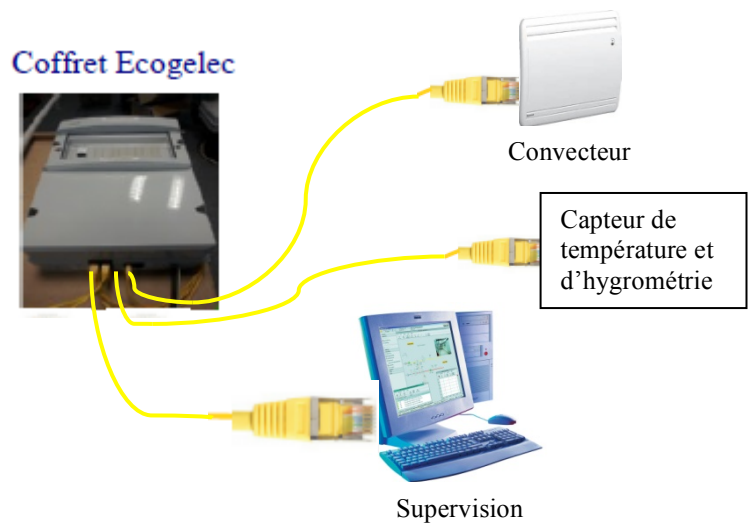
 Energie Environnement	SMART MUSÉUM : Activité 3 Pourquoi et comment est réalisé le maintien en température de la réserve ?
---	--

1- Problématique

La température de la réserve du Smart Muséum doit être maintenue à une valeur constante de 19°C et ne doit pas subir de variation brusque. L'hygrométrie doit aussi être surveillée.

On se propose d'étudier la régulation de température de la réserve.

Le contrôle de la régulation de température et la modulation d'énergie seront gérés par un coffret de pilotage domotique.



2- Activité

2.1 Structure fonctionnelle

☞ Vous disposez d'une maquette du Smart Museum et/ou de son dossier technique.

- 2.1.1 Analyser cette maquette (et/ou son dossier technique) et indiquer quels sont les éléments qui réalisent les fonctions :
 - Convertir l'énergie
 - Alimenter en énergie en toute sécurité
 - Acquérir l'information
- 2.1.2 Compléter, sur le document réponse 1, la chaîne d'énergie et la chaîne d'information.
- 2.1.3 Proposer d'autres moyens de chauffage électrique pour la réserve en les comparant à la solution retenue.
- 2.1.4 Sur le document réponse 1 « chaîne d'énergie et chaîne d'information », on remarque la présence d'un modulateur d'énergie. Justifier sa présence en indiquant son rôle dans l'application du chauffage de la réserve.

2.2 Détermination de la puissance nécessaire au chauffage de la réserve

- 2.2.1 A l'aide des informations du document ressource 1, calculer la puissance P_R nécessaire au chauffage de la réserve.
- 2.2.2 ☞ La réserve est actuellement équipée d'un convecteur de type F117T d'une puissance de 1500W. L'élément chauffant est une résistance (voir document technique).
- 2.2.2.1 L'installation est-elle compatible avec la puissance de chauffage P_R que vous avez déterminée à la question 2.2.1 ?
- 2.2.2.2 Calculer l'intensité du courant circulant dans le circuit de chauffage. On rappelle la relation $P = U \cdot I$ dans laquelle U est la valeur efficace de la tension du réseau ($U=230V$).
- 2.2.2.3 Calculer la résistance R du convecteur.
- 2.2.2.4 En vous référant au datasheet du relais OMRON G5LA-1A du dossier technique, préciser si le contact du relais est adapté pour commander un chauffage d'une telle puissance.
- 2.2.2.5 Evaluer le nombre de manœuvres que pourra réaliser le relais dans ces conditions.
- 2.2.3 ☞ La règle d'installation de chauffage par convecteurs préconise de placer au moins deux convecteurs si la surface de la pièce dépasse $30m^2$.
- 2.2.3.1 L'installation actuelle respecte-t-elle cette règle ?
- 2.2.3.2 Quelle est l'intérêt d'appliquer cette règle ?
- 2.2.3.3 En choisissant dans la gamme de convecteurs F117T (document technique), proposer une solution qui permettra de satisfaire cette règle tout en respectant l'exigence de chauffage.

