qui modifie les pertes et le mélange.

#### Effets pratiques sur les circuits :

En pratique, l'écoulement turbulent favorise le transfert mais augmente les pertes. Sur les petites sections la vitesse augmente rapidement, surveille la vitesse recommandée pour liquides et réfrigérants selon la ligne.

#### Exemple d'identification d'un régime d'écoulement :

Pour une conduite  $D = 25 \text{ mm}$  et  $v = 2 \text{ m/s}$  avec de l'eau à  $20^\circ\text{C}$ ,  $Re \approx 2000$ , proche de la transition. Dans ce cas, envisager un diamètre supérieur pour réduire les pertes.

### 2. Pertes de charge et conception de réseaux :

#### Pertes par frottement et formule de Darcy :

La perte linéaire suit la formule de Darcy,  $\Delta p = f (L/D) (\rho v^2 / 2)$ . Le coefficient  $f$  dépend de  $Re$  et de la rugosité relative, il sert à dimensionner diamètres et longueurs pour maîtriser les pertes.

#### Pertes locales et accessoires :

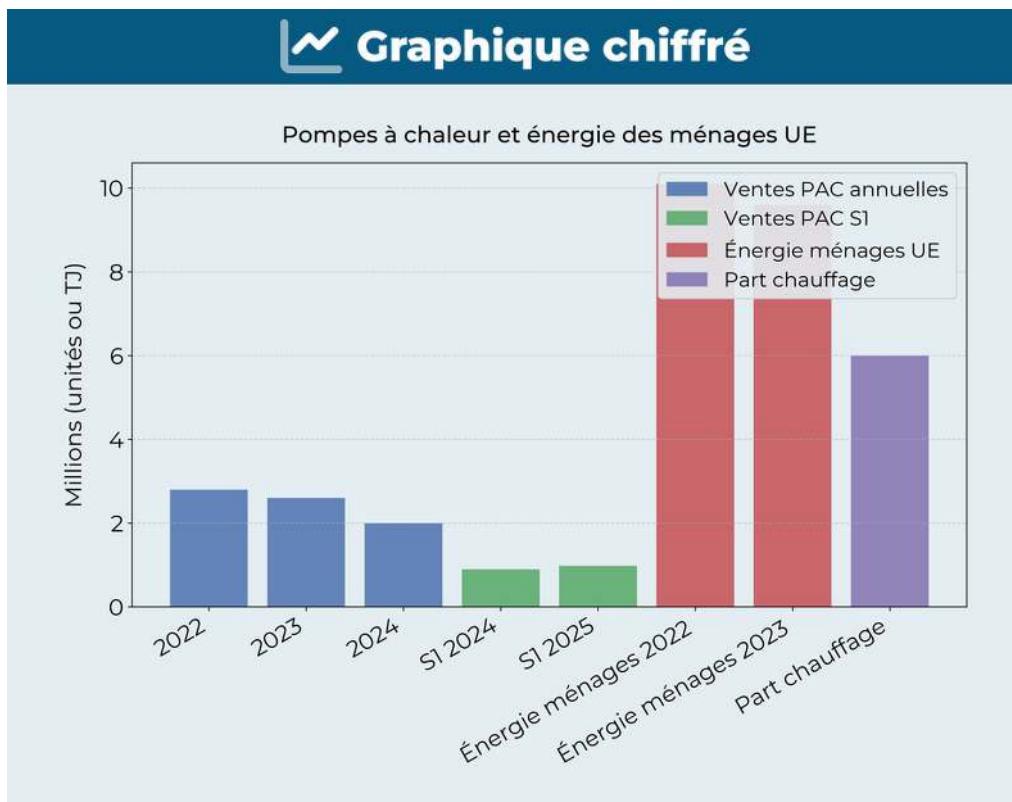
Coudes, vannes et raccords génèrent des pertes locales modélisées par un coefficient  $K$ , la perte vaut  $K (\rho v^2 / 2)$ . N'oublie pas de cumuler ces pertes pour chaque branche du réseau.

Élément	Coefficient $k$ approximatif
Coude 90° fileté	0.9
Coude 90° soudé	0.7
Vanne partiellement ouverte	2.0
Réduction excentrique	0.5
Té perpendiculaire	1.8

### 3. Composants influençant la circulation :

#### Pompes et compresseurs, courbes et point de fonctionnement :

Lire la courbe constructeur est essentiel, elle relie débit et hauteur manométrique. Choisis la pompe au point d'intersection avec la courbe réseau, prévois une marge de 10 à 20% pour usure et pertes imprévues.



### **Vannes, équilibrage et bonnes pratiques :**

Équilibrer un réseau passe par des vannes d'arrêt et d'équilibrage, mesure les débits de chaque branche avec un débitmètre. Une erreur fréquente est de régler à l'oeil sans données chiffrées, évite cette méthode.

### **Exemple d'installation et équilibrage d'un réseau frigorifique :**

Contexte: installation d'un réseau avec 3 évaporateurs desservant chambres froides, débits demandés 0.6, 0.35 et 0.25 kg/s. Objectif: sélectionner la pompe et garder pertes totales ≤ 50 kPa.

Étapes: calculer pertes linéaires et locales, sommer pour chaque branche, tracer la courbe du réseau, choisir une pompe fournissant 0.6 kg/s à 55 kPa. Livrable: tableau chiffré des pertes et sélection de pompe.

Branche	Débit (kg/s)	Pertes totales (kpa)
Évaporateur A	0.6	55
Évaporateur B	0.35	32
Évaporateur C	0.25	28
Pompe sélectionnée	Débit 0.6 kg/s	Hauteur 55 kPa

Sur le terrain, vérifie ces éléments clés avant mise en service pour éviter fuites et mauvaise circulation, prends notes des débits mesurés et photographie les réglages de vanne.

Vérification	Action
Étanchéité	Contrôler raccords à 10 bar pendant 10 min
Débit	Mesurer avec débitmètre et noter les valeurs
Températures	Relever entrée et sortie échangeur pour diagnostic
Vannes	Vérifier position et réglage d'équilibrage
Documentation	Fournir tableau des débits et courbe réseau en PDF

#### Astuce terrain :

Quand tu mesures, note toujours la température et la pression au point de mesure, ces valeurs aident à repérer rapidement un colmatage ou une cavitation naissante.

Anecdote: en stage j'ai oublié un clapet de retenue, l'huile est restée dans le circuit pendant 48 heures, on a dû démonter et nettoyer, j'ai retenu la leçon et depuis je fais une check-list systématique.

#### i Ce qu'il faut retenir

Pour dimensionner un circuit, repère d'abord le régime via le **nombre de Reynolds** : laminaire ( $Re < 2300$ ) ou turbulent, avec plus d'échanges mais plus de pertes.

- Calcule les **pertes de charge** : linéaires (Darcy,  $f$  dépend de  $Re$  et rugosité) et locales (coefficients  $K$  des accessoires) puis additionne par branche.
- Choisis la pompe au croisement débit-hauteur avec la **courbe du réseau**, en gardant 10 à 20% de marge.
- Équilibre avec vannes et mesures réelles, jamais "à l'oeil".

Avant mise en service, contrôle étanchéité, débits, températures et positions de vannes, et note pression et température au point de mesure. Une **check-list terrain** t'évite colmatage, cavitation et oubli coûteux.

## Chapitre 3 : Forces et mouvements

### 1. Forces et vecteurs :

#### Définition et sens pratique :

Une force est une action qui pousse ou tire un objet, elle a une direction, un sens et une intensité exprimée en newton. En froid, tu rencontreras souvent le poids, la poussée et les forces de contact.

#### Représentation et composition :

On dessine les forces par des vecteurs. Pour additionner plusieurs forces, utilise la méthode du parallélogramme ou la somme des composantes horizontales et verticales en newton.

#### Calculs utiles en atelier :

Exemple de calcul rapide, si tu portes un compresseur de 12 kg, le poids est  $mg$ , donc  $12 \times 9,81 \approx 118$  N. Ce chiffre t'aide à dimensionner une sangle ou un support.

#### Exemple de déplacement :

Si tu imposes une accélération de  $0,5 \text{ m/s}^2$  à ce compresseur, la force d'inertie est  $F = m \times a = 12 \times 0,5 = 6$  N, à ajouter aux efforts déjà présents.

Type de force	Caractéristique	Ordre de grandeur
Poids	Vertical vers le bas	$10^1$ à $10^3$ N
Force normale	Contact perpendiculaire	0 à $10^3$ N
Frottement	Oppose le mouvement	1 à $10^2$ N

### 2. Lois du mouvement et équilibre :

#### Rappels rapides sur les lois de newton :

Première loi, un objet au repos reste au repos sauf si une force nette agit. Deuxième loi,  $F = m \times a$  relie force, masse et accélération. Troisième loi, action et réaction sont opposées.

#### Équilibre statique et moments :

Pour qu'un montage soit en équilibre, la somme des forces et la somme des moments doivent être nulles. Calcule les moments en newton m pour vérifier la stabilité d'un support ou d'une fixation.

#### Application terrain et erreurs courantes :

Astuce de stage, quand tu serres une bride, pense au bras de levier. Pour obtenir 60 N m avec une clé de 0,3 m, il faudra une force de 200 N sur la clé, soit 20 kg environ sur le manche.

### **Exemple d'application mécanique :**

Lors du remplacement d'un ventilateur, j'ai mesuré le couple nécessaire à 45 N m, la clé de 0,4 m demandait 112 N, il a fallu utiliser une rallonge pour atteindre cette valeur sans forcer.

## **3. Forces sur les fluides et frottements :**

### **Frottements et traînée :**

Sur les conduits et les ventilateurs, les forces de frottement créent des pertes d'énergie. La traînée dépend de la vitesse au carré, de la surface exposée, et d'un coefficient de traînée.

### **Calcul concret de traînée :**

Formule utile,  $F_d = 0,5 \times \rho \times C_d \times A \times v^2$ . Pour de l'air à 1,2 kg/m<sup>3</sup>,  $C_d$  1,2,  $A$  0,1 m<sup>2</sup> et  $v$  5 m/s, la traînée vaut environ 1,8 N, peu mais cumulable sur plusieurs éléments.

### **Effets pratiques en installation :**

En réseau, les frottements augmentent la consommation électrique de la soufflerie. Sur une installation de 5 kW, une réduction de pertes de 10 pour cent représente environ 0,5 kW économisé en fonctionnement.

### **Exemple d'évaluation :**

Sur un test de débit, j'ai mesuré une chute de pression et estimé une perte de puissance de 0,6 kW, la cause était une courbe mal orientée et une surface rugueuse non identifiée.

### **Cas concret d'intervention :**

Contexte, remplacement d'un ventilateur hélicoïde dans une centrale de traitement d'air. Étapes, 1 démontage en 30 minutes, 2 mesure du couple et de la vibration pendant 15 minutes, 3 montage du nouveau ventilateur en 45 minutes.

### **Cas concret intervention :**

Résultat, réduction des vibrations de 40 pour cent et gain de 0,4 kW à 3500 tours par minute. Livrable attendu, rapport chiffré indiquant couple mesuré 48 N m, vibration initiale 3,2 mm/s et post intervention 1,9 mm/s.

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

- Vérifie la masse et calcule le poids en newton avant toute manutention.
- Mesure le couple requis et compare avec la clé disponible.
- Contrôle les jeux et frottements sur les pièces tournantes avant démarrage.
- Note les valeurs de vibration et de couple, prends des photos des repères.
- Rédige un livrable chiffré avec temps d'intervention et valeurs mesurées.

Étape	Durée estimée	Livrable attendu
Diagnostic et mesures	15 minutes	Tableau de mesures et photos

Remplacement	45 minutes	Composant neuf monté et testé
Vérification post intervention	15 minutes	Rapport chiffré et préconisations

### Astuce de pro :

En stage, garde un carnet avec masses, couples et longueurs de clés courantes, cela t'évite de refaire les calculs sur le chantier et te fait gagner 5 à 15 minutes à chaque intervention.

## i Ce qu'il faut retenir

Une force est une action (pousser ou tirer) avec direction, sens et intensité en newton, représentée par un vecteur. Tu additionnes les forces par composantes ou avec la **méthode du parallélogramme**, et tu relies mouvement et effort via  $F = m \times a$ .

- En manutention, calcule le poids ( $mg$ ) pour dimensionner sangle ou support, puis ajoute l'inertie si tu accélères la charge.
- Pour la stabilité, vérifie **équilibre statique et moments** : somme des forces et des couples ( $N\ m$ ) nulle, en tenant compte du bras de levier.
- En aéraulique, les **pertes par frottement** et la traînée (proportionnelle à  $v^2$ ) augmentent la puissance électrique, donc l'intérêt de mesurer, corriger et chiffrer.

Sur le terrain, mesure couple, jeux, frottements et vibrations, puis consigne tout dans un rapport. Garde un carnet de masses, couples et longueurs de clés pour gagner du temps et éviter les erreurs.

## Chapitre 4 : Organes mécaniques

### 1. Les éléments de transmission et support :

#### Fonction et choix des roulements :

Les roulements supportent les arbres et transmettent les efforts de rotation. Choisis entre roulement à billes, à rouleaux ou palier lisse selon charge radiale, charge axiale et vitesse nominale jusqu'à 10 000 tours par minute.

#### Arbres, accouplements et paliers :

Un arbre mal aligné augmente l'usure et les vibrations. Les accouplements compensent un léger désalignement. Vérifie jeu axial, jeu radial et couples admissibles, par exemple 25 à 50 N·m selon la machine.

#### Exemple d'entretien de palier :

Dépose, contrôle des portées, nettoyage, 3 g de graisse neuve, serrage des brides à 20 N·m, vérification du jeu axial 0,05 mm. Temps estimé 30 à 45 minutes pour un palier standard.

Élément	Fonction	Indice de vérification
Roulement à billes	Faible frottement vitesse élevée	Bruit, jeu, température ≤ 70 °C
Palier lisse	Support de charges lourdes et chocs	Usure de portée, lubrification régulière
Accouplement élastique	Absorbe désalignements	Contrôle jeu et fissures

### 2. Les organes d'étanchéité et de liaison :

#### Types de joints et matériaux :

Choisis les joints selon fluide, pression et température. Par exemple, les joints nitrile conviennent jusqu'à 120 °C pour huile minérale, les joints Viton résistent mieux aux huiles agressives et à 200 °C.

#### Montage correct et erreurs fréquentes :

Un joint monté à l'envers fuit souvent. Contrôle la propreté, l'absence de coupures et la surface d'appui. Remplace un joint usé plutôt que de forcer le serrage des brides pour éviter déformation.

#### Astuce montage :

Utilise un lubrifiant compatible pour l'installation des O-rings et chauffe légèrement les joints en caoutchouc si besoin, cela réduit le temps d'opération et diminue le risque d'endommagement.

### **3. Installation, réglage et maintenance opérationnelle :**

#### **Procédures de base sur le terrain :**

Avant intervention, coupe l'alimentation, vérifie la consignation et note l'état initial en photo et mesures. Une intervention type prend 40 à 90 minutes selon la complexité et le remplacement de pièce.

#### **Contrôles de fonctionnement et tolérances :**

Mesure vibration, température et jeu après remontage. Vibration acceptable typique 1,0 à 3,0 mm/s pour petite machine. Si dépassement, réajuste alignement ou remplace le palier.

#### **Mini cas concret :**

Contexte : unité de condensation 5 kW avec vibration 5,2 mm/s et bruit anormal. Étapes : isolement 10 minutes, démontage ventilateur 15 minutes, remplacement roulement 30 minutes, réalignement 10 minutes.

#### **Exemple de résultat et livrable :**

Résultat : vibration réduite à 1,1 mm/s, consommation stabilisée, coût pièces 45 €, temps d'intervention 65 minutes. Livrable attendu : rapport court avec photos avant/après, relevés vibration, couple de serrage et référence pièce remplacée.

Vérification	Fréquence	Seuil d'alerte
Contrôle jeu roulement	Chaque 3 mois	Jeu > 0,1 mm
Mesure vibration	Chaque 6 mois	Vibration > 3 mm/s
Contrôle étanchéité	Après chaque démontage	Fuite détectée

#### **Check-list opérationnelle :**

Tâche	À faire
Sécuriser l'installation	Couper alimentation et consignation visible
Documenter l'état initial	Photos et mesures vibration/température
Remplacer pièce	Utiliser pièces certifiées et couple indiqué
Tester en charge	Vérifier bruit et vibration 15 minutes après démarrage

Petite anecdote de stage : une fois j'ai oublié l'alignement d'un accouplement et on a entendu un cliquetis jusqu'à ce que je le corrige le lendemain matin.

## Ce qu'il faut retenir

Tu gères les organes mécaniques en choisissant les bons supports de rotation, en assurant l'étanchéité, puis en contrôlant après remontage.

- Roulements et paliers : adapte au radial/axial et à la vitesse, surveille bruit, jeu et température (viser  $\leq 70^{\circ}\text{C}$ ) pour une **rotation fiable et durable**.
- Arbres et accouplements : l'alignement limite usure et vibrations, contrôle jeux et couple admissible pour éviter une **usure et vibrations**.
- Joints : choisis le matériau selon fluide et température, monte propre et dans le bon sens pour une **étanchéité sans fuite**.
- Maintenance : sécurise (consignation), documente, remonte au couple, puis vérifie vibration (alerte  $> 3 \text{ mm/s}$ ) et jeu roulement (alerte  $> 0,1 \text{ mm}$ ) avec une **check-list opérationnelle**.

Après chaque intervention, teste en charge et note photos, mesures et références de pièces. Un simple oubli d'alignement peut suffire à créer un bruit et une vibration anormaux, donc contrôle systématiquement avant de quitter le site.

## Chapitre 5 : Mesures et contrôles

### 1. Mesurer pression et température :

#### Instruments courants :

Tu vas rencontrer surtout des manomètres, thermomètres à résistance, capteurs PT100 et transmetteurs 4-20 mA pour la température et la pression. Ces instruments couvrent des gammes typiques de -30 à 150 °C ou 0 à 50 bar.

#### Bonnes pratiques de prise de mesure :

Prends la mesure au point d'intérêt, laisse l'instrument se stabiliser 30 à 60 secondes avant de lire, et évite les coudes proches qui faussent la pression. Note la température ambiante pour corriger si besoin.

#### Erreurs fréquentes :

Évite les prises sur tuyaux isolés sans dénuder, ne pas purger avant mesure, ou utiliser un capteur mal étalonné. Ces erreurs créent souvent des écarts de 5 à 15% sur les lectures en stage.

#### Exemple de mesure de surchauffe et sous-refroidissement :

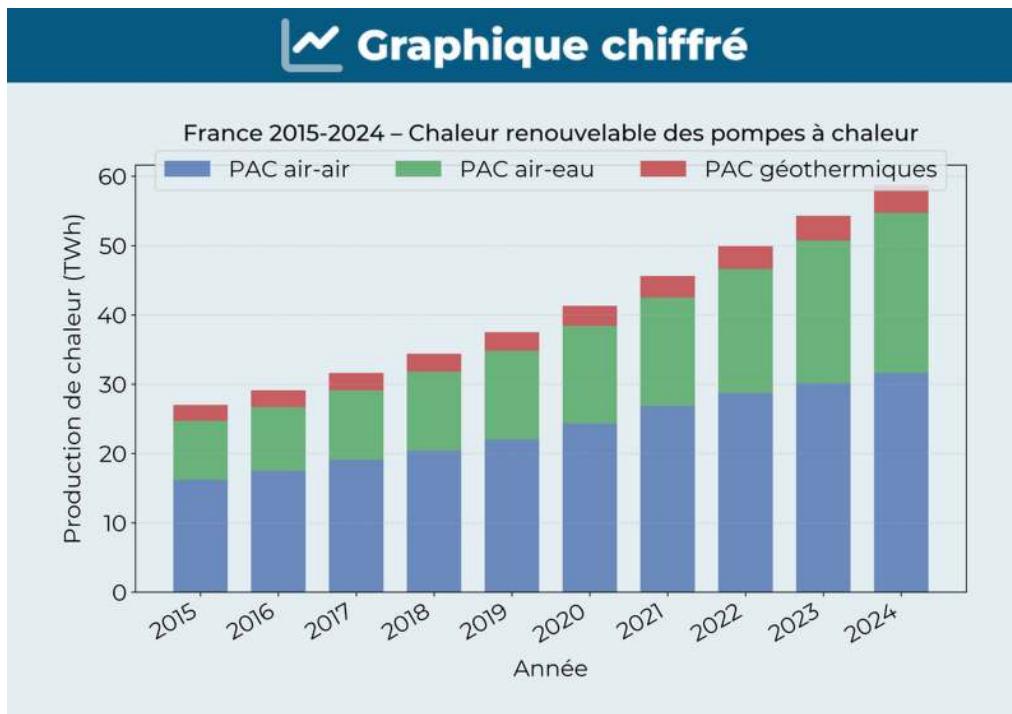
Pour un évaporateur, mesure la température de sortie du fluide et la pression d'aspiration, convertis la pression en température saturée et soustrais pour obtenir la surchauffe en °C.

Instrument	Gamme typique	Usage
Manomètre	0 à 50 bar	Contrôle pression refoulement et aspiration
Thermomètre PT100	-50 à 250 °C	Mesure température liquide et air
Débitmètre	0,01 à 10 m <sup>3</sup> /h	Mesure débit fluide frigorigène ou eau

### 2. Contrôles de débit et d'étanchéité :

#### Mesure de débit :

Pour l'eau glycolée ou l'air, utilise un débitmètre adapté et note la température d'entrée et de sortie pour calculer la puissance. La précision attendue sur site est souvent ±5% pour un relevé utile.



#### **Détection de fuite :**

Utilise un détecteur électronique pour traces de fluide ou fais un test d'hélium si demandé en laboratoire. En pratique, un détecteur portable trouve 80% des fuites visibles sur des installations mal entretenues.

#### **Vérifications sur site :**

Vérifie les raccords, soudures et vannes, effectue une mise sous pression et surveille la stabilisation 15 à 30 minutes. Note toute perte de pression supérieure à 0,1 bar sur 30 minutes.

#### **Astuce pratique :**

En intervention, marque l'heure de chaque mesure et fais une photo des instruments sur le chantier, ça évite les erreurs lors de la rédaction du rapport.

### **3. Étalonnage, traçabilité et rapports :**

#### **Étalonnage des capteurs :**

Fais étalonner les capteurs tous les 12 mois ou après choc mécanique. Garde les certificats d'étalonnage avec date, écart mesuré et incertitude pour la traçabilité administrative et technique.

#### **Rédaction de rapport :**

Rédige un rapport clair avec mesures, instrument utilisé, heure et emplacement. Indique les écarts acceptables et propose des actions correctives chiffrées quand nécessaire, au format lisible pour le client.

