

MUR CAPTEUR À ACCUMULATION D'ÉNERGIE

Niveau :

Notions et contenu :

Energie interne ; température
Capacité thermique massique

Type d'activité :

Compétences travaillées ou évaluées :

S'approprier
Elaborer – Réaliser
Analyser – Valider
Communiquer

Résumé :

Après la découverte du principe d'un mur capteur à accumulation d'énergie, les élèves doivent mettre au point et réaliser une manipulation permettant de déterminer la capacité thermique massique du béton par la méthode des mélanges.

Pour finir, les élèves doivent faire une application numérique dans un cas concret et conclure.

Auteur, établissement : Cédric DESPAX, Lycée Boissy d'Anglas, ANNONAY (07)

Date de création : 11 févr. 2015

Durée estimée de l'activité : 2H

Matériel nécessaire (7 groupes) :

- 7 calorimètres
- 7 balances électroniques
- 7 pissettes d'eau froide
- 7 thermomètres
- 7 éprouvettes graduées de 250 mL
- 7 petits morceaux de béton à 60°C **dans une étuve**

MUR CAPTEUR À ACCUMULATION D'ÉNERGIE



Compétences mises en jeu durant l'activité :

Compétences générales :

- ✓ Être autonome, s'impliquer.
- ✓ Elaborer et réaliser un protocole expérimental en toute sécurité.

Compétence(s) spécifique(s) :

- ✓ Mesurer des températures.
- ✓ Définir la capacité thermique massique.
- ✓ Associer l'échauffement d'un système à l'énergie reçue, stockée sous forme d'énergie interne.
- ✓ Exprimer la variation d'énergie d'un solide ou d'un liquide lors d'une variation de température.

I. But

- Découvrir le principe de fonctionnement d'un mur à accumulation d'énergie et déterminer expérimentalement la capacité thermique du béton.

II. Situation de départ

(s'approprier)



Un élève de 1STI2D est en stage dans un bureau d'étude thermique bâtiment.

Son maître de stage travaille sur un projet de maison avec un mur capteur à accumulation d'énergie et respectant la RT 2012.

Dans le cadre de son stage et parce qu'il connaît la réputation de cette filière, il n'hésite pas à lui confier une partie de l'étude. Il lui demande alors de réfléchir à ces deux questions :

Quelle est la température finale du mur après son ensoleillement en période hivernale

Ce mur suffira-t-il à chauffer la pièce une fois le soleil passé



II. Travail à rendre

(communiquer)



- Rédiger un rapport informatisé complet dans lequel doit figurer l'intégralité de votre démarche (expérience(s), calcul(s)...) et les réponses aux questions posées.
- **Sans oublier d'y indiquer votre nom**, envoyer ce rapport au **format pdf** par mail à l'adresse suivante : prof.despax@gmail.com

III. Documents

(s'approprier)

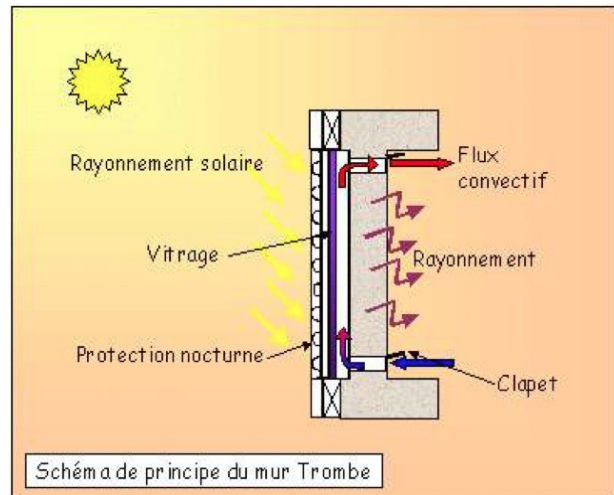
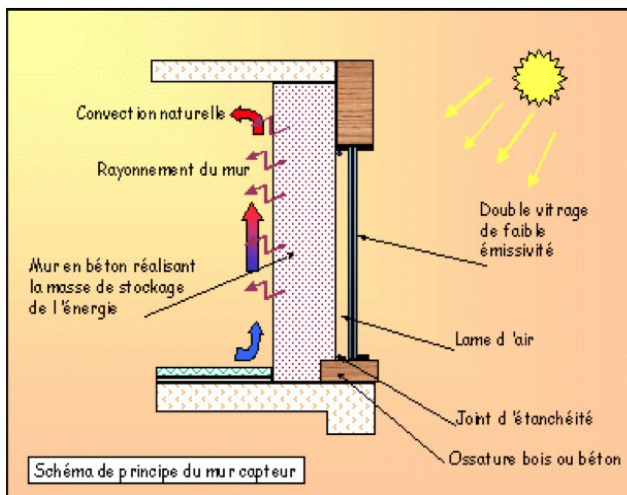


