Sujet MBDA 2 :

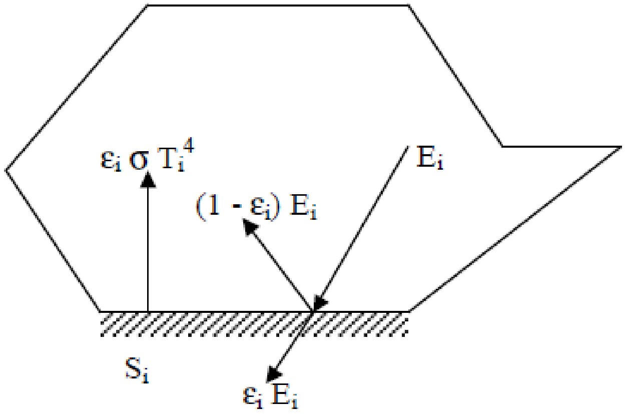
Prise en compte des échanges mutuels radiatifs dans un modèle thermique
Calcul des facteurs de vues et des radiosités

MBDA
MISSILE SYSTEMS

- Equations générales du problème:
  - Eq chaleur transitoire $\rho(M)C(M)\frac{\partial T}{\partial t} = div(\lambda(M).\overrightarrow{grad}T) + q(M,t)$
  - CL : Température de paroi imposée (Dirichlet)
    - *T=Td(M,t)*
  - CL : flux à la paroi imposé (Neumann)
    - $-\lambda\frac{\partial T}{\partial n} = \varphi(M,t)$
  - CL : échange convectif à la paroi (Robin)
    - $-\lambda\frac{\partial T}{\partial n} = h(M,t).(T - Ta(M,t))$
  - CL radiative (échange radiatif avec un corps noir externe à Tr)
    - $-\lambda\frac{\partial T}{\partial n} = \varepsilon(M).\sigma.(T^4 - {T_r}^4(M,t))$
  - CL Echanges radiatifs mutuels (échange à distance dans la structure)
    - $-\lambda\frac{\partial T}{\partial n} = \phi_{rad\ net}$
  - *Condition initiale T(M,t=0) =f(M)*

Ce document est la propriété de MBDA. Il ne peut être communiqué à des tiers et /ou reproduit sans l'autorisation préalable écrite de MBDA et son contenu ne peut être divulgué. © MBDA 2021.
This document and the information contained herein is proprietary information of MBDA and shall not be disclosed or reproduced without the prior authorization of MBDA. © MBDA 2021.

Flux radiatif échangé entre surfaces isothermes dans une cavité



$$\boxed{J_i = \varepsilon_i \, \sigma \, T_i^{\,4} + (1 - \varepsilon_i) E_i}$$

J_i émittance de la surface Si ou radiosité (W/m²)
ε_i émissivité de la surface
E_i éclairement de la surface

$$E_i = \frac{1}{1 - \varepsilon_i} \left(J_i - \varepsilon_i \, \sigma \, T_i^{\,4} \right)$$

$$\boxed{\phi_{i_{net}} = \frac{\varepsilon_i}{1 - \varepsilon_i} \left(\sigma \, T_i^{\,4} - J_i \right) = \varepsilon_i \left(\sigma \, T_i^{\,4} - E_i \right) = J_i - E_i}$$

$$\varphi_i = S_i \, J_i \, .$$

$$\varphi_i = \varphi_{i \to 1} + \varphi_{i \to 2} + \ldots\ldots\ldots\ldots + \varphi_{i \to i} + \ldots\ldots\ldots\ldots + \varphi_{i \to n}$$

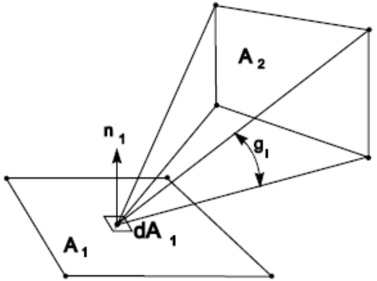
$$\varphi_{i \to k} = J_i \iint_{S_i S_k} \frac{\cos\alpha_i \, \cos\alpha_k}{\pi \, r^2} \, dS_i \, dS_k \qquad S_i \, f_{ik} = \iint_{S_i \, S_k} \frac{\cos \alpha_i \, \cos \alpha_k}{\pi \, r^2} \, dS_i \, dS_k$$