#### **Sécurité et conformité :**

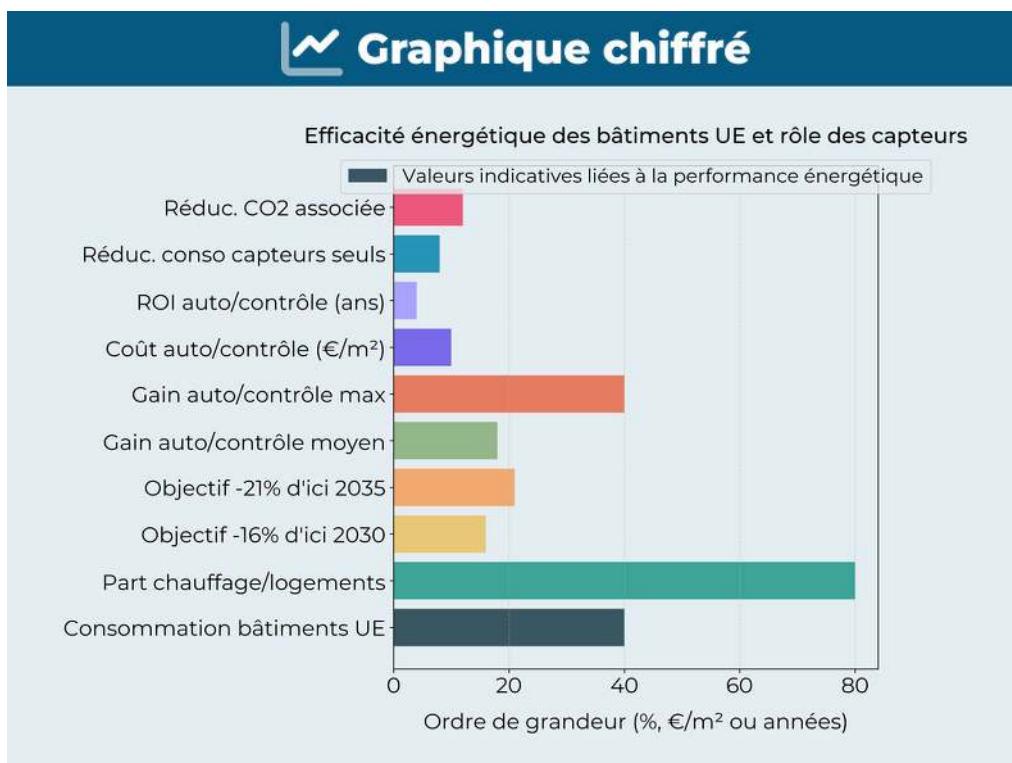
Respecte les consignes de sécurité lors des prélèvements de fluide et de mise sous pression. Vérifie la conformité aux valeurs limites indiquées par le constructeur et aux obligations réglementaires applicables.

#### **Exemple de cas concret :**

Intervention chez un petit commerce, vérification d'un groupe frigorifique, trois prises de pression et deux températures relevées, fuite détectée et colmatée, restitution d'un rapport avec coûts estimés.

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

Sur un système de climatisation, remplacement d'un capteur vieux de 7 ans par un capteur étalonné neuf a réduit les écarts de lecture de 12% à 2%, améliorant le réglage et économisant environ 8% d'énergie annuelle.



#### **Mini cas concret – vérification complète d'un groupe frigorifique :**

Contexte : Intervention sur un groupe 5 kW avec plainte de mauvaise température produit, client signalé perte de rendement depuis 2 semaines.

#### **Étapes :**

Mesure des pressions haute et basse, prise des températures d'évaporation et de condensation, contrôles de débit de liquide, test d'étanchéité 30 minutes, et vérification électrique.

#### **Résultat et livrable attendu :**

Résultat : fuite identifiée sur un raccord, perte de pression 0,3 bar en 30 minutes, surchauffe de 10 °C. Livrable : rapport chiffré avec photos, actions proposées et devis de réparation à 420 euros TTC.

### Check-list opérationnelle :

Contrôle	Fréquence	Outil	Critère
Pression aspiration/refoulement	Avant mise en route	Manomètre	Valeur constructeur ±10%
Température évaporateur	Mensuel	PT100	Surchauffe 4 à 12 °C
Test d'étanchéité	Annuel	Détecteur électronique	Aucune fuite détectable
Etalonnage capteurs	12 mois	Laboratoire agréé	Certificat conservé

### Astuce de stage :

Note toujours la version des manuels et les numéros de série des capteurs lors d'une intervention, ça facilite la commande de pièces et la traçabilité.

### i Ce qu'il faut retenir

Tu mesures pression, température et débit avec des outils adaptés (manomètre, PT100, transmetteur 4-20 mA), en visant des relevés fiables sur site.

- Applique les **bonnes pratiques de mesure** : mesure au bon point, stabilisation 30 à 60 s, évite les coudes proches, note l'ambiance.
- Réduis les **erreurs fréquentes de lecture** : purge avant mesure, capteur étalonné, dénude sur tuyau isolé sinon tu peux dériver de 5 à 15%.
- Pour l'étanchéité, fais une mise sous pression et surveille 15 à 30 min ; alerte si perte > 0,1 bar/30 min, aide-toi d'un détecteur ou d'un test hélium.
- Assure la **traçabilité des capteurs** : étalonnage tous les 12 mois, certificats, rapport avec heure, lieu, instrument, photos et actions chiffrées.

Pour diagnostiquer, calcule aussi la **surchauffe et sous-refroidissement** via pression convertie en température saturée. Un rapport clair et conforme, avec sécurité et valeurs constructeur, transforme tes mesures en décisions utiles.

# Électricité

## Présentation de la matière :

En **CAP IFCA** (Installateur en Froid et Conditionnement d'Air), l'électricité te sert à **câbler la régulation** et les sécurités. Tu lis des **schémas électriques**, tu mesures au multimètre, tu repères des pannes simples. J'ai vu un camarade progresser en refaisant 5 schémas d'affilée.

Cette matière est intégrée aux épreuves professionnelles, en **CCF ou ponctuel**: Écrit de **3 h** avec **coeffcient de 2**, puis 2 épreuves pratiques de 8 h (coef 6) et 6 h (coef 4). Une partie de technologie électrique peut tomber à l'écrit, la session est souvent en juin.

## Conseil :

Planifie une **routine de 20 min**, 4 fois par semaine: Un schéma à refaire, 2 exercices U I R, et 1 rappel de **sécurité électrique**. Le piège, c'est la précipitation avant la consignation.

Le jour du TP, pense à:

- Couper et consigner
- Vérifier l'absence de tension
- Mesurer du général vers le local

Si tu bloques, relis le schéma, vérifie les protections, puis mesure étape par étape.

## Table des matières

<b>Chapitre 1:</b> Schémas électriques .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre les symboles et les normes .....	<a href="#">Aller</a>
2. Réaliser et interpréter un schéma pratique .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2:</b> Raccordements et câblage .....	<a href="#">Aller</a>
1. Préparer les raccordements électriques .....	<a href="#">Aller</a>
2. Techniques de câblage et connexions .....	<a href="#">Aller</a>
3. Vérifications, mise en service et sécurité .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3:</b> Sécurité électrique .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre les risques électriques .....	<a href="#">Aller</a>
2. Prévention et mesures de protection .....	<a href="#">Aller</a>
3. Procédures d'intervention et conduite à tenir .....	<a href="#">Aller</a>

# Chapitre 1: Schémas électriques

## 1. Comprendre les symboles et les normes :

### Symboles de base :

Les symboles représentent les composants comme les fusibles, relais, contacteurs et résistances, il faut les reconnaître rapidement pour diagnostiquer une panne sur une installation frigorifique.

### Normes et repères :

En France, la norme NF C 15-100 guide les installations basse tension, elle fixe les protections et les couleurs des conducteurs, il est utile de la connaître au moins pour les principes de sécurité.

### Lecture d'un schéma simple :

Commence par repérer l'alimentation, les protections et la commande, puis suis le circuit jusqu'à l'actionneur, cela te permet de comprendre le fonctionnement en moins de 5 minutes sur un schéma simple.

### Exemple d'identification d'un relais :

Tu regardes le symbole, tu vois la bobine et les contacts, tu vérifies la tension de commande notée 24 V, puis tu localises la protection associée et le bornier correspondant.

Élément	Symbolic current	Utilisation
Fusible	Signe en forme de barre	Protection contre les surintensités
Relais	Bobine et contacts	Commande d'un circuit par un signal
Contacteur	Cadre avec contacts	Commande puissance pour compresseur

## 2. Réaliser et interpréter un schéma pratique :

### Organisation d'un schéma :

Trace toujours l'alimentation à gauche, les commandes au milieu et les actionneurs à droite, respecte les repères de bornier et numérote les conducteurs pour faciliter les mesures et le dépannage.

### Vérification et tests :

Avant toute mise sous tension, repère les protections, vérifie continuité et isolement, mesure la tension aux bornes de la bobine et aux contacts après chaque modification pour éviter les retours d'expérience coûteux.

### Cas concret et livrable :

Contexte : maintenance d'une vitrine réfrigérée en atelier, problème de non-démarrage du compresseur, diagnostic demandé par le technicien référent.

Étapes : diagnostic électrique 40 minutes, remplacement d'un contacteur 30 minutes, test de fonctionnement 20 minutes, consignation et mise à jour du schéma 30 minutes.

Résultat : remise en service en 2 heures, document mis à jour avec schéma annoté et étiquette de repérage posée au bornier.

Livrable attendu : schéma électrique modifié en format A4 imprimé, 1 photo du tableau, et une feuille d'intervention signée, total 3 éléments remis au client ou à l'entreprise.

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

Sur une intervention, j'ai réduit le temps de recherche des bornes de 20 minutes à 5 minutes en ajoutant un code couleur et une étiquette, les collègues l'ont gardé.

Tâche	Durée estimée	Contrôle
Diagnostic électrique	40 minutes	Mesure d'isolement et continuité
Remplacement composant	30 minutes	Vérifier tension bobine
Mise à jour schéma	30 minutes	Concordance bornier et photo

Checklist opérationnelle	Action
Sécurité	Couper l'alimentation avant toute manipulation
Vérification	Mesurer tension et continuité sur bornes clés
Repérage	Étiqueter conducteurs et bornes après modification
Documenter	Mettre à jour le schéma et joindre photo

#### **Astuce pratique :**

Garde toujours une feuille de schéma vierge et des étiquettes autocollantes dans ta caisse, cela te fait gagner en moyenne 15 à 30 minutes par intervention sur les dépannages.

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

Pour dépanner vite, maîtrise les **symboles électriques essentiels** (fusible, relais, contacteur) et les repères de sécurité liés à la **norme NF C 15-100**.

- Fais une **lecture rapide du schéma** : alimentation, protections, commande, puis actionneur.

- Construis ton schéma clair : alimentation à gauche, commandes au milieu, actionneurs à droite, conducteurs numérotés et borniers repérés.
- Applique les **tests avant mise sous tension** : continuité, isolement, puis mesures de tension bobine et contacts après chaque modif.

Sur un cas de compresseur qui ne démarre pas, tu diagnostiqueras, remplaceras le composant, testeras et mettras à jour la doc. Termine par un livrable simple : schéma A4 annoté, photo du tableau et feuille d'intervention signée.

## Chapitre 2 : Raccordements et câblage

### 1. Préparer les raccordements électriques :

#### Choix des câbles et sections :

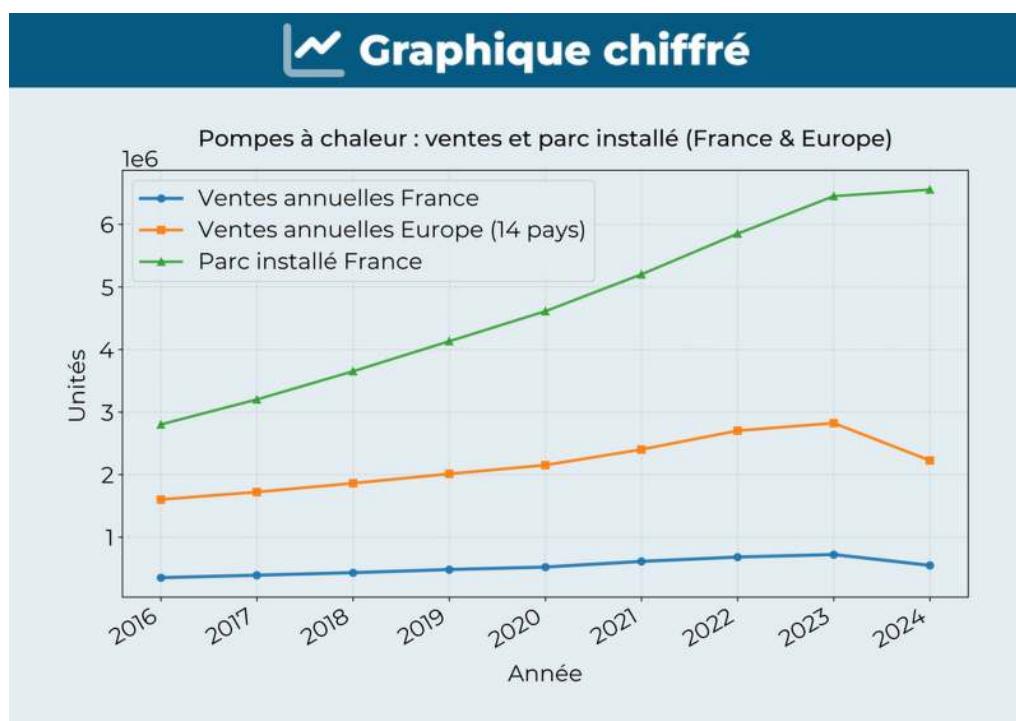
Choisir la section dépend du courant, de la longueur et de la chute de tension admissible. Pour un moteur 2 kW en monophasé, prévois généralement 4 mm<sup>2</sup> ou 6 mm<sup>2</sup> selon la distance et l'intensité de démarrage.

#### Protection et dispositifs :

Installe des disjoncteurs calibrés au courant de service, un interrupteur différentiel 30 mA pour circuits sensibles, et respecte les couples de serrage recommandés par les fabricants sur les borniers.

#### Exemple d'installation d'un groupe froid :

Pour un groupe 3 kW à 230 V distant de 15 m, on retient 6 mm<sup>2</sup>, disjoncteur 32 A, chute de tension 2,6 V soit 1,1% de 230 V, bien en dessous des 3% tolérés.



### 2. Techniques de câblage et connexions :

#### Cosse, sertissage et dominos :

Utilise des embouts sertis sur conducteurs multibrins pour un contact fiable, évite les connexions provisoires sur moteurs et privilégie les borniers vissés avec contrôle au couple après sertissage.

#### Étanchéité et passe-câbles :

Choisis des presse-étoupes adaptés à l'IP requis, pose des manchons anticisaillement, et protège les câbles contre les arêtes. Maintiens un jeu pour la dilatation et les vibrations.

#### **Coloration et repérage :**

Respecte le code couleur France: phase marron ou noir, neutre bleu, terre vert-jaune. Repère chaque conducteur avec des manchons numérotés au tableau pour faciliter le dépannage futur.

#### **Exemple de repérage de tableau :**

Numérote chaque câble et note la section et la fonction sur une feuille jointe. Par exemple, 5 circuits entrants, 12 étiquettes posées, 20 minutes pour un repérage propre et lisible.

### **3. Vérifications, mise en service et sécurité :**

#### **Mesures et tests avant mise sous tension :**

Contrôle la continuité de la terre, la résistance d'isolement qui doit dépasser  $1\text{ M}\Omega$  sur circuits neufs, et vérifie l'absence de court-circuit avant de mettre sous tension la machine.

#### **Erreurs fréquentes et astuces de stage :**

Erreur courante, oublier une cosse ou mal sertir un conducteur multibrin. Astuce: fais une traction manuelle sur chaque connexion et note la vérification sur ton carnet de chantier.

#### **Exemple de mini cas concret :**

Contexte: pose d'un condenseur extérieure éloigné de 12 m. Étapes: calcul section, pose 12 m de câble 4 mm<sup>2</sup>, fixation presse-étoupe, raccords sertis, test isolement 50 M $\Omega$ , mesure chute 2,5 V. Résultat: chute < 3% et courant nominal respecté. Livrable attendu: schéma de câblage annoté, fiche de mesures et photos, durée posée 2 heures.

<b>Section (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Courant admissible (a)</b>
1.5	16
2.5	25
4	32
6	45
10	63

Pour un diagnostic rapide, prends toujours une pince ampèremétrique et un mégohmmètre portable. Ces instruments te font gagner 10 à 30 minutes en moyenne sur une mise en service bien menée.

<b>Contrôle</b>	<b>Action rapide</b>
-----------------	----------------------

Coupe-circuit et disjoncteur	Vérifier calibre et déclenchement
Serrage des bornes	Serrer au couple indiqué par le constructeur
Isolement	Mesurer $> 1 \text{ M}\Omega$ avant mise sous tension
Repérage	Poser étiquettes, noter sur plan
Documentation	Remettre schéma et fiche de vérification au client

Petite anecdote vécue, j'ai appris à ne jamais négliger une cosse mal sertie, cela m'a coûté un dépannage imprévu et m'a rendu beaucoup plus rigoureux sur les contrôles finaux.

## i Ce qu'il faut retenir

Tu prépares tes raccordements en choisissant la **section selon intensité**, la longueur et la chute de tension (souvent 4 à 6 mm<sup>2</sup> en mono selon le cas). Tu poses des protections adaptées, dont un **differentiel 30 mA**, et tu respectes les couples de serrage.

- Connexions fiables : embouts sertis, borniers vissés, traction de contrôle après sertissage.
- Étanchéité et mécanique : presse-étoupes au bon IP, protection contre arêtes, jeu pour vibrations.
- Repérage : code couleur, **repérage clair au tableau** avec étiquettes et plan.

Avant mise sous tension, vérifie terre, absence de court-circuit et **isolation  $> 1 \text{ M}\Omega$** . Une pince ampèremétrique et un mégohmmètre accélèrent le diagnostic. Termine en livrant schéma, mesures et photos pour une mise en service propre.

## Chapitre 3 : Sécurité électrique

### 1. Comprendre les risques électriques :

#### Physique du danger :

Le courant électrique affecte le corps selon l'intensité et la durée d'exposition. Même 30 mA peuvent être mortels sur le cœur si le passage dure plus de quelques secondes.

#### Types d'accidents :

On distingue l'électrisation, la brûlure et l'arc électrique. L'arc est dangereux car il projette des fragments et peut atteindre plus de 2 000 degrés, causant des brûlures graves.

#### Zones à risque dans nos installations :

Sur les systèmes frigorifiques, tu dois surveiller les circuits de commande basse tension et les alimentations 230 V ou 400 V près des compresseurs et armoire électrique.

#### Exemple d'accident évité :

J'ai vu un collègue isoler correctement un disjoncteur avant d'intervenir, cela a évité un arc lors du remplacement d'un contacteur, intervention réalisée en 15 minutes sans incident.

### 2. Prévention et mesures de protection :

#### Protections collectives :

Installe des disjoncteurs différentiels 30 mA pour protéger les personnes et des dispositifs de sectionnement accessibles pour couper rapidement l'alimentation en cas de problème.

#### Protections individuelles :

Porte toujours des gants isolants, des lunettes et des chaussures de sécurité adaptées. Vérifie l'état du matériel avant chaque intervention, remplace gants usés tous les 6 mois ou selon l'état.

#### Contrôles et vérifications :

Avant toute intervention, effectue une coupure, verrouillage, contrôle d'absence de tension avec un appareil homologué, et mets une étiquette visible indiquant l'intervention en cours.

#### Astuce matériel :

Range toujours les tournevis isolés séparément, marque-les avec ton nom et vérifie la tension des piles du multimètre avant de commencer ton travail.

Équipement	Usage	Durée de vie / remarque
------------	-------	-------------------------

Gants isolants	Protection contre l'électrisation	Remplacer si usés, contrôles tous les 6 mois
Lunettes de protection	Protection contre projections et étincelles	Nettoyage après chaque intervention
Multimètre homologué	Vérification d'absence de tension	Vérifier les piles avant usage

### 3. Procédures d'intervention et conduite à tenir :

#### Préparation de l'intervention :

Repère l'alimentation concernée, informe ton tuteur ou l'équipe, prépare les outils isolés et estime la durée de l'opération. Préfère travailler à deux pour être plus sûr.

#### Consignation et verrouillage :

Coupe l'alimentation et pose un cadenas ou une étiquette. La consignation doit être datée et signée, et indiquée sur le registre d'intervention pour éviter les remises sous tension accidentnelles.

#### Gestes de secours :

En cas d'électrisation, ne touche pas la victime sans couper le courant. Appelle les secours, commence un massage cardiaque si nécessaire et signale l'accident au responsable sécurité.

#### Contrôles après intervention :

Remets en service après vérification des connexions et des protections. Note la nature de l'intervention, la durée et le nombre d'éléments remplacés dans le carnet de maintenance.

#### Exemple d'intervention sur unité extérieure :

Contexte: unité extérieure hors service suite à un court-circuit sur le circuit 400 V. Deux techniciens présents, site sécurisé, intervention planifiée pour diagnostic et réparation. Étapes: coupure et consignation, test d'absence de tension, remplacement du disjoncteur en 45 minutes, remise en route après contrôle. Résultat et livrable: appareil remis en service, rapport d'intervention signé, 6 photos et durée totale 60 minutes.

Vérification	Action	Fréquence
Absence de tension	Contrôle avec appareil homologué	À chaque intervention
Consignation	Cadenas et étiquette signée	À chaque coupure
Équipements de protection	Contrôle visuel et fonctionnel	Avant chaque utilisation

Enregistrement	Saisie du rapport et des photos	Après chaque intervention
----------------	---------------------------------	---------------------------

## i Ce qu'il faut retenir

Le courant est dangereux selon l'intensité et le temps d'exposition : **risque mortel dès 30 mA**. Sur les installations frigorifiques, fais attention aux alimentations 230 V ou 400 V près des compresseurs et de l'armoire.

- Anticipe l'**arc électrique brûlant** (projections, brûlures sévères) et équipe-toi : gants isolants, lunettes, chaussures, outils isolés contrôlés.
- Applique la **consignation et verrouillage** : coupure, cadenas ou étiquette datée et signée, registre.
- Fais le **contrôle d'absence de tension** avec un multimètre homologué, piles vérifiées.

En cas d'électrisation, ne touche pas la victime avant d'avoir coupé le courant, puis appelle les secours et démarre les gestes adaptés. Après intervention, vérifie les connexions et protections, remets en service, et trace tout dans le carnet de maintenance.

# Chimie

## Présentation de la matière :

Dans le **CAP IFCA** (Installateur en Froid et Conditionnement d'Air), la **matière Chimie** est évaluée dans l'épreuve **Mathématiques sciences physiques et chimiques**, avec un **coefficients de 2**. En voie scolaire ou en apprentissage habilité, tu es évalué en **CCF en cours** d'année, sinon c'est un écrit de **2 h** en examen final.

La chimie t'aide à comprendre un circuit frigorifique et à travailler en sécurité, surtout quand tu manipules des produits, des métaux et des traces d'humidité. Je me souviens d'un camarade qui paniquait sur une dilution, 10 minutes d'entraînement et il a repris confiance.

- Les états de la matière
- Les mélanges et solutions
- La corrosion et matériaux
- La sécurité des produits

## Conseil :

Bloque 2 créneaux de 20 minutes par semaine, et fais une **fiche méthode** avec les étapes, données, unités, et conversions. En chimie, le piège fréquent, c'est de foncer sans vérifier les unités.

Entraîne-toi sur 6 à 10 exercices courts, dilution, concentration, lecture d'étiquettes, risques. Relie chaque calcul à une situation atelier, comme un nettoyage, une fuite, ou une intervention sur un circuit.

Le jour de l'évaluation, écris clairement tes calculs, garde 5 minutes pour relire, et vérifie que ton résultat est réaliste. Cette rigueur te fait gagner des points même si tu doutes au début.

