

# Réduction de dimension

## Passage du 3D au “2,5D”

Vincent Vadez & Adrien Boudin

Dorea Technology

[vincent.vadez@dorea.fr](mailto:vincent.vadez@dorea.fr)

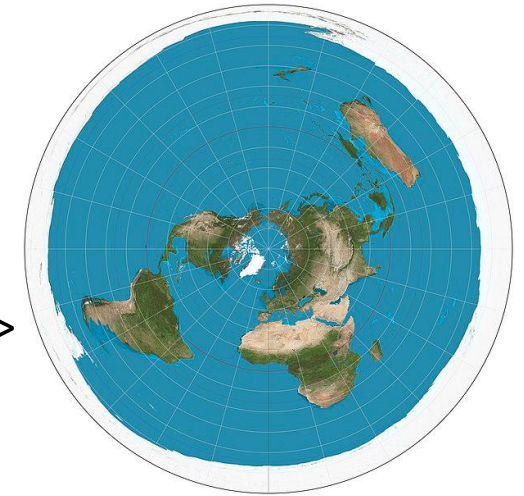
[adrien.boudin@dorea.fr](mailto:adrien.boudin@dorea.fr)

# Exemple de reduction de dimension?

## 1. Application géométrique

La projection d'une sphère sur un plan (planisphère Azimutale)

Il s'agit ici d'effectuer un **changement de repère** (coordonnées sphériques -> cartésiennes) puis de **projeter sur un plan**.

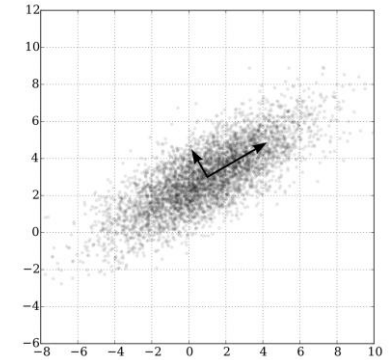


Limites : Déformations de certains continents, non fidèle pour l'Antarctique

# Exemple de reduction de dimension?

## 2. Application avec des données cf cours Big Data

La PCA (analyse en composante principale) : On cherche à projeter les observations suivant un espace à  $k$  dimensions à partir d'un espace avec  $n$  dimensions.



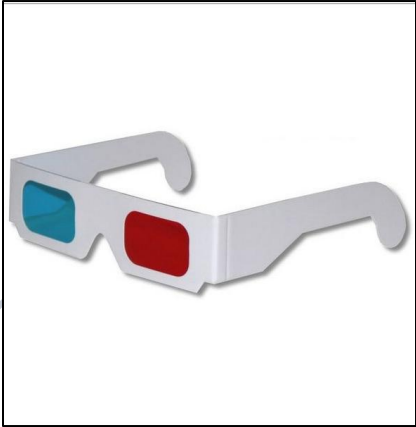
- I. Définition et exemples
- II. Réduction d'un panneau
  - 1. Zones non « électroniques »
  - 2. Éléments électroniques
- III. TP/TD
- IV. TP Krigeage ?
- V. Projection stéréographique ?

# I. Définition et exemples

Wikipédia : « La 2,5D est un terme polysémique qui ne désigne pas une technique en particulier, mais un ensemble de techniques, certaines se rapprochant davantage de la 2D, d'autres de la 3D. »

C'est une **simplification** de la représentation tridimensionnelle (3D) en une **forme intermédiaire**, où les objets ou les surfaces conservent une apparence de profondeur ou de relief, mais sans être véritablement modélisés en trois dimensions complètes.

