



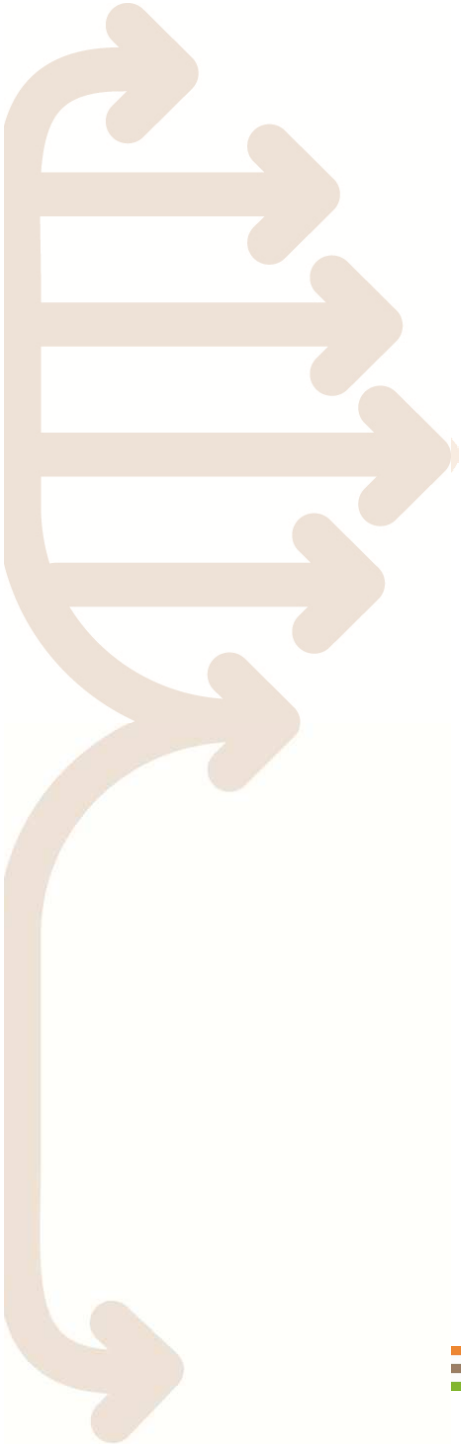
L'efficacité des systèmes de production et de distribution de chaleur