## Table des matières

<b>Chapitre 1:</b> Matière et mélanges .....	Aller
1. Les états et la composition de la matière .....	Aller
2. Mélanges et méthodes pour les séparer .....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Réactions simples .....	Aller
1. Types de réactions courantes .....	Aller
2. Conservation et bilans .....	Aller
3. Manipulations courtes et sécurité .....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Produits et étiquetage .....	Aller
1. Comprendre les produits utilisés .....	Aller

2. Lire et interpréter l'étiquetage et la fiche de données de sécurité .....	Aller
3. Cas pratique et contrôle sur le terrain .....	Aller
<b>Chapitre 4 : Risques chimiques .....</b>	<b>Aller</b>
1. Repérer les risques sur le chantier .....	Aller
2. Prévention et gestes barrières .....	Aller
3. Fuite, déversement et intervention opérationnelle .....	Aller
<b>Chapitre 5 : Stockage et manipulation .....</b>	<b>Aller</b>
1. Stockage selon la nature des produits .....	Aller
2. Transfert et manipulation en sécurité .....	Aller
3. Gestion opérationnelle et suivi .....	Aller

# Chapitre 1: Matière et mélanges

## 1. Les états et la composition de la matière :

### Notions de base :

La matière est tout ce qui occupe de l'espace et possède une masse. Elle peut être élémentaire, composée ou un mélange, et se présente sous trois états courants, solide, liquide, gaz.

### Classification simple :

Un élément contient un seul type d'atome, un composé réunit plusieurs éléments liés chimiquement, un mélange conserve les propriétés des constituants sans liaison chimique.

### Etats de la matière :

La température et la pression influencent l'état. En froid et climatisation, tu manipuleras surtout liquides et gaz, comme les réfrigérants, et parfois des solides comme les détecteurs ou les joints.

### Exemple d'identification d'un réfrigérant :

Sur un chantier, tu prélèves une petite bouteille, mesures la masse et le volume, calcules la densité puis compares à une table pour confirmer le réfrigérant présent.

Élément	Description	Exemple
Oxygène	Gaz pur constitué d'un seul type d'atome	Air (composant)
Eau	Composé chimique formé de deux éléments liés	$H_2O$
Air	Mélange homogène de plusieurs gaz	Réfrigérant mélangé au lubrifiant dans certains cas

## 2. Mélanges et méthodes pour les séparer :

### Définitions utiles :

Homogène signifie mélange uniforme, hétérogène signifie phases distinctes. Une solution est homogène, une suspension peut se séparer naturellement en quelques minutes à quelques heures selon les densités.

### Techniques de séparation :

Filtration retient les solides, décantation fait tomber les phases par gravité, distillation sépare selon les points d'ébullition, chromatographie sépare des composants fins pour analyses en laboratoire.

### **Manipulation simple :**

Pour estimer la composition d'un mélange liquide, mesure la masse et le volume, puis calcule la densité selon  $\rho = m / V$ , exprimée en gramme par centimètre cube.

Masse (g)	Volume (ml)	Densité (g/cm <sup>3</sup> )
10,00	10,0	1,00
15,00	10,0	1,50
9,50	5,0	1,90

Je me souviens d'une intervention où une mauvaise identification d'un mélange m'a fait perdre 2 heures, depuis je vérifie systématiquement la densité avant toute réparation ce qui évite bien des erreurs.

### **Cas concret :**

Contexte: sur un chantier, tu dois contrôler le pourcentage d'antigel dans le circuit de climatisation, échantillon de 50 mL pris, pesé à 50,12 g, volume mesuré à 50,0 mL à vingt degrés Celsius.

Étapes et résultat: tu calcules la densité, obtiens 1,01 g/cm<sup>3</sup>, comparaison indique 30 pour cent de glycol, livrable attendu un rapport court avec valeur chiffrée, recommandation de remplacement si inférieur à 25 pour cent.

### **Astuce pratique :**

Sur place, prends des échantillons dans des flacons propres de 50 mL, note la température, mesure la masse avec précision 0,01 g et garde deux copies du rapport pour le client.

Étape	Question à se poser
Vérifier l'identification	Le liquide correspond-il à la fiche technique attendue
Prélever échantillon	Échantillon propre et volume suffisant pour l'analyse
Mesurer masse et volume	Balance précise à 0,01 g, volume mesuré au mL près
Calculer densité	Comparer à table de référence pour déterminer concentration

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

La matière occupe de l'espace, a une masse, et se présente surtout en solide, liquide ou gaz. Tu distingues **élément chimique**, **composé chimique** et mélange, et

tu relies souvent l'état à la température et à la pression, notamment en froid et climatisation.

- Un mélange **homogène ou hétérogène** dépend de l'uniformité et des phases visibles.
- Pour séparer: filtration (solides), décantation (gravité), distillation (points d'ébullition), chromatographie (analyse fine).
- Pour identifier un fluide, calcule la **densité rho = m/V** et compare à une table (ex: antigel, réfrigérant).

Sur chantier, prélève un échantillon propre, note la température, mesure masse et volume avec précision, puis rédige un court rapport chiffré. Cette vérification évite des erreurs et des pertes de temps.

## Chapitre 2 : Réactions simples

### 1. Types de réactions courantes :

#### Repères rapides :

Une réaction chimique transforme des réactifs en produits, en réorganisant les atomes. Tu dois reconnaître les grandes familles pour diagnostiquer un phénomène sur une installation frigorifique ou en atelier.

#### Équations et symboles :

Une équation montre les réactifs à gauche et les produits à droite, les coefficients indiquent les proportions en moles. Tu dois toujours équilibrer pour respecter la conservation de la matière.

#### Exemples utiles :

- Réaction de synthèse, exemple formation d'une molécule simple
- Réaction de décomposition, exemple chauffe d'un composé pour obtenir deux produits
- Réaction acido-basique, utile pour neutraliser un dégagement dangereux

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

Lors d'un atelier, j'ai choisi une réaction de synthèse simple pour produire un petit volume de sel utile aux tests d'étanchéité, cela m'a fait gagner 10 minutes par essai.

Type de réaction	Caractéristique	Exemple simple
Synthèse	Deux réactifs forment un produit	$A + B \rightarrow AB$
Décomposition	Un réactif se sépare en plusieurs produits	$AB \rightarrow A + B$
Acido-basique	Échange protonique, utile en nettoyage	$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

### 2. Conservation et bilans :

#### Masse et atomes :

La somme des masses et des atomes reste identique avant et après réaction. En atelier, cela t'aide à vérifier les pertes apparentes, et à identifier un réactif limitant si tu gagnes du temps.

#### Calculs simples :

Utilise la relation masse = nombre de moles × masse molaire. Par exemple, pour produire 36 g d'eau, tu peux calculer les masses d'hydrogène et d'oxygène nécessaires pour planifier l'expérience.

#### Exemple :

Pour obtenir 36 g d'eau, il faut 2 moles d'eau, donc 4 g d'hydrogène et 32 g d'oxygène selon l'équation  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ .

Grandeur	Formule	Valeur utilisée
Masse d'eau	$m = n \times M$	36 g
Nombre de moles d'eau	$n = m / M$	2 mol ( $M_{\text{eau}} = 18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )
Masse d'hydrogène	$m = n \times M$	4 g (2 mol $\text{H}_2$ , $M = 2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )
Masse d'oxygène	$m = n \times M$	32 g (1 mol $\text{O}_2$ , $M = 32 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

#### Astuce de stage :

Sur site, note toujours les masses et volumes avec deux décimales, cela évite les erreurs de proportion et les surconsommations de réactifs, tu gagneras environ 5 à 15 % de matériaux économisés sur un chantier.

### 3. Manipulations courtes et sécurité :

#### Matériel et protocole :

Prévois lunettes, gants, bêcher gradué, balance 0,01 g, pH-mètre si besoin. Suis un protocole simple en 5 étapes, note les volumes, temps et températures, puis range et neutralise les résidus correctement.

#### Mesures et interprétation :

Prends au moins 3 mesures répétées pour la masse ou le volume, calcule la moyenne et l'écart-type approximatif. Cela te permet d'estimer la précision et de détecter une erreur de manipulation.

#### Exemple :

Pour titrer une petite acidité, j'ai mesuré 3 fois le volume de base, obtenu 12,4 mL, 12,5 mL et 12,6 mL, la moyenne est 12,5 mL, ce qui suffit pour un compte rendu d'atelier.

#### Cas concret et livrable :

Contexte, tu dois neutraliser un petit déversement d'acide sur un sol d'atelier, volume 100 mL de HCl 0,5 M. Étapes, calcul du volume de NaOH 1 M, neutralisation et nettoyage conforme.

#### Exemple :

Calculs donnés, moles HCl =  $0,1 \text{ L} \times 0,5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 0,05 \text{ mol}$ . Avec NaOH 1 M, volume requis =  $0,05 \text{ mol} / 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 0,05 \text{ L}$ , soit 50 mL. Produit de réaction, NaCl formé  $\approx 2,93 \text{ g}$ .

Étape	Action	Résultat chiffré
Évaluer	Mesurer le volume et la concentration	100 mL de HCl 0,5 M

Calculer	Volume de NaOH nécessaire	50 mL de NaOH 1 M
Neutraliser	Verser lentement en contrôlant le pH	pH proche de 7
Rédiger	Fiche d'intervention précise	Volume, moles, masse NaCl 2,93 g

### Checklist opérationnelle :

Action	À faire
Sécurité	Mettre gants et lunettes avant toute manipulation
Mesures	Noter masse et volume avec deux décimales
Calcul	Vérifier le bilan atomique et la conservation de la masse
Fiche	Réaliser une fiche d'intervention chiffrée et datée
Rangement	Neutraliser et jeter les déchets selon consignes

### Dernier conseil :

Pratique ces calculs et ces protocoles 2 à 3 fois en salle, puis reproduis-les sur chantier, cela réduit le stress et diminue les erreurs lors des interventions réelles.

### i Ce qu'il faut retenir

Une réaction chimique transforme des **réactifs et produits** en réorganisant les atomes. Lis l'équation (gauche puis droite) et impose une **équation équilibrée** pour respecter la matière.

- Identifier les familles : synthèse ( $A + B \rightarrow AB$ ), décomposition ( $AB \rightarrow A + B$ ), acido-basique (neutralisation).
- Appliquer la **conservation de la masse** et repérer un réactif limitant.
- Faire les bilans avec  $m = n \times M$  et noter masses/volumes à deux décimales.
- Suivre un **protocole de sécurité** : gants, lunettes, 3 mesures, moyenne, puis neutralisation et tri des déchets.

En atelier, ces réflexes rendent tes calculs fiables et tes interventions plus rapides. Entraîne-toi 2 à 3 fois avant le chantier pour réduire le stress et les erreurs.

## Chapitre 3 : Produits et étiquetage

### 1. Comprendre les produits utilisés :

#### Types de produits :

Tu vas rencontrer des fluides frigorigènes, des huiles, des lubrifiants, des agents de nettoyage et des additifs anticorrosion. Chaque produit a des risques et des propriétés différentes à connaître avant toute intervention.

#### Propriétés importantes :

Regarde le potentiel de réchauffement global, la pression de service, la toxicité et l'inflammabilité. Ces 4 éléments déterminent la méthode de manipulation, l'équipement et la tenue de sécurité nécessaires sur site.

#### Exigences réglementaires :

Les fluides frigorigènes font l'objet de réglementations européennes et françaises sur l'utilisation, la récupération et la déclaration. Respecter ces règles évite des sanctions et protège l'environnement.

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

Sur un chantier, j'ai remplacé un fluide à fort GWP par un alternatif à faible GWP, réduisant l'empreinte carbone théorique de l'installation de 45 pour cent.

Réfrigérant	Type	Gwp (100 ans)	Pression de service	Pictogramme principal
R134a	HFC	1430	Moyenne	Non inflammable
R410A	Mélange HFC	2088	Haute	Non inflammable
R32	HFC mono	675	Haute	Inflammable
R1234yf	HFO	4	Moyenne	Faible inflammabilité
CO2 (R744)	Naturel	1	Très haute	Asphyxiant

### 2. Lire et interpréter l'étiquetage et la fiche de données de sécurité :

#### Étiquette produit et pictogrammes :

L'étiquette indique le nom commercial, la composition, les pictogrammes CLP, le numéro CAS et des mentions de danger. Apprends à repérer ces éléments avant d'ouvrir une bouteille ou une fiole.

#### Fiche de données de sécurité (FDS) :

La FDS donne des informations détaillées sur les dangers, premiers secours, stockage, températures limites et équipements de protection individuelle. Tu dois l'avoir accessible sur le lieu d'intervention.

#### **Mesures d'urgence et appareils de protection :**

La FDS précise le EPI nécessaire, les extincteurs adaptés, et les procédures en cas de fuite. Respecter ces consignes réduit les risques pour toi et pour le client.

#### **Exemple d'utilisation de la FDS :**

Avant une recharge, j'ai vérifié la FDS pour confirmer que le fluide n'était pas miscible avec l'huile présente, évitant ainsi une incompatibilité coûteuse.

#### **Astuce terrain :**

Garde toujours une version papier ou numérique de la FDS pour au moins 5 produits courants sur ton téléphone, ça te sauvera du temps en intervention.

Action	Pourquoi	Fréquence
Vérifier pictogramme	Pour adapter les EPI	Avant chaque intervention
Consulter la FDS	Pour consignes d'urgence	Avant manipulation
Peser bouteille	Connaître la quantité utilisée	Avant et après la récupération
Noter lot et référence	Traçabilité et F-gaz	À chaque opération

### **3. Cas pratique et contrôle sur le terrain :**

#### **Mini cas concret - contexte :**

Un split résidentiel fuit, l'étiquette indique R410A, bouteille pleine de 5 kg sur site, client signale baisse de froid depuis 3 semaines, et fuite visible sur le raccord du compresseur.

#### **Étapes de l'intervention :**

Identifier le fluide par étiquette et FDS, isoler l'appareil, récupérer le fluide avec groupe de récupération, réparer la fuite, et recharger avec la quantité correcte après vérification d'étanchéité.

#### **Résultat chiffré et livrable attendu :**

Tu récupères 2,4 kg dans la bouteille, tu remplaces un raccord, puis tu recharge 2,4 kg. Livrable attendu, fiche d'intervention indiquant la référence du fluide, quantité récupérée et remise en service signée, avec photos.

#### **Exemple de fiche d'intervention :**

Fiche précisant dates, référence client, produit R410A, quantité récupérée 2,4 kg, quantité réinjectée 2,4 kg, photo du raccord remplacé, signature technicien.

#### **Mesure simple à faire :**

Pèse la bouteille avant et après la récupération. Si la bouteille pesait 12,0 kg pleine et 9,6 kg après, la quantité récupérée est 2,4 kg, note cette valeur sur la fiche.

#### **Erreur fréquente et conseil :**

Ne pas vérifier la compatibilité huile/fluide est courant, cela peut boucher le compresseur. Toujours consulter la FDS et noter la viscosité d'huile avant recharge.

#### **Exemple d'opération de pesée :**

Avant récupération, bouteille pesée à 12,000 kg. Après récupération, bouteille pesée à 9,600 kg. Quantité récupérée = 2,400 kg, consignée sur la fiche d'intervention.

#### **Checklist rapide pour l'intervention (4 à 5 points) :**

- Vérifier l'étiquette et la FDS du produit.
- Peser la bouteille avant manipulation.
- Utiliser le groupe de récupération adapté et EPI recommandés.
- Noter la quantité récupérée et la référence du lot sur la fiche.
- Stocker la bouteille dans un local ventilé et tracé.

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

Tu manipules plusieurs produits (fluides, huiles, nettoyants) et tu dois connaître leurs risques avant d'intervenir.

- Contrôle les **propriétés critiques à vérifier** : GWP, pression, toxicité, inflammabilité, pour choisir EPI et méthode.
- Maîtrise la **lecture des pictogrammes CLP** et garde une **FDS toujours accessible** pour dangers, secours, stockage et procédures de fuite.
- Sur site, identifie le fluide, récupère, répare, teste l'étanchéité, puis recharge à la bonne masse en pesant la bouteille.
- Assure la **tracabilité F-gaz** : lot, quantités récupérées/réinjectées, fiche signée et photos.

Ne néglige pas la compatibilité huile/fluide, sinon tu risques une casse compresseur. En appliquant étiquette + FDS + pesée, tu restes conforme et tu sécurises l'intervention.

## **Chapitre 4 : Risques chimiques**

### **1. Repérer les risques sur le chantier :**

#### **Types de risques :**

Sur un chantier frigorifique, les risques chimiques courants sont les vapeurs toxiques, les produits corrosifs, les gaz asphyxiants et les produits inflammables. Connaître chaque danger évite des erreurs qui coûtent cher en santé.

#### **Voies d'exposition :**

Tu peux être exposé par inhalation, contact cutané, ingestion ou projection dans les yeux. L'inhalation reste la voie la plus fréquente sur des interventions de remplacement ou soudure sur circuit.

#### **Signes à surveiller :**

Maux de tête, toux, irritation des yeux, vertiges ou nausées sont des signaux d'alerte. Si deux personnes présentent ces signes, coupe la zone et appelle les secours si les symptômes persistent.

#### **Exemple d'observation d'un risque :**

Sur un chantier, un collègue remarque une odeur sucrée et légère, signe possible de fuite de fluide frigorigène, il a ventilé la pièce pendant 10 minutes avant d'évaluer la suite.

### **2. Prévention et gestes barrières :**

#### **Équipements de protection :**

Privilégie des gants nitrile, lunettes étanches, masque avec filtres A1B1P2 selon produit, et combinaison jetable si projection possible. Change les EPI tous les jours ou après contamination visible.

#### **Organisation du travail :**

Planifie l'intervention, limite le nombre de personnes en zone, prépare la fiche d'intervention et le matériel de récupération. Une intervention bien préparée dure souvent 30 à 90 minutes au lieu de 3 heures improvisées.

#### **Ventilation et dépollution :**

La ventilation mécanique localisée évacue rapidement les vapeurs. Une extraction à débit de 300 à 500 m<sup>3</sup>/h suffit souvent pour une petite pièce, vérifie toujours l'efficacité avant d'entrer.

#### **Astuce organisation :**

Prends toujours une lampe torche, un manomètre et deux paires de gants sur chaque intervention, ainsi tu évites des allers retours inutiles qui rallongent l'intervention de 20 à 40 minutes.

Symbol	Signification	Exemple
Tête de mort	Toxique aigu	Dégazage de solvants
Flamme	Inflammable	Gaz réfrigérants inflammables
Corrosion	Corrosif	Acides de nettoyage
Point d'exclamation	Irritant	Dégraissants

### 3. Fuite, déversement et intervention opérationnelle :

#### Procédure d'urgence :

Évacue la zone, coupe sources d'inflammation si nécessaire, ventile et mets des panneaux. Préviens le responsable et note la quantité estimée, même si elle semble faible, cela aide le suivi réglementaire.

#### Cas concret d'intervention :

Contexte : remplacement d'une vanne sur un groupe contenant 1,2 kg de fluide. Étapes : isolation, récupération avec station, vérification d'étanchéité, nettoyage. Résultat : intervention 45 minutes, 1,1 kg récupéré.

#### Exemple de livrable attendu :

Fiche d'intervention signée indiquant 1,2 kg initial, 1,1 kg récupéré, 0,1 kg estimé diffusé, EPI portés, durée 45 minutes, et recommandations pour contrôle dans 7 jours.

#### Checklist terrain :

Avant de finir, vérifie les points suivants pour rendre l'intervention propre et sûre.

Action	Pourquoi
Vérifier l'état des EPI	Sécurité personnelle et conformité
Contrôler la récupération de produit	Limite les rejets et compte la quantité
Ventiler la zone 10 à 20 minutes	Réduit concentration vapeur et inconfort
Remplir la fiche d'intervention	Traçabilité et obligations réglementaires
Stocker et étiqueter les déchets	Évite contamination et amendes

#### Retour d'expérience :

Quand j'étais en stage, une intervention mal préparée m'a fait perdre 2 heures à chercher une clé, depuis je prépare toujours une trousse avec 6 outils essentiels et gants de recharge.

 **Ce qu'il faut retenir**

Sur un chantier frigorifique, repère les risques (toxiques, corrosifs, asphyxiants, inflammables) et les **voies d'exposition fréquentes** : surtout l'inhalation, mais aussi peau, yeux et ingestion. Surveille les signes d'alerte (toux, vertiges, nausées) et réagis vite.

- Porte des EPI adaptés : gants nitrile, lunettes étanches, masque à filtres, et change-les après contamination.
- Organise l'intervention : matériel prêt, peu de monde en zone, **fiche d'intervention complète**.
- En cas de fuite ou déversement : évacue, coupe l'inflammation, ventile, balise, et estime la quantité.

Vérifie toujours la ventilation (10 à 20 minutes si besoin) et la récupération du produit. La **tracabilité réglementaire** (quantités, EPI, déchets étiquetés) rend l'intervention plus sûre et évite les oubli coûteux.

## Chapitre 5 : Stockage et manipulation

### 1. Stockage selon la nature des produits :

#### Classement par familles :

Range les produits par famille pour éviter les réactions dangereuses, par exemple solvants inflammables, acides, bases et oxydants. Regroupe uniquement les produits compatibles dans une même zone fermée et ventilée.

#### Conditions de stockage :

Respecte température, hygrométrie et lumière indiquées sur la fiche de données de sécurité. Par exemple, pour certains lubrifiants hypersensibles, vise 5 à 25 °C, et limite les stocks ouverts à quelques jours d'utilisation.

#### Sécurité et ventilation :

Installe une ventilation mécanique si l'émission de vapeurs est probable, et prévois une ventilation naturelle suffisante pour les petites quantités. Maintiens les détecteurs et alarmes en état de marche.

#### Exemple d'organisation d'une réserve :

Dans un atelier type, isole 50 litres de solvants inflammables dans une armoire ventilée, sépare 20 litres d'acide dans un bac de rétention et range les produits secs sur étagères métalliques.

Élément	Exemple de stockage	Remarque
Solvants inflammables	Armoire ventilée 30 à 200 l	Séparer des sources d'ignition
Acides et bases	Bac de rétention individuel	Éviter le contact entre eux
Gaz comprimés	Chaîne ou armoire ventilée	Fixer verticalement, éloigner chaleur

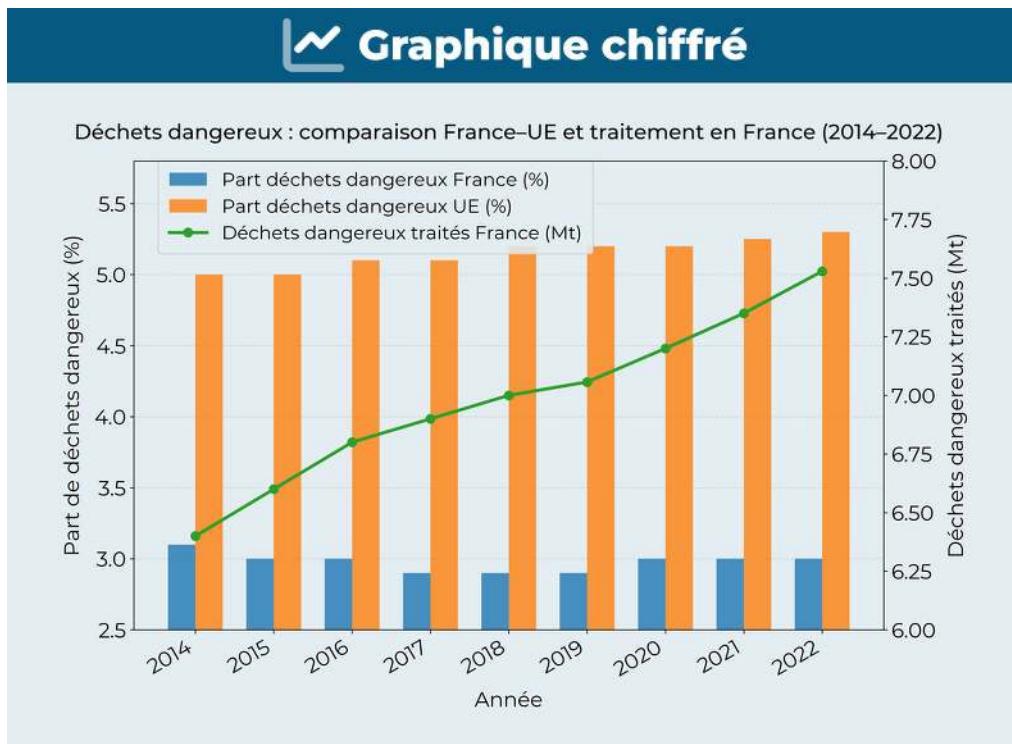
### 2. Transfert et manipulation en sécurité :

#### Choisir le contenant et l'équipement :

Utilise des contenants adaptés, homologués pour le produit, et vérifie l'absence de corrosion ou de fissure avant chaque usage. Pour 20 à 200 litres, privilégie des fûts avec robinet ou pompe dédiée.

