

45 Fiches de Révision  
**BTS 2M**  
Physique - Chimie

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



Conforme au Programme Officiel



Garantie Diplômé(e) ou Remboursé

**4,4/5** selon l'Avis des Étudiants



# Préambule

## 1. Le mot du formateur :



Hello, moi c'est **Paul Rousseau** 🙋

D'abord, je tiens à te remercier de m'avoir fait confiance et d'avoir choisi [www.bts2m.fr](http://www.bts2m.fr).

Si tu lis ces quelques lignes, saches que tu as déjà fait le choix de la **réussite**.

Dans cet E-Book, tu découvriras comment j'ai obtenu mon **BTS Métiers de la mesure (2M)** avec une moyenne de **16.35/20** grâce à ces **fiches de révisions**.

## 2. Pour aller beaucoup plus loin :

Si tu lis ces quelques lignes, c'est que tu as déjà fait le choix de la réussite, félicitations à toi.

En effet, tu as probablement déjà pu accéder aux [127 Fiches de Révision](#) et nous t'en remercions.

Vous avez été très nombreux à nous demander de créer une **formation 100% vidéo** axée sur l'apprentissage de manière efficace de toutes les informations et notions à connaître.



Chose promise, chose due : Nous avons créé cette formation unique composée de **5 modules ultra-complets** afin de vous aider, à la fois dans vos révisions en BTS 2M, mais également pour toute la vie.

En effet, dans cette formation vidéo de **plus d'1h20 de contenu ultra-ciblé**, nous abordons différentes notions sur l'apprentissage de manière très efficace. Oubliez les "séances de révision" de 8h d'affilés qui ne fonctionnent pas, adoptez plutôt des vraies techniques d'apprentissages **totalemt prouvées par la neuroscience**.

### 3. Contenu de la formation vidéo :

Cette formation est divisée en 5 modules :

1. **Module 1 – Principes de base de l'apprentissage (21 min)** : Une introduction globale sur l'apprentissage.
2. **Module 2 – Stéréotypes mensongers et mythes concernant l'apprentissage (12 min)** : Pour démystifier ce qui est vrai du faux.
3. **Module 3 – Piliers nécessaires pour optimiser le processus de l'apprentissage (12 min)** : Pour acquérir les fondations nécessaires au changement.
4. **Module 4 – Point de vue de la neuroscience (18 min)** : Pour comprendre et appliquer la neuroscience à sa guise.
5. **Module 5 – Différentes techniques d'apprentissage avancées (17 min)** : Pour avoir un plan d'action complet étape par étape.
6. **Bonus** – Conseils personnalisés, retours d'expérience et recommandation de livres : Pour obtenir tous nos conseils pour apprendre mieux et plus efficacement.

Découvrir Apprentissage Efficace

## E4 : Physique – Chimie

### Présentation de l'épreuve :

L'épreuve E4, intitulée « **Physique-Chimie** » dispose d'un **coefficient de 4**, soit 14 % de la note finale de l'examen. Sache que cette épreuve E4 est une épreuve dite « pilier », les notions seront alors réutilisées pour les épreuves E5 et E6, d'où son importance.

Cette épreuve écrite d'une **durée de 3 heures** teste ta capacité à appliquer les connaissances et compétences de physique-chimie, en lien avec les contextes professionnels que tu pourrais rencontrer en tant que technicien supérieur.

L'épreuve se compose de **plusieurs parties indépendantes**, chacune évaluant différentes connaissances et capacités. Tu devras analyser des documents scientifiques et technologiques pour résoudre les problèmes posés.

**P.S. :** L'utilisation de la calculatrice est autorisée pour cette épreuve.

### Conseil :

Nous te conseillons de **revoir attentivement toutes les études de cas** et les documents étudiés en cours, car ils te fourniront une base solide pour aborder les problèmes posés.

Ne néglige pas la **pratique des exercices** qui nécessitent l'utilisation de calculatrices ou de logiciels, car cela te familiarisera avec les types de tâches que tu devras réaliser pendant l'épreuve.

N'oublie pas que l'épreuve E4 ne teste pas seulement tes connaissances théoriques, mais aussi ta capacité à les mobiliser dans des situations réelles. **Prends le temps** de comprendre chaque sujet en profondeur avant de répondre aux questions.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> Constitution et transformation de la matière.....	6
1. Constitution et transformation de la matière .....	6
2. Dosages et titrages.....	6
3. Radioactivité .....	7
<b>Chapitre 2 :</b> Énergie – Conversion et transfert .....	9
1. Paramètres d'un système thermodynamique .....	9
2. Énergie – Conversion et transfert.....	9
3. Transferts thermiques .....	11
4. Transfert thermique par rayonnement.....	11
<b>Chapitre 3 :</b> Mouvement et interactions.....	13

1.	Cinématique et dynamique du point.....	13
2.	Mouvement rectiligne d'un point matériel .....	13
3.	Mouvement d'un solide en rotation autour d'un axe fixe.....	14
4.	Oscillateurs mécaniques et vibrations.....	15
5.	Statique des fluides .....	16
6.	Dynamique des fluides incompressibles.....	16
<b>Chapitre 4 : Ondes et signaux électriques .....</b>		<b>18</b>
1.	Intensité, tension et puissance électrique .....	18
2.	Dipôles résistifs.....	19
3.	Dipôles réactifs.....	20
<b>Chapitre 5 : Composants et signaux électroniques .....</b>		<b>21</b>
1.	Diodes .....	21
2.	Signaux sinusoïdaux et périodiques.....	21
3.	Circuits linéaires en régime sinusoïdal établi .....	22
<b>Chapitre 6 : Champs et ondes.....</b>		<b>24</b>
1.	Champ électrique.....	24
2.	Champ magnétique.....	24
3.	Ondes et optique.....	25
<b>Chapitre 7 : Applications pratiques des ondes et des signaux .....</b>		<b>27</b>
1.	Signaux électriques dans les systèmes de mesure .....	27
2.	Application des champs magnétiques et électriques.....	27
3.	Ondes acoustiques et électromagnétiques .....	28
<b>Chapitre 8 : Ondes et signaux - Application pratique et mesures.....</b>		<b>30</b>
1.	Mesure des grandeurs électriques.....	30
2.	Étude des dipôles résistifs et réactifs.....	31
3.	Composants non linéaires et signaux périodiques.....	31
<b>Chapitre 9 : Applications avancées des ondes et signaux .....</b>		<b>33</b>
1.	Interactions et mesures acoustiques.....	33
2.	Ondes électromagnétiques et applications optiques .....	33
3.	Analyse des ondes et signaux dans la métrologie .....	34
<b>Chapitre 10 : Thermodynamique et transferts thermiques.....</b>		<b>36</b>
1.	Concepts fondamentaux de la thermodynamique.....	36
2.	Transferts thermiques - Conduction, convection, rayonnement.....	36
<b>Chapitre 11 : Mécanique des fluides et hydraulique.....</b>		<b>40</b>
1.	Principes de base de la mécanique des fluides .....	40

2.	Écoulements de fluides et pertes de charge .....	40
3.	Applications aux installations de plomberie et de ventilation .....	41
<b>Chapitre 12 : Acoustique et vibrations.....</b>		<b>42</b>
1.	Notions fondamentales d'acoustique et de vibrations .....	42
2.	Propagation et atténuation du bruit .....	42
3.	Applications aux matériaux et systèmes de protection acoustique .....	43
<b>Chapitre 13 : Électricité et éclairage .....</b>		<b>44</b>
1.	Concepts de base de l'électricité et du magnétisme .....	44
2.	Distribution électrique et protection des installations.....	44
3.	Applications à l'éclairage et aux systèmes de commande.....	44

# Chapitre 1 : Constitution et transformation de la matière

## 1. Constitution et transformation de la matière :

Réactions chimiques en solutions aqueuses :

Les réactions chimiques en solutions aqueuses impliquent des changements dans les liaisons entre les atomes. La conductibilité des électrolytes dépend de la concentration des ions présents. Une solution diluée aura une conductivité proportionnelle à la concentration ionique.

### Exemple :

Si la concentration ionique double, la conductivité aussi. Ainsi, une solution de NaCl avec une concentration de 0,1 mol/L aura une conductivité plus faible qu'une solution à 0,2 mol/L.

### Acides et bases selon Brønsted :

Dans la théorie de Brønsted, un acide est un donneur de protons ( $\text{H}^+$ ), et une base est un accepteur de protons. Les réactions acido-basiques modifient le pH d'une solution, mesurable à l'aide d'un pH-mètre. Par exemple, lorsqu'on ajoute de l'acide chlorhydrique ( $\text{HCl}$ ) à l'eau, le pH diminue, car  $\text{HCl}$  libère des ions  $\text{H}^+$ .

### Diagramme de prédominance :

Le diagramme de prédominance illustre la zone où une forme acide ou basique prédomine dans une solution en fonction du pH. Ce diagramme aide à prévoir la forme majoritaire d'une espèce chimique à un pH donné. Par exemple, dans un système acide acétique/acétate, le diagramme montre que l'acide prédomine à  $\text{pH} < 4,75$  ( $\text{pK}_a$ ) et l'acétate prédomine à  $\text{pH} > 4,75$ .

### Réactions d'oxydo-réduction :

Les réactions d'oxydo-réduction impliquent le transfert d'électrons entre un oxydant et un réducteur. Ces réactions sont essentielles dans la production d'énergie et les processus industriels. Par exemple, dans la réaction entre le zinc et le cuivre, le zinc (réducteur) perd des électrons au cuivre (oxydant), ce qui entraîne la formation de  $\text{Zn}^{2+}$  et  $\text{Cu}$ .

### Utilisation de la relation de Nernst :

La relation de Nernst permet de calculer le potentiel d'électrode d'une réaction d'oxydo-réduction en fonction des concentrations ioniques. Cette relation est essentielle pour comprendre le fonctionnement des piles et des cellules électrochimiques.

