

Séance de 1 heure | Situation et cours

Capteur de température et régulation d'un chauffage

Seconde TNE | Domaine « Électricité »

Prénom et nom : Classe :

Énoncé — Contexte professionnel : mise en service d'un thermostat d'ambiance

Un installateur en génie climatique met en service le **thermostat d'ambiance** d'un logement. Ce thermostat pilote la chaudière grâce à une **sonde de température** placée dans le séjour. La sonde envoie au thermostat un **signal électrique** (une tension, en millivolts) qui dépend de la température.

Le thermostat compare la température mesurée à la **consigne** choisie par le client, puis allume ou coupe la chaudière. Avant de remettre l'installation, le technicien doit répondre à trois questions : « Quelle température lit la sonde d'après son signal ? Quand le chauffage s'allume-t-il et se coupe-t-il ? Combien la programmation jour/nuit fait-elle économiser ? »

Définition — Capteur de température

Un **capteur** (ou sonde) transforme une **grandeur physique**, ici la température θ en $^{\circ}\text{C}$, en un **signal électrique** : une tension U ou une résistance. Pour beaucoup de sondes, la relation est **affine** sur la plage utile : $U = a\theta + b$, où a est la sensibilité (augmentation de tension par degré) et b la tension à 0°C .

Propriété — Consigne et régulation tout-ou-rien (TOR)

La **consigne** est la température souhaitée par l'utilisateur. En régulation **tout-ou-rien**, la chaudière n'a que deux états : **allumée** ou **éteinte**.

- Le chauffage **s'allume** quand la température mesurée descend jusqu'au **seuil bas**.
- Le chauffage **se coupe** quand la température mesurée monte jusqu'au **seuil haut**.

L'écart entre les deux seuils est le **différentiel**. Sur le thermostat de cette séance, il est réglé moitié sous la consigne, moitié au-dessus : seuil bas = consigne – différentiel $\div 2$; seuil haut = consigne + différentiel $\div 2$. La température réelle **oscille** autour de la consigne.

Erreur fréquente — Trois pièges

- **Confondre la grandeur et le signal** : la sonde envoie une tension, pas des degrés.
- **Oublier le différentiel** : sans lui, la chaudière s'allumerait et se couperait sans arrêt, ce qui l'use.
- **Confondre consigne et température réelle** : la température mesurée tourne *autour* de la consigne.

Exemple — Une sonde linéaire et une régulation à 20°C

La tension de la sonde (en mV) suit la relation $U = 10\theta + 200$: elle augmente de **10 mV par degré**.

1. **Tension pour la consigne $\theta = 20^{\circ}\text{C}$** : $U = 10 \times 20 + 200 = 200 + 200 = 400$ mV.

2. **Température si la sonde envoie 360 mV** : $10\theta + 200 = 360$, donc $10\theta = 360 - 200 = 160$ et $\theta = 160 \div 10 = 16^{\circ}\text{C}$.

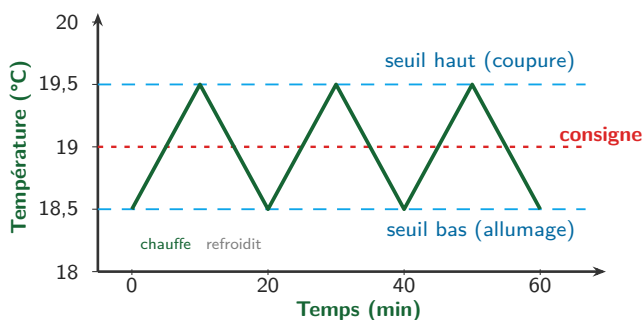
3. **Seuils avec un différentiel de 1°C** : seuil bas = $20 - 0,5 = 19,5^{\circ}\text{C}$ (allumage) ; seuil haut = $20 + 0,5 = 20,5^{\circ}\text{C}$ (coupure). En tension : $10 \times 19,5 + 200 = 395$ mV et $10 \times 20,5 + 200 = 405$ mV. Le thermostat allume donc à 395 mV et coupe à 405 mV.

Exercices | Socle

Du signal à la régulation

Écris tes calculs et l'unité de chaque résultat.

Le relevé ci-dessous porte le temps en abscisse, gradué de **0 à 60 minutes** de 20 en 20, et la température en ordonnée, de 18 à 20 °C de demi-degré en demi-degré.



Température θ	Tension $U = 10\theta + 200$
16 °C	360 mV
20 °C	400 mV
25 °C	450 mV

Période	Conseil ADEME
Jour, pièces à vivre	19 °C
Nuit (sommeil)	16 °C
Absence de moins de 48 h	16 °C
Absence de plus de 48 h	hors-gel, environ 8 °C

Relevé de la température d'une pièce en régulation tout-ou-rien. La courbe verte (température mesurée) monte quand la chaudière chauffe et redescend quand elle est coupée. Les pointillés bleus marquent le seuil bas et le seuil haut, les pointillés rouges la consigne ; les valeurs se lisent sur les axes.

Erreur fréquente — Prendre la règle des 7 % pour une loi exacte

Selon l'ADEME, baisser la température de 1 °C fait économiser environ 7 % d'énergie de chauffage. C'est un ordre de grandeur : dans les exercices, on l'applique degré par degré. L'économie réelle dépend du bâtiment, du climat, de la durée de l'abaissement et du système de chauffage.