17 avril 2012

Dominique PLUMAIL

C E D E N
CABINET D'ÉTUDES SUR LES DÉCHETS ET L'ÉNERGIE





Sommaire

Les étapes de la combustion

L'efficacité d'une installation

L'intérêt de la condensation

Deux familles de procédés de condensation

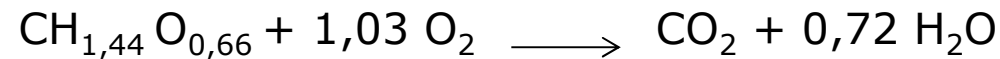
Les conditions de développement

Les atouts de la condensation



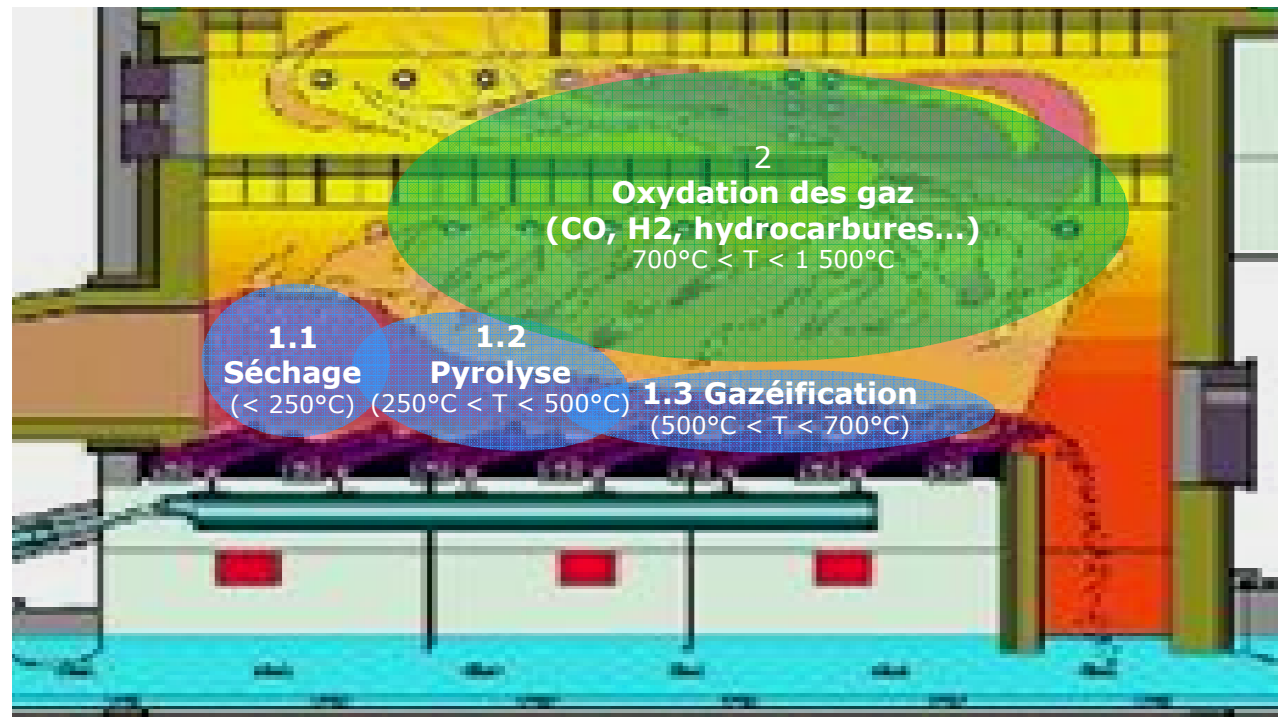
Les étapes de la combustion

La combustion est un processus thermo-chimique de dégradation des matières carbonées :



La combustion se décompose en deux familles de réactions :

1. **Réactions endothermiques** (consommation de chaleur) en **trois étapes**
2. **Réaction exothermique** (dégagement de chaleur)





L'efficacité d'une installation

La performance d'une installation correspond au produit des rendements :

$$\eta_{\text{global}} = \eta_{\text{distribution}} \times \eta_{\text{production}}$$

Le rendement de distribution ($\eta_{\text{distribution}}$) :

$$\eta_{\text{distribution}} = \eta_{\text{linéaire}} \times \eta_{\text{échangeur}}$$

› Les **pertes linéaires** (de 2 à 10%) dépendent de **4 facteurs** :

1. La **température du sol**

Exemple de Nanterre (92)

	Température (°C)
Été	15 – 20°C
Hiver	4 – 7°C

2. La **température du fluide caloporteur**

- départ : de 65°C (eau chaude)
à 180°C (eau surchauffée)
- retour : de 30°C (eau chaude)
à 110°C (eau surchauffée)

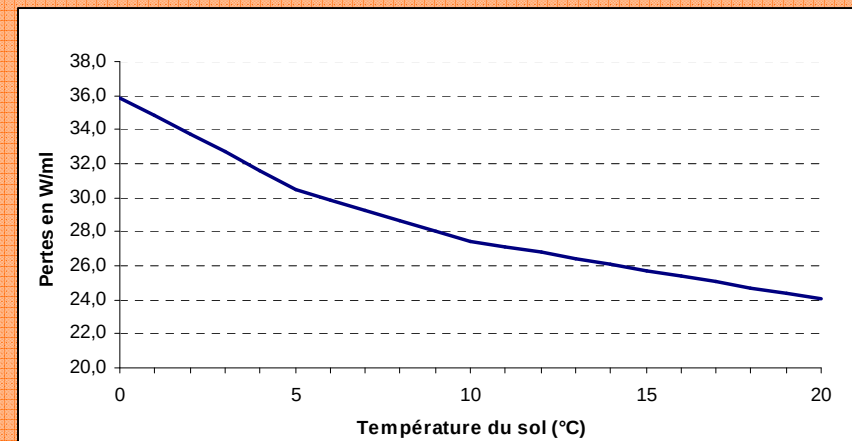
3. Le **débit du fluide caloporteur**

4. Le **niveau d'isolation des canalisations (U)**

› Les **pertes de l'échangeur** (de 0,5 à 2,0%)

L'exemple du réseau de chaleur au bois de Nanterre

- longueur : 677 m
- débit : 70 m³/h
- isolant : 28 à 39 mm de polyuréthane selon le diamètre des canalisations (soit U variant de 0,5 à 0,65 W/m/°C)
- régime d'eau : - départ : 105°C par – 7°C
- retour : 75°C





