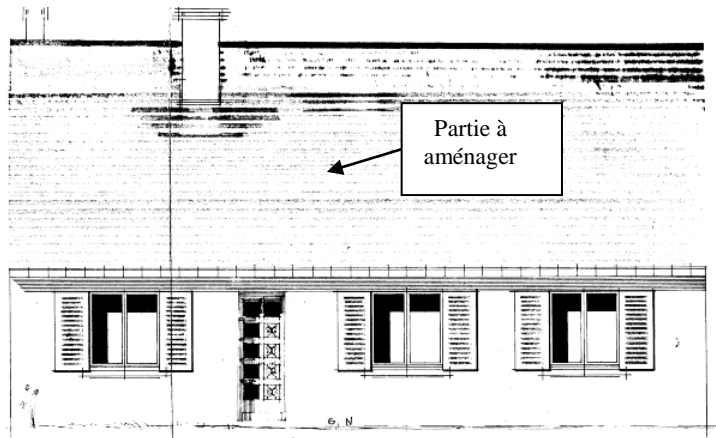


Centres d'intérêt abordés	Modélisation et pilotage des systèmes linéaires
Niveau d'analyse	Comportement
Objectifs pédagogiques	2.3.2 Comportement des matériaux 2.3.6 Comportement informationnels des systèmes.
Connaissances	Simulation et comparaison
Activités (3H)	Influence du mode régulation sur la consommation énergétique
Ressources matérielles	Ordinateur avec logiciel PSIM et connexion internet.

1. PRÉSENTATION

Les habitants d'une maison veulent créer une chambre dans des combles dit non aménagables.



Ils font appel à une société locale qui leur propose le devis suivant :

Transformation charpente : 3758 euros HT.

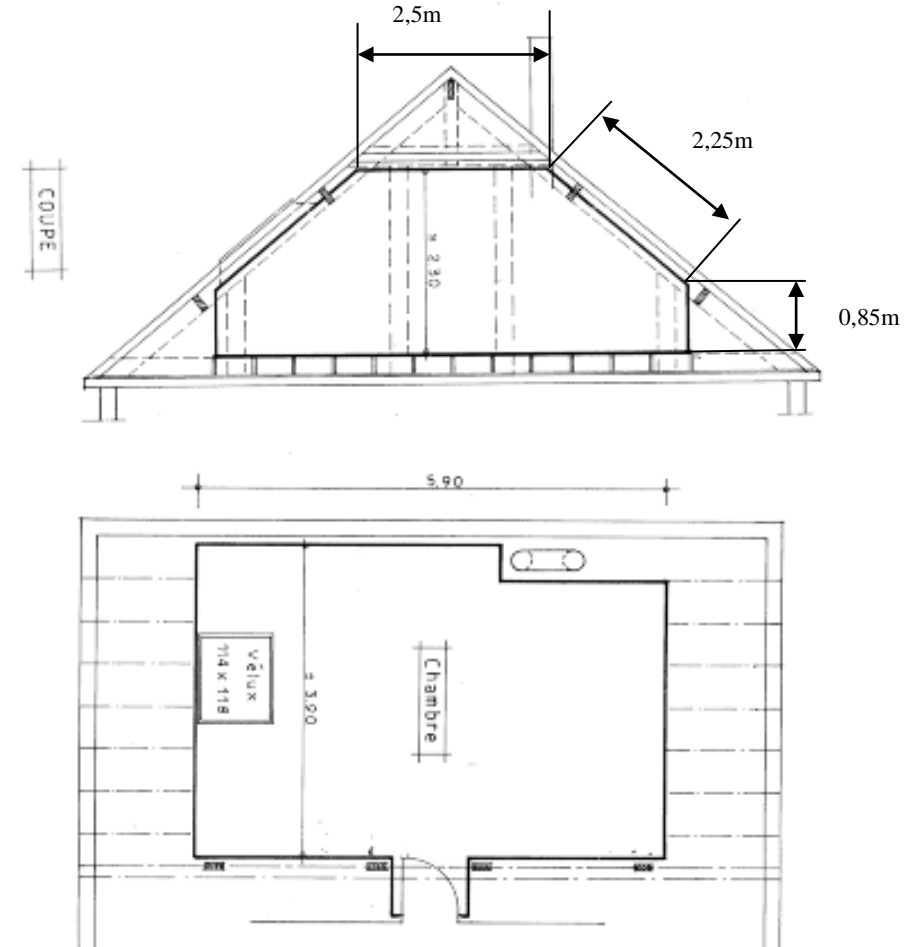
- Exécution d'une ferme traditionnelle en sapin traité constituée de : entrait, arbalétriers, poinçon, entrait retroussé, jambes de force.
- Tous ces bois assemblés, boulonnés et chevillés suivant la méthode traditionnelle.
- Fourniture et pose de pannes scellées en pignon et fixées sur arbalétriers par étriers métalliques.
- Fixation des arbalétriers de fermette sur pannes.
- Suppression des bois inutiles.
- Exécution d'un solivage en sapin traité.
- Fourniture et pose d'un plancher en dalles agglomérées.

