



**Rencontres annuelles
des animateurs Bois-Energie**

7 Novembre 2019 à Paris

**Fonctionnement des chaudières
à bois déchiqueté < 300 kW**

Ph. GONDRY

Le BOIS

hydrocarbure solide renouvelable

C=50% **O=42%** **H=6%** **N=1%** **Ca+K+Na+Fe+Mn=1%**

fioul: 80%

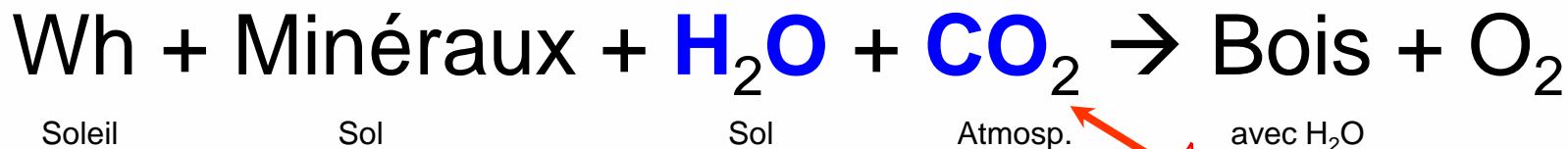
< 1%

11%

< 1%

S=2% (Pluies acides)

Photosynthèse



Combustion



Neutre en CO₂

Le cycle du Carbone

Neutre en:

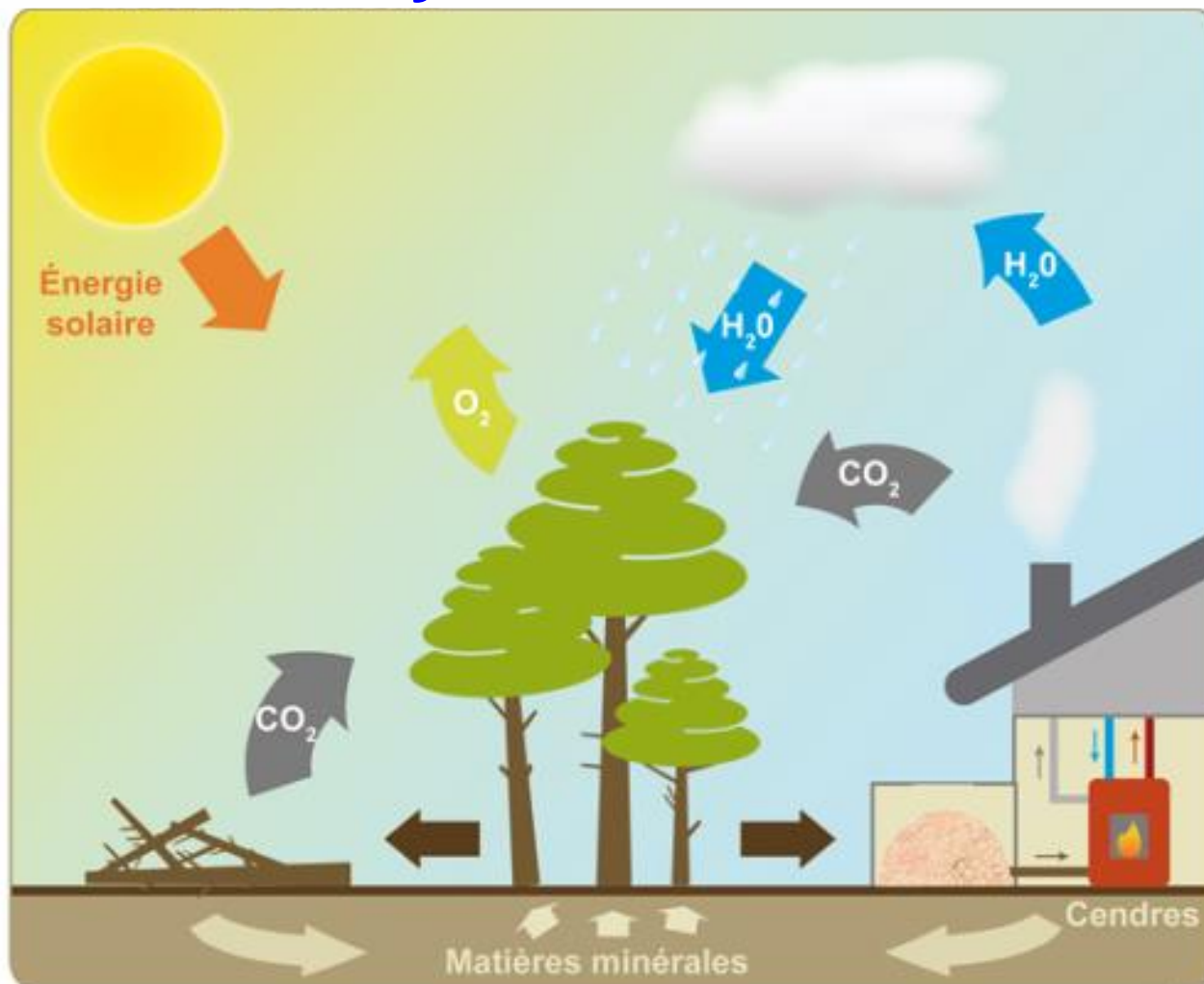
H_2O

O_2

CO_2

Minéraux

Energie



La Combustion du bois

en 3 Phases

1) Séchage

2) Pyrolyse ou gazéification

3) Combustion du gaz

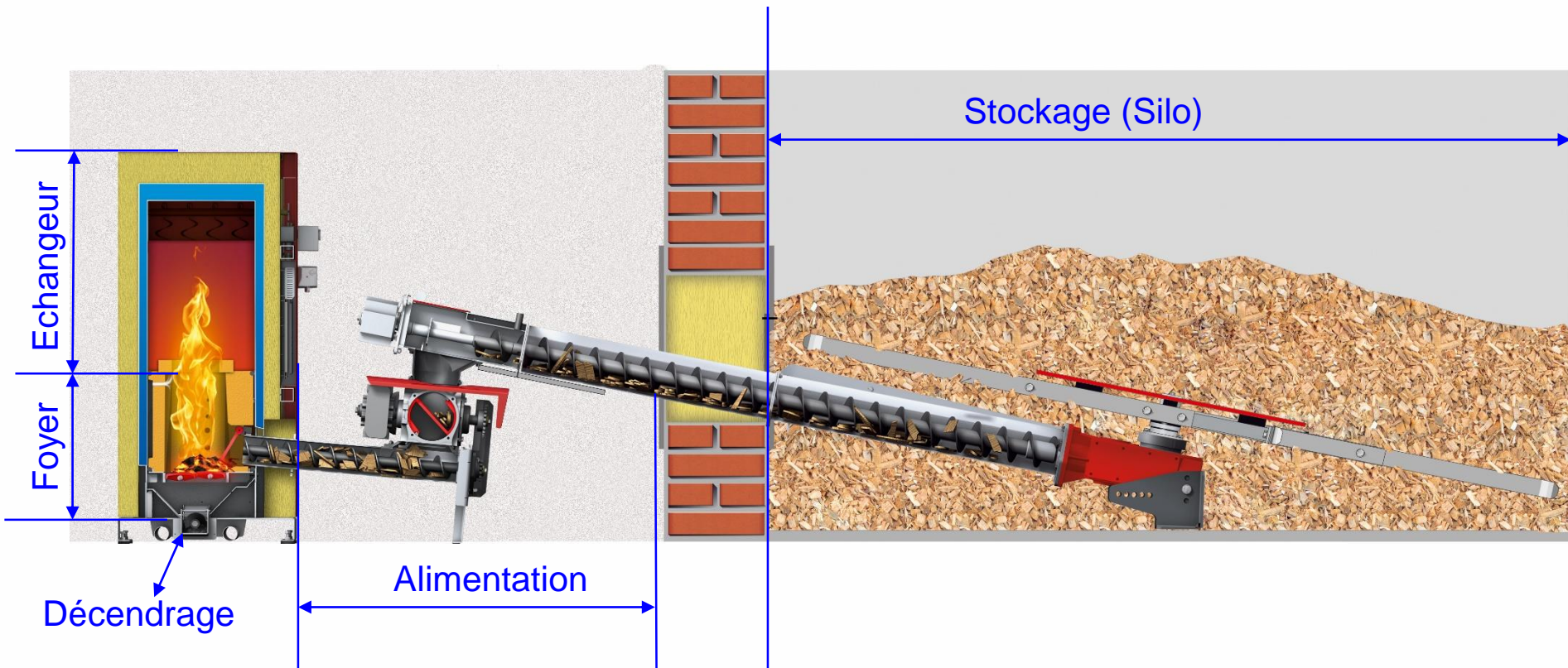
Air primaire

Air secondaire

Technologie des Chaudières à Bois Déchiqueté



Technologie des Chaudières à Bois Déchiqueté