# I. Définition et exemples

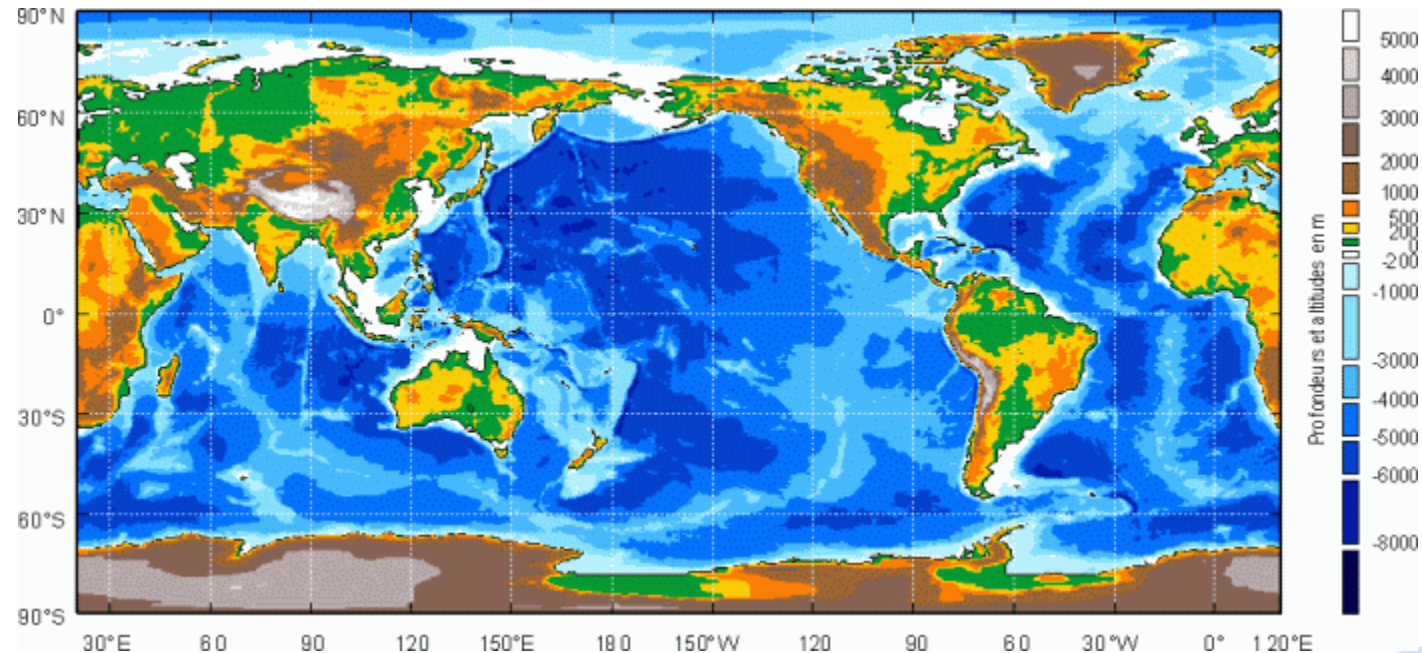


Lunettes 3D et vue anaglyphe permettant de « tromper » l'œil humain afin de lui faire croire à de la 3D.



Ceci n'est pas une réduction en « 2,5D » car on donne une **illusion** partielle de profondeur tout en restant dans un plan 2D

# I. Définition et exemples



Carte de profondeurs

C'est bien une représentation 2D avec des informations supplémentaires permettant une perception partielle de la 3D sans interprétation mentale



# I. Définition et exemples



## Carte IGN

Carte en 2D avec des traits (courbes de niveaux) qui indiquent les reliefs : chaque courbe (marron) est séparé par une hauteur de X mètres

Ceci n'est pas une représentation « 2,5 D » car l'information n'est pas directement visible (dans la plupart des cas) mais nécessite un exercice de comptage des lignes,



# I. Définition et exemples

## Heightmap (Carte de Hauteur)

Une heightmap est une image 2D où chaque pixel représente l'altitude ou la hauteur d'un terrain à un emplacement donné. Les valeurs de pixel (généralement en niveaux de gris) indiquent combien un point doit être élevé par rapport à un plan de référence (souvent le niveau de la mer).

Attention, il n'y a pas de perspective.

# I. Définition et exemples

## Heightmap (suite)

Les heightmaps peuvent être utiles dans le cas de recherche de chemins (pathfinding), le critère de  $h(x,z)$  est aussi pris en compte dans le calcul du coût.



# I. Définition et exemples

## Pathfinding (Limites)

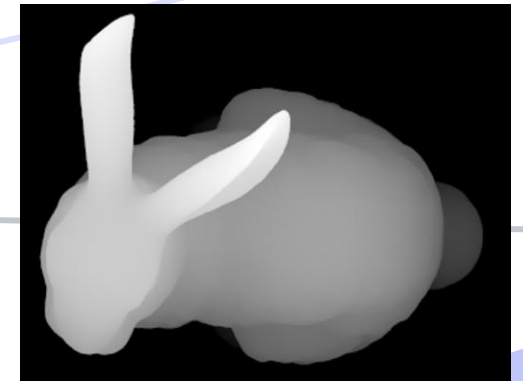
- Une heightmap n'a qu'une seule hauteur par point (x, z).  
→ Impossible de représenter : Ponts ou passerelles, Tunnels, grottes ou bâtiments à étages.
- **Résolution limitée**
  - Si la grille est trop grossière → chemins peu précis.
  - Si elle est trop fine → calculs trop lourds.  
→ Nécessité d'un **compromis entre précision et performance**.