Doublage isolation : 3219 euros HT

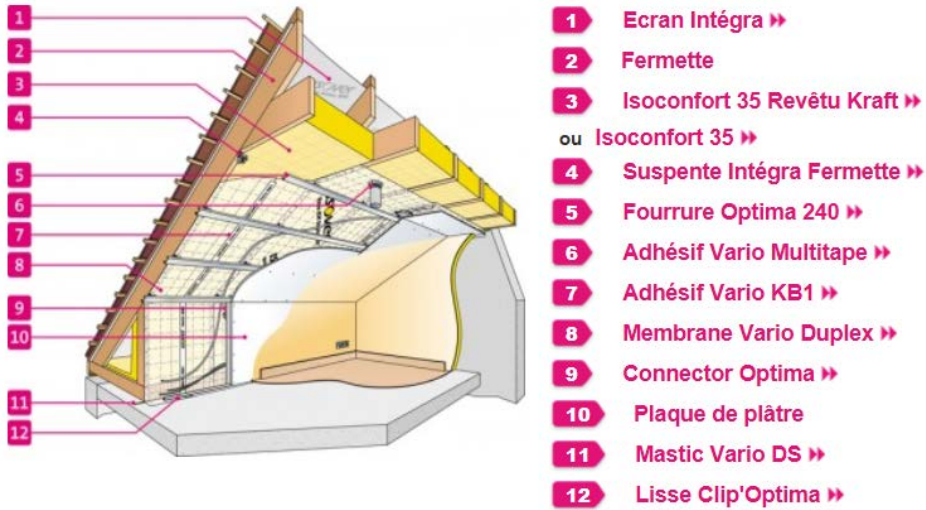
- Exécution d'un solivage en sapin traité pour plafond horizontal.
- Exécution d'un plafond horizontal et rampant ainsi que des redressements en plaques de plâtre type BA13 vissées sur ossature métallique stit compris joints et interposition d'un matelas de laine de verre ép. 200mm avec pare vapeur.

Electricité chauffage : 260 euros HT.

- Fourniture et pose d'un appareil de chauffage électrique « rayonnant » compris thermostat numérique incorporé, puissance 2000 Watts.



2. EXEMPLE DE TECHNIQUE D'ISOLATION ET DE DOUBLAGE.



✂ Copier le répertoire TP24, disponible dans le dossier *documents en consultation de votre classe*, sur votre lecteur personnel.

3. CALCUL SIMPLIFIÉ DES DÉPERDITIONS DANS LA NOUVELLE PIÈCE

3.1. CALCUL DES RÉSISTANCES THERMIQUES

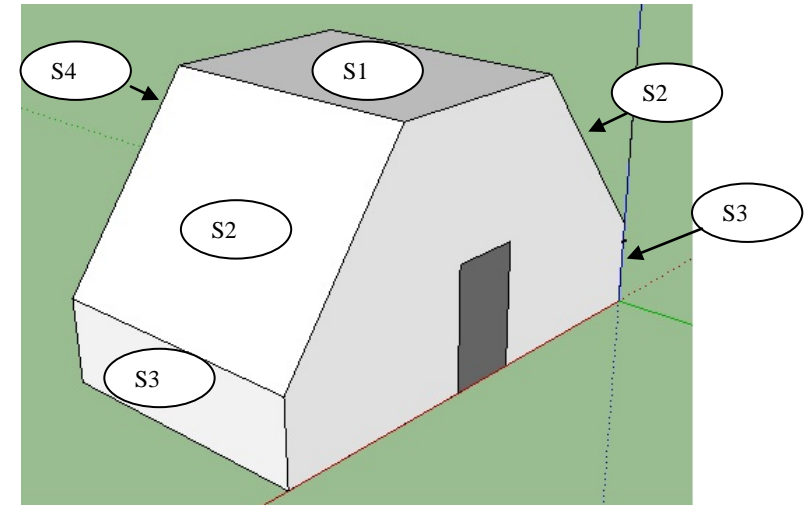
3.1.1. LAINE DE VERRE.

