

Formation : Thermodynamique : des fondements aux pratiques industrielles actuelles.

Présentation

Le terme thermodynamique est entendu ici dans un sens volontairement large, qui ne se limite en aucun cas à la seule caractérisation des états d'équilibre de la matière. La formation se place résolument dans la pleine dimension hors équilibre de la thermodynamique, en mettant l'accent sur les lois de conservation, la modélisation des flux et leur rôle central dans l'analyse des systèmes réels. Si la thermodynamique est souvent présentée comme un cadre unifié, elle correspond en réalité à un ensemble de corpus théoriques distincts, construits pour répondre, à différentes périodes, à des problématiques scientifiques et industrielles spécifiques. De l'analyse des machines thermiques au XIX^e siècle aux développements statistiques et hors équilibre du XX^e siècle, ces approches sont fréquemment mobilisées de manière conjointe et imbriquée dans l'ingénierie moderne, où les avancées en modélisation, en méthodes numériques et en couplage entre physique en ont fait des outils centraux pour l'analyse, la conception et l'optimisation de systèmes industriels complexes.

Objectifs

Il s'agit d'offrir un point d'entrée vers :

- La maîtrise des concepts clés de la thermodynamique, depuis ses fondements historiques jusqu'aux formulations modernes utilisées en ingénierie.
- La compréhension des liens entre les différents corpus thermodynamiques et leur mobilisation conjointe dans l'analyse de systèmes industriels réels.
- Le développement d'une capacité à modéliser, simuler et interpréter des systèmes énergétiques et des procédés complexes, en présence de couplages entre physiques et de contraintes opérationnelles.

Public visé et/ou prérequis

Cette formation s'adresse à un public d'ingénieur-e-s ou de chercheur-e-s issus du milieu industriel ou académique. Aucun prérequis avancé en thermodynamique n'est nécessaire. Les concepts fondamentaux seront systématiquement réintroduits et discutés de manière rigoureuse, permettant à des participants non spécialistes ou disposant d'une expérience limitée dans le domaine de suivre la formation dans de bonnes conditions. Un niveau de formation ou de pratique correspondant aux standards de l'ingénierie ou de la recherche constitue le principal prérequis.

ATTENTION : Merci de candidater auprès du Responsable Pédagogique de la Formation

Compétences visées :

À l'issue de la formation, le public aura acquis un premier niveau de pratique et, surtout, un état de connaissance précis de l'état de l'art actuel en thermodynamique :

- il connaîtra les principaux corpus théoriques de la thermodynamique, leurs domaines de validité et leurs limites opérationnelles ;
- il comprendra les liens et articulations entre thermodynamique classique, statistique et hors équilibre dans des contextes applicatifs réels ;
- il aura expérimenté ce que signifie concrètement mobiliser ces cadres pour analyser et modéliser des systèmes thermodynamiques complexes ;

Responsable de la formation

BLANCO STEPHANE

stephane.blanco@laplace.univ-tlse.fr

Inscription Administrative

MISSION FORMATION CONTINUE
ET APPRENTISSAGE

mfca.formationqualifiante@utoulouse.fr

Référente handicap

Fabyenne.borloz@utoulouse.fr

Prix 2 422 € / stagiaire

Réduction tarifaire de 30% pour
les établissements publics

Déroulement de la formation

Durée : 21 heures

Dates :

Lieu : Laboratoire LAPLACE, Université Paul
Sabatier, 31000 Toulouse

Nombre de participants :

Minimum : 3

Maximum : 10

*L'établissement se réserve le droit d'annuler la
formation si le nombre minimal de
participants n'est pas atteint*

Modalités d'enseignement

Présentiel

Formateurs et Intervenants

Stéphane Blanco

stephane.blanco@laplace.univ-tlse.fr

Richard Fournier

richard.fournier@laplace.univ-tlse.fr

- il aura pris la mesure des potentialités offertes par les approches thermodynamiques modernes en matière d'analyse de systèmes, d'optimisation, de couplage entre différentes physiques et d'aide à la décision en contexte industriel.

Programme

Chaque demi-journée de formation débutera par un temps de cours consacré aux fondements théoriques, suivi d'une mise en pratique en immersion au sein de l'équipe de recherche Grephe du laboratoire Laplace. La formation sera encadrée par plusieurs chercheur·e·s de la plateforme CNRS EdStar. Les apports théoriques et les travaux pratiques seront étroitement articulés afin de mettre en évidence les liens entre thermodynamique classique, statistique et hors équilibre, ainsi que leur mobilisation conjointe dans des situations industrielles et de recherche. Une part importante du temps de formation prendra ainsi la forme de travaux pratiques, d'études de cas et de discussions collectives autour de modèles représentatifs de systèmes thermodynamiques complexes.

Partie théorique

Jour 1 : La première demi-journée sera consacrée aux fondements de la thermodynamique classique à l'équilibre, abordée essentiellement d'un point de vue macroscopique et continu. Nous rappellerons les concepts centraux (énergie, travail, chaleur, transitions de phase, systèmes ouverts, efficacité, etc.) ainsi que les principes fondamentaux et leurs domaines de validité. Nous discuterons également des hypothèses sous-jacentes aux formulations usuelles et des limites auxquelles elles conduisent.

Jour 2 : Cette demi-journée sera consacrée aux cadres hors équilibre. Il s'agira à la fois de discuter des corpus les plus traditionnels, tels que ceux associés aux transferts thermiques, mais également de faire une première rencontre avec des approches relevant du hors équilibre lointain, conduisant jusqu'aux modélisations cinétiques de type Boltzmann.

Jour 3 : Il s'agira de discuter comment ces différents corpus peuvent s'articuler dans une pratique, et comment les passages d'un cadre thermodynamique à un autre sont à même de proposer des alternatives, tant en termes de résolution de problèmes que de capacité à changer le regard et à éclairer de manière complémentaire un même objet d'étude.

Partie pratique

Jour 1 : Les concepts théoriques seront mis en pratique dans leurs usages les plus directs. Il s'agira d'illustrer le rapport du praticien aux fondements théoriques, ainsi que la performance de ces cadres en matière de modélisation de systèmes. Le travail s'appuiera sur un cas précis d'application, dont le choix sera ajusté en fonction du profil des participants (PAC, système de refroidissement, procédés, régulation, etc.).

Jour 2 : Cette demi-journée sera consacrée à la discussion et à l'illustration des méthodes numériques associées aux problématiques de hors équilibre. Les notions abordées seront mises en œuvre à travers l'étude d'un cas d'application spécifique, choisi en concertation avec les participants.

Jour 3 : À partir d'un exemple simple, cette dernière demi-journée visera à comprendre comment l'articulation de plusieurs corpus thermodynamiques modifie la capacité d'analyse d'un même problème et renouvelle les interprétations possibles.

Modalités d'évaluation

Mise en situation

Validation

Délivrance d'une attestation de fin de formation