

S.T.I. génie énergétique	F.E.A.	Lycée Auguste Perret, Le Havre
<i>Thermique et thermodynamique</i>	<i>Progression</i>	

# THERMIQUE ET THERMODYNAMIQUE

La thermique étudie les transferts de chaleur, alors que la thermodynamique en étudie leurs conséquences.

<b>I – ÉNERGIE, TEMPÉRATURE ET CHALEUR</b>	<b>1</b>
<b>1. L'énergie</b>	<b>2</b>
1.1. Quelques définitions	2
1.2. Les différentes manifestations de l'énergie	2
1.3. Les utilisations de l'énergie dans le bâtiment	3
1.4. Les ressources énergétiques	3
1.5. Un objectif fondamental : économiser l'énergie	4
1.6. La quantification de l'énergie	4
<b>2. La température</b>	<b>5</b>
2.1. Les sensations de chaud et de froid	5
2.2. Dilatation de la matière et température	5
2.3. Signification physique de la température	7
2.3.1. <i>Première conséquence : les changements de phase</i>	7
2.3.2. <i>Seconde conséquence : le zéro absolu et l'échelle Kelvin</i>	7
<b>3. La chaleur et les transferts de chaleur</b>	<b>8</b>
3.1. L'équilibre thermique	8
3.2. Isothermes et lignes de flux	9
3.3. Les trois modes de transfert de chaleur	9
3.3.1. <i>Les transferts de chaleur par conduction</i>	9
3.3.2. <i>Les transferts de chaleur par convection</i>	10
3.3.3. <i>Les transferts de chaleur par rayonnement</i>	10
3.4. Bilan thermique d'un système matériel	11

S.T.I. génie énergétique	F.E.A.	Lycée Auguste Perret, Le Havre
<i>Thermique et thermodynamique</i>	<i>Progression</i>	

---

## II – LES ÉVOLUTIONS SENSIBLES ET LATENTES

---

### 1. Évolution de température

- 1.1. Énergie absorbée par un fluide statique
- 1.2. Puissance absorbée par un fluide dynamique

### 2. Changement de phase

- 2.1. Phases et changements de phase d'un corps
- 2.2. Énergie absorbée par un corps statique
- 1.2. Puissance absorbée par un fluide dynamique

### 3. Mélanges de corps de températures différentes

- 3.1. Mélanges statiques
- 3.2. Mélanges dynamiques

---

## III – LES TRANSFERTS DE CHALEUR 1

---

### 1. Le flux de chaleur et la densité de flux 2

- 1.1. Le flux de chaleur 2
- 1.2. La densité de flux 2

### 2. Les transferts élémentaires de chaleur 5

- 2.1. Les transferts de chaleur par conduction thermique 5
  - 2.1.1. *Étude expérimentale de la conduction* 5
    - Influence de la différence de température 7
    - Influence de l'épaisseur du matériau 7
    - Influence de la nature du matériau 8
  - 2.1.2. *La loi de conduction thermique, ou loi de Fourier* 8
- 2.2. Les transferts de chaleur par convection 9
  - 2.2.1. *Étude expérimentale de la convection* 9
    - Influence de la différence de température 10
    - Influence de la vitesse de l'air 10
  - 2.2.2. *La loi de convection, ou loi de Newton* 11

S.T.I. génie énergétique	F.E.A.	Lycée Auguste Perret, Le Havre
<i>Thermique et thermodynamique</i>	<i>Progression</i>	