✂ Calculer la résistance thermique, R_{thv} (en $m^2.K/W$) de la laine de verre, sachant que la conductivité thermique de ce matériau est $\lambda=0,041 W/m.K$:

3.1.2. BA13 (PLAQUE DE PLÂTRE DE 13 MM).

✂ Calculer la résistance thermique, R_{thBA13} (en $m^2.K/W$) des plaques de plâtre, sachant que conductivité thermique de ce matériau est $\lambda=0,7 W/m.K$:

3.2. CALCUL DES SURFACES D'ÉCHANGE



✂ A partir du plan de la page1, calculer les surfaces et compléter le tableau ci-dessous.

Surfaces	Calculs
S1	
S2	
S3	
S4	

3.3. CALCULS DES COEFFICIENTS DE TRANSMISSION THERMIQUE U

✍ Calculer le coefficient de transmission thermique de chaque surface U en $W/m^2.K$. Compléter le tableau suivant :

Pour la brique creuse on prendra $R_{thbrique}=0,4 m^2.K/W$.

Surfaces	coefficients de transmission thermique, U en $W/m^2.K$
S1(BA13+laine de verre)	
S2 (BA13+laine de verre)	
S3 (BA13+laine de verre)	
S4 (BA13+laine de verre+brique creuse)	

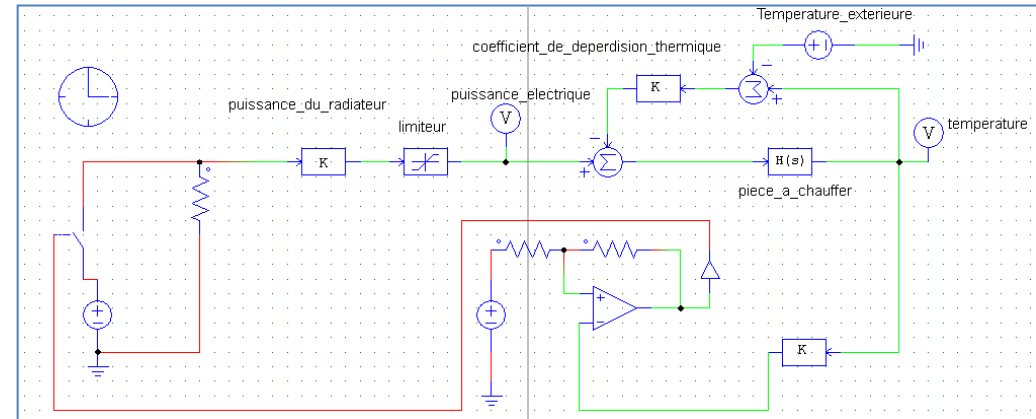
Rappel : $U = \frac{1}{R_{th}}$

3.4. CALCUL DU COEFFICIENT DE DÉPERDITION THERMIQUE TOTAL H

✍ En utilisant les réponses aux questions 3.2 et 3.3, calculer le coefficient de déperdition thermique H de la totalité des parois (en W/K) :

4. ÉTUDE DE LA RÉGULATION TOUT-OU-RIEN

- ☞ Démarrer le logiciel PSIM. Ouvrir le fichier *régulation T.O.R de température.psimch*.
- ☞ Paramétrer le schéma avec les valeurs fournies dans le devis (puissance du radiateur) et celle calculée (coefficient de déperdition thermique).



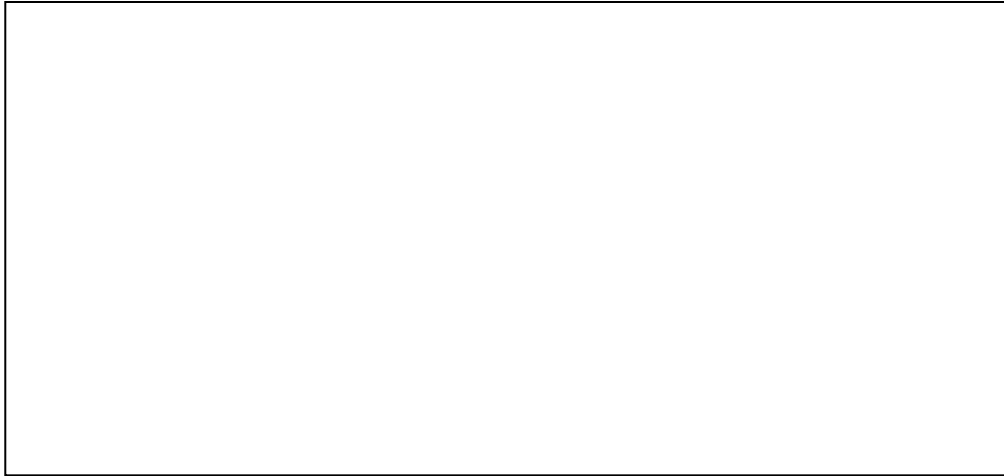
4.1. ESSAI AVEC CUMUL DE $DJU=2200$ (POUR UN HIVER DOUX)