# I. Définition et exemples

## Depth Map (Carte de Profondeur)

Une depth map est également une image 2D, mais elle encode la distance entre la caméra et les surfaces d'une scène 3D. Chaque pixel indique la distance d'un point de la scène par rapport à la caméra.

Elle représente la disposition spatiale par rapport à la caméra.



# Utilisation des images (heightmap et depth map)

Image -> rendu graphique -> GPU

Il est possible d'appliquer des formules afin de calculer des caractéristiques (par exemple topographiques ou d'appliquer des transformations géométriques sur les images avec des langages pour les cartes graphiques (CUDA)).

En exploitant la puissance du calcul parallèle des cartes graphiques, le calcul est plus rapide que sur CPU.

# 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.

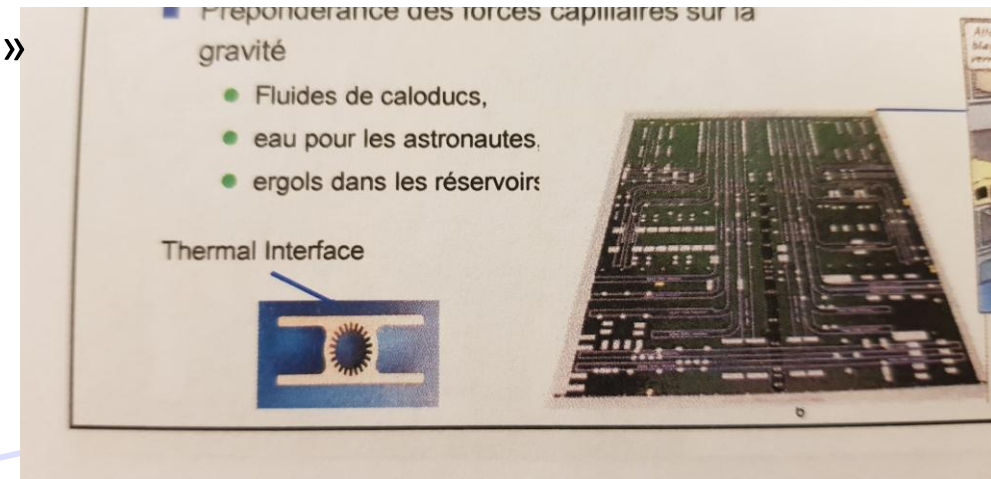


Photo : cours de thermique et environnement spatial T.Dargent



# 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
$MC_i \cdot \frac{dT_i}{dt}$	$\alpha_i \cdot S_i \cdot \phi_s$	$\alpha_i \cdot S_i \cdot \phi_a$	$\varepsilon_i \cdot S_i \cdot \phi_r$	$Q_i$	$\sum_j GL_{ij} \cdot (T_j - T_i)$	$\sum_j \sigma \cdot GR_{ij} (T_j^4 - T_i^4)$

**MC<sub>i</sub>** = Heat capacitance of node i (= Mass x Cp) [in J/K]  
**α<sub>i</sub>** = Solar absorptance of Node i [-]  
**ε<sub>i</sub>** = IR emissivity of node i [-]  
**S<sub>i</sub>** = Projected area of node i [m<sup>2</sup>]  
**Q<sub>i</sub>** = Internal dissipation of node i [W]  
**φ<sub>s</sub>** = Incident solar radiation [W]  
**φ<sub>a</sub>** = Incident Albedo radiation [W]  
**φ<sub>r</sub>** = Incident Earth IR radiation [W]  
**GL<sub>ij</sub>** = Linear Conductance between node i and j [W/K]  
**GR<sub>ij</sub>** = Radiative Exchange factor between node i and j [m<sup>2</sup>]  
**σ** = Stefan Boltzman constant [= 5.67.10<sup>-8</sup> W/m<sup>2</sup>/K<sup>4</sup>]

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".