#### Bonnes pratiques de transfert :

Établis une procédure simple pour chaque produit, par exemple liaison à la masse pour les solvants, remplissage à 80 % pour laisser de l'air, et mesure du volume transféré avec jauge ou balance.



### **Équipements de protection et gestes :**

Porte lunettes, gants adaptés, tablier et protection respiratoire si nécessaire. Décharge les contenants lourds avec diable ou palette, et ne transvase jamais en présence d'étincelles.

### **Astuce de stage :**

Place toujours un entonnoir avec filtre pour les produits sales, ça évite les bouchons et les fuites, et ça gagne en propreté lorsque tu fais 2 à 3 transvasements par semaine.

### **Contrôle des volumes et dosages :**

Mesure les quantités avec précision, note les volumes avant et après transfert, et inscris toute variation sur le registre. Une erreur de 1 litre sur 50 peut fausser un mélange et provoquer un incident.

## **3. Gestion opérationnelle et suivi :**

### **Inventaire et traçabilité :**

Fais un inventaire mensuel ou avant chaque chantier important, indique lot, date d'ouverture et quantité restante. Un fichier simple Excel avec photo et emplacement évite les pertes et accélère les prélèvements.

### **Réaction en cas de déversement :**

Prévoyez kits d'absorption adaptés et procédures claires, un bac de rétention peut contenir jusqu'à 200 litres selon taille. Ferme la vanne, isole la zone et alerte ton responsable si le produit est dangereux.

### **Mini cas concret :**

Contexte : Une équipe remplace une armoire de stockage vieillissante contenant 120 litres de fluide frigorigène et 60 litres de solvant.

### **Exemple d'intervention :**

Étapes : inventaire détaillé, transfert vers fûts homologués, mise en armoire ventilée neuve, nettoyage du bac. Résultat : zéro fuite détectée, gain de place 20 %, traçabilité via fichier Excel livré.

Livrable attendu : fichier Excel d'inventaire chiffré, photos avant/après, bordereau de transfert signé, et contrôle d'étanchéité réalisé en 30 minutes.



*Réaliser un inventaire mensuel de produits chimiques, consigner les quantités et dates*

<b>Étape</b>	<b>Détail</b>	<b>Temps indicatif</b>
Inventaire	Lister tous les produits et volumes	15 à 30 minutes
Transfert	Utiliser pompe ou robinet dédié	10 à 40 minutes selon volume
Contrôle	Vérifier étanchéité et étiquetage	5 à 15 minutes

### **Checklist terrain rapide :**

Voici une checklist opérationnelle simple à garder sur ton téléphone ou affichée près de la réserve.

<b>Vérification</b>	<b>Action</b>

Étiquettes	Vérifier présence et lisibilité
Niveaux	Mesurer et noter volumes
Bacs de rétention	S'assurer qu'ils sont vides et intacts
PPE	Équipement prêt et disponible
Registre	Mettre à jour après chaque opération

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

En réduisant les transvasements inutiles, une équipe a économisé 10 minutes par intervention et réduit les pertes produit de 3 litres par mois, ce qui facilitait les contrôles et diminuait la non-conformité.

#### **Astuce du terrain :**

Numérote les étagères et prends en photo l'emplacement lors de l'inventaire, ça te fera gagner 5 à 10 minutes par recherche sur chantier, et tes collègues te remercieront.

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

Tu sécurises la réserve en séparant les produits incompatibles et en respectant les exigences des FDS, surtout pour l'air, la température et les bacs de rétention.

- Applique un **classement par familles** : solvants, acides, bases, oxydants, gaz, avec zones ventilées et sources d'ignition à distance.
- Respecte les **conditions de stockage** (lumière, hygrométrie, 5 à 25 °C si requis) et limite les stocks ouverts.
- Suis une **procédure de transfert** : contenants homologués, contrôle d'état, remplissage à 80 %, mise à la masse, EPI et mesure des volumes.

Assure l'**inventaire et traçabilité** (lots, dates, quantités, registre) et prépare une réponse aux déversements (kits, isolement, alerte). Une checklist simple évite les oubli et réduit les pertes.

# Thermique

## Présentation de la matière :

Dans le **CAP IFCA**, la **matière Thermique** te sert à comprendre comment la chaleur circule, comment une machine produit du froid, et pourquoi une installation tient ses performances. Cette matière conduit surtout à l'épreuve: **Préparation d'une réalisation**, une **épreuve écrite de coefficient de 2, sur 3 h** en examen ponctuel.

Si tu es en **CCF**, l'évaluation se fait en **2 situations**, une en 1<sup>re</sup> année et une en 2<sup>e</sup> année, pour une durée cumulée d'au moins 3 h, sans dépasser 6 h. J'ai vu l'un de mes amis gagner 4 points quand il a enfin relié les calculs à une vraie mise en service.

## Conseil :

Pour réussir, vise du concret: 20 minutes, 3 fois par semaine, avec des exercices courts sur les **transferts de chaleur** et le **cycle frigorifique**. Le piège classique: apprendre des formules sans comprendre les unités.

Construis ta fiche en 3 réflexes:

- Identifier Les données utiles
- Poser La formule avec les unités
- Contrôler L'ordre de grandeur

En entraînement, impose-toi 1 sujet en 45 minutes, puis corrigé à froid, c'est là que tu progresses vraiment.

## Table des matières

<b>Chapitre 1:</b> Chaleur et température .....	Aller
1. Notions de base .....	Aller
2. Transfert thermique et applications .....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Transferts de chaleur .....	Aller
1. Modes de transfert et formules simples .....	Aller
2. Coefficient global et résistances thermiques .....	Aller
3. Applications pratiques en froid et sur chantier .....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Changements d'état .....	Aller
1. Fondamentaux des changements d'état .....	Aller
2. Chaleur latente et diagrammes .....	Aller
3. Applications pratiques en froid .....	Aller

# Chapitre 1: Chaleur et température

## 1. Notions de base :

### Définitions clés :

La température mesure l'état thermique d'un corps, on lit en degrés Celsius ou en kelvin. La chaleur est une énergie transférée entre corps, elle se calcule en joules et dépend de la masse et du matériau.

### Unités et mesure :

La température s'exprime en °C et en K, zéro degré Celsius correspond à 273.15 kelvin. L'énergie thermique s'exprime en joules ou kilowattheures, 1 kWh équivaut à 3 600 000 joules.

### Mesurer la température :

En stage tu utiliseras thermomètres à sonde, thermocouples et sondes PT100. Cherche une précision adaptée, par exemple  $\pm 0.5$  °C pour une sonde PT100, et calibre régulièrement ton appareil.

### Exemple de mesure :

Sur un tableau frigorifique tu mesures 5 °C en charge, vérifie la sonde et l'isolation, notifie si l'écart dépasse 2 °C entre point de consigne et mesure réelle.

Grandeur	Symbole	Unité	Ordre de grandeur
Température	T	°C ou K	-50 à 150 °C
Chaleur	Q	J ou kWh	$10^3$ à $10^7$ J
Conductivité cuivre	k	W/mK	400 W/mK
Conductivité air	k	W/mK	0.025 W/mK

## 2. Transfert thermique et applications :

### Modes de transfert :

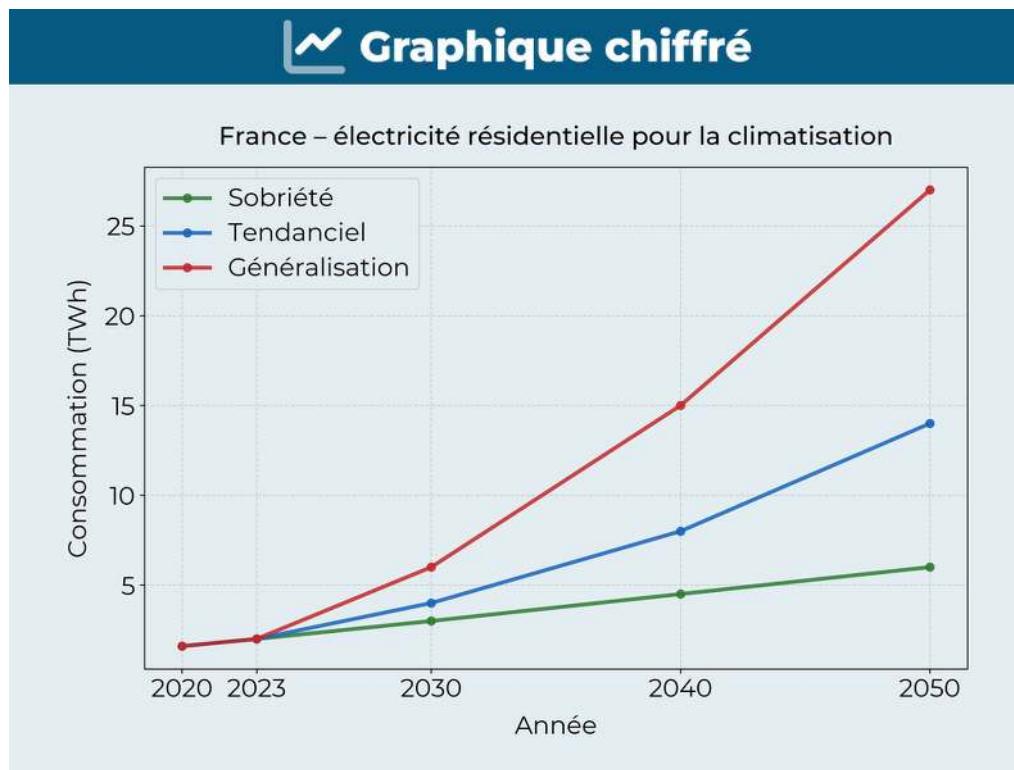
La conduction traverse les solides, la convection concerne les fluides, et le rayonnement transporte l'énergie sans support matériel. En froid, la conduction et la convection sont souvent les plus importantes.

### Conductivité thermique et ordres de grandeur :

La conductivité varie fortement, cuivre environ 400 W/mK, aluminium 205 W/mK et air 0.025 W/mK. Ces valeurs expliquent pourquoi le métal conduit vite la chaleur et l'air est isolant.

### Calcul simple de flux :

Utilise  $Q = m c \Delta T$  pour estimer l'énergie nécessaire. Par exemple, refroidir 100 litres d'eau de 25 à 5 °C demande 8,36 MJ, soit environ 2 322 W si tu le fais en 1 heure.



#### Cas concret :

Contexte: chambre froide de 10 m<sup>3</sup>, ambiante 30 °C et consigne 4 °C. Étapes: calculer air et infiltration, ajouter 50 kg produit. Résultat: charge environ 1,2 MJ, puissance utile 350 W, préconisation compresseur 0,5 kW. Livrable: fiche de calcul et dimensionnement.

Petite anecdote: en stage j'ai confondu réglage et point de consigne et j'ai refroidi trop fort, j'en ai gardé la leçon.

#### Check-list terrain :

Avant intervention garde ce guide rapide, il t'évite les erreurs classiques et te fait gagner du temps lors des mesures et des contrôles sur site.

Action	Objectif	Seuil à vérifier
Vérifier la consigne	Confirmer la température cible	Écart ≤ 2 °C
Contrôler la sonde	S'assurer de la précision	Précision ±0.5 °C
Mesurer le ΔT	Estimer la performance	ΔT attendu selon constructeur
Inspecter l'isolation	Limiter les pertes	Absence de déchirure ou humidité
Noter observations	Documenter l'intervention	Compte rendu et photos

## Ce qu'il faut retenir

La température décrit l'état thermique ( $^{\circ}\text{C}$  ou K) tandis que la chaleur est une énergie transférée (J ou kWh) : retiens la **différence chaleur-température**. En froid, tu dois mesurer juste et comprendre comment l'énergie se déplace.

- Applique les **modes de transfert** : conduction (solides), convection (fluides), rayonnement.
- Choisis et vérifie tes capteurs (thermocouple, PT100) avec un **calibrage régulier des sondes**.
- Sur site, contrôle la consigne : **écart  $\leq 2\ ^{\circ}\text{C}$** , puis inspecte sonde et isolation.

Pour estimer une charge, utilise des calculs simples (ex. refroidir de l'eau ou dimensionner une chambre froide). Reste attentif à la consigne réelle pour éviter de sur-refroidir et documente toujours tes mesures.

## Chapitre 2 : Transferts de chaleur

### 1. Modes de transfert et formules simples :

#### Conduction :

La conduction se passe dans les solides et les murs, c'est l'échange par contact. Utilise la loi simple  $Q = k \cdot A \cdot \Delta T / d$  pour estimer une perte ou un gain thermique rapide sur une paroi.

#### Convection :

La convection implique un fluide en mouvement autour d'une surface. On écrit  $Q = h \cdot A \cdot \Delta T$ , où  $h$  est le coefficient de convection, très variable selon si l'air est calme ou s'il y a ventilateur.

#### Rayonnement :

Le rayonnement dépend de la température et de l'émissivité des surfaces. En froid, c'est souvent important pour les vitrines et les surfaces non isolées, garde l'idée que c'est un transfert sans contact direct.

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

Pour une paroi de 10 m<sup>2</sup> avec une isolation  $k = 0,03 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  et épaisseur 0,1 m,  $\Delta T = 20 \text{ K}$ ,  $Q = 0,03 \cdot 10 \cdot 20 / 0,1 = 60 \text{ W}$ , soit une perte faible grâce à l'isolation.

### 2. Coefficient global et résistances thermiques :

#### Résistances en série :

Pour une paroi multicouche on additionne les résistances,  $R_{cond} = d / (k \cdot A)$  et  $R_{conv} = 1 / (h \cdot A)$ . Le coefficient global  $U$  vaut 1 divisé par la somme des  $R$ . Utile pour dimensionner un échangeur.

#### Effet du dépôt et sécurité :

Le dépôt sur les échangeurs réduit  $U$ , il faut prévoir un facteur de surestimation ou nettoyage régulier en stage. En pratique, compte 10 à 30 pour cent d'encrassement en 1 an selon usage.

#### Utilisation pratique :

Avec  $U$  calculé, tu as  $Q = U \cdot A \cdot \Delta T$  pour évaluer la puissance thermique. C'est la base pour choisir un échangeur, un compresseur ou dimensionner l'isolation d'un local.

#### Astuce maintenance :

Prends toujours une photo du relevé avant nettoyage, note l'encrassement estimé, c'est utile pour convaincre le client et justifier un nettoyage ou un changement de filtre.

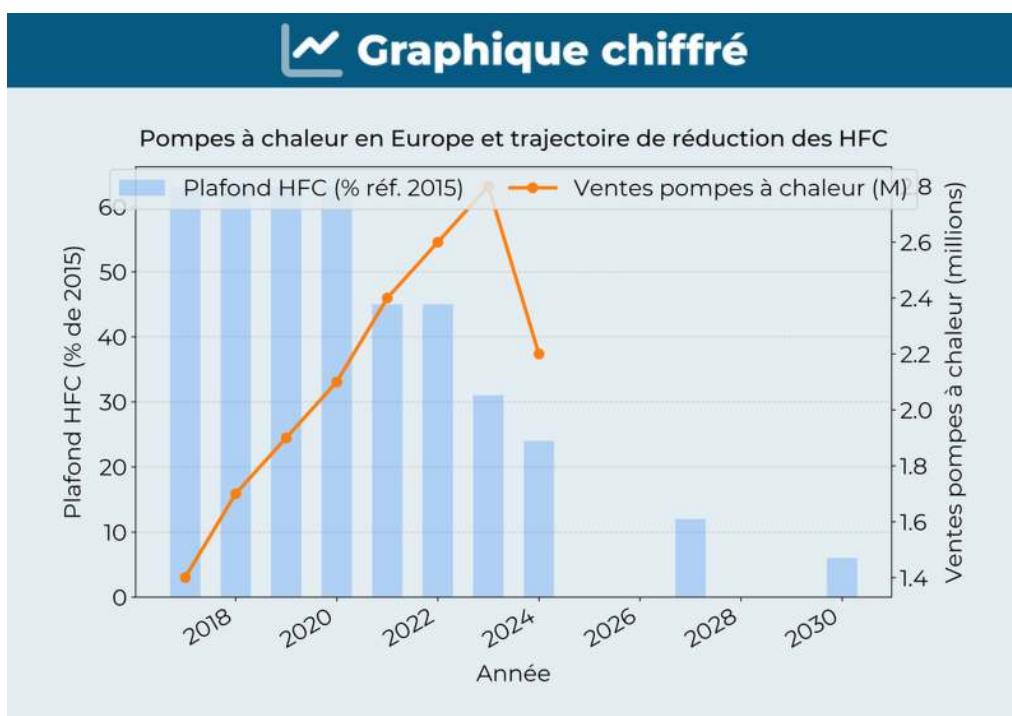
Élément	Ordre de grandeur
Conductivité du cuivre	400 W/m·K

Conductivité du polystyrène	0,03 W/m·K
Convection naturelle	5 à 25 W/m <sup>2</sup> ·K
Convection forcée	50 à 1000 W/m <sup>2</sup> ·K

### 3. Applications pratiques en froid et sur chantier :

#### Dimensionnement simple d'un échangeur :

Si tu connais la puissance Q, choisis un U selon l'échangeur, puis A = Q / (U·ΔT). Par exemple pour Q = 3 000 W, U = 150 W/m<sup>2</sup>·K et ΔT = 10 K, A = 2 m<sup>2</sup>, taille réaliste pour un petit condenseur.



#### Isolation et ponts thermiques :

Sur les gaines ou coffrages, vise une isolation d'au moins 20 mm Armaflex pour éviter la condensation. Pour parois froides, augmenter à 50 mm réduit nettement les déperditions et le risque de moisissure.

#### Cas concret mini projet :

Contexte: réhabilitation d'une chambre froide avec plafond 20 m<sup>2</sup>. Étapes: mesurer l'existant, calculer Q avant et après, poser 50 mm PIR, vérifier étanchéité. Résultat: réduction estimée de la charge de 8 900 W, livrable: rapport chiffré et fiche matériaux.

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

Avant: Q ≈ 12,96 kW pour 20 m<sup>2</sup>, isolation 20 mm. Après ajout 50 mm PIR, Q ≈ 4,05 kW. Économie instantanée ≈ 8,91 kW, ce qui réduit la sollicitation du compresseur et les cycles de dégivrage.

### Checklist opérationnelle sur le terrain :

Étape	Action
Mesure	Mesurer A, épaisseur, température surface et fluide
Évaluation	Calculer R et U pour estimer Q
Inspection	Rechercher ponts thermiques et traces de condensation
Préconisation	Proposer épaisseur d'isolation et nettoyage échangeur
Livrable	Remettre fiche chiffrée et notice de pose

### Ce que j'ai appris en stage :

Ne jamais négliger une petite fuite d'air autour d'une porte, c'est souvent la cause de 30 à 50 pour cent des problèmes de charge dans une chambre froide, et ça se règle vite avec un boudin et un ajustement.

### i Ce qu'il faut retenir

Tu relies les pertes et gains thermiques aux **3 modes de transfert** : conduction ( $Q = k \cdot A \cdot \Delta T / d$ ), convection ( $Q = h \cdot A \cdot \Delta T$ ) et rayonnement (sans contact, sensible en froid).

- Pour une paroi multicouche, additionne les **résistances en série** ( $R_{\text{cond}}$ ,  $R_{\text{conv}}$ ) puis calcule le **coefficent global U** :  $U = 1 / \sum R$ .
- Avec U, estime vite la puissance :  $Q = U \cdot A \cdot \Delta T$ , ou dimensionne un échangeur :  $A = Q / (U \cdot \Delta T)$ .
- Anticipe l'encrassement (souvent 10 à 30 %/an) et traque **ponts thermiques et fuites** d'air, causes majeures de charge.

Sur chantier, mesure A, épaisseurs et températures, puis propose isolation (ex. 20 mm mini, 50 mm si besoin) et nettoyage. Une petite fuite autour d'une porte peut représenter une grosse part des problèmes, donc corrige-la en priorité.

## Chapitre 3 : Changements d'état

### 1. Fondamentaux des changements d'état :

#### Définitions essentielles :

Un changement d'état, c'est quand une matière passe solide, liquide ou gazeux en changeant d'organisation interne sans changer de masse, par transfert d'énergie.

#### Les types de changements :

On retient les principaux: fusion, solidification, vaporisation, condensation, sublimation et dépôt, chacun avec une énergie latente propre et un comportement dépendant de la pression et de la température.

- Fusion / solidification
- Vaporisation / condensation
- Sublimation / dépôt

#### Rôle de la pression et de la température :

La pression modifie les températures de changement, par exemple l'eau bout à 100°C à 1 atm, mais à température plus basse si la pression diminue, ceci influence les circuits frigorifiques.

#### Exemple :

En installation, réduire la pression évaporateur de 1 bar abaisse la température d'évaporation d'environ 20°C, utile pour produire du froid plus intense sans changer le fluide.

### 2. Chaleur latente et diagrammes :

#### Chaleur latente expliquée :

La chaleur latente est l'énergie à fournir pour changer d'état sans éléver la température, elle se mesure en kilojoules par kilogramme et varie beaucoup selon la substance.

#### Diagramme pression-température simple :

Un diagramme simple montre la courbe de changement, le point critique et le point triple, il te permet d'anticiper le comportement du fluide sous différentes pressions et d'éviter des mauvaises surprises en chantier.

#### Valeurs pratiques :

Pour l'eau, la fusion à 0°C demande environ 334 kJ/kg, la vaporisation à 100°C demande environ 2 260 kJ/kg, ces ordres de grandeur servent de repères en thermique.

Élément	Température à 1 atm	Énergie latente (kJ/kg)
Fusion (solide → liquide)	0°C	334

Vaporisation (liquide → vapeur)	100°C	2 260
Sublimation (solide → vapeur)	Variable	2 594

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

Pour dimensionner, calcule la quantité d'énergie: fondre 5 kg de glace demande environ 1 670 kJ, ce qui équivaut à délivrer 464 W pendant 1 heure environ.

## 3. Applications pratiques en froid :

### Impacts sur dimensionnement :

Connaître la chaleur latente te permet de choisir échangeurs et compresseurs adaptés, par exemple un évaporateur doit extraire 2 000 kJ en 30 minutes, soit une puissance frigorifique de 1 111 W.