On utilise les degrés-jours-unifiés (DJU) pour évaluer la consommation d'énergie pour le chauffage d'une maison. Pour chaque jour le nombre de DJU est calculé en faisant la différence entre la température de référence ($18^\circ C$) et la moyenne des températures minimale et maximale de ce jour. Les DJU sont additionnés sur la période de chauffage de 232 jours (du 1er Octobre au 20 Mai).

✍ Calculer la température extérieure moyenne, T_{ext} , pour la période de chauffe à l'aide de la formule suivante : $DJU = (18 - T_{ext}) \times 232$.

- ☞ Régler T_{ext} sur le schéma.

☞ Simuler le fonctionnement et relever l'évolution de la température dans la pièce en fonction du temps :



Relevé N°1 : Température dans la pièce en régulation T.O.R avec cumul DJU=2200

☞ Mesurer sur le relevé les températures maximale T_{max} et minimale T_{min} en régime établi :

✍ En déduire la température moyenne T_{moy} dans la pièce : _____

☞ Relever l'évolution de la puissance électrique en fonction du temps :



Relevé N°2 : Puissance électrique dissipée en régulation T.O.R avec cumul DJU=2200

☞ Déterminer sur le relevé le rapport cyclique α (temps de conduction divisé par la période) :

✍ En déduire la puissance moyenne P_{moy} consommée, ainsi que l'énergie consommée (en kWh) pour la période de chauffe.

$(P_{moy} = P_{radiateur} \times \alpha)$.

4.2. ESSAI AVEC CUMUL DE DJU=3000 (POUR UN HIVER RUDE)

✍ Calculer la température extérieure moyenne, T_{ext} , pour la période de chauffe :

☞ Régler T_{ext} sur le schéma.

☞ Simuler le fonctionnement et relever l'évolution de la température dans la pièce en fonction du temps :

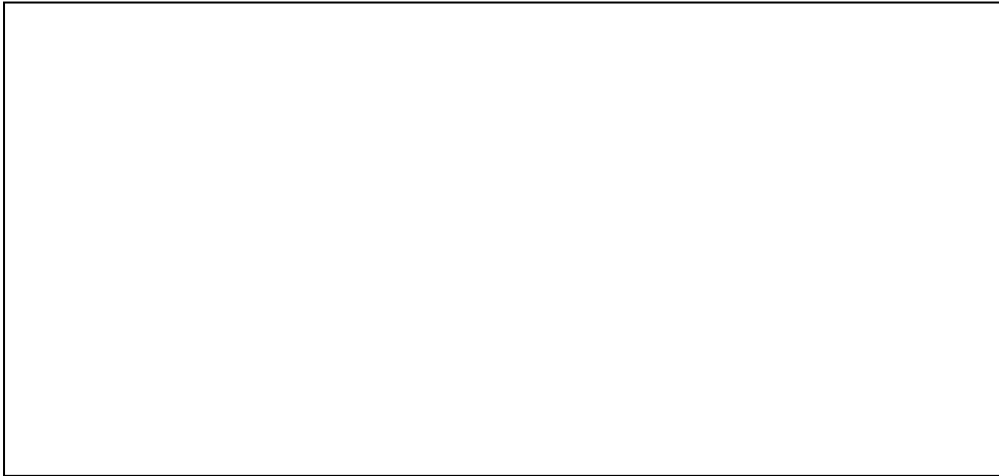


Relevé N°3 : Température dans la pièce en régulation T.O.R avec cumul DJU=3000

Mesurer sur le relevé les températures maximale T_{max} et minimale T_{min} en régime établi :

En déduire la température moyenne T_{moy} dans la pièce :

Relever l'évolution de la puissance électrique en fonction du temps :



Relevé N°4 : Puissance électrique dissipée en régulation T.O.R avec cumul DJU=3000

Déterminer sur le relevé le rapport cyclique α (temps de conduction divisé par la période) :

En déduire la puissance moyenne P_{moy} consommée, ainsi que l'énergie consommée (en kWh) pour la période de chauffe :

$(P_{moy} = P_{radiateur} \times \alpha)$.