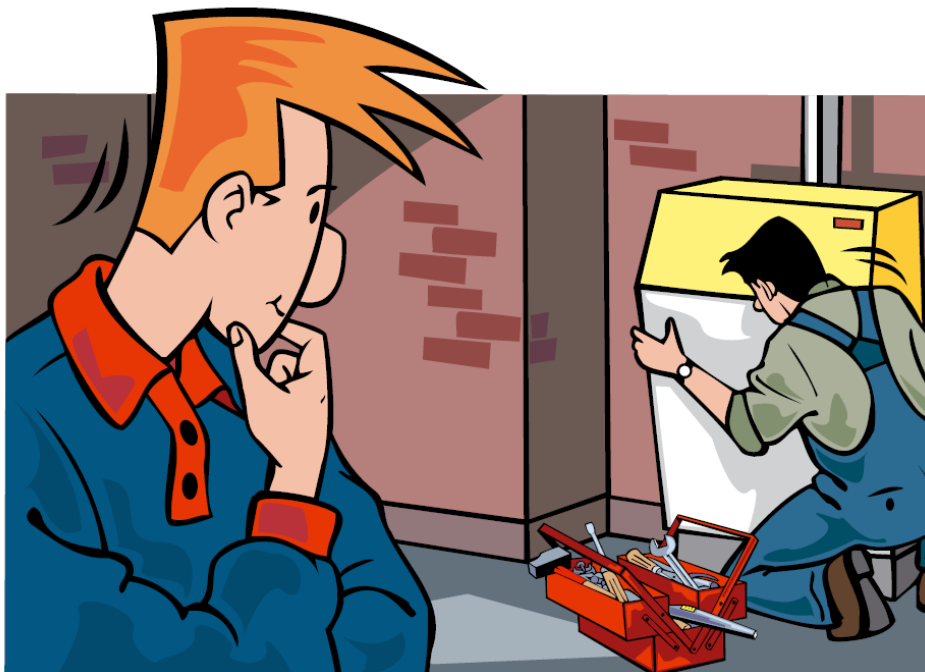


L'Entretien

**Décret n° 2009-649 du 9 juin 2009
chaudières entre 4 et 400 kW**

Objectifs de l'entretien annuel:

- Sécurité
- Protection de l'environnement
- Performance
- Optimisation
- Economie d'énergie
- Conseils d'amélioration
- Anticipation de remplacement
- Attestation d'entretien
- Protection du professionnel
- Obligation légale

