

Service d'Etudes et Réalisations Mécaniques

| | | | |
|--|-------------------|---------------|-----------------------------|
| Document réf. LPSC/SERM/ILC/MEMO/02 | N°EDMS I-***** | Nb de Pages : | Enregistré le : 15/07/09 |
|--|-------------------|---------------|-----------------------------|

PROJET : ILD

TITRE : Définition de slab test simplifié.

Auteurs: J.GIRAUD

A partir des documents:

- GLAST-LLR-TN-080 (caractéristiques des matériaux composites en conduction)
- Présentation de 2006 Steve SNOW (Manchester)

Vérificateurs: -

Destinataires : Equipe réalisant les tests thermiques

Résumé :
Définition de Slab tests simplifiés pour la réalisation des qualifications thermiques dans le démonstrateur.

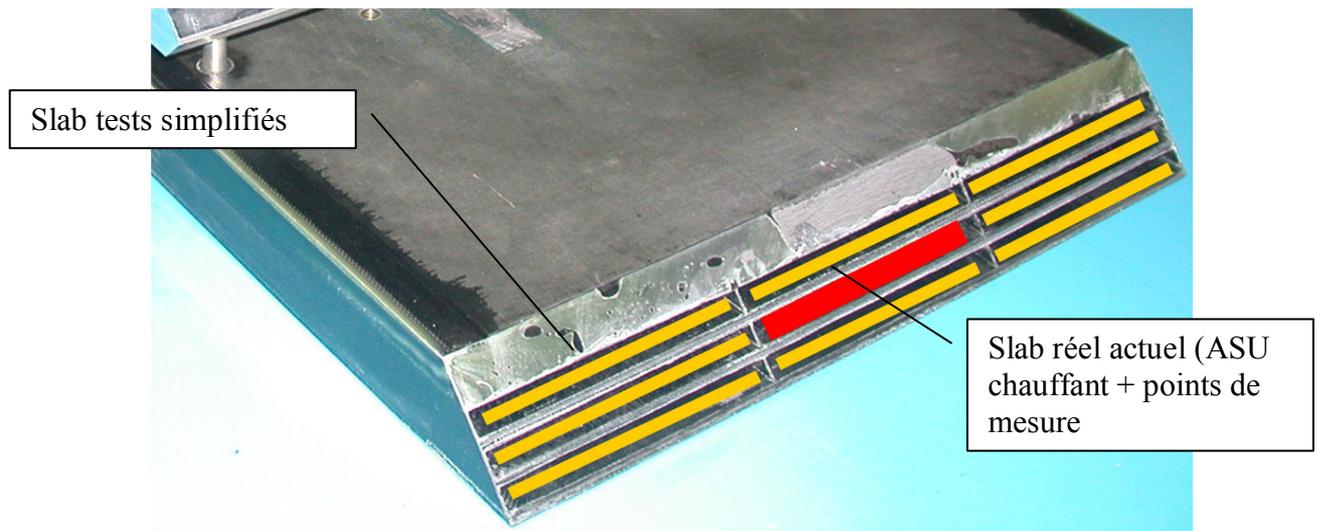
Archivage : site SERM

| Révision | Modifications | Date |
|----------|------------------|----------|
| 0 | Version initiale | 15/07/09 |

| | | |
|---|--|----------------------------|
|  | Mise à jour des paramètres ECAL Si/W CALICE-ILD | Ref LPSC/SERM/ILC/NI/09-01 |
| | | Issue 0 |
| | | Date 17/07/2009 |
| | | Page 2 |

L'objet de ce mémo est de définir les matériaux pour la réalisation des slabs de tests simplifiés devant servir aux tests thermiques dans le démonstrateur.

Le but de ces slabs tests simplifiés est de reproduire l'effet de 'symétrie en puissance' que l'on peut trouver dans un montage réel.