5. ÉTUDE DE LA RÉGULATION PROPORTIONNELLE INTEGRALE

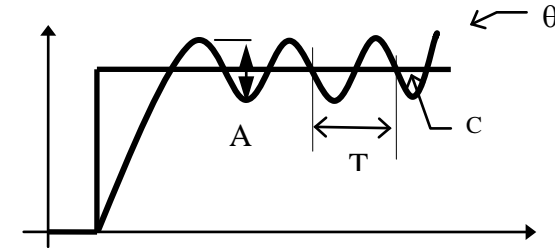
Ouvrir le fichier *régulation proportionnelle intégrale de température.psimsch*. Paramétrer le schéma avec les valeurs fournies dans le devis (puissance du radiateur) et celle calculée (coefficient de déperdition thermique).

5.1. ESSAI AVEC DJU=2200 (POUR UN HIVER DOUX).

Régler T_{ext} sur le schéma.

5.1.1. RÉGLAGE DE L'ACTION PROPORTIONNELLE

Pour le réglage du gain proportionnel, on utilise les relevés effectués en régulation T.O.R :



Pour calculer la bande proportionnelle théorique, on utilise la formule : $Bp_{théorique} \% = (A/E) * 100$

Où A représente l'amplitude des oscillations et E l'échelle de mesure du régulateur (ici 0/100°C).

Calculer la bande proportionnelle $Bp_{théorique} \%$:

En pratique, on prendra Bp plus grand pour éviter les oscillations : $Bp = 4 \times Bp_{théorique}$

Calculer la bande proportionnelle Bp :

Régler le gain du correcteur PI : Attention sur le schéma il faudra rentrer la valeur $gain = 100/Bp$.

5.1.2. RÉGLAGE DE L'ACTION INTÉGRALE

Le réglage de la constante de temps de l'action intégrale se fait suivant le critère de Ziegler-Nichols :

$$Ti_{théorique} = T$$

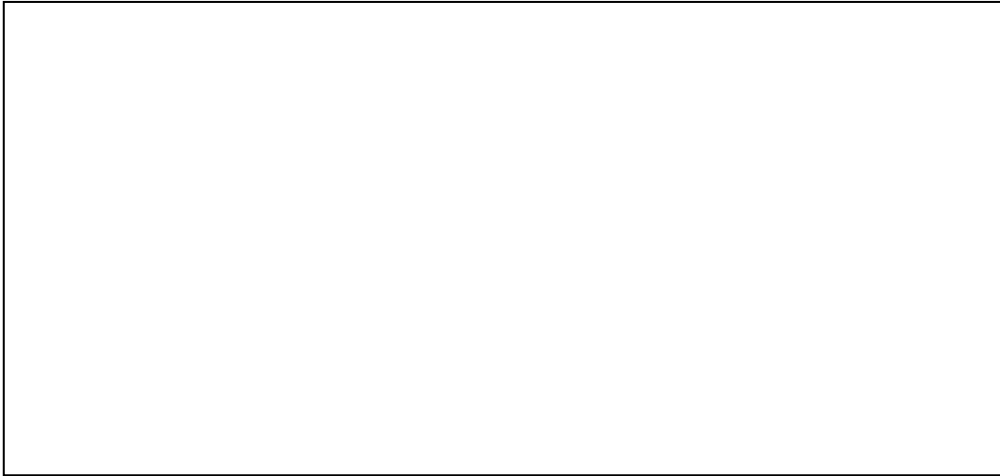
Où T représente la période d'oscillation en régulation T.O.R.

Mesurer la valeur de T :

En pratique, on augmente cette valeur pour éliminer un éventuel dépassement : $Ti = 1,5 \times Ti_{théorique}$.

Calculer la constante de temps Ti :


☞ Régler la constante de temps du correcteur PI. Simuler le fonctionnement et relever l'évolution de la température dans la pièce en fonction du temps :



Relevé N°5 : Température dans la pièce en régulation PI avec cumul DJU=2200

☞ Mesurer sur le relevé la température en régime établi : _____.

