

Objectifs du chapitre

- Connaître les deux échelles de température (Celsius et Kelvin) et savoir convertir.
- Identifier les principaux types de thermomètres : à résistance (CTN, Pt100), thermocouple, infrarouge, cristaux liquides.
- Lire et exploiter la caractéristique $R(T)$ d'une CTN à partir d'une courbe ou d'une table.
- Associer un capteur à une application industrielle en atelier de menuiserie.

Situation professionnelle — Contrôle d'un séchoir à bois

Un artisan menuisier supervise le séchoir de son atelier : il doit s'assurer que la température de l'enceinte reste entre 50 °C et 70 °C pour sécher correctement les planches. Il utilise un capteur CTN pour mesurer et réguler la température en continu.

1. La température**DÉFINITION**

La **température** est une grandeur physique qui traduit l'**agitation thermique** des particules (atomes, molécules) constituant la matière. Plus les particules s'agitent rapidement, plus la température est élevée.

Les deux échelles de température

Deux échelles coexistent en sciences et dans l'industrie :

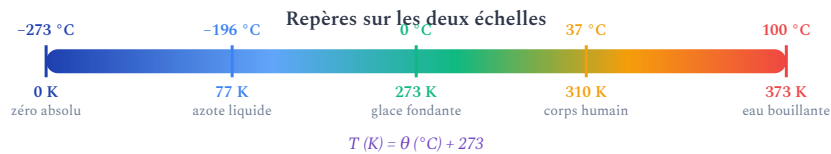
- **L'échelle Celsius (°C)** : utilisée dans la vie courante et dans la plupart des applications industrielles.
- **L'échelle Kelvin (K)** : échelle absolue utilisée en sciences. Elle débute au *zéro absolu*.

$$T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$$

T en Kelvin — θ en degrés Celsius

ATTENTION

Le **zéro absolu** ($0 \text{ K} = -273^{\circ}\text{C}$) est la température la plus basse possible : toute agitation thermique y cesse. On ne peut pas atteindre de température négative en Kelvin.



Ordres de grandeur des températures

Situation	T (°C)	T (K)	Domaine
Zéro absolu	-273	0	Sciences
Azote liquide	-196	77	Industrie / cryogénie
Congélateur alimentaire	-20	253	Quotidien
Glace fondante	0	273	Référence
Atelier confortable	20	293	Quotidien
Température du corps humain	37	310	Biologie
Eau bouillante (P = 1 atm)	100	373	Référence
Four de séchage du bois	80	353	Industrie bois
Colle thermofusible	~180	453	Industrie bois
Aluminium en fusion	660	933	Métallurgie
Acier en fusion	1 500	1 773	Métallurgie
Surface du Soleil	5 500	5 773	Astrophysique
Centre du Soleil	$\sim 15 \times 10^6$	$\sim 15 \times 10^6$	Astrophysique

APPLICATION

Convertir les températures suivantes :

- a. Un four de séchage réglé à $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ — quelle est cette température en Kelvin ?
- b. La température de sublimation de la glace carbonique est 194 K — combien est-ce en $^{\circ}\text{C}$?
- c. Combien vaut une différence de $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ exprimée en Kelvin ?

2. Mesure de la température

Plusieurs instruments permettent de mesurer la température selon la précision et la plage souhaitées.

Thermomètre à mercure

Basé sur la dilatation du mercure. Simple et historiquement répandu, mais son usage est **aujourd'hui interdit** en Europe pour des raisons environnementales (mercure toxique). Il reste un repère historique pour comprendre le principe de mesure par dilatation.

Thermomètre électronique à sonde de résistance

Utilise une sonde dont la résistance électrique varie avec la température. Affichage numérique. Précision courante : $\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Facilement relié à un système d'acquisition ou un microcontrôleur. C'est le principe des thermistances (CTN) et de la sonde Pt100.

Thermomètre à infrarouge (sans contact)

Mesure le **rayonnement infrarouge** émis naturellement par tout corps chaud, sans contact physique. Très utile en atelier pour mesurer la température d'une surface en mouvement (lame de scie, bande de placage) ou d'un objet inaccessible. Précision : ± 1 à $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ selon le modèle.

Thermomètre à cristaux liquides

Utilise des **cristaux liquides thermochromes** qui changent de couleur selon la température. Usage simple et visuel (bandelettes, étiquettes). Précision limitée ($\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$), mais pratique pour

une lecture rapide sans électronique (contrôle de la température de la pièce, piscines, aquariums).

EXEMPLES EN ATELIER

- **Contrôle du séchage du bois** : dans une étuve, la température doit rester entre 60 et 90 °C pour éliminer l'humidité sans dégrader les fibres du bois.
- **Surveillance de la colle thermofusible** : la colle doit être maintenue à une température précise pour conserver la bonne viscosité d'application.

3. Les capteurs de température

Un **capteur de température** convertit une température en grandeur électrique mesurable (tension ou résistance). Il en existe plusieurs types, adaptés à différents besoins industriels.



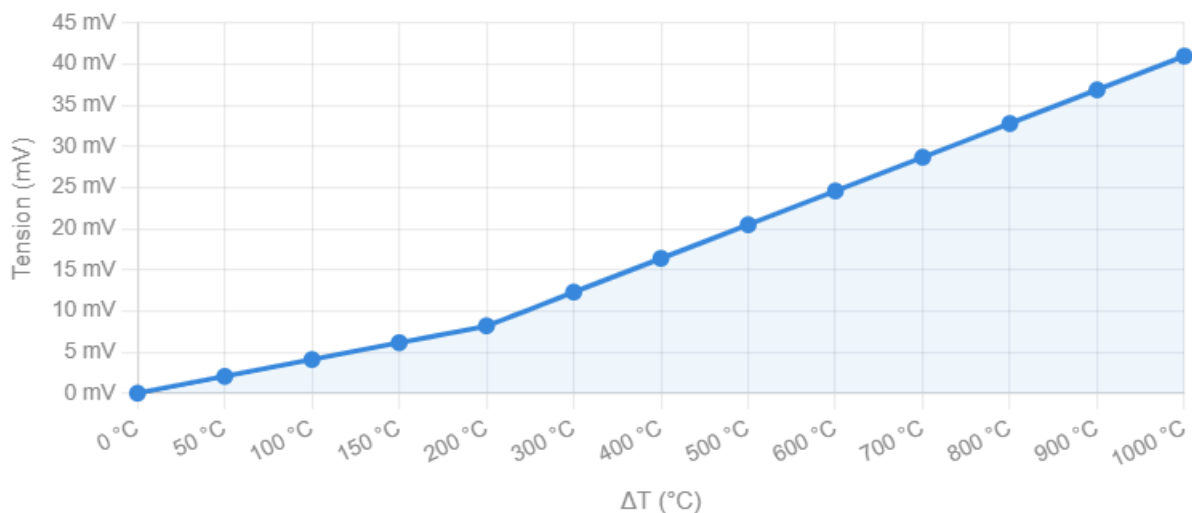
3.1 Le thermocouple

PRINCIPE

Un thermocouple est formé de **deux fils de métaux différents** soudés à une extrémité. La différence de température entre la *jonction chaude* et la *jonction froide* génère une **tension électrique** (effet Seebeck).

- **Plage de mesure** : très large, de -200 °C à $+1\ 000\text{ °C}$ selon le type (K, J, T...).
- **Réponse** : très rapide.
- **Inconvénient** : signal faible (quelques millivolts), nécessite un amplificateur et une compensation de jonction froide.

— Thermocouple type K — tension (mV) vs ΔT



$\Delta T = T_{\text{jonction chaude}} - T_{\text{jonction froide}}$. Signal très faible (quelques mV) — nécessite un amplificateur dédié.

3.2 La thermistance CTN (Coefficient de Température Négatif)

PRINCIPE

La résistance d'une CTN **diminue** lorsque la température **augmente**. C'est un composant à base de semi-conducteur. La relation $R(T)$ est **non linéaire** : on l'exploite grâce à une courbe ou une table de correspondance fournie par le fabricant.

- **Plage** : -50 °C à $+150\text{ °C}$.
- **Avantage** : très sensible dans la plage $0\text{--}100\text{ °C}$, peu coûteux.

- **Usage en atelier** : mesure et régulation de température dans les étuves de séchage, thermostat d'atelier.

