

Qu'est ce qu'un panneau dans un satellite?

Il contient:

- Des éléments électroniques pour le fonctionnement du satellite
- Des éléments de régulation de la température
- Des éléments électroniques pour la mission « Télécom »

Il peut y avoir plusieurs panneaux dans un satellite et sont « rangés » à l'intérieur du satellite la plupart du temps.

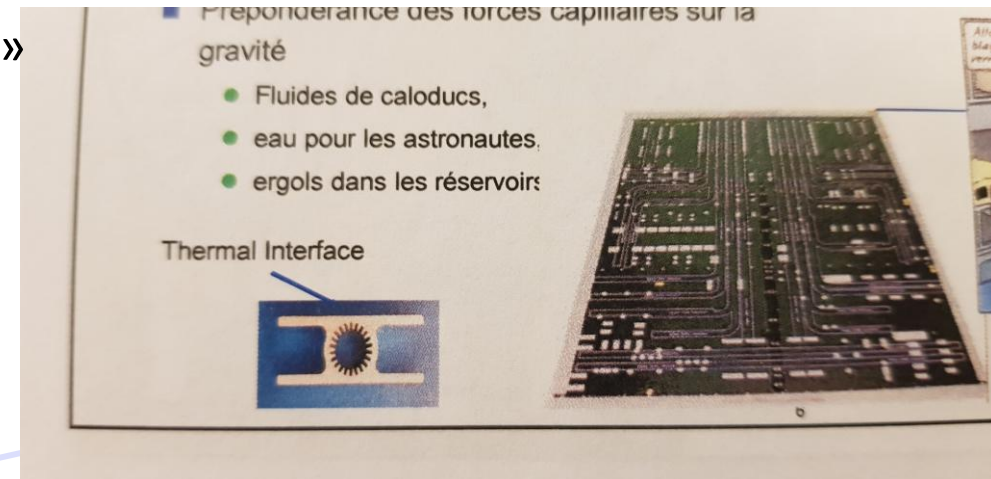


Photo : cours de thermique et environnement spatial T.Dargent

Bilan thermique dans un satellite?

ThalesAlenia Space

Equation de bilan thermique (2)

Stored Energy	Absor - bed Solar flow	Absor - bed Earth Albedo	Absor - bed Earth IR	Internal dissipation	Conduction to other nodes	Radiation to other nodes
$MC_i \cdot \frac{dT_i}{dt}$	$\alpha_i \cdot S_i \cdot \phi_s$	$\alpha_i \cdot S_i \cdot \phi_a$	$\varepsilon_i \cdot S_i \cdot \phi_T$	Q_i	$\sum_j GL_{ij} \cdot (T_j - T_i)$	$\sum_j \sigma \cdot GR_{ij} (T_j^4 - T_i^4)$

MC_i = Heat capacitance of node i (= Mass x Cp) [in J/K]
α_i = Solar absorptance of Node i [-]
ε_i = IR emissivity of node i [-]
S_i = Projected area of node i [m²]
Q_i = Internal dissipation of node i [W]
φ_s = Incident solar radiation [W]
φ_a = Incident Albedo radiation [W]
φ_T = Incident Earth IR radiation [W]
GL_{ij} = Linear Conductance between node i and j [W/K]
GR_{ij} = Radiative Exchange factor between node i and j [m²]
σ = Stefan Boltzman constant [= 5.67.10⁻⁸ W/m²/K⁴]

THALES
All rights reserved, 2007, Thales Alenia Space

97

Photo : cours de thermique et environnement spatial T.Dargent

II. Réduction d'un panneau

Il s'agit tout d'abord de travailler avec une **méthode nodale** avec des **zones** considérées comme **isothermes**: chaque zone isotherme est représentée par un nœud dit "thermique".

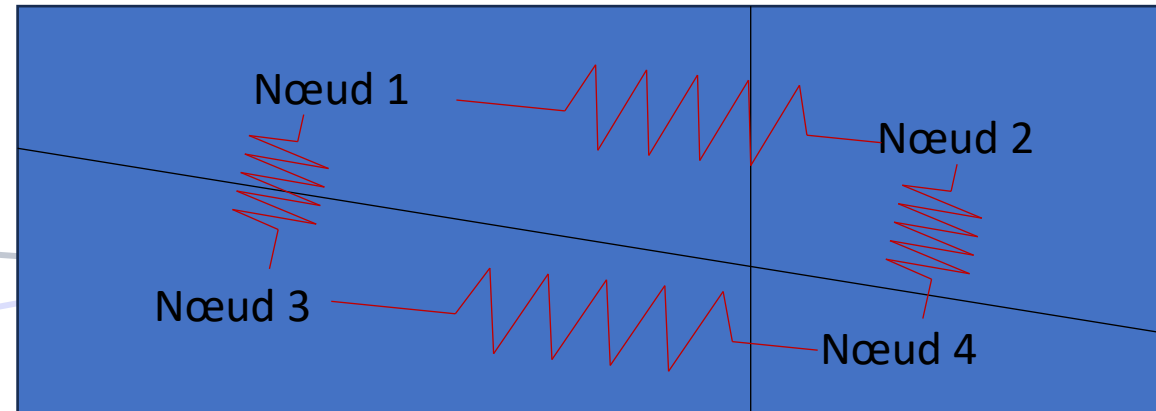
La répartition des nœuds dans l'espace n'est donc pas égale.