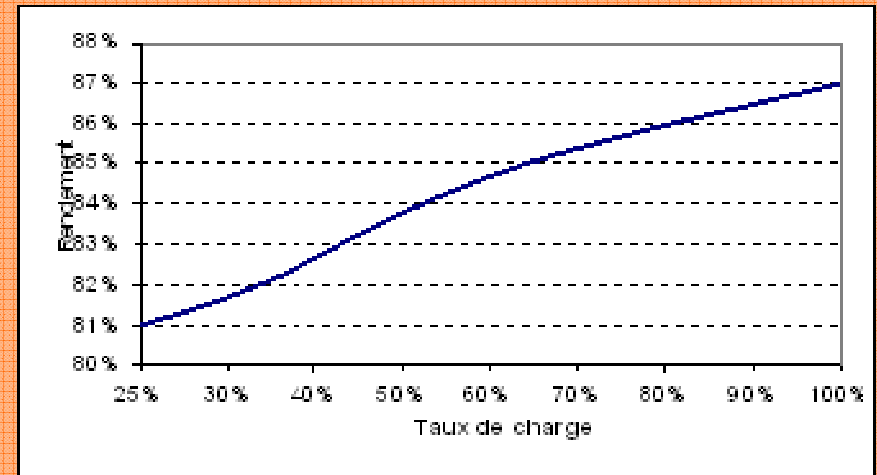
L'efficacité d'une installation

Le rendement de production ($\eta_{\text{production}}$) :

➤ Les **pertes de production** dépendent de **4 facteurs** :

1. Le **rayonnement**
(pertes de l'ordre de 1,0 à 1,5% à pleine charge)
2. Les **imbrûlés solides dans les cendres**
(pertes de l'ordre de 0,25% à pleine charge)
3. Les **imbrûlés gazeux** estimés par le taux de CO dans les émissions
(pertes de 0,10 à 0,20% à pleine charge)
4. La **température des fumées** étroitement à la teneur en eau des fumées

L'exemple du réseau de chaleur au bois de Nanterre

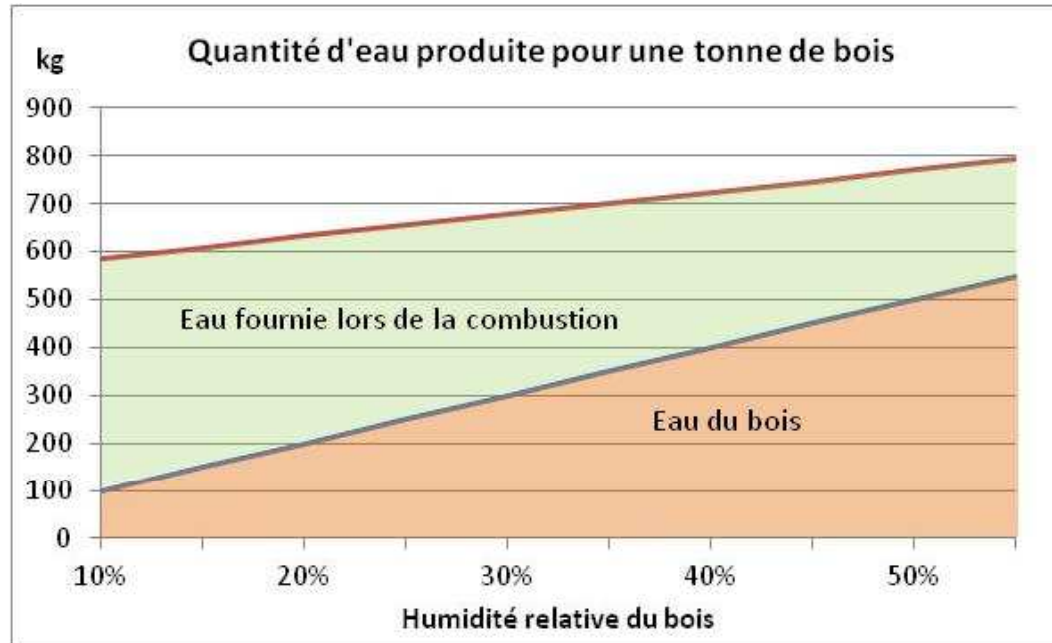


La condensation permet de récupérer une partie de la chaleur contenue dans les fumées