### Exemple :

$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln(Q)$ , où  $E$  est le potentiel,  $E^\circ$  le potentiel standard,  $R$  la constante des gaz,  $T$  la température,  $n$  le nombre d'électrons échangés,  $F$  la constante de Faraday et  $Q$  le quotient réactionnel.

## 2. Dosages et titrages :

**Dosages par étalonnage :**

Le dosage par étalonnage implique de comparer la réponse d'une solution de concentration inconnue à celles de solutions de concentration connue. Cela permet de déterminer la concentration de l'échantillon à analyser. Par exemple, utilisation d'un étalon de conductivité pour calibrer un conductimètre, puis mesurer la conductivité d'une solution inconnue pour en déduire la concentration.

**Titrages acido-basiques :**

Le titrage acido-basique consiste à ajouter un titrant d'une concentration connue à un échantillon jusqu'à ce qu'une réaction chimique complète ait lieu. Le point d'équivalence est atteint lorsque la quantité de titrant ajoutée est chimiquement équivalente à la quantité de substance présente dans l'échantillon. Par exemple, titrage de 50 ml d'acide acétique ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) avec une solution de  $\text{NaOH}$  0,1 mol/l. Le point d'équivalence est atteint lorsque tout l'acide est neutralisé.

**Titrages conductimétriques :**

Le titrage conductimétrique mesure les changements de conductivité d'une solution lors de l'ajout d'un titrant. Cela est particulièrement utile lorsque l'indicateur de pH ne fonctionne pas bien. Par exemple, titrage du chlorure de calcium avec du sulfate de sodium, où la diminution de la conductivité indique le point d'équivalence.

**Titrages d'oxydoréduction :**

Les titrages d'oxydoréduction impliquent le transfert d'électrons entre le titrant et l'analyte. Ces titrages permettent de déterminer la concentration de composés oxydants ou réducteurs. Par exemple, utilisation de permanganate de potassium pour titrer le fer(II) dans une solution, le changement de couleur indique le point d'équivalence.

**Équivalence dans les titrages :**

Le point d'équivalence est le moment où les quantités molaires du titrant et de l'analyte sont équivalentes. Il est crucial pour la précision des mesures dans les titrages. Par exemple, dans un titrage acide-base, l'équivalence est atteinte lorsque l'acide est complètement neutralisé par la base.

### 3. Radioactivité :

**Structure de l'atome :**

Un atome est constitué d'un noyau central contenant des protons et des neutrons, entouré d'électrons. Le nombre de protons détermine l'élément chimique, tandis que les neutrons influencent la masse et la stabilité. Exemple : le carbone-12 a 6 protons et 6 neutrons, tandis que le carbone-14, un isotope, a 6 protons et 8 neutrons.

**Types de radioactivité :**

La radioactivité est un phénomène par lequel un noyau instable émet des particules pour atteindre une configuration plus stable. Les principaux types sont  $\alpha$  (alpha),  $\beta$  (bêta), et  $\gamma$

(gamma). Exemple : l'uranium-238 se désintègre en thorium-234 par émission d'une particule  $\alpha$ .

#### **Loi de décroissance radioactive :**

La loi de décroissance radioactive décrit la diminution de l'activité d'une substance radioactive au fil du temps. La période radioactive est le temps nécessaire pour que la moitié des noyaux instables se désintègrent. Exemple : le carbone-14 a une période radioactive de 5730 ans, utilisée pour la datation des fossiles.

#### **Identification des isotopes :**

Les isotopes sont des variantes d'un élément avec le même nombre de protons mais un nombre différent de neutrons. Ils peuvent avoir des propriétés physiques différentes.

#### **Exemple :**

Le deutérium et le tritium sont des isotopes de l'hydrogène, avec 1 et 2 neutrons respectivement.

#### **Application de la radioactivité :**

La radioactivité a de nombreuses applications, notamment en médecine (radiothérapie), en archéologie (datation au carbone-14), et dans l'industrie (détection de défauts matériels).

#### **Comparaison des techniques de mesure :**

<b>Technique</b>	<b>Principe</b>	<b>Exemples d'utilisation</b>	<b>Avantages</b>
Conductimétrie	Mesure de la conductivité électrique	Détermination de la concentration ionique	Rapide, précis pour solutions ioniques
pH-métrie	Mesure de l'acidité ou de la basicité	Analyse de la qualité de l'eau	Facile à utiliser, fiable
Titration	Quantification par réaction chimique	Dosage de l'acidité dans les boissons	Précis, polyvalent
Spectrophotométrie	Absorption de la lumière par des molécules	Analyse de composés organiques	Non destructif, adapté à de nombreux échantillons
Potentiométrie	Mesure de potentiel électrique	Analyse de métaux lourds	Haute sensibilité, adapté à des solutions diluées

## Chapitre 2 : Énergie – Conversion et transfert

### 1. Paramètres d'un système thermodynamique :

#### Paramètres d'état d'un système :

Un système thermodynamique est décrit par ses paramètres d'état, comme la température, la pression et le volume. Ces paramètres aident à comprendre comment l'énergie est stockée et transférée dans le système. Par exemple, un cylindre contenant un gaz à température ambiante a pour paramètres d'état une température de 25 °C, une pression de 1 atm et un volume de 1 l.

#### Grandeurs intensives et extensives :

Les grandeurs intensives ne dépendent pas de la quantité de matière, comme la température et la pression. Les grandeurs extensives, comme le volume et l'énergie, dépendent de la quantité de matière présente. Par exemple, la température est une grandeur intensive, car elle reste la même quel que soit le volume d'eau. Le volume, en revanche, est extensif, car il augmente avec la quantité d'eau.

#### Équation d'état d'un gaz parfait :

L'équation d'état des gaz parfaits est donnée par  $PV = nRT$ , où  $P$  est la pression,  $V$  le volume,  $n$  la quantité de matière en moles,  $R$  la constante des gaz parfaits et  $T$  la température en kelvins. Cette équation est utilisée pour calculer un paramètre lorsque les autres sont connus. Par exemple, pour un gaz parfait à 1 atm, 0,5 mol et 300 K, le volume est  $V = nRT/P = 0,5 \times 0,0821 \times 300/1 = 12,315$  L.

#### Pression partielle dans un mélange de gaz parfaits :

La pression partielle d'un gaz dans un mélange est la pression qu'il exercerait s'il occupait seul tout le volume. La pression totale est la somme des pressions partielles des gaz présents. Par exemple, dans un mélange de 2 moles d'oxygène et 3 moles d'azote à 1 atm, la pression partielle de l'oxygène est  $2/5 \times 1 = 0,4$  atm.

#### Modèle de la phase condensée incompressible et indilatable :

Ce modèle suppose que les phases condensées ne changent pas de volume sous l'effet de la pression et de la température, ce qui simplifie les calculs. Par exemple, l'eau est souvent traitée comme incompressible en thermodynamique, bien que sous haute pression, son volume puisse légèrement diminuer.

### 2. Énergie – Conversion et transfert :

#### Énergie interne :

L'énergie interne est l'énergie totale contenue dans un système due aux mouvements et interactions des molécules. Par exemple, l'énergie interne d'un gaz augmente avec sa température, car les molécules bougent plus vite et de façon plus désordonnée.

#### Premier principe de la thermodynamique :

Le premier principe, ou principe de conservation de l'énergie, stipule que l'énergie interne d'un système change par échange de chaleur et de travail avec l'extérieur. Il est formulé par  $\Delta U = Q - W$ . Par exemple, lors de la compression d'un gaz, son énergie interne augmente car du travail est fourni, tandis que sa température augmente.

### Travail et transfert thermique :

Le travail est l'énergie échangée lorsqu'une force agit sur une distance. Le transfert thermique est l'énergie échangée du fait d'une différence de température. Par exemple, lorsqu'un piston comprime un gaz, le système reçoit du travail. Si ce gaz est ensuite chauffé, il reçoit un transfert thermique.

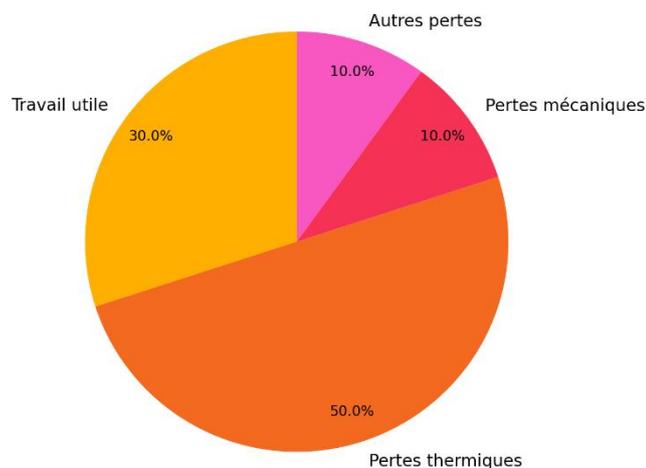
### Enthalpie :

L'enthalpie est une grandeur thermodynamique qui mesure la chaleur échangée à pression constante. Par exemple, lorsqu'une réaction chimique a lieu à pression constante, la chaleur échangée est l'enthalpie de réaction.

### Bilan énergétique d'un système :

Pour un système subissant une transformation, le bilan énergétique prend en compte toutes les formes d'énergie échangées, que ce soit par travail ou transfert thermique.

### Bilan énergétique d'un moteur thermique :



*Bilan énergétique d'un moteur thermique*

### Point à noter :

- **Travail utile (30%)** : L'énergie convertie en travail mécanique utilisable ;
- **Pertes thermiques (50%)** : L'énergie dissipée sous forme de chaleur non récupérable ;
- **Pertes mécaniques (10%)** : L'énergie perdue à cause des frottements et autres inefficacités mécaniques ;
- **Autres pertes (10%)** : Comprend diverses pertes mineures non spécifiées.