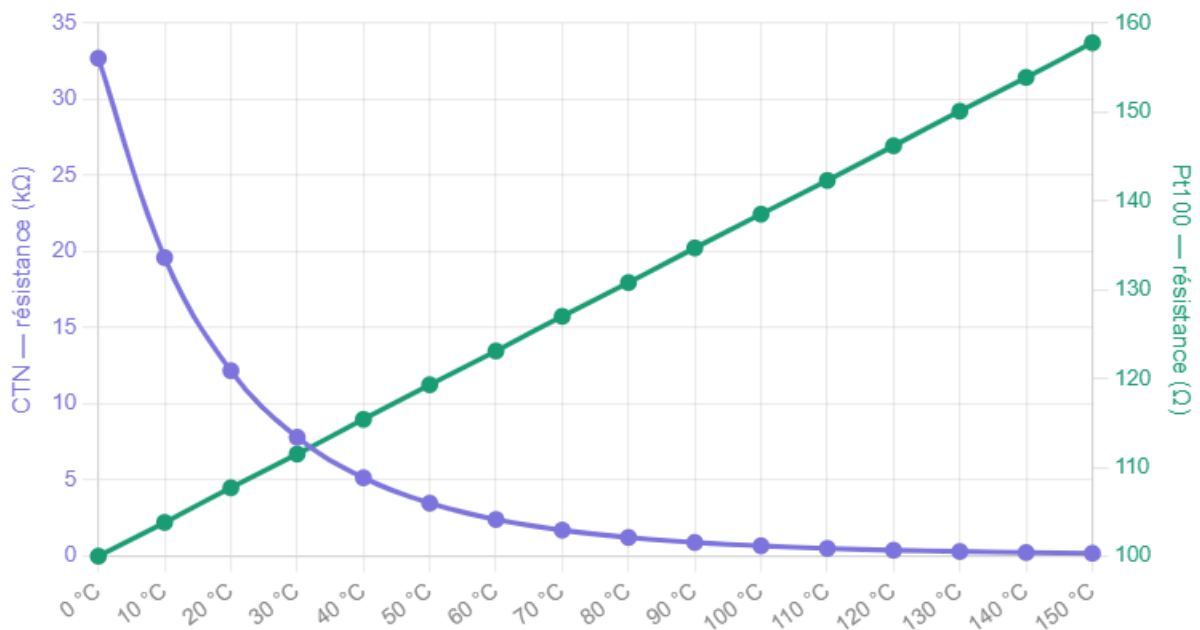
3.3 La thermosonde Pt100

PRINCIPE

La sonde Pt100 est une **résistance en platine** (Pt) dont la valeur augmente régulièrement avec la température. Sa valeur de référence est **100 Ω à 0 °C** (d'où son nom). La relation R(T) est quasi linéaire, ce qui la rend très précise.

- **Plage** : -200 °C à +850 °C.
- **Avantage** : très précise ($\pm 0,1$ °C), stable dans le temps, utilisée comme référence industrielle.
- **Usage** : fours industriels, régulateurs de température, équipements de laboratoire.

— CTN (résistance décroissante) — Pt100 (résistance croissante, $\times 100$ pour lisibilité)



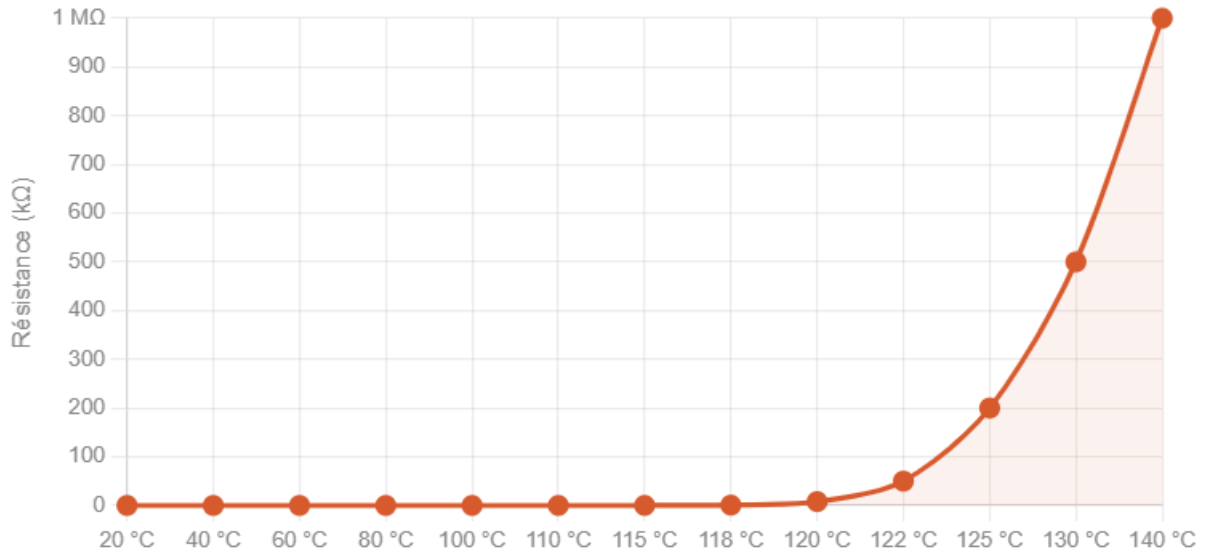
3.4 La thermistance CTP (Coefficient de Température Positif)

PRINCIPE

La résistance d'une CTP **augmente** très fortement lorsque la température dépasse un seuil critique. Ce comportement est utilisé comme **fusible thermique autoprotecteur**.

- **Application** : protection des moteurs électriques contre les échauffements excessifs (machines à bois : toupies, défonceuses, raboteuses).
- **Limitation** : pas adaptée à une mesure fine de température.

— CTP — résistance (kΩ) vs température



Au-delà du seuil (~120 °C ici), la résistance explose : le circuit se coupe automatiquement. Protection des moteurs de machines à bois.

3.5 Le capteur à semi-conducteur (ex. LM35)

PROPRIÉTÉ

Ce type de capteur fournit une **tension de sortie directement proportionnelle** à la température en degrés Celsius. Pour le LM35 : $V_{\text{out}} = 10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C} \times \theta$.

- **Avantage** : sortie linéaire, simple à interfacer avec un microcontrôleur (Arduino, Raspberry Pi...).
- **Plage** : -55 °C à +150 °C.
- **Usage** : affichage de température d'atelier, contrôle numérique de machines-outils.

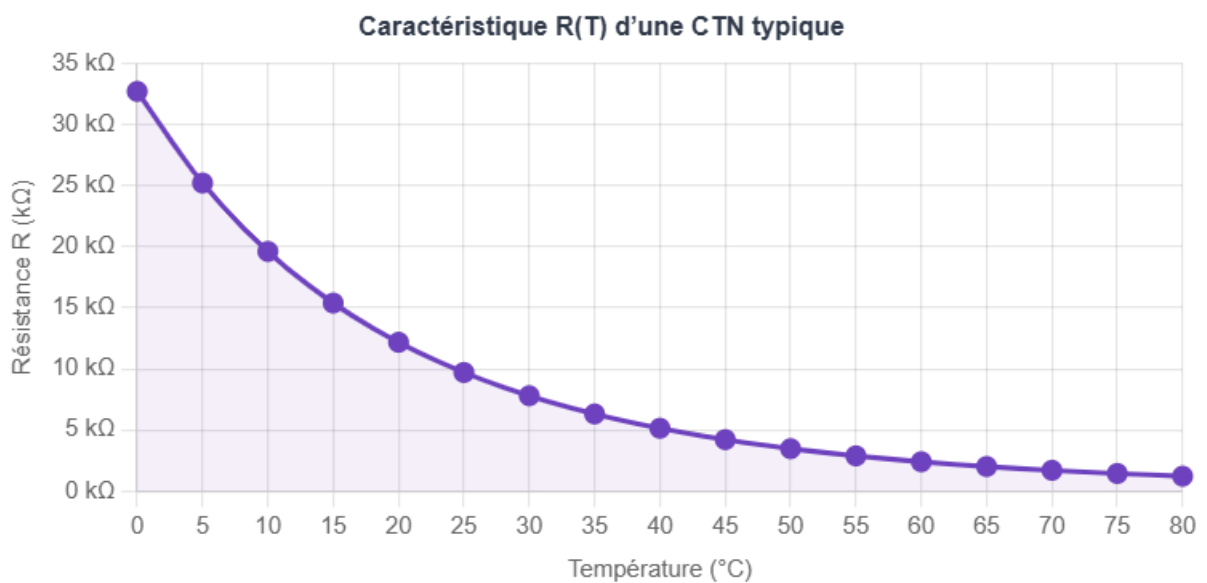
APPLICATION

Pour chaque application, indiquer quel capteur est le plus adapté parmi : *thermocouple*, *CTN*, *Pt100*, *CTP*, *infrarouge*. Justifier brièvement.

- Mesurer la température d'un four à céramique atteignant 900 °C.
- Protéger le moteur d'une toupie contre les surchauffes.
- Contrôler avec précision la température d'un régulateur industriel (étuve de labo).
- Mesurer la température d'une lame de scie à ruban en rotation, sans la toucher.

4. Caractéristique R(T) d'une CTN

La courbe ci-dessous représente l'évolution de la résistance d'une CTN typique en fonction de la température. La résistance décroît fortement et de manière non linéaire : de près de 33 k Ω à 0 °C à environ 1,2 k Ω à 80 °C.