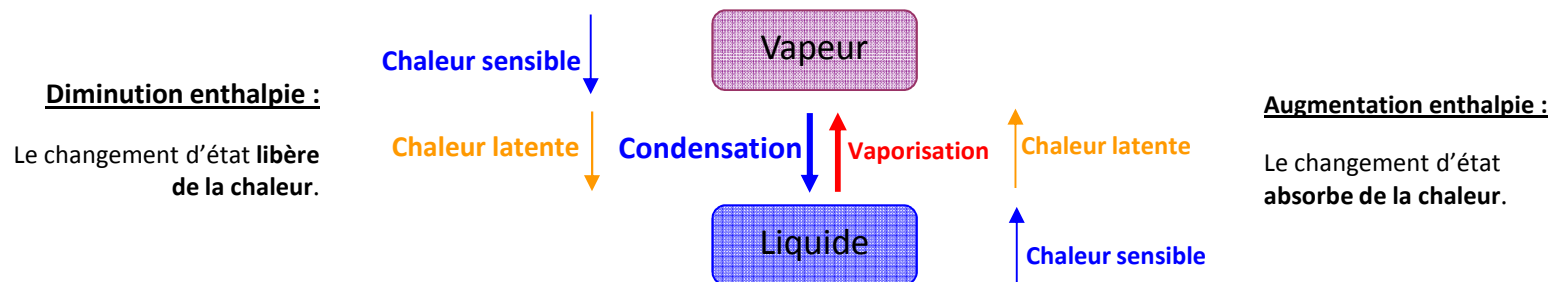


L'intérêt de la condensation

Pourquoi s'intéresser à la condensation des fumées ?



Comment récupérer l'énergie contenue dans ces fumées ?