### Exemple :

Dans un moteur thermique, le bilan énergétique peut montrer que 30 % de l'énergie chimique du carburant est convertie en travail utile.

### 3. Transferts thermiques :

#### **Modes de transfert thermique :**

Il existe trois modes principaux de transfert thermique : conduction, convection et rayonnement. Par exemple, un radiateur chauffe une pièce par convection, transférant de la chaleur à l'air qui circule dans la pièce.

#### **Puissance thermique et résistance thermique :**

La puissance thermique est le taux de transfert d'énergie thermique. La résistance thermique quantifie la capacité d'un matériau à résister au flux de chaleur. Par exemple, un isolant épais présente une résistance thermique élevée, réduisant le flux de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment.

#### **Loi de Newton :**

La loi de Newton pour le refroidissement décrit la perte de chaleur d'un objet en fonction de la différence de température avec l'environnement. Par exemple, un morceau de métal chaud dans l'air se refroidit plus rapidement si la différence de température avec l'air est grande.

#### **Association de résistances thermiques :**

Les résistances thermiques peuvent être combinées en série ou en parallèle pour modéliser des systèmes complexes. Par exemple, dans une paroi multicouche, les résistances thermiques s'additionnent pour donner la résistance totale.

#### **Conductivité thermique :**

La conductivité thermique est une propriété des matériaux qui indique leur capacité à conduire la chaleur. Exemple : l'aluminium a une conductivité thermique de 237 W/m·K, bien plus élevée que celle du bois, qui est d'environ 0,15 W/m·K.

### 4. Transfert thermique par rayonnement :

#### **Rayonnement thermique :**

Le rayonnement thermique est le transfert d'énergie par ondes électromagnétiques émises par un objet en raison de sa température. Par exemple, le soleil chauffe la terre principalement par rayonnement thermique.

#### **Loi de Wien :**

La loi de Wien décrit la relation entre la température d'un corps noir et la longueur d'onde de la radiation émise avec l'intensité maximale. Par exemple, à environ 5800 K, le soleil émet principalement de la lumière dans le spectre visible, d'où sa couleur blanche.

#### **Loi de Stefan-Boltzmann :**

La loi de Stefan-Boltzmann indique que la puissance émise par unité de surface d'un corps noir est proportionnelle à la quatrième puissance de sa température. Par exemple, un objet à 300 K émet beaucoup moins de rayonnement thermique qu'un objet à 600 K.

**Modèle du corps gris :**

Un corps gris est un modèle simplifié qui tient compte des matériaux réels qui n'absorbent pas tout le rayonnement incident. Par exemple, un métal poli a un faible facteur d'émissivité, ce qui signifie qu'il émet moins de rayonnement thermique qu'un corps noir à la même température.

**Détection de rayonnement thermique :**

Les systèmes de détection de rayonnement thermique utilisent des capteurs pour mesurer les radiations émises par un objet. Ces technologies sont utilisées dans des applications comme la thermographie pour détecter les pertes de chaleur dans les bâtiments ou pour surveiller la température dans des processus industriels.

## Chapitre 3 : Mouvement et interactions

### 1. Cinématique et dynamique du point :

#### Référentiel :

Un référentiel est un point de vue fixe par rapport auquel on observe le mouvement d'un objet. Choisir un bon référentiel est essentiel pour simplifier l'analyse d'un mouvement. Par exemple, dans l'étude d'un train en mouvement, un référentiel terrestre (lié à la Terre) est souvent utilisé.

#### Caractère relatif du mouvement :

Le mouvement est relatif : Il dépend du référentiel choisi. Un objet peut être en mouvement dans un référentiel et immobile dans un autre.

#### Exemple :

Une personne dans un train en mouvement est au repos par rapport au train mais en mouvement par rapport à la Terre.

#### Vecteur vitesse et vecteur accélération :

Le vecteur vitesse indique la rapidité et la direction du mouvement d'un point. Le vecteur accélération décrit comment la vitesse d'un point change dans le temps.

#### Force :

La force est une interaction capable de modifier le mouvement d'un objet. Elle est représentée par un vecteur et se mesure en newtons (N).

#### Lois de Newton :

Les lois de Newton décrivent la relation entre un corps et les forces qui agissent sur lui. La première loi établit l'inertie, la deuxième décrit la relation entre force et accélération, et la troisième explique l'action-réaction.

Par exemple, un ballon de football se déplace dans la direction de la force appliquée lors d'un coup de pied, selon la deuxième loi de Newton.

### 2. Mouvement rectiligne d'un point matériel :

#### Mouvement rectiligne uniformément accéléré :

Ce type de mouvement se caractérise par une accélération constante, ce qui entraîne une augmentation linéaire de la vitesse.

Par exemple, une voiture qui accélère à une vitesse constante de  $3 \text{ m/s}^2$  parcourt une distance de 18 m en 2 secondes.

#### Chute libre sans frottement :

En l'absence de frottement, un objet en chute libre est uniquement influencé par la gravité, avec une accélération constante égale à

$$g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$$

**Exemple :**

Une balle lâchée d'une hauteur de 10 m atteint le sol en environ 1,4 secondes.

**Chute libre avec frottement fluide :**

Le frottement d'un fluide ralentit un objet en chute, ce qui conduit à une vitesse limite où les forces de gravité et de frottement s'équilibrent.

Par exemple, un parachutiste atteint une vitesse limite de 60 m/s en chute libre avant d'ouvrir son parachute.

**Vitesse limite :**

La vitesse limite est atteinte lorsque la force de frottement équilibre exactement la force motrice ou la gravité, rendant l'accélération nulle.

Par exemple, un objet tombant dans l'air atteint une vitesse limite où son accélération cesse.

**Analyse chronophotographique :**

Une séquence chronophotographique permet de suivre le mouvement d'un objet à intervalles réguliers pour en analyser la vitesse et l'accélération.

**Exemple :**

En analysant les images d'un projectile, on peut déterminer sa vitesse initiale et l'accélération due à la gravité.

### 3. Mouvement d'un solide en rotation autour d'un axe fixe :

**Vitesse angulaire et fréquence de rotation :**

La vitesse angulaire mesure la rapidité de rotation d'un objet autour d'un axe, exprimée en radians par seconde, tandis que la fréquence de rotation est le nombre de rotations complètes par seconde.

**Exemple :**

Un disque tourne à 60 rpm, ce qui correspond à une vitesse angulaire de  $2\pi$  rad/s.

**Vitesse d'un point sur un solide :**

La vitesse d'un point d'un solide en rotation dépend de sa distance à l'axe de rotation et de la vitesse angulaire du solide.

Par exemple, un point à 0,5 m de l'axe d'un disque tournant à 2 rad/s a une vitesse de 1 m/s.

**Moment des forces et couple :**

Le moment d'une force est la capacité de cette force à faire tourner un objet autour d'un axe. Le couple est la somme des moments de plusieurs forces.

Par exemple, une clé utilisée pour serrer un boulon exerce un couple qui le fait tourner.

**Condition d'équilibre :**

Un solide en rotation est en équilibre lorsque la somme des moments de force agissant sur lui est nulle.

Par exemple, une balançoire est en équilibre lorsque les moments de force exercés par les poids de chaque côté se compensent.

**Actions sur un solide en rotation :**

Les actions sur un solide en rotation comprennent les forces qui produisent des couples, modifiant ainsi son état de rotation.

Par exemple, dans un moteur, la combustion des gaz exerce un couple sur le vilebrequin, produisant un mouvement rotatif.

## **4. Oscillateurs mécaniques et vibrations :**

**Oscillations libres d'un système masse-ressort :**

Un système masse-ressort oscille librement lorsqu'il n'est soumis à aucune force extérieure, avec une pulsation propre définie par ses propriétés physiques.

Par exemple, un pendule simple oscille avec une fréquence qui dépend de sa longueur et de l'accélération due à la gravité.

**Pulsation, fréquence et période :**

La pulsation est la vitesse angulaire des oscillations, la fréquence est le nombre d'oscillations par seconde, et la période est le temps d'une oscillation complète.

Par exemple, un système oscillant à 2 Hz a une période de 0,5 seconde.

**Influence du frottement sur les oscillations :**

Le frottement réduit l'amplitude des oscillations au fil du temps, conduisant à un régime pseudo-périodique où les oscillations décroissent graduellement.

Par exemple, un oscillateur amorti, comme une voiture avec suspension, réduit les vibrations pour un trajet plus confortable.

**Résonance :**

La résonance se produit lorsqu'un système est soumis à des excitations à sa fréquence naturelle, amplifiant considérablement l'amplitude des oscillations.

Par exemple, un pont peut entrer en résonance avec le vent, ce qui peut entraîner sa destruction, comme ce fut le cas avec le pont de Tacoma Narrows.

**Spectre en amplitude :**

Le spectre en amplitude d'un mouvement vibratoire montre les amplitudes des différentes fréquences présentes dans l'oscillation, utile pour identifier les fréquences de résonance. Par exemple, un analyseur de spectre peut révéler que le moteur d'une machine vibre principalement à 60 Hz.

## 5. Statique des fluides :

### **Pression dans un fluide :**

La pression dans un fluide est la force exercée par unité de surface. Elle s'exprime en pascals (Pa) et dépend de la profondeur et de la densité du fluide.

Par exemple, à 10 m sous l'eau, la pression est d'environ 200 kpa en raison du poids de l'eau au-dessus.

### **Relation fondamentale de l'hydrostatique :**

La relation fondamentale de l'hydrostatique établit que la pression dans un fluide augmente avec la profondeur, proportionnellement à la densité du fluide et à l'accélération due à la gravité.

Par exemple, dans une piscine, la pression à 2 m de profondeur est deux fois plus grande qu'à 1 m.

