

## 1. Analyse en énergie

### *1.3 Méthodologie d'analyse*

Daniel R. Rousse, ing., Ph.D.

*Département de génie mécanique*

# Questions

- Selon vous, quelle est la différence entre un problème bien posé et un problème réel ?
  - Le problème bien posé donne toutes les valeurs des variables nécessaires à la solution du problème tandis que le problème réel ne les donne pas nécessairement.
  - Le problème bien posé ne peut comporter, en général, qu'une seule solution possible car toutes les données sont fournies et toutes les hypothèses sont effectuées implicitement ou explicitement.



ENR2020

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Un problème bien posé
- Un problème réel
- Les étapes de la méthodologie d'analyse
- Un exemple
- Conclusion

# Plan de la présentation

- ***Introduction et objectifs de la capsule***
- Un problème bien posé
- Un problème réel
- Les étapes de la méthodologie d'analyse
- Un exemple
- Conclusion

# Introduction et objectifs

- L'un des principaux objectifs de ce cours est de vous préparer à résoudre des problèmes d'ingénierie qui impliquent des processus de transfert, de conversion et de conservation d'énergie.



# Introduction et objectifs

- Un peu comme la bicyclette
  - Afin de pouvoir faire de la bicyclette, il sera toujours insuffisant de lire des livres, de consulter des sites internet, de regarder des vidéos ou d'écouter une personne vous expliquer comment faire.
  - Tôt ou tard, il faudra vous mettre un vélo entre les deux jambes.
  - Ainsi en est-il de plusieurs apprentissages dont l'ingénierie.



# Introduction et objectifs

- Dans ce cours:
  - En travaillant quelques problèmes bien posés:
    - vous obtiendrez une appréciation plus profonde pour les notions plus fondamentales du sujet,
    - et vous gagnerez en confiance en votre capacité à appliquer ces notions fondamentales à la solution de problèmes d'ingénierie.
  - En travaillant sur un projet:
    - vous appliquerez les notions fondamentales à un problème ouvert,
    - et vous pourrez réaliser des études paramétriques et des optimisations.

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- ***Un problème bien posé***
- Un problème réel
- Les étapes de la méthodologie d'analyse
- Exemple
- Résumé et conclusion

# Un problème bien posé

- Un problème bien posé est un problème qui comporte en lui-même toutes les données requises pour le résoudre. Par exemple :

$$F = ma$$

- Si je vous donne  $F$  et  $m$  et que je vous demande  $a$ , pas de problème

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Un problème bien posé
- ***Un problème réel***
- Les étapes de la méthodologie d'analyse
- Un exemple
- Conclusion

# Un problème réel

- Un problème réel est un problème qui comporte des lois qui le décrivent mais pour lequel il manque des données.

$$F = ma$$

- Si je vous demande de créer une voiture, l'équation tient toujours.
  - Mais sans  $F$ , sans  $m$  et sans  $a$ , vous pouvez tomber sur plusieurs solutions.