☞ Relever l'évolution de la puissance électrique en fonction du temps :



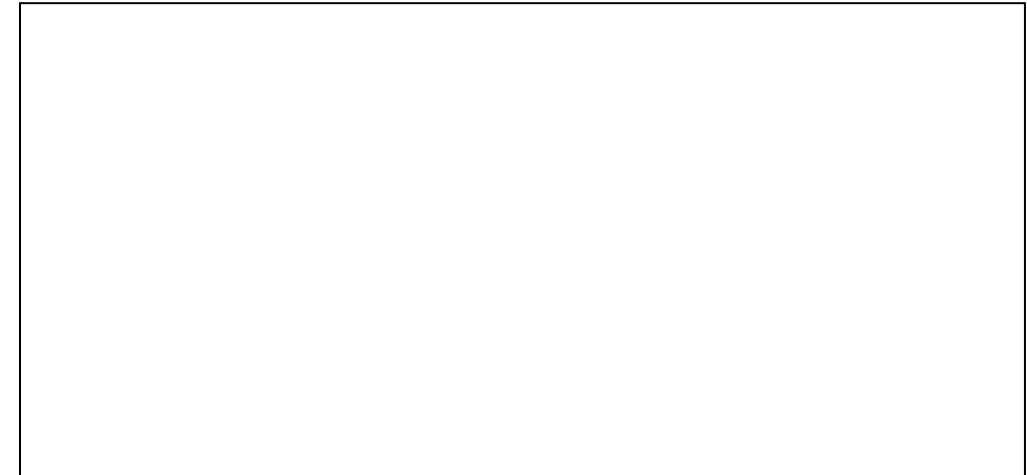
Relevé N°6 : Puissance électrique dissipée en régulation PI avec cumul DJU=2200

☞ En déduire la puissance moyenne P_{moy} consommée, ainsi que l'énergie consommée (en kWh) pour la période de chauffe.

5.2. ESSAI AVEC DJU=3000 (POUR UN HIVER RUDE)


☞ Régler T_{ext} sur le schéma.

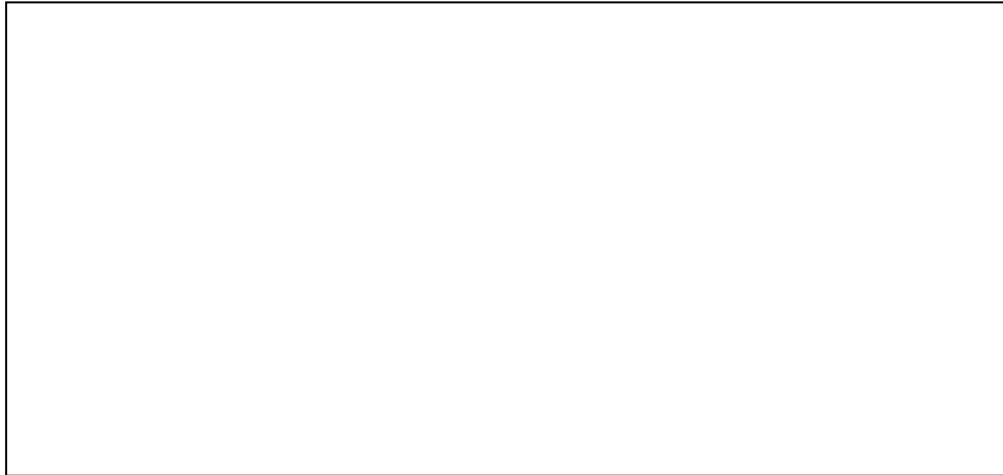
☞ Simuler le fonctionnement et relever l'évolution de la température dans la pièce en fonction du temps :




Relevé N°7 : Température dans la pièce en régulation PI avec cumul DJU=3000

☞ Mesurer sur le relevé la température en régime établi _____.


 Relever l'évolution de la puissance en fonction du temps.




Relevé N°8 : Puissance électrique dissipée en régulation PI avec cumul DJU=3000

 En déduire la puissance moyenne P_{moy} consommée, ainsi que l'énergie consommée (en kWh) pour la période de chauffe.

6. COMPARAISON ET CONCLUSION

 Reporter dans le tableau ci-dessous les données des questions précédentes :

	Régulation T.O.R		Régulation proportionnelle intégrale	
	Hiver doux	Hiver rude	Hiver doux	Hiver rude
Température moyenne				
Puissance moyenne consommée				
Énergie consommée				
Coût (12 centimes d'euro par kWh)				

 Conclure sur l'intérêt d'un mode de régulation par rapport à l'autre.
