

Effacité énergétique dans l'industrie

Effacité énergétique dans les procédés industriels: technologies – Deuxième partie

24-27 novembre 2014, Tunis, Tunisie

 **renac**
renewables academy

En coopération avec:



Soutenu par:



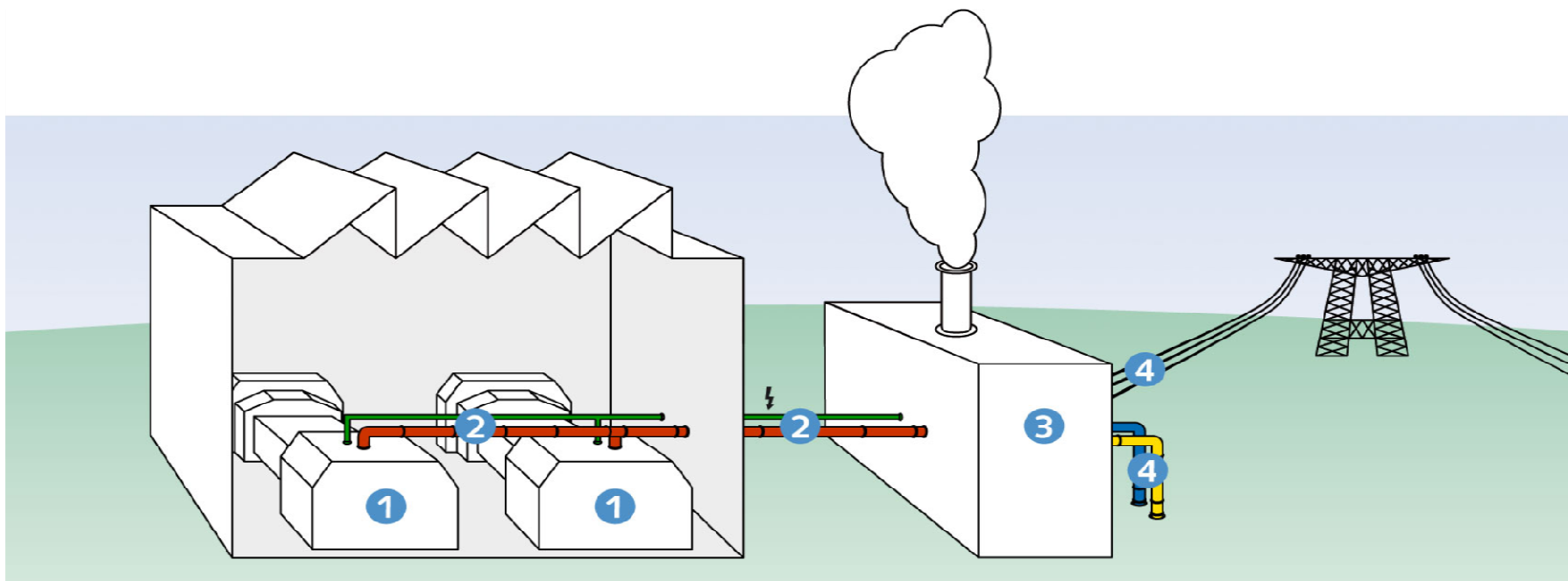
www.renac.de

- Recommandations générales
- Meilleures techniques disponibles : une approche systémique
- Industrie pharmaceutique
- Industrie alimentaire
- Industrie verrière
- Efficacité énergétique dans les fours
- Documents BREF pour l'efficacité énergétique
- Documents BREF pour le refroidissement industriel

- Recommandations générales valables pour la plupart des équipements de procédés
- Contrôle du fonctionnement des équipements
 - Maîtrise des équipements non utilisés
 - Gestion des intermittences et des périodes creuses
 - Optimisation des taux de charge
- Choix et contrôle des paramètres et des consignes
 - Choix des paramètres: pression, température, débit, humidité, etc
 - Contrôle manuel ou automatique du respect des consignes
- Isolation thermique (échangeurs, réacteurs, fours, etc)
- Choix des technologies

- Récupération de chaleur
 - Sources: fumées de combustion, sortie d'air de séchage, effluents liquides, procédés
 - Usages: préchauffage eau, produit, air, production eaux de lavage, etc.
 - Limites:
 - Souvent besoin d'un échangeur de récupération
 - Niveau de température des sources, souvent bas
 - Distance entre production de chaleur et utilisation
 - Non-simultanéité entre production et utilisation (stockage)
- Moteurs électriques
 - Dimensionnement
 - Moteurs efficaces
 - Taux de charge, fonctionnement à vide ou à charge partielle
 - Maîtrise du fonctionnement, contrôle automatique
 - Variation de vitesse

Approche systémique de l'efficacité énergétique



1 Consommation énergétique

Halls de production
Système de ventilation
Moteurs électriques
Éclairage

2 Distribution énergétique

Chauffage
Refroidissement
Air comprimé
Électricité

3 Production énergétique

Bâtiment de chaufferie
Cogénération de chaleur
et d'électricité
Centrale à réfrigération
Systèmes d'air comprimé

4 Approvisionnement énergétique

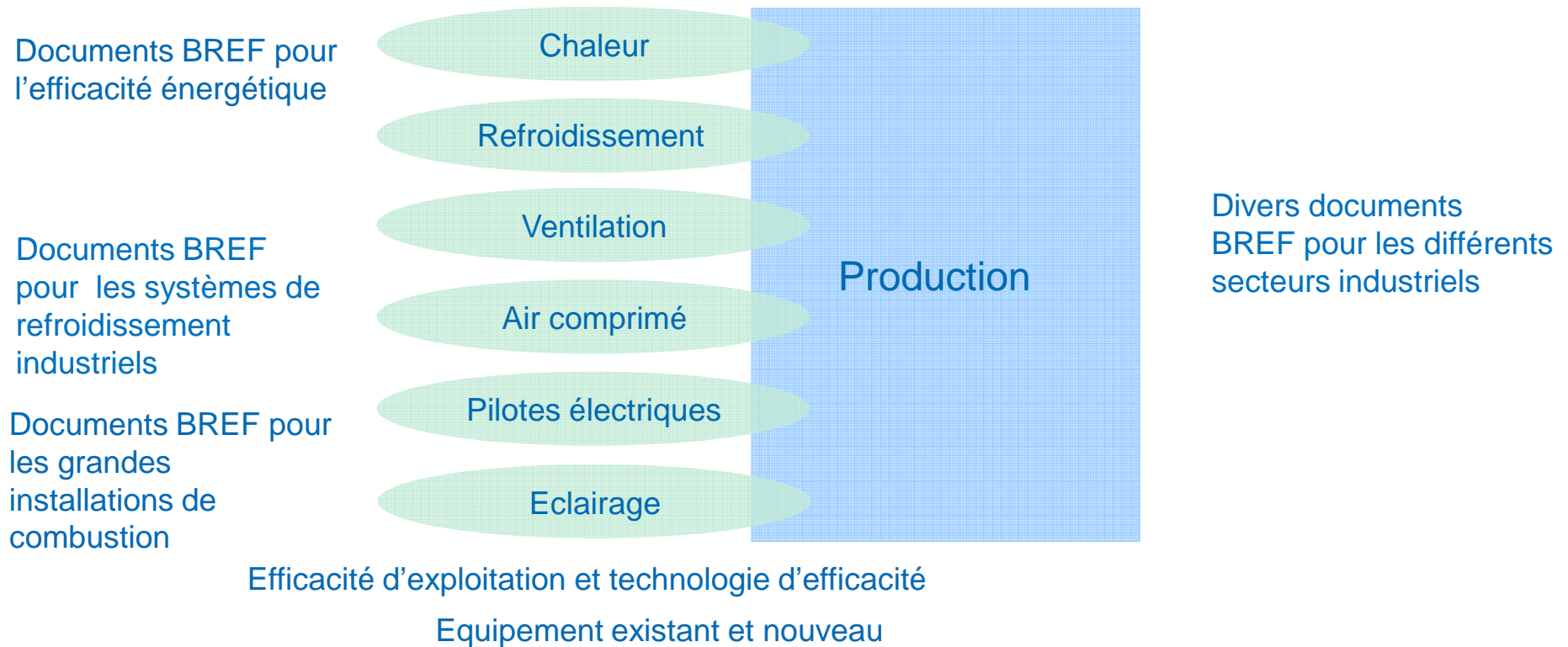
Électricité
Gaz
Mazout
Eau
Fluide caloporteur

- Les documents de référence MTD (meilleures techniques disponibles) ont été élaborés sous la directive IPPC 96/61/EC

“Les documents BREFs permettront d’informer les décideurs adéquats des disponibilités techniques et économiques de l’industrie afin de favoriser la performance environnementale et, ainsi, protéger l’environnement dans sa globalité.” (Source: Source: <http://eippcb.jrc.es/>)

- Les documents BREF sont des guides importants, des références incontournables, tant pour les autorités responsable des licences que pour l’industrie.














Approche systémique



Pour quelles industries les documents BREF sont-ils disponibles / applicables ?

Documents de référence sur les meilleurs techniques disponibles

Best Available Techniques Reference Document

-  Céramiques
-  Systèmes communs de traitement et de gestion des eaux et des gaz résiduels dans l'industrie chimique
-  Emissions dues au stockage des matières dangereuses ou en vrac
-  Efficacité énergétique
-  Transformation des métaux ferreux
-  Industries agro-alimentaires et laitières
-   Systèmes de refroidissement industriel
-  Elevage intensif de volailles et de porcins
-  Aciéries
-  Grandes installations de combustion
-  Chimie inorganique - ammoniac, acides et engrais
-  Chimie inorganique - produits solides et autres
-  Chimie organique

Code	Document approuvé	Projet officiel	Rapport de réunion	Date de révision estimée
CER	BREF (08.2007)			
CWW	BREF (02.2003)	D2 (07.2011)	MR (06.2008)	
EFS	BREF (07.2006)			
ENE	BREF (02.2009)			
FMP	BREF (12.2001)			Review started
FDM	BREF (08.2006)			2014
ICS	BREF (12.2001)			
IRPP	BREF (07.2003)	D2 (08.2013)	MR (06.2009)	
IS	BATC (03.2012) BREF (03.2012)			
LCP	BREF (07.2006)	D1 (06.2013)	MR (10.2011)	
LVIC-AAF	BREF (08.2007)			
LVIC-S	BREF (08.2007)			
LVOC	BREF (02.2003)		MR (12.2010)	








Traductions françaises officielles disponibles sur le lien suivant: <http://www.ineris.fr/ippc/node/10>

Pour quelles industries les documents BREF sont-ils disponibles / applicables ?

-  Gestion des résidus et des stériles des activités minières
-  Verreries
-  Chimie fine organique
-  Industrie des métaux non ferreux
-  Production de ciment, chaux, et magnésie
-  Industrie du chlore et de la soude
-  Polymères
-  Industrie papetière
-  Chimie inorganique de spécialités
-  Raffineries
-  Abattoirs et équarrissage
-  Forges et fonderies
-  Traitement de surface des métaux et des matières plastiques
-  Traitement de surface utilisant des solvants
-  Tannerie

MTWR	BREF (01.2009)			
GLS	BATC (03.2012) BREF (03.2012)			
OFC	BREF (08.2006)			
NFM	BREF (12.2001)	D3 (02.2013)	MR (09.2007)	
CLM	BATC (04.2013) BREF (04.2013)			
CAK	BREF (12.2001)	FD (04.2013)	MR (09.2009)	
POL	BREF (08.2007)			
PP	BREF (12.2001)	FD (07.2013)	MR (11.2006)	
SIC	BREF (08.2007)			
REF	BREF (02.2003)	FD (07.2013)	MR (09.2008)	
SA	BREF (05.2005)			
SF	BREF (05.2005)			
STM	BREF (08.2006)			
STS	BREF (08.2007)			2014
TAN	BATC (02.2013) BREF (02.2013)			









Pour quelles industries les documents BREF sont-ils disponibles / applicables ?

-  Textile
-  Incinération des déchets
-  Traitement des déchets
-  Fabrication de panneaux à base de bois
-  Préservation du bois et des produits dérivés du bois au moyen de produits chimiques
- Documents de référence
-  Aspects économiques et effets multi-milieu
-  Principes généraux de surveillance

TXT	BREF (07.2003)			
WI	BREF (08.2006)			2014
WT	BREF (08.2006)			2013
WBP	-	D1 (07.2013)	MR (11.2011)	
WPC	-			2014
Code				
ECM	REF (07.2006)			
MON	REF (07.2003)			Review started

Seule la version anglaise d'un BREF fait foi.