II. Réduction d'un panneau

1. Zones non « électroniques »

1^{ère} réduction : le panneau est **représenté en 2D** sans les éléments électroniques. La face du panneau est découpée en **nœuds thermiques**.

On introduit une **matrice de conductance** entre les nœuds thermiques.



II. Réduction d'un panneau

1. Zones non « électroniques »

Pour 2 nœuds i et j en contact

Le coefficient de conductance entre i et j :

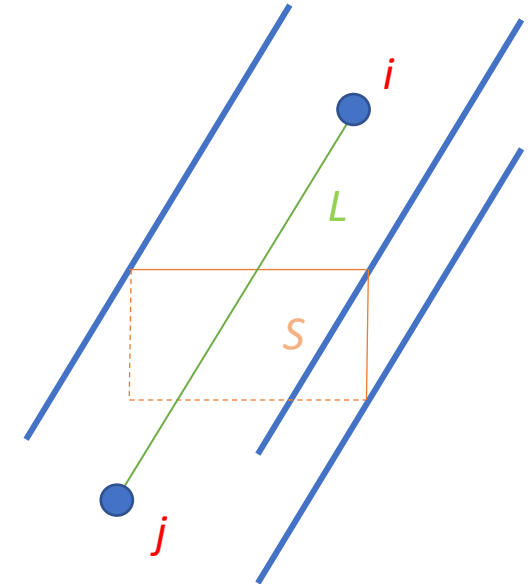
$$GL(i,j) = \frac{\lambda * S}{L}$$

Avec

λ la conductivité linéique (W/K/m) du matériau

S la surface séparant les 2 nœuds thermiques (en 3D)

L la longueur entre les centres de gravité des 2 nœuds



II. Réduction d'un panneau

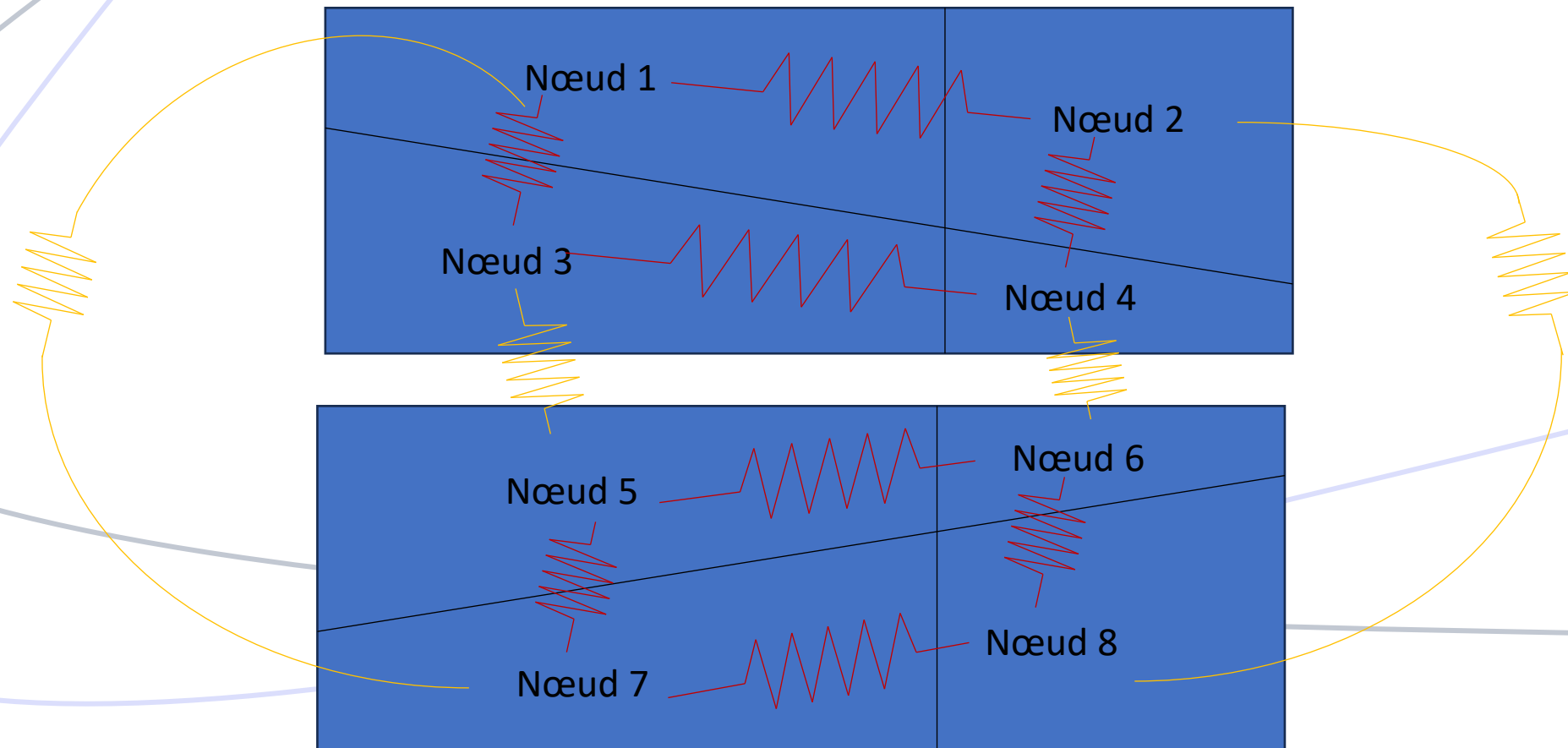
1. Zones non « électroniques »