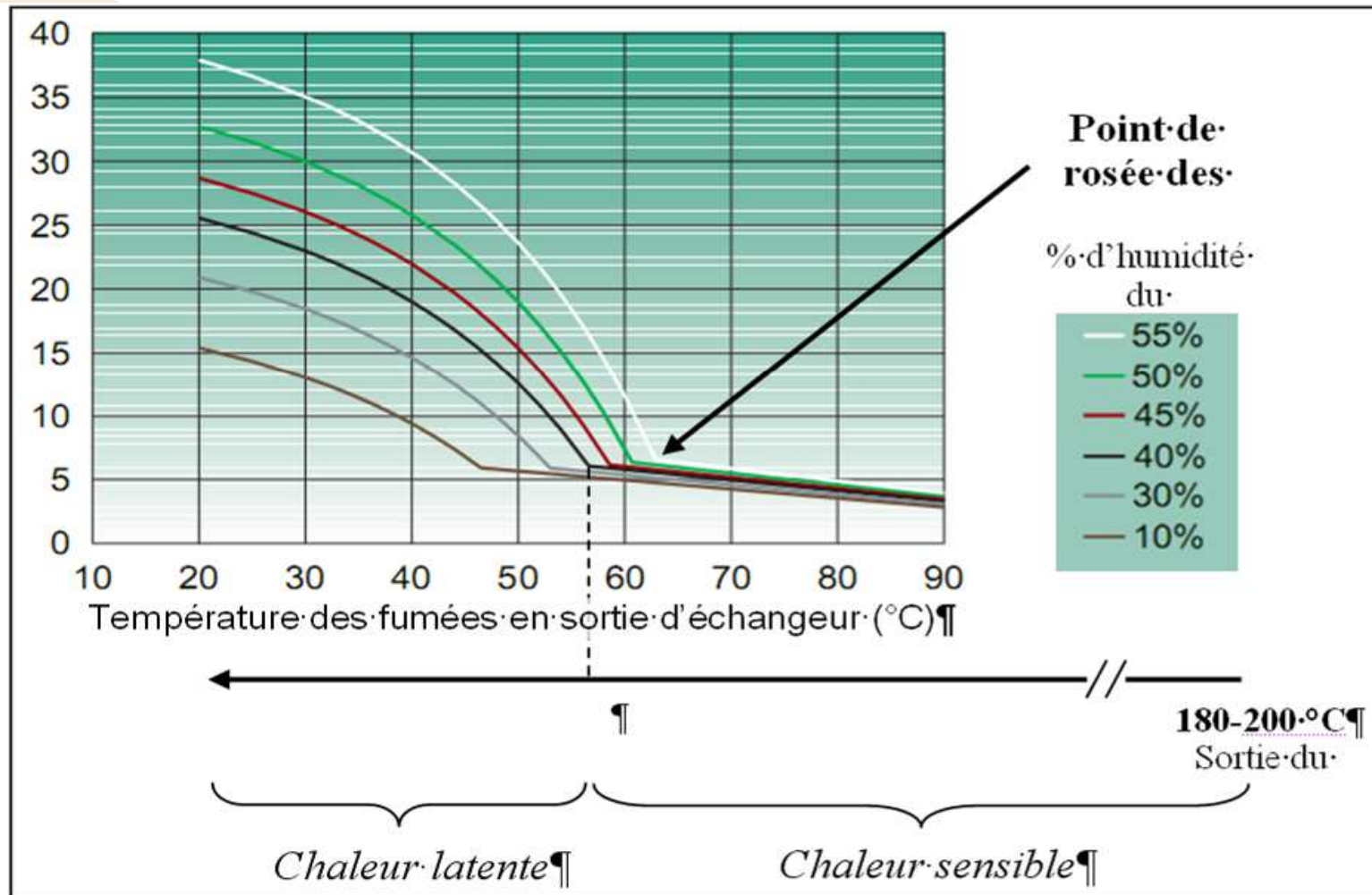




L'intérêt de la condensation

Les gains d'efficacité dépendent de :

- l'humidité du bois
- la température des retours

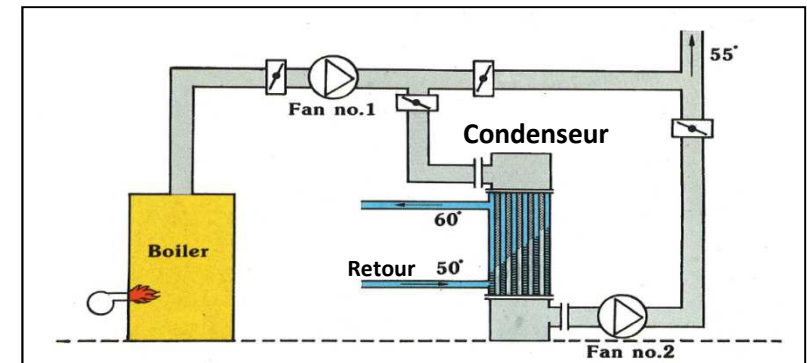
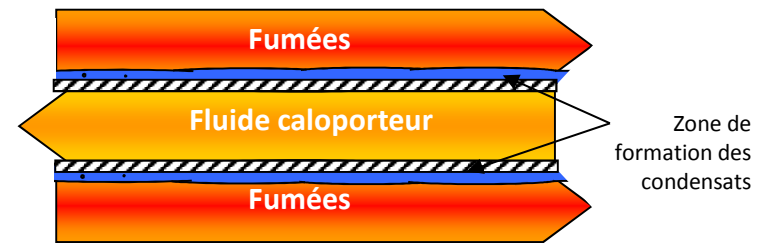


Deux familles de procédés de condensation



1. Technologie par voie sèche

- › **Principe** : échange **indirect** entre les fumées et la source froide :
 - L'eau des fumées condensent à la surface des tubes
 - Echangeur tubulaire
- › **Localisation du condenseur** :
 - Après le filtre à manches ou l'électrofiltre
 - Condenseur by-passé si le filtre est à l'arrêt
- › **Traitement des condensats** :
 - Traitement sommaire avant rejet aux eaux usées
 - Injection dans le cendrier de la chaudière
- › **Efficacité sur les émissions** : faible