### **Théorème de Pascal :**

Le théorème de Pascal stipule que la pression appliquée à un fluide incompressible se transmet intégralement dans toutes les directions.

Par exemple, une presse hydraulique utilise le théorème de Pascal pour multiplier la force appliquée sur un petit piston, permettant de soulever de lourdes charges.

### **Poussée d'Archimède :**

La poussée d'Archimède est la force ascendante exercée par un fluide sur un objet immergé, égale au poids du fluide déplacé.

Par exemple, un ballon rempli d'air immergé dans l'eau subit une poussée vers le haut, le faisant flotter.

### **Pression relative et absolue :**

La pression absolue inclut la pression atmosphérique, tandis que la pression relative est mesurée par rapport à l'atmosphère.

Par exemple, la pression dans un pneu de voiture est souvent mesurée en pression relative (par rapport à l'air ambiant).

## 6. Dynamique des fluides incompressibles :

### **Débit massique et débit volumique :**

Le débit massique est la quantité de masse qui traverse une section par unité de temps, tandis que le débit volumique est le volume de fluide qui passe.

Par exemple, dans une rivière, le débit volumique est mesuré en mètres cubes par seconde ( $m^3/s$ ).

**Vitesse moyenne d'écoulement :**

La vitesse moyenne d'écoulement est la vitesse à laquelle un fluide se déplace dans une conduite. Elle est calculée à partir du débit volumique et de la section de la conduite. Par exemple, si le débit volumique d'eau dans un tuyau est de  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  et la section est de  $0,5 \text{ m}^2$ , la vitesse moyenne est de  $4 \text{ m/s}$ .

**Théorème de Bernoulli :**

Le théorème de Bernoulli établit la conservation de l'énergie dans un fluide en écoulement, reliant la pression, la vitesse et l'altitude.

**Exemple :**

Dans un venturi, la vitesse augmente et la pression diminue, illustrant le théorème de Bernoulli.

**Effet Venturi :**

L'effet Venturi décrit la réduction de pression qui se produit lorsqu'un fluide passe par un conduit resserré, augmentant ainsi sa vitesse.

**Exemple :**

Les carburateurs utilisent l'effet Venturi pour mélanger l'air et le carburant dans les moteurs.

**Conservation du débit volumique :**

La conservation du débit volumique indique que, pour un fluide incompressible, le débit volumique reste constant le long de la conduite, même si la section change.

**Exemple :**

Dans une conduite conique, la vitesse du fluide augmente à mesure que le diamètre diminue, mais le débit volumique reste le même.

**Propriétés des matériaux :**

Matériau	Conductivité thermique ( $\text{W/m}\cdot\text{K}$ )	Densité ( $\text{kg/m}^3$ )	Capacité thermique ( $\text{J/kg}\cdot\text{K}$ )
Cuivre	385	8 960	385
Aluminium	237	2 700	897
Acier	50	7 850	500
Bois	0,15	600	1 700
Béton	1,7	2 400	880

## Chapitre 4 : Ondes et signaux électriques

### 1. Intensité, tension et puissance électrique :

#### **Intensité et charge électriques :**

L'intensité d'un courant électrique est la quantité de charge qui passe à travers un point d'un circuit en une seconde. Elle est mesurée en ampères (A) et est liée au débit de charges par la relation  $I = Q/t$  où  $Q$  est la charge en coulombs et  $t$  est le temps en secondes.

#### **Exemple :**

Dans un circuit où 10 coulombs de charge passent en 2 secondes, l'intensité est de 5 A.

#### **Potentiel électrique et tension :**

La tension électrique est la différence de potentiel électrique entre deux points. Elle est mesurée en volts (V) et est une indication de l'énergie potentielle disponible pour déplacer une charge entre ces points.

#### **Exemple :**

Une pile AA fournit une tension de 1,5 V, ce qui pousse les électrons à travers le circuit.

#### **Dipôles électriques :**

Les dipôles électriques sont des composants de circuit ayant deux bornes, comme les résistances, les condensateurs et les inductances. Ils peuvent être orientés en convention générateur (débit de courant sortant) ou récepteur (débit entrant).

#### **Exemple :**

Un moteur électrique fonctionne comme un dipôle en convention récepteur lorsqu'il convertit l'énergie électrique en énergie mécanique.

#### **Puissance électrique :**

La puissance électrique est le taux auquel un appareil utilise ou fournit de l'énergie électrique. Elle est calculée par la formule  $P=VI$  où  $P$  est la puissance en watts,  $V$  est la tension et  $I$  est l'intensité du courant.

#### **Exemple :**

Une ampoule de 60 W utilise 60 joules d'énergie par seconde.

#### **Lois des circuits électriques :**

Les lois des mailles et des nœuds aident à analyser les circuits électriques. La loi des mailles stipule que la somme des tensions dans un circuit fermé est nulle, tandis que la loi des nœuds indique que la somme des courants entrant et sortant d'un nœud est nulle.

#### **Exemple :**

Dans un circuit en série avec deux résistances et une pile, la somme des tensions aux bornes des résistances égale la tension de la pile.

## 2. Dipôles résistifs :

### Loi d'Ohm :

La loi d'Ohm établit la relation entre la tension  $V$ , l'intensité  $I$  et la résistance  $R$  d'un conducteur :

$$V = IR$$

La résistance est mesurée en ohms ( $\Omega$ ) et limite le débit de courant.

### Exemple :

Une résistance de  $10 \Omega$  traversée par un courant de  $2 \text{ A}$  entraîne une chute de tension de  $20 \text{ V}$ .

### Résistance et conductance :

La conductance est l'inverse de la résistance, mesurée en siemens ( $\text{S}$ ), et décrit la facilité avec laquelle un courant passe à travers un conducteur. Elle est calculée comme  $G = 1/R$

### Exemple :

Un conducteur avec une résistance de  $5 \Omega$  a une conductance de  $0,2 \text{ S}$ .

### Association de résistances :

Les résistances peuvent être associées en série ou en parallèle. En série, la résistance équivalente est la somme des résistances :  $R_{eq} = R1 + R2$

En parallèle, c'est l'inverse de la somme des inverses :  $1/R_{eq} = 1/R1 + 1/R2$

### Exemple :

Deux résistances de  $10 \Omega$  en série ont une résistance équivalente de  $20 \Omega$ .

### Pont diviseur de tension :

Un pont diviseur de tension répartit une tension d'entrée entre plusieurs résistances en série. La tension à travers une résistance dans le pont est donnée par  $V = R/R_{tot} \times V_{entrée}$

### Exemple :

Avec deux résistances égales de  $5 \Omega$  et une tension d'entrée de  $10 \text{ V}$ , chaque résistance a une tension de  $5 \text{ V}$ .

### Effet Joule :

L'effet Joule décrit la dissipation de chaleur dans un conducteur traversé par un courant, calculée par  $P = I^2 R$  ou  $P = V^2/R$

### Exemple :

Un fil traversé par  $3 \text{ A}$  de courant avec une résistance de  $2 \Omega$  dissipe  $18 \text{ W}$  de chaleur.

### 3. Dipôles réactifs :

#### Condensateur idéal :

Un condensateur stocke de l'énergie électrique dans un champ électrique. Sa capacité  $C$  est mesurée en farads (F) et se définit par la relation  $Q = CV$ , où  $Q$  est la charge stockée.

#### Exemple :

Un condensateur de  $1 \mu\text{F}$  chargé à  $5 \text{ V}$  stocke  $5 \mu\text{C}$  de charge.

#### Circuit RC série :

Dans un circuit RC série, la charge et la décharge d'un condensateur à travers une résistance suivent des lois exponentielles. Le temps caractéristique de cette charge/décharge est  $\tau = RC$

#### Exemple :

Un circuit avec une résistance de  $1 \text{ k}\Omega$  et un condensateur de  $1 \mu\text{F}$  a un temps caractéristique de  $1 \text{ ms}$ .

#### Bobine idéale :

Une bobine stocke de l'énergie dans un champ magnétique. Son inductance  $L$  est mesurée en henrys (H) et définit la relation  $V = L(di/dt)$

#### Exemple :

Une bobine de  $2 \text{ H}$  avec un courant variant à  $1 \text{ A/s}$  induit une tension de  $2 \text{ V}$ .

#### Circuit RL série :

Dans un circuit RL série, le courant augmente ou diminue exponentiellement lors de la connexion ou déconnexion de la source de tension. Le temps caractéristique est  $\tau = L/R$

#### Exemple :

Une bobine de  $1 \text{ H}$  et une résistance de  $10 \Omega$  donnent un temps caractéristique de  $0,1 \text{ s}$ .

#### Temps caractéristique :

Le temps caractéristique indique la rapidité avec laquelle un système atteint l'équilibre dans les circuits RC et RL, important pour le calcul des régimes transitoires.

#### Exemple :

Un circuit RC avec un temps caractéristique de  $1 \text{ s}$  atteindra environ  $63\%$  de sa tension finale en  $1 \text{ s}$ .

## Chapitre 5 : Composants et signaux électroniques

### 1. Diodes :

#### **Caractéristique intensité-tension d'une diode :**

La courbe intensité-tension d'une diode montre une faible conduction jusqu'à atteindre la tension de seuil, où elle devient conductrice. La diode idéale est modélisée par une courbe avec une transition brusque à cette tension.

#### **Exemple :**

Une diode au silicium a une tension de seuil d'environ 0,7 V.

#### **Tension de seuil :**

La tension de seuil est la tension minimale requise pour qu'une diode commence à conduire le courant de manière significative.

#### **Exemple :**

Une diode LED a souvent une tension de seuil d'environ 2 V, selon sa couleur.

#### **Modèle de la diode idéale :**

Le modèle de la diode idéale ignore la résistance interne et la chute de tension minimale avant la conduction, simplifiant l'analyse des circuits contenant des diodes.