2.3 Etude du principe de la régulation de température dans la réserve

☞ La consigne de température de la réserve est fixée à $19^\circ C$.

- 2.3.1 Donner la condition de température qui doit produire la mise en marche du radiateur ?
- 2.3.2 Donner la condition de température qui doit produire l'arrêt du radiateur ?
- 2.3.3 Compléter le tableau suivant en notant sur la deuxième ligne quel devrait être l'état (marche ou arrêt) du chauffage.

Température de la réserve ($^\circ C$)	15	20	17	19	19,1	18,5	18,9	19,3	20
Etat du chauffage									

- 2.3.4 Parmi les réponses proposées, quelle fonction mathématique simple doit être réalisée par le bloc « traiter l'information » du document réponse 1.

Fonctions	Addition	inversion	multiplication	comparaison	division
-----------	----------	-----------	----------------	-------------	----------

2.4 Etude de la modulation de l'énergie

☞ Le schéma de principe de la commande de la chauffe est donné au 5.b du dossier technique.

☞ On utilisera dans un premier temps une modulation d'énergie de type « Tout ou rien ».

2.4.1 Que signifie l'expression « modulation Tout ou rien » ?

2.4.2 ☞ Un relevé de la température au cours du temps est donné sur le document ressources 2 et vous disposez dans le dossier technique de la documentation du relais de commande du chauffage (OMRON G5LA-1A).

☞ Les conditions du relevé correspondent à une hystérésis de commande de 0,5°C :

- mise en marche de la chauffe si $T < 19^{\circ}\text{C}$
- arrêt de la chauffe si $T > 19,5^{\circ}\text{C}$

2.4.2.1 Déterminer la durée totale de la mesure en minutes puis en heures.

2.4.2.2 Déterminer la valeur maximale T_{maxi} de la température sur la plage de mesure.

2.4.2.3 Déterminer la valeur minimale T_{mini} de la température sur la plage de mesure.

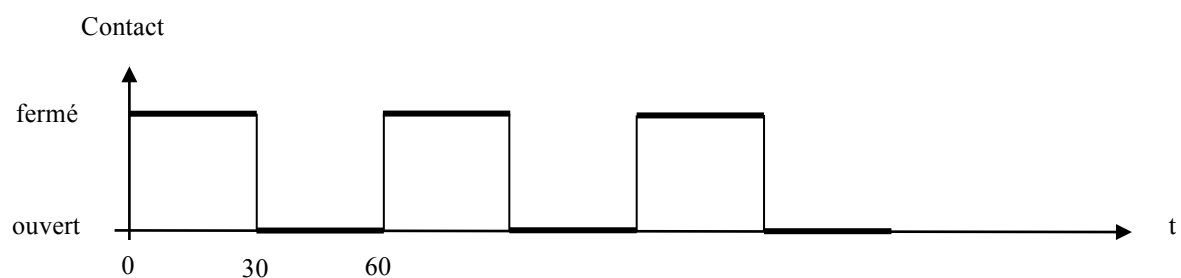
2.4.2.4 Calculer l'amplitude de la variation de température $\Delta T = T_{\text{maxi}} - T_{\text{mini}}$.

2.4.2.5 La température de la réserve est-elle conforme aux données du diagramme des exigences figurant dans le dossier technique, dans le cadre de la préservation des œuvres ? On s'intéressera aux valeurs limites de température ainsi qu'au taux de variations maximum.

2.5 Amélioration de la régulation

2.5.1 ☞ Pour réduire la vitesse de variation de la température, nous allons moduler la puissance du chauffage. Le signal de commande du relais aura une période de 1min.

Exemple : pour obtenir une puissance moyenne valant la moitié de la puissance installée, il suffit de fermer le contact durant 30s et de l'ouvrir durant 30s.



2.5.1.1 Représenter la séquence de commande permettant de chauffer au quart de la puissance installée en conservant la période de 1min.

2.5.1.2 Représenter la séquence de commande permettant de chauffer au trois quarts de la puissance installée en conservant la période de 1min.

2.5.2 ☞ Pour améliorer la régulation, on envisage la solution de diminuer l'hystérésis de la commande.

2.5.2.1 Comment la valeur de la variation de température $\Delta T = T_{\text{maxi}} - T_{\text{mini}}$ évoluera-t-elle lorsqu'on diminuera la valeur de l'hystérésis de commande ?