### Entretien et erreurs fréquentes :

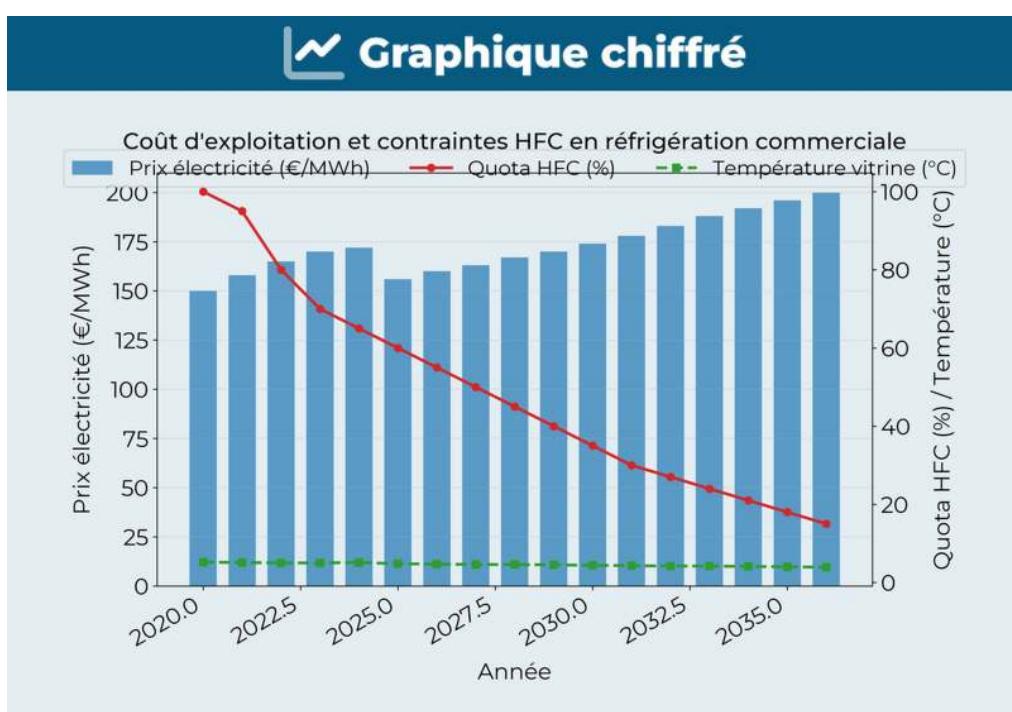
Les erreurs fréquentes sont la mauvaise charge de fluide, le givrage de l'évaporateur ou la lecture erronée des pressions, ces problèmes faussent la performance et provoquent surconsommation et pannes.

### Exemple :

Un jour en stage, on a perdu trois heures à cause d'une charge erronée, depuis je vérifie toujours la masse de fluide deux fois.

### Mini cas concret :

Contexte: intervention sur vitrine réfrigérée d'un commerce, température intérieure stable à 6°C impossible à maintenir, client perd produit depuis 2 jours.



## **Étapes :**

- Diagnostiquer fuite et récupérer 1,2 kg de fluide
- Remplacer l'évaporateur défectueux
- Tirer au vide et maintenir < 1 mbar pendant 30 minutes
- Recharger 1,2 kg et régler surchauffe à 5 K

## **Résultat :**

Résultat: température revenue à 4°C stable, surconsommation corrigée, estimation économie d'énergie de 10% soit 120 kWh par an pour cette unité.

## **Livrable attendu :**

Livrable attendu: fiche d'intervention d'une page avec mesures de pression et température, photo du montage, quantité de fluide 1,2 kg, durée de l'intervention 3 heures.

## **Check-list opérationnelle :**

<b>Étape</b>	<b>Valeur ou action attendue</b>
Vérifier la charge de fluide	Quantité conforme, ici 1,2 kg
Contrôler les pressions	Pression condenseur et évaporateur mesurées
Mesurer la surchauffe	Surchauffe réglée autour de 5 K
Inspecter l'échangeur	Absence de givre excessif
Rédiger la fiche d'intervention	Photo, pressions, températures, temps total

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

Un changement d'état, c'est un passage solide-liquide-gaz sans changer de masse, via un **transfert d'énergie**. Chaque transformation (fusion, vaporisation, etc.) demande une **chaleur latente** mesurée en kJ/kg, et la **pression influence la température** (utile en froid pour abaisser la température d'évaporation).

- Mémorise les couples : fusion/solidification, vaporisation/condensation, sublimation/dépôt.
- Utilise le diagramme P-T (point triple, point critique) pour anticiper le comportement du fluide.
- En dimensionnement, transforme une énergie à extraire en puissance frigorifique.

- En maintenance, évite charge erronée, givrage et mauvaises lectures de pression, puis fais tes **diagnostic et réglages** (vide, charge, surchauffe).

Garde des repères : l'eau demande environ 334 kJ/kg pour fondre et 2 260 kJ/kg pour vaporiser. Sur chantier, note pressions, températures, quantité de fluide et réglage de surchauffe pour fiabiliser l'intervention.

# Acoustique

## Présentation de la matière :

Dans le CAP IFCA (Installateur en Froid et Conditionnement d'Air), l'acoustique te sert à comprendre **les bruits d'installation**, d'où ils viennent, et comment les limiter: Ventilateur, compresseur, vibrations, résonance, dB(A), fréquence, et confort des occupants.

Cette matière est évaluée dans **Mathématiques et physique-chimie**, avec un **coefficent de 2**. En CCF, tu passes 2 situations de 45 min en dernière année, dont 1 en physique-chimie notée sur 8 points. En ponctuel, l'écrit dure **1 h 30** en 2 parties. Je revois un camarade, il a pris 2 points en argumentant un choix de silentblocs.

## Conseil :

Travaille comme sur chantier: Fais le lien entre **mesure au sonomètre** et décision, et entraîne-toi à conclure en **2 lignes claires**, cause, conséquence, action.

Pour réviser vite et bien:

- Convertir dB et unités
- Lire un graphique de fréquence
- Proposer 2 solutions anti-bruit

Planifie **3 séances** de 20 min par semaine, puis 1 sujet blanc 7 jours avant. Le piège, c'est d'oublier l'unité ou le dB(A), alors vérifie ta réponse avant de rendre.

## Table des matières

<b>Chapitre 1:</b> Bruit et niveaux sonores .....	Aller
1. Comprendre le son et le niveau sonore .....	Aller
2. Risques, mesures et prévention .....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Propagation du son .....	Aller
1. Comprendre les bases de la propagation .....	Aller
2. Interactions avec les matériaux et les surfaces .....	Aller
3. Applications pratiques en installation froid et conditionnement d'air .....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Isolation phonique .....	Aller
1. Types de bruit et principes d'isolation .....	Aller
2. Solutions pour installations froid et conditionnement d'air .....	Aller
3. Mise en œuvre, vérification et mini cas concret .....	Aller
<b>Chapitre 4:</b> mesure du bruit .....	Aller
1. Mesurer correctement le niveau sonore .....	Aller
2. Comprendre les pondérations et les temps .....	Aller

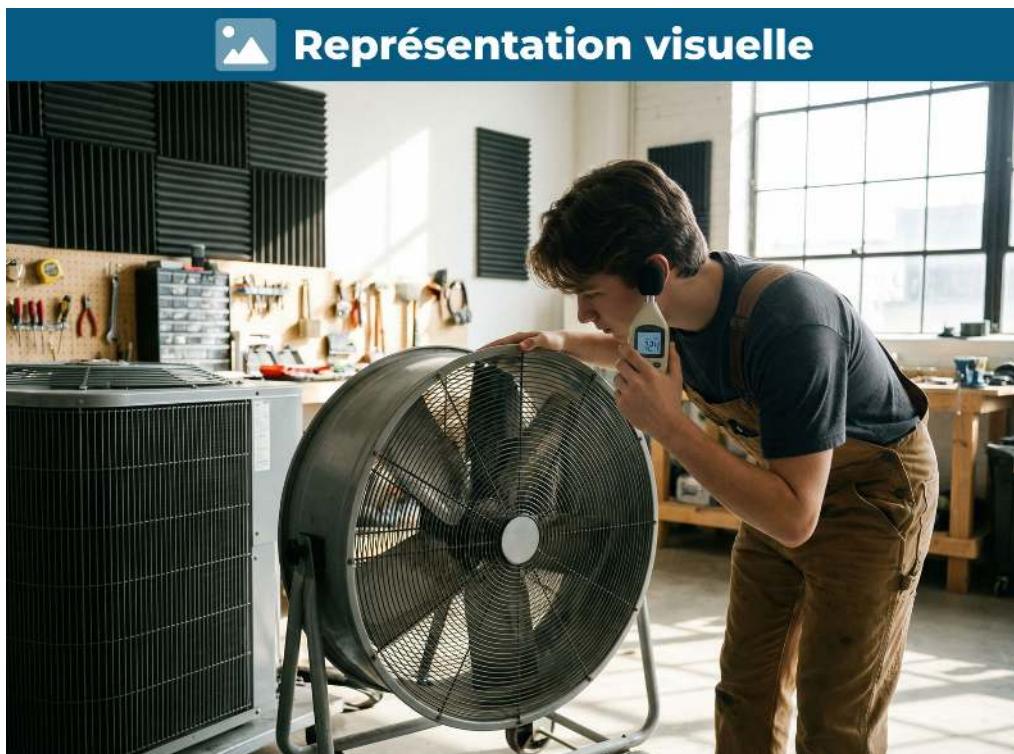
3. Organiser une campagne de mesures sur site .....	Aller
<b>Chapitre 5 : Confort acoustique .....</b>	<b>Aller</b>
1. Principes du confort acoustique .....	Aller
2. Solutions pratiques pour les installations .....	Aller
3. Conception des locaux et recommandations .....	Aller

# Chapitre 1: Bruit et niveaux sonores

## 1. Comprendre le son et le niveau sonore :

### Notions de base :

Le son est une vibration qui se propage dans l'air, mesurée en décibels dB. Le dB est une échelle logarithmique, une augmentation de 10 dB correspond à un son perçu environ deux fois plus fort.



*Mesurer le niveau sonore d'équipements, respecter la limite de 85 dB pour la sécurité*

### Échelle décibels et perception :

Un chuchotement tourne autour de 30 dB, une conversation normale autour de 60 dB, et une perceuse peut atteindre 90 dB. D'après le ministère de la Santé, 8 heures à 85 dB constituent un seuil d'exposition à risque.

### Exemple d'impact du compresseur :

Sur un chantier, un compresseur peut faire 90 dB à 1 m, si tu travailles 4 heures à ce niveau, tu dépasses l'exposition sûre recommandée, il faut agir pour réduire le niveau ou la durée.

## 2. Risques, mesures et prévention :

### Effets sur l'audition et santé :

Une exposition répétée à plus de 85 dB peut provoquer une perte auditive progressive. Le bruit cause aussi fatigue, stress et diminution de vigilance, risque pour la sécurité sur les chantiers de froid.

### **Mesures pratiques sur chantier :**

Mesure le niveau sonore avec un sonomètre ou une application fiable, identifie les sources principales, augmente la distance quand c'est possible, et fixe des temps d'exposition pour réduire le risque.

### **Mini cas concret :**

Contexte : unité frigorifique bruyante produisant 92 dB à 1 m. Étapes : mesurer, poser capot isolant, ajouter silencieux, déplacer zone de travail de 3 m. Résultat : niveau réduit à 78 dB. Livrable attendu : rapport de mesure avant/après avec valeurs en dB et durée d'exposition.

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

Sur un chantier, remplacer une pompe par un modèle isolé a diminué le bruit de 10 dB, ce qui a réduit le risque d'exposition et permis de travailler 2 heures de plus sans protection renforcée.

Je me souviens d'un chantier où on a gagné en confort et en sécurité juste en ajoutant 2 panneaux isolants autour d'un compresseur.

Source	Niveau (db(a))	Commentaire
Chuchotement	30	Ambiance calme, faible risque
Conversation normale	60	Confortable pour le travail
Route très passante	80	Attention à la durée d'exposition
Compresseur ou perceuse	90	Protection auditive recommandée
Scie ou tronçonneuse	110	Risque immédiat sans protection

Pour bien utiliser le tableau, prends un sonomètre, note la distance et l'orientation de la source, puis compare avec les valeurs ci-dessus pour décider des actions à mener.

Contrôle	Pourquoi
Mesurer le niveau sonore	Savoir si tu dépasses 85 dB pour agir
Noter la durée d'exposition	Estimer le risque cumulatif
Porter bouchons ou casques	Limiter la dose sonore reçue
Éloigner ou isoler la source	Chaque mètre supplémentaire réduit le niveau
Planifier des rotations	Réduire le temps exposé par personne

### **Conseils de terrain :**

Avant d'intervenir, prends 5 minutes pour mesurer, noter et identifier la source la plus bruyante. Prévois aussi un plan pour réduire le temps d'exposition et un EPI adapté, cela t'évitera des problèmes plus tard.

## i Ce qu'il faut retenir

Le son se mesure en dB sur une **échelle logarithmique des dB** : +10 dB est perçu environ 2 fois plus fort. Repère les ordres de grandeur (30 dB chuchotement, 60 dB conversation, 90 dB compresseur) et le **seuil à 85 dB** sur 8 h, au-delà duquel le risque augmente.

- Mesure avec un sonomètre, note distance, orientation et **durée d'exposition**.
- Agis sur la source : capot isolant, silencieux, panneaux, ou éloignement.
- Réduis le temps via rotations et porte bouchons ou casque si besoin.

Le bruit abîme l'audition et augmente fatigue, stress et baisse de vigilance. Vise une **mesure avant/après** (ex. 92 à 78 dB) pour prouver l'efficacité des actions et sécuriser le chantier.

## Chapitre 2 : Propagation du son

### 1. Comprendre les bases de la propagation :

#### Vitesse du son et température :

La vitesse du son dans l'air dépend surtout de la température, elle vaut environ 343 m/s à 20°C et varie d'environ 0,6 m/s pour chaque degré Celsius de plus ou de moins.

#### Relation fréquence longueur d'onde :

Pour une fréquence donnée, la longueur d'onde vaut longueur d'onde = vitesse / fréquence, ainsi une onde de 100 Hz a une longueur d'onde d'environ 3,4 m à 20°C, utile pour isolation.

#### Atténuation avec la distance :

En champ libre, la pression acoustique diminue avec la distance selon la loi de l'inverse du carré, autrement dit doubler la distance réduit l'énergie apparente de 4 fois, important pour implantations.

#### Exemple de calcul de longueur d'onde :

Pour un ventilateur à 500 Hz, longueur d'onde  $\approx 343 / 500 = 0,686$  m, tu verras que les basses fréquences dépassent souvent la taille des gaines, et elles traversent plus facilement les parois.

### 2. Interactions avec les matériaux et les surfaces :

#### Réflexion, absorption et transmission :

Une surface dure réfléchit le son, une surface poreuse absorbe surtout les hautes fréquences, et une paroi mince laisse passer les basses fréquences, ce qui guide tes choix matériaux sur site.

#### Diffraction et passage autour d'obstacles :

Les basses fréquences se courbent autour des obstacles, elles contournent les gaines ou cloisons, ce qui explique pourquoi un moteur de 60 Hz reste audible malgré des écrans acoustiques mal dimensionnés.

#### Influence de la température et de l'humidité :

L'humidité et la température modifient légèrement l'atténuation atmosphérique, l'effet devient notable surtout au-delà de quelques centaines de mètres, mais dans un local technique l'effet reste mineur.

#### Astuce de stage :

Pose toujours des liaisons souples entre compresseur et châssis pour réduire la transmission solidaire, j'ai évité plusieurs plaintes clients en ajoutant un isolant élastomère de 10 mm.

<b>Fréquence</b>	<b>Longueur d'onde à 20°C</b>	<b>Source courante en froid/clim</b>
50 Hz	6,86 m	Réseau électrique, vibrations basses
500 Hz	0,69 m	Ventilateurs, petits moteurs
2 000 Hz	0,17 m	Turbines, flux d'air turbulents

### **3. Applications pratiques en installation froid et conditionnement d'air :**

#### **Identifier les chemins de transmission :**

Repère les transmissions aériennes et solidiennes, classiquement les tuyauteries rigides et les gaines sont des voies de transmission prioritaires, intervenez dessus pour réduire le bruit perçu par l'utilisateur.

#### **Solutions techniques et ordres de grandeur :**

Pour atténuer, utilise silencieux sur gaines, matelas acoustiques de 25 à 50 mm pour hautes fréquences, et masses additionnelles pour les basses, prévoir souvent 10 à 20 dB d'amélioration réalisable.

#### **Contrôle et validation :**

Avant et après intervention, prends des mesures rapides avec un sonomètre, note le niveau en dB A à 1 m, un objectif fréquent est de diminuer le bruit de 10 à 15 dB selon le cas client.

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

Sur une unité avec un compresseur à 78 dB près de la façade, remplacement vibramat et pose de silencieux a réduit le niveau à 64 dB mesuré à 1 m, satisfaction client et conformité.

#### **Mini cas concret :**

Contexte: local technique avec compresseur émettant 78 dB à 1 m, plainte client pour nuisance. Étapes: mesurer, poser silentbloc de 12 mm, ajouter silencieux gaine DN 200, isoler paroi 50 mm. Résultat: niveau 64 dB à 1 m, gain 14 dB. Livrable attendu: rapport chiffré indiquant mesures avant/après, photos, et plan des modifications.

<b>Étape</b>	<b>Action concrète</b>	<b>Résultat chiffré</b>
Diagnostic	Mesure bruit à 1 m et repérage voies	Niveau initial 78 dB
Intervention	Pose silentblocs, silencieux gaine, isolation	Réduction prévue 10 à 15 dB
Validation	Mesure post-travaux et rapport	Niveau final 64 dB

<b>Vérification terrain</b>	<b>Point à contrôler</b>
-----------------------------	--------------------------

Position du compresseur	Distance minimale de 1 m aux parois et supports antivibratoires
Liaisons solidiennes	Présence de silentblocs ou résilients sur tuyaux et supports
Gaines et silencieux	Adaptation DN et insertion de silencieux adaptés
Isolation parois	Épaisseur minimale 50 mm pour résultats visibles sur hautes fréquences
Mesures après travaux	Prendre 3 mesures à 1 m et moyenne indiquée dans le rapport

Si tu veux une fiche chantier type pour noter mesures et actions, je peux t'en préparer une adaptée au CAP IFCA, ça te fera gagner 10 à 20 minutes sur chaque intervention.

### i Ce qu'il faut retenir

La propagation du son dépend surtout de la température (environ 343 m/s à 20°C) et relie fréquence et longueur d'onde ( $\lambda = c/f$ ) : plus c'est grave, plus ça traverse et contourne.

- En champ libre, suis la **loi de l'inverse** : doubler la distance réduit fortement le niveau perçu.
- Matériaux : dur = réflexion, poreux = absorption des aigus, paroi mince = passage des graves, avec **réflexion absorption transmission** à équilibrer.
- Traque les **chemins de transmission** (air et structure) : gaines, tuyauteries, châssis, et ajoute liaisons souples.
- Solutions : silencieux, isolants 25 à 50 mm, masses pour graves, et vise **gain typique 10-15 dB**.

Mesure avant/après au sonomètre à 1 m, documente tes actions et valide le résultat chiffré. Bien dimensionner l'isolation et l'antivibratoire évite la plupart des plaintes.

## Chapitre 3 : Isolation phonique

### 1. Types de bruit et principes d'isolation :

#### **Différence bruit aérien et bruit de structure :**

Le bruit aérien voyage dans l'air, par exemple une conversation ou une ventilation, alors que le bruit de structure passe par les parois ou les fixations, comme un compresseur mal monté.

#### **Principes physiques utiles :**

Trois leviers sont essentiels, la masse, l'absorption et la découplage. Chaque solution agit différemment selon la fréquence, donc il faut combiner plusieurs techniques pour être efficace.

#### **Indicateurs et mesures simples :**

On travaille avec des décibels, l'affaiblissement (indice  $R_w$ ) et l'insertion loss des silencieux. Une amélioration de 10 dB perçue correspond à environ deux fois moins forte pour l'oreille.

#### **Exemple d'atténuation d'une paroi :**

En doublant la masse d'une cloison, tu peux gagner environ 6 dB selon la loi de masse, utile pour concevoir des façades entre locaux techniques et zones occupées.

### 2. Solutions pour installations froid et conditionnement d'air :

#### **Isolation des groupes et compresseurs :**

Utilise des plots antivibratoires, des socles en résine ou ressorts, et vérifie l'alignement. Un montage correct réduit les transmissions de structure de 10 à 20 dB suivant l'installation.

#### **Traitement des conduits et silencieux :**

La gaine peut être doublée d'une couche absorbante intérieure et d'un silencieux d'axe, ce qui apporte typiquement 5 à 25 dB d'atténuation selon la fréquence et la longueur.

#### **Enceintes et éloignement :**

Placer une unité à 3 m de la façade plutôt qu'à 1 m peut réduire le niveau reçu de 6 dB en champ libre, souvent suffisant pour respecter les limites de voisinage.

#### **Astuce de stage :**

Sur un chantier, mesure avant travaux, marque les zones critiques, puis mesure après. Ça prend souvent moins de 30 minutes par machine et évite des reprises longues.

Élément	Avantages	Ordre de grandeur d'atténuation
---------	-----------	---------------------------------

Matériaux lourds (plaque de plâtre + laine)	Bonne isolation aérienne	+6 dB par doublement de masse
Laine minérale ou mousse	Absorption des hautes fréquences	5 à 15 dB selon épaisseur
Plots antivibratoires	Réduit transmission structurelle	10 à 20 dB selon montage
Silencieux d'axe pour gaine	Atténuation sur bandes basses à moyennes	5 à 25 dB suivant longueur

#### **Choisir la solution selon la contrainte :**

Si l'espace est réduit, priorise découplage et silencieux internes. Si le voisinage est sensible, combine masse et distance. Toujours adapter la solution au budget et au planning.

### **3. Mise en œuvre, vérification et mini cas concret :**

#### **Étapes pratiques sur le chantier :**

Plan, repérage des points de transmission, dépose éventuelle, pose des isolants et mise en place des plots. Prévois souvent 1 à 2 jours pour une unité moyenne en site tertiaire.

#### **Mesure et validation :**

Utilise un sonomètre et prends des relevés avant et après. Cherche une amélioration minimale de 5 dB sur les bandes critiques pour considérer l'intervention efficace.

#### **Mini cas concret :**

Contexte : un groupe froid en toiture génère 68 dB au local technique, le seuil visé est 55 dB. Étapes : isolation socle, 4 plots antivibratoires, silencieux gaine 1,5 m, bouche avec laine 50 mm.

#### **Exemple d'intervention sur groupe froid :**

Résultat obtenu après travaux, mesure sur site : 68 dB avant, 48 dB après, gain total 20 dB. Livrable attendu : rapport de mesure avec spectres, photos et plan des modifications.

#### **Checklist opérationnelle :**

Tâche	Question à se poser
Mesure initiale	Quel est le niveau en dB et la fréquence dominante ?
Choix technique	Mieux masser, absorber ou découpler pour ce type de bruit ?
Mise en œuvre	Les fixations sont-elles isolées et étanches aux ponts acoustiques ?
Vérification	As-tu mesuré après travaux et comparé les spectres ?

Livrable	Rapport avec mesures avant/après, schéma et photos pour le client
----------	---

### Astuce finale :

Surveille toujours les ponts acoustiques, souvent oubliés. Un simple câble ou une tôle mal traitée peut annuler une grande partie de ton travail d'isolation.

Je me souviens d'un premier chantier où j'avais négligé un raidisseur, et on a dû refaire la fixation, j'ai retenu la leçon rapidement.

### i Ce qu'il faut retenir

Tu distingues le **bruit aérien et structure**, puis tu combines **masse absorption découplage** selon les fréquences. Les dB guident tes choix : +10 dB perçu, c'est environ deux fois plus fort.

- Parois : doubler la masse peut apporter ~6 dB, utile entre local technique et zones occupées.
- Machines : plots antivibratoires et bon alignement limitent les transmissions (souvent 10 à 20 dB).
- Gaines : absorbant interne + silencieux d'axe, et si possible éloigne l'unité (ex. +2 m = environ -6 dB).

Fais une **mesure avant après** et vise au moins 5 dB de gain sur les bandes critiques.

Traque les **ponts acoustiques oubliés** : une fixation ou un câble peut ruiner l'isolation.