Une * signale les BREF en cours de révision, pour plus de détails, voir le site du [Bureau Européen IPPC](#)

-  **BREF ou REF** indique qu'un **document a été publié** par la Commission Européenne sous le IED (post 2010).
-  Sous documents adoptés l'on peut trouver les conclusions du BREF et du MTD
-  **FD** indique que le document a été envoyé au Forum Article 13 du IED pour revue.
-  **D1/D2/D3** indique que la dernière ébauche est disponible
-  Indique que le travail a été débuté mais qu'une ébauche n'est pas encore disponible
-  Indique que le travail est planifié de débuter dans l'année indiquée
-  **BREF ou REF** indique qu'un **document a été publié** par la Commission Européenne sous IPPC-IED
-  Indique que le travail n'a pas encore débuté

European Commission
IED 2010

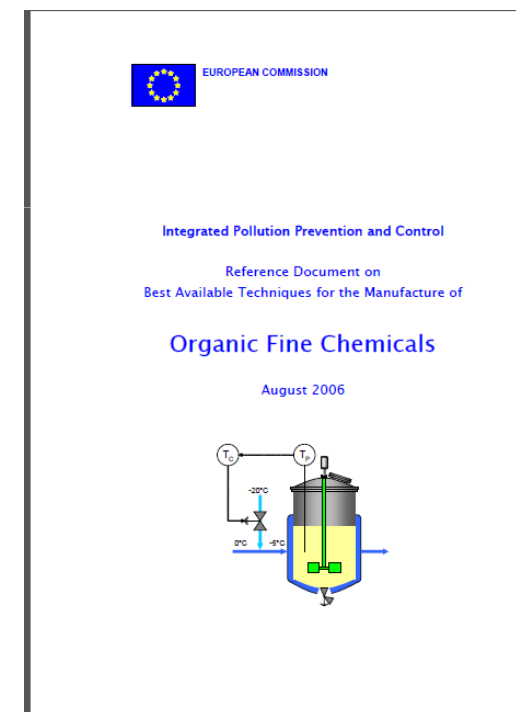
Contenu type des documents BREF

1. Informations générales
2. Procédés et techniques appliqués
3. Consommation et niveau d'émission actuels
4. Techniques à prendre en compte lors de l'élaboration des MTD
5. Meilleures Techniques Disponibles (MTD)
6. Techniques émergentes
7. Conclusion, commentaires

MTD dans l'industrie pharmaceutique

Le document BREF concernant la Chimie Organique Fine met l'accent sur la fabrication de lots de production de produits chimiques organiques dans une usine multifonctionnelle :

- Colorants et pigments
- Produits de base phytosanitaires et biocides
- Produits pharmaceutiques (processus biologique et chimique)
- Explosifs organiques
- Intermédiaires organiques
- Surfactants spécialisés
- Saveurs, parfums phéromones
- Plastifiants
- Retardateurs de combustions

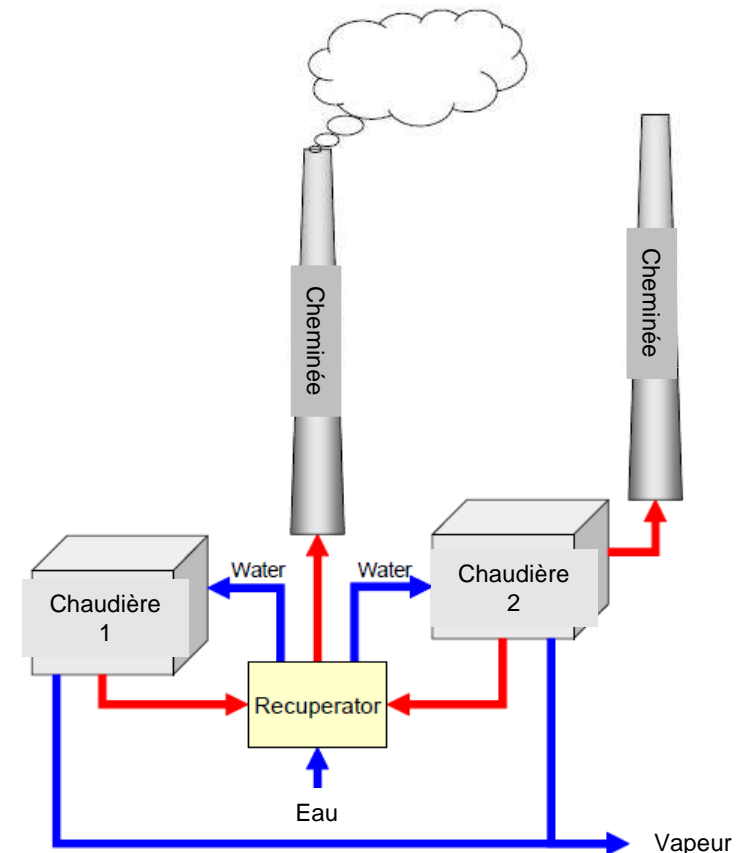


EU - Joint Research Centre

MTD dans l'industrie pharmaceutique

Consommation énergétique

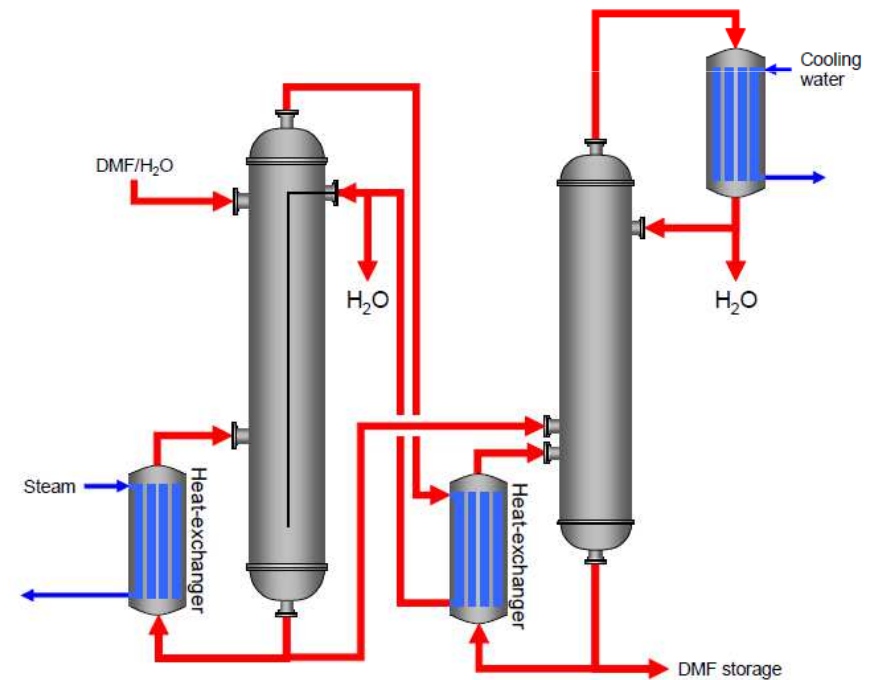
- L'énergie est habituellement produite par des chaudières équipées de turbines, elles-mêmes équipées de brûleurs à fioul ou à gaz naturel, le gaz étant le combustible essentiel (95%)
- Schéma: deux chaudières partageant un récupérateur de gaz d'échappement
- Chaudière 1 : 80 tonnes de vapeur/h; surtout en été
- Chaudière 2 : 160 tonnes de vapeur/h; surtout en hiver
- Le récupérateur va refroidir le gaz d'échappement en le baissant de 130°C environ 45°C, et réchauffe l'eau de 20°C à environ 60°C. Environ 3.8MW de chaleur est récupérée.



MTD, Chimie organique fine

Exemple 1: Procédé de distillation énergiquement couplée de DMF (Diméthylformamide)

- Si la distillation s'effectue en deux étapes (deux colonnes), le flux énergétique des deux colonnes peut être couplé.
- Bénéfices engendrés : Consommation de vapeur est réduite d'environ 50%
- Inconvénients : Les variations se produisant dans la première colonne influence le processus de la deuxième colonne. Le contrôle du processus doit être amélioré.



MTD, Chimie organique fine

Figure 4.18: Energetically coupled distillation of DMF

MTD dans l'industrie pharmaceutique

Exemple 2: Minimisation du débit de gaz d'échappement engendré par la distillation

- La première colonne sépare l'éther diéthylique de l'eau et de l'éthanol
- La deuxième colonne mène à/génère un produit de haute qualité contenant 94 % d'éthanol et environ 6 % d'eau, l'eau étant le produit de base
- La consommation énergétique est optimisée à travers l'échange optimisé de chaleur entre les produits de sortie et apportés

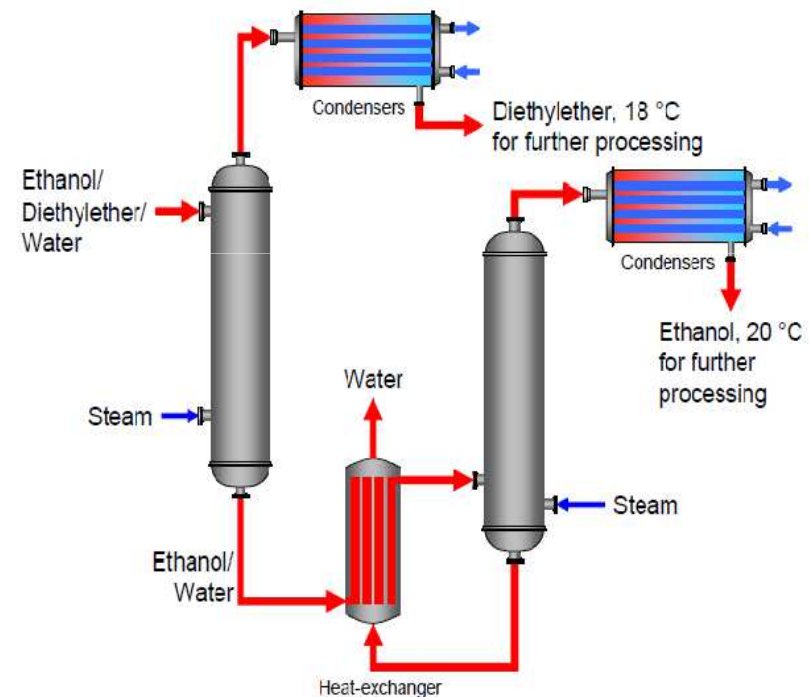
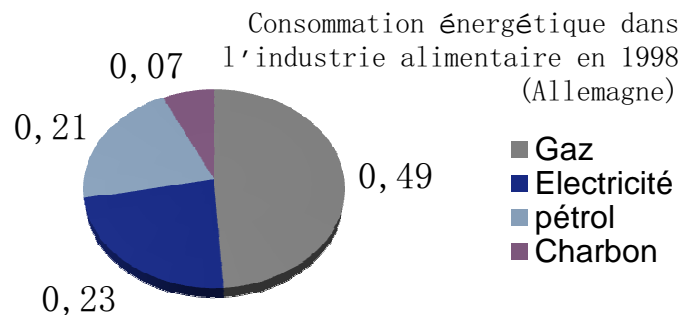
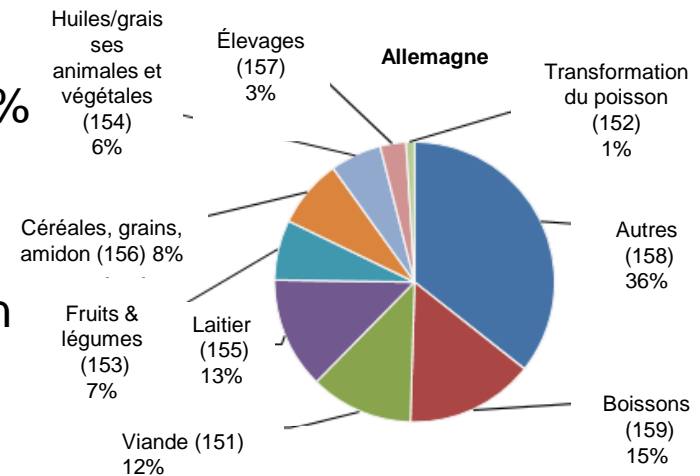