III.1. Doc.1 : Principe d'un mur capteur à accumulation d'énergie

Le mur capteur utilise le principe de l'effet de serre. Il est constitué d'un vitrage disposé devant un mur maçonné à forte inertie et séparé de celui-ci par une lame d'air. Le rayonnement solaire est capté et accumulé dans la masse du mur qui stocke momentanément la chaleur pour la restituer après un déphasage de quelques heures. La durée de ce déphasage dépend de l'épaisseur du mur et de sa nature (nature et inertie des matériaux,...).

Plusieurs paramètres font varier les performances énergétiques d'un mur capteur :

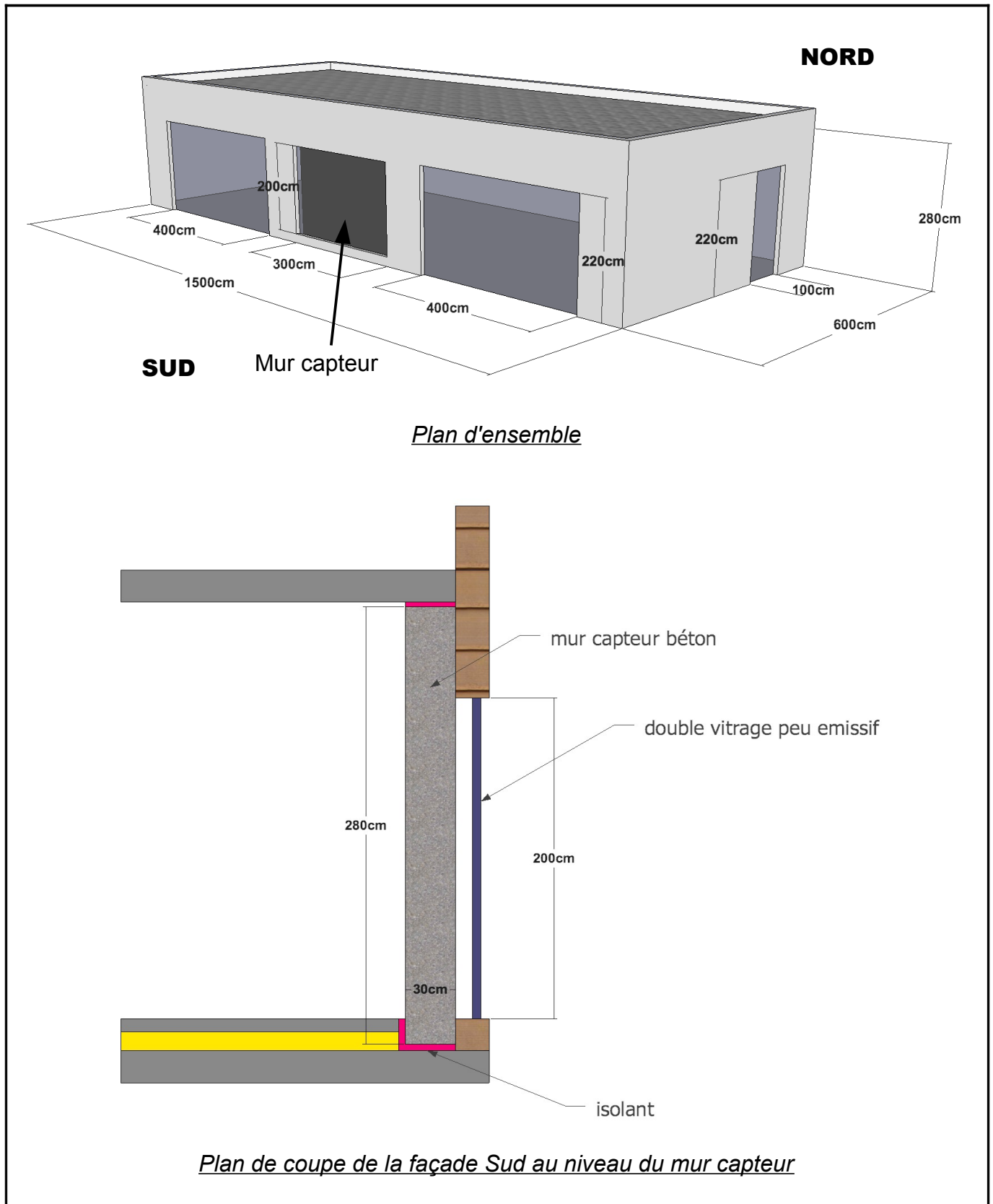
- son orientation et son dimensionnement : l'orientation préconisée pour un mur capteur est le Sud (+ ou - 30°) puisqu'il s'agit, comme dans le cas d'une serre, de capter un maximum de rayonnement solaire en hiver. Le dimensionnement du mur capteur est à mettre en relation avec le dimensionnement des surfaces vitrées.
- sa typologie et son fonctionnement : il existe plusieurs types de murs capteurs : le mur trombe, le mur capteur maçonné, le mur capteur à isolation transparente, le mur capteur double-peau.