2.5.2.2 Comment le nombre d'utilisations du contact de commande évoluera-t-il lorsqu'on diminuera la valeur de l'hystérésis de commande ?

2.5.2.3 Conclure sur la validité de cette solution.

3- Compte-rendu

Rédiger un compte-rendu qui servira de support à la réalisation d'un diaporama pour l'exposé devant la classe.

1. La puissance théorique nécessaire au chauffage d'une pièce est donnée par la relation :

$$P = G \times V \times (T_i - T_e)$$

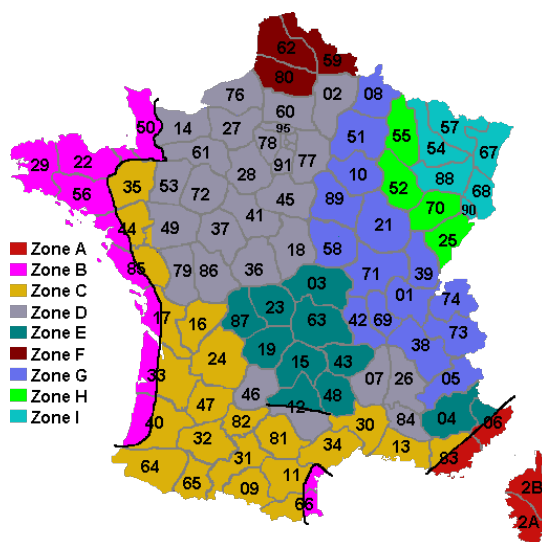
avec P : puissance de chauffage en W
 G : coefficient de déperdition volumique en $W \cdot ^\circ C^{-1} \cdot m^{-3}$
 V : Volume de la pièce en m^3
 T_i : température intérieure en $^\circ C$
 T_e : température extérieure de base en $^\circ C$

2. Caractéristiques de la réserve :

- La réserve mesure 7 mètres de long sur 6 mètres de large. Sa hauteur sous plafond est de 2,5 mètres.
- Sa rénovation selon la norme BBC rénovation 2009 lui assure une isolation thermique convenable.
- Les fenêtres restent fermées et occultées.
- La température intérieure sera maintenue à 19°C.
- Le taux d'hygrométrie est géré par un déshumidificateur de marque REXAIR D850E.

3. Température extérieure de base :

T_e est la température minimale quotidienne constatée cinq fois au moins au cours d'une année. Elle est fonction de la zone climatique et de l'altitude du lieu. La France est découpée en neuf zones climatiques selon la carte ci-dessous. Le musée est construit sur les falaises de Dieppe en seine maritime (76) à 60m d'altitude :



Tranches d'altitude	Zones climatiques (voir carte ci-dessous)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0 à 200m	-2	-4	-5	-7	-8	-9	-10	-12	-15
201 à 400m	-4	-5	-6	-8	-9	-10	-11	-13	-15
401 à 600m	-6	-6	-7	-9	-11	-11	-13	-15	-19
601 à 800m	-8	-7	-8	-11	-13	-12	-14	-17	-21
801 à 1000m	-10	-8	-9	-13	-15	-13	-17	-19	-23
1001 à 1200m	-12	-9	-10	-14	-17		-19	-21	-24
1201 à 1400m	-14	-10	-11	-15	-19		-21	-23	-25

4. Coefficient de déperdition volumique :

Qualité d'isolation	RT 2020	RT 2012	BBC rénovation 2009	RT 2005	HPE rénovation 2009	Ancien mal isolé	Ancien très mal isolé
G en $W \cdot ^\circ C^{-1} \cdot m^{-3}$	0	0,22	0,47	0,58	0,87	1,12	1,79

Relevé de la température de la réserve au cours du temps :

