

Compte rendu du stage Liesse « Thermoptim »

Mardi 9 mai 2023

École de Mines de Paris, campus de Valbonne Sophia Antipolis (06)

Auteur du CR : Gérard Aufranc et l'ensemble des participants

/ Contexte

7 enseignants de physique présents ayant leur service en classe d'ATS, TSI, PCSI, MPSI, PSI et MP, tous provinciaux de la partie sud de la France.

L'accueil s'effectue par Mr Gicquel autour d'un café et de viennoiseries dans une vaste salle prévue pour des TP d'informatique, équipée avec un vidéoprojecteur bien visible de tous.

/ Déroulé du stage

L'installation, demandée à l'avance sur nos ordinateurs portables, consistait à disposer d'une version de java à jour, à avoir téléchargé un répertoire contenant les programmes exécutables et de nombreux fichiers d'exemples. Il était également possible de travailler sur place avec les ordinateurs fixes de la salle de TP.

La matinée a été utilisée à comprendre la « philosophie » de Thermoptim, sa création, son origine puis sa prise en main à travers la modélisation d'une machine frigorifique.

L'après midi nous a permis de parfaire la prise en main du logiciel, avec cette fois ci comme sujet principal la modélisation d'une turbine à gaz simple pour commencer mais qui sera complexifiée au long de l'après-midi (ajout de plusieurs étages, prise en compte de pertes de charges).

La simulation « Thermoptim » utilise la machine virtuelle Java. Elle est donc utilisable indifféremment sur mac, PC ou linux. Elle est rapide et peu gourmande en ressource. (j'ai pu tout faire avec mon vieux Dell ayant largement plus de 10 ans alors que je redoutais qu'il se trouve à la peine).

Cette simulation consiste en une première fenêtre, permettant de réaliser par « tiré glissé » le schéma bloc du dispositif étudié à partir d'éléments prédéfinis (compresseurs, échangeurs ...), de relier ces blocs entre eux, de choisir le fluide utilisé, d'initialiser l'ensemble puis d'une deuxième fenêtre affichant les résultats numériques de la simulation, permettant de tracer des cycles, d'évaluer les rendements, les quantités de chaleurs échangées et d'accéder à toutes grandeurs thermodynamiques désirées.

Pour gagner du temps et être plus efficace, Mr Gicquel propose un nombre impressionnant de machines thermiques déjà construites et nous commençons ainsi par un réfrigérateur (Le schéma bloc du « circuit » est déjà constitué, les valeurs numériques déjà initialisées)

Une troisième fenêtre appelée navigateur affiche à la fois les explications des éléments retenus pour la modélisation (ce qui constitue en quelque sorte « l'énoncé »), pose des questions auxquelles il faut répondre, indique où aller chercher des informations (cliquer sur tel élément, ouvrir tel menu ...), donne des astuces afin de prendre en main, à notre rythme, le logiciel.

On peut bien sûr revenir en arrière. La présentation est claire et agréable. L'ensemble est très ergonomique et intuitif.

Avec ce navigateur, chacun avance à son rythme avec cependant des échanges entre les collègues mais également bien sûr avec Mr Gicquel qui est disponible pour répondre à nos questions. Le petit nombre de participants donne rapidement un groupe très dynamique.

Une pause boisson / salade de fruits nous est offerte à mi matinée.

Nous poursuivons notre prise en main. Des notions plus pointues sont abordées (Exergie, modification de la loi de Laplace quand C_p et C_v dépendent de la température).

A partir de la simulation du réfrigérateur que nous commençons à bien utiliser, nous inversons les grandeurs utiles

et indifférentes pour obtenir une pompe à chaleur. Certains collègues demandent alors à changer le type de fluide utilisé.

L'heure du repas approche. Il se déroule à quelques centaines de mètres de la salle de cours dans un petit self-service en plein air avec de multiples choix. « Le seul loup de cette journée ira finalement pour celui qui se barre le plus loin ».¹

L'après-midi est consacrée à la modélisation d'une turbine à gaz, avec à nouveau, un support « énoncé, questions, astuces » à partir du navigateur et les menus à explorer, options à cocher et informations demandées qu'il faut extraire à partir des deux autres fenêtres du simulateur et du schéma bloc .

Mr Gicquel nous présente enfin le portail Thermoptim.org qui regroupe des notes de cours, des MOOC, des séquences « diapasons »... bref une mine gigantesque d'informations.

Puis il détaille plusieurs autres exemples des machines thermiques déjà modélisées, prêtes à l'emploi : en TIPE ou TP, TD, il y aura de multiples occasions de pouvoir réutiliser ces simulations.

Mr Gicquel nous montre encore, exemple à l'appui, que l'option « fluide parfait » permet de retrouver les résultats d'exercices classiques solvables analytiquement avec nos bonnes vieilles équations de CPGE.

Un tableau récapitulatif nous montre que notre bon vieux modèle gaz parfait peut donner des écarts contenus à 10 % maximum par rapports aux différents fluides réellement utilisés.

Conclusion et remerciements

Vient l'heure du tour de table pour le bilan :

- La formation « en province » est appréciée car elle évite un déplacement plus coûteux et plus long vers la capitale. Elle facilite la participation de collègues de sup enseignant à proximité, parvenant à se libérer une journée mais plus difficilement deux jours consécutifs pour monter à Paris.
- Les participants soulignent le très bon accueil et les conditions de travail remarquables à l'Ecole des Mines de Paris, campus de Sophia-Antipolis.
- Le côté « industriel », « exemples concrets » est apprécié par tous avec une approche différente de celle des « principes » régissant la thermo.
- Mise à disposition de toutes les ressources du portail Thermoptim.org très appréciée ainsi que la disponibilité et la gentillesse de notre formateur.
- Motivation d'être ensemble avec un petit groupe à taille humaine et dynamique. Il devrait y avoir plus souvent de telles opportunités !
- Une demande de formation « à distance » plus importante, comme cela s'était produit lors des épisodes COVID est souhaitée par de nombreux collègues pour les mêmes raisons qui font que la formation en province est appréciée .(évite le train, l'avion l'hôtel...)

¹ petit private joke, qui prouve la bonne entente et la bonne atmosphère du groupe