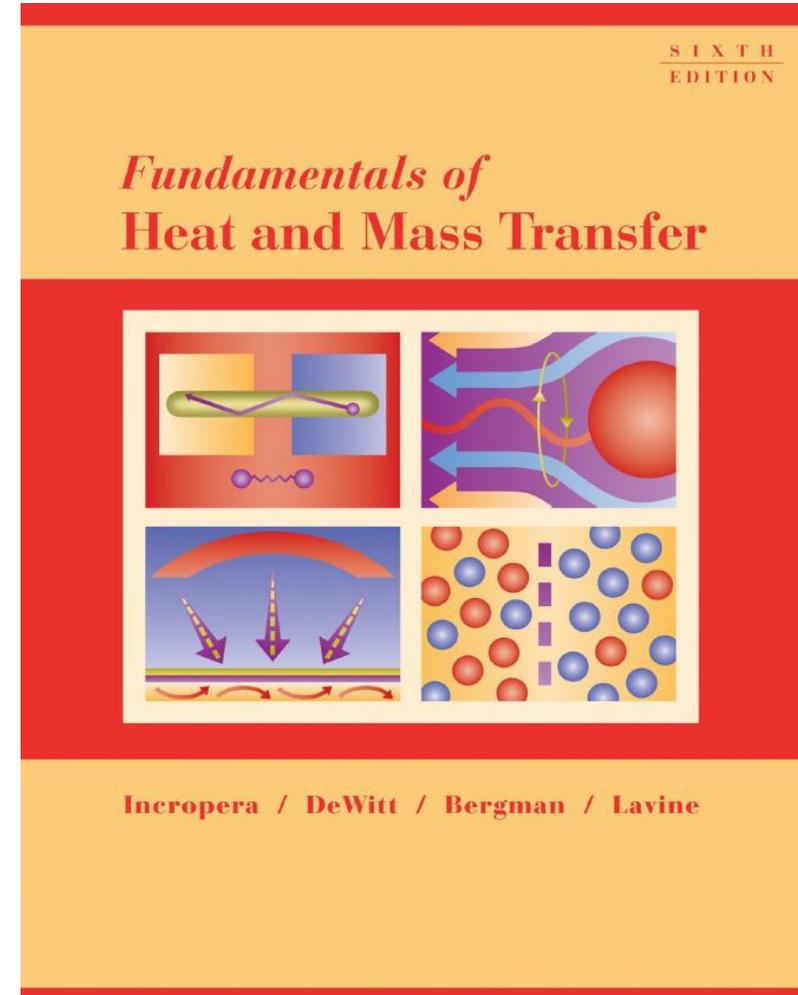


# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Un problème bien pose
- Un problème réel
- ***Les étapes de la méthodologie d'analyse***
- Un exemple
- Conclusion

# Les étapes de la méthodologie d'analyse

1. Connu
2. Recherché
3. Schéma
4. Hypothèses
5. Propriétés
6. Analyse
7. Commentaires



# Les étapes de la méthodologie d'analyse

- **Étape 1: Connu**

- Après avoir lu attentivement le problème, énoncer brièvement ce qui est connu sur le problème sans le répéter.

- **Étape 2: Recherché**

- Énoncer brièvement et concisément ce qui doit être trouvé, ce que vous recherchez.

- **Étape 3: Schéma**

- Dessiner un schéma du système physique.

- Si l'application de la conservation d'énergie est anticipée, représenter la ou les surfaces de contrôle requises par des lignes en pointillés sur le schéma.

- Identifier les processus de transfert de chaleur pertinents en flèches étiquetées de manière appropriée sur le schéma.

# Les étapes de la méthodologie d'analyse

- **Étape 4: Hypothèses**

- Énumérer toutes les hypothèses simplificatrices pertinentes.
- Ne faites pas d'hypothèses triviales
  - On néglige les pertes thermiques dans un problème de combustion
  - On néglige le rayonnement solaire dans un problème de collecteurs PV

- **Étape 5: Propriétés**

- Compiler les valeurs des propriétés nécessaires aux calculs ultérieurs
  - Valeurs fixes? Indépendantes des variables?
  - Valeurs tabulées? Méfiez-vous car certaines tables comportent des multiples de 10.
  - Valeurs variables? Employez des corrélations.
- Noter et fournissez la source d'où elles sont obtenues.
- Commencer par employer des valeurs constantes représentatives de valeurs typiques.

# Les étapes de la méthodologie d'analyse

- **Étape 6: Analyse**

- Commencer votre analyse en appliquant les lois de conservation appropriées, et introduire des équations de taux au besoin.
- Développer l'analyse aussi complètement que possible avant de substituer des valeurs numériques.
- Effectuer à la fin les calculs nécessaires pour obtenir les résultats souhaités. Vérifier la cohérence de vos unités.

- **Étape 7: Commentaires**

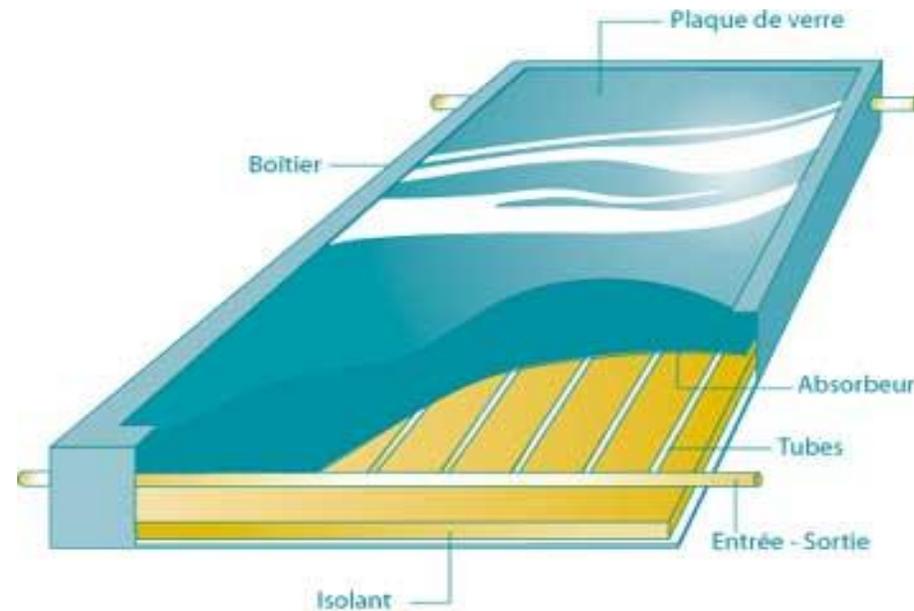
- Discuter de vos résultats.
- Une telle discussion peut inclure :
  - un résumé des conclusions clés,
  - une critique des hypothèses de départ,
  - une inférence des tendances obtenues en effectuant une étude paramétrique,
  - un commentaire sur la validité présumée de vos résultats.