Figure 4.19: Example for a closed distillation system

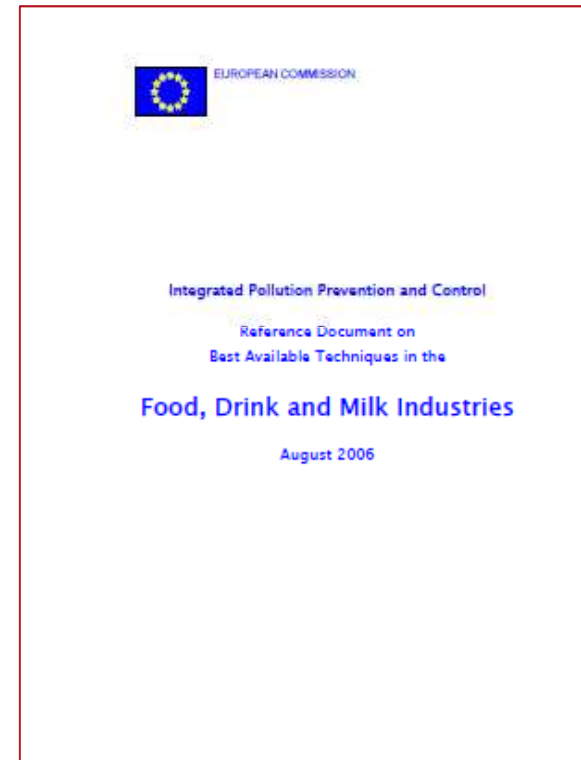
Consommation énergétique

- Le processus de chauffage utilise environ 29% de l'énergie totale
- Le processus de refroidissement et de réfrigération utilise environ 16% de l'utilisation totale en énergie
- En Allemagne, le secteur de Industries agro-alimentaires et laitières a consommé environ 54500 MWh/an en 1998, (soit 6.7 % de la consommation énergétique totale en Allemagne)

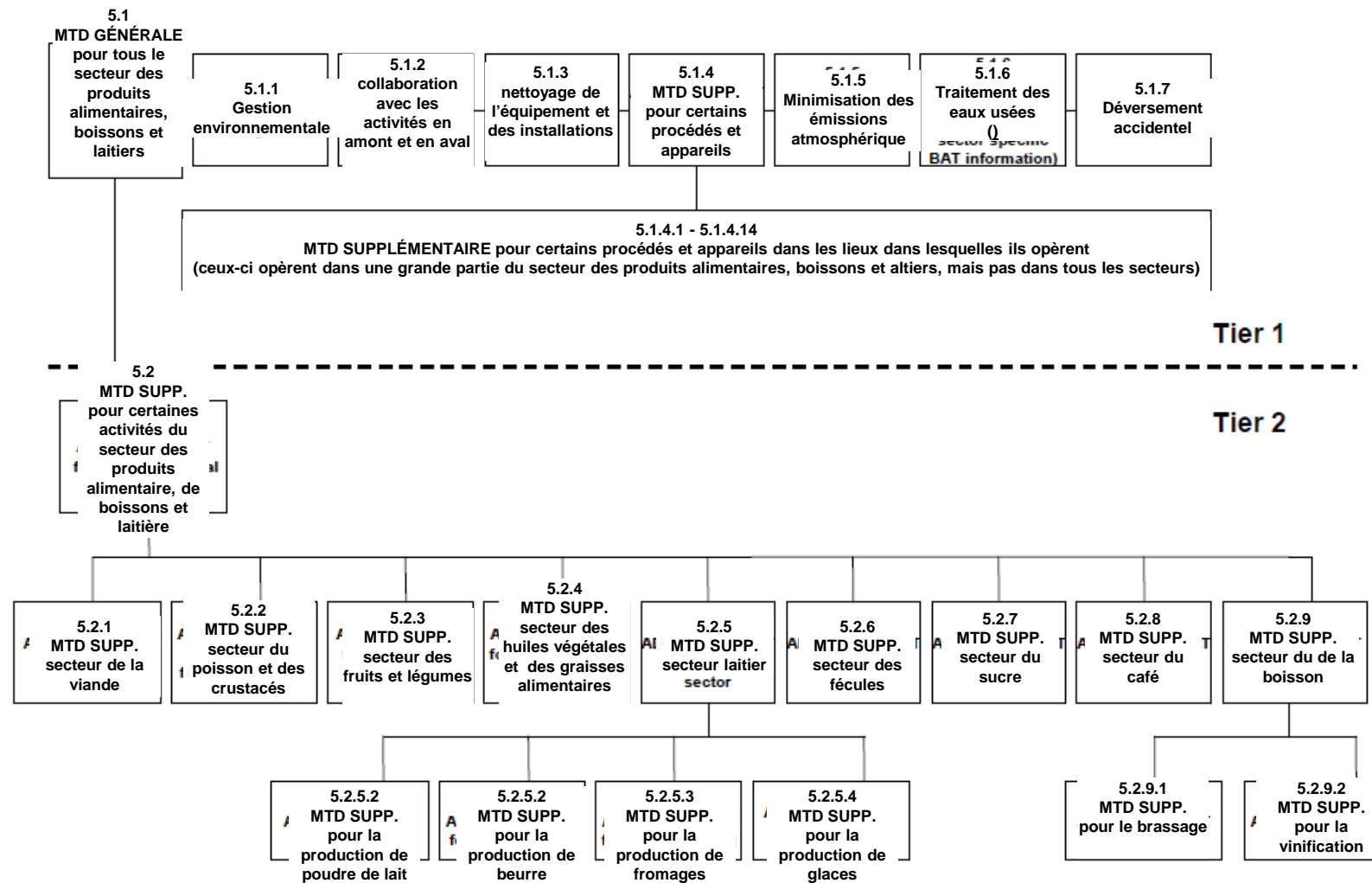


Répartition de la demande énergétique pour les sous-secteurs de l'industrie alimentaire allemande en 2005 (classification ISEC des activités économiques à niveau d'agrégation à 3 chiffres significatifs)

- Diversifiée, hétérogène et fragmentée, l'industrie des produits alimentaires, des boissons et laitiers regroupe un grand nombre de secteurs alimentaires et de boissons différents.
- Les meilleures techniques générales disponibles : Applicable à la majorité des exploitations industrielles de l'industrie alimentaire, des boissons et de produits laitiers indépendamment des processus utilisés ou des produits fabriqués
- Les meilleures techniques supplémentaires disponibles : s'applique seulement aux processus particuliers et aux secteurs individualisés (viandes, poissons et crustacés, fruits et légumes,...)



MTD dans l'industrie alimentaire



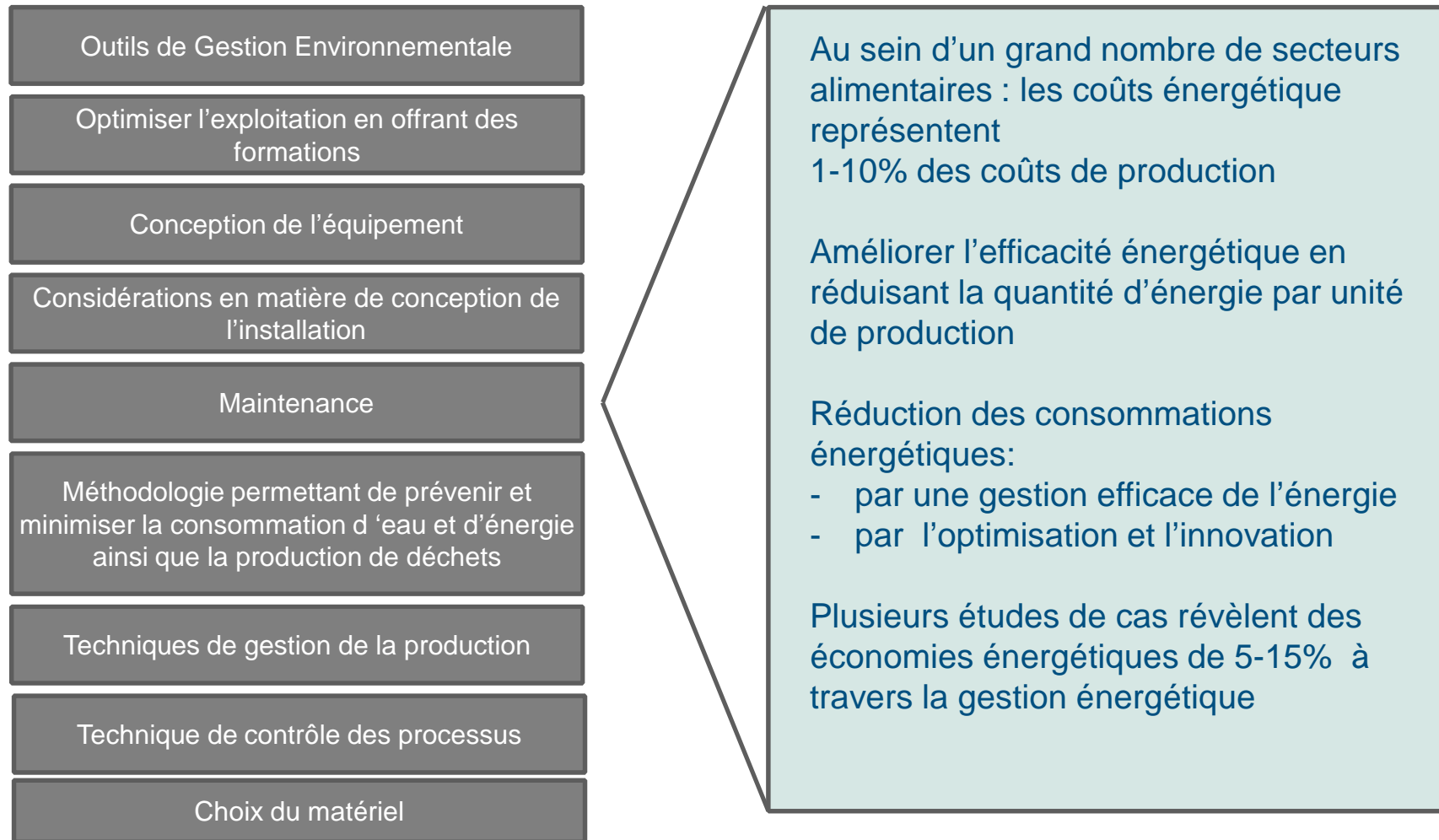
A. Réception et préparation des matériaux	
A.1	Manutention et stockage des matériaux
A.2	Tri/filtrage, classement, décortilage, égrappage/égrainage, parage
A.3	Pelage
A.4	Lavage
A.5	Dégel
B. Réduction de taille, mélange et mise en forme	
B.1	Découpage, tranchante, hachage, mise en pâte, pressage
B.2	Mixer/mélange, homogénéisation et raffinage
B.3	Mouillage/fraisage et écrasement
B.4	Mise en forme/moulage et extrusion
C. Techniques de séparation	
C.1	Extraction
C.2	Dé-ionisation
C.3	Amende
C.4	Centrifugation et sédimentation
C.5	Filtration
C.6	Séparation de la membrane
C.7	Cristallisation
C.8	Retrait des acides gras libres par neutralisation
C.9	Blanchiment
C.10	Désodorisation par distillation partielle
C.11	Décoloration
C.12	Distillation
D. Technologie de traitement des produits	
D.1	Trempage
D.2	Dissolution
D.3	Solubilisation/alcalinisation
D.4	Fermentation
D.5	Coagulation
D.6	Germination
D.7	Saumurage/séchage et décapage
D.8	Fumage
D.9	Durcissement
D.10	Sulfitage
D.11	Carbonation
D.12	Carbonatation
D.13	Revêtement/pulvérisation/enrobage/agglomération/encapsulation
D.14	Affinage

Techniques de transformation

E. Traitement thermique	
E.1	Fonte
E.2	Blanchiment
E.3	Cuisson/ébullition
E.4	Cuisson au four
E.5	Torréfaction
E.6	Friture
E.7	Étuvage
E.8	Pasteurisation/stérilisation et pasteurisation UHT
F. Concentration par thermisation	
F.1	Évaporation (liquide à liquide)
F.2	Séchage (liquide à solide)
F.3	Déshydratation (solide à solide)
G. Traitement par extraction de chaleur	
G.1	Refroidissement, réfrigération et stabulation à froid
G.2	Congélation
G.3	Liophilisation
H. Opérations de post-traitement	
H.1	Emballage et remplissage
H.2	Insufflation de gaz et stockage sous gaz
U. Traitement des services	
U.1	Nettoyage et désinfection
U.2	Production et consommation énergétiques
U.3	Utilisation de l'eau
U.4	Production de sous-vide
U.5	Réfrigération
U.6	Production d'air comprimé

MTD dans l'industrie alimentaire, des boissons et laitière

Meilleure technique disponible dans l'industrie alimentaire



MTD dans l'industrie alimentaire

Prévenir et minimiser la consommation énergétique

- Cogénération (CHP)
- Utiliser les pompes à chaleur pour la récupération de chaleur de sources diverses
- Eteindre le matériel lorsqu'il n'est pas utilisé
- Réduire les charges sur les moteurs
- Réduire les pertes calorifiques des moteurs
- Utiliser des variateurs de vitesse pour réduire la charge sur les ventilateurs et les pompes
- Isolation thermique des tuyaux, des récipients et de l'équipement
- Améliorer l'efficacité des générateurs de chaleur
- Convertisseur de fréquence pour les moteurs