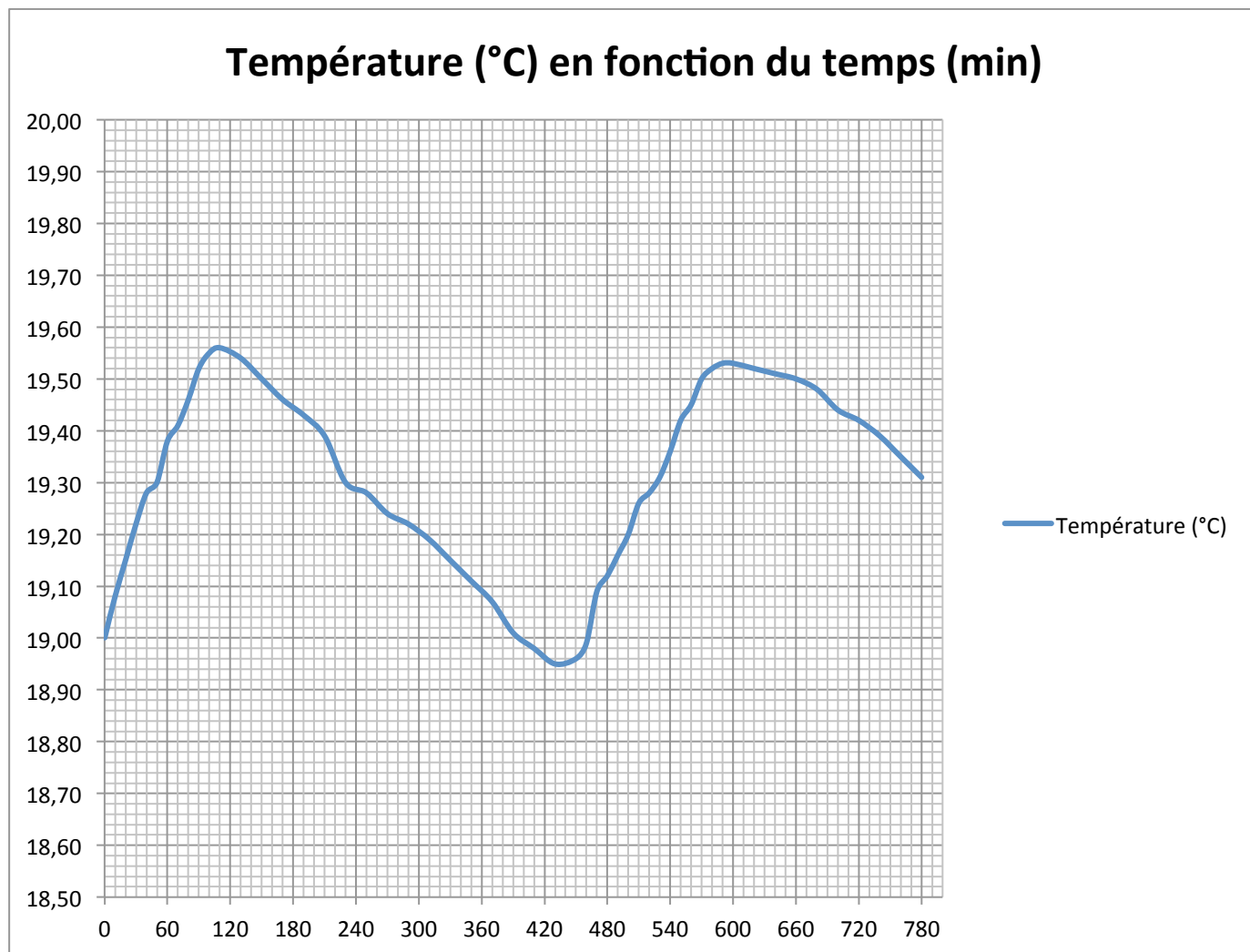


Tableau de valeurs :

Temps (min)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	130	150
Température (°C)	19,00	19,08	19,15	19,22	19,28	19,30	19,38	19,41	19,46	19,52	19,55	19,56	19,54	19,50

Temps (min)	170	190	210	230	250	270	290	310	330	350	370	390	410
Température (°C)	19,46	19,43	19,39	19,30	19,28	19,24	19,22	19,19	19,15	19,11	19,07	19,01	18,98

Temps (min)	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550
Température (°C)	18,95	18,96	18,99	19,09	19,12	19,16	19,20	19,26	19,28	19,31	19,36	19,42	19,45

Temps (min)	560	570	580	600	620	640	660	680	700	720	740	760	780
Température (°C)	19,50	19,52	19,53	19,53	19,52	19,51	19,50	19,48	19,44	19,42	19,39	19,35	19,31

Document réponse1 : chaîne d'énergie et chaîne d'information pour le chauffage de la réserve