#### **Exemple :**

Pour des calculs simples, on peut considérer qu'une diode ne conduit pas avant sa tension de seuil et conduit parfaitement au-delà.

#### **Photodiode :**

Une photodiode convertit la lumière en courant électrique. Elle est utilisée dans les capteurs de lumière pour mesurer l'intensité lumineuse.

#### **Exemple :**

Les capteurs de proximité utilisent des photodiodes pour détecter la lumière réfléchie par un objet.

#### **Application des diodes :**

Les diodes peuvent redresser des signaux alternatifs, créant un courant continu, et détecter des flux lumineux pour des applications de mesure.

#### **Exemple :**

Un redresseur à diode dans une alimentation convertit le courant alternatif du secteur en courant continu.

### 2. Signaux sinusoïdaux et périodiques :

**Signal sinusoïdal :**

Un signal sinusoïdal est caractérisé par son amplitude, sa fréquence et sa phase. Il est utilisé pour modéliser des phénomènes périodiques dans les systèmes électriques.

**Exemple :**

Le courant secteur est un signal sinusoïdal de 230 V à 50 Hz.

**Période, fréquence et pulsation :**

La période  $T$  est le temps d'un cycle complet d'un signal, et la fréquence  $f = 1/T$  est le nombre de cycles par seconde. La pulsation  $\omega = 2\pi f$  mesure la rapidité de variation angulaire.

**Exemple :**

Un signal avec une période de 0,02 s a une fréquence de 50 Hz et une pulsation de 314 rad/s.

**Valeur moyenne et efficace :**

La valeur moyenne d'un signal est sa moyenne temporelle sur une période, tandis que la valeur efficace est la valeur quadratique moyenne, importante pour évaluer la puissance dissipée.

**Exemple :**

La valeur efficace d'un signal sinusoïdal de 10 V crête à crête est  $10/\sqrt{2} \approx 7,07$  V.

**Signal rectangulaire périodique :**

Un signal rectangulaire périodique alterne entre deux niveaux de tension. Son rapport cyclique est le rapport entre la durée du niveau haut et la période totale.

**Exemple :**

Un signal rectangulaire avec un rapport cyclique de 0,5 est un signal carré.

**Spectre en amplitude :**

Le spectre en amplitude d'un signal périodique montre les composantes fréquentielles, incluant la composante continue, la fondamentale et les harmoniques.

**Exemple :**

Un signal sinusoïdal pur a un spectre avec une seule raie à sa fréquence fondamentale.

### 3. Circuits linéaires en régime sinusoïdal établi :

**Représentation complexe :**

La représentation complexe d'un signal sinusoïdal utilise des nombres complexes pour simplifier les calculs d'impédance et de phase dans les circuits AC.

**Exemple :**

Un signal de  $V(t) = 10\sin(100t + \pi/4)$  s'écrit en complexe comme  $10e^{j\pi/4}$

**Impédance complexe :**

L'impédance complexe généralise la résistance pour les circuits AC, intégrant la résistance  $R$ , l'inductance  $L$ , et la capacité  $C$ .

**Exemple :**

L'impédance d'un condensateur est  $Z = 1/j\omega C$

**Association d'impédances :**

Les impédances en série s'additionnent,  $Z_{eq} = Z1 + Z2$ , et en parallèle, elles suivent  $1/Z_{eq} = 1/Z1 + 1/Z2$

**Exemple :**

Deux inductances en série ont une impédance équivalente de  $j\omega(L1 + L2)$

**Résonance :**

La résonance en circuit RLC série se produit quand la réactance inductive et capacitive s'annule, maximisant le courant ou la tension.

**Exemple :**

Un circuit RLC en résonance à 1 kHz voit son impédance réduite à la seule résistance  $R$ .

**Fréquence de résonance :**

La fréquence de résonance dépend des valeurs de  $L$  et  $C$  :  $f(0) = 1/2\pi\sqrt{LC}$

**Exemple :**

Un circuit avec  $L = 1$  mH et  $C=1$   $\mu$ F a une fréquence de résonance de 5,03 kHz.

## Chapitre 6 : Champs et ondes

### 1. Champ électrique :

#### Charge électrique et champ :

Le champ électrostatique est la force par unité de charge dans un espace, créé par des charges électriques. Il est mesuré en newtons par coulomb (N/C).

#### Exemple :

Une charge de 1 C crée un champ de  $9 \times 10^9$  N/C à 1 m de distance.

#### Milieux diélectriques :

Les milieux diélectriques influencent le champ électrostatique à l'intérieur d'un condensateur, augmentant sa capacité par la permittivité relative.

Par exemple, un condensateur avec un diélectrique a une capacité plus élevée qu'un condensateur vide.

#### Condensateur plan :

Un condensateur plan est formé de deux plaques parallèles séparées par un isolant, où le champ électrique est uniforme entre les plaques.

#### Exemple :

Un condensateur de 1 nF a une capacité de  $1 \times 10^{-9}$  F.

#### Permittivité diélectrique :

La permittivité diélectrique caractérise la capacité d'un matériau à stocker de l'énergie électrique dans un champ électrique. Elle est spécifique à chaque matériau.

Par exemple, l'eau a une permittivité relative de 80, indiquant une grande capacité à polariser sous un champ électrique.

#### Influence du champ :

Un champ électrostatique appliqué sur un matériau diélectrique induit une polarisation, modifiant la distribution des charges à l'intérieur.

Par exemple, les capteurs capacitifs utilisent la variation de capacité induite par la polarisation d'un matériau.

### 2. Champ magnétique :

#### Champ magnétique :

Le champ magnétique est une force qui agit sur des charges électriques en mouvement. Il est créé par des aimants ou des courants électriques et est mesuré en teslas (T).

#### Exemple :

Un aimant permanent crée un champ de 0,5 T à sa surface.

**Effet Hall :**

L'effet Hall est la création d'une tension transverse dans un conducteur lorsque soumis à un champ magnétique perpendiculaire, utilisé pour mesurer des champs magnétiques.

**Exemple :**

Les capteurs à effet Hall détectent la position des pistons dans les moteurs.

**Induction électromagnétique :**

L'induction électromagnétique est la production d'une force électromotrice par un champ magnétique variable, décrite par la loi de Faraday.

Par exemple, les générateurs convertissent l'énergie mécanique en énergie électrique par induction.

**Circuits couplés par induction :**

Deux circuits peuvent être couplés par inductance mutuelle, où un champ magnétique changeant dans un circuit induit un courant dans l'autre.

Par exemple, les transformateurs utilisent l'inductance mutuelle pour transférer de l'énergie entre bobines.

**Forces de Laplace :**

Les forces de Laplace sont les forces agissant sur un conducteur parcouru par un courant dans un champ magnétique, cruciales pour le fonctionnement des moteurs électriques.

Par exemple, les moteurs à courant continu convertissent l'énergie électrique en énergie mécanique via les forces de Laplace.

### 3. Ondes et optique :

**Ondes acoustiques :**

Les ondes acoustiques sont des perturbations mécaniques qui se propagent dans un milieu, mesurées en hertz (Hz). Elles peuvent être audibles ou non, selon leur fréquence.

**Exemple :**

Le son d'une cloche produit des ondes acoustiques d'environ 400 Hz.

**Ondes électromagnétiques :**

Les ondes électromagnétiques se propagent dans le vide à la vitesse de la lumière. Elles couvrent une gamme de fréquences, des ondes radio aux rayons gamma.

**Exemple :**

Les micro-ondes ont des fréquences de l'ordre de  $10^9$  Hz.

**Propagation des ondes :**

Les ondes se propagent en lignes droites et changent de direction par réflexion et réfraction selon les lois de Snell-Descartes.

**Exemple :**

La lumière se réfracte en passant de l'air à l'eau, modifiant sa direction.

**Interférences et diffraction :**

L'interférence est le chevauchement de deux ondes, créant des motifs de franges claires et sombres. La diffraction est la déviation des ondes autour d'obstacles.

**Exemple :**

La lumière traversant une fente étroite crée un motif de diffraction observable.

**Applications optiques :**

Les phénomènes d'interférence et de diffraction sont utilisés dans des dispositifs optiques, comme les réseaux de diffraction et les interféromètres, pour analyser la lumière.

**Exemple :**

Un spectroscope utilise un réseau de diffraction pour décomposer la lumière en ses couleurs constitutives.

## Chapitre 7 : Applications pratiques des ondes et des signaux

### 1. Signaux électriques dans les systèmes de mesure :

#### **Acquisition de signaux :**

Dans les systèmes de mesure, l'acquisition de signaux électriques est cruciale pour convertir les phénomènes physiques en données numériques exploitables. Les capteurs transforment les variables physiques, comme la température ou la pression, en signaux électriques.

#### **Traitement du signal :**

Le traitement du signal comprend la manipulation des signaux électriques pour les améliorer ou extraire des informations spécifiques. Cela inclut le filtrage, l'amplification et la conversion analogique-numérique.

#### **Transmission des signaux :**

La transmission des signaux implique l'envoi d'informations électriques d'un point à un autre, souvent via des câbles ou sans fil, en utilisant des protocoles de communication pour assurer l'intégrité des données.

#### **Enregistrement des données :**

L'enregistrement des données est essentiel pour l'analyse et l'archivage, souvent effectué par des systèmes de stockage numériques qui capturent et conservent les signaux mesurés pour une utilisation future.

Par exemple, un enregistreur de données peut stocker les mesures de température et d'humidité dans une chambre climatique sur plusieurs semaines.

#### **Analyse des données :**

L'analyse des données comprend l'utilisation de logiciels pour interpréter les signaux enregistrés, souvent à l'aide de statistiques ou de visualisations pour identifier les tendances ou anomalies.

#### **Exemple :**

Les logiciels de traitement de données peuvent créer des graphiques de tendances à partir de données de capteurs pour détecter des variations anormales.