MÉTHODE — UTILISER LA COURBE R(T)

1. Mesurer la **résistance** de la CTN avec un ohmètre (circuit hors tension).
2. Reporter la valeur mesurée sur l'**axe des ordonnées** du graphe R(T).
3. Lire en face la **température correspondante** sur l'axe des abscisses.
4. En pratique, le fabricant fournit une **table de correspondance** $R \rightarrow T$ plus précise que le graphe.

APPLICATION

On dispose d'une CTN dont la résistance à différentes températures est donnée dans le tableau ci-dessous :

T (°C)	0	20	40	60	80
R (kΩ)	32,7	12,2	5,2	2,4	1,2

- a. Un ohmètre mesure 5,2 kΩ sur la CTN. Quelle est la température de la sonde ?
- b. La résistance augmente ou diminue quand la température monte ? Quel type de thermistance est-ce ?
- c. On mesure 2,4 kΩ dans l'étuve. Faut-il augmenter ou réduire la température pour atteindre la consigne de 40 °C ?

5. Applications industrielles en atelier de menuiserie

5.1 Étuves de séchage du bois

Le bois fraîchement coupé contient jusqu'à 50 % d'eau. Le séchage en étuve permet de réduire ce taux d'humidité à 8–12 % pour un usage intérieur. Une CTN reliée à un régulateur maintient la température à la valeur consigne (typiquement 70–85 °C).

5.2 Contrôle de la colle thermofusible

Les pistolets à colle thermofusible (*hot glue gun*) utilisent une résistance chauffante régulée par thermistance. Si la température dépasse le seuil admissible (~200 °C), une CTP coupe l'alimentation de la résistance chauffante automatiquement.

5.3 Détection d'échauffement des paliers de machines

Les roulements et paliers des machines à bois (toupies, raboteuses, scies à ruban) s'usent et s'échauffent anormalement en cas de défaut. Un thermocouple fixé sur le palier détecte toute montée anormale de température et déclenche une alarme ou l'arrêt de la machine.

6. Tableau de synthèse des capteurs

Type	Principe	Plage (°C)	Avantages	Inconvénients
Thermocouple	Tension entre deux métaux différents	-200 à +1 000	Grande plage, robuste, rapide	Signal faible (mV), nécessite amplificateur
CTN	Résistance décroît quand T augmente	-50 à +150	Très sensible, peu coûteux	Relation non linéaire
Pt100	Résistance platine croît linéairement avec T	-200 à +850	Très précise, stable, linéaire	Plus coûteuse, fragile aux chocs
CTP	Résistance explose au-delà d'un seuil	Seuil fixé	Autoprotection automatique, simple	Pas de mesure fine de T
Infrarouge	Mesure le rayonnement IR émis par le corps	-50 à +1 000	Sans contact, rapide, à distance	Sensible à l'émissivité de la surface
Cristaux liquides	Changement de couleur selon T	0 à +50 (selon modèle)	Visuel, sans alimentation	Peu précis, plage très limitée

7. À retenir

6 POINTS CLÉS

1. La température mesure l'**agitation thermique** des particules de la matière.
2. Conversion : $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$. Le zéro absolu est $0 \text{ K} = -273^{\circ}\text{C}$.
3. Une **CTN** voit sa résistance *diminuer* quand T augmente ; une **CTP** la voit *augmenter brutalement* au-delà d'un seuil.
4. La **sonde Pt100** (platine) est la référence industrielle pour la précision : 100Ω à 0°C , relation quasi linéaire.
5. Le **thermocouple** couvre la plus grande plage (jusqu'à $+1\,000^{\circ}\text{C}$) ; le **thermomètre infrarouge** mesure sans contact ; les **cristaux liquides** donnent une lecture visuelle directe.
6. En atelier : CTN ou Pt100 pour les étuves de séchage, CTP pour la protection des moteurs, thermocouple pour les paliers de machines, IR pour les surfaces en mouvement.

8. Activités numériques

Ces simulations interactives prolongent le cours. Elles permettent de **manipuler les capteurs virtuellement** et d'observer leur comportement sans matériel physique.



CTN vs Pt100 — Comparer les courbes R(T)

Faire varier la température de 0 à 150°C et observer comment la CTN et la Pt100 réagissent différemment. La simulation explique pourquoi on choisit l'un ou l'autre selon le contexte.

Ce que vous allez faire : lire R pour une température donnée, comparer les sensibilités, identifier la zone de forte variation CTN.



Thermostat CTN — Réguler une étuve de séchage

Simuler le fonctionnement d'un thermostat industriel : régler la consigne, observer la résistance CTN mesurée et comprendre pourquoi le chauffage s'allume ou s'éteint.

Ce que vous allez faire : comparer R mesurée et R_consigne, lire la table de correspondance $R \rightarrow T$, comprendre la régulation tout-ou-rien.

Ouvrir la simulation →

Ouvrir la simulation →

Température et capteurs thermiques

Exercices – 2nde Bac Pro | CTN, thermocouple, conversions °C/K

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir

 Objectifs du chapitre[cliquer pour développer](#)

CONVERSION °C ↔ K

$$T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273 \quad \theta(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273$$

CTN (COEFFICIENT TEMPÉRATURE NÉGATIF)

R

DIMINUE

quand T augmente — courbe R(T) décroissante

LECTURE COURBE D'ÉTALONNAGE

Mesurer R → reporter sur l'axe → lire T (ou interpoler linéairement)

Exercices guidés (Ex 1–13)

Exercices d'application (Ex 14–25 + 34–35)

Approfondissement (Ex 26–33 + 36)

**Exercices guidés pas à pas**

Tronc commun (Ex 1–3) puis exercices socle avec étapes détaillées, tableaux pré-remplis et cases à compléter. Idéal pour démarrer et consolider les bases.

EXERCICE 1 Conversions °C ↔ K

Rappel : $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$ et $T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273$

Le zéro absolu ($0 \text{ K} = -273 \text{ }^{\circ}\text{C}$) est la température la plus basse possible.

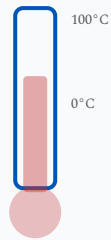
a) Compléter le tableau de conversions :

Température (°C)	Température (K)	Situation
20 °C	?	Température ambiante
?	373 K	Ébullition de l'eau
-40 °C	?	Grand froid hivernal
?	0 K	Zéro absolu
87 °C	?	Température d'étuve de séchage (réglage courant)

b) Pourquoi les ingénieurs utilisent-ils parfois l'échelle Kelvin plutôt que Celsius ?

Mes calculs :

EXERCICE 2 Choisir le bon capteur de température



Thermomètre

Types de capteurs :

- **Thermocouple** : plage étendue (-200 à $+1\ 000$ °C), robuste, signal électrique (mV).
- **CTN** : résistance diminue quand T augmente, très sensible 0 – 150 °C, pour les étuves et régulateurs.
- **Pt100** : résistance platine, $100\ \Omega$ à 0 °C, quasi linéaire, très précise, référence industrielle.
- **Thermomètre infrarouge** : mesure sans contact, capte le rayonnement IR émis par l'objet.
- **Cristaux liquides** : lecture visuelle directe par changement de couleur, précision faible.

Pour chaque application, choisir le capteur le plus adapté et justifier :

Application	Plage T	Capteur choisi	Justification
Sonde d'étuve de séchage du bois	0 à 150 °C	?	?
Régulateur industriel de précision (laboratoire)	0 à 400 °C	?	?
Température brûleur four de vernissage	200 à 900 °C	?	?
Mesure de la température d'une lame de scie en rotation	20 à 200 °C	?	?
Affichage de la température ambiante dans une pièce	0 à 50 °C	?	?

Mes calculs :

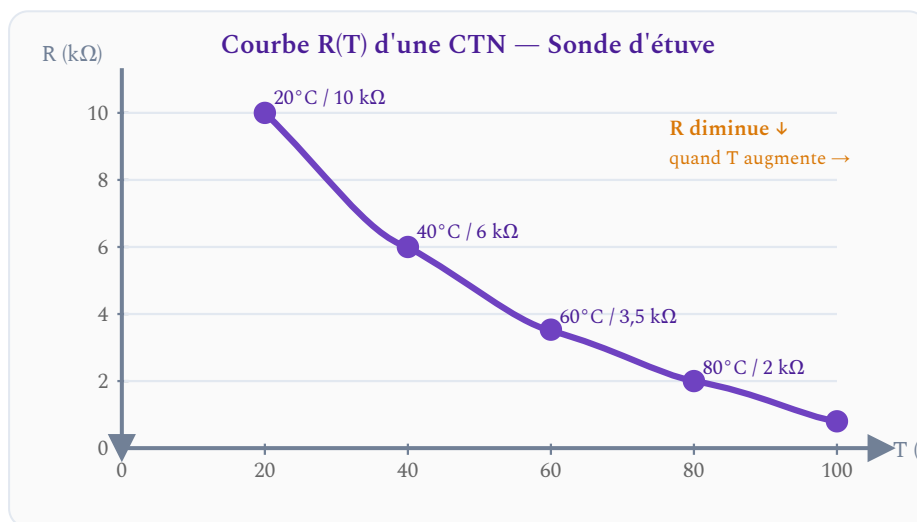
A rectangular box with a dashed border, containing four horizontal lines for writing. The box is positioned at the top of the page and is empty.