III.2. Doc.2 : Hypothèses d'étude

- **Toute l'énergie rayonnante reçue** par le mur capteur est **emmagasinée** sous forme d'énergie thermique durant l'ensoleillement du mur.
- **Toute l'énergie emmagasinée** par le mur capteur est **restituée sans perte** à la pièce une fois son ensoleillement terminé.
- Durée d'ensoleillement : **6h**
- Température du mur capteur au début de son l'ensoleillement : **18°C**
- Energie solaire moyenne reçue : **1000 kWh/m²/an**
- Puissance de chauffage nécessaire moyenne d'une maison respectant la RT 2012 : **10 à 20 W/m²**

III.3. Doc.3 : Plans du projet de maison

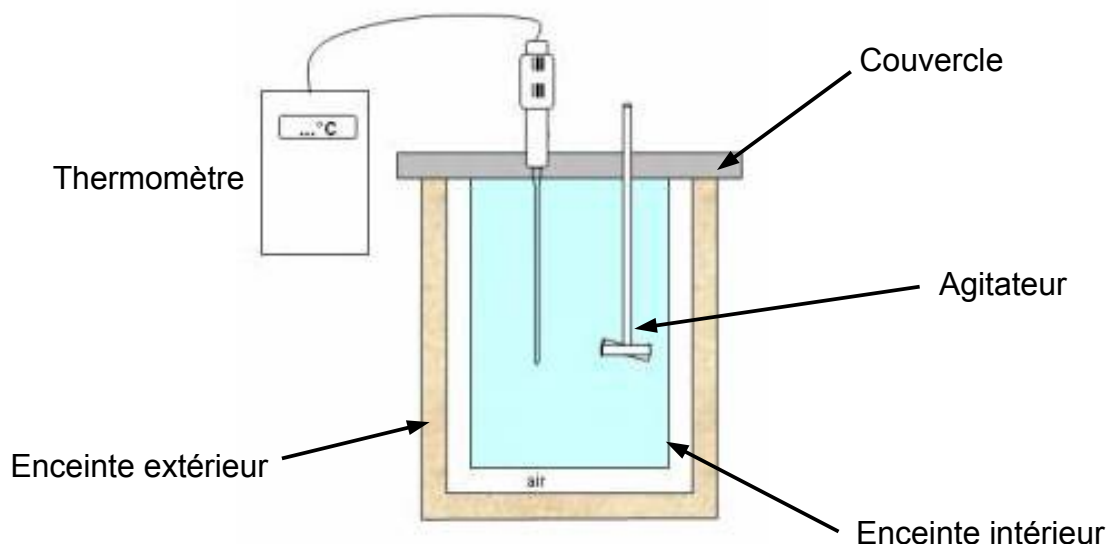


III.4. Doc.4 : Matériel disponible

- 1 calorimètre
- 1 balance
- 1 petit morceau de béton placé dans une étuve à 50°C
- 1 pissette d'eau froide
- 1 thermomètre
- 1 éprouvette graduée de 250 mL

III.5. Doc.5 : Calorimètre

Le calorimètre est un appareil destiné à mesurer les échanges d'énergie thermique. Cet échange peut se produire entre plusieurs corps, mettre en jeu des changements d'état ou des réactions chimiques.