## Chapitre 4 : mesure du bruit

### 1. Mesurer correctement le niveau sonore :

#### Objectif :

Savoir mesurer un niveau sonore utile pour diagnostiquer une nuisance, vérifier une installation ou rédiger un rapport. Tu dois obtenir des valeurs fiables, reproductibles et compréhensibles pour le client ou ton tuteur de stage.

#### Matériel nécessaire :

Prévois un sonomètre calibré, un trépied, un dosimètre si exposition personnelle, et un calibrateur acoustique 94 dB à 1 kHz pour vérification. Emporte des gants et un ruban pour mesurer la distance.

#### Méthode de mesure :

Place le sonomètre à 1 m de la source quand c'est pertinent, à hauteur d'oreille soit 1,2 m. Mesure plusieurs fois 10 à 30 secondes pour avoir une moyenne représentative et note la distance et la direction.

#### Astuce terrain :

Si l'unité extérieure vibre, isole le micro avec un support souple. En stage, j'ai évité 3 mesures fausses en reprenant l'alignement du micro.

Élément	Caractéristique	Usage
Sonomètre	S, A-weighting, temps F ou S	Mesure de niveau ponctuel et moyenne
Dosimètre	Mesure continue sur 8 heures	Évaluation exposition des travailleurs
Calibrateur	94 dB à 1 kHz	Vérifier la précision avant et après mesures
Sonde d'intensité	Permet direction du son	Identifier source dominante dans une armoire

### 2. Comprendre les pondérations et les temps :

#### Pondération a et c :

La pondération A simule la perception humaine, elle sert pour la plupart des contrôles en service. La pondération C est utilisée pour les sons graves ou impulsifs, elle donne plus d'importance aux basses fréquences.

#### Temps d'intégration et mesures temporelles :

Fast ou F correspond à 125 ms, slow ou S à 1 s. Pour les moyennes, on utilise les niveaux équivalents Leq sur 10 à 60 minutes selon la situation. Plusieurs mesures permettent de repérer les variations.

#### **Addition des niveaux et décibels :**

Les décibels s'additionnent de façon logarithmique, 3 dB de plus signifie le double d'énergie sonore. Si tu as 70 dB et 70 dB, le résultat est 73 dB environ, garde ça en tête pour combiner sources multiples.

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

En remplaçant un ventilateur par un modèle 5 dB plus silencieux, l'atelier a réduit le niveau global de 2 dB, ce qui a aidé à rester sous le seuil d'action réglementaire pour certaines stations.

### **3. Organiser une campagne de mesures sur site :**

#### **Préparation :**

Repère les sources, note les horaires et prévoit 2 à 3 points de mesure par source. Vérifie le calibrateur et la batterie du sonomètre. Préviens le client du créneau de 30 à 60 minutes pour ne pas perturber.

#### **Exécution :**

Mesure en condition normale d'utilisation, filme ou prends des photos de l'installation. Fais au moins 3 mesures par point, note température et vent, puis recalèle le calibrateur en fin de campagne.



*Tester les connexions électriques avec un multimètre, suivre les normes NF C 15-100*

### **Interprétation et rapport :**

Compare les Leq mesurés aux valeurs de référence. D'après le ministère du Travail, les valeurs d'action sont 80 dB(A) et 85 dB(A) pour l'exposition journalière, adapte les recommandations en conséquence.

### **Exemple d'intervention de mesure :**

Contexte : unité extérieure d'un magasin causant plainte. Étapes : mesures à 1 m et à 5 m, spectre en pondération C, vérif calibrateur. Résultat : 75 dB(A) à 1 m, 62 dB(A) à 5 m.

Livrable : rapport chiffré avec plan de mesures et 3 recommandations.

Checklist	Question à se poser	Attendu
Calibration	Le calibrateur a-t-il été utilisé avant/après ?	Oui, différence < 1 dB
Position du micro	Le micro est-il à 1,2 m et à la distance notée ?	Distances notées à 0,1 m près
Durée des mesures	As-tu pris 3 mesures de 10 à 30 s ?	Oui, moyenne calculée
Conditions	Température, vent, occupation notés ?	Paramètres notés dans le rapport
Livrable	Le rapport contient-il niveaux, spectres et recommandations ?	Oui, format PDF et plan jpg

### **Mini cas concret : campagne de mesure sur condenseur :**

Contexte : client se plaint du bruit nocturne à 3 m. Étapes : 1 prise de son à 1 m, 1 prise à 3 m, analyse spectrale pondération C. Résultat avant action 78 dB(A) à 1 m et 65 dB(A) à 3 m.

Solution appliquée : installation d'un silencieux acoustique et d'un muret de 1,2 m. Mesure après travaux : 71 dB(A) à 1 m et 59 dB(A) à 3 m. Gain mesuré 7 dB à 1 m.

Livrable attendu : rapport de 6 pages incluant plan de mesures, tableau des niveaux, spectres en pondération A et C, photos, préconisations chiffrées et coût estimé des travaux.

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

Tu mesures le bruit pour obtenir des **valeurs fiables et reproductibles** : sonomètre calibré (et dosimètre si besoin), trépied, calibrateur 94 dB à 1 kHz. Place le micro à hauteur d'oreille (1,2 m), note distance/direction, et fais plusieurs prises courtes pour une moyenne.

- Choisis la **pondération A et C** : A pour la perception et les contrôles, C pour graves/impulsifs.
- Règle les temps : F (125 ms) ou S (1 s), et calcule un Leq selon la durée utile.
- Assure la **calibration avant et après** (écart < 1 dB) et consigne météo, vent, conditions.
- Garde l'**addition logarithmique des dB** en tête : +3 dB = énergie doublée.

Organise la campagne (points, horaires, photos), mesure en conditions normales, puis compare aux références (notamment 80 et 85 dB(A) en exposition). Ton rapport doit être clair, chiffré et actionnable, avec recommandations.

## **Chapitre 5 : Confort acoustique**

### **1. Principes du confort acoustique :**

#### **Définition et enjeux :**

Le confort acoustique désigne la perception agréable d'un espace, l'absence de gêne par les bruits de ventilation, compresseurs ou voisins, et la capacité à maintenir concentration ou repos selon l'usage.

#### **Critères mesurables :**

On vise des niveaux de fond et des indices objectifs comme le niveau continu équivalent, la variabilité temporelle et la réverbération, qui influencent directement la sensation de confort pour l'utilisateur.

#### **Pourquoi c'est utile pour toi ?**

En installation froid et clim, limiter les nuisances améliore la satisfaction client, évite les réinterventions et réduit les litiges, ce qui peut économiser en moyenne 5 à 20% de temps de SAV.

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

Sur un site agroalimentaire, remplacer un ventilateur bruyant par un modèle basse fréquence a réduit le bruit de 8 dB(A), et la plainte client a chuté de 60% en 3 semaines.

### **2. Solutions pratiques pour les installations :**

#### **Choix des équipements :**

Privilégie ventilateurs et compresseurs classés basse émission sonore, choisis des moteurs à inverseur de fréquence quand possible, et annote toujours le niveau sonore en dB(A) dans la fiche technique.

#### **Montage et détails d'installation :**

Monte les groupes sur plots antivibration, utilise des raccords souples sur 4 vis et ajoute un silencieux sur la gaine quand l'assemblage créé des tonalités désagréables.

#### **Maintenance et réglages :**

Programme des contrôles tous les 6 mois, graissage et serrage, vérifie l'alignement et remplace les silencieux détériorés, car une dérive de 3 dB(A) est facilement perceptible.

#### **Astuce de stage :**

Lors d'un chantier, j'ai mis des manchons flottants sur l'UE et réduit les transmissions structurelles, résultat visible en moins d'une heure, client satisfait et facture inchangée. Je me rappelle d'un chantier où j'avais négligé un plot antivibration, le bruit a obligé une réintervention le lendemain et j'ai appris à ne jamais brûler les étapes.

### **3. Conception des locaux et recommandations :**

### Cibles de niveau selon usage :

D'après l'OMS, la recommandation pour le bruit nocturne extérieur est inférieure à 40 dB, et pour les espaces intérieurs visés au confort, on cible environ 30 dB pour chambres, 35 à 45 dB pour bureaux.

### Aménagements efficaces :

Intègre gaines insonorisées, diffuseurs et plafonds absorbants dans les espaces sensibles, prévois des locaux techniques séparés à plus de 3 mètres des pièces habitées quand c'est possible.

### Cas concret métier :

Contexte et étapes : Boutique avec plainte nocturne pour ronronnement constant mesuré à 45 dB, tu fais diagnostic, remplaces ventilateur par modèle plus silencieux et montes plots antivibration, opération réalisée en 6 heures.

Résultat et livrable : Bruit abaissé à 37 dB, réduction de 8 dB perceptible, aucune plainte pendant 4 semaines, livrable composé d'un rapport de travaux, feuille de mesures et devis final.

Étape	Action	Vérifier	Fréquence	Remarque
Prédiagnostic	Relevé des sources et des plaintes	Présence de tonalités et niveau estimé	Avant intervention	Note les heures de nuisance
Installation	Montage plots, raccords souples, silencieux	Absence de vibration sur structure	Pendant travaux	Respecte couples de serrage
Mise en service	Réglage vitesses et équilibrage	Niveau stable, pas de pics	À la livraison	Remets fiche technique client

### i Ce qu'il faut retenir

Le **confort acoustique** vient d'un bruit de fond bas, sans tonalités gênantes, et se mesure avec des **niveaux en dB(A)**, la variabilité et la réverbération. En froid et clim, tu réduis les plaintes, les litiges et jusqu'à 5 à 20% de temps de SAV.

- Choisis des équipements basse émission sonore (ventilateurs, compresseurs, variateur) et note le dB(A) en fiche technique.
- Soigne le montage : **plots antivibration**, raccords souples, silencieux si besoin.

- Fais des **contrôles semestriels** (serrage, alignement, silencieux), car +3 dB(A) se remarque vite.

Vise environ 30 dB en chambre et 35 à 45 dB en bureau, et éloigne si possible le local technique. Diagnostic, correction, puis mesures et rapport sécurisent ta livraison et la satisfaction client.

# Dessin

## Présentation de la matière :

En CAP IFCA (Installateur en Froid et Conditionnement d'Air), le **Dessin technique** te sert à comprendre et produire des **plans et schémas** d'installation. Il n'y a pas toujours une épreuve isolée nommée Dessin, mais ces attendus tombent surtout dans l'épreuve « préparation d'une réalisation », avec un **coefficent de 2**, évaluée en **CCF** ou en **écrit final** de **durée de 3 h**.

Concrètement, tu travailles la **lecture de plans**, les conventions, les cotes, et le repérage des composants, compresseur, évaporateur, organes de régulation. Un camarade m'a dit qu'il avait enfin pris confiance le jour où il a su refaire un schéma propre sans gommer 10 fois. Et avec 14 semaines en entreprise, tu vois vite l'intérêt.

## Conseil :

Travaille court mais souvent, 20 minutes, 3 fois par semaine. Fais des **croquis rapides** à partir de photos de chantiers ou de documents atelier, puis ajoute les cotes au propre. Le piège classique, c'est de mélanger symboles et repérages, donc impose-toi une légende simple.

Pour t'entraîner efficacement, garde une méthode fixe:

- Relever les informations utiles
- Tracer au propre avec une échelle
- Vérifier les cotes et sens

La veille d'une évaluation, refais 2 sujets en temps limité, et corrige en comparant uniquement les erreurs de conventions, c'est là que tu gagnes des points.

## Table des matières

<b>Chapitre 1:</b> Lecture de plans .....	<a href="#">Aller</a>
1. Lire les symboles et les cotes .....	<a href="#">Aller</a>
2. Utiliser le plan sur le chantier .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2:</b> Conventions de dessin .....	<a href="#">Aller</a>
1. Règles de tracé et présentation .....	<a href="#">Aller</a>
2. Cotation, tolérances et repères .....	<a href="#">Aller</a>
3. Repérage, nomenclature et bloc technique .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3:</b> Schémas techniques .....	<a href="#">Aller</a>
1. Comprendre les types de schémas .....	<a href="#">Aller</a>
2. Lire un schéma frigorifique .....	<a href="#">Aller</a>
3. Réaliser un schéma technique .....	<a href="#">Aller</a>

# Chapitre 1: Lecture de plans

## 1. Lire les symboles et les cotes :

### Objectif :

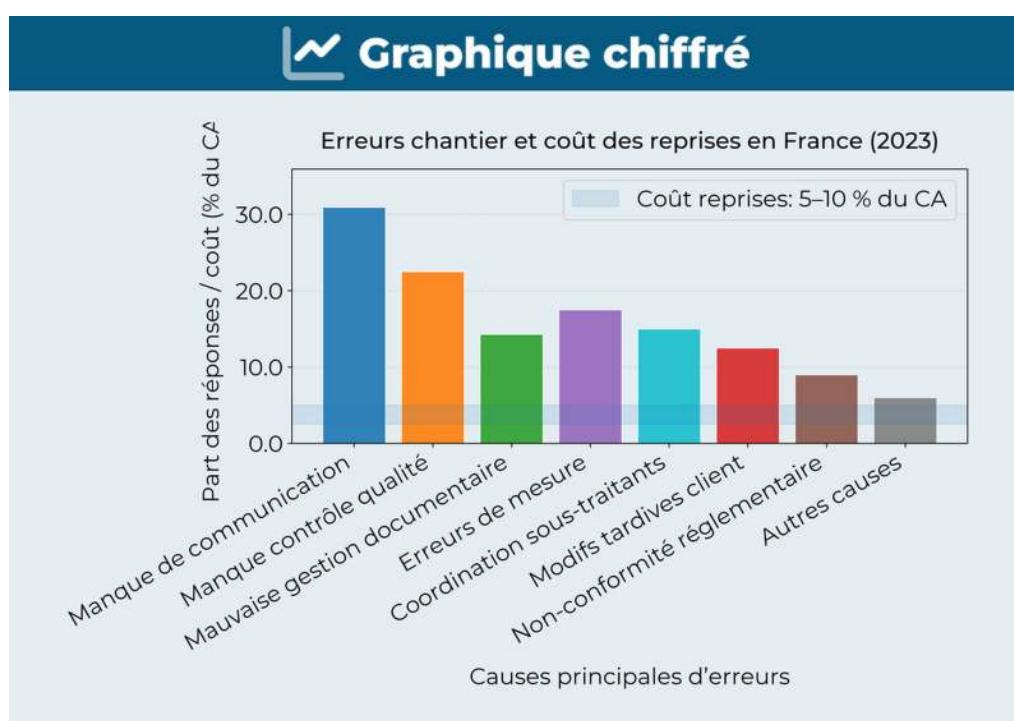
Savoir identifier les éléments d'un plan technique, comprendre les symboles et lire les cotes pour éviter les erreurs d'installation. C'est la base pour travailler proprement sur le chantier.

### Symboles fréquents :

Repère le compresseur, l'évaporateur, le condenseur, les vannes et les pompes. Apprends les variantes selon les normes, et note les repères électriques et fluides pour communiquer avec l'équipe.

### Lecture des cotes :

Lis d'abord l'échelle, convertis si besoin, puis relève les distances entre appareils et points d'accroche. Une erreur de 10 millimètres peut empêcher le passage d'un conduit.



### Exemple d'interprétation d'un plan :

Sur un plan, tu vois un cercle avec lettre C, c'est le compresseur, noté à l'échelle 1/50. Mesure 2,5 mètres entre compresseur et évaporateur, vérifie dégagements.

Élément	Symbol	Signification
Compresseur	C dans un cercle	Unité de compression du fluide frigorigène

Évaporateur	Serpentins	Echangeur froid, position de pose à vérifier
Vanne	Symbol en forme de losange	Contrôle l'arrêt ou la dérivation du fluide

Apprends à lire les légendes, elles précisent matériaux, diamètres et types de raccords, cela évite des erreurs de commande et de mise en place le jour de la pose.

## 2. Utiliser le plan sur le chantier :

### Préparation :

Avant d'arriver sur le chantier, imprime les plans en double, note l'échelle et prépare un mètre, un niveau et un traceur. Prévois 30 minutes pour la vérification initiale.

### Vérification et implantations :

Sur place, contrôle cotes, niveaux et axes. Marque les implantations au sol, vérifie la position des percements et aligne les supports. Cela évite trois à quatre heures de reprise.

### Livrables et relevés :

Après implantation, établis un relevé avec photos et cotes modifiées. Remets un plan annoté au responsable et conserve une copie numérique, format PDF, un fichier par installation.

### Exemple d'installation - mini cas :

Contexte: remplacement d'un groupe froid pour un hôtel de 20 chambres. Étapes: lecture du plan 30 minutes, prise de cotes 1 heure, implantation 3 heures. Livrable: plan annoté et 12 photos datées.

Étape	Action	Durée estimée
Préparation	Imprimer plans, réunir outils	30 minutes
Contrôle des cotes	Mesurer et comparer au plan	45 minutes
Implantation	Marquer au sol et fixer supports	2 à 3 heures
Relevé final	Plan annoté, photos et PDF	30 minutes

### Astuce pour le chantier :

Prends des photos avant et après, note les références de tuyauterie et garde les plans à jour. En stage, j'ai sauvé une intervention grâce à une photo claire du positionnement initial.

 **Ce qu'il faut retenir**

Tu dois maîtriser la lecture de plans pour éviter les erreurs d'installation : repérer les équipements, comprendre les repères et lire juste les cotes. Appuie-toi sur **symboles et légendes**, puis contrôle l'**échelle et conversions** avant de mesurer.

- Identifie compresseur, évaporateur, condenseur, vannes, pompes, et note les repères électriques et fluides.
- Relève distances, axes et niveaux : 10 mm d'erreur peut bloquer un conduit.
- Sur chantier, prépare plans en double et outils, puis marque les implantations et perçements.

Après l'implantation, fais un relevé avec photos et cotes modifiées. Remets un plan annoté et garde une copie numérique : un **relevé final en PDF** clair te fait gagner des heures de reprise.

## Chapitre 2 : Conventions de dessin

### 1. Règles de tracé et présentation :

#### Objectif :

Tu dois savoir comment présenter un dessin propre et lisible pour que l'installateur ou le fabricant comprenne sans poser de question supplémentaire.

#### Types de lignes :

Utilise les lignes continues, discontinues et mixtes pour distinguer visible, caché et coupe. Respecte les épaisseurs pour la hiérarchie visuelle entre éléments principaux et annotations.

#### Format et échelle :

Choisis un format de feuille adapté, A3 ou A4 pour les croquis, A2 ou A1 pour les plans d'ensemble. Indique toujours l'échelle réelle écrite, par exemple 1:50.

#### Astuce tracé :

Sur les petits détails, privilégie 1:5 ou 1:2 plutôt que d'ajouter trop de cotes sur un 1:50 illisible, cela évite les erreurs en atelier.

#### Exemple de type de ligne :

Une ligne continue épaisse représente la coupe, une ligne continue fine sert aux cotes, une ligne en pointillés représente un tuyau caché derrière une paroi.

Type de ligne	Usage courant
Ligne continue épaisse	Contours et coupes visibles
Ligne continue fine	Cotes, repères et annotations
Ligne pointillée	Éléments cachés ou en arrière-plan
Ligne mixte	Tracé d'axes et symétries

### 2. Cotation, tolérances et repères :

#### Principes de cotation :

Pose les cotes en dehors du dessin quand c'est possible, aligne-les et évite les doubles cotes. Donne la cote réelle, puis le type d'unité, par exemple mm.

#### Unités et décimales :

Travaille presque toujours en millimètre. Pour la précision, une décimale suffit pour le métal fin, zéros inutiles enlevés, garde une présentation uniforme sur tout le plan.

#### Tolérances usuelles :

Pour l'installation, vise des tolérances pratiques, typiquement  $\pm 2$  mm pour pièces percées,  $\pm 5$  mm pour éléments de tuyauterie et  $\pm 10$  mm pour gaine de gros diamètre en chantier.

#### **Exemple de cotation d'une bride :**

Tu dessines une bride Ø 120 mm, cote extérieure 120 mm, épaisseur 6 mm, perçages 4 x Ø 9 mm. Indique tolérance perçage  $\pm 0,5$  mm pour serrage précis.

#### **Repères de position :**

Numérote les équipements et repère les points d'ancrage. Utilise un système simple type Q1, Q2 pour les unités froid et T1, T2 pour les trappes de visite.

### **3. Repérage, nomenclature et bloc technique :**

#### **Symboles et abréviations :**

Adopte des abréviations claires pour tuyaux, gaines et appareils, par exemple "T" pour tuyau, "G" pour gaine, "VRV" pour unité variable. Ajoute une légende systématique.

#### **Bloc titre et légende :**

Remplis toujours le bloc titre avec le nom du projet, l'échelle, la date, l'auteur et la révision. Un bloc incomplet provoque des retours et des pertes de temps sur le chantier.

#### **Tableau de repérage :**

Fais une liste numérotée des composants avec référence, quantité et emplacement, elle sert de bon de commande et de contrôle en réception chantier.

#### **Exemple d'étiquette dans la nomenclature :**

Qte 3, Réf VM-250, Description Ventilateur 250 mm, Emplacement local technique, Fournisseur X, Référence de commande 12345, cela évite les erreurs d'achat.

#### **Mini cas concret :**

Contexte :

Vous dois repérer une centrale frigorifique et les liaisons vers 3 unités intérieures sur un plan local industriel de 80 m<sup>2</sup>, échelle 1:50.

#### **Étapes :**

- Relever les cotes sur site, 3 points d'arrivée à 2,5 m du sol
- Tracer l'implantation sur feuille A2 en 1:50
- Numéroter les 3 unités comme Q1 à Q3 et lister 12 m de tuyauterie isolée

#### **Résultat et livrable attendu :**

Livrer un plan A2 annoté avec 1 plan d'implantation, 1 nomenclature indiquant Quantité 3 unités, 12 m de tuyaux, et 6 supports. Ce livrable facilite la commande et la pose.



## Représentation visuelle



Annoter un plan d'implantation, garantir la conformité aux exigences techniques

### Check-list terrain :

Élément	Question à se poser
Échelle	L'échelle est-elle indiquée et adaptée au niveau de détail ?
Bloc titre	Le nom du projet, la date et l'auteur sont-ils remplis ?
Cotation	Les cotes principales sont-elles lisibles et complètes ?
Nomenclature	Quantités, références et emplacements sont-ils clairement listés ?
Tolérances	Les tolérances indiquées sont-elles adaptées au chantier ?

### Astuce stage :

Avant d'envoyer un plan en fabrication, fais vérifier l'échelle et le bloc titre par ton tuteur, cela t'évitera au moins 1 retour par commande mal libellée.

### Exemple d'organisation :

Sur un dossier type, range toujours 1 plan d'ensemble, 2 plans d'implantation et 1 fiche de nomenclature, cela simplifie la lecture pour l'atelier et le chef de chantier.



### Ce qu'il faut retenir

Le but est de produire un plan **propre et lisible** pour éviter toute question en atelier ou sur chantier. Tu choisis le bon format et tu indiques toujours l'échelle (ex. 1:50), avec des détails agrandis si nécessaire.

- Applique des **types de lignes normalisés** (épaisse pour contours/coupes, fine pour cotes, pointillée pour caché, mixte pour axes).
- Soigne la **cotation sans doublons**, en mm, avec une précision cohérente et des tolérances adaptées au terrain.
- Structure le dossier avec repères, légende, bloc titre complet, et une **nomenclature claire** (quantités, références, emplacements).

Avant d'envoyer en fabrication, vérifie l'échelle, le bloc titre et la lisibilité des cotes. Un repérage simple et une nomenclature complète sécurisent la commande et la pose.