EXERCICE 3 Lecture de valeurs sur un tableau R(T) de CTN

Caractéristique CTN : La résistance *diminue* quand la température augmente.
C'est le signe d'un Coefficient de Température Négatif.

Voici le tableau de caractéristiques d'une CTN de sonde d'étuve :

Température T (°C)	20	40	60	80	100
Résistance R (kΩ)	10	6	3,5	2	0,8



- Cette sonde est-elle bien une CTN ? Justifier à partir du tableau.
- Par interpolation linéaire, estimer la résistance à T = 70 °C.
- Un calculateur lit R = 3,5 kΩ. Quelle est la température correspondante ?

Mes calculs :

EXERCICE 4 Thermostat d'étuve – Étapes guidées

SOCLE

ATELIER DE MENUISERIE

Méthode :

- Étape 1 : Convertir T en Kelvin : $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$
- Étape 2 : Lire la résistance R dans le tableau à la bonne température.
- Étape 3 : Comparer R à la valeur de consigne du régulateur.

L'étuve de séchage d'un menuisier doit atteindre $T = 87^{\circ}\text{C}$ pour activer la ventilation.
La CTN du régulateur a les valeurs suivantes :

T ($^{\circ}\text{C}$)	20	50	87	100
R ($\text{k}\Omega$)	10	4	2,5	0,8

Étape 1 – Conversion en Kelvin :

$$T(\text{K}) = 87 + 273 = \dots \text{K}$$

Étape 2 – Lecture de R :

D'après le tableau, à $T = 87^{\circ}\text{C}$, la résistance $R = \dots \text{k}\Omega$

À $T = 20^{\circ}\text{C}$, la résistance $R = \dots \text{k}\Omega$

Étape 3 – Comparaison :

Quand T passe de 20°C à 87°C , R (augmente / diminue).

Ce comportement est-il celui d'une CTN ? (oui / non) car CTN signifie que R quand T augmente.

Étape 4 – Conclusion :

Si le régulateur surveille R et considère l'étuve "froide" quand $R > 8 \text{k}\Omega$, est-ce le cas à 20°C ?

Que fait le chauffage dans ce cas ?

Mes calculs :

EXERCICE 5 Thermostat d'atelier – Lecture guidée du tableau

SOCLE

ATELIER D'AGENCEMENT

Le thermostat d'un atelier de menuisier utilise une CTN. Voici son tableau :

T (°C)	10	15	21	25	30
R (kΩ)	12	8	5	3,5	2,5

La consigne est réglée à 21 °C → $R_{\text{consigne}} = 5 \text{ k}\Omega$.

Question a) : Le régulateur lit $R_{\text{mesurée}} = 10 \text{ k}\Omega$.

- 10 kΩ est-il supérieur ou inférieur à 12 kΩ (valeur à 10 °C) ?
- Donc la température réelle est-elle inférieure ou supérieure à 10 °C ?
- Il fait donc (chaud / froid) dans l'atelier.

Question b) : Le chauffage doit-il être ON ou OFF ? Entourer et justifier :

- Si $T_{\text{réelle}} < T_{\text{consigne}} \rightarrow$ chauffage
- Si $T_{\text{réelle}} > T_{\text{consigne}} \rightarrow$ chauffage

Question c) : Si $R_{\text{mesurée}} = 2,5 \text{ k}\Omega$, quelle est la température ? °C

Le chauffage est-il ON ou OFF ?

Mes calculs :

ATELIER DE MENUISERIE — DIAGNOSTIC

Un technicien constate que l'étuve d'un atelier de menuiserie chauffe sans arrêt, même quand la température est correcte. La CTN est suspectée.

À retenir :

- Si CTN débranchée (fil coupé) \rightarrow le régulateur lit $R \rightarrow$

∞

(très grand)

\rightarrow Il croit que T est très

froide

\rightarrow chauffage reste

ON

- Si CTN en court-circuit (fils qui se touchent) $\rightarrow R =$

0Ω

\rightarrow Il croit que T est très

chaude

\rightarrow chauffage s'arrête (reste

OFF

)

a) Si la CTN est débranchée, le régulateur lit $R \rightarrow \infty$. Quelle température croit-il mesurer ?

b) Avec ce défaut, le chauffage est-il ON ou OFF en permanence ?

c) D'après les symptômes (chauffage toujours ON), quel défaut est le plus probable :

- Court-circuit ($R = 0$) Circuit ouvert ($R \rightarrow \infty$)

d) Comment le technicien peut-il confirmer ce diagnostic ?

Mes calculs :

EXERCICE 7 Conversions guidées °C / K

SOCLE

VIE QUOTIDIENNE

Compléter chaque ligne en suivant le modèle :

Modèle : $25\text{ °C} \rightarrow T = 25 + 273 = 298\text{ K}$

a) La température d'un congélateur est -18 °C .

$$T = -18 + 273 = \dots\text{ K}$$

b) Un four de cuisine est réglé à 200 °C .

$$T = 200 + 273 = \dots\text{ K}$$

c) La température corporelle normale est 37 °C .

$$T = 37 + 273 = \dots\text{ K}$$

d) Un radiateur de chauffage atteint 350 K . Convertir en °C :

$$\theta = 350 - 273 = \dots\text{ °C}$$

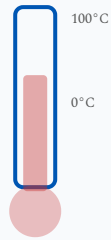
e) La surface du Soleil est à environ $5\,800\text{ K}$. Convertir en °C :

$$\theta = 5\,800 - 273 = \dots\text{ °C}$$

Mes calculs :

EXERCICE 8 Classer des températures – Du plus froid au plus chaud

SOCLE



Thermomètre

SCIENCE ET VIE QUOTIDIENNE

Voici cinq températures exprimées dans des unités différentes. Convertir toutes les températures en $^{\circ}\text{C}$, puis les classer de la plus froide à la plus chaude.

Situation	Température
Eau du robinet	15°C
Azote liquide	77 K
Étuve de séchage	353 K
Journée d'hiver	-5°C
Corps humain	310 K

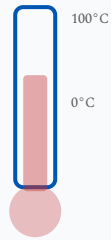
Situation	Température donnée	Conversion en $^{\circ}\text{C}$	Rang (1=plus froide)
Eau du robinet	15°C	15°C	...
Azote liquide	77 K}$	..... ^{\circ}\text{C}$	...
Étuve de séchage	353 K}$	..... ^{\circ}\text{C}$	...
Journée d'hiver	-5°C	-5°C	...
Corps humain	310 K}$	..... ^{\circ}\text{C}$	...

Mes calculs :

A rectangular box with a dashed border, containing three horizontal lines for writing. The box is positioned at the top of the page.

EXERCICE 9 Vrai ou faux – Capteurs de température

SOCLE



Thermomètre

CONNAISSANCES DU COURS

Pour chaque affirmation, indiquer si elle est **vraie** ou **fausse**. Corriger les affirmations fausses.

- a) La résistance d'une CTN augmente quand la température augmente.
- b) Le thermocouple peut mesurer des températures supérieures à 500 °C.
- c) Le zéro absolu vaut 0 °C.
- d) Le capteur LM35 donne une tension proportionnelle à la température.
- e) Une CTP sert à mesurer précisément la température d'une étuve.
- f) La formule de conversion est $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$.

Mes calculs :

EXERCICE 10 Lecture guidée d'un thermomètre numérique

SOCLE

SANTÉ ET VIE QUOTIDIENNE

Un thermomètre médical électronique affiche 38,5 °C.

a) Convertir cette température en Kelvin :

$$T = 38,5 + 273 = \dots\dots \text{K}$$

b) La température corporelle normale est de 37 °C. Le patient a-t-il de la fièvre ?

Comparer : 38,5 °C 37 °C (supérieur / inférieur)

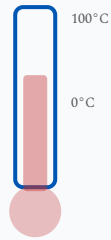
c) Ce thermomètre utilise un capteur à semi-conducteur. Quel est l'avantage principal de ce type de capteur pour un usage médical ?

d) Pourquoi n'utilise-t-on pas un thermocouple pour mesurer la température du corps humain ?

Mes calculs :

EXERCICE 11 Associer capteur et application – Relier les colonnes

SOCLE



Thermomètre

CONNAISSANCES DU COURS

Relier chaque capteur à l'application qui lui convient le mieux :

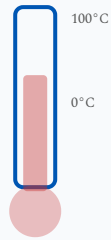
Capteur		Application
1. CTN	→	A. Mesure de température dans un four à 800 °C
2. Thermocouple	→	B. Protection d'un moteur de scie circulaire
3. CTP	→	C. Affichage de température sur un écran Arduino
4. LM35	→	D. Régulation de température dans une étuve à 80 °C
5. Pt100	→	E. Mesure de la température d'une lame de scie en rotation
6. Thermomètre infrarouge	→	F. Régulateur de précision pour un four industriel ($\pm 0,1$ °C)

Écrire les associations : 1→..., 2→..., 3→..., 4→..., 5→..., 6→...