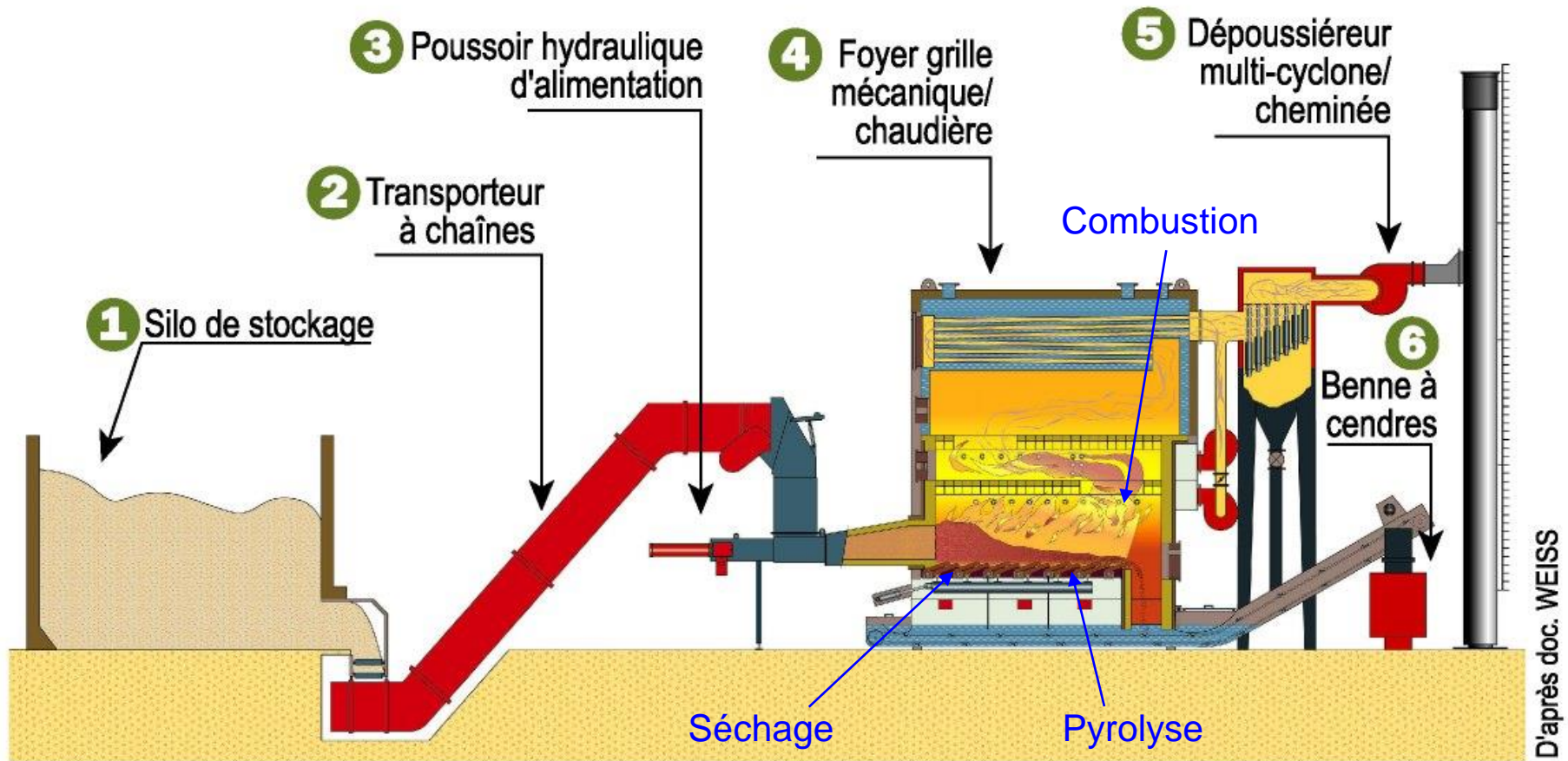


Le Foyer

2 grandes familles :