Définition du besoin des SLAB tests simplifiés :

- Reproduire en position et en puissance le SLAB test (position ASU 6 et puissance : 0 => 1 W).
- Etre représentatif de la conduction du SLAB test en transversal (épaisseur) et longitudinal).
- Avoir une information en température au plus près de l'élément chauffant.
- Etre simple à réaliser.

| | | |
|---|--|----------------------------|
|  | Mise à jour des paramètres ECAL Si/W CALICE-ILD | Ref LPSC/SERM/ILC/NI/09-01 |
| | | Issue 0 |
| | | Date 17/07/2009 |
| | | Page 2 |

Une feuille Excel est réalisée pour calculer les conductions du SLAB test et du SLAB test simplifié dans les 2 axes.

| | Matériau | Epaisseur (mm) | Conductivité (W/(m.k)) | Transverse | | Longitudinal | | | |
|------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------------|--------------------------------|-------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------|
| | | | | Résistance thermique K/W (e/λ) | % | Conductance W/K (λ/e) | Résistance thermique K/W (1/(λ x S)) | Conductance W/K (λ/e) | |
| SLAB TEST AVEC ASU CHAUFFANT | Cuivre | 0.5 | 380 | 0.000013 | 0.00% | 760 000 | 5 | 0.19 | |
| | Pcb hors plan | 0.8 | 0.2 | 0.0040 | 7.74% | 250 | | | |
| | Pcb dans le plan | 0.8 | 10 | | | | 125 | 0.008 | |
| | Kapton | 0.1 | 0.16 | 0.00063 | 1.21% | 1 600 | 62 500 | 0.000016 | |
| | Air | 0.1 | 0.0262 | 0.0038 | 7.39% | 262 | 381 679 | 0.000026 | |
| | Verre | 0.5 | 1.4 | 0.00036 | 0.69% | 2 800 | 1 429 | 0.00070 | |
| | Fibre de carbone hors plan | 0.15 | 0.35 | 0.000429 | 0.83% | 2 333 | | | |
| | Fibre de carbone dans le plan | 0.15 | 1 | | | | 6 667 | 0.00015 | |
| | Tungstène | 2.8 | 177 | 0.000016 | 0.03% | 63 214 | 2 | 0.50 | |
| | Fibre de carbone hors plan | 0.15 | 0.35 | 0.000429 | 0.83% | 2 333 | 19 048 | | |
| | Fibre de carbone dans le plan | 0.15 | 1 | | | | 6 667 | 0.00015 | |
| | Air | 1.1 | 0.0262 | 0.042 | 81.27% | 24 | 34 698 | 0.000029 | |
| | | Somme ou 1/somme | 6.2 | | 0.052 | 100% | 8.33E+05 | 1.95E-06 | 1.440 |
| SLAB pour charge thermique | Depron | 3 | 0.035 | 0.086 | 65% | 2 | 9 524 | 0.00011 | |
| | Cuivre | 2 | 380 | 0.0000053 | 0% | 24989 | 1.316 | 0.76 | |
| | Air | 1.2 | 0.0262 | 0.046 | 35% | 3 | 31 807 | 0.000031 | |
| | | Somme ou 1/somme | 6.2 | | 0.132 | 100% | 2.50E+04 | 2.42E-05 | 1.32 |
| | | | | RAPPORT | 0.39 | | 33.3 | 0.08 | 1.09 |

Avec un slab constitué d'une couche de depron 3 mm et d'une plaque de cuivre de 2 mm on a les caractéristiques suivantes :

- Transverse : Slab test simplifié est plus isolant (facteur supérieur à 2) => favorable pour notre test.
- Longitudinal : la conduction du Slab test simplifié est équivalente au slab test

Remarque : dans ce calcul le tungstène est considéré comme continu alors qu'il coupé à 2 endroits. L'effet de cette coupe doit être négligeable compte tenu que l'espace entre les plaques de tungstène est faible.

Méthode appliquée pour la conduction transverse :