Mes calculs :

EXERCICE 12 Température dans un atelier – Lecture guidée

SOCLE



Thermomètre

ATELIER DE MENUISERIE

Un artisan menuisier relève la température de son atelier à différents moments de la journée :

Heure	8 h	10 h	12 h	14 h	17 h
T (°C)	8	14	19	22	18

a) Convertir la température de 8 h en Kelvin :

$$T = 8 + 273 = \dots \text{ K}$$

b) Convertir la température de 14 h en Kelvin :

$$T = 22 + 273 = \dots \text{ K}$$

c) À quelle heure la température est-elle la plus basse ? La plus haute ?

d) Le confort thermique en atelier se situe entre 18 et 22 °C. Pendant combien de temps l'atelier est-il dans la zone de confort ?

Mes calculs :

EXERCICE 13 Le zéro absolu – Questions guidées

SOCLE

SCIENCE

a) Compléter : Le zéro absolu vaut K = °C.

b) Peut-on obtenir une température négative en Kelvin ? Entourer : OUI / NON

c) À quoi correspond le zéro absolu ? Compléter la phrase :

« Au zéro absolu, l'..... thermique des particules cesse totalement. »

d) Un congélateur est à -25 °C . Convertir en Kelvin :

$$T = -25 + 273 = \dots \text{ K}$$

Cette température est-elle proche du zéro absolu ?

Mes calculs :



Exercices d'application

Exercices standard sans étapes prédécoupées. Contextes professionnels variés : régulation d'étuve, alarme machine, thermocouple, LM35, CTP. La rédaction complète est attendue.

EXERCICE 14 Thermostat d'étuve – Conversion et CTN

STANDARD

CONTEXTE PROFESSIONNEL

L'étuve de séchage du bois atteint sa température de consigne à $T = 87\text{ °C}$ pour activer la ventilation de circulation d'air chaud. La CTN du circuit de régulation a les valeurs suivantes :

T (°C)	20	50	87	100
R (kΩ)	10	4	2,5	0,8

- Convertir $T = 87\text{ °C}$ en Kelvin.
- Quelle est la résistance de la CTN à 87 °C ? À 20 °C ?
- Calculer la variation de résistance $\Delta R = R(20\text{ °C}) - R(87\text{ °C})$. Commenter le signe.
- Le régulateur surveille R : si $R > 8\text{ k}\Omega$, l'étuve est considérée "froide". Est-ce le cas à 20 °C ? Expliquer la conséquence sur le chauffage.

Mes calculs :

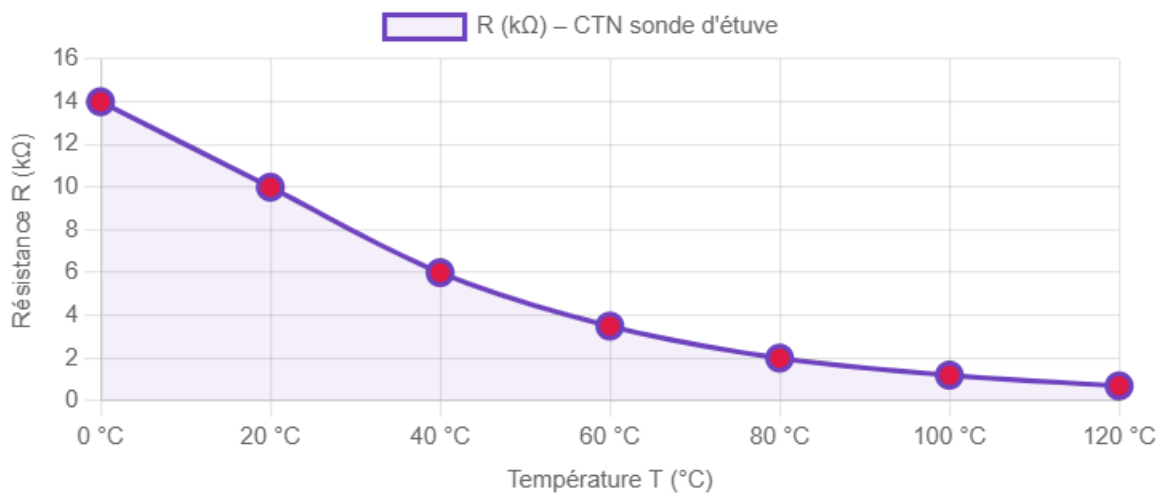
EXERCICE 15 Interprétation de la courbe $R(T)$ – Température réelle

STANDARD

CONTEXTE PROFESSIONNEL

Le technicien mesure à l'ohmmètre la résistance de la sonde CTN d'une étuve de séchage : $R = 500 \Omega = 0,5 \text{ k}\Omega$. Voici les valeurs de la CTN :

T (°C)	0	20	40	60	80	100	120
R (kΩ)	14	10	6	3,5	2	1,2	0,7

Caractéristique $R(T)$ d'une CTN – Sonde d'étuve de séchage

Courbe $R(T)$ d'une CTN – Sonde d'étuve de séchage (valeurs réalistes)

- D'après le graphique, à quelle température correspond $R = 0,5 \text{ k}\Omega$? L'étuve est-elle chaude ou froide ?
- La plage normale de fonctionnement est $70\text{--}90 \text{ }^\circ\text{C}$. $R = 0,5 \text{ k}\Omega$ correspond-il à une situation normale ?
- Que doit faire le technicien face à cette valeur de résistance ?

Mes calculs :

EXERCICE 16 Thermostat d'atelier – Régulation par CTN

STANDARD

CONTEXTE PROFESSIONNEL

Le capteur de température d'un thermostat d'atelier de menuiserie est une CTN.

Caractéristiques :

T (°C)	10	15	21	25	30
R (kΩ)	12	8	5	3,5	2,5

La consigne est réglée à 21 °C → R_consigne = 5 kΩ.

- Le régulateur lit R_mesurée = 10 kΩ. D'après le tableau, quelle est la température réelle dans l'atelier ?
- La température réelle est-elle supérieure ou inférieure à la consigne (21 °C) ?
- Le système de chauffage doit-il se mettre en marche (ON) ou rester à l'arrêt (OFF) ? Justifier.
- Si R_mesurée = 2,5 kΩ, que fait le régulateur ?

Mes calculs :

EXERCICE 17 Alarme température huile de lubrification d'une machine-outil

STANDARD

CONTEXTE PROFESSIONNEL

La sonde de température d'huile de lubrification d'une toupie est une CTN avec le tableau suivant :

T (°C)	80	100	120	140	160
R (Ω)	1200	700	400	200	100

L'alarme de surchauffe s'allume quand $T > 140$ °C.

- Quelle est la résistance R_{alarme} correspondant à $T = 140$ °C ?
- Le régulateur surveille R. L'alarme doit s'allumer quand $R < R_{\text{alarme}}$ ou quand $R > R_{\text{alarme}}$? Expliquer.
- En fonctionnement normal, $T = 100$ °C. Calculer R. Le voyant est-il allumé ?
- Lors d'un essai, R tombe à 150 Ω. Quel est l'état du voyant ? Que faire ?

Attention : Une surchauffe de l'huile de lubrification peut provoquer une dégradation des roulements et entraîner la casse de la machine. Ne jamais ignorer ce voyant.

Mes calculs :

EXERCICE 18 Capteur LM35 et température d'atelier

STANDARD

CONTEXTE PROFESSIONNEL

Un capteur LM35 est installé dans un atelier de menuiserie. Ce capteur fournit une tension de sortie : $V_{\text{out}} = 10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C} \times \theta$.

- Le voltmètre branché sur le LM35 indique 0,215 V. Calculer la température de l'atelier en $^{\circ}\text{C}$.
- Convertir cette température en Kelvin.
- L'après-midi, la tension passe à 0,280 V. Quelle est la nouvelle température ?
- L'écart de température entre le matin et l'après-midi est-il le même en $^{\circ}\text{C}$ et en K ? Justifier.

Mes calculs :

EXERCICE 19 Séchage du bois – Suivi de température

STANDARD

CONTEXTE PROFESSIONNEL

Un menuisier surveille la température de son étuve de séchage. La CTN de l'étuve a les caractéristiques suivantes :

T (°C)	30	50	70	80	90
R (kΩ)	8,2	4,1	2,3	1,6	1,1

Le séchage du chêne nécessite une température comprise entre 70 °C et 85 °C.

- Quelle est la plage de résistance correspondant à la plage 70–80 °C ?
- Le technicien mesure $R = 3,0 \text{ k}\Omega$. Par interpolation entre les valeurs du tableau, estimer la température de l'étuve.
- L'étuve est-elle dans la plage de séchage correcte ? Que doit faire le menuisier ?
- Convertir la plage de séchage 70–85 °C en Kelvin.

