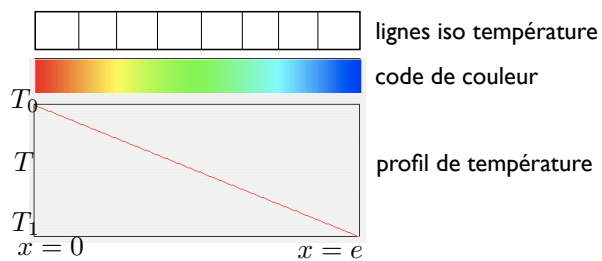


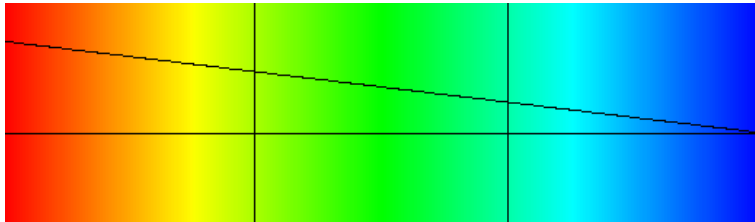
Cours de Thermique

EPU UPMC - MECAVENIR

Pierre-Yves Lagrée

<http://www.lmm.jussieu.fr/~lagree/COURS/MECAVENIR>





Plan

Dans un premier chapitre nous introduisons la notion d'énergie avec un point de vue classique de type thermodynamique : énergie interne, travail, chaleur, capacité calorifique... Le cours suivant premier chapitre bis est un rappel de la vision microscopique de la thermo. Il peut être omis en première lecture. Une première introduction aux lois de transport est faite car il est important de savoir que même si on manipule des théories de "milieu continu", la nature finit par être discrète au niveau de l'atome. Il est toujours intéressant de savoir que la loi de diffusion de la chaleur est intimement liée à la distance moyenne entre deux atomes d'un gaz.

Un des concepts initiaux est la notion de "Bilan", ainsi, tout au long du cours nous nous attacherons à faire des bilans d'énergie dans des volumes particuliers. Le cours suivant chapitre deux définit les échanges d'énergie (et d'Enthalpie H) lorsqu'il y a de la matière qui se déplace.

Dans le chapitre trois un premier cas fondamental d'application de la notion de Bilan d'Énergie est examiné. Est étudié le cas des systèmes qui se refroidissent (ou réchauffent) lentement par échange avec l'extérieur par la surface. La température reste uniforme dans ces objets. On parle de systèmes minces. On introduit le coefficient d'échange h et on commente le transfert convectif et radiatif.

Dans le chapitre quatre on attaque l'équation de la Chaleur en elle même. On l'établit par une loi de bilan d'énergie sur une tranche infinitésimale. On introduit le transfert diffusif et la loi de Fourier. On présente les solutions stationnaires simples 1D équation de la chaleur dans une suite de murs. On introduit par analogie la notion de Résistance thermique et on présente des exemples d'application.

Dans le chapitre cinq, on revient sur le coefficient d'échange et on discute la prédominance relative convection/ diffusion en introduisant le nombre de Biot. On présente le dispositif des ailettes et leur utilité.

Dans le chapitre cinq bis, on pose l'équation de la chaleur en axisymétrique, cela permet de faire une révision en pointant les subtiles différences avec le cas plan.

Le chapitre six étudie l'influence du terme instationnaire dans l'équation

de la chaleur. On introduit le temps adimensionné (nombre de Fourier) et on montre des exemples de solution (trempe d'une lamelle, milieu semi infini, attaque sinusoïdale).

Le chapitre sept est une introduction aux différences finies pour résoudre l'équation de la chaleur. Un code en C est construit pas à pas.

Le chapitre huit est en chantier, c'est une introduction aux échangeurs. Ce serait aussi un chapitre de révision.

On espère qu'à la suite de cela, on sache analyser des problèmes pratiques et reconnaître des configurations simplifiées associées aux cas compliqués pratiques. On devra donc savoir mettre en oeuvre, le cas échéant, l'analyse globale en identifiant bien les sources et les pertes d'énergie. On devra pouvoir comprendre l'équation de la chaleur de manière à mettre les bons jeux de conditions aux limites dans les codes numériques que l'on va utiliser. L'essentiel est d'avoir du recul sur ces codes et pouvoir identifier une erreur ou un bug rapidement. Il est bon d'avoir du recul sur les outils numériques et de faire un "petit calcul sur un coin de table" de manière à vérifier si les ordres de grandeurs sont bons...

On pourra reprocher à ce cours de n'être pas assez appliqué et trop porté vers la beauté des équations (comment les établir et les résoudre avec des méthodes parfois compliquées). J'accepte ce reproche, mais comme il s'agit d'un cours pour Ingénieurs en première année (ou Universitaires en L3), il me paraît important d'être assez abstrait et rigoureux dans les concepts et les développements de manière à attaquer les problèmes plus difficiles de niveau supérieur.

N'hésitez pas à me contacter pour poser des questions apporter des modifications ou des critiques. Je vous répondrai.

Il est bien entendu que la Thermique est bien balisée par de nombreux ouvrages. J'encourage le lecteur à consulter TOUS les ouvrages de cote 536.2 dans une bibliothèque, ainsi que les livres suivants, la liste n'est pas exhaustive :

Y. Çengel (1998) "Heat transfert, a practical approach", Mc Graw Hill.
Incropera, DeWitt : Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 5th Edition, Wiley

et aussi :

P. Germain (1986) "Mécanique X" Tome 1 Ellipse

C. Lhuillier & J. Rous "Introduction à la thermodynamique", Dunod 1994

J. Crabrol (89) "Transferts de chaleur, tome 1 les principes", collection technologies, Masson

J.F. Sacadura (1993) "Initiation aux tranferts thermiques", Lavoisier Tec & Doc.

B. Chéron (1999) "Transferts thermiques. Résumé de cours, problèmes corrigés". Ellipse

On pourra même consulter les aperçus de livres sur <http://books.google.fr> ou en anglais <http://books.google.com>

Consulter <http://www.lmm.jussieu.fr/~lagree/COURS/MECAVENIR> le cours complet de thermique de *P.-Y. Lagrée*, qui présente la "Thermique". De nombreuses entrées "Google" pointent sur lui directement....



FIG. 3 – James Watt 1736-1819 et l’auteur Pierre-Yves Lagrée. Ancien élève de l’École Normale Supérieure de Saint-Cloud/ Lyon, Agrégé de Physique, je suis Directeur de Recherche au CNRS à l’Institut Jean Le Rond d’Alembert de l’UPMC (Paris VI). J’ai travaillé sur des problèmes de thermique (convection mixte, écoulements hypersoniques) et de transports de sédiments (érosion, sédimentation, avalanches, formation de rides et de dunes) ainsi que sur les problèmes de couche limite en général. J’ai enseigné à tous les niveaux au dessus du Bac, des colles de Physique en classes préparatoires (Charlemagne Paris, Michelet Vanves) à des vacations de projets en CAST3M à l’École Polytechnique en passant par tous les niveaux (L1 à M2) à Paris 06 (Université Pierre & Marie Curie). J’enseigne la thermique à l’Ecole Nationale Supérieure des Techniques Avancées et ce cours est destiné aux élèves de l’École Polytech de l’Université Pierre et Marie Curie Paris 06. Je remercie mes collègues d’enseignement de Thermique Frédéric Doumenc et Mathilde Courel ainsi que Valentina Vlasie de MECAVENIR.