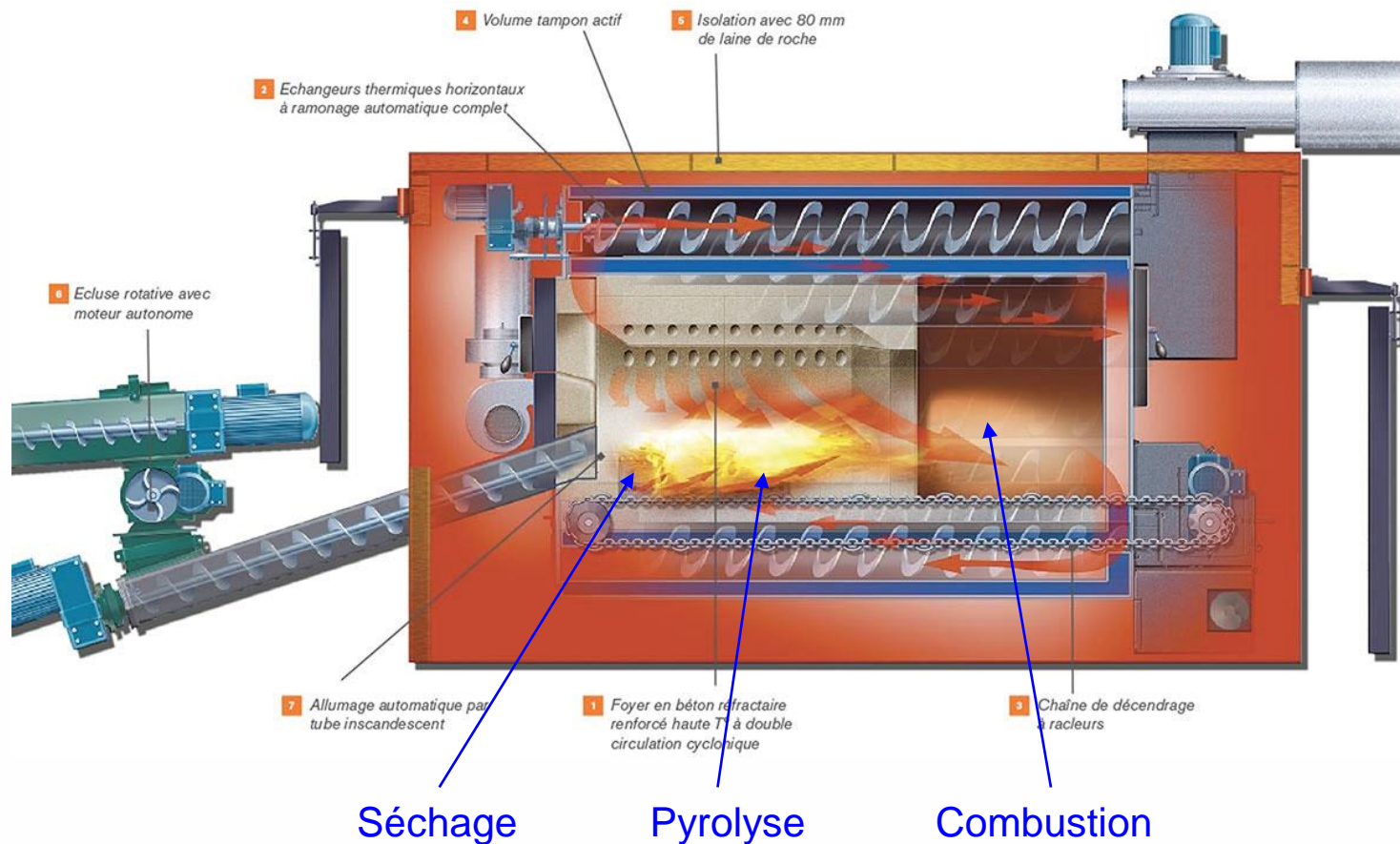
- **Bois Humide >35%** : grilles mobiles (séchage)
(Souvent grosse puissance, échangeur horizontal)
- **Bois sec <35%** : foyer « Volcan »
(Souvent <500 kW, échangeur vertical)