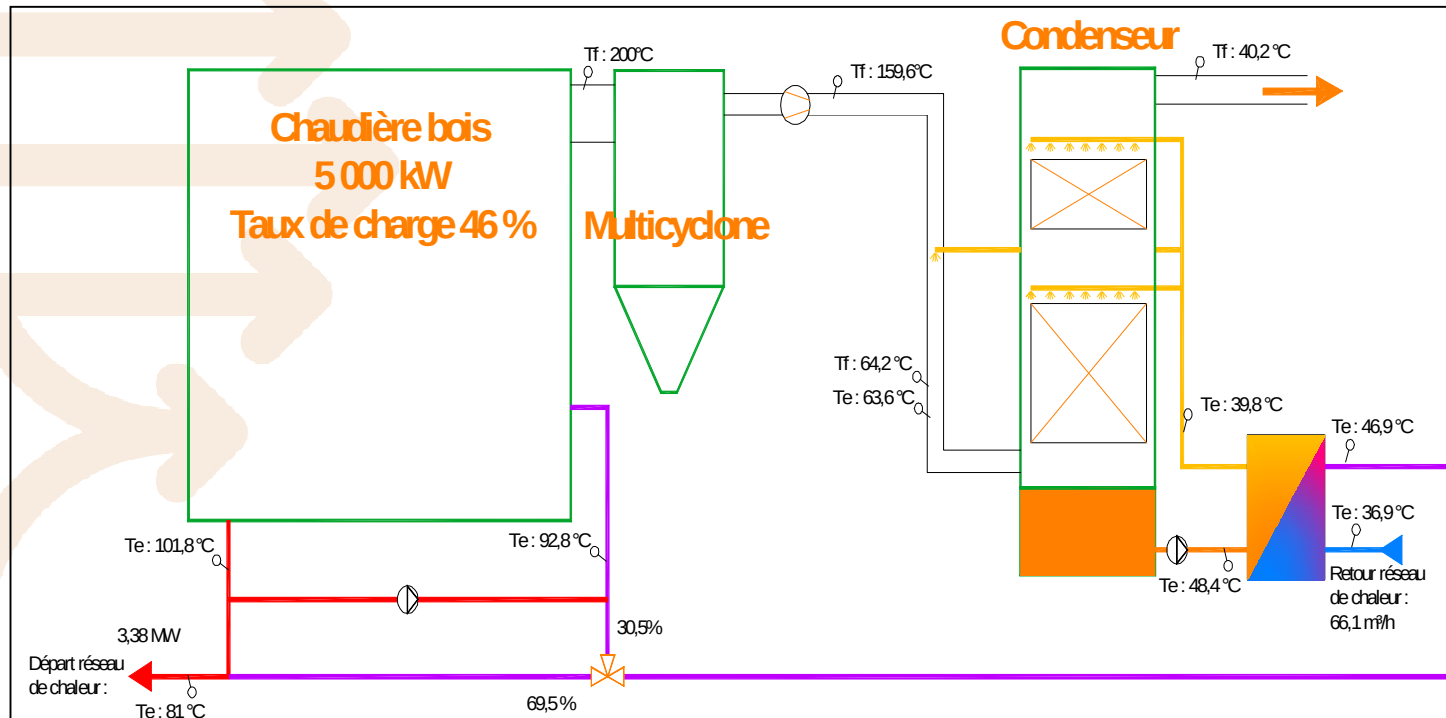


Deux familles de procédés de condensation



Technologie par voie humide (ou laveurs)

- **Principe** : échange **direct** entre les fumées et la source froide



- **3 technologies existent :**
 - les colonnes à plateaux
 - les colonnes à pulvérisation
 - les colonnes à garnissage
- **Localisation du condenseur :**
 - Après le multicyclone





Deux familles de procédés de condensation

Technologie par voie humide (ou laveurs)

- **Le traitement des condensats** : traitement indispensable en vue du contenu avant rejet aux eaux usées par :
 - Décantation statique ou dynamique
 - Neutralisation
 - Rejet dans le réseau d'assainissement

- **Efficacité** sur les émissions : bonne
 - Traitement des poussières
 - Traitement des polluants gazeux





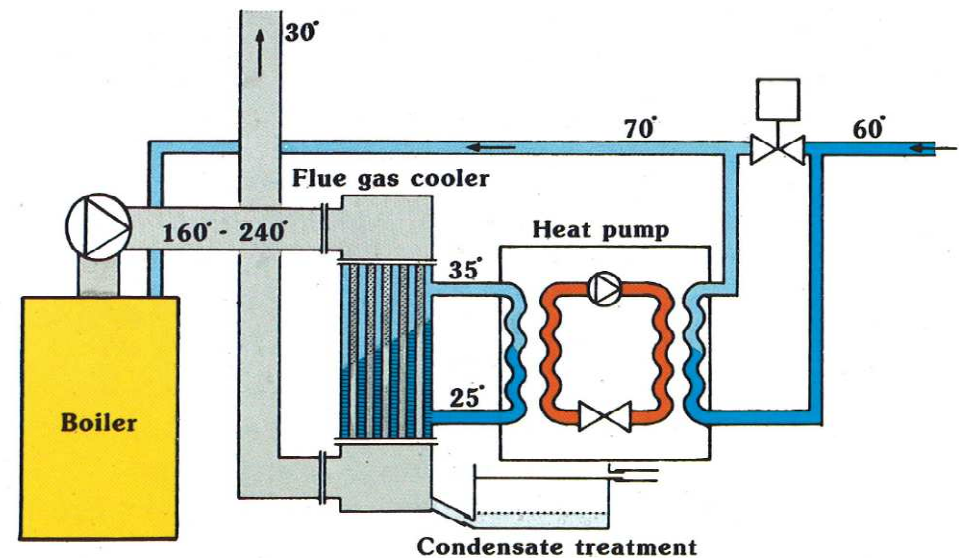
Les conditions de développement

Pour permettre la condensation, certaines conditions d'utilisation doivent être respectées, il faut :