## Chapitre 3 : Schémas techniques

### 1. Comprendre les types de schémas :

#### Objectif et public :

Le but est d'identifier rapidement si un schéma sert à installer, dépanner ou contrôler un circuit frigorifique. Tu dois savoir à qui il s'adresse, au dépanneur, au client ou au bureau d'études.

#### Signes et symboles :

Connaître les symboles standards te fait gagner du temps en chantier. Repère circuits frigorifiques, vannes, compresseurs et capteurs, ainsi que les repères de puissance et de sécurité inscrits sur le dessin.

#### Format et échelle :

Un schéma peut être au format A4 ou A3, en échelle 1/1 ou en schéma logique non cotés. Vérifie toujours l'échelle inscrite en bas à droite avant de prendre des mesures.

#### Exemple d'interprétation d'un schéma :

Sur un schéma frigorifique, un cercle avec F représente souvent un filtre, une ligne épaisse un tube principal, et une flèche indique le sens d'écoulement du fluide.

### 2. Lire un schéma frigorifique :

#### Étapes de lecture :

Commence par identifier la source d'énergie, le compresseur, le condenseur et l'évaporateur. Suis ensuite le circuit liquide et vapeur pour repérer détente, filtres et sondes de température.

#### Points de vérification :

Vérifie les valeurs de pression et température indiquées, la présence de soupapes de sécurité et la liaison électrique. Note les repères d'étanchéité et les cotes de montage si présentes.

#### Erreurs fréquentes :

Les erreurs courantes sont la confusion entre circuit liquide et vapeur, l'oubli d'une vanne d'isolement et la méprise sur l'orientation d'une pompe ou d'un ventilateur.

#### Astuce de stage :

Prends une photo du schéma sur place et annote-la avec un marqueur numérique, cela évite de perdre l'info et te fait gagner environ 10 à 20 minutes lors du dépannage.

Symbol	Signification	Remarque
Compresseur	Élément moteur du circuit	Repère puissance en kW

Condenseur	Rejet de chaleur	Air ou eau selon le type
Détendeur	Baisse de pression du fluide	Peut être thermostatique ou électronique
Vanne d'isolement	Permet la maintenance	Toujours notée sur le plan

### 3. Réaliser un schéma technique :

#### Plan simple :

Démarre par un croquis papier, puis reporte sur logiciel simple. Indique sens d'écoulement, repères de pression et températures, et positionne les composants avec des cotes approximatives.

#### Nomenclature et légende :

Fais figurer une table avec nom, référence, quantités et capacité en kW. La légende doit expliquer chaque symbole et indiquer l'échelle et la date de révision du dessin.

#### Livrable attendu :

Le livrable est un fichier A3 en PDF plus une version papier, avec schéma, nomenclature et repère d'implantation. Attends-toi à fournir 1 à 2 pages pour une installation standard.

#### Exemple de mini cas concret :

Contexte : remplacement d'un groupe froid monobloc 5 kW sur un commerce de quartier.  
 Étapes : relevé sur site 30 minutes, croquis 20 minutes, schéma numérique 45 minutes, nomenclature 15 minutes.

Résultat : schéma livré en PDF A3 et papier, 1 page de schéma, 1 page de nomenclature, coûts estimés 1 200 euros pour pièces et main d'œuvre.

Étape	Durée estimée	Livrable
Relevé sur site	30 minutes	Croquis papier
Schéma numérique	45 minutes	PDF A3
Nomenclature	15 minutes	Tableau pièces et quantités

#### Check-list opérationnelle :

Voici un guide rapide à garder sur le chantier pour vérifier un schéma avant intervention.

Action	Pourquoi
Comparer schéma et réel	Évite les erreurs d'implantation

Vérifier les vannes d'isolement	Permet la maintenance sans vidanger
Contrôler les cotes critiques	Assure un montage correct
Valider la nomenclature	Prévient les pannes par pièce manquante
Noter la date et l'auteur	Traçabilité pour les interventions futures

Petite anecdote vécue : lors d'un premier stage j'ai monté un circuit à l'envers parce que je n'avais pas vérifié la légende, depuis je la relis toujours deux fois.

### i Ce qu'il faut retenir

Repère d'abord l'**objectif et public** du schéma, puis vérifie l'**échelle du plan** avant de mesurer.

- Maîtrise les **symboles standards frigorifiques** : compresseur, condenseur, détendeur, vannes, capteurs, sens d'écoulement.
- Lis en suivant la source d'énergie, puis le trajet liquide et vapeur ; contrôle pressions, températures, sécurité et électrique.
- Pour produire un livrable propre : croquis, schéma A3/PDF, légende, nomenclature (références, quantités, kW) et date de révision.

Avant intervention, compare schéma et réel, vérifie les vannes d'isolement et les cotes critiques. Prends une photo et annotate-la pour gagner du temps. Relis la légende deux fois pour éviter les erreurs de sens.

# Organisation du travail et entreprise

## Présentation de la matière :

En **CAP IFCA**, la matière **Organisation du travail** t'aide à préparer une intervention de froid et clim, organiser ton poste, sécuriser la zone, et gérer les échanges avec l'équipe et le client. J'ai vu un camarade se débloquer grâce à un planning simple et lisible.

Cette matière conduit à l'**épreuve Préparation d'une réalisation**, avec un **coefficent de 2**. Tu es évalué en **CCF** pendant la formation, ou en **examen ponctuel écrit** de 3 h, quand tu passes en candidat individuel.

## Conseil :

Routine: Planifie 20 min, 3 fois par semaine, pour réviser les documents, l'organisation, la sécurité, et la logique entreprise. Le **piège classique**, c'est de décrire la technique sans justifier le temps, le matériel, et les risques.

Garde en tête 3 réflexes:

- Préparer les EPI
- Découper les tâches
- Soigner le compte rendu

Avant l'épreuve, fais 2 entraînements en **conditions réelles**, chronométrés 3 h, puis corrige avec ton prof ou un camarade. Tu vises une copie claire, avec un plan stable et des choix justifiés.

## Table des matières

<b>Chapitre 1:</b> Préparer un chantier .....	Aller
1. Planification et repérage .....	Aller
2. Préparation matérielle et logistique .....	Aller
<b>Chapitre 2:</b> Organisation du poste .....	Aller
1. Organiser l'aire de travail .....	Aller
2. Gérer outils et matériaux .....	Aller
3. Sécurité et ergonomie du poste .....	Aller
<b>Chapitre 3:</b> Planifier les tâches .....	Aller
1. Planifier l'ordre des interventions .....	Aller
2. Allouer les ressources et rôles .....	Aller
3. Gérer les aléas et le planning .....	Aller
<b>Chapitre 4:</b> Règles de sécurité .....	Aller

- 1. Sécurité individuelle et EPI ..... [Aller](#)
- 2. Risques techniques spécifiques au froid ..... [Aller](#)
- 3. Procédures d'intervention et prévention des accidents ..... [Aller](#)
- Chapitre 5 : Notions d'entreprise** ..... [Aller](#)
  - 1. Structure et rôles dans l'entreprise ..... [Aller](#)
  - 2. Documents, devis et facturation ..... [Aller](#)
  - 3. Gestion opérationnelle et relations clients ..... [Aller](#)

# Chapitre 1 : Préparer un chantier

## 1. Planification et repérage :

### Visite préalable :

Fais toujours une visite du lieu avant le démarrage, note l'accès, la place pour la benne, les points électriques et la hauteur disponible pour les unités extérieures.

### Analyse des risques :

Repère les risques électriques, chutes, espaces confinés et fluides frigorigènes, et note les points nécessitant EPI spécifiques, comme lunettes, gants isolants et harnais si besoin.

### Planification du travail :

Établis un ordre d'intervention avec durée estimée, nombre de personnes et matériel par étape, prévois 1 à 2 jours de marge pour imprévus sur les installations complexes.

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

Lors d'un chantier de remplacement de groupe froid, j'ai prévu 4 heures pour le levage et 3 heures pour le raccordement électrique, ce qui a évité 2 retards coûteux.

Élément	Quantité minimale	Vérification
Gants isolants	2 paires	Contrôle date et isolement
Multimètre	1	Calibrage et piles
Pompe à vide	1	Fuites et huile
Tubes et raccords	Selon plan	Conformité au plan
EPI divers	Casques, lunettes	Présence obligatoire

## 2. Préparation matérielle et logistique :

### Matériel et outillage :

Prépare une liste claire, vérifie l'état des outils et prévois une marge de 10 à 20% d'outillage supplémentaire pour éviter des allers-retours en magasin.

### Stockage et protection :

Organise une zone protégée pour les composants sensibles, compte 1 à 2 m<sup>2</sup> par unité intérieure et protège l'électronique contre la poussière et l'humidité.

### Relations et autorisations :

Vérifie les autorisations d'accès, l'arrêt des fluides locaux et les créneaux horaires imposés par le client, prévoit les contacts du responsable chantier et du client.

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

Sur un chantier d'immeuble, obtenir l'autorisation de livraison pour 8 h le matin a réduit le temps de déchargement de 30% et évité des heures de blocage en ville.

#### **Mini cas concret :**

Contexte :

Client : petit commerce avec système de climatisation obsolète, remplacement d'un groupe froid extérieur et d'une unité intérieure, site accessible mais rue étroite.

#### **Étapes :**

1. Visite et prise de mesures, 2. Livraison et levage, 3. Raccordement frigorifique et électrique, 4. Mise sous vide et charge du fluide.

#### **Résultat et livrable attendu :**

Livraison sous 3 jours, installation complète fonctionnelle et protocole de mise en service.  
Livrable : rapport de mise en service de 5 pages avec mesures et photos.

Étape	Durée estimée	Livrable
Visite et prise de mesures	2 heures	Fiche site et photos
Livraison et levage	4 heures	Bon de livraison signé
Raccordement	6 heures	Schéma électrique mis à jour
Mise en service	2 heures	Rapport de mise en service

#### **Check-list opérationnelle :**

- Présence des EPI et vérification visuelle avant démarrage
- Plan d'accès validé et espace de stockage sécurisé
- Outilage calibré et pompe à vide fonctionnelle
- Autorisation client et horaire de livraison confirmés
- Procédure de consignation et contact d'urgence notés

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

J'ai appris à toujours prendre une photo du tableau électrique avant intervention, cela a évité 1 erreur de repérage sur 10 interventions réalisées en stage.

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

Pour préparer un chantier, tu sécurises d'abord le terrain, puis tu verrouilles la logistique. Une **visite préalable du site** te permet de valider accès, benne, points électriques et contraintes de hauteur.

- Fais une **analyse des risques** : électricité, chutes, espaces confinés, fluides frigorigènes, et choisis les EPI adaptés.
- Établis une **planification avec marge** : ordre des tâches, durées, effectifs, matériel, et 1 à 2 jours pour les imprévus complexes.
- Prépare outillage et consommables (10 à 20% en plus), contrôle calibrage, piles, fuites, huile, et protège les composants en zone dédiée.
- Confirme autorisations, horaires client, consignation et contacts d'urgence via une **check-list avant démarrage**.

En documentant chaque étape (photos, fiches site, schémas, rapport de mise en service), tu réduis les retards et tu livres une installation fonctionnelle dans les délais.

## Chapitre 2 : Organisation du poste

### 1. Organiser l'aire de travail :

#### Délimiter l'espace :

Pose des repères visuels pour séparer la zone de travail de la zone de passage, garde un périmètre de sécurité d'au moins 1,5 m autour du chantier lorsque c'est possible.

#### Plan simple :

Prévois un petit plan mental ou schéma rapide de l'aire, indique l'emplacement de la benne, des outils et du matériel. Cela te fait gagner 10 à 30 minutes par intervention.

#### Exemple d'organisation de l'aire de travail :

Sur un remplacement d'un groupe froid, tu places la benne côté accès camion, l'outillage près de l'installation, et le bac de récupération d'huile à 1 mètre maximum du groupe.

Élément	Position recommandée	Pourquoi
Benner ou zone déchets	Côté camion	Facilite l'évacuation et limite les déplacements inutiles
Zone outils	À portée de main du poste	Réduit les temps d'aller-retour de l'ordre de 30 à 50 %
Stock consommables	À l'abri et visible	Évite l'humidité et la perte de pièces

### 2. Gérer outils et matériaux :

#### Inventaire et rangement :

Fais un inventaire rapide en début et fin d'intervention, note 8 à 12 outils clés. Range chaque outil dans un emplacement identifié pour limiter les pertes et les oubli.

#### Étiquetage et traçabilité :

Étiquette les tuyaux, les bouteilles de gaz et les pièces avec la date et le numéro d'intervention, cela simplifie la traçabilité et évite les erreurs lors des maintenances suivantes.

#### Exemple de gestion des outils :

Sur un chantier type, je prépare 1 caisse à outils standard avec 12 références, 2 clés à molette, 1 coupe-tube et 1 jeu de clés Allen, et je coche la fiche d'inventaire en 2 minutes.

#### Mini cas concret :

Contexte : remplacement d'un évaporateur dans une entreprise agroalimentaire, durée prévue 4 heures, équipe 2 personnes.

Étapes :

- Préparer la caisse outils et les consommables, vérification 15 minutes.
- Démontage et récupération du fluide, mise en sécurité, 90 minutes.
- Installation du nouvel évaporateur, raccordement et test, 90 minutes.
- Remise en état, nettoyage et saisie de l'intervention, 45 minutes.

Résultat :

Intervention terminée en 4 heures, aucune fuite détectée, temps machine stable, client satisfait.

Livrable attendu :

Une fiche d'intervention signée, 3 photos avant/après, inventaire de 12 outils utilisés et note des consommables consommés (quantités chiffrées).

Tâche	À vérifier	Temps estimé
Inventaire outils	Coche de chaque outil	5 à 10 minutes
Préparation consommables	Quantités prêtes	5 minutes
Étiquetage pièces	Date et n° intervention	2 à 4 minutes
Saisie du rapport	Photos et remarques	10 à 20 minutes

### 3. Sécurité et ergonomie du poste :

#### Protection et EPI :

Porte toujours tes EPI adaptés, gants, lunettes et casque si nécessaire, vérifie l'état des gants toutes les 4 heures en cas d'utilisation intensive ou de produits corrosifs.

#### Ergonomie et posture :

Place les charges à hauteur de cuisses pour éviter les lombalgie, utilise un cric ou un chariot pour les éléments lourds, limite les manutentions de plus de 25 kg sans aide.

#### Astuce organisation :

Prends 2 à 3 pauses courtes lors d'une journée de 8 heures, cela réduit la fatigue et les erreurs. Une pause de 5 minutes toutes les 90 minutes aide vraiment.

J'ai déjà cherché une clé 20 minutes parce que je n'avais pas réorganisé ma caisse, depuis je prends 5 minutes pour tout ranger avant de partir.



## Représentation visuelle



Vérifier l'étanchéité des circuits, utiliser un détecteur de fuites conforme aux normes

### i Ce qu'il faut retenir

Organise ton poste pour gagner du temps et éviter les incidents : délimite l'aire, place déchets, outils et consommables de façon logique, et garde un périmètre de sécurité d'environ 1,5 m si possible. Fais un schéma rapide, tu peux économiser 10 à 30 minutes.

- Applique une **délimitation claire de l'espace** pour séparer circulation et chantier.
- Fais un **inventaire début et fin** (8 à 12 outils clés) et range toujours au même endroit.
- Assure une **tracerabilité simple et fiable** : étiquette tuyaux, gaz et pièces (date + n° d'intervention).
- Respecte la **sécurité et l'ergonomie** : EPI adaptés, charges à hauteur de cuisses, aide au-delà de 25 kg, pauses courtes régulières.

Une organisation standard (prépa, intervention, remise en état, rapport avec photos) te sécurise, réduit les allers-retours et limite les oubli. Avant de partir, prends 5 minutes pour ranger, tu évites de perdre 20 minutes à chercher un outil au prochain chantier.

## Chapitre 3 : Planifier les tâches

### 1. Planifier l'ordre des interventions :

#### Objectif et enjeux :

L'objectif est d'enchaîner les opérations sans retour inutile, limiter les déplacements et respecter les délais client, surtout lors des mises en service et des dépannages urgents pour éviter les heures supplémentaires coûteuses.

#### Découpage en tâches :

Décompose chaque chantier en tâches claires et chronologiques, par exemple démontage, pose supports, soudure, raccordement électrique, test d'étanchéité, mise sous vide, puis charge et mise en service.

#### Estimation des durées :

Donne une durée réaliste à chaque tâche, par exemple relevé site 30 à 60 minutes, montage unité intérieure 1 à 2 heures, tubage et brasure 1 à 2 heures, mise sous vide 30 à 60 minutes.

#### Exemple d'optimisation d'une intervention :

Sur un remplacement d'un split système, j'ai d'abord préparé le kit de brasure et le support, puis posé l'unité extérieure pendant que le collègue préparait l'intérieur, réduisant le temps total de 4 heures à 3 heures.

Tâche	Durée estimée	Remarques
Relevé site et repérage	30-60 minutes	Prendre photos et mesures
Montage unité intérieure	60-120 minutes	Prévoir perçage et calage
Raccordement frigorifique et brasure	60-120 minutes	Utiliser gaz inerte pour purger
Mise sous vide et test	30-60 minutes	Vérifier taux de fuite

### 2. Allouer les ressources et rôles :

#### Répartition des tâches :

Attribue les tâches selon compétences et disponibilité, par exemple 1 technicien principal pour la brasure et 1 assistant pour préparer matériel et sécurité, surtout sur les interventions en hauteur.

#### Compétences et supervision :

Note les habilitations nécessaires, par exemple habilitation électrique, formation au maniement des fluides frigorigènes, et prévois une supervision si un stagiaire participe pour garantir la qualité.

### **Matériel et approvisionnement :**

Planifie la commande de pièces et du fluide, calcule la quantité de gaz estimée, garde une marge de 10 à 20 pourcents en pièces ou consommables sur interventions imprévues.

### **Astuce organisation :**

Établis une check-list du matériel la veille pour éviter les retours en véhicule et gagne souvent 30 à 60 minutes par journée de chantier.

### **Exemple d'affectation pour un chantier type :**

Sur un chantier de remplacement, le chef d'équipe réalise l'installation frigorifique en 3 heures, l'assistant gère le tri des déchets et la préparation en 2 heures, livraison conforme au client en fin de journée.

## **3. Gérer les aléas et le planning :**

### **Plan b et marges :**

Prévois toujours une marge de 15 à 30 minutes par tâche pour imprévus, et un plan B pour pièces manquantes ou conditions météo défavorables afin de réduire les retards pour le client.

### **Communication et coordination :**

Annonce l'heure d'arrivée au client et au fournisseur, confirme les créneaux 24 heures avant, et partages rapidement tout retard avec ton tuteur de stage ou ton responsable chantier.

### **Suivi et ajustement :**

Note l'avancement réel sur un carnet ou une application, compare avec l'estimation et ajuste le planning quotidien pour les 2 à 3 jours suivants en conséquence.

### **Exemple de gestion d'aléa :**

Lors d'un remplacement, une pièce n'était pas conforme, j'ai contacté le fournisseur immédiatement et réorganisé l'ordre des tâches, réduisant l'attente client de 6 heures à 2 heures.

### **Mini cas concret :**

Contexte :

Intervention sur un appartement pour remplacer une unité extérieure et poser 6 mètres de tuyauterie. Équipe de 2 personnes, déplacement en véhicule utilitaire, pièces en stock partiel.

### **Étapes :**

1 Préparation et vérification du matériel 30 minutes. 2 Démontage ancienne unité 45 minutes. 3 Montage supports et pose tuyauterie 120 minutes. 4 Brasure et test d'étanchéité 60 minutes. 5 Mise sous vide 45 minutes. 6 Recharge et mise en service 30 minutes.

### Résultat et livrable attendu :

Résultat : installation fonctionnelle et étanche, temps total 5 heures et 30 minutes. Livrable : rapport d'intervention signé, fiche fluide remplie avec quantité chargée 0,85 kg et certificats de conformité remis au client.

### Check-list opérationnelle :

Élément	Question à se poser
Matériel	As-tu tout le matériel listé la veille
Sécurité	Les EPI sont-ils prêts et conformes
Pièces de rechange	As-tu une marge de 10 à 20 pourcents
Communication	Client et fournisseur sont-ils prévenus
Livrable	Le rapport d'intervention est-il prêt

### Astuce de stage :

Garde toujours un kit d'urgence réduit avec des écrous, un manchon, du fil de cuivre et une petite bouteille d'azote, tu éviteras souvent un retour au dépôt et tu gagnes plusieurs heures sur la semaine.

### i Ce qu'il faut retenir

Planifie pour enchaîner les opérations sans retours, limiter les déplacements et tenir les délais, surtout en dépannage.

- Découpe le chantier en étapes, fixe des **durées réalistes** et optimise en travaillant à deux quand possible.
- Attribue rôles, habilitations et approvisionnements, avec une **check-list la veille** et 10 à 20 % de marge en pièces.
- Ajoute une **marge d'imprévu**, prépare un plan B, et communique vite avec client, fournisseur et responsable.

Suis l'avancement, compare au prévu et ajuste les 2 à 3 prochains jours. Un petit kit d'urgence évite souvent un retour au dépôt et sécurise l'**ordre des interventions**.

## Chapitre 4 : Règles de sécurité

### 1. Sécurité individuelle et EPI :

#### Epi obligatoires :

Le port d'EPI est obligatoire sur tous les chantiers de froid. Casque, lunettes, gants isolants et chaussures de sécurité réduisent les risques de coupure, brûlure ou projection.

#### Vérification et conformité :

Vérifie ton EPI avant chaque intervention, contrôle l'état des gants et la semelle des chaussures. Remplace immédiatement les éléments abîmés pour éviter un accident.

#### Exemple d'ajustement d'un casque :

Sur un chantier j'ai vu un casque mal serré, l'ouvrier a reçu une projection mineure. Depuis, je vérifie toujours l'ajustement en 10 secondes avant d'entrer sur le site.

### 2. Risques techniques spécifiques au froid :

#### Réfrigérants et fuites :

Les fluides frigorigènes peuvent être toxiques ou asphyxiants en cas de fuite. Aère la zone et utilise un détecteur électronique avant d'intervenir sur un circuit pressurisé.

#### Exemple de contrôle de fuite :

J'utilise un détecteur calibré tous les 6 mois et un spray d'eau savonneuse pour localiser la fuite. Sur une intervention, on a identifié une fuite de 15 g/j et remplacé un joint.

#### Équipements sous pression :

Vérifie la pression des accumulateurs et détendeurs, utilise manomètres adaptés et ne dépasse pas les valeurs constructeur. Un contrôle régulier évite l'éclatement de composants et blessures graves.

Élément	Risque	Mesure
Fuite de réfrigérant	Asphyxie ou toxicité	Détection, ventilation, EPI
Pression excessive	Rupture ou projection	Contrôle pression, soupapes
Travail électrique	Électrocution	Consignation, outillage isolé

### 3. Procédures d'intervention et prévention des accidents :

#### Consignation et arrêt électrique :

Avant toute intervention électrique, coupe l'alimentation et pose une consignation visible. Vérifie l'absence de tension avec un testeur fiable, la procédure prend souvent 5 à 10 minutes.

## **Évacuation et gestion d'urgence :**

Connais les issues, les points de rassemblement et l'extincteur le plus proche. En cas d'incendie, alerte, déclenche l'alarme et évacue le local en moins de 2 minutes si possible.

## **Astuce de stage :**

Pendant mon stage j'ai noté l'emplacement des extincteurs et pris une photo sur mon téléphone pour gagner du temps lors d'une intervention rapide.

## **Cas concret : intervention sur une fuite en ERP :**

Contexte : supermarché, fuite détectée dans local technique, perte estimée à 100 g/j.

Étapes : isolation du circuit, consignation, remplacement du joint, réparation effectuée en 45 minutes.