Exemple 2: Projet d'efficacité énergétique dans la production de viande

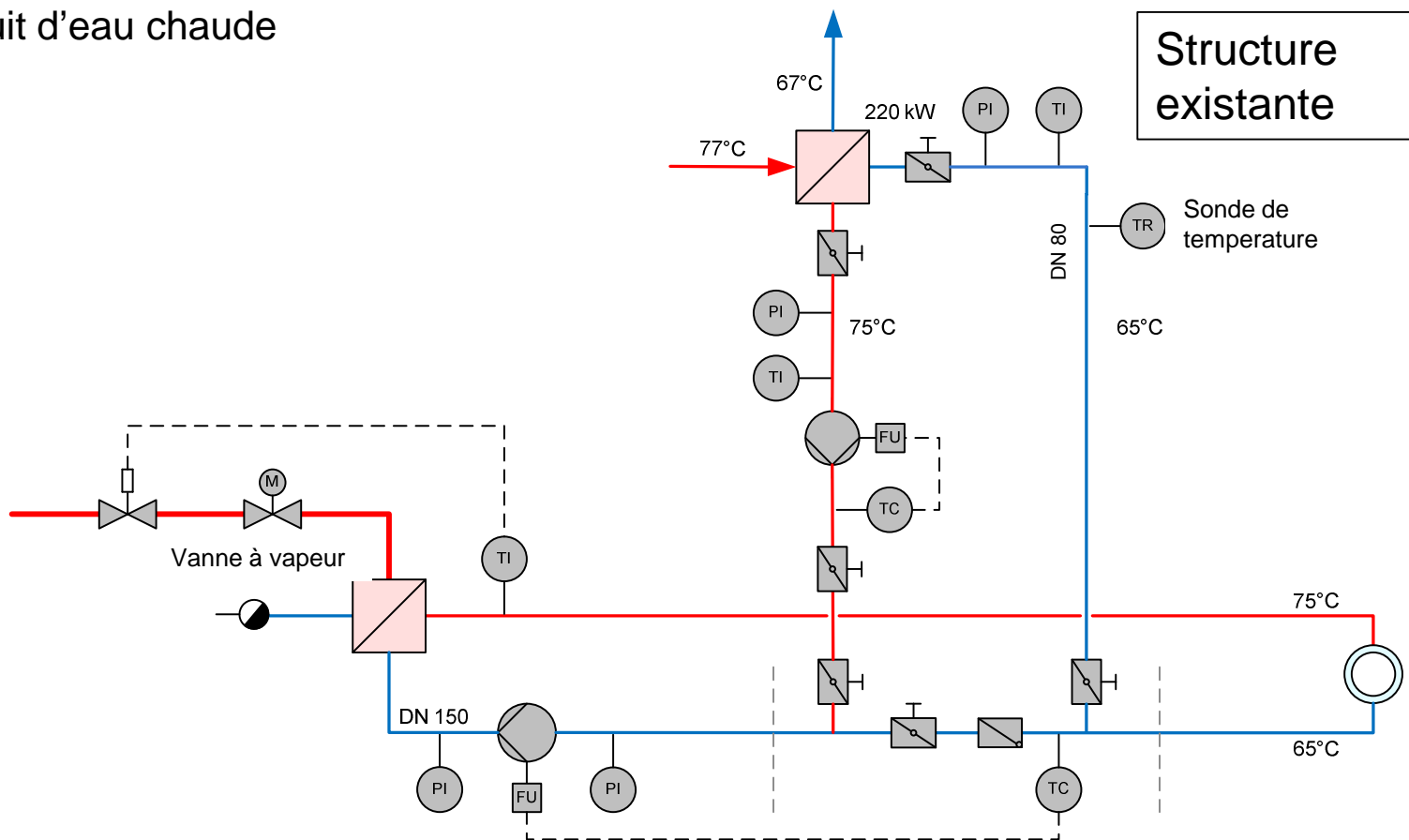
- Client: Entreprise de production de viande
- Consommation énergétique:
 - Electricité = 25 mio. kWh/a
 - Gaz = 30 mio. kWh/a
- Localisation: 3 installations en Allemagne
- Focalisation: Energie de chauffage et de refroidissement, pompes, ventilation, air
- Résultats:
 - coûts énergétiques réduits de 18%
 - Taux d'amortissement moyen d'environ 2 ans
 - 30 dispositifs ont été mis en place ou adoptés

Exemple 2: Projet d'efficacité énergétique dans la production de viande

- Isolation thermique
 - Métrage du réseau de distribution (Zone, longueur, Température)
 - Calcul des économies et estimation des coûts d'investissement grâce à un outil de calcul
- Récupération de la chaleur perdue
 - Métrage et Calcul
 - Développement des mesures suivantes
 - Chaudière: économiseur d'eau d'approvisionnement
 - Système à air comprimé: Eau chaude dans le circuit de chauffage
- Ajustements en fonction de la demande
 - Développement des mesures suivantes :
 - Faire tourner les consommateurs ayant une demande en température <85°C à l'eau chaude plutôt qu'à la vapeur
 - Réduire les niveaux de pression de la vapeur et de l'air comprimé
- Régulation des pompes

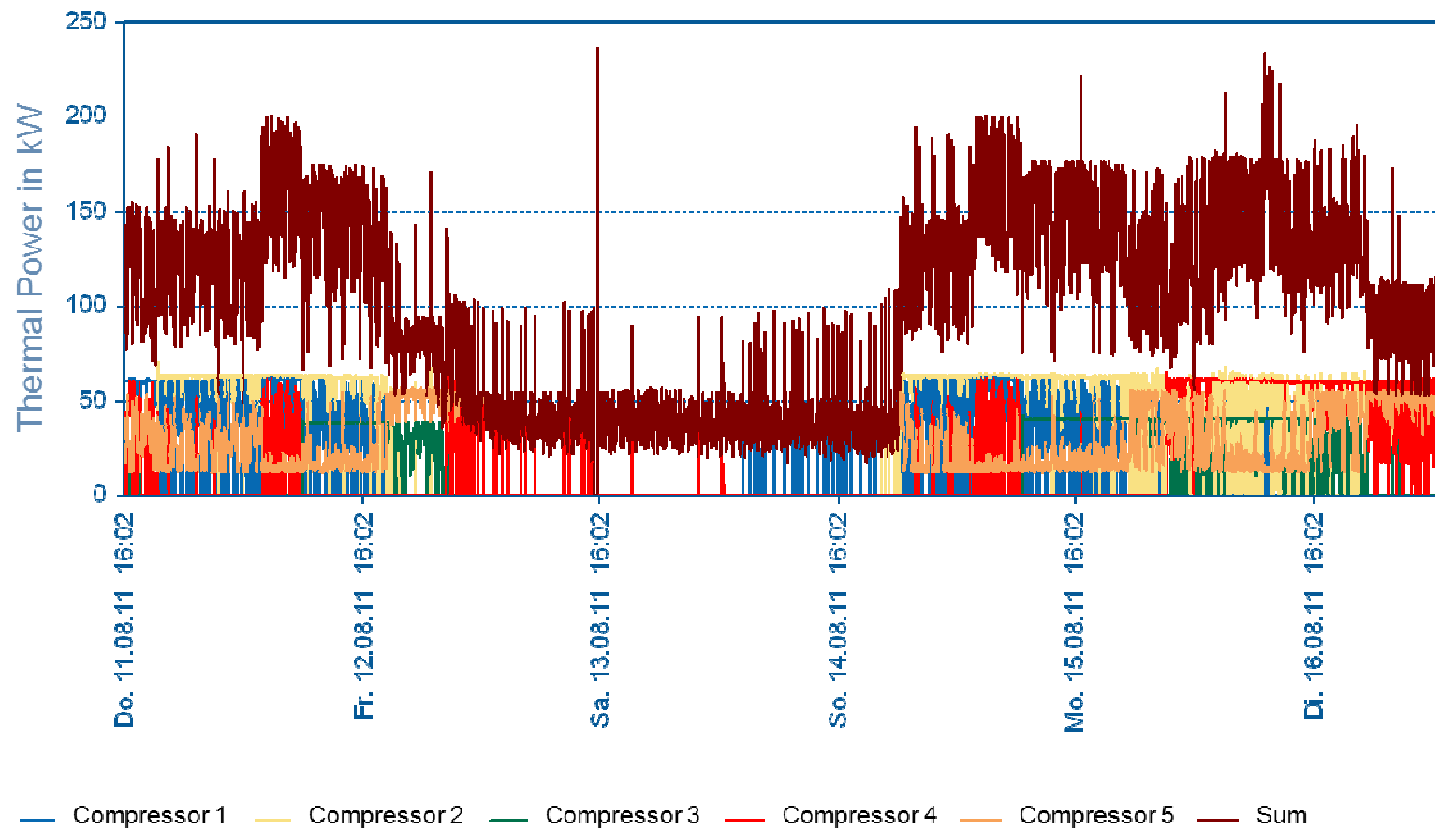
Exemple 3: Récupération de la chaleur résiduelle

Puits thermiques -
circuit d'eau chaude



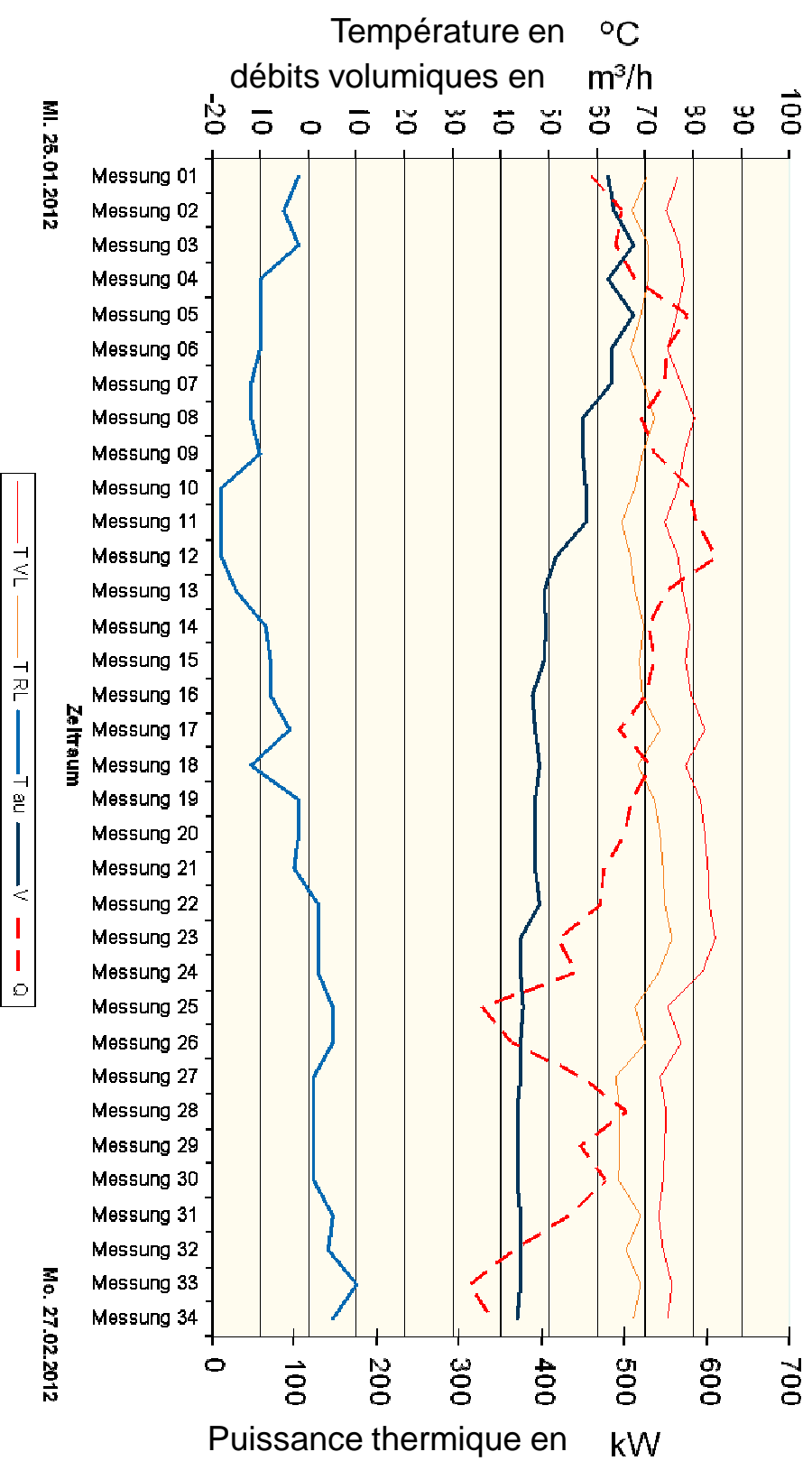
Exemple 3: Récupération de la chaleur résiduelle