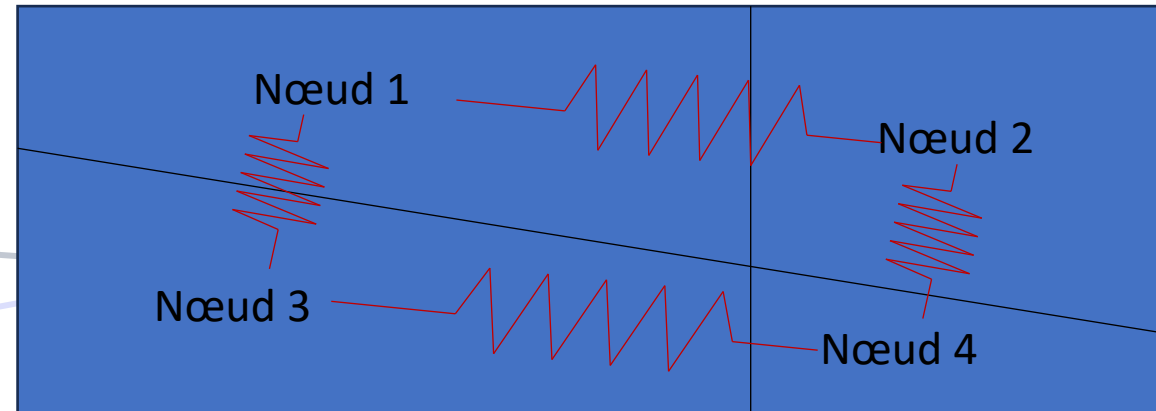
La répartition des nœuds dans l'espace n'est donc pas égale.

## II. Réduction d'un panneau

### 1. Zones non « électroniques »

1<sup>ère</sup> 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  $j$  :

