

## Master 2 Recherche ECD

### Module « Eco-conception et Construction Durable »

K. ABAHRI- A. FERAILLE - B. YRIEIX - E. WALTHER

#### EXAMEN

Vendredi 25/11/2016

Tous documents autorisés - durée 3h

Il est conseillé de traiter chacun des exercices (indépendants)

Chacun des exercices sera rédigé sur une copie séparée

Donner des réponses concises en les justifiant.

<b>1</b>	<b>EXERCICE 1 (ANALYSE DU CYCLE DE VIE)</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>EXERCICE 2 (MATÉRIAUX ISOLANTS)</b>	<b>2</b>
2.1	DU POINT DE VUE THERMIQUE, QUELLE ERREUR FAIT-ON EN NÉGLIGEANT LA DALLE ET LA CHAPE ?	2
2.2	EPAISSEUR TOTALE	2
2.3	SOLUTION PIV (PANNEAU ISOLANT SOUS VIDE)	3
<b>3</b>	<b>EXERCICE 3 (MATÉRIAUX BIO-SOURCÉS)</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>EXERCICE 4 (1 CONFORT ET CONCEPTION BIOCLIMATIQUE)</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>EXERCICE 5 (PANNEAU ISOLANT SOUS VIDE)</b>	<b>5</b>
5.1	- CONDUCTIVITE EN FIN DE VIE	5
5.2	- PIV PERCÉ	5

## 1 Exercice 1 (Analyse du cycle de vie)

Rappeler les 4 étapes de l'Analyse de Cycle de Vie selon la norme ISO 14040

Rappeler les principes de base de l'approche ACV. Que permettent-ils d'éviter ?

Qu'est-ce qu'une unité fonctionnelle (UF) ? Donner un exemple ?

Donner un exemple d'indicateur d'impact et son unité ?

Dans quels cas doit-on utiliser les allocations ?

## 2 Exercice 2 (Matériaux isolants)

On considère un plancher bas sur terre-plein, non isolé, à rénover thermiquement par la technique classique de la chape flottante sur isolant comme représenté sur la figure ci-dessous où l'isolant est bleu (ou gris foncé si imprimer en N&B).

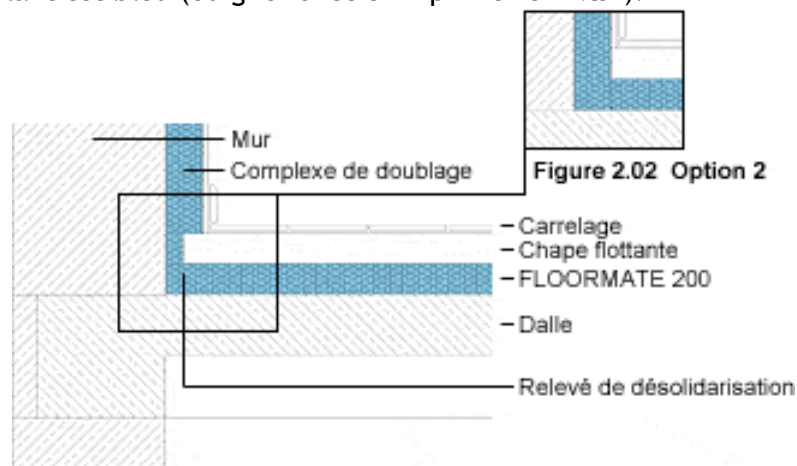


Figure 2.02 Chape flottante / Principe - Option 1

Considérant que :

- Epaisseur chape traditionnelle = 5 cm
- Résistance thermique requise (LTE 2015)  $R_t \geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
- Coefficient de transfert thermique de la dalle plus la chape  $U_{\text{Dalle}+\text{Chape}} = 4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

**2.1 Du point de vue thermique, quelle erreur fait-on en négligeant la dalle et la chape ?**

### 2.2 Epaisseur totale

En négligeant thermiquement la dalle et la chape, quelle est l'épaisseur totale rajoutée par cette rénovation de plancher en fonction des isolants choisis ?