Source de chaleur : Compresseurs à huile produisant de l'air comprimé



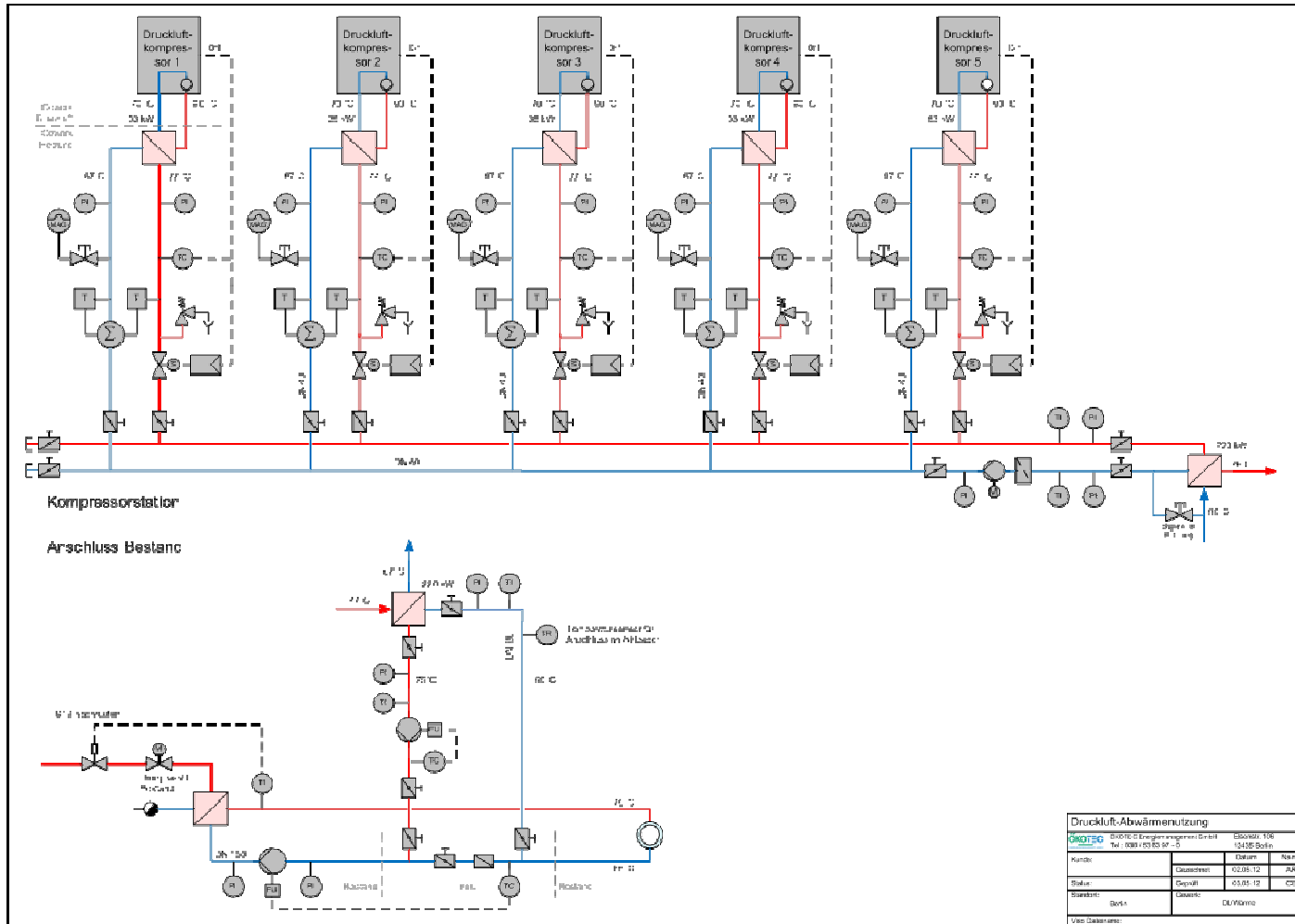
Exemple 3: Récupération de la chaleur résiduelle

Puits thermiques - circuit d'eau chaude



Exemple 3: Récupération de la chaleur résiduelle

Concept: Récupération de la chaleur résiduelle



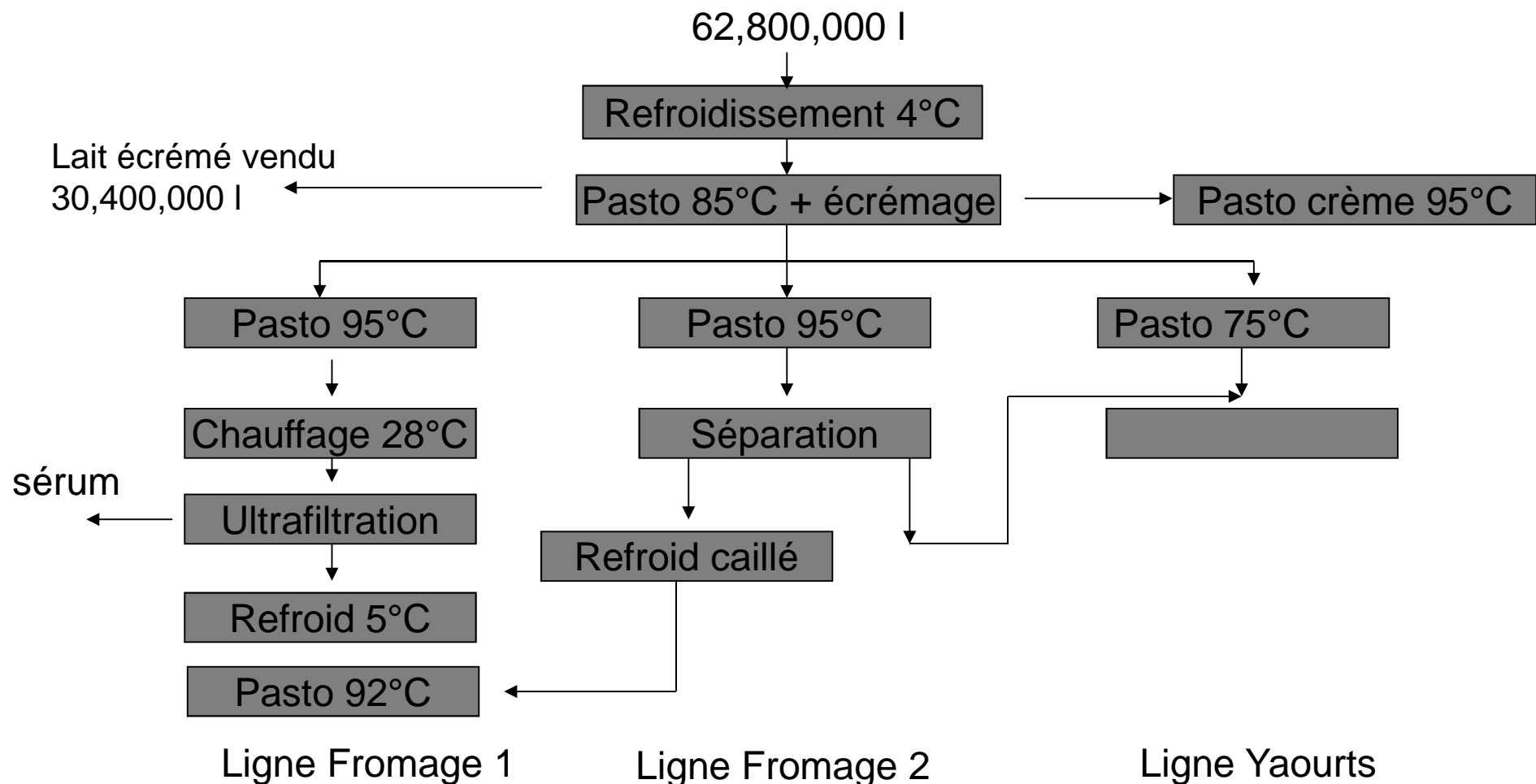
Exemple 3: Récupération de la chaleur résiduelle

- Effets

- Economies: ~ 900 MWh/a = 11 % de la demande en gaz
~ 60.000 €/a = 4 % des coûts énergétiques
- Coûts d'investissement: 80.000 €
- Période d'amortissement : ~ 1,3 a

Exemple 4. Laiterie

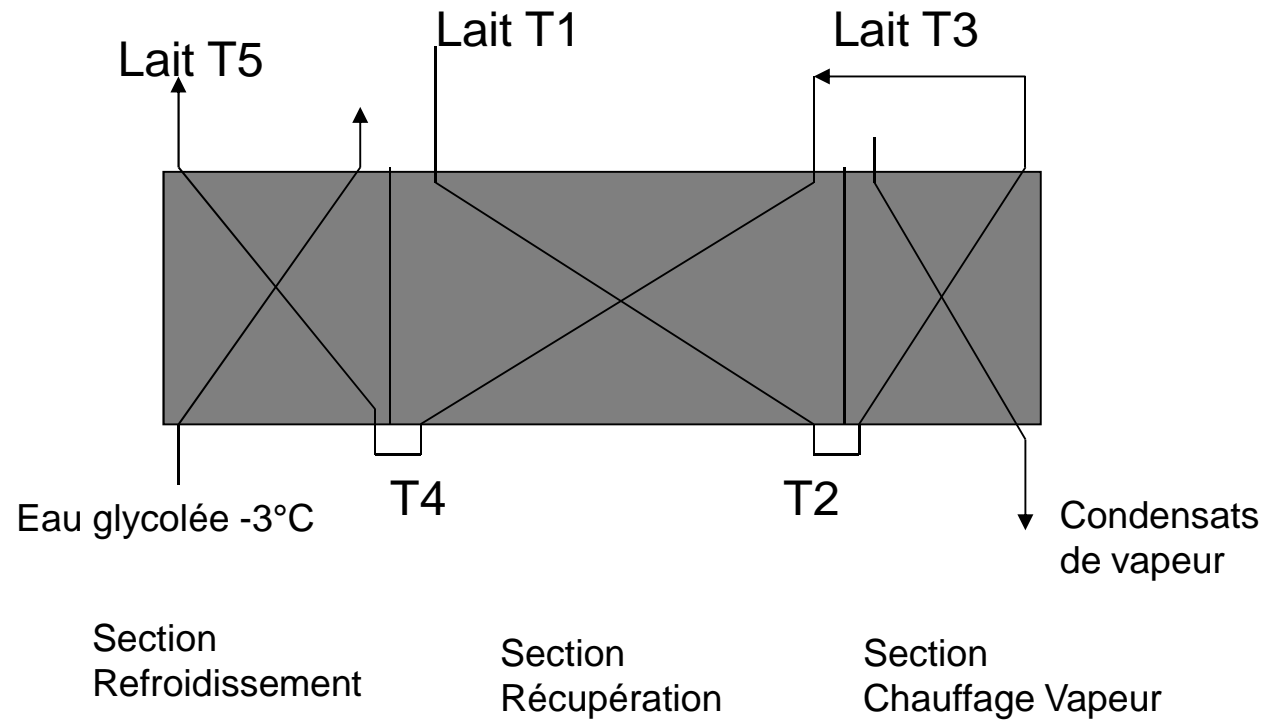
- Exemple simplifié de diagramme de flux matière – Usine multiproduit