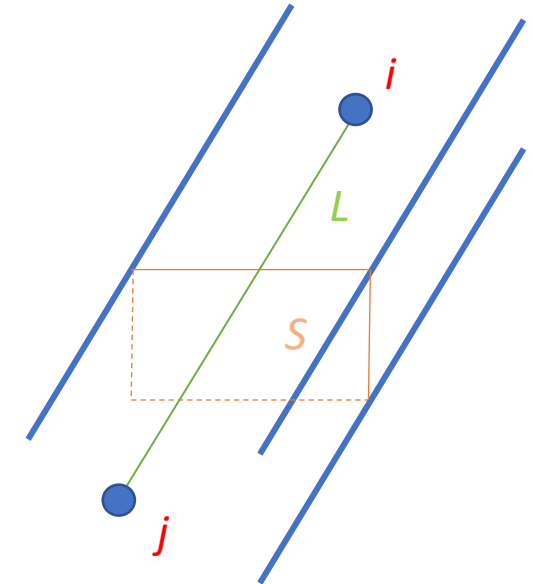
$$GL(i,j) = \frac{\lambda * S}{L}$$

Avec

$\lambda$  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

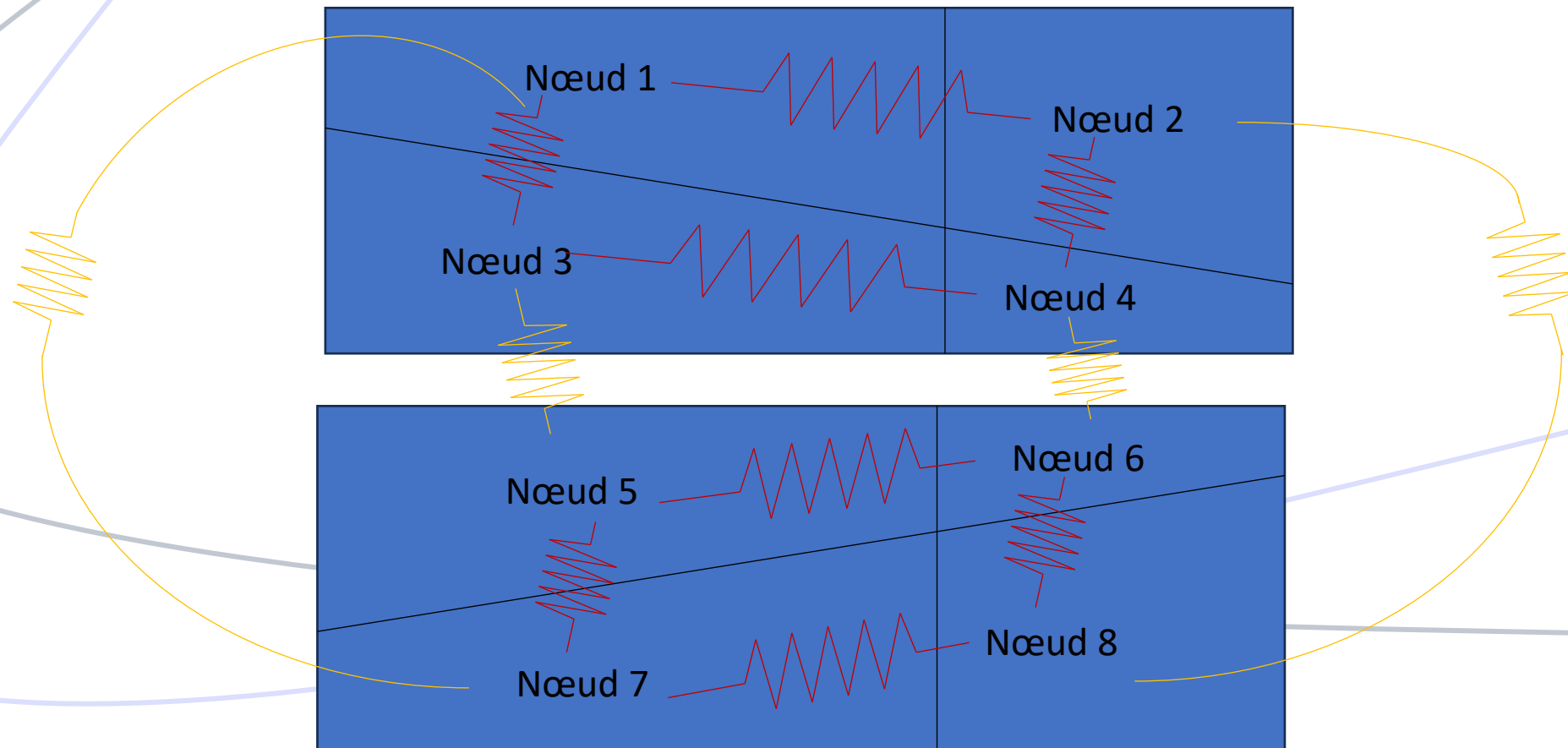
### 1. Zones non « électroniques »

2<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> 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

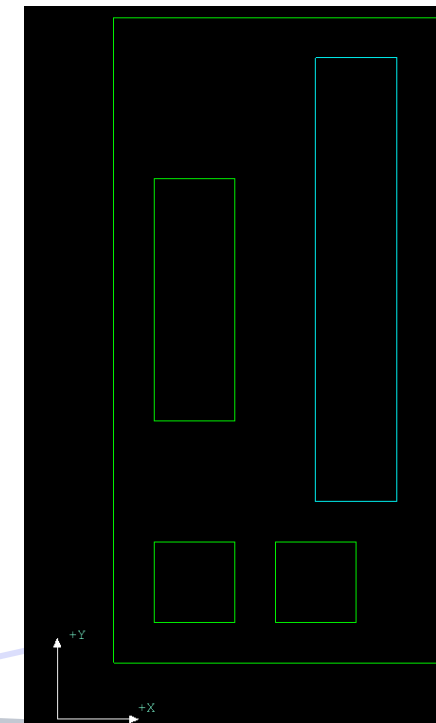
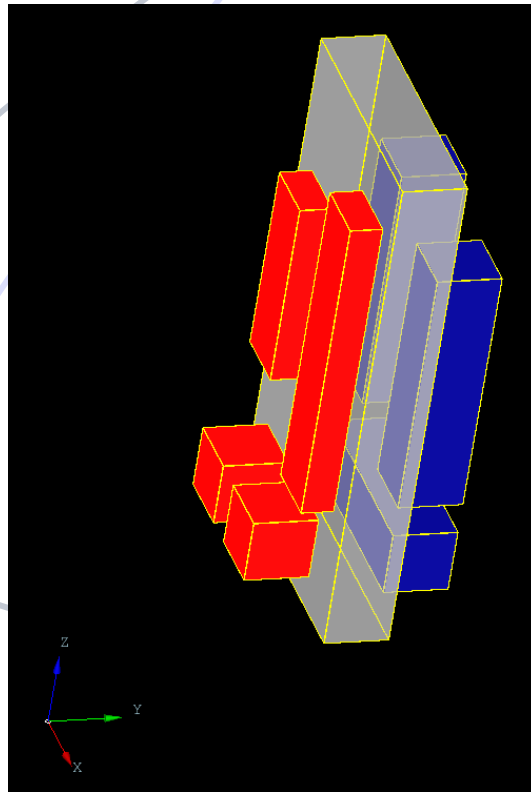
On ne représente pas tout l'élément électronique en 3D mais seulement **la trace** qu'il laisse sur le panneau : On introduit un nouveau **nœud représentant l'élément** et une **conductance entre l'élément et le nœud du panneau** où est situé l'élément.