Mes calculs :

EXERCICE 20 Protection d'un moteur par CTP

STANDARD

CONTEXTE PROFESSIONNEL

Une scie à ruban est équipée d'une CTP pour protéger son moteur. La CTP a un seuil de déclenchement à $120\text{ }^{\circ}\text{C}$. En dessous de ce seuil, sa résistance vaut environ $100\ \Omega$. Au-dessus, elle passe brutalement à plus de $10\ 000\ \Omega$.

- Expliquer en une phrase le principe de fonctionnement d'une CTP.
- Le moteur tourne normalement à $75\text{ }^{\circ}\text{C}$. La résistance de la CTP est-elle proche de $100\ \Omega$ ou de $10\ 000\ \Omega$?
- Un roulement grippé fait monter la température du moteur à $135\text{ }^{\circ}\text{C}$. Que se passe-t-il au niveau de la CTP ? Conséquence sur l'alimentation du moteur ?
- Pourquoi utilise-t-on une CTP plutôt qu'une CTN pour cette application de protection ?

Mes calculs :

EXERCICE 21 Thermocouple – Mesure sur un four de vernissage

STANDARD

CONTEXTE PROFESSIONNEL

Un fabricant de meubles utilise un four de vernissage à haute température. Un thermocouple de type K (chromel-alumel) mesure la température du four.

La tension délivrée par le thermocouple est proportionnelle à la température : environ 41 μV par $^{\circ}\text{C}$ (au-dessus de 0 $^{\circ}\text{C}$).

a) Le voltmètre branché sur le thermocouple indique 20,5 mV. Estimer la température du four.

Aide : $T \approx \frac{V}{41 \times 10^{-3}}$ (avec V en mV)

b) Convertir cette température en Kelvin.

c) Pourquoi utilise-t-on un thermocouple plutôt qu'une CTN pour cette mesure ?

d) Citer un inconvénient du thermocouple par rapport au capteur LM35.

Mes calculs :

EXERCICE 22 Colle thermofusible – Régulation de température

STANDARD

CONTEXTE PROFESSIONNEL

Un pistolet à colle thermofusible utilisé par un artisan menuisier doit maintenir la colle entre 160 °C et 190 °C pour garantir une bonne adhérence. La CTN intégrée au pistolet a les valeurs suivantes :

T (°C)	100	130	160	190	210
R (Ω)	850	420	210	110	75

- Quelle est la plage de résistance correspondant à la plage de travail 160–190 °C ?
- Le régulateur lit $R = 500 \Omega$. La colle est-elle à la bonne température ? Justifier.
- Si $R = 90 \Omega$, la colle est-elle trop chaude ou trop froide ? Quel est le risque ?
- Expliquer pourquoi le pistolet intègre aussi une CTP en complément de la CTN.

Mes calculs :

EXERCICE 23 Comparaison de capteurs – Tableau de synthèse

STANDARD

CONTEXTE TECHNIQUE

Compléter le tableau comparatif des capteurs de température (utiliser la fiche de cours et les exercices précédents) :

Critère	CTN	Pt100	Thermocouple	CTP	IR	Cristaux liquides
Grandeur de sortie	R (.....)	R (.....)	U (.....)	R (.....)	.....	.....
Plage de mesure	..... à .....	..... à .....	..... à	seuil \approx .....	..... à .....	..... à
Relation avec T	R (non linéaire)	R (quasi linéaire)	$U \propto$	R au seuil	.....	.....
Application typique	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Mes calculs :

EXERCICE 24 Confort thermique et énergie – Chauffage d'un atelier

STANDARD

CONTEXTE ÉNERGIE

Un atelier d'agencement est chauffé par un aérotherme. La CTN du thermostat a les caractéristiques suivantes :

T (°C)	12	15	18	21	24
R (kΩ)	11,5	8,5	6,2	4,7	3,6

La consigne est réglée à 18 °C ($R_{\text{consigne}} = 6,2 \text{ k}\Omega$).

- Le matin à 7 h, $R = 12 \text{ k}\Omega$. L'atelier est-il au-dessus ou en dessous de 12 °C ? Le chauffage se met-il en marche ?
- À 10 h, $R = 6,2 \text{ k}\Omega$. Que se passe-t-il au niveau du chauffage ?
- Un menuisier ouvre la grande porte de l'atelier pour faire entrer du bois. R passe à 9 kΩ. Estimer la nouvelle température et la réaction du chauffage.
- Expliquer pourquoi il est important de ne pas régler la consigne trop haut pour économiser de l'énergie.

Mes calculs :

EXERCICE 25 Climat et réchauffement – Échelles de température

STANDARD

CONTEXTE CLIMAT

La température moyenne à la surface de la Terre est d'environ $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Les scientifiques du GIEC indiquent qu'un réchauffement de $+1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ par rapport à l'ère préindustrielle aurait des conséquences graves.

- Convertir la température moyenne actuelle ($15\text{ }^{\circ}\text{C}$) en Kelvin.
- Si la température augmente de $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, quelle sera la nouvelle température en $^{\circ}\text{C}$ puis en K ?
- Calculer la variation en Kelvin. Est-elle identique à celle en $^{\circ}\text{C}$? Pourquoi ?
- La température de la planète Mars est d'environ $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Convertir en Kelvin. Pourquoi Mars est-elle beaucoup plus froide que la Terre ?

Mes calculs :

EXERCICE 34 Météorologie — températures extrêmes

STANDARD

Voici quelques températures relevées en météorologie :

Lieu / situation	Température en °C	Température en K
Record de froid en Antarctique	-89 °C	?
Température de surface de la Lune (nuit)	-173 °C	?
Record de chaleur en Afrique (désert)	58 °C	?
Température du soleil (surface)	?	5 778 K

1. Complétez le tableau en convertissant chaque température (rappel : $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$).
2. Quelle est la différence de température (en °C et en K) entre le record de froid et le record de chaleur ?
3. Peut-il exister une température négative en kelvins ? Justifiez.

Mes calculs :

EXERCICE 35 Corps humain — fièvre et hypothermie

STANDARD

La température corporelle normale d'un être humain est de $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. On parle de fièvre au-delà de $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ et d'hypothermie en dessous de $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Une fièvre supérieure à $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ est dangereuse.

1. Convertissez en kelvins : $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Un thermomètre médical affiche $T = 311\text{ K}$. La personne a-t-elle de la fièvre ?
3. Un randonneur en détresse présente une température de $T = 307\text{ K}$. Est-il en hypothermie ? Quel est le danger ?

Mes calculs :



Exercices d'approfondissement

Exercices ouverts : diagnostic de panne, analyse comparative, pont diviseur, métrologie, projet Arduino. Questions type BTS. Autonomie et raisonnement avancé requis.

CONTEXTE PROFESSIONNEL - DIAGNOSTIC AVANCÉ

Un technicien constate que l'étuve de séchage d'un atelier de menuiserie chauffe excessivement et que la résistance chauffante reste allumée en permanence, même quand la consigne est atteinte. La sonde CTN de l'étuve est suspectée.

- Rappeler comment le régulateur interprète une valeur R très élevée (proche de l'infini) de la CTN. Quel défaut cela simule-t-il ?
- Si la CTN est *débranchée* (circuit ouvert), quelle résistance lit le régulateur ? ($R = 0 \Omega$ ou $R \rightarrow \infty$?) Comment réagit-il sur le chauffage ?
- Si la CTN est en *court-circuit* (fils qui se touchent), quelle résistance lit le régulateur ? ($R = 0 \Omega$) Quelle température cela simule-t-il ? Comment réagit-il ?
- D'après les symptômes (chauffage toujours ON), quel défaut est le plus probable : court-circuit ou circuit ouvert ? Expliquer.

Pour le diagnostic :

- $R \rightarrow \infty$: circuit ouvert (fil coupé, connecteur mal enfiché) \rightarrow T simulée très froide
- $R = 0 \Omega$: court-circuit \rightarrow T simulée très chaude

Mesurer R à l'ohmmètre (étuve froide, régulateur débranché).

Mes calculs :

EXERCICE 27 Capteur de thermostat d'atelier dérivé – Analyse complète

APPROFONDISSEMENT

CONTEXTE PROFESSIONNEL - DIAGNOSTIC AVANCÉ

Un responsable d'atelier de menuiserie se plaint que le chauffage reste allumé alors que l'atelier est à 25 °C : la consigne est réglée à 19 °C. La CTN du thermostat d'atelier a les valeurs suivantes :

T (°C)	10	12	15	19	21	25
R (kΩ)	14	12	9	6	5	3,5

Le technicien mesure la résistance du capteur : $R_{\text{mesurée}} = 15 \text{ k}\Omega$.

- La consigne est 19 °C → $R_{\text{consigne}} = 6 \text{ k}\Omega$. Le régulateur compare $R_{\text{mesurée}}$ à R_{consigne} . Quelle action déclenche $R_{\text{mesurée}} = 15 \text{ k}\Omega$ (plus grand ou plus petit que R_{consigne}) ?
- D'après le tableau, à quelle température correspond $R = 15 \text{ k}\Omega$? La température affichée (19 °C) correspond-elle à la réalité ?
- Expliquer la plainte du responsable : pourquoi le chauffage reste allumé alors que l'atelier est chaud ?
- Quelle est la solution pour le technicien ? Justifier le choix de la pièce à remplacer.
- (Question BTS) Proposer une procédure de vérification en 3 étapes pour s'assurer que le nouveau capteur est correctement calibré.

