

Conclusion

1 Résumé des notions thermiques abordées

On aura compris au long de ce cours l'importance de la notion de "loi de Bilan". C'est en effet en faisant des bilans d'énergie dans des domaines plus ou moins grands que nous avons établi les lois des transferts thermiques (premier chapitre , chapitre deux et chapitre quatre).

L'équation de la chaleur instationnaire (chapitre quatre) est donc le résultat important du cours. Elle tient compte de la conservation de l'énergie (premier chapitre) et de la loi de conduction de Fourier. Les bornes du domaine étudié sont particulièrement importantes, il s'agit des conditions aux limites (le bord extérieur de l'objet étudié). On imposera sur le contour de l'objet, suivant les cas, un flux, une température ou une relation empirique entre le flux et la température (chapitre cinq par l'entremise d'un coefficient d'échange h qui modélise l'extérieur de l'objet étudié).

Des exemples simples de résolution ont été proposés :

- la température varie en espace mais pas en temps : c'est le régime stationnaire dans le cas des murs plans ou cylindriques (chapitre quatre et chapitre cinq bis).
- la température varie en temps mais pas en espace : dans le cas où la température de l'objet est à peu près uniforme, des exemples simples de résolution ont été proposés lorsque l'échange est faible avec l'extérieur (systèmes minces chapitre trois).
- la température varie en espace et en temps : enfin, des cas simples instationnaires, appelés systèmes épais (chapitre six) sont abordés, dans ces cas, à la fois la température varie en temps et en espace, la fin de ce chapitre montre le lien avec le cas précédent.

Le cas des échangeurs est aussi abordé, mais trop rapidement au vu de l'importance pratique de ces objets (chapitre huit).

2 L'effet Mickey

En pratique, l'ingénieur va résoudre l'équation de la chaleur instationnaire (chapitre quatre) en 3D en utilisant un logiciel de résolution "tout fait" (ABAQUS, CAST3M, COMSOL, FLUENT *etc*, d'où le chapitre chapitre sept introductif aux méthodes numériques).

Généralement, il est tributaire de l'"effet Mickey".

Donnons ici un exemple de l'effet Mickey : " On a un objet qui a la forme exacte de Mickey Mouse qui mesure 1.50 m de hauteur, il est initialement à la température uniforme de 20°C, la température extérieure est de 20°C. Brusquement on branche un dispositif qui produit de la chaleur uniformément à l'intérieur : l'objet dissipe 100W continuellement, quel est la température de l'objet au bout de 15 min et de 1h ?"

L'ingénieur victime de l'effet Mickey va donc mailler en 3D l'objet en utilisant son modeleur- mailleur favori (Autocad, CATIA, 3DSmax *etc*). Il veillera à respecter exactement la forme de départ et extrudera scrupuleusement chaque poil de la moustache, chacun des huit doigts (et non dix, le piège!), il veillera à tous les détails dont les boutons de culotte les plis des gants... Après ce travail harassant, il choisira en 3 secondes la condition de température de 20°C qu'il imposera aux bords de son domaine et lancera la résolution numérique. Il tracera en coupes 3D colorées (en RVB) le champ de température et imprimera des copies d'écrans sur l'imprimante couleur.

Bien entendu, il ne se sera pas rendu compte que le résultat est complètement faux. Il sera passé à côté de l'analyse du thermicien, il s'agissait dans un premier temps de réfléchir à l'endroit où est disposé l'objet pour savoir comment il sera refroidi (convection forcée, naturelle ? rayonnement ?) puis d'estimer le nombre de Biot. S'il est faible, l'estimation du volume et de la surface de l'objet permettent dans le cadre des systèmes minces d'obtenir une première estimation de l'évolution temporelle de l'objet. Si le nombre de Biot n'est pas trop faible, alors un premier modèle complet peut être tenté mais en partant d'une première ébauche de forme simplifiée (pas de moustaches, ni de nez ni de mains). Sur ce modèle simplifié, on appliquera correctement les conditions aux limites, on fera attention aux pieds qui sont sur le sol, on fera attention à mettre éventuellement des coefficients d'échange différents suivant l'exposition. On lancera le calcul et regardera si l'ordre de grandeur obtenu correspond au calcul à la louche précédent.

Trop fatiguée de son effort de dessin la victime de l'”EM”, négligera de faire varier la taille des mailles du maillage, encore frais et dispos, l'esprit critique du bon thermicien le fera remettre en cause le calcul et le poussera dans ses limites. Par ailleurs il fera des essais sur maquette simplifiée aussi pour voir si tout est cohérent. Au final ; le bon thermicien sera parfaitement sûr de son calcul.

Cette approche simplificatrice est à toujours garder à l'esprit. Elle a permis toutes les grandes réalisations thermiques humaines (conquête automobile, du ciel, spatiale, centrales nucléaires etc), et servira pour les prochains défis d'économies d'énergie, de production d'énergie avec de nouvelles sources et d'optimisation de consommation de tous les dispositifs de conversion d'énergie.

Consulter [http ://www.lmm.jussieu.fr/~lagree/COURS/MECAVENIR](http://www.lmm.jussieu.fr/~lagree/COURS/MECAVENIR) le cours complet de thermique de P.-Y. Lagrée, qui présente la ”Thermique”.