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.

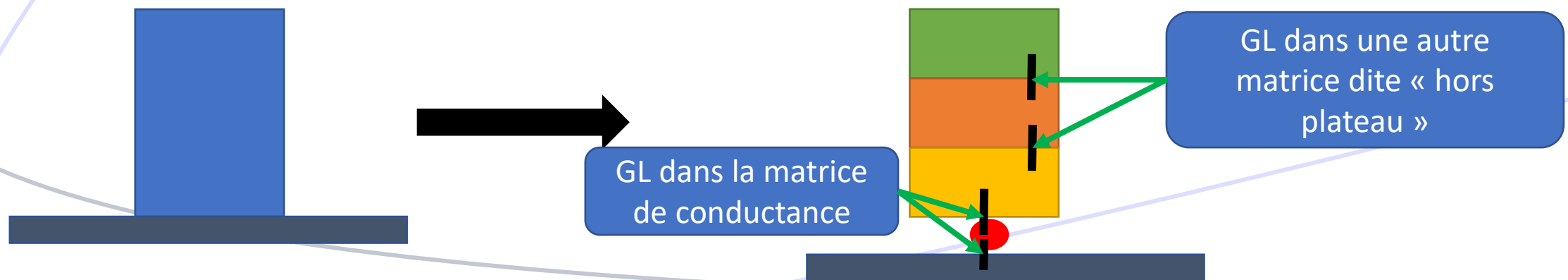


- En cas d'impossibilité, il faut raffiner le découpage nodal du panneau sans les composant électroniques( afin d'être dans les 2 cas précédents).

## II. Réduction d'un panneau

### 2. Éléments électroniques

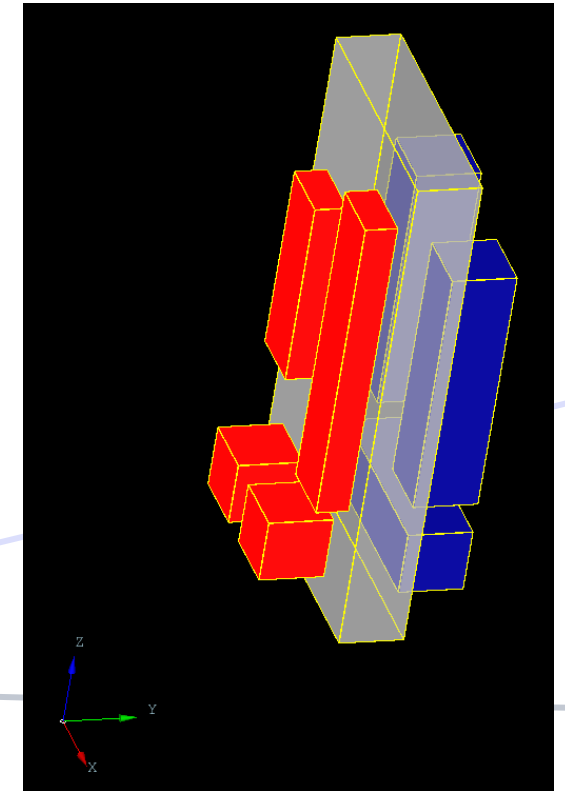
Il peut arriver qu'il faille modéliser **un équipement par plusieurs nœuds** thermiques les uns sur les autres. Dans ce cas, il faut introduire un nouveau nœud thermique qui fera le lien entre le nœud le plus proche du panneau et le panneau.



### 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  $(r, \theta, \phi)$ .
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