### 2. Application des champs magnétiques et électriques :

#### **Capteurs à effet Hall :**

Les capteurs à effet Hall mesurent les champs magnétiques et sont utilisés dans diverses applications, notamment pour détecter la position ou la vitesse dans les systèmes automobiles et industriels.

Par exemple, un capteur à effet Hall mesure la position d'un rotor dans un moteur électrique.

### **Induction électromagnétique dans la génération d'énergie :**

L'induction électromagnétique est exploitée dans les générateurs électriques pour convertir l'énergie mécanique en énergie électrique, en utilisant des bobines rotatives et des champs magnétiques.

#### **Exemple :**

Les turbines hydroélectriques utilisent des générateurs pour produire de l'électricité à partir de l'eau en mouvement.

### **Applications de la force de Laplace :**

La force de Laplace est fondamentale dans le fonctionnement des moteurs électriques, où elle convertit l'énergie électrique en énergie mécanique, permettant le mouvement des moteurs.

Par exemple, les moteurs électriques des tramways utilisent la force de Laplace pour propulser les véhicules le long des rails.

### **Utilisation des champs électrostatiques :**

Les champs électrostatiques sont utilisés dans des applications comme les précipitateurs électrostatiques pour purifier l'air ou dans les imprimantes laser pour transférer l'encre sur le papier.

Par exemple, un précipitateur électrostatique utilise un champ électrique pour éliminer les particules polluantes de l'air dans une usine.

### **Mesure de la permittivité diélectrique :**

La mesure de la permittivité diélectrique est importante pour caractériser les matériaux et est utilisée dans des applications comme la surveillance de l'humidité dans le sol ou les diagnostics médicaux par imagerie.

#### **Exemple :**

Les capteurs de sol mesurent la permittivité pour estimer la teneur en eau du sol pour l'agriculture de précision.

## **3. Ondes acoustiques et électromagnétiques :**

### **Utilisation des ondes acoustiques :**

Les ondes acoustiques sont utilisées dans de nombreuses applications, y compris l'imagerie par ultrasons pour les diagnostics médicaux, et les capteurs sonar pour la détection sous-marine.

#### **Exemple :**

L'échographie utilise des ondes ultrasonores pour créer des images de l'intérieur du corps humain.

### **Applications des ondes électromagnétiques :**

Les ondes électromagnétiques sont essentielles dans les télécommunications, la radio, la télévision et les systèmes de radar, reliant des lieux éloignés par transmission de signaux.

**Exemple :**

Les satellites de communication utilisent des ondes électromagnétiques pour diffuser la télévision dans le monde entier.

**Fibre optique pour les télécommunications :**

La fibre optique utilise le principe de réflexion totale pour transmettre des signaux lumineux sur de longues distances, révolutionnant la vitesse et la capacité de la transmission de données.

**Exemple :**

Les réseaux Internet haut débit utilisent des câbles à fibre optique pour fournir des connexions rapides et fiables.

**Imagerie thermique et rayonnement :**

L'imagerie thermique utilise les ondes infrarouges pour détecter la chaleur émise par des objets, utile pour les inspections de bâtiments, la surveillance nocturne et les applications médicales.

**Exemple :**

Les caméras thermiques détectent les pertes de chaleur dans les bâtiments pour améliorer l'efficacité énergétique.

**Réseaux de diffraction pour l'analyse de la lumière :**

Les réseaux de diffraction séparent la lumière en ses différentes longueurs d'onde, utilisés dans les spectromètres pour analyser la composition chimique des substances.

**Exemple :**

Les astronomes utilisent des spectromètres pour étudier la composition des étoiles en analysant leur lumière.

## Chapitre 8 : Ondes et signaux – Application pratique et mesures

### 1. Mesure des grandeurs électriques :

#### Mesurer l'intensité du courant :

L'intensité du courant est mesurée en ampères et représente le débit de charge à travers un conducteur. Elle est souvent mesurée à l'aide d'un ampèremètre, qui doit être branché en série dans le circuit.

Par exemple, pour mesurer l'intensité dans une lampe de poche, on place l'ampèremètre en série avec l'ampoule.

#### Mesurer la tension électrique :

La tension, ou différence de potentiel, est mesurée en volts. Un voltmètre est utilisé pour cette mesure et doit être connecté en parallèle avec le composant du circuit.

Par exemple, pour mesurer la tension aux bornes d'une batterie, on place le voltmètre en parallèle avec la batterie.

#### Calcul de la puissance électrique :

La puissance électrique est la quantité d'énergie transférée par unité de temps, mesurée en watts. Elle est calculée en multipliant la tension par l'intensité ( $P = V * I$ ).

#### Exemple :

Une ampoule de 60 W fonctionnant sur une tension de 120 V consomme une intensité de 0,5 A.

#### Utilisation des lois des circuits électriques :

Les lois de Kirchhoff sont utilisées pour analyser les circuits. La loi des nœuds stipule que la somme des courants entrant dans un nœud est égale à la somme des courants sortants. La loi des mailles indique que la somme des tensions autour d'une boucle fermée est nulle.

#### Exemple :

Dans un circuit en série, la tension totale est la somme des tensions aux bornes de chaque composant.

#### Mise en œuvre d'un protocole de mesure :

Lors de la mise en place d'un protocole de mesure électrique, il est crucial de s'assurer que tous les instruments de mesure sont correctement calibrés et positionnés pour obtenir des mesures précises.

#### Exemple :

Avant de mesurer la résistance d'une résistance inconnue, vérifier que le multimètre est correctement calibré et réglé sur la bonne plage de mesure.

## 2. Étude des dipôles résistifs et réactifs :

### Comprendre la loi d'Ohm :

La loi d'Ohm relie la tension, l'intensité et la résistance dans un circuit électrique ( $V = I * R$ ). Cette loi est fondamentale pour analyser le comportement des circuits contenant des résistances.

Par exemple, si la tension à travers une résistance de 10 ohms est de 5 volts, l'intensité du courant qui la traverse est de 0,5 A.

### Association de résistances :

Les résistances peuvent être associées en série ou en parallèle pour obtenir une résistance équivalente. En série, la résistance totale est la somme des résistances, alors qu'en parallèle, l'inverse de la résistance totale est la somme des inverses des résistances individuelles.

### Exemple :

Deux résistances de 4 ohms en série ont une résistance totale de 8 ohms.

### Fonctionnement des condensateurs :

Les condensateurs stockent l'énergie électrique sous forme de charge. La relation entre la charge, la tension et la capacité d'un condensateur est donnée par  $Q = C * V$ . Les circuits RC sont utilisés pour modéliser le comportement transitoire des condensateurs. Par exemple, un condensateur de 10  $\mu\text{F}$  chargé à 5 V stocke une charge de 50  $\mu\text{C}$ .

### Bobines et inductance :

Les bobines, ou inducteurs, stockent l'énergie magnétique. L'inductance est la propriété d'une bobine qui permet de résister aux variations du courant. Elle est mesurée en henrys. Par exemple, dans un circuit RL, la constante de temps est déterminée par l'inductance et la résistance totale du circuit.

### Étude des circuits RLC :

Les circuits RLC combinent des résistances, des bobines et des condensateurs et sont utilisés pour étudier les résonances. La fréquence de résonance est déterminée par les valeurs des composants et influence la réponse du circuit aux signaux entrants.

### Exemple :

Un circuit RLC avec une fréquence de résonance de 60 Hz peut être utilisé pour filtrer les signaux de fréquence indésirable dans une application audio.

## 3. Composants non linéaires et signaux périodiques :

### Comportement des diodes :

Les diodes permettent le passage du courant dans une seule direction, et leur caractéristique intensité-tension révèle leur comportement non linéaire. Elles sont essentielles pour le redressement des signaux alternatifs.

Par exemple, une diode dans un chargeur de téléphone convertit le courant alternatif en courant continu pour alimenter la batterie.

#### **Photodiodes et détection de lumière :**

Les photodiodes sont des diodes sensibles à la lumière, utilisées pour détecter l'intensité lumineuse dans diverses applications, notamment dans les télécommandes et les systèmes de détection.

#### **Exemple :**

Un capteur de luminosité utilise une photodiode pour ajuster automatiquement la luminosité de l'écran d'un smartphone.

#### **Signaux sinusoïdaux et périodiques :**

Les signaux sinusoïdaux sont caractérisés par leur amplitude, fréquence et phase. Ces signaux sont utilisés pour modéliser de nombreux phénomènes périodiques en physique et en ingénierie.

#### **Exemple :**

Un signal sinusoïdal de 50 Hz est utilisé dans les réseaux électriques pour transporter de l'énergie.

#### **Analyse spectrale des signaux :**

L'analyse spectrale permet de décomposer un signal en ses composantes fréquentielles, révélant les harmoniques et la structure fréquentielle du signal. Par exemple, l'analyse spectrale d'un son musical peut révéler les notes fondamentales et les harmoniques qui composent la musique.

#### **Résonance dans les circuits :**

La résonance se produit lorsque la fréquence d'un signal correspond à la fréquence naturelle d'un circuit, entraînant une augmentation de l'amplitude de la réponse du circuit.

#### **Exemple :**

Dans une radio, le réglage de la fréquence de résonance permet de capter une station particulière en amplifiant ses signaux.

## Chapitre 9 : Applications avancées des ondes et signaux

### 1. Interactions et mesures acoustiques :

#### Caractéristiques des ondes acoustiques :

Les ondes acoustiques sont des variations de pression dans un milieu et sont caractérisées par leur fréquence, amplitude et vitesse de propagation. Elles sont essentielles pour le son et l'audio.

Par exemple, les ultrasons, avec une fréquence supérieure à 20 kHz, sont utilisés pour les échographies médicales.

#### Mesure de la pression acoustique :

La pression acoustique est mesurée pour évaluer l'intensité sonore, souvent en utilisant des microphones et des capteurs spécialisés.