Exemple 4. Laiterie

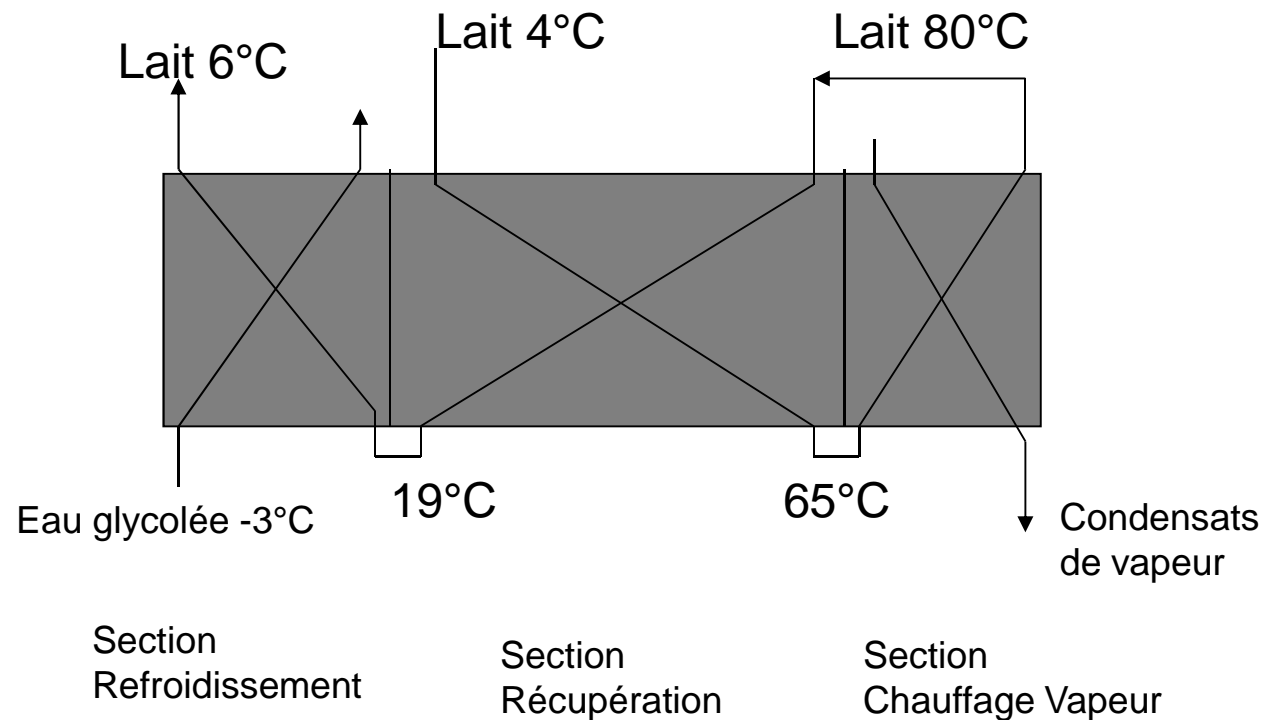
- Exemple d'analyse d'un poste de consommation: pasteurisateur

Taux de récupération de chaleur = $(T2 - T1)/(T3 - T1)$



Exemple 4. Laiterie

- Exemple d'analyse d'un poste de consommation: pasteurisateur
 - Besoin de chaleur pour 1 m³ de lait sans récupération *: $80 - 6 = 74$ Mcal
 - Consommation avec la récupération : $80 - 65 = 15$ Mcal
 - Taux de récupération: $(74 - 15) / 74 = 80\%$



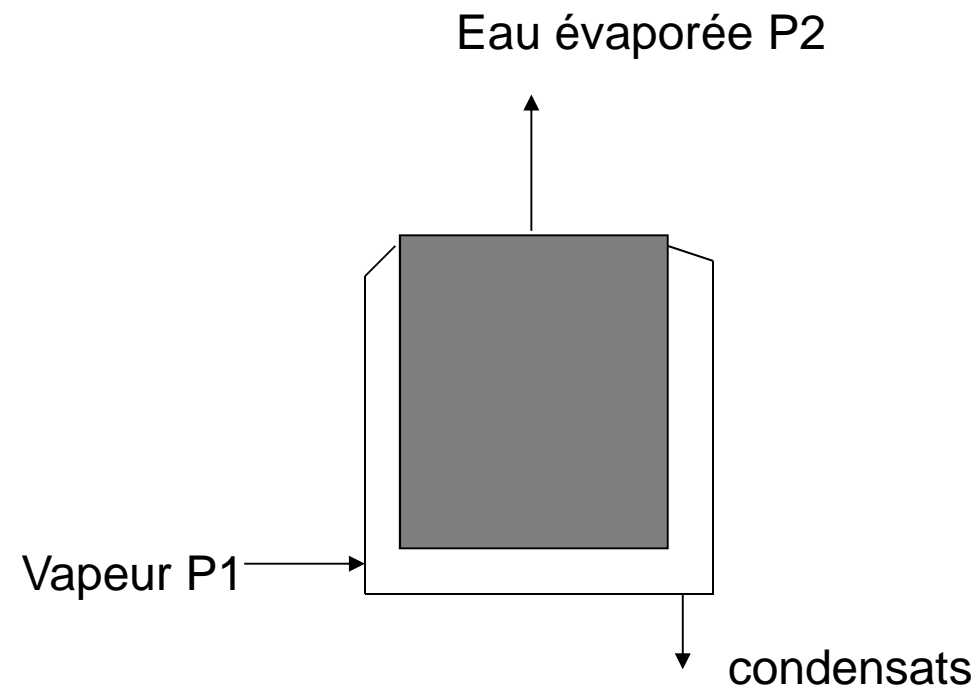
* Hypothèse chaleur spécifique du lait: 1 Mcal/K.m³

Exemple 4. Laiterie

- Exemple d'analyse d'un poste de consommation: pasteurisateur
- Le bilan des températures permet d'évaluer assez précisément la consommation de vapeur et le besoin de froid. Méthode à comparer à la pose d'un comptage de vapeur et d'un comptage de froid.
- Analyse de la performance du système en soi
- Comparaison entre plusieurs pasteurisateurs en parallèle
- Comparaison avec les données nominales et équipement neuf, identifier les baisses de performance
- Suivi d'un équipement, identifier les dérives, l'encrassement, déterminer la fréquence de lavage
- Comparaison avec d'autres sites. Contact avec les fournisseurs.
- Etude de la possibilité d'augmenter la section de récupération (ajout de plaques)
- Privilégier l'eau de ville ou l'eau recyclée (tour de refroidissement) plutôt que l'eau glacée

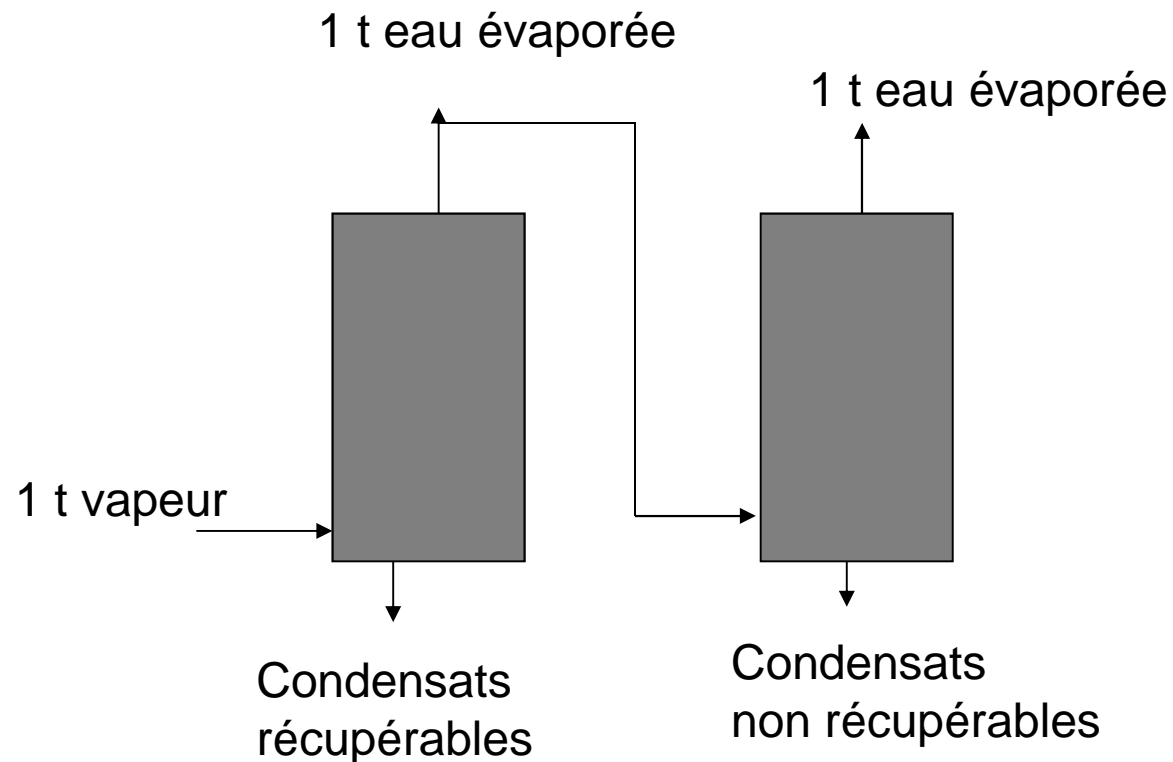
Exemple 4. Laiterie – Evaporation avant séchage

- Evaporation simple effet, vapeur en double paroi
- Analyse simplifiée: 1 t de vapeur consommée pour évaporer 1 t d'eau
- Mais pression $P2$ est inférieure à $P1$ de la vapeur de chauffage



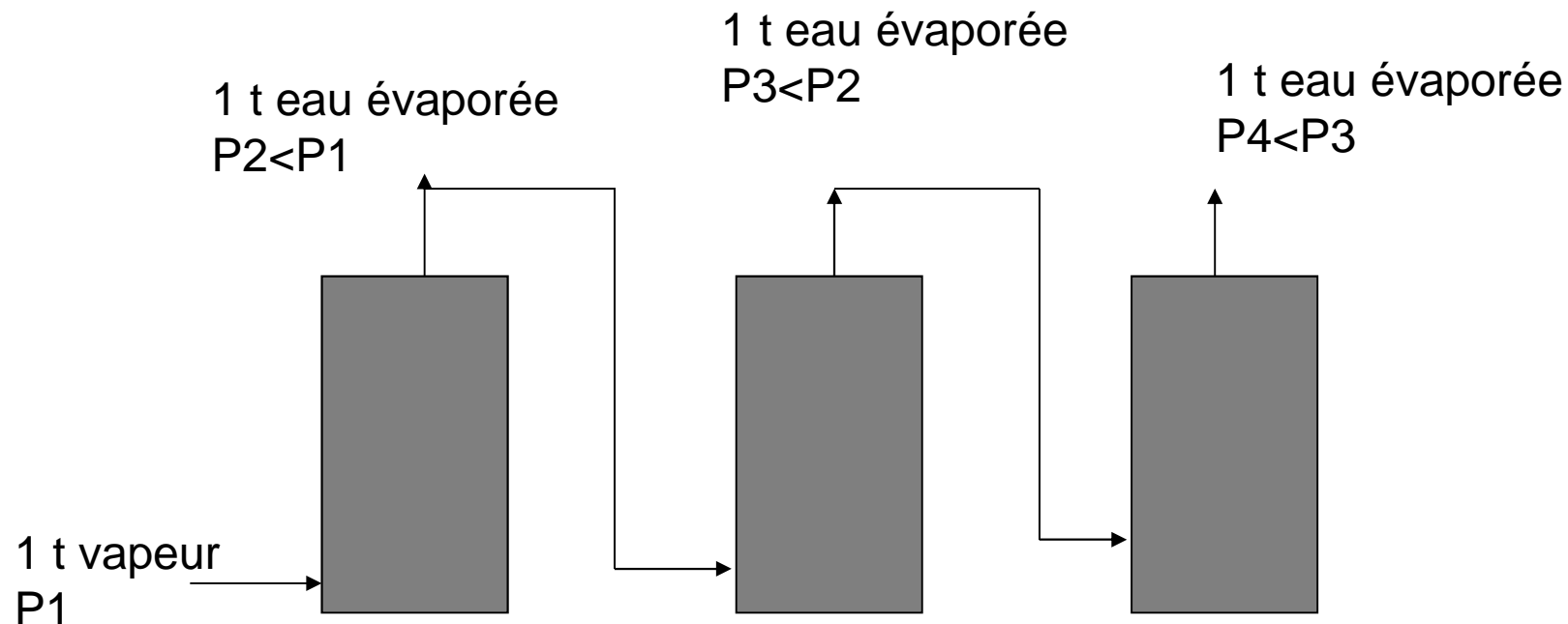
Exemple 4. Laiterie – Evaporation avant séchage

- Evaporation double effet, vapeur en double paroi
- 1 t de vapeur consommée pour évaporer 2 t d'eau =
- 0,5 t vapeur/ t eau évaporée