Le calorimètre constitue un système thermodynamique isolé, ce qui implique qu'il n'y a pas d'échange de matière et d'énergie avec le milieu extérieur.

Néanmoins, cela ne signifie pas qu'il n'y a pas d'échange d'énergie thermique entre les différentes parties de l'ensemble calorimétrique (composés objets de l'étude, accessoires et paroi du calorimètre...).

III.6. Doc.6 :Données physiques et thermodynamiques

- Masse volumique du béton : $\rho_{\text{béton}} = 2\,200 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- Capacité thermique massique de l'eau : $4,18 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- Capacité thermique spécifique du calorimètre : $C_{\text{calo}} = 160 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

IV. Etude préliminaire

(s'approprier, analyser)



1. Faire le bilan énergétique du mur capteur lors de son ensoleillement en tenant compte des hypothèses d'étude du **Doc.2**.
2. Rappeler l'expression de la variation d'énergie thermique du mur au cours de son ensoleillement en fonction de sa masse de sa capacité thermique et de sa variation de température.
3. Quelle est la donnée thermodynamique manquante permettant de déterminer la température du mur capteur après son ensoleillement ?
4. Faire le bilan énergétique du mur capteur après son ensoleillement en tenant compte des hypothèses d'étude du **Doc.2**.

Appel du professeur

V. Détermination de la capacité thermique massique du béton

V.1. Manipulations

(élaborer, réaliser)



- A l'aide du matériel disponible, élaborer et noter un protocole expérimental permettant de déterminer la capacité thermique massique du béton.



Faire un schéma annoté et des phrases explicatives.

Appel du professeur

- Une fois validé par votre professeur, réaliser votre protocole.
- Faire le schéma de la manipulation s'il diffère du précédent et noter vos résultats.

Appel du professeur

V.2. Exploitation des résultats

(analyser)



- Faire le bilan énergétique de la manipulation précédente.
- En déduire la capacité thermique massique du béton.
- Comparer votre résultat à la valeur théorique de $880 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Appel du professeur

VI. Conclusion

(valider)



- Déterminer la température du mur capteur à la fin de la journée.
- Calculer la puissance de chauffage de ce mur une fois son ensoleillement terminé.
- Une autre source de chaleur est-elle nécessaire pour chauffer cette habitation ? Commenter.

Appel du professeur

MUR CAPTEUR À ACCUMULATION D'ÉNERGIE



Grille d'évaluation :

Compétences	Coeff	Indicateurs choisis	Niveaux de maîtrise			
			A	B	C	D
S'approprier	1	Répondre aux questions préliminaires.				
Elaborer/Réaliser	3	Placer un petit morceau de béton chaud avec de l'eau froide dans le calorimètre et attendre l'équilibre thermique. Peser le morceau de béton. Mesurer ou peser le volume d'eau. Placer l'eau froide dans le calorimètre, attendre l'équilibre thermique et mesurer la température de l'eau avant d'ajouter le morceau de béton. Mesurer la température finale du mélange. Agiter pour homogénéiser le système.				
Analyser	2	Réaliser le bilan énergétique de la manipulation. Calculer l'énergie thermique reçue par l'eau. Calculer l'énergie thermique reçue par le calorimètre. Déterminer l'énergie cédée par le morceau de béton et sa capacité thermique massique.				
Valider	2	Déterminer la température du mur capteur à la fin de la journée. Calculer la puissance de chauffage de ce mur une fois son ensoleillement terminé. Déterminer si une autre source de chaleur est-elle nécessaire pour chauffer cette habitation. Commenter.				
Communiquer	2	Envoyer le fichier au bon format Faire apparaître sur le compte rendu : <ul style="list-style-type: none"> • le schéma et commentaires de la manip réalisée ; • les résultats obtenus ; • les calculs réalisés ; • une conclusion. 				
Note proposée (en nombre entier) :			/20			

Niveau **A** : les indicateurs choisis apparaissent dans leur (quasi)totalité

Niveau **B** : les indicateurs choisis apparaissent partiellement

Niveau **C** : les indicateurs choisis apparaissent de manière insuffisante

Niveau **D** : les indicateurs choisis ne sont pas présents