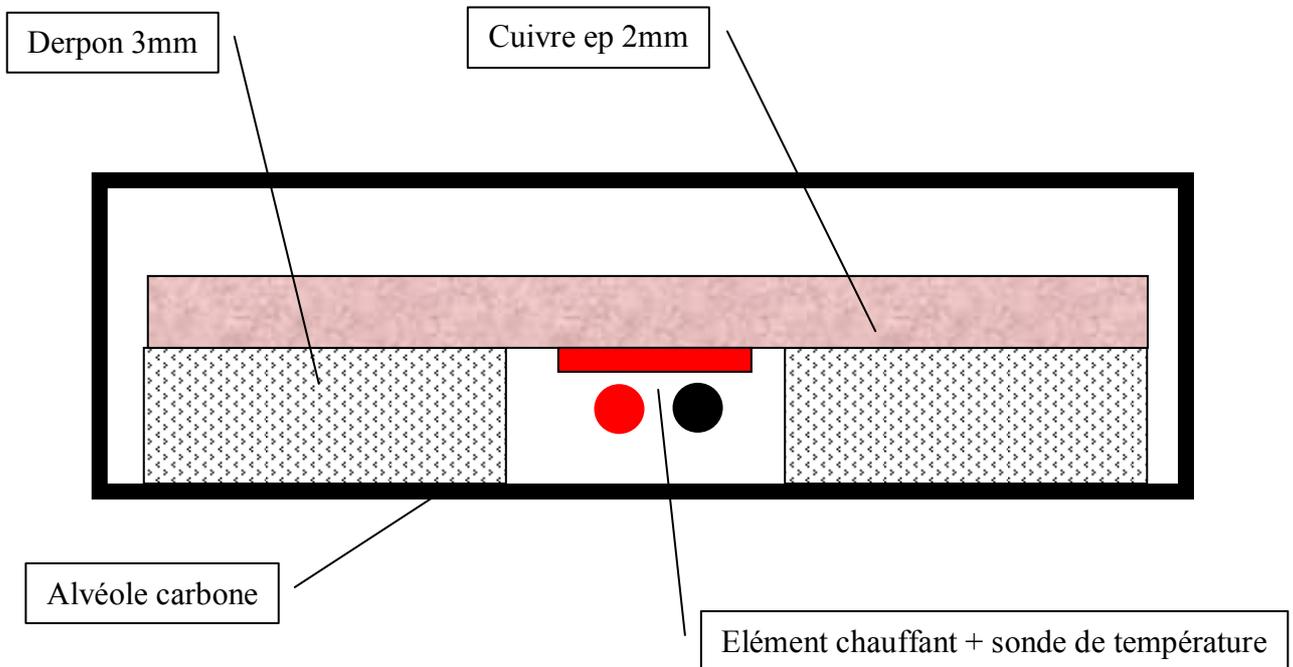
$$r_{th} = \sum r_{th} \text{ avec } r_{th} = \frac{e}{\lambda \times s} \text{ avec } s = 1 \text{ (unitaire) et } e \text{ épaisseur de la couche.}$$

Méthode appliquée pour la conduction longitudinale:

$$\frac{1}{r_{th}} = \frac{1}{r_{th1}} + \frac{1}{r_{th2}} \dots \text{ avec } r_{thx} = \frac{e}{\lambda \times s} \text{ avec } e = 1 \text{ (unitaire) et } s = 1 \times a \text{ (a étant l'épaisseur de la couche)}$$

| | | |
|---|--|----------------------------|
|  | Mise à jour des paramètres ECAL Si/W CALICE-ILD | Ref LPSC/SERM/ILC/NI/09-01 |
| | | Issue 0 |
| | | Date 17/07/2009 |
| | | Page 2 |

Vue en coupe d'un Slab test simplifié :



Données thermiques :

Présentation de 2006 Steve SNOW (Manchester)

Thermal conductivities

Based on standard tables **plus some guesses**.

Section from FlexPDE code:

```

C_W      = 0.177    { conductivity of tungsten    W/(mm*K) }
C_Si     = 0.168    { silicon }
C_Al     = 0.180    { aluminium }
C_N      = 0.000024 { nitrogen or air }
{ below here are guesses }
C_g_SiH  = 0.0002   { glue Si to H }
C_g_AlH  = 0.0002   { glue Al foil to H }
C_g_SiPCB = 0.010   { glue Si to PCB }
C_CF_in   = 0.05    { carbon fibre in-plane }
C_CF_out  = 0.005   { carbon fibre out-of-plane }
C_PCB_in  = 0.01    { PCB in-plane }
C_PCB_out = 0.002   { PCB out-of-plane }

```

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | <p><i>Mise à jour des paramètres ECAL Si/W CALICE-ILD</i></p> | Ref LPSC/SERM/ILC/NI/09-01 |
| | | Issue 0 |
| | | Date 17/07/2009 |
| | | Page 2 |

GLAST-LLR-TN-080 (caractéristiques des matériaux composites en conduction)

“Thus, for the CAL thermal simulation, we will assume the 2 following in-plane (k_{LC}) and transverse (k_{TC}) conductivities:”

$$k_{LC} = 1 \text{ W/(m.K)}$$

$$k_{TC} = 0.35 \text{ W/(m.K)}$$