Isolant	$\lambda$ (mW/(m.K))
PSE (I3)	38.5
PSX (I4)	29
PUR	22

Laine de roche 140 kg/m <sup>3</sup>	38
Laine de bois 250 kg/m <sup>3</sup>	48

### 2.3 Solution PIV (panneau isolant sous vide)

En utilisant le PIV Slimvac® de Microtherm, certifié avec une conductivité = 7 mW/(m.K) pour les épaisseurs de 10 à 40 mm, on parvient à paver 90 % de la surface. Le complément est assuré par des bandes de laine de verre (LM) haute densité de même épaisseur que le PIV et de conductivité thermique = 32 mW/(m.K).

Exprimer le coefficient de transfert thermique en partie courante de la paroi opaque  $U_c$  en fonction de l'épaisseur de l'isolant (PIV + LM).

En déduire l'épaisseur pour atteindre une résistance thermique équivalente de partie courante de 3 m<sup>2</sup>.K/W.

Associé à une chape en béton fibré à ultra haute performance d'épaisseur 20 mm et à une couche inférieure de protection du PIV de 3 mm, quelle sera l'épaisseur totale de la solution de rénovation (couche de protection + isolant + chape) ?

## 3 Exercice 3 (Matériaux bio-sourcés)

### A. Propriétés hydriques

1. Nous étudions dans cette partie l'isotherme de sorption désorption du bois massif épicéa :
  - i) Citer en quelques mots la différence entre la méthode gravimétrique et la méthode volumétrique pour la mesure de l'isotherme de sorption désorption ?
  - ii) Donner le type d'hystérésis du bois massif ? Justifier en quelques mots votre réponse.
  - iii) Par quelle loi phénoménologique sont décrits les processus d'adsorption désorption dans la région hygroscopique B? Quel est le modèle le plus adapté dans ce cas ?
  - iv) Quelle est l'hypothèse principale de validité du modèle BET?
- 2) L'OSB présente un MBV moyen de 1.23 [g/m<sup>2</sup>%HR] et l'isolant de fibre en bois présente une valeur moyenne MBV de 2.7 [g/m<sup>2</sup>%HR]. Classifiez ces deux matériaux selon le protocole Nordtest ? Commentez votre réponse.

### B. Propriétés thermiques et structurelles

1. Quelles sont les principales caractéristiques des matériaux résultantes de l'essai prosimètrie au mercure ?
2. Justifier par un exemple le lien entre la microstructure et les fonctionnalités ou qualités physique de l'isolant de fibre en bois.

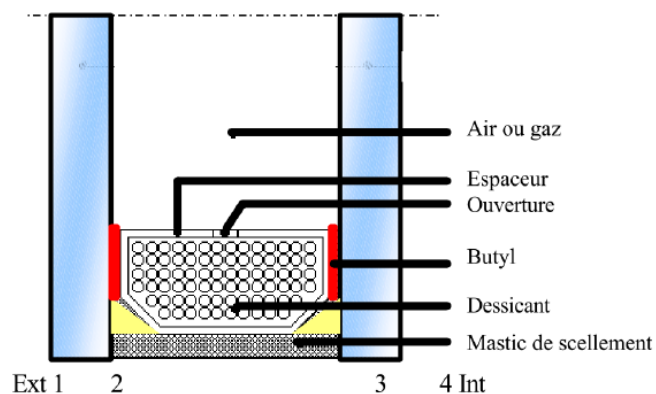
3. Comment accéder à la conductivité thermique des isolants thermique fibreux (laine de verre, laine de roche ...)? quelle est la technique la plus adaptée pour ce type de mesure ?

### C. Durabilité

1. Qu'est ce qui diffère les matériaux biosourcés à base de plantes végétales par rapport à d'autres types de matériaux de construction (ex. le béton ou l'acier) lors de leur mise en fonction ?
2. Donner le palier d'humidité relative critique à partir duquel il y aura un risque de développement de moisissures pour des températures supérieures à 20°C.
3. Quelles sont les principaux paramètres physiques qui affectent le développement de moisissures dans les matériaux biosourcés issus à base de la biomasse végétale.