Le Foyer (grilles mobiles)

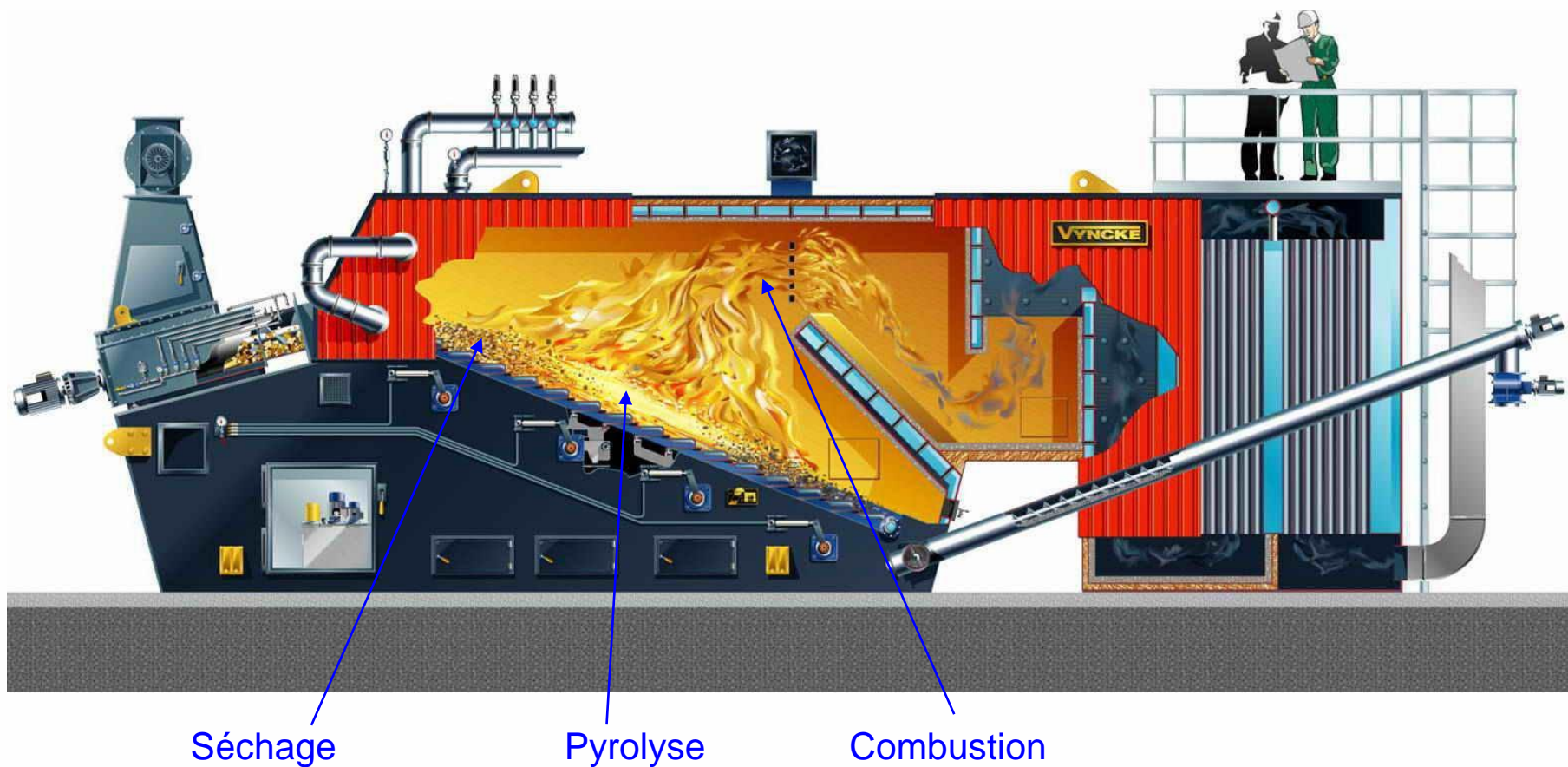


