






Feuille de notes M1 ERM
Section Suivi
des Enseignements de Licence

Matière : Métrologie thermique, Asservissement

Rattrapage Salle : C04

N°	Nom & Prénom	Signature	Notes/20
1	BOUMATI AIMED		05,75
2	HAMIZI AMAYAS		—
3	HAMMA MALHA		03
4	HAMMOUTENE YANIS		11,25
5	SLIMANI KACI		04,75

Enseignant:
M. LAMROUS



Date d'affichage :

23-06-2026

Département de Génie Mécanique
Section Suivi
des Enseignements de Licence

UMMTO, FGC, Département Génie Mécanique, Année Universitaire : 2025–2026.

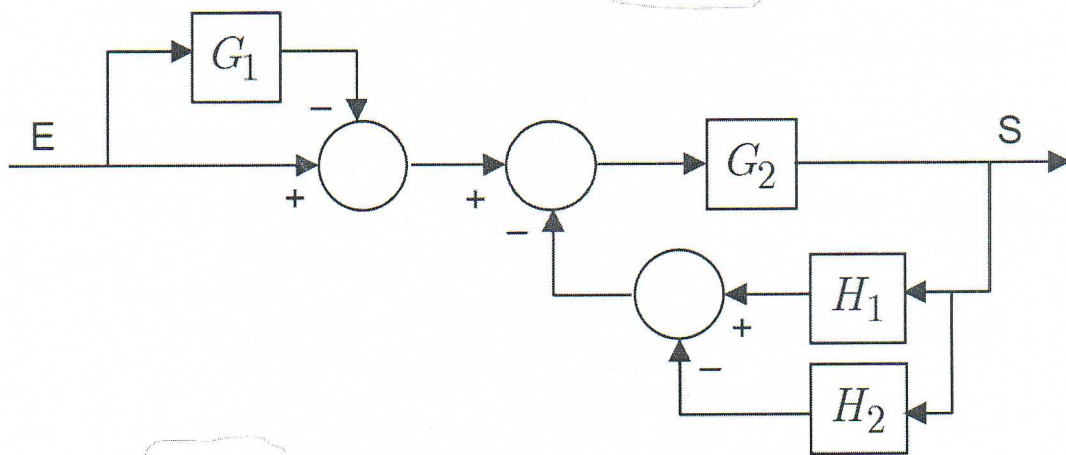
Master 1, Spécialité : Énergies Renouvelables.

Module : *Asservissement et Régulation*

Examen de rattrapage – Juin 2026 – Durée : 45 min

Exercice 1 : (04,00 points)

Par simplifications successives, déterminez la fonction de transfert $F(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$ du schéma- bloc ci-dessous.



Exercice 2 : (08,00 points)

Résoudre l'équation différentielle suivante en utilisant la transformée de Laplace :

$$\ddot{y}(t) + \dot{y}(t) - 6y(t) = 3u(t)$$

avec les conditions initiales : $y(0) = 0$; $\dot{y}(0) = 1$

Indication : $TL\{u(t)\} = \frac{1}{p}$; $TL\{e^{-at}\} = \frac{1}{p+a}$

Master 1 Energies renouvelables

Examen de rattrapage de Métrologie thermique JUIN 2026 Durée : 1 heure

Exercice 1 : Thermocouple (6 points)

La relation tension-température est donnée par : $E = aT + b$ avec : $a = 40 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$; $b = 0$

1. Donner le principe de fonctionnement d'un thermocouple.
2. Calculer la tension pour $T = 250^\circ\text{C}$.
3. Si la tension mesurée est 8 mV, déterminer la température.
4. Citer deux sources d'erreurs possibles.

1.5 pt
1.5 pt
1.5
1.5

$m = \frac{q}{4\pi\lambda} = \lambda = \frac{q}{4\pi m}$

Exercice 2 : Méthode du fil chaud (6 points)

La relation donnant, en fonction du temps t , l'élévation $\Delta T(t)$ de la température de la base de l'échantillon chauffée, s'écrit : $\Delta T(t) = (q / (4\pi\lambda)) \ln(t) + C$

$q = 10 \text{ W/m}$ est la densité linéique du flux de chauffage.

On pose $m = q / (4\pi\lambda)$.

1. Expliquer le principe de la méthode du fil chaud. Que représente m ?
2. Déterminer λ si la valeur expérimentale de $m = 1.2^\circ\text{C}$
3. Quelle condition expérimentale essentielle doit vérifier l'échantillon pour que cette méthode de mesure de la conductivité thermique soit valable.

Exercice 3 : Incertitudes (4 points)

Dans une expérience de mesure de la température on recueille les données suivantes :

$T = 100^\circ\text{C}$; incertitude instrumentale $\pm 1^\circ\text{C}$; répétabilité $\pm 0.5^\circ\text{C}$

1. Calculer l'incertitude combinée.
2. Donner le résultat sous la forme $T = \dots \pm \dots$
3. Expliquer la différence entre erreur systématique et erreur aléatoire.

Exercice 4 : Méthode GHP (4 points)

On mesure la conductivité thermique d'un échantillon par la méthode de la plaque gardée chaude. Les données de l'expérience sont :

Épaisseur de l'échantillon $e = 0.04 \text{ m}$;

Surface de l'échantillon $S = 0.01 \text{ m}^2$;

Puissance de chauffage $P = 20 \text{ W}$;

Températures respectives des plaques chaude et froide : $T_1 = 40^\circ\text{C}$; $T_2 = 20^\circ\text{C}$

1. Expliquer le principe de la méthode GHP.
2. Établir la formule de la conductivité thermique.
3. Calculer λ .
4. Citer deux sources d'erreurs.

Question supplémentaire (2 points bonus) : Comparer la méthode du fil chaud et la méthode GHP en détaillant les avantages et inconvénients.

Corrigé détaillé – Métrologie thermique (M1 ER) – Juin 2026

Exercice 1 : Thermocouple

Principe : effet Seebeck, tension proportionnelle à la différence de température entre les jonctions.

Pour $T = 250^\circ\text{C}$: $E = 40 \times 250 = 10000 \mu\text{V} = 10 \text{ mV}$.

Pour $E = 8 \text{ mV}$: $T = 8000/40 = 200^\circ\text{C}$.

Erreurs possibles : compensation de jonction froide, mauvais contact thermique, parasites électriques, vieillissement.

Exercice 2 : Méthode du fil chaud

Principe : un fil chauffant agit comme source linéique de chaleur. La pente m de $\Delta T = f(\ln t)$ permet d'obtenir λ .

$$\lambda = q/(4\pi m) = 10/(4\pi \times 1,2) \approx 0,66 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}.$$

Condition essentielle : échantillon homogène et suffisamment grand pour être assimilé à un milieu infini.

Exercice 3 : Incertitudes

$$u_c = \sqrt{1^2 + 0,5^2} = 1,12^\circ\text{C}.$$

Résultat : $T = (100,0 \pm 1,1)^\circ\text{C}$.

Erreur systématique : biais constant. Erreur aléatoire : fluctuation d'une mesure à l'autre.

Exercice 4 : Méthode GHP

Principe : régime stationnaire, application de la loi de Fourier.

$$\lambda = Pe/[S(T_1 - T_2)] = (20 \times 0,04)/(0,01 \times 20) = 4 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}.$$

Erreurs possibles : pertes latérales, mauvais contacts thermiques, erreurs sur températures ou épaisseur.

Question bonus : le fil chaud est rapide et transitoire ; la GHP est plus lente mais constitue une méthode de référence très précise.