2^{ème} réduction : le panneau est **représenté en 2D** mais le panneau est utilisé des 2 cotés.

On introduit une **conductance** entre les nœuds thermiques de part et d'autre du panneau (dans la même matrice GL).

II. Réduction d'un panneau

1. Zones non « électroniques »



II. Réduction d'un panneau

1. Zones non « électroniques »

3^{ème} réduction : le panneau est **maintenu par des fixations** dans le satellite.

On introduit une **conductance** entre les nœuds thermiques du panneau et les nœuds thermiques du châssis du satellite (dans la même matrice GL).

Remarque: il ne peut donc y avoir aucun nœud thermique totalement isolé.

II. Réduction d'un panneau

2. Éléments électroniques

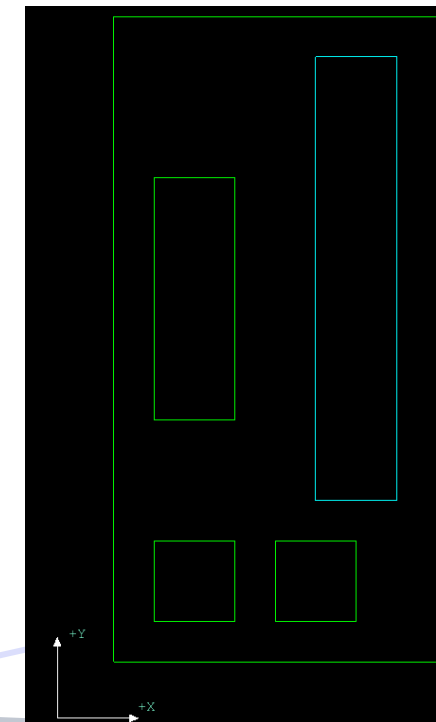
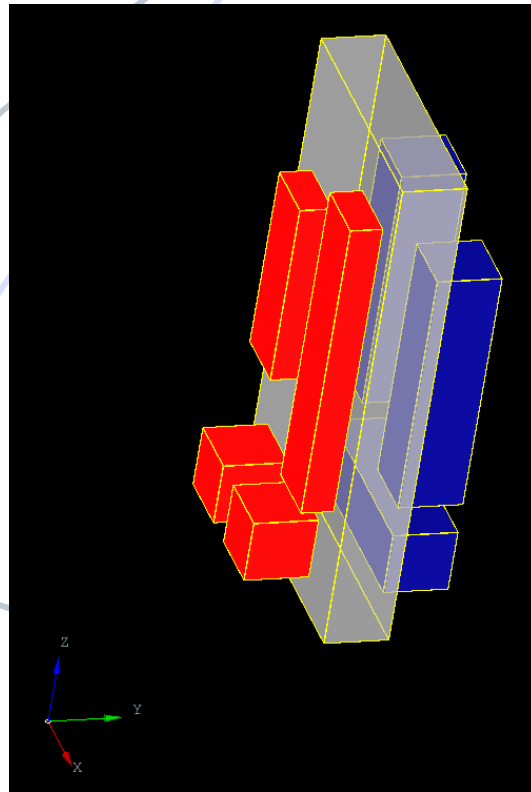
On ne représente pas tout l'élément électronique en 3D mais seulement **la trace** qu'il laisse sur le panneau : On introduit un nouveau **nœud représentant l'élément** et une **conductance entre l'élément et le nœud du panneau** où est situé l'élément.