Mes calculs :

EXERCICE 28 CTN ou Pt100 ? – Analyse comparative pour un régulateur industriel

APPROFONDISSEMENT

CONTEXTE PROFESSIONNEL – CHOIX TECHNIQUE

Un fabricant de meubles doit équiper son four de vernissage (régulation à $80\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$) d'un capteur de température. Il hésite entre une CTN et une sonde Pt100. Voici les données des deux capteurs :

T (°C)	20	40	60	80	100
CTN R (kΩ)	12,5	6,8	3,7	2,1	1,2
Pt100 R (Ω)	107,7	115,4	123,1	130,8	138,5

- Pour la CTN, calculer la variation de résistance ΔR_{CTN} entre 79 °C et 81 °C (utiliser une interpolation entre 60 °C et 80 °C , puis entre 80 °C et 100 °C).
- Pour la Pt100, la résistance varie de façon quasi linéaire de $7,7\text{ Ω}$ tous les 20 °C . Calculer ΔR_{Pt100} entre 79 °C et 81 °C .
- Comparer les deux variations. Quel capteur réagit le plus à un écart de $\pm 1\text{ °C}$ autour de 80 °C ?
- Pour une régulation de précision à $\pm 1\text{ °C}$, quel capteur recommandez-vous ? Justifier en citant deux arguments.
- (Question BTS) La Pt100 suit la relation $R(T) = 100 \times (1 + 0,00385 \times T)$. Calculer R à 80 °C . Vérifier la cohérence avec le tableau.

Mes calculs :

EXERCICE 29 Pont diviseur de tension et CTN – Mesure indirecte

APPROFONDISSEMENT

CONTEXTE TECHNIQUE - ÉLECTRONIQUE

Pour mesurer la température avec un microcontrôleur, on réalise un **pont diviseur de tension** avec la CTN et une résistance fixe $R_f = 10 \text{ k}\Omega$. La tension d'alimentation est $E = 5 \text{ V}$.

La tension mesurée aux bornes de la CTN est : $V_{\text{CTN}} = E \times \frac{R_{\text{CTN}}}{R_f + R_{\text{CTN}}}$

La CTN a les valeurs : $R(20 \text{ }^\circ\text{C}) = 12 \text{ k}\Omega$, $R(40 \text{ }^\circ\text{C}) = 5 \text{ k}\Omega$, $R(60 \text{ }^\circ\text{C}) = 2,2 \text{ k}\Omega$, $R(80 \text{ }^\circ\text{C}) = 1,1 \text{ k}\Omega$.

- Calculer V_{CTN} à $20 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Calculer V_{CTN} à $60 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Comment évolue la tension V_{CTN} quand la température augmente ? Justifier.
- Le microcontrôleur lit une tension de $1,8 \text{ V}$. Par interpolation, estimer la température de la CTN.

Mes calculs :

EXERCICE 30 Rendement d'un système de chauffage et température

APPROFONDISSEMENT

CONTEXTE ÉNERGIE - PROBLÈME OUVERT

Un système de chauffage d'atelier fonctionne avec un rendement qui dépend de la température extérieure. Le tableau suivant donne la puissance consommée pour maintenir l'atelier à 19 °C :

T extérieure (°C)	-5	0	5	10	15
Puissance (kW)	12	9,5	7	4,5	2

- Convertir les températures extérieures -5 °C et 15 °C en Kelvin.
- Calculer l'écart de température $\Delta T = T_{\text{intérieur}} - T_{\text{extérieur}}$ pour chaque cas. Cet écart est-il le même en °C et en K ?
- Tracer l'allure de la courbe Puissance = $f(\Delta T)$. La relation est-elle approximativement linéaire ?
- Estimer la puissance nécessaire si la température extérieure est de -10 °C (extrapolation).
- Le prix de l'électricité est 0,20 €/kWh. Calculer le coût journalier de chauffage (24 h) quand il fait 0 °C dehors.

Mes calculs :

EXERCICE 31 Étalonnage d'une CTN – Protocole expérimental

APPROFONDISSEMENT

CONTEXTE TECHNIQUE - MÉTROLOGIE

Un technicien doit vérifier l'étalonnage d'une CTN neuve avant de l'installer dans un régulateur d'étuve. Il dispose d'un bain thermostaté, d'un thermomètre de référence certifié et d'un ohmmètre.

- a) Décrire le protocole expérimental en 5 étapes pour tracer la courbe $R(T)$ de la CTN.
- b) Le technicien obtient les mesures suivantes :

T (°C)	20	30	40	50	60	70	80
R (kΩ)	12,5	8,3	5,7	4,0	2,9	2,1	1,6

Le constructeur annonce $R(25\text{ °C}) = 10\text{ k}\Omega \pm 5\%$. Par interpolation, estimer $R(25\text{ °C})$ d'après les mesures. La CTN est-elle conforme ?

- c) Calculer la sensibilité moyenne de la CTN entre 40 et 60 °C : $S = \frac{\Delta R}{\Delta T}$ en kΩ/°C.
- d) Comparer cette sensibilité avec celle entre 60 et 80 °C. Que constate-t-on ? Pourquoi ?

Mes calculs :

EXERCICE 32 Système de régulation automatique – Analyse fonctionnelle

APPROFONDISSEMENT

CONTEXTE PROFESSIONNEL – TYPE BTS

Un système de régulation de température d'étuve comprend : un capteur CTN, un régulateur numérique, une résistance chauffante de 3 kW et un ventilateur de brassage.

Le régulateur fonctionne en mode « tout ou rien » avec une hystérésis de ± 2 °C autour de la consigne.

Consigne : 80 °C. Le chauffage s'allume quand $T < 78$ °C et s'éteint quand $T > 82$ °C.

- a) Expliquer ce qu'est l'hystérésis et pourquoi elle est nécessaire dans un système de régulation.
- b) La CTN du régulateur a $R(78 \text{ °C}) = 1,8 \text{ k}\Omega$ et $R(82 \text{ °C}) = 1,5 \text{ k}\Omega$. Le régulateur compare R mesurée aux seuils. Compléter : chauffage ON si $R \dots\dots 1,8 \text{ k}\Omega$; chauffage OFF si $R \dots\dots 1,5 \text{ k}\Omega$.
- c) Tracer l'allure de la courbe $T(t)$ lors du démarrage de l'étuve (T initiale = 20 °C, consigne 80 °C). Indiquer les phases de montée, oscillation et régime permanent.
- d) Le régulateur affiche une erreur « sonde déconnectée ». La CTN lit $R \rightarrow \infty$. Le chauffage est-il bloqué ON ou OFF ? Quel est le risque pour le bois en cours de séchage ?
- e) Proposer une amélioration du système pour éviter la surchauffe en cas de panne du capteur.

Mes calculs :



EXERCICE 33 Dimensionnement d'un système de mesure – Projet Arduino

APPROFONDISSEMENT

CONTEXTE TECHNIQUE – PROJET NUMÉRIQUE

Un élève de BTS souhaite réaliser un afficheur de température pour l'atelier de son lycée à l'aide d'un Arduino et d'un capteur LM35. Le LM35 délivre $V = 10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C} \times \theta$. L'entrée analogique de l'Arduino convertit une tension de 0 à 5 V en une valeur numérique de 0 à 1023.

- Quelle est la résolution de l'Arduino en mV ? (Calculer le plus petit écart de tension détectable.)
- En déduire la résolution en température : quel est le plus petit écart de température que le système peut détecter ?
- L'Arduino lit la valeur numérique $N = 205$. Calculer la tension correspondante, puis la température.
- La plage de mesure utile en atelier est 5–40 °C. Quelles sont les tensions correspondantes en sortie du LM35 ? Quelle fraction de la plage 0–5 V de l'Arduino est réellement utilisée ?
- Proposer une modification du circuit pour améliorer la résolution dans cette plage utile (sans changer d'Arduino).

Mes calculs :

EXERCICE 36 Alimentation — conservation et chaîne du froid**APPROFONDISSEMENT**

La réglementation européenne impose des températures maximales de conservation pour les aliments :

Aliment	T max de conservation
Viande fraîche	7 °C
Poisson frais	2 °C
Produits surgelés	-18 °C
Glaces et crèmes glacées	-22 °C

1. Convertissez toutes ces températures en kelvins.
2. Quelle est la différence (en K) entre la température maximale pour la viande fraîche et la température de conservation des surgelés ?
3. Un camion frigorifique transporte des surgelés. À l'arrivée, le capteur indique $T = 258 \text{ K}$. La norme est-elle respectée ? Justifiez.
4. Au-dessus de 10 °C, les bactéries se multiplient rapidement (multiplication par 2 toutes les 20 min). Si un aliment contient 100 bactéries à $t = 0$ et qu'il est laissé à 20 °C pendant 2 heures, combien de bactéries contient-il ? (Aide : 2 h = 6 périodes de 20 min.)