Exercice 1 – Du degré au signal

Exemple — Sur d'autres valeurs

Pour $\theta = 23$ °C : $U = 10 \times 23 + 200 = 230 + 200 = 430$ mV.

À toi de jouer.

Une sonde suit la relation $U = 10\theta + 200$ (U en mV, θ en °C). Un technicien de maintenance énergétique veut connaître le signal envoyé par la sonde.

- Calculer la tension U envoyée par la sonde quand la pièce est à 21 °C.
- Calculer la tension envoyée quand la pièce est à 17 °C.

Exercice 2 – Lire la courbe de régulation

Exemple — Sur d'autres valeurs

Sur un autre relevé, la courbe oscille entre 20,5 °C et 21,5 °C et revient au point bas toutes les 15 min. Seuil bas : 20,5 °C ; seuil haut : 21,5 °C ; un cycle dure 15 min, donc $60 \div 15 = 4$ cycles par heure.

À toi de jouer.

On observe la courbe de régulation. La température réelle oscille entre deux valeurs.

1. Quelle est la température la **plus basse** atteinte (seuil d'allumage) ?

2. Quelle est la température la **plus haute** atteinte (seuil de coupure) ?

3. Quelle est la consigne (ligne rouge pointillée) ?

4. Lire la durée d'un cycle complet (une montée puis une descente). Combien de cycles complets le chauffage effectue-t-il en 1 heure ?

Exercice 3 – Le chauffage est-il allumé ?

Exemple — Sur d'autres valeurs

Consigne 20°C , allumage à $19,5^{\circ}\text{C}$, coupure à $20,5^{\circ}\text{C}$. À 19°C , la pièce est sous le seuil bas : le chauffage chauffe. À 21°C , elle est au-dessus du seuil haut : le chauffage reste éteint.

À toi de jouer.

La consigne est 19°C avec un différentiel de 1°C : le chauffage s'allume à $18,5^{\circ}\text{C}$ et se coupe à $19,5^{\circ}\text{C}$. Pour chaque température mesurée, dire si le chauffage **doit chauffer** ou **rester éteint** :

1. La sonde mesure 18°C .

2. La sonde mesure 20°C .

3. La sonde mesure $18,5^{\circ}\text{C}$ (température au seuil bas).

Exercices | Standard

Exercice 4 – Du signal à la température (équation)

Exemple — Sur d'autres valeurs

La sonde envoie 340 mV : $10\theta + 200 = 340$, donc $10\theta = 340 - 200 = 140$ et $\theta = 140 \div 10 = 14^{\circ}\text{C}$.

À toi de jouer.

Un technicien de maintenance mesure au multimètre, aux bornes de la sonde $U = 10\theta + 200$ (mV), un signal de **375 mV**.

1. Écrire l'équation à résoudre pour trouver θ .

2. Résoudre cette équation et donner la température lue.

3. Avec une consigne de 19°C (allumage à $18,5^{\circ}\text{C}$), le chauffage est-il allumé à cet instant ?

Exercice 5 – Économie d'une programmation jour/nuit**Exemple — Sur d'autres valeurs**

Consigne abaissée de 20 °C à 18 °C sur une part de facture de 500 € : baisse $20 - 18 = 2$ °C, soit $2 \times 7 = 14$ % ; économie $500 \times 14 \div 100 = 70$ €.

À toi de jouer.

Un installateur en génie climatique programme un abaissement de nuit : la consigne passe de 19 °C **le jour** à 16 °C **la nuit**. La facture annuelle de chauffage est de 1 200 €. Hypothèses de calcul : **40 %** de cette facture est dépensée pendant les heures de nuit, et la règle « 1 °C de moins $\approx$ 7 % d'économie » s'applique à cette part de nuit, degré par degré.

1. De combien de degrés la consigne de nuit a-t-elle baissé ?
2. Quel pourcentage d'économie cela représente-t-il sur le chauffage de nuit ?
3. Calculer la part de la facture dépensée la nuit, puis l'économie réalisée en euros.

Exercices | Approfondissement**Exercice 6 – Retrouver la relation affine d'une sonde****Exemple — Sur d'autres valeurs**

Une sonde envoie 600 mV à 5 °C et 1 000 mV à 25 °C : $a = (1\,000 - 600) \div (25 - 5) = 400 \div 20 = 20$ mV/°C. Puis $600 = 20 \times 5 + b$, donc $b = 600 - 100 = 500$ mV : $U = 20\theta + 500$. À 15 °C, $U = 20 \times 15 + 500 = 800$ mV.

À toi de jouer.

Un technicien de maintenance énergétique étalonne une nouvelle sonde. Il relève deux mesures : à 10 °C la sonde envoie **400 mV**, et à 30 °C elle envoie **700 mV**. La relation est affine : $U = a\theta + b$.

1. Calculer la sensibilité a (variation de tension par degré) : $a = \frac{\Delta U}{\Delta \theta}$.
2. En utilisant le point (10 °C ; 400 mV), calculer b .
3. Écrire la relation complète, puis donner la tension envoyée à la consigne de 19 °C.

Mon bilan avec l'enseignant : ☐ Utiliser la relation affine ☐ Lire la courbe et les seuils ☐ Calculer une économie.