Résultat : fuite ramenée à 0 g/j après test de 30 minutes. Livrable attendu : rapport d'intervention d'une page indiquant valeurs avant et après, pièces changées et durée totale de 75 minutes.

Voici une check-list rapide à suivre sur le terrain :

Tâche	Fréquence	À faire
Vérifier EPI	Avant intervention	Contrôler état et ajustement
Consignation électrique	Avant toute opération	Couper, poser étiquette, tester
Détection de fuite	Avant ouverture	Scanner zone avec détecteur
Test d'étanchéité	Après réparation	Tester 10 à 30 minutes
Nettoyage et traçabilité	Fin de chantier	Remettre en service, remplir rapport

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

Sur un chantier de froid, ta sécurité repose sur des réflexes simples : **EPI obligatoires** et contrôlés (casque, lunettes, gants isolants, chaussures). Méfie-toi des fuites de réfrigérant (toxiques ou asphyxiants) et des équipements sous pression.

- Avant d'agir : vérifie l'état et l'ajustement des EPI.
- Avant d'ouvrir un circuit : **détection de fuite** et ventilation.
- Avant l'électrique : **consignation électrique visible** et test d'absence de tension.
- Après réparation : **test d'étanchéité** puis nettoyage et rapport.

En cas d'urgence, repère issues, point de rassemblement et extincteur, puis alerte et évacue vite. Si tu appliques la check-list à chaque intervention, tu réduis fortement les accidents et tu assures une traçabilité claire.



## **Chapitre 5 : Notions d'entreprise**

### **1. Structure et rôles dans l'entreprise :**

#### **Organigramme et fonctions :**

Dans une petite entreprise de froid, tu trouveras souvent un gérant, un chef d'équipe, 2 à 5 techniciens et une personne aux devis. Chacun a des tâches claires pour éviter les doublons.

#### **Statuts juridiques et impact pratique :**

Micro-entreprise, SARL ou SAS, le statut change la gestion administrative et la responsabilité. En stage, repère toujours qui signe le devis et qui assure la relation client sur chantier.

#### **Rôle du technicien sur le chantier :**

Ton rôle va de la lecture du devis à la livraison client, en passant par le contrôle des consommations et la traçabilité des fluides frigorigènes. Sois clair sur tes limites d'intervention.

#### **Exemple d'organisation d'une intervention :**

Sur une installation de climatisation, le chef d'équipe planifie 2 heures de repérage, 4 heures d'intervention et 30 minutes de nettoyage et test pour remise au client.

### **2. Documents, devis et facturation :**

#### **Devis et bon de commande :**

Le devis détaille pièces, main d'œuvre et délais. Demande toujours un devis signé avant d'acheter du matériel. Un devis clair évite 70% des litiges selon mon expérience de stage.

#### **Facturation et mentions obligatoires :**

La facture doit contenir date, numéro, TVA si applicable, détail des prestations et conditions de paiement. En pratique, compte souvent 30 jours pour l'échéance commerciale.

#### **Garanties et suivi après-vente :**

Propose toujours une feuille de réception signée par le client, cela protège l'entreprise et toi. Note les relevés de pression et température lors de la mise en service pour le dossier client.

#### **Astuce pour les devis rapides :**

Prépare des modèles de devis avec prix unitaires et temps type pour gagner 10 à 20 minutes par intervention courante.

Élément	Question à se poser
---------	---------------------

Devis	Le client a-t-il signé et validé les délais ?
Bon de livraison	Les pièces livrées correspondent-elles aux références du devis ?
Facture	La TVA et les mentions légales sont-elles correctes ?

### 3. Gestion opérationnelle et relations clients :

#### Approvisionnement et gestion du stock :

Garde un stock minimum de pièces courantes, par exemple 2 compresseurs, 4 vannes et 10 filtres, pour limiter les retards. Note chaque sortie de stock sur le bon.

#### Assurances et responsabilités :

Vérifie que l'entreprise possède une responsabilité civile professionnelle. Ça te protège en cas de casse ou fuite lors de ton intervention, surtout avec des fluides inflammables.

#### Relation client et communication :

Explique toujours simplement le travail effectué, note les observations et demande la signature du client. Une communication claire réduit les réclamations et fidélise la clientèle.

#### Exemple d'intervention client expliquée :

Tu décroches, testes la pression, changes un clapet en 45 minutes, mesures la température et remets une feuille d'intervention avec relevés et recommandations.

Tâche	Quand
Vérifier devis signé	Avant commande du matériel
Contrôle attestation frigoriste	Avant toute manipulation de fluides
Remplir feuille d'intervention	À la fin de l'intervention
Archiver facture et bons	Sous 7 jours

#### Mini cas concret : intervention en froid commercial :

Contexte :

Un supermarché a une chambre froide qui ne maintient plus 3 °C la nuit, perte constatée depuis 2 jours, marchandise menacée.

#### Étapes :

Arriver en 1 heure, diagnostiquer fuite en 30 minutes, remplacer compresseur en 3 heures, recharger fluide et tester 1 heure.

#### Résultat chiffré :

Intervention totale 6 heures, coût pièces 1 200 €, main d'œuvre 360 €, remise client 5% si paiement sous 10 jours.

## Graphique chiffré

PAC Europe 2018-2024 : volumes vs part de marché  
(intervention type : 1560 € dont 77 % pièces, 5 % remise possible)



### Livrable attendu :

Feuille d'intervention détaillée avec relevés de température avant et après, liste des pièces remplacées et facture à transmettre au client.

### Astuce de stage :

Garde toujours une photo avant/après intervention pour prouver l'état initial et les travaux effectués, c'est souvent plus parlant qu'un long texte.



## Représentation visuelle



*Ajuster les réglages du thermostat, assurer le bon fonctionnement du système de climatisation*

## Ce qu'il faut retenir

Dans une entreprise de froid, repère vite l'organisation et tes responsabilités : **rôles bien définis**, qui signe, qui parle au client, et jusqu'où tu peux intervenir sur chantier.

- Avant toute commande : **devis signé avant achat**, puis bon de livraison conforme.
- Après intervention : facture complète, feuille de réception signée, relevés pression et température, **tracabilité des fluides**.
- Au quotidien : stock minimum, sorties notées, assurance RC pro vérifiée, photos avant/après.

Tu gagnes du temps avec des modèles de devis et tu réduis les litiges grâce à une **communication client claire**. Termine toujours par un livrable propre et archivé rapidement.

# Communication

## Présentation de la matière :

En **CAP IFCA**, la **communication professionnelle** te sert à expliquer ton intervention, écouter le besoin, et laisser une trace claire, compte rendu, consignes, **documents de suivi**, traçabilité des fluides. Tu travailles autant l'écrit que l'oral, comme sur un vrai chantier.

Il n'existe pas d'épreuve finale intitulée Communication, elle est évaluée dans les épreuves pratiques, en contrôle en cours de formation ou en examen ponctuel. Par exemple, **coeffcient de 6** sur la réalisation, **durée de 8 h**, et **coeffcient de 4** sur l'entretien, **durée de 6 h**.

En atelier, l'un de mes amis a perdu des points parce qu'il avait bien monté, mais mal expliqué ce qu'il faisait. Ici, on attend une parole simple, des infos fiables, et une attitude pro face au client et à l'équipe.

## Conseil :

Après chaque TP, prends 10 minutes pour t'entraîner comme en intervention réelle, 3 phrases sur le besoin, 3 sur ce que tu fais, 3 sur la sécurité et la suite. Révise 30 minutes par semaine tes mots techniques, et tes formulations calmes.

Le piège fréquent, c'est de parler trop vite ou de noyer l'autre sous les détails. Vise court, logique, et vérifiable, puis termine par une question pour valider la compréhension.

- Préparer une explication en 1 minute
- Écrire un compte rendu en 6 lignes
- Relire les documents avant de les donner

# Table des matières

<b>Chapitre 1:</b> Compte rendu écrit .....	<a href="#">Aller</a>
1. Rédiger un compte rendu clair et structuré .....	<a href="#">Aller</a>
2. Présenter le compte rendu et bonnes pratiques terrain .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 2:</b> Échanges avec le client .....	<a href="#">Aller</a>
1. Accueil et premier contact .....	<a href="#">Aller</a>
2. Prise d'information et diagnostic sur site .....	<a href="#">Aller</a>
3. Devis, prix, suivi et réclamation .....	<a href="#">Aller</a>
<b>Chapitre 3:</b> Transmission d'informations .....	<a href="#">Aller</a>
1. Transmettre entre techniciens .....	<a href="#">Aller</a>
2. Formaliser pour le client et la maintenance .....	<a href="#">Aller</a>
3. Outils et formats pratiques .....	<a href="#">Aller</a>

## **Chapitre 1: Compte rendu écrit**

### **1. Rédiger un compte rendu clair et structuré :**

#### **Objectif et public :**

Le but est d'informer ton chef et l'équipe sur une intervention avec précision et concision pour assurer le suivi et la traçabilité des opérations.

#### **Structure recommandée :**

Commence par les informations pratiques, décris le matériel et l'intervention, liste les mesures et anomalies, puis propose les actions à suivre et la signature.

#### **Langage et ton :**

Reste factuel et professionnel, utilise des verbes courts, indique les dates, heures et chiffres pour éviter toute ambiguïté dans le suivi technique.

#### **Exemple d'organisation d'un compte rendu :**

Intervention de 45 minutes sur un groupe froid, fuite sur durite 2 détectée, remplacement de la pièce 12 en 30 minutes, contrôle de pression OK.

### **2. Présenter le compte rendu et bonnes pratiques terrain :**

#### **Quand et comment transmettre ?**

Remets le compte rendu le jour même ou au plus tard le lendemain en version papier signée et envoi par mail si nécessaire, conserve une copie pour l'équipe.

#### **Erreurs fréquentes et comment les éviter :**

Oublier les horaires, ne pas indiquer les références de pièces, ou écrire en termes vagues sont des erreurs courantes, vérifie toujours tes chiffres et références.

#### **Astuce de stage :**

Prends des photos horodatées et note les mesures, l'appareil et le nom du technicien, cela évite 70% des litiges sur les rapports selon mon expérience.

#### **Exemple de mini cas concret :**

Contexte: intervention sur pompe à chaleur d'un commerce, panne signalée depuis 2 jours, client sans froid, température intérieure 10 degrés, urgence commerciale.

- Diagnostic en 30 minutes, test de pression et relevé de température.
- Remplacement de la vanne 1 en 45 minutes, purge et essai de redémarrage.
- Contrôle final 15 minutes et rédaction d'un compte rendu de 1 page.

#### **Résultat et livrable attendu :**

Service remis en 2 heures, température revenue à 20 degrés, client satisfait. Livrable: compte rendu papier signé d'une page avec photos et relevés chiffrés.

### **Checklist opérationnelle :**

Utilise cette liste avant de quitter un chantier pour t'assurer que le compte rendu est complet et exploitable.

Élément	Question à se poser
Date et heure	As-tu noté le début et la fin de l'intervention en heures
Références pièces	As-tu indiqué les numéros des pièces remplacées et leurs références
Mesures et contrôles	As-tu noté les pressions, températures et valeurs chiffrées relevées
Signature et contact	Le technicien et le client ont-ils signé et laissé un numéro de contact

### **Notes pratiques et erreurs à éviter :**

Numérote tes photos et fais un petit tableau des relevés dans le compte rendu, évite d'envoyer des rapports incomplets qui obligent à revenir pour des informations manquantes.

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

En améliorant la traçabilité des comptes rendus, une équipe a réduit de 30% les retours chantiers liés à des informations manquantes, gain de temps et satisfaction client.

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

Ton compte rendu sert à informer ton chef et l'équipe, garantir le suivi et la traçabilité. Vise un écrit **clair et structuré**, factuel, avec dates, heures et valeurs chiffrées.

- Structure: infos pratiques, matériel et intervention, mesures et anomalies, actions à suivre, puis signature.
- Transmets-le le jour même (ou le lendemain) en papier signé, et par mail si besoin. Garde une copie.
- Évite les flous: note horaires, **références des pièces**, pressions, températures, et vérifie tes chiffres.
- Ajoute des **photos horodatées** et un petit tableau de relevés pour limiter les litiges.

Avant de quitter le chantier, fais une checklist: début/fin, pièces, mesures, signatures et contact. Un rapport complet évite les retours inutiles et améliore la satisfaction client.

## Chapitre 2 : Échanges avec le client

### 1. Accueil et premier contact :

#### Premier contact :

Lorsque tu arrives chez un client, salue-le clairement, présente-toi et annonce la durée estimée de ton intervention. Un accueil simple instaure la confiance et facilite l'accès à l'installation.

#### Écoute active :

Pose des questions courtes et reformule la demande pour vérifier ta compréhension. Note les éléments importants sur ton carnet ou avec ton téléphone pour éviter les oubliés en rentrant.

#### Exemple d'accueil :

Tu arrives, tu dis ton nom, ton entreprise, et que l'intervention prendra environ 45 minutes. Le client est rassuré et te donne rapidement les accès nécessaires.

### 2. Prise d'information et diagnostic sur site :

#### Objectif et public :

L'objectif est de recueillir les infos utiles pour établir un diagnostic précis et un devis fiable. Adapte ton langage selon que tu parles au particulier ou au gestionnaire technique.

#### Questions clés :

Demande l'historique, les symptômes précis, la fréquence du problème, la date de la dernière maintenance et l'existence d'un contrat d'entretien. Ces éléments font gagner du temps.

#### Relevés et mesures :

Prends des mesures simples comme température, pression et niveau sonore, et note les références de l'appareil. 3 photos et 1 courte vidéo suffisent souvent pour le rapport.

#### Astuce prise de notes :

Utilise une fiche papier ou une application de notes, indique date et heure, et classe les photos par numéro. Cela te fera gagner environ 15 à 30 minutes en bureau.

Question à poser	Information à recueillir
Depuis quand le problème existe	Durée en jours ou semaines
Fréquence	Ponctuel, fréquent, permanent
Dernière intervention	Date et nature de la maintenance
Contrat	Présence d'un contrat et ses références

### **3. Devis, prix, suivi et réclamation :**

#### **Transparence tarifaire :**

Explique au client les étapes du devis, le prix horaire et le coût estimé des pièces. Donner une fourchette évite les mauvaises surprises et renforce ta crédibilité.

#### **Prise de rendez-vous et suivi :**

Propose une date et une plage horaire, confirme par téléphone ou SMS, et inscris l'intervention dans l'agenda. Un rappel 24 heures avant réduit les absences.

#### **Gérer une réclamation :**

Écoute sans interrompre, reconnais le problème et propose une solution ou un délai d'enquête. Envoie ensuite un compte rendu écrit et propose un geste commercial si nécessaire.

#### **Exemple de mini cas concret :**

Contexte : Climatisation d'un local commercial en panne. Étapes : diagnostic 30 minutes, changement d'un compresseur en 2 heures, tests 30 minutes. Résultat : refroidissement normal. Coût : 150 € main d'œuvre, 420 € pièce, total 570 €. Livrable attendu : devis signé et rapport d'intervention avec photos et mesures.

#### **Exemple de suivi après intervention :**

Tu envoies le rapport dans les 48 heures, tu appelles 7 jours plus tard pour vérifier la satisfaction et tu notes tout dans le dossier client pour la prochaine visite.

#### **Astuce stage :**

Sur ton premier stage, note les tarifs pratiqués par l'entreprise et les 3 pièces les plus courantes, cela t'aidera à établir rapidement des devis fiables en 10 à 15 minutes.

<b>Tâche</b>	<b>Action rapide</b>
Accueil client	Saluer, présenter, annoncer durée
Recueil d'informations	Poser 5 questions clés, prendre photos
Devis provisoire	Donner fourchette et délai d'envoi
Suivi	Envoyer rapport sous 48 heures
Réclamation	Écouter, proposer délai et confirmer par écrit

Petite anecdote vécue : Un client m'a offert un café pendant que j'expliquais le diagnostic, c'était la preuve simple que l'échange fonctionnait bien.

**i Ce qu'il faut retenir**

Chez le client, ton échange conditionne l'accès, le diagnostic et la confiance. Dès l'arrivée, annonce qui tu es et le temps prévu, puis pratique une **écoute active efficace** en questionnant et en reformulant.

- Recueille l'historique, les symptômes, la fréquence, la dernière maintenance et l'existence d'un contrat.
- Fais des relevés simples et note les références ; quelques photos et une courte vidéo suffisent pour le rapport.
- Sois en **transparence tarifaire claire** : explique étapes, prix horaire, pièces et donne une fourchette.
- Assure un **suivi après intervention** : confirmation, rappel, rapport sous 48 h ; en réclamation, écoute, propose une solution et écris un compte rendu.

Si tu structures tes questions et tes notes, tu gagnes du temps au bureau et tu fiabilises le devis. Un échange simple et pro réduit les tensions et augmente la satisfaction.

## Chapitre 3 : Transmission d'informations

### 1. Transmettre entre techniciens :

#### Objectif et public :

Transmettre pour assurer la continuité des interventions, prévenir les erreurs et garder l'historique. Le public est ton équipe, le dépanneur suivant et le chef d'astreinte, tous concernés par l'information claire.

#### Moment de transmission :

Fais la transmission à la fin de chaque intervention, ou au début d'un relais d'équipe. En pratique, vise un compte rendu envoyé dans les 24 heures pour que tout le monde dispose des mêmes données.

#### Infos essentielles à transmettre :

Indique l'état du système, mesures clés, masse de fluide, actions réalisées, pièces remplacées et recommandations. Note les valeurs avec précision, par exemple 0,1 kg pour la charge de fluide si tu mesures une fuite.

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

Lors d'une relève de poste, Julien notait trois photos, la pression HP et BP, la température évaporateur, et envoyait un SMS au responsable en moins de 30 minutes après son départ.

### 2. Formaliser pour le client et la maintenance :

#### Document final :

Remets au client un compte rendu simple et signé, avec photos datées, pièces facturées et recommandations. Le document sert de preuve et d'aide au suivi, il doit se lire en moins de 2 minutes.

#### Preuves et traçabilité :

Photographie l'état avant et après, note les numéros de série et la masse de fluide. Conserve les documents 2 ans minimum si litige, cela évite des problèmes et gagne la confiance du client.

#### Signature et accord client :

Fais signer le rapport papier ou un accusé de réception électronique. Le délai de signature peut être immédiat, le client peut aussi recevoir le rapport par mail dans les 24 heures.

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

Sur une patinoire, l'équipe a systématisé l'envoi d'un PDF avec 4 photos et relevés de température, réception confirmée par mail en moins de 8 heures.

Type d'information	Support recommandé	Délai cible	Responsable
--------------------	--------------------	-------------	-------------

Compte rendu d'intervention	PDF signé, copie papier	24 heures	Technicien intervenant
Photos avant/après	Photos légendées dans le rapport	Immédiatement sur place	Technicien intervenant
Mesures et dosage de fluide	Fiche technique sur le dossier	À l'intervention	Technicien intervenant

### 3. Outils et formats pratiques :

#### Supports numériques et papier :

Utilise une application métier pour les rapports, et garde une copie papier chez le client si nécessaire. Les outils numériques accélèrent l'archivage et limitent les erreurs de saisie.

#### Pratiques photo et vidéo :

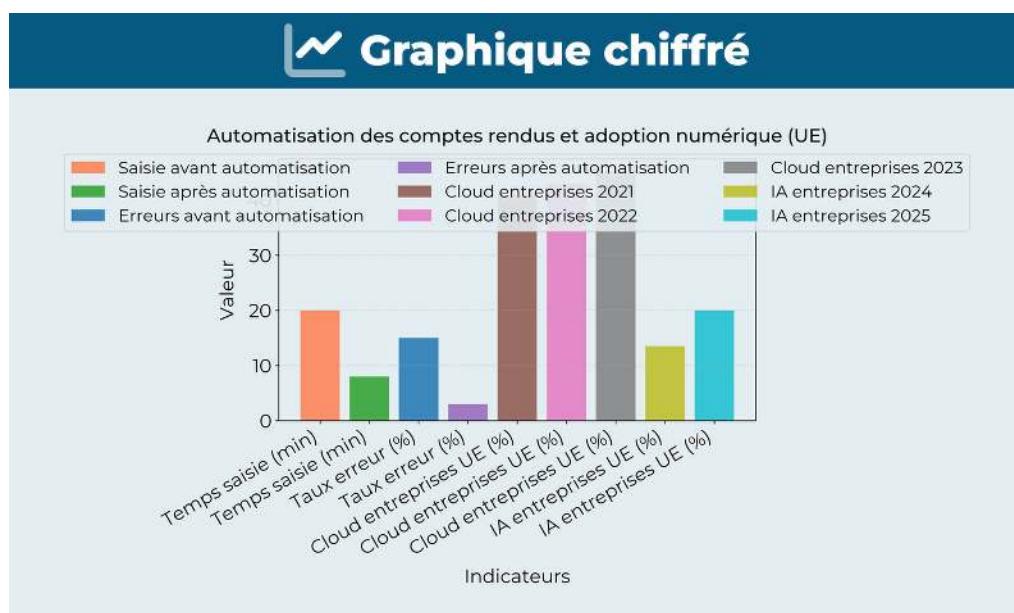
Prends au moins 3 photos par intervention, cadre l'étiquette de l'appareil et la lecture instrument. Si tu fais une vidéo, fais-la de 20 à 40 secondes et commente les points clés.

#### Routines et modèles :

Crée un modèle de rapport avec les rubriques obligatoires, cela te fait gagner 10 à 15 minutes par dossier. Standardise aussi les noms de fichiers pour retrouver les rapports facilement.

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

Avec un modèle, l'équipe a réduit le temps de saisie moyen de 20 minutes à 8 minutes par intervention, et le taux d'erreur de 15 % à 3 %.



#### Mini cas concret :

Contexte : intervention chez un supermarché pour fuite sur groupe froid. Étapes : diagnostic 30 minutes, récupération 0,6 kg de fluide, remplacement d'un clapet en 1 heure, test 20 minutes. Résultat : système stabilisé, fuite colmatée.

Livrable attendu :

- Compte rendu PDF signé en 24 heures
- 3 photos légendées datées
- Fiche quantité de fluide notée à 0,1 kg près

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

Lors d'un stage, j'ai noté la fuite à 0,6 kg, puis j'ai envoyé le PDF avec photos et facture client en moins de 12 heures, le responsable a apprécié la réactivité.

#### Check-list opérationnelle :

Étape	Action
Avant départ	Prendre 3 photos et noter les numéros de série
Pendant intervention	Noter pressions, températures et masse de fluide
Après intervention	Rédiger le rapport et l'envoyer en 24 heures
Archivage	Sauvegarder PDF et photos sur le serveur

#### Astuce pratique :

Organise ton téléphone par dossiers clients, et utilise un modèle de message pour les mails. Cela te sauve 5 à 10 minutes par intervention et évite des oubli.

### i Ce qu'il faut retenir

Tu transmets pour assurer la **continuité des interventions**, éviter les erreurs et garder l'historique, pour l'équipe, le relai et le chef d'astreinte.

- Envoie un point clair fin d'intervention ou à la relève, cible : 24 heures.
- Note l'état du système, pressions, températures, actions, pièces, reco, et surtout la **masse de fluide** à 0,1 kg près.
- Pour le client, fais un **compte rendu signé** lisible en 2 minutes, avec **photos avant/après**, numéros de série et preuves, à conserver 2 ans.
- Utilise une appli + modèle, noms de fichiers standard, minimum 3 photos (vidéo 20 à 40 s si utile).

Reste factuel, précis et rapide : mêmes données pour tous, meilleure traçabilité, et moins d'allers-retours. Une routine simple (photos, mesures, PDF, archivage) te fait gagner du temps et renforce la confiance du client.



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.