



Energie & Habitat

La récupération de la chaleur fatale: tour d'horizon des solutions pour l'industrie



Namur, le 19 octobre 2018

Ir Jean-Benoît VERBEKE

Pi_F17_EnergieHabitat_Chaleur_20181018.pptx

Jean-Benoît VERBEKE



*20 ans d'expérience en thermique et énergétique
industrielle*

- Ir civil physicien, sciences des matériaux (UCL, 1996)
- Gérant de Pirotech sprl

www.pirotech.be



Wallonie

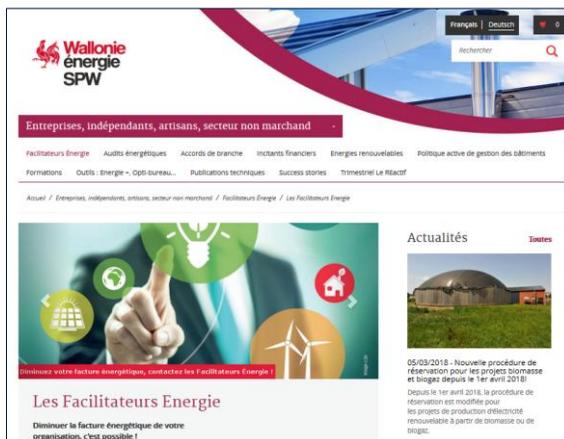
Facilitateur « Energie » pour l'Industrie wallonne (mission de conseiller énergie pour le Service Public de Wallonie)

Expert technique pour le gouvernement wallon pour les questions d'énergie et de CO₂ dans le cadre des audits industriels « accords de branche »



Expert technique pour Bruxelles Environnement pour les audits tertiaires et industriels

Les Facilitateurs énergie pour l'Industrie



<https://energie.wallonie.be/facilitateurs-energie>



3

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

Le Facilitateur Energie

Les Facilitateurs Energie vous conseillent gratuitement:

- ✓ informations sur les primes, subsides et réglementation
- ✓ conseils techniques, relecture de cahier des charges
- ✓ audits simplifiés (visites et conseil sur site, pistes d'économie d'énergie)
- ✓ formations du responsable énergie pour l'industrie
- ✓ rédactions de success stories
- ✓ organisation des conférences



4

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

Récupération de la chaleur fatale



1. **Qu'est ce que la chaleur fatale?**
2. La chaleur qu'on ne produit pas
3. La chaleur que l'on récupère

Qu'est ce que la chaleur fatale?

L'**énergie** est une réserve de travail ou de chaleur, qui ne se produit pas mais se transforme

Le **travail** est une forme d'énergie mécanique ou électrique

Energie = Force * Distance

[Joule (J)] = [N] * [m] = [m² x kg] / s²

La **chaleur** est une forme d'énergie thermique ou chimique

≠ La **température** est une mesure de l'agitation thermique des molécules



Qu'est ce que la chaleur fatale?



photo: From Shuster & Shipley

James Joule montra en 1845 qu'il y a une **équivalence** entre le **travail** et la **chaleur**.

Il observa qu'il faut "dépenser" 4,185 J pour "produire" 1 **calorie** c'ad augmenter la température de 1 g d'eau de 1°C

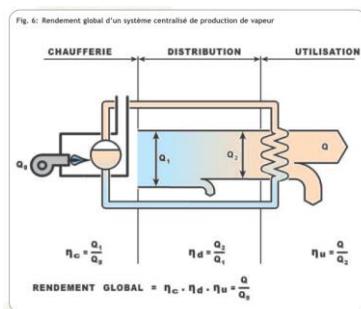


Qu'est ce que la chaleur fatale?

Pourquoi fatale?

1. Seule une fraction de l'énergie thermique disponible peut être convertie en travail → Pertes / Rendement

2nd principe de la thermodynamique



Qu'est ce que la chaleur fatale?

Pourquoi fatale?

2. Certaines réactions chimiques produisent de la chaleur (réactions exothermique)

exemple: Chaux vive, Soude, feu



Photo: Youtube – Sacha Le_Russe



Qu'est ce que la chaleur fatale?