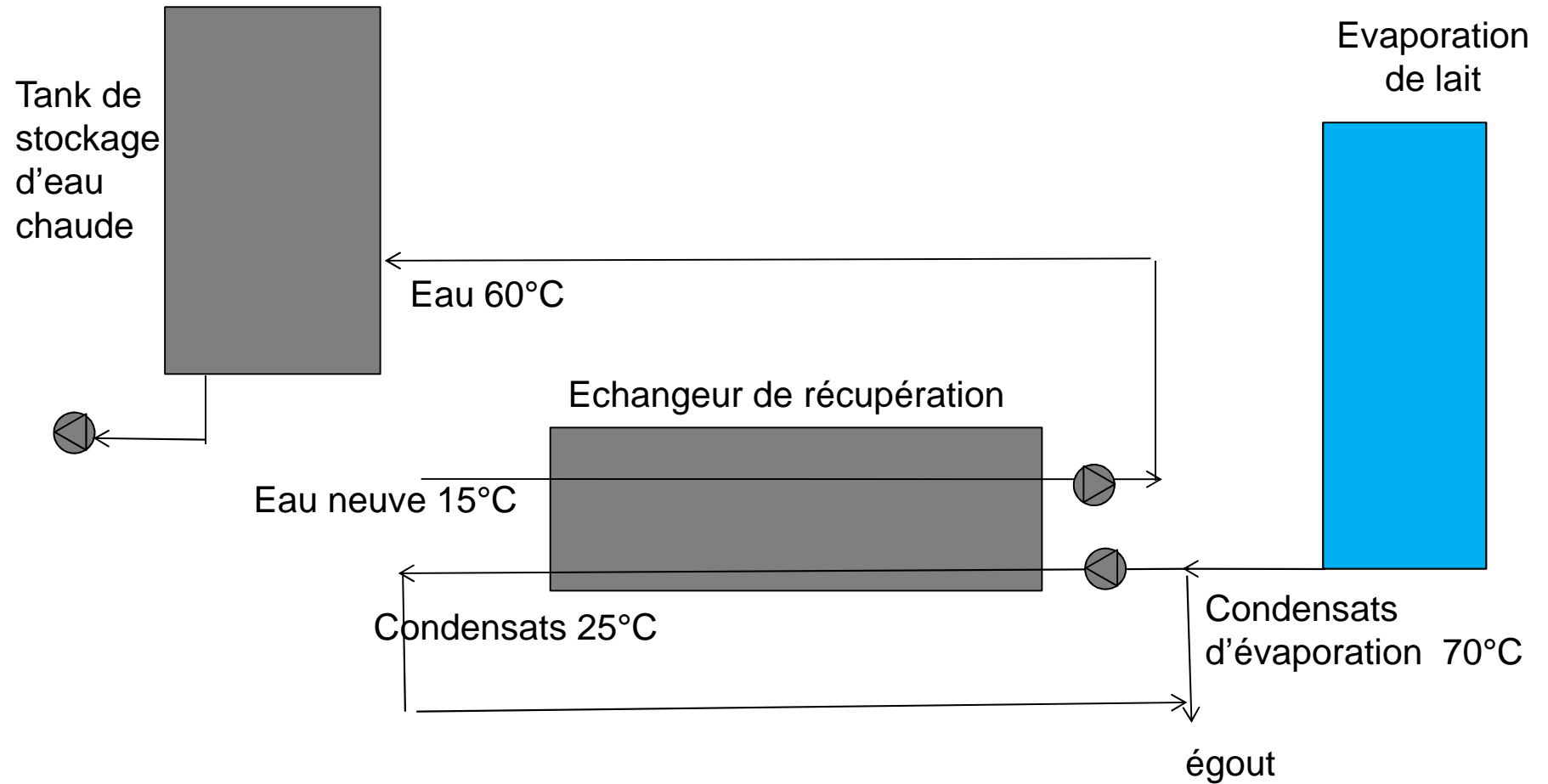
Exemple 4. Laiterie – Evaporation avant séchage

- Evaporation triple effet, vapeur en double paroi
- 1 t de vapeur consommée pour évaporer 3 t d'eau =
- 0,33 t vapeur/ t eau évaporée



Limite dans le nombre d'effets: il faut une différence de pression entre 2 effets

Exemple 4. Laiterie – Récupération de chaleur



MTD dans l'industrie verrière

- L'industrie verrière dans l'Union Européenne (UE) est très diversifiée, qu'il s'agisse des produits fabriqués ou des techniques de production employées
- La production totale de l'industrie verrière dans l'UE en 1996 était estimée à 29 millions de tonnes (fibres et frites de céramique exclus)

Secteur	% de la production total en UE (1996)
verre d'emballage	60
verre plat	22
Fibre de verre à filament continu	1.8
verre utilitaire	3.6
verre spécial	5.8
laines minérales	6.8
fibre de céramique	-
fritte de verre et fritte d'email	-

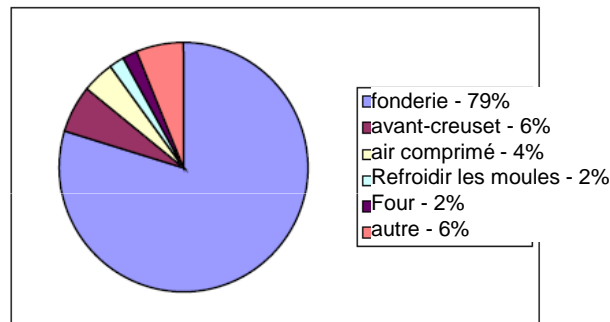
MTD; Verrerie

MTD dans l'industrie verrière

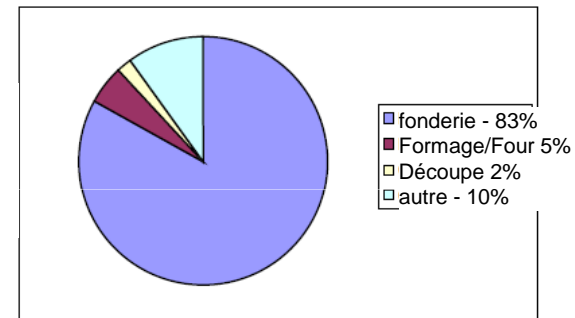
Consommation énergétique

Plus de trois quart de l'énergie utilisée dans les procédés verriers est consacrée à la fonte du verre

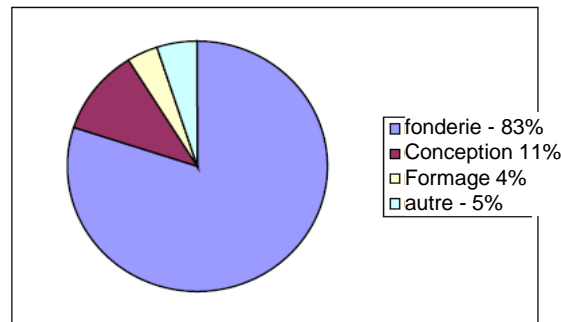
MTD dans l'industrie verrière



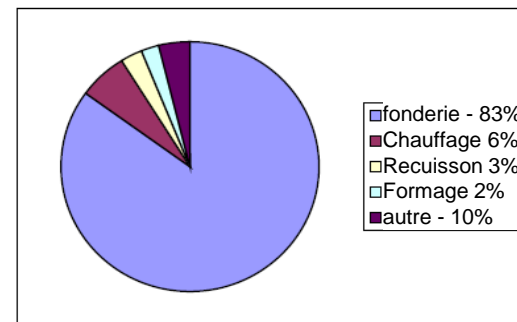
Utilisation énergétique d'une usine de verre d'emballage type
Figure 3.1: Energy usage in a typical container glass plant



Utilisation énergétique d'un procédé de fabrication type de verre flotté



Utilisation énergétique d'un procédé de fabrication type de fibre de verre à filament continu



Utilisation énergétique dans la fabrication de crystal au plomb (fours à pot)

MTD dans l'industrie verrière

Facteurs généraux ayant une incidence sur la consommation énergétique

1. Technique de fonte et la conception des fours
2. Utilisation de calcin
3. Chaudière à chaleur perdue
4. Préchauffage de lot et du calcin

MTD dans l'industrie verrière

Technique de Fonte et Conception du Four

- 1.1 Installations classiques de production alimentées aux combustibles fossiles
 - Four de récupération : Température de Préchauffage de 800 °C
 - Four de récupération : Température de Préchauffage >1400°C
 - Chauffage Transversal
 - Chauffage à la fin (jusqu'à 10% d'efficacité thermique mais contrôle de combustion limitée)

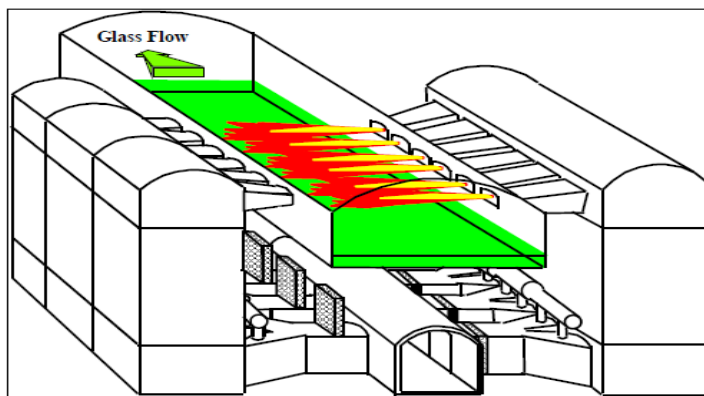


Figure 2.1: A cross-fired regenerative furnace

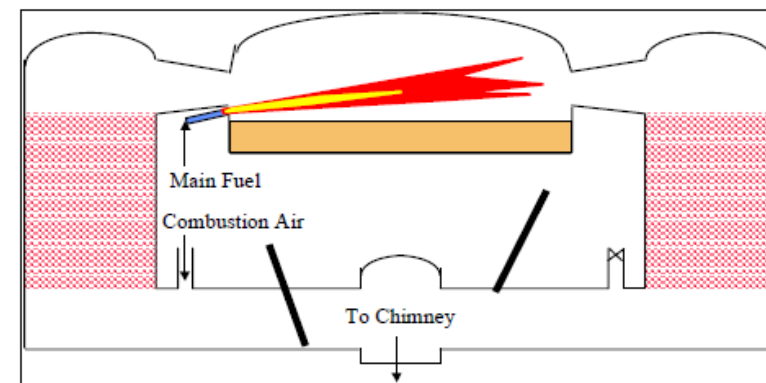


Figure 2.2: Cross section of a regenerative furnace

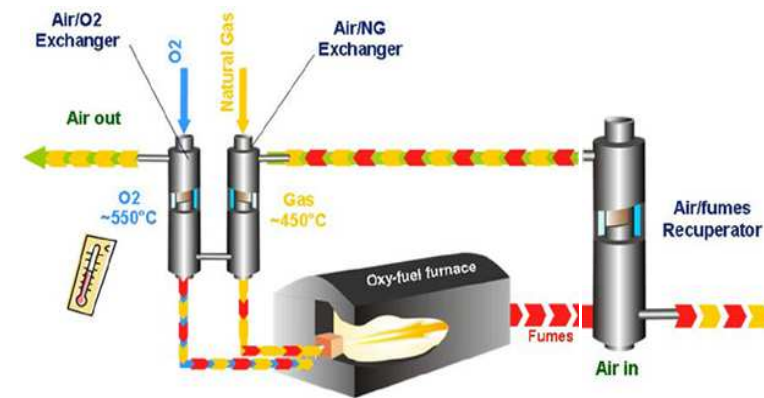
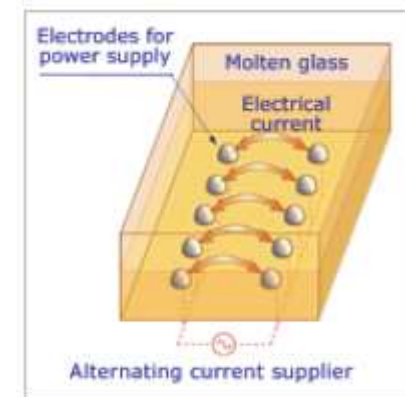
MTD dans l'industrie verrière

Technique de Fonte et Conception du Four

- 1.2 Fonte électrique
 - Généralement utilisée dans les petits fours, notamment pour le verre spécial
 - Vitesse de fonte par mètre carré de four plus élevée, et efficacité thermique deux à trois fois plus importante que dans les fours à combustibles fossiles

Exemple: Schott Glas, Mainz, Allemagne (verre spécial)

- 1.3 Fonte par oxy-combustible
 - Consommation énergétique moindre, aucune nécessité de chauffer l'azote atmosphérique à la température des flammes



MTD dans l'industrie verrière

MTD dans l'industrie verrière

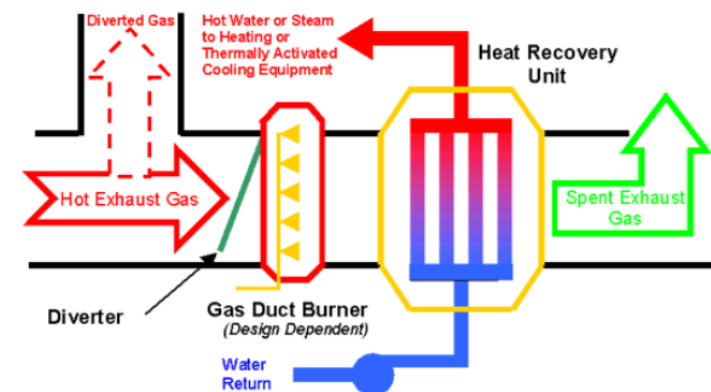
2. Utilisation de calcin

- Réduit la consommation énergétique et s'applique à tous types de fours
- Généralement, chaque 10% de calcin supplémentaire engendre une réduction de consommation énergétique du four de 2.5-3.0 %