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Un problème bien pose
- Un problème réel
- Les étapes de la méthodologie d'analyse
- ***Un exemple***
- Conclusion

# Un exemple

- Collecteur solaire
  - Considérez un collecteur solaire opérant en conditions constantes (régime permanent ou régime établi) sous un rayonnement  $G_s$  en  $W/m^2$ .



# Un exemple

- Collecteur solaire
  - On considère que la plaque transparente en verre (cover plate, cp) est *complètement* transparente,  $\tau_{cp,s} = 1$ ,  $\alpha_{cp,s} = 0$ ,
  - et que la plaque absorbante (absorber plate, ap) à l'arrière a une absorptivité de  $\alpha_{ap,s}$ .
  - La portion non absorbée est réfléchiée par la plaque absorbante, elle est irrémédiablement perdue à l'environnement et à l'espace.

# Un exemple

- Collecteur solaire
  - Il faut donc enduire la plaque absorbante d'un matériau qui absorbe au maximum le rayonnement solaire, donc qui a une absorptivité la plus près possible de 1 ou 100%.
  - L'énergie est retirée du collecteur par un réseau de tubes de cuivre qui sont situés sous la plaque absorbante, soudés à celle-ci et immergés dans un isolant qui réduit les pertes.
  - Le fluide possède un débit massique, une chaleur spécifique et un différentiel de température (entre son entrée et sa sortie du serpentin qui parcourt le collecteur).

# Un exemple

- Collecteur solaire: plaque absorbante
  - Même si pour le moment on peut considérer les pertes par l'arrière négligeables due à l'isolant, il y aura nécessairement des pertes dues à la convection dans l'espace d'air entre les plaques, du rayonnement vers la plaque transparente et du rayonnement en provenance de la plaque transparente.

# Un exemple

- Collecteur solaire: plaque transparente
  - Il y aura aussi des pertes radiatives et convectives à partir de la plaque de verre vers l'environnement et l'espace.
  - Il y aura du rayonnement vers la plaque absorbante et de la convection en provenance de celle-ci.
  - Il faut considérer qu'il y a du rayonnement qui proviendra de l'environnement (arbres, bâtiments, autres objets) et du ciel ou de l'espace.

# Un exemple: un collecteur solaire

- On demande:
  1. Écrire une équation qui permet de calculer la chaleur récupérée par le collecteur en fonction du débit massique, de la chaleur spécifique et de la différence de température entre l'entrée et la sortie du fluide caloporteur.
  2. Faire un bilan d'énergie sur la plaque absorbante
  3. Faire un bilan d'énergie sur la plaque de verre
  4. Faire un bilan d'énergie sur le collecteur
  5. Comparez ce dernier bilan aux deux autres
  6. Obtenez une expression pour l'efficacité du collecteur
  7. Que se passe-t-il si on retire la plaque de verre?

# Un exemple: un collecteur solaire

- La solution formelle de ce problème est en construction
- Cependant, le cours propose d'autres problèmes de collecteurs solaires, à la fois dans le Module 2 et dans le Module 11.

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Un problème bien pose
- Un problème réel
- Les étapes de la méthodologie d'analyse
- Un exemple
- ***Conclusion***

# Conclusion

- L'objectif de cette présentation est de vous guider pas-à-pas ou explicitement dans la résolution de problèmes d'ingénierie généraux ou qui impliquent des processus de transfert, de conversion et de conservation d'énergie.
- Les 7 étapes de méthodologie d'analyse proposée ici ne seront pas toujours employées de manière explicite.
- Mais elles devraient l'être implicitement pour les problèmes réels que vous serez appelés à résoudre pour votre travail.



**Merci de votre attention !**

Si vous avez des questions à formuler, veuillez les poser par écrit et spécifier le nom et le numéro de la présentation. Nous vous répondrons le plus rapidement possible.

# Période de questions