D'après doc. WEISS

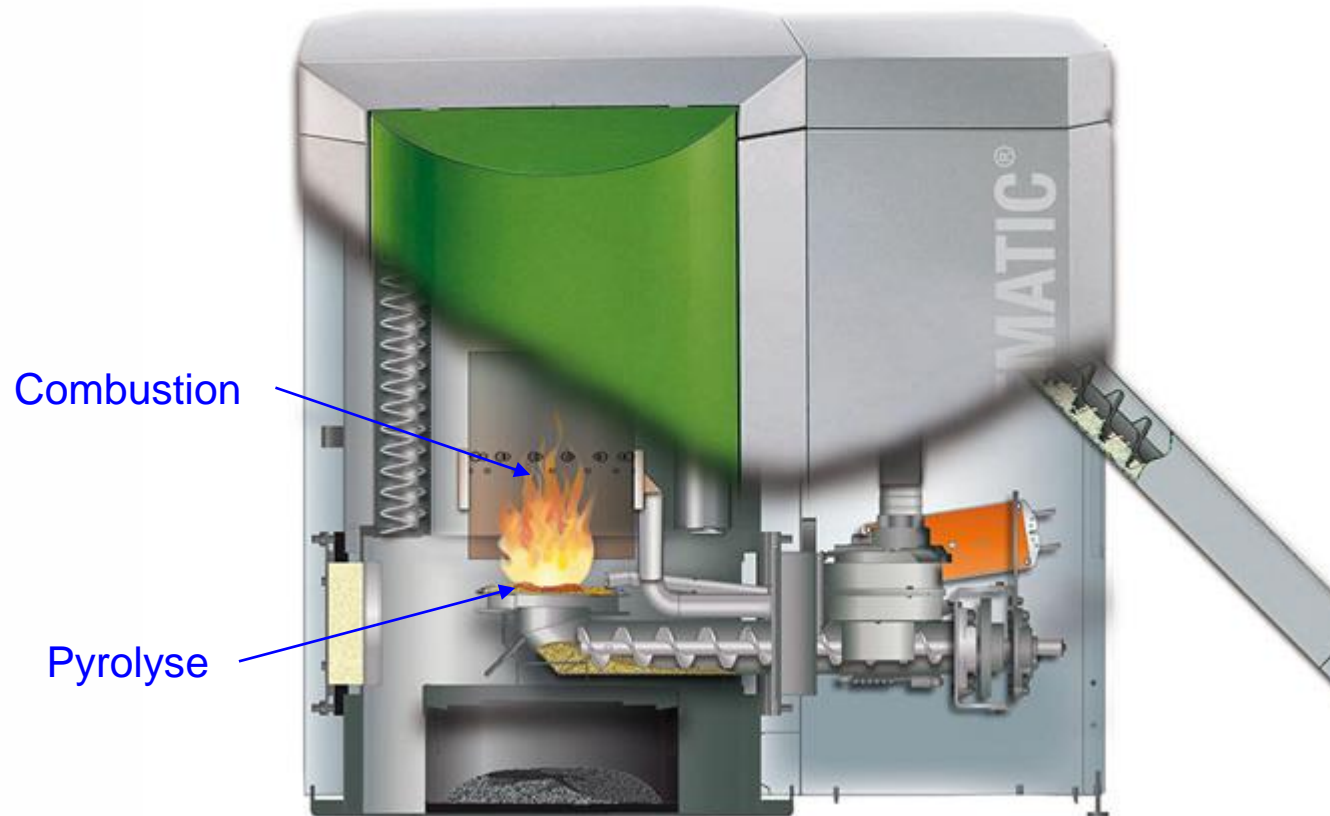
Le Foyer (grilles mobiles)