Photo: J.-B. Verbeke - Zoetis



Photo: <http://sf-intranet.fr/adresses/ardennes/belgique/wallonie/huy/site-nucleaire-3/centrale-nucleaire-de-tihange/>



Récupération de la chaleur fatale

FACILITATEUR
URE

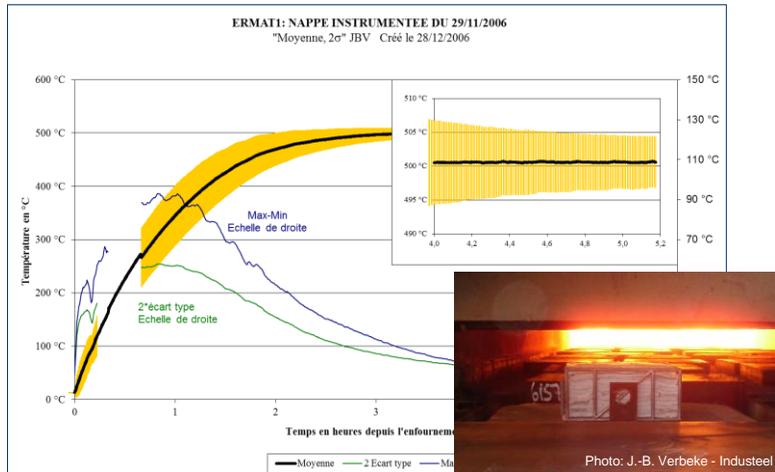
1. Qu'est ce que la chaleur fatale?
2. **La chaleur qu'on ne « produit » pas**
3. La chaleur que l'on récupère

La chaleur qu'on ne « produit » pas



La chaleur qu'on ne « produit » pas

Réduction du temps de séjour dans un four de recuit



13

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

La chaleur qu'on ne « produit » pas

Isolation thermique



Photo: J.-B. Verbeke - 2017



Photo: J.-B. Verbeke - Zoetis



14

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

La chaleur qu'on ne « produit » pas

Régulation climatique ou programmable



Récupération de la chaleur fatale

FACILITATEUR
URE

1. Qu'est ce que la chaleur fatale?
2. La chaleur qu'on ne « produit » pas
3. **La chaleur que l'on récupère**
 - a) Haute température
 - b) Basse température

La chaleur que l'on récupère

Exigences pour une rentabilité suffisante :



T° mais aussi débit

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$



Simultanéité entre source et utilisateur

Si pas de complète simultanéité : stockage



Distance

Si trop de distance source – utilisateur alors fluide caloporteur



Fiabilité et continuité de la source

Si pas de fiabilité de la source : oublier le projet !



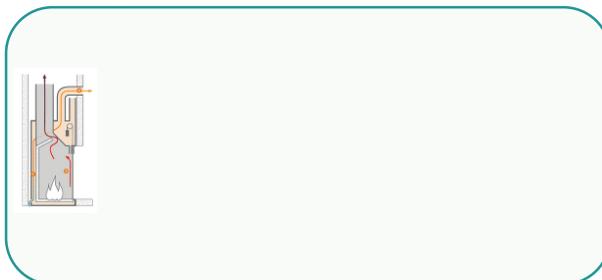
Récupération de la chaleur fatale



1. Qu'est ce que la chaleur fatale?
2. La chaleur qu'on ne « produit » pas
3. **La chaleur que l'on récupère**
 - a) Haute température
 - b) Basse température

Récupération haute température

Produire de l'électricité via la détente de la vapeur:
unité classique à condensation

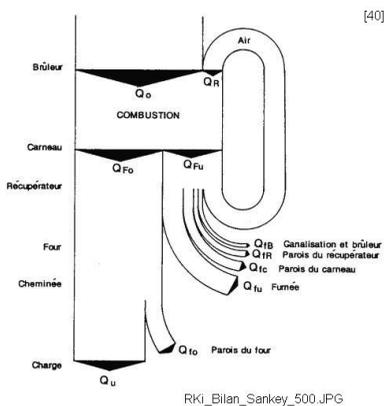


En savoir plus: cahier technique sur la récupération de chaleur fatale pour la production d'électricité dans l'industrie et applications en énergie renouvelable

<https://energie.wallonie.be/fr/chaleur.html?IDC=8049>



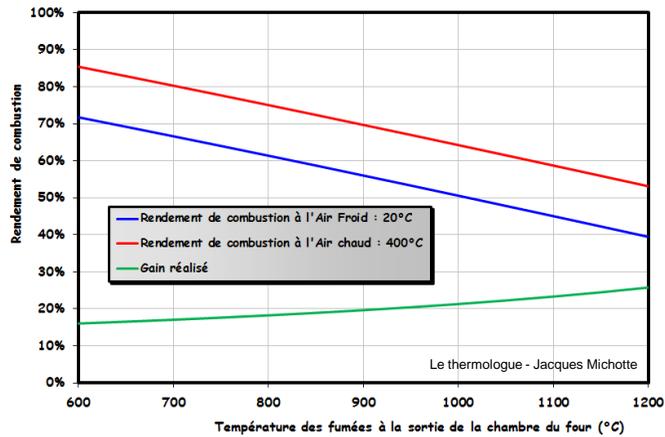
Récupération haute température



Récupération haute température

Récupération sur les fumées

Four au gaz naturel : incidence de la récupération



21

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

Récupération de la chaleur fatale

FACILITATEUR
URE

1. Qu'est ce que la chaleur fatale?
2. La chaleur qu'on ne « produit » pas
3. La chaleur que l'on récupère
 - a) Haute température
 - b) **Basse température**