Par exemple, un sonomètre mesure le niveau de pression acoustique dans des environnements industriels pour garantir le respect des normes de bruit.

#### Effet Doppler et applications :

L'effet Doppler décrit le changement de fréquence d'une onde sonore perçue par un observateur en mouvement par rapport à la source. Cet effet est exploité dans diverses applications, y compris les radars de vitesse.

#### Exemple :

Les radars routiers utilisent l'effet Doppler pour mesurer la vitesse des véhicules.

#### Réflexion et transmission des ondes :

La réflexion et la transmission des ondes sonores se produisent aux interfaces de différents milieux, influençant la propagation des sons.

#### Exemple :

Les murs d'une salle de concert sont conçus pour réfléchir le son de manière à améliorer l'acoustique.

#### Applications de l'absorption acoustique :

L'absorption acoustique réduit la réflexion sonore, améliorant l'acoustique des espaces intérieurs et réduisant le bruit.

#### Exemple :

Les panneaux acoustiques dans les studios d'enregistrement absorbent les sons pour éviter les échos indésirables.

### 2. Ondes électromagnétiques et applications optiques :

#### Propagation des ondes électromagnétiques :

Les ondes électromagnétiques se propagent à la vitesse de la lumière et sont utilisées dans de nombreuses applications, des communications radio aux micro-ondes et aux rayons X.

**Exemple :**

Les micro-ondes dans un four à micro-ondes chauffent les aliments en excitant les molécules d'eau.

**Interaction lumière-matière :**

La lumière interagit avec la matière par absorption, réflexion et transmission, des phénomènes utilisés dans les technologies d'imagerie et de détection. Par exemple, les lunettes de soleil polarisées réduisent l'éblouissement en bloquant certaines directions de la lumière.

**Diffraction et interférences :**

La diffraction et les interférences sont des phénomènes où les ondes se plient autour des obstacles ou se superposent, créant des motifs de franges sombres et brillantes. Par exemple, les motifs de diffraction des cristaux révèlent la structure atomique dans les expériences de diffraction des rayons X.

**Optique géométrique :**

L'optique géométrique traite de la propagation rectiligne de la lumière, essentielle pour concevoir des lentilles et des systèmes optiques. Par exemple, les lunettes correctrices utilisent l'optique géométrique pour focaliser la lumière sur la rétine.

**Applications des fibres optiques :**

Les fibres optiques transmettent la lumière sur de longues distances, révolutionnant les télécommunications par leur capacité à transporter des données à grande vitesse. Par exemple, les câbles de fibre optique sous-marins connectent les continents pour fournir un accès Internet à haut débit.

### 3. Analyse des ondes et signaux dans la métrologie :

**Métrologie des signaux électriques :**

La métrologie des signaux électriques implique la mesure précise des tensions, courants et puissances dans les systèmes électriques et électroniques. Par exemple, les oscilloscopes numériques mesurent et visualisent les signaux électriques pour l'analyse des circuits.

**Techniques de mesure acoustique :**

Les techniques de mesure acoustique sont utilisées pour caractériser le son et le bruit dans divers environnements, aidant à la conception de produits et à la gestion du bruit. Par exemple, les microphones de mesure captent les ondes sonores pour l'analyse acoustique des véhicules automobiles.

**Applications optiques en métrologie :**

Les applications optiques en métrologie incluent l'utilisation de lasers et d'interféromètres pour effectuer des mesures de distance et de vitesse avec une grande précision.

Par exemple, les lasers de mesure de distance utilisent des faisceaux lumineux pour déterminer la distance entre deux points avec une précision millimétrique.

**Calibration et étalonnage des instruments :**

La calibration et l'étalonnage assurent la précision des instruments de mesure, essentiels pour la fiabilité des données et des processus industriels.

Par exemple, les balances de laboratoire sont étalonnées régulièrement pour garantir des mesures précises de masse.

**Développement de capteurs avancés :**

Le développement de capteurs avancés utilise des matériaux et technologies innovants pour améliorer la sensibilité et la précision des mesures dans divers domaines.

Par exemple, les capteurs MEMS (systèmes micro électromécaniques) sont utilisés dans les smartphones pour détecter le mouvement et l'orientation.

# Chapitre 10 : Thermodynamique et transferts thermiques

## 1. Concepts fondamentaux de la thermodynamique :

### Qu'est-ce que la thermodynamique ?

La thermodynamique est la branche de la physique qui étudie les transferts d'énergie et les transformations de la matière à l'échelle macroscopique. Elle est notamment utilisée en sciences physiques appliquées pour étudier les phénomènes thermiques qui interviennent dans les systèmes mécaniques, électriques ou chimiques.

### Les concepts fondamentaux de la thermodynamique :

- **La notion de système :** Un système thermodynamique est défini comme une portion de l'univers qui est isolée du reste de l'environnement et sur laquelle on peut observer des transferts d'énergie ;
- **Les grandeurs thermodynamiques :** Elles permettent de décrire l'état du système à un instant donné. Les grandeurs les plus courantes sont la pression, le volume, la température, l'enthalpie et l'entropie ;
- **Les lois de la thermodynamique :** Elles décrivent les relations entre les grandeurs thermodynamiques lors des transformations d'un système. Les quatre lois de la thermodynamique sont les suivantes :
  - La première loi de la thermodynamique, appelée loi de la conservation de l'énergie, stipule que l'énergie ne peut être ni créée ni détruite, mais seulement transformée d'une forme à une autre ;
  - La deuxième loi de la thermodynamique énonce que l'entropie (une mesure du désordre ou de l'imperfection) d'un système isolé ne peut que croître ou rester constante, mais jamais diminuer ;
  - La troisième loi de la thermodynamique pose une limite absolue à la température : aucun système ne peut atteindre une température de zéro absolu ( $-273,15^{\circ}\text{C}$ ) ;
  - La quatrième loi de la thermodynamique concerne les systèmes à très basse température et stipule que l'entropie d'un cristal parfait est nulle à zéro absolu.

La thermodynamique a de nombreuses applications dans le domaine du bâtiment, notamment pour étudier les transferts de chaleur entre les différents éléments d'une construction (murs, toit, fenêtres...), ou pour dimensionner les équipements de chauffage et de climatisation en fonction des besoins thermiques du bâtiment.

**Exemple :** la loi de Fourier décrit la conduction de la chaleur dans les matériaux et permet de calculer les pertes de chaleur à travers les parois d'un bâtiment.

## 2. Transferts thermiques – Conduction, convection, rayonnement :

### Définition des transferts thermiques :

Les transferts thermiques sont des phénomènes qui impliquent le transfert d'énergie thermique d'une source chaude vers une source froide. Les trois principaux modes de transfert thermique sont :

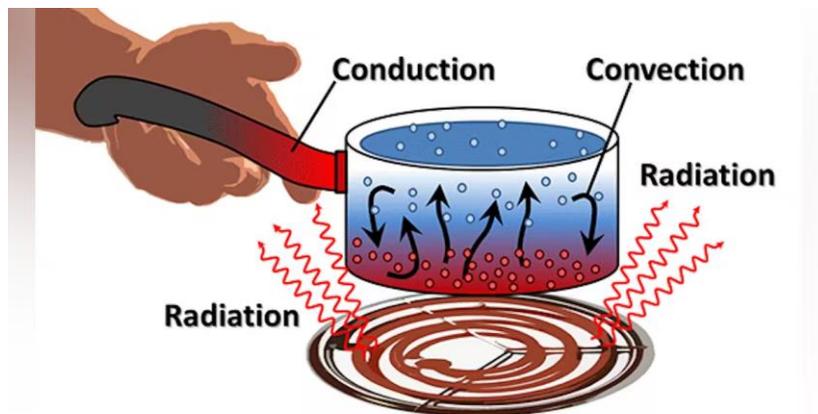
- La conduction ;
- La convection ;
- Le rayonnement.

**La conduction :**

La conduction est le transfert d'énergie thermique à travers un matériau solide, du fait de la diffusion de l'agitation thermique des atomes et des molécules qui le composent.

**Exemple :**

Lorsque vous touchez une casserole chaude, la chaleur est transférée de la casserole à votre main par conduction.



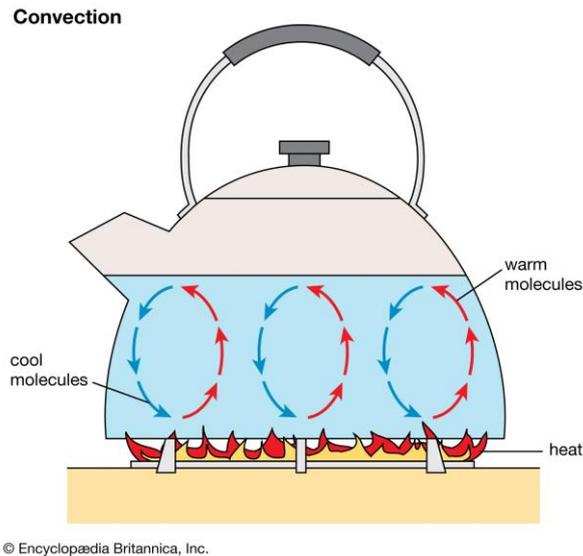
*Image de présentation*

**La convection :**

La convection est le transfert d'énergie thermique par le mouvement des fluides, tels que l'air ou l'eau.

**Exemple :**

Lorsqu'un radiateur chauffe l'air autour de lui, l'air chaud s'élève et est remplacé par de l'air froid, créant ainsi un mouvement convectif.