- Des **retours froids** : Températures inférieures au point de rosée pour permettre cette récupération (46 à 63°C en fonction de l'humidité du bois).
- Fonctionner principalement sur :
 - des projets anciens avec **plancher chauffant** (retour à 35°C),
 - des projets neufs avec **plancher chauffant** (retour à 28°C),
 - des **piscines** (retour inférieurs à 30°C),
 - de **l'eau chaude sanitaire en instantané**
 - de **l'eau chaude sanitaire en accumulation** : prêter attention à l'hydraulique et la régulation

En France, les réseaux présentent des régimes d'eau peu favorable à la condensation

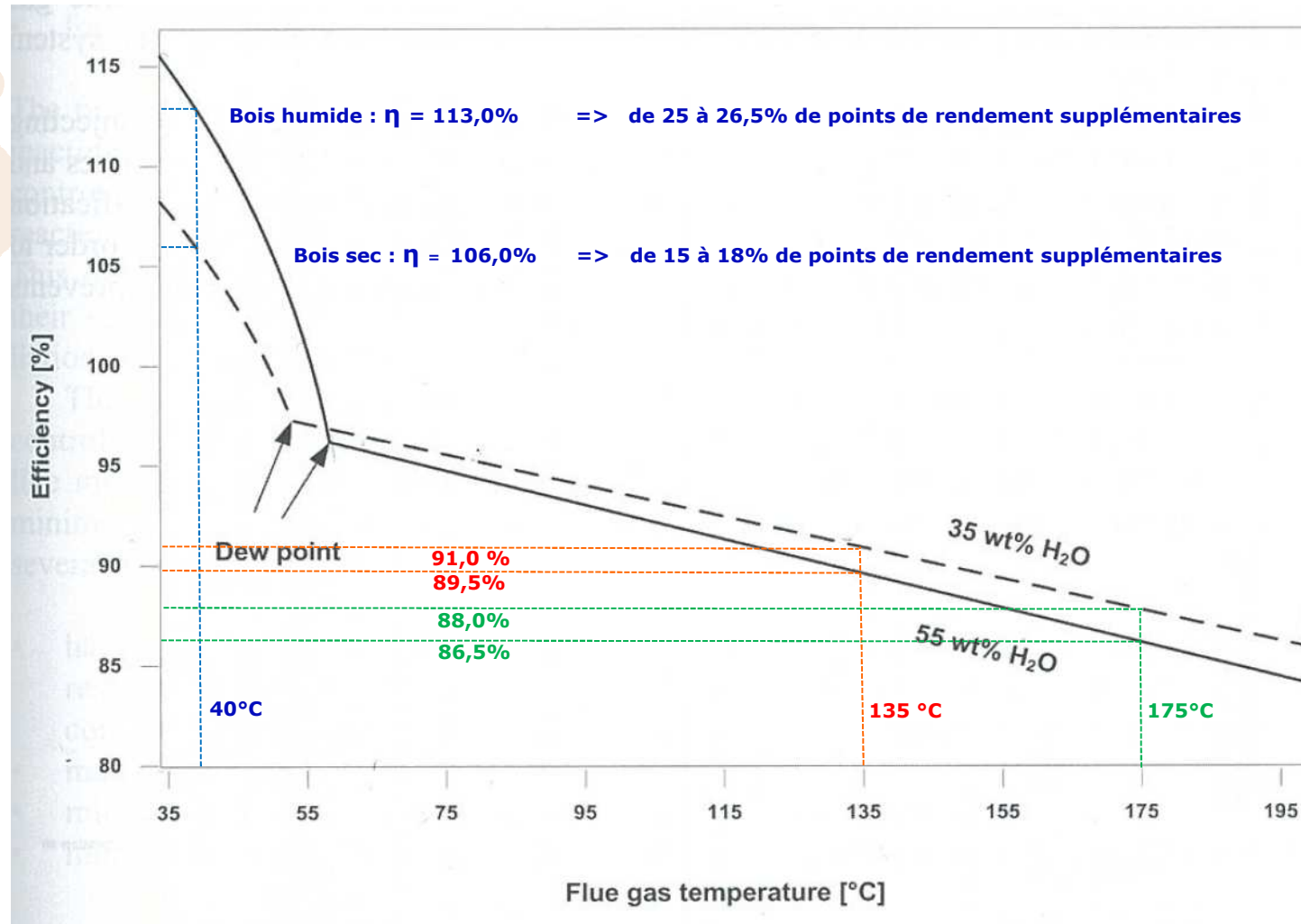
- Refroidir les retours en utilisant une pompe à chaleur