f_{ik} facteur de vue ne dépend que de la géométrie

$$\varphi_{i \to k} = J_i \, f_{ik} \, S_i$$

Source : *Cours Transferts thermiques 2ème année Ecole des Mines Nancy*

Ce document est la propriété de MBDA. Il ne peut être communiqué à des tiers et /ou reproduit sans l’autorisation préalable écrite de MBDA et son contenu ne peut être divulgué. © MBDA 2021.
This document and the information contained herein is proprietary information of MBDA and shall not be disclosed or reproduced without the prior authorization of MBDA. © MBDA 2021.



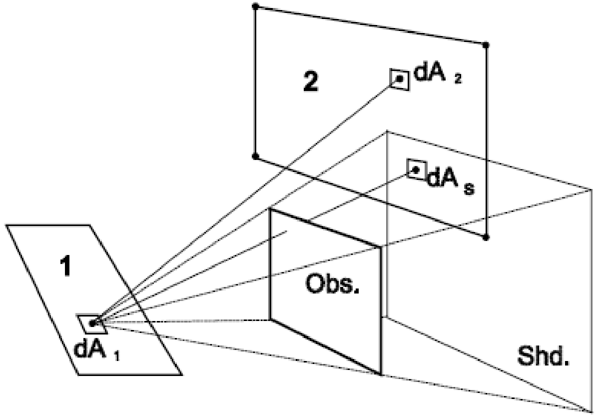
$$F_{1\to 2} = \frac{1}{2\pi A_1}\int_{A_2}\sum_{i=1}^{E_2}\vec{g}_i \cdot \vec{n}_1$$

Sans obstruction

devient

$$F_{1\to 2} \approx \frac{-1}{\pi A_1}\sum_i\sum_j \frac{(\vec{r}\cdot\vec{n}_1)(\vec{r}\cdot\vec{n}_2)}{(\vec{r}\cdot\vec{r})^2} b_{i,j}\,\Delta A_i\,\Delta A_j$$

avec obstruction où $b_{i,j}$ facteur de blocage



Ce document est la propriété de MBDA. Il ne peut être communiqué à des tiers et /ou reproduit sans l'autorisation préalable écrite de MBDA et son contenu ne peut être divulgué. © MBDA 2021.
This document and the information contained herein is proprietary information of MBDA and shall not be disclosed or reproduced without the prior authorization of MBDA. © MBDA 2021.

La radiosité est solution de l'équation intégrale

$$b(x) = e(x) + \int_\Gamma \kappa(x,x').b(x').dx'$$

avec $\kappa(x,x') = \rho_d \frac{cos\theta\,.\cos\theta'}{\pi.r^2}.v(x,x')$,

ρ_d coefficient de réflexion diffuse

v indicatrice de visibilité

r distance entre les deux points

θ angle à la normale sous lequel x et x' se voient ($cos\theta = \frac{<r,n>}{\|r\|}$)

Ce document est la propriété de MBDA. Il ne peut être communiqué à des tiers et /ou reproduit sans l'autorisation préalable écrite de MBDA et son contenu ne peut être divulgué. © MBDA 2021.
This document and the information contained herein is proprietary information of MBDA and shall not be disclosed or reproduced without the prior authorization of MBDA. © MBDA 2021.

Objectif de l'étude

- Compréhension du sujet
- Mise en place du calcul des facteurs de vue entre facettes dans un modèle EF
- Méthode d'accélération du calcul des FV et des radiosités (parallélisation, calcul sur GPU, méthode itérative…)
- Formulation mathématique des CL radiatives et des échanges radiatifs mutuels pour intégration dans Feel++

- Possibilité de continuer sur un stage de 6 mois en entreprise pour la mise en place d'un modèle paramétré non linéaire intégrant les échanges radiatifs

https://www.mbda-systems.com/jobs/9700

Ce document est la propriété de MBDA. Il ne peut être communiqué à des tiers et /ou reproduit sans l'autorisation préalable écrite de MBDA et son contenu ne peut être divulgué. © MBDA 2021.
This document and the information contained herein is proprietary information of MBDA and shall not be disclosed or reproduced without the prior authorization of MBDA. © MBDA 2021.

MBDA MISSILE SYSTEMS