La conductance est calculée en multipliant la surface de contact par la conductivité surfacique de l'équipement : $GL(i,j)=B * S$

(dans la même matrice GL)

II. Réduction d'un panneau

2. Éléments électroniques



Trace laissée par les équipements rouges sur une des faces du panneau

II. Réduction d'un panneau

2. Éléments électroniques

Quelques conventions sont à respecter :

- Un équipement(orange) ne peut être situé sur plusieurs nœuds thermiques du panneau.



- Sauf si l'équipement est divisé en plusieurs nœuds thermiques et chacun de ces nœuds se trouve sur un nœud thermique plateau différent.

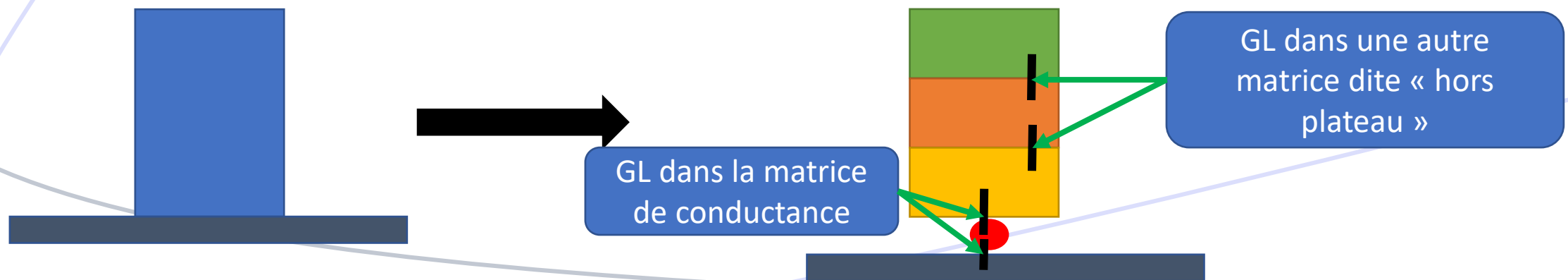


- En cas d'impossibilité, il faut raffiner le découpage nodal du panneau sans les composant électroniques(afin d'être dans les 2 cas précédents).

II. Réduction d'un panneau

2. Éléments électroniques

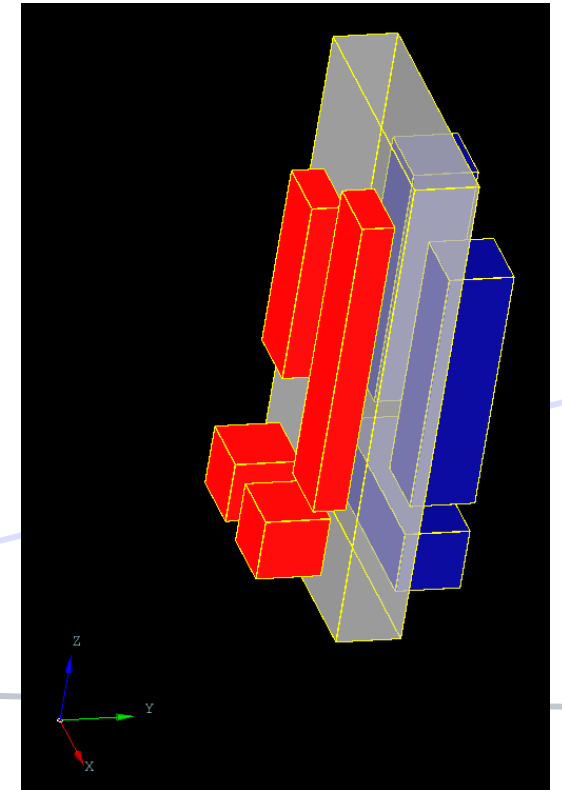
Il peut arriver qu'il faille modéliser **un équipement par plusieurs nœuds** thermiques les uns sur les autres. Dans ce cas, il faut introduire un nouveau nœud thermique qui fera le lien entre le nœud le plus proche du panneau et le panneau.



III. TP/TD

1. Application :

Calcul conductif et de température pour un panneau



IV. TP/TD Krigage

V. Projection stéréographique

1. Ecrire les coordonnées cartésiennes d'un point(A) sur une sphère en fonction de (r, θ, ϕ) .
2. Ecrire l'équation du plan
3. Prendre le point $B(0,0,2r)$ et écrire l'équation paramétrique de la droite (AB).
4. En déduire le point d'intersection de la droite et du plan