3. Chaudière de récupération

- Les gaz perdus par les systèmes de régénération/récupération (300-600 °C) traversent directement le bon tuyau de la chaudière pour produire de la vapeur



Typical Waste Heat Recovery Installation

MTD dans l'industrie verrière

MTD dans l'industrie verrière

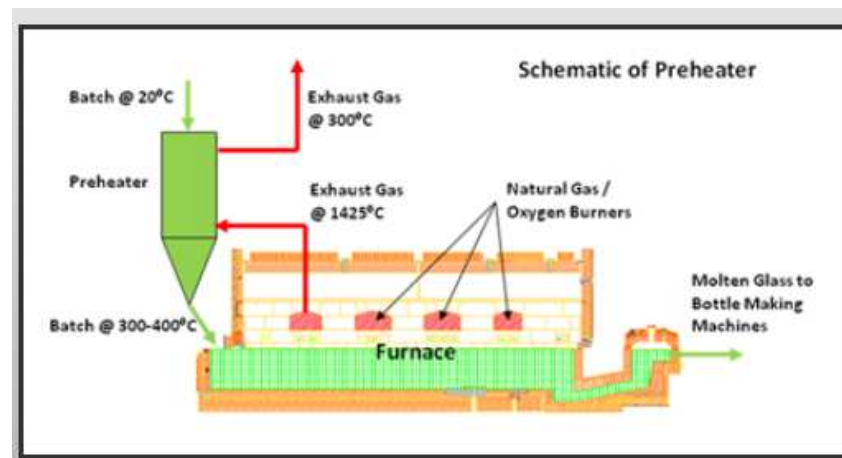
4. Préchauffage de lots et de calcin

- Economies énergétiques de 10 à 20 % grâce à l'utilisation de la chaleur résiduelle des gaz résiduels afin de préchauffer les lots et le calcin
- Seulement pour les fours à combustibles fossiles

Exemples:

Gerresheimer Glas, Dusseldorf, Allemagne (préchauffage direct)

PLM Glass Division, Bad Münden, Allemagne (préchauffage indirect)



MTD dans l'industrie verrière

Four - Bilan énergie

- Faire un bilan de l'énergie « utile »:
 - pour chauffer le produit: $M * c_p * \Delta T$. Distinguer entre produit sec et eau
 - M: quantité de produit (kg)
 - Cp: chaleur massique du produit (kWh/kg.K)
 - ΔT : différence de température entre produit sortant et produit entrant en degré Kelvin
 - pour évaporer l'eau si besoin (ex dans les fours de boulangerie, selon le ratio kg eau / kg de farine)
- Evaluer les pertes et sources de surconsommation:
 - Pertes parois
 - Pertes par les fumées:
 - Combustion
 - Entrées d'air
 - Pertes par le système de transport
- Recouper le bilan: (Energie utile + Pertes) comparés à la consommation (compteur gaz ou fioul)
- Consommation spécifique (kWh / t de produit fini) est souvent le paramètre à suivre, et le plus significatif

Exemple de bilan dans un four de boulangerie

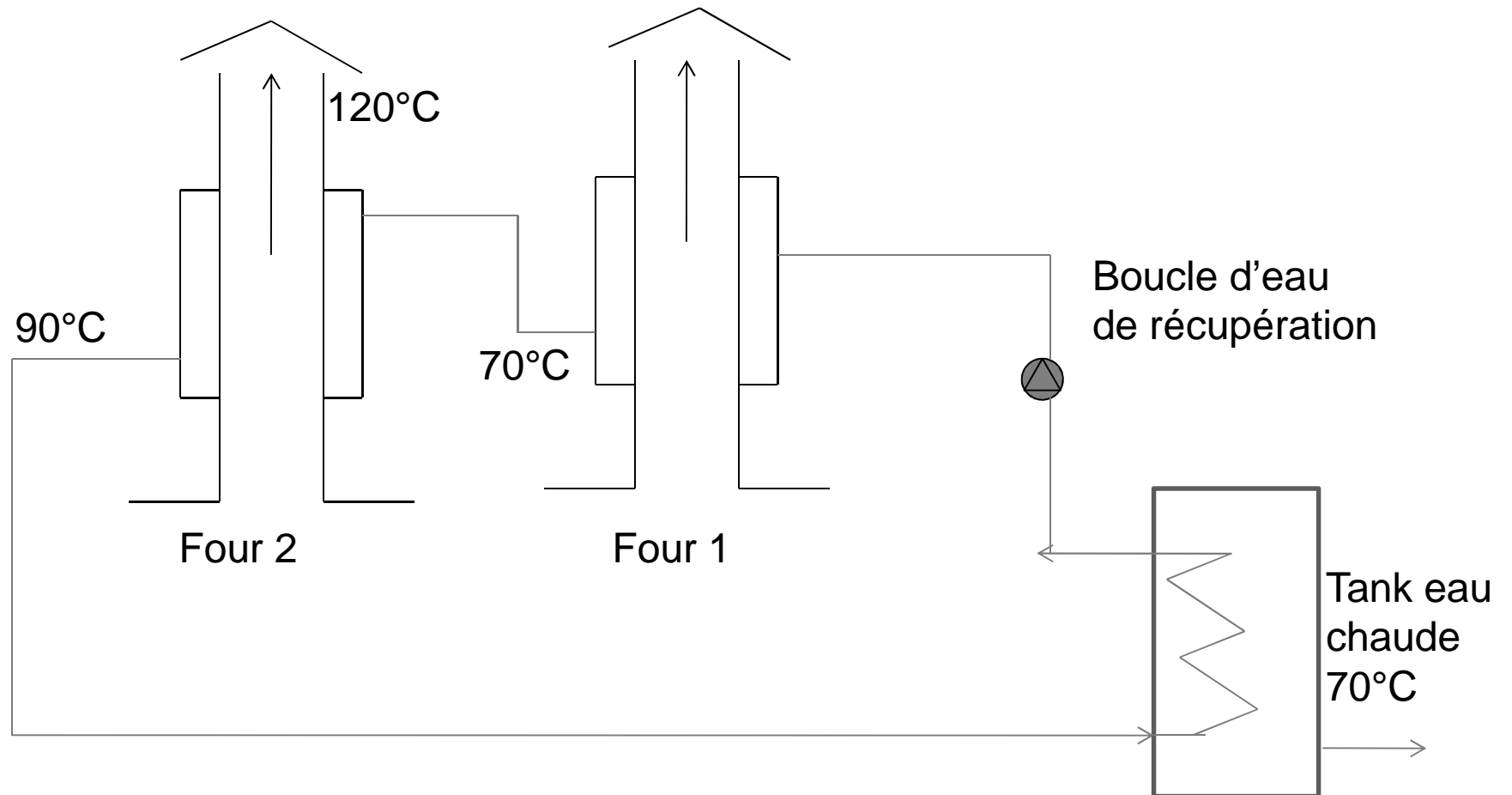
- Une part très élevée de l'énergie consommée est rejetée dans les fumées
- Les pertes sont largement supérieures à l'énergie utile
- Impact des consommations fixes, indépendantes du taux de charge: la consommation spécifique en kWh/t augmente dès que le taux de charge baisse

Exemple de bilan énergie d'un four de boulangerie

Poste de consommation	kWh/t de farine
Chauffage produit sec	30
Chauffage d'eau liquide	71
Evaporation d'eau	238
Surchauffe de vapeur	31
Total Energie "utile"	370
Pertes par cheminée et air	640
Pertes par les parois + système transport	100
Total pertes	740
Total consommation de gaz	1 110
Ratio: énergie utile / consommation	33%

- Conception du four
- Température dans le four
 - Définition par zone
 - Choix des températures
 - Précision du contrôle automatique
- Eau évaporée: éviter d'introduire trop d'eau qu'il faut ensuite évaporer
- Gestion du taux de charge
- Gestion des intermittences, des périodes de démarrage et d'arrêt
- Réglage et maintenance des brûleurs
- Isolation des parois, étanchéité, éviter les entrées d'air parasites
- Réduction de la chaleur emportée dans le système de convoyage
 - Allègement des structures
- Préchauffage du produit entrant, ou de l'air de combustion (brûleurs régénératifs)
- Récupération de chaleur sur les fumées

Exemple de récupération de chaleur sur un four



- Références en terme d'efficacité énergétique

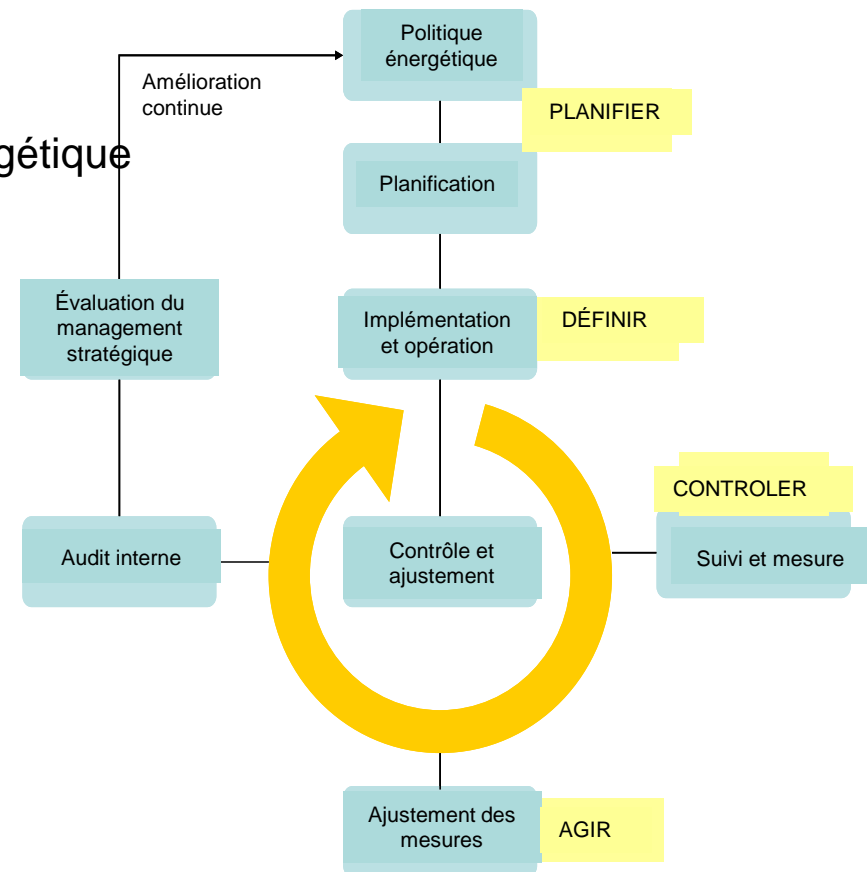
- Principe de thermodynamique
- Indicateurs d'efficacité énergétique

- MTD : Méthodologie et Organisation

- Système de management d'efficacité énergétique
- Politique énergétique et objets en ce qui concerne les économies d'énergie
- Mise en œuvre de procédures adaptées
- Vérification régulière de la performance énergétique

- MTD technique

- Systèmes de combustion et de vapeur
- Systèmes d'air comprimé
- Chauffage, ventilation et climatisation



- Applicable aux installations nouvelles et existantes
- Prendre en considération l'approche MTD globale
 - Exigences du procédé
 - Conditions générale du site
 - Exigences environnementales
- Aspects techniques et environnementaux des système de refroidissement
 - Consommation énergétique
 - Consommation d'eau et émission de vapeur d'eau
 - Emissions provenant du traitement de l'eau destinée aux installions de climatisation , etc...
- MTD : Meilleures Techniques Disponibles
 - Toujours des solutions spécifiques au site, mais détermination de certaines MTD générales
 - Ex : adaptation du volume d'air et d'eau en fonction de la demande



Bibliographie

- Bureau Européen IPPC
- Meilleure technique disponible (MTD) pour
 - ↕ Chimie Fine Organique
 - ↕ Produits alimentaire, Boissons et Latiers
 - ↕ Production Verrière
- Classification Industrielle type par industrie de toutes les branches d'activité économique (CITI)

Merci!

Franck Dagnaud

Pour le compte de:

Renewables Academy (RENAC)

Schönhauser Allee 10-11

D-10119 Berlin

Tel: +49 30 52 689 58-71

Fax: +49 30 52 689 58-99

info@renac.de

**renac**
renewables academy

En coopération avec:



Soutenu par:



www.renac.de