2.2.3. <i>Les deux natures de la convection</i>	11
La convection naturelle	11
La convection forcée	11
Pourquoi le vent est-il apprécié en été ?	11
2.3. Les transferts de chaleur par rayonnement thermique	12
2.4. Les transferts thermiques superficiels couplés	12
2.5. Les résistances thermiques	13
2.5.1. <i>Résistance thermique par conduction</i>	13
2.5.2. <i>Résistance thermique par transfert radio-convectif</i>	13
2.5.3. <i>Résistance thermique par convection</i>	13
2.5.4. <i>Résistance thermique d'une lame d'air</i>	14
2.5.5. <i>Résistance thermique d'un bloc creux et d'une brique perforée</i>	15
2.6. Analogie avec l'électricité	15
<b>3. Les transferts de chaleur à travers les parois planes</b>	<b>16</b>
3.1. Le transfert thermiques à travers une paroi mono-couche	16
3.1.1. <i>Résistance thermique équivalente</i>	16
3.1.2. <i>Le coefficient de transmission surfacique U</i>	17
3.1.3. <i>Application au simple vitrage</i>	18
Les résistances élémentaires	18
La résistance thermique équivalente	18
Le coefficient de transmission surfacique	18
La densité de flux	18
3.2. Le transfert thermiques à travers une paroi composite	19
3.2.1. <i>La résistance thermique équivalente</i>	20
3.2.2. <i>Le coefficient de transmission surfacique</i>	20
3.2.3. <i>La densité de flux</i>	20
3.2.4. <i>Le flux</i>	20

S.T.I. génie énergétique	F.E.A.	Lycée Auguste Perret, Le Havre
<i>Thermique et thermodynamique</i>	<i>Progression</i>	

---

<b>IV – LES ÉCHANGEURS DE CHALEUR</b>	<b>1</b>
<b>1. Définitions, exemples et applications</b>	<b>2</b>
1.1. Terminologie des échangeurs	2
1.2. Exemples d'échangeurs en convection naturelle	3
1.2.1. <i>Le tube, la gaine, et l'enveloppe bâtiment</i>	3
1.2.2. <i>Émetteurs de chaleur statiques</i>	3
1.2.3. <i>Échangeur d'un ballon d'eau chaude sanitaire</i>	4
1.3. Exemples d'échangeurs en convection forcée	4
1.3.1. <i>Émetteurs de chaleur dynamiques</i>	4
1.3.2. <i>Échangeur tubulaire</i>	5
1.3.3. <i>Les échangeurs à plaques</i>	5
1.3.4. <i>Corps de chauffe d'une chaudière classique</i>	6
<b>2. Évolutions des fluides</b>	<b>7</b>
2.1. Évolutions sensibles	7
2.1.1. <i>Échangeur à co-courants</i>	7
2.1.2. <i>Échangeur à contre-courants</i>	7
Si $q_m \cdot C_p(\text{ch}) < q_m \cdot C_p(\text{fr})$	7
Si $q_m \cdot C_p(\text{ch}) > q_m \cdot C_p(\text{fr})$	8
2.2. Évolutions latentes	8
<b>3. Puissances mises en jeu</b>	<b>9</b>
3.1. Bilan énergétique d'un échangeur	9
3.1.1. <i>Chauffage : le primaire chauffe le secondaire</i>	9
3.1.2. <i>Refroidissement : le primaire refroidit le secondaire</i>	9
3.2. Expression des puissances absorbées et cédées	10
3.2.1. <i>Puissances mises en jeu lors d'évolutions sensibles</i>	10
Cas du chauffage	10
Cas du refroidissement	10
3.2.2. <i>Puissances mises en jeu lors d'évolutions latentes</i>	10
Dans l'évaporateur	10
Dans le condenseur	10
3.3. Puissance échangée	11
3.3.1. <i>Cas d'un échangeur statique</i>	11

S.T.I. génie énergétique	F.E.A.	Lycée Auguste Perret, Le Havre
<i>Thermique et thermodynamique</i>		<i>Progression</i>

Expression générale de la puissance échangée	11
Expression utilisée pour les émetteurs de chaleur	12
Expression utilisée pour les tubes non calorifugés	12
3.3.2. <i>Cas d'un échangeur dynamique</i>	13
<b>4. Performances d'un échangeur</b>	<b>14</b>
4.1. Rendement d'un échangeur	14
4.1.1. <i>Cas du chauffage du secondaire</i>	14
4.1.2. <i>Cas du refroidissement du secondaire</i>	14
4.1.3. <i>Rendement des échangeurs de très grande surface d'échanges</i>	15
4.2. Efficacité d'un échangeur	15
4.2.1. <i>Efficacité d'un échangeur à co-courants</i>	15
4.2.2. <i>Efficacité d'un échangeur à contre-courants</i>	16