Mes calculs :

BILAN DES COMPÉTENCES TRAVAILLÉES

Compétence	Exercices guidés	Application	Approfondissement
Convertir °C ↔ K	Ex 1, 7, 8, 10, 12, 13	Ex 14, 21, 22, 24, 25, 34, 35, 36	Ex 26, 28, 30
Choisir un capteur adapté	Ex 2, 9, 11	Ex 16, 17, 19, 23	Ex 28
Lire un tableau R(T) de CTN	Ex 3, 4, 5	Ex 15, 18, 19, 22, 24	Ex 27, 31
Analyser un régulateur CTN	Ex 4, 5	Ex 16, 18, 19, 20, 24	Ex 27, 32
Diagnostiquer une panne	Ex 6	—	Ex 26, 27
Exploiter un thermocouple / LM35	—	Ex 18, 21, 23	Ex 29, 33
Pont diviseur / calcul électronique	—	—	Ex 29, 33
Énergie, climat, chaîne du froid	—	Ex 25, 34–36	Ex 30

Température et capteurs thermiques


Température et capteurs thermiques | 2de Bac Pro

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir

 Objectifs du chapitre[cliquer pour développer](#) **Durée** : 1 heure  **Calculatrice** : autorisée  **Barème** : 20 points **Documents** : non autorisés

APP - S'Approprier

ANA - Analyser

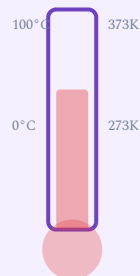
REA - Réaliser

VAL - Valider

COM - Communiquer

SOCLE

Devoir Surveillé - Niveau Socle



Température et capteurs thermiques | Questions guidées à compléter

Partie A - Conversions de température

8 pts

*2 pts par question.*1. **APP** Compléter la formule de conversion :

$$T (\text{K}) = T (^\circ\text{C}) + \dots\dots\dots$$

2. **REA** Un menuisier règle son étuve à $T = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Calculer la température en Kelvin :

Aide : $T(\text{K}) = 80 + \dots = \dots \text{ K}$

$T(\text{K}) = \dots$

3. **REA** Un four de vernissage atteint $T = 623\text{ K}$. Convertir en $^{\circ}\text{C}$:

Aide : $T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273 = 623 - 273 = \dots\text{ }^{\circ}\text{C}$

4. **APP** Relier chaque valeur à sa description : (tracer les flèches)

0 K		Température ambiante normale
293 K		Zéro absolu ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$)
373 K		Température d'ébullition de l'eau

Partie B – CTN : caractéristique et lecture

12 pts

Voici le tableau de la CTN d'une sonde d'étuve de séchage :

$T(^{\circ}\text{C})$	20	40	60	80	100
$R(\text{k}\Omega)$	10	6	3,5	2	0,8

1. **APP** (3 pts) Que signifie le sigle CTN ? Compléter :

C =

T =

N =

Aide : Quand T augmente, la résistance R (augmente / diminue)

2. **REA** (3 pts) Lire dans le tableau : à $T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, $R = \dots\text{ k}\Omega$

à $T = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, $R = \dots\text{ k}\Omega$

Est-ce que R diminue bien quand T augmente ? (oui / non)

3. **ANA** (3 pts) Le régulateur de l'étuve compare R à une valeur seuil de $5\text{ k}\Omega$.

D'après le tableau, à quelle température $R = 5\text{ k}\Omega$ environ ?

Aide : $R = 6\text{ k}\Omega$ à $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $R = 3,5\text{ k}\Omega$ à $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. $5\text{ k}\Omega$ se situe entre ces deux valeurs.

$T \approx \dots\dots\dots\text{ }^{\circ}\text{C}$

4. **COM** (3 pts) Un technicien mesure $R = 10\text{ k}\Omega$ sur la sonde d'étuve.

D'après le tableau, à quelle température cela correspond ? $^{\circ}\text{C}$

Le chauffage doit-il être ON ou OFF pour atteindre $80\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Justifier en une phrase :

STANDARD

Devoir Surveillé – Niveau Standard

Température et capteurs thermiques | Problèmes de programme

Partie A – Température et capteurs

10 pts

2 pts par question.

1. **APP** Qu'est-ce qu'une CTN ? Décrire son comportement électrique quand la température augmente.

2. **APP** Donner la formule de conversion entre Celsius et Kelvin. Convertir $T = 87\text{ °C}$ en Kelvin.

3. **REA** La CTN d'une sonde d'étuve de séchage a les valeurs : $R(20\text{ °C}) = 10\text{ k}\Omega$ et $R(87\text{ °C}) = 2,5\text{ k}\Omega$.
Calculer $\Delta R = R(20\text{ °C}) - R(87\text{ °C})$.

4. **APP** Citer un avantage de la CTN par rapport au thermomètre à liquide pour une sonde d'étuve automatisée.

5. **COM** Pour quelle application faut-il utiliser un thermocouple plutôt qu'une CTN ? Justifier.

Partie B – Analyse d'un système de régulation

10 pts

Un thermostat d'atelier de menuiserie utilise une CTN. Voici son tableau de caractéristiques :

T (°C)	10	15	21	25	30
R (kΩ)	12	8	5	3,5	2,5

La consigne du thermostat est réglée à 21 °C ($R_{\text{consigne}} = 5\text{ k}\Omega$).

1. **COM** (3 pts) Décrire le comportement de la CTN : que se passe-t-il à R quand T augmente de 10 °C à 30 °C ? Commenter le sens de variation.

2. **ANA** (3 pts) Le régulateur lit $R_{\text{mesurée}} = 10 \text{ k}\Omega$. D'après le tableau, quelle est la température réelle dans l'atelier ? La température réelle est-elle supérieure ou inférieure à la consigne ?

3. **REA** (2 pts) Le système de chauffage doit-il se mettre en marche (ON) ou rester à l'arrêt (OFF) ? Justifier.

4. **VAL** (2 pts) Si $R_{\text{mesurée}} = 2,5 \text{ k}\Omega$, quelle température est mesurée ? Que fait le régulateur ? Justifier.

APPROFONDISSEMENT

Devoir Surveillé – Niveau Approfondissement

Température et capteurs thermiques | Problèmes de diagnostic – type BTS

Partie A – Analyse complète d'un système CTN

10 pts

2 pts par question.

Un système de régulation de séchage du bois utilise une CTN avec le tableau suivant :

T (°C)	20	50	70	87	100
R (kΩ)	10	4	3	2,5	0,8

1. **APP** Convertir $T = 87\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Kelvin. Calculer la différence de température ΔT entre ces deux valeurs en K et en $^{\circ}\text{C}$.

2. **ANA** Entre $T = 87\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, calculer la variation de résistance ΔR . Calculer le rapport $\Delta R/\Delta T$ en $\text{k}\Omega/^{\circ}\text{C}$. Commenter : la CTN est-elle plus sensible aux basses ou aux hautes températures ?

3. **REA** Le régulateur fixe le seuil de déclenchement de la ventilation à $R_{\text{seuil}} = 3\text{ k}\Omega$. D'après le tableau, à quelle température correspond ce seuil ? La ventilation est-elle active si $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$?

4. **VAL** Un technicien mesure $R = 1,2\text{ k}\Omega$ à la sonde. D'après le tableau (interpolation linéaire entre $87\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $100\text{ }^{\circ}\text{C}$), estimer la température correspondante. L'étuve est-elle en situation normale (plage $70\text{--}90\text{ }^{\circ}\text{C}$) ?

5. **COM** Comparer quatre capteurs (CTN, Pt100, thermocouple, infrarouge) sur les critères : plage de mesure, type de signal, précision. Conclure sur le choix le plus adapté pour une étuve industrielle automatisée nécessitant une régulation précise.

Un responsable d'atelier de menuiserie signale que l'étuve chauffe en permanence sans s'arrêter, même lorsque la consigne est atteinte. Le technicien suspecte la sonde CTN.

1. **APP** (2 pts) Rappeler ce que signifie $R \rightarrow \infty$ pour le régulateur qui surveille la CTN. Quel état de température cela simule-t-il ?

2. **ANA** (3 pts) Décrire les deux défauts possibles (circuit ouvert / court-circuit) et leur effet sur le chauffage. Conclure lequel correspond aux symptômes observés.

3. **REA** (3 pts) Décrire la procédure de diagnostic à l'ohmmètre (sécurité, mesure, interprétation) en 4 étapes numérotées.

4. **VAL** (2 pts) Après remplacement de la CTN, le technicien mesure $R = 3 \text{ k}\Omega$ alors que $T_{\text{réelle}} = 68 \text{ }^\circ\text{C}$ (mesurée par thermomètre étalonné). En utilisant le tableau de la partie A, vérifier si la nouvelle CTN est correctement calibrée. L'écart est-il acceptable ($< \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) ?