Les atouts de la condensation

Les gains énergétiques

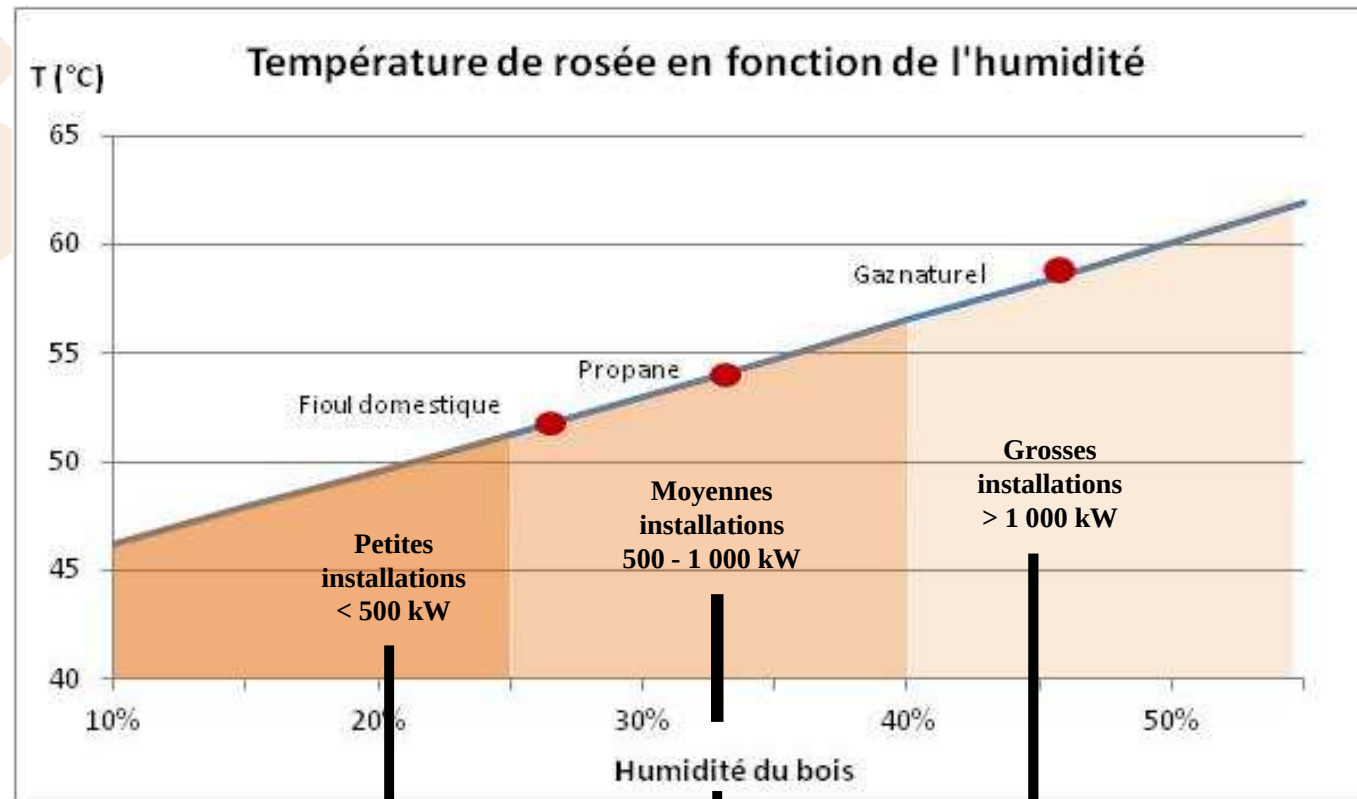


Source : Biomass Combustion & Co-firing



Les atouts de la condensation

Les domaines d'application



Piscines
Eco quartiers
Maisons de retraite
Immeubles

Hôpitaux
Grands ensembles immobiliers
Réseaux de chaleur ruraux

Réseaux de chaleur urbain



Les atouts de la condensation

Le traitement des fumées

- › Par voie sèche : faible efficacité et peu d'éléments retenus
- › Par voie humide : bonne efficacité (contact direct entre l'eau et les fumées). L'eau capte :
 - les poussières,
 - les COV,
 - les acides.

L'intégration urbaine

- › Diminution du panache des fumées par :
 - le recours à un by-pass
 - réchauffement des fumées par de l'air en sortie du filtre à manches
 - le recours à un étage supplémentaire de condensation
 - mélange avec l'air extérieur (plus froid), et dilution des fumées saturées





Merci de votre attention