Chaleur basse température



Photo: J.-B. Verbeke - 2016



Photo: J.-B. Verbeke - 2016



Chaleur basse température

Récupération sur l'eau de refroidissement des chenets d'un four de réchauffage avant laminage pour un chauffage urbain



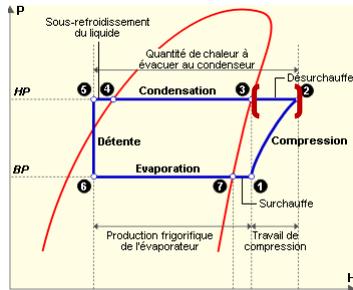
Photo: Jacques Michotte

- 7 à 9% de la puissance thermique des brûleurs, en régime, sont dissipés par l'eau de refroidissement des chenets
- $T_{in} = 88^{\circ}\text{C}$, $T_{out} = 90^{\circ}\text{C}$
- $\Delta T \sim 2^{\circ}\text{C}$ pour un débit total de $1300 \text{ m}^3/\text{h}$ ce qui correspond à une "chaudière" de 3,8 MW !



Chaleur basse température

Récupération de la chaleur de la désurchauffe sur un groupe de froid



Source: Energie+

- ✓ La chaleur dégagée pendant la désurchauffe représente ~ 15% de la chaleur dégagée au condenseur
- ✓ Production d'eau chaude à ~ 50°C



25

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

Chaleur basse température

Fausse bonne idée



- ☹ Ne pas chercher à récupérer la chaleur au niveau du condenseur



26

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

Chaleur basse température

Récupération de la chaleur d'un compresseur d'air pour le chauffage des halls



- ✓ Consommation électrique des compresseurs : 130 000 kWh
- ✓ Superficie des surfaces à chauffer : 2000 m²
- ✓ Chaleur récupérable estimée à 75% de la consommation électrique



27

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

Chaleur basse température

Récupération de l'eau de lavage (NEP) dans l'industrie agro-alimentaire



- ✓ La dernière eau de rinçage après nettoyage de cuves alimentaires est utilisée comme 1ère eau de nettoyage au cycle suivant.
- ✓ Consommation annuelle d'eau : environ 138 000 m³/an
- ✓ Gain en eau chaude : 5 500 m³/an, soit 4% de la consommation



28

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

Chaleur basse température

La chaleur du moult est récupérée pour préchauffer l'eau des brassins (brasserie)



Source: non identifiée

- Actuellement l'eau froide des brassins (6500 litres par brassin et 270 brassins par an) est chauffée à 85°C
- Proposition : l'eau de refroidissement du moult préchauffe l'eau des brassins à 50-60°C



29

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

Chaleur basse température

Préchauffer l'air de combustion



Photo: J.-B. Verbeke

- ✓ $T_{in} = 20^{\circ}\text{C}$
- ✓ $T^{\circ}_{out} = 43^{\circ}\text{C}$
- ✓ Gain sur le rendement: 1,0%



30

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

Chaleur basse température

Pompe à chaleur Air / Air



Photo: J.-B. Verbeke



31

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

Chaleur basse température



Photo: J.-B. Verbeke

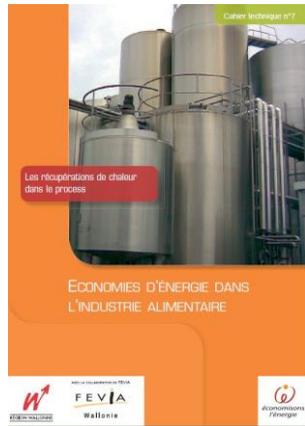


32

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

Pour en savoir plus ...

<https://energie.wallonie.be/publications-techniques>



- ✓ Cahier technique : La récupération de chaleur
- ✓ Efficacité et rendement des échangeurs de chaleur
- ✓ Différents types d'échangeurs de chaleurs



33

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

Les Facilitateurs énergie pour l'Industrie

Mardi 20 novembre 2018 – 12 conférences à la Marlagne

Semaine wallonne
Air-Climat-Énergie
Du 17 au 25/11 2018

Wallonie

FACILITATEUR
URE

Le Facilitateur Énergie pour l'Industrie vous invite à la journée relative aux économies d'énergie dans l'industrie

Performances énergétiques des procédés et utilités industriels

Air comprimé, Froid industriel, Force motrice, Incitants, Obligations et Résultats
Mardi 20 novembre 2018 – 12 conférences



34

Energie & Habitat – 19/10/2018 - J.-B. VERBEKE - jbv@pirotech.be

Les Facilitateurs énergie pour l'Industrie



FACILITATEUR
URE



Tél: 0800/97.333

Jean-Benoît VERBEKE

jbv@facilitateur.info