*Image de présentation*

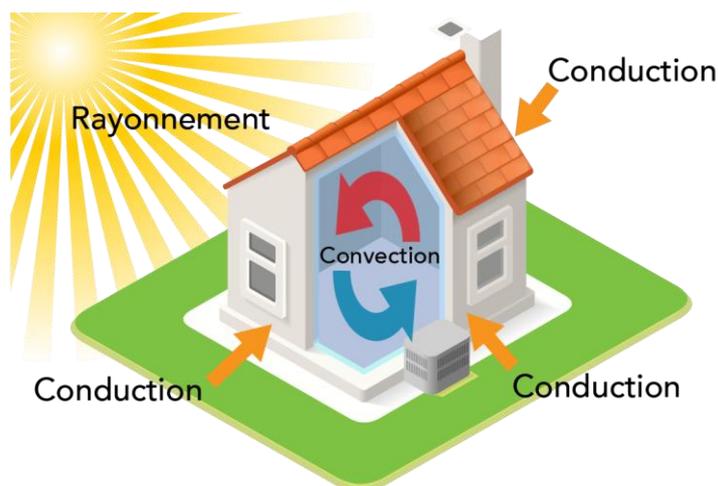
**Le rayonnement :**

Le rayonnement est le transfert d'énergie thermique par les ondes électromagnétiques, telles que la lumière et les ondes infrarouges.

**Exemple :**

Lorsque vous ressentez la chaleur du soleil, cela est dû au rayonnement infrarouge émis par le soleil.

Dans le domaine du bâtiment, la compréhension des transferts thermiques est essentielle pour concevoir des systèmes de chauffage, de climatisation et de ventilation efficaces et adaptés aux besoins spécifiques de chaque bâtiment.



Les 4 grands principes

**Représentation de la consommation d'énergie en France :**

Selon l'ADEME, les bâtiments tertiaires représentent environ 44 % de la consommation d'énergie finale en France, dont environ 60 % pour le chauffage, la climatisation et la

ventilation. La compréhension des transferts thermiques peut donc aider à réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur du bâtiment.

## Chapitre 11 : Mécanique des fluides et hydraulique

### 1. Principes de base de la mécanique des fluides :

Principes de base de la mécanique des fluides	Définitions	Exemples concrets
Fluide	Substance qui peut s'écouler et prendre la forme du récipient qui le contient (liquides, gaz)	Eau, air
Conservation de la masse	La masse d'un fluide est conservée au cours d'un écoulement.	La quantité d'eau qui entre dans un tuyau est égale à la quantité d'eau qui en sort.
Conservation de l'énergie	L'énergie totale d'un fluide en mouvement est conservée au cours d'un écoulement.	Le principe de Bernoulli, qui décrit la conservation de l'énergie le long d'un écoulement.
Équations de conservation	Équations qui décrivent la conservation de la masse, de l'énergie et du mouvement pour un fluide en mouvement.	Les équations de Navier-Stokes, qui décrivent le mouvement d'un fluide en tenant compte des forces qui s'exercent sur lui.

### 2. Écoulements de fluides et pertes de charge :

#### Les écoulements de fluides :

Les écoulements de fluides se produisent lorsqu'un fluide, tel que l'eau ou l'air, se déplace à travers des conduits ou des canalisations. Les écoulements de fluides peuvent générer du bruit et des vibrations, en particulier lorsqu'ils sont turbulents.

Des mesures peuvent être prises pour réduire le bruit et les vibrations dans les écoulements de fluides (utilisation de silencieux acoustiques).

#### Les pertes de charge :

Les pertes de charge se produisent lorsqu'un fluide rencontre une résistance dans un conduit ou une canalisation, ce qui entraîne une diminution de la pression et une augmentation de la vitesse de l'écoulement.

Les pertes de charge peuvent avoir des effets négatifs sur l'efficacité des installations de plomberie et de ventilation, ainsi que sur leur niveau de bruit et de vibration.

### 3. Applications aux installations de plomberie et de ventilation :

#### **L'acoustique et les vibrations :**

L'acoustique et les vibrations sont également des aspects importants des installations de plomberie et de ventilation dans le domaine du bâtiment.

Les installations de plomberie (conduites d'eau et canalisations) peuvent générer du bruit lorsqu'elles transportent de l'eau à haute pression. Les vibrations peuvent également être générées par les équipements de plomberie (pompes ou vannes).

Des mesures peuvent être prises pour réduire le bruit et les vibrations dans les installations de plomberie (utilisation de matériaux absorbants acoustiques et de supports antivibratoires) pour réduire la transmission du bruit et des vibrations.

## Chapitre 12 : Acoustique et vibrations

### 1. Notions fondamentales d'acoustique et de vibrations :

Notions fondamentales d'acoustique et de vibrations	Définitions	Exemples
Onde sonore	Perturbation qui se propage dans un milieu élastique et qui est perçue par l'oreille comme un son.	Voix humaine, bruit de moteur, musique.
Fréquence	Nombre de cycles d'une onde sonore par seconde, exprimée en hertz (Hz).	La voix humaine a une fréquence comprise entre 85 Hz et 255 Hz pour les hommes et entre 165 Hz et 525 Hz pour les femmes.
Amplitude	Intensité d'une onde sonore, qui détermine son niveau sonore. Elle est exprimée en décibels (dB).	Le bruit d'un avion à réaction peut atteindre 140 dB, tandis qu'une conversation normale à un niveau sonore d'environ 60 dB.
Réverbération	Phénomène de réflexion du son sur les surfaces d'une pièce, qui peut affecter la qualité acoustique de l'espace.	Les salles de concert sont conçues pour avoir une réverbération adaptée à la musique qui y est jouée.
Vibration	Mouvement oscillatoire d'un objet ou d'une structure, qui peut être à l'origine de bruits ou de nuisances sonores.	Les vibrations d'une machine peuvent causer des bruits et des vibrations dans un bâtiment.
Isolation acoustique	Capacité d'un matériau ou d'une structure à atténuer la transmission du son.	Les murs insonorisés sont utilisés pour limiter la transmission du bruit entre deux espaces.

### 2. Propagation et atténuation du bruit :

Les différentes sources de bruit :

Le bruit peut provenir de différentes sources (systèmes de climatisation, équipements électriques, conversations des occupants...) et peut avoir des effets négatifs sur la santé et le bien-être des occupants.

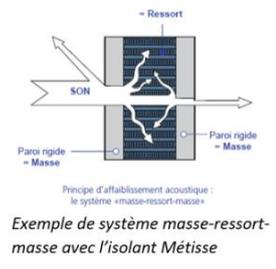
### La propagation du bruit dans un bâtiment :

La propagation du bruit dans un bâtiment dépend de la nature des matériaux de construction, de l'agencement des pièces et de la présence d'éléments tels que les portes, les fenêtres et les cloisons. Les matériaux de construction tels que le béton et le plâtre sont plus efficaces pour atténuer le bruit que les matériaux tels que le bois et le verre.

### Comment atténuer le bruit ?

L'atténuation du bruit peut être réalisée à l'aide de différentes techniques (utilisation de matériaux absorbants acoustiques, mise en place de cloisons insonorisées, réduction du niveau de bruit à la source...).

## 3. Applications aux matériaux et systèmes de protection acoustique :

Applications	Image de présentation	Définitions	Exemples
Matériaux absorbants		Matériaux conçus pour absorber les ondes sonores et réduire l'écho dans les pièces.	Panneaux acoustiques, plafonds suspendus, tapis, rideaux.
Matériaux isolants		Matériaux conçus pour limiter la transmission du bruit entre les différentes parties d'un bâtiment.	Laines de roche, laines de verre, panneaux isolants acoustiques.
Systèmes de protection acoustique		Systèmes conçus pour limiter la transmission du bruit dans les bâtiments.	Portes et fenêtres à double vitrage, caissons insonorisés pour équipements bruyants, murs insonorisés.

## Chapitre 13 : Électricité et éclairage

### 1. Concepts de base de l'électricité et du magnétisme :

#### Qu'est-ce que l'électricité ?

L'électricité est une forme d'énergie qui résulte du mouvement des électrons dans les matériaux conducteurs, tels que les métaux. Les électrons ont une charge électrique négative, et lorsqu'ils se déplacent, ils peuvent transférer de l'énergie électrique à travers les conducteurs.

#### Qu'est-ce que le magnétisme ?

Le magnétisme est une force qui peut agir sur des objets en mouvement qui ont une charge électrique (électrons). Les aimants et les bobines électriques peuvent produire des champs magnétiques, qui peuvent être utilisés pour générer de l'énergie électrique, par exemple dans les générateurs électriques.

#### Qu'est-ce qu'un circuit électrique ?

Les circuits électriques sont des chemins fermés par lesquels l'électricité peut circuler à travers des conducteurs et des composants électriques, tels que des interrupteurs, des résistances et des lampes. La loi d'Ohm est utilisée pour calculer la tension, le courant et la résistance dans les circuits électriques.

### 2. Distribution électrique et protection des installations :

#### En quoi consiste la distribution électrique ?

La distribution électrique consiste à acheminer l'électricité depuis une source d'alimentation vers les différents appareils électriques du bâtiment. Les installations électriques peuvent être alimentées par un réseau électrique public ou par un générateur électrique interne au bâtiment (groupe électrogène).

La distribution électrique peut être réalisée à l'aide de câbles électriques, de tableaux électriques et de dispositifs de protection, tels que des disjoncteurs.

### 3. Applications à l'éclairage et aux systèmes de commande :

#### Les sources d'éclairage les plus courantes :

Les sources d'éclairage les plus courantes dans les bâtiments sont les lampes LED, qui sont plus économes en énergie que les lampes à incandescence et les lampes fluorescentes.

Selon l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), le remplacement des lampes à incandescence par des lampes LED peut réduire la consommation d'énergie pour l'éclairage de 60 à 80 %.

#### Les systèmes de commande pour économiser la consommation énergétique :

Les systèmes de commande (détecteurs de mouvement et capteurs de lumière) peuvent également contribuer à réduire la consommation d'énergie pour l'éclairage en allumant et en éteignant automatiquement les lumières en fonction de la présence ou de l'absence des occupants et du niveau de luminosité naturelle.