## 4 Exercice 4 (Confort et conception bioclimatique)

- a) Quel est le besoin annuel d'énergie en eau chaude sanitaire pour une famille de 4 personnes ? Combien de litres de fioul cela représente-t-il ? (1L fioul ~ 10kWh)
- b) Quelle est la puissance émise par le métabolisme humain au repos (1 met) ? (en W)
- c) Pourquoi le régime dynamique doit-il être pris en compte pour le confort en occupation transitoire des espaces ?
- d) Expliquez simplement l'effet de serre.
- e) Quel est l'intérêt d'une couche basse émissivité en position 3 d'un double vitrage ? (voir la figure pour rappel)



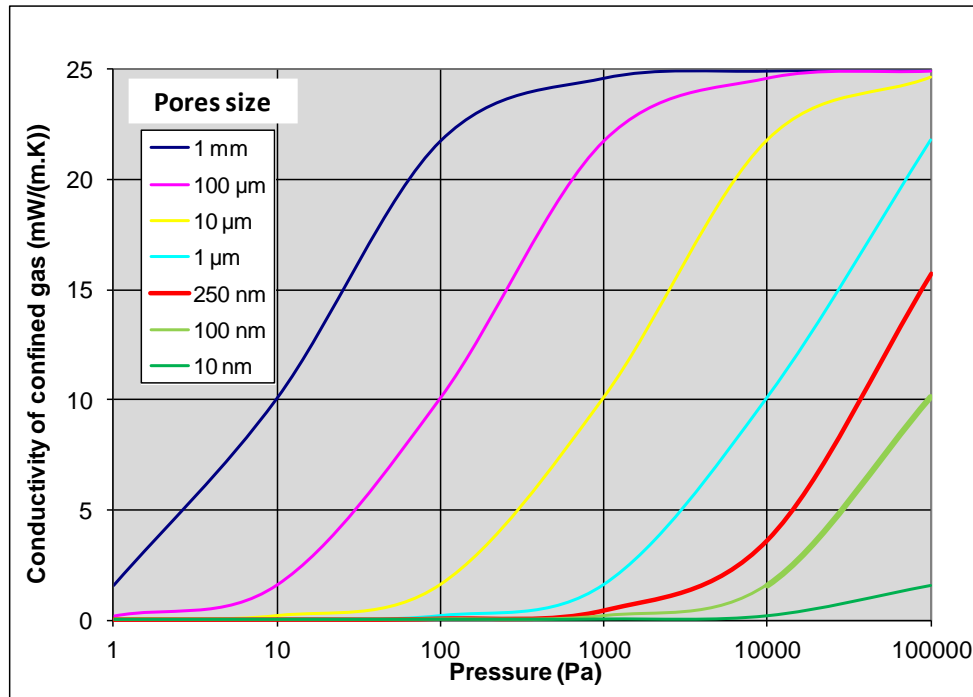
- f) Quel est l'intérêt de l'inertie dans le bâtiment ? Son désavantage ?

- g) Pour augmenter le confort au contact d'une rambarde, on souhaite avoir le matériau le moins « froid » possible : la rambarde étant à 10°C, faut-il choisir du PVC ou du bois ? (Calculer les deux températures de contact avec la main)

## 5 Exercice 5 (Panneau Isolant sous Vide)

On considère un PIV à base de silice pyrogénée :

- Diamètre de pores représentatif : 250 nm ;
- A l'état neuf (pression interne initiale  $P_{int} = 1$  mbar), la conductivité  $\lambda_i = 4.5$  mW/(m.K) ;
- Dont le comportement de Knudsen du gaz est rappelé sur la figure ci-dessous.



### 5.1 - Conductivité en fin de vie

En fin de vie :

- la pression interne est de 100 mbar principalement à cause de la perméance de l'air au travers de l'enveloppe barrière ;
- la somme (radiativité + conduction solide) du matériau de cœur a augmenté de 1.5 mW/(m.K) principalement à cause de la perméance de la vapeur d'eau au travers de l'enveloppe barrière ;

Quelle est la conductivité du panneau en fin de vie ?

### 5.2 - PIV percé

Lors de la pose l'enveloppe du PIV est percée. Quelle est alors sa conductivité ?

Le matériau de cœur s'équilibre ensuite lentement avec l'humidité relative ambiante (moyenne 50 %). La conduction solide du cœur augmente de ce fait de 4 mW/(m.K), quelle est la conductivité finale de ce panneau percé ?