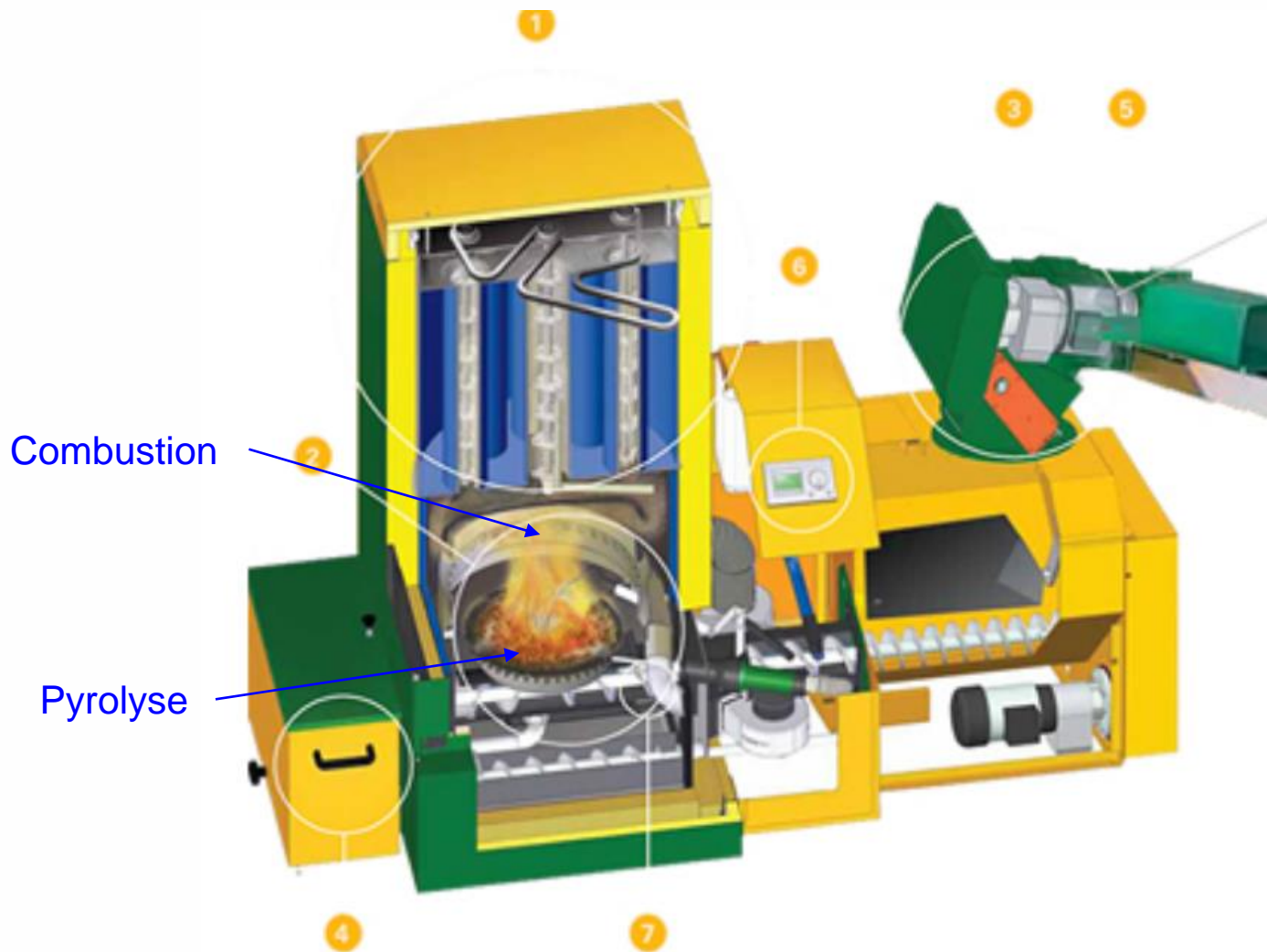
Le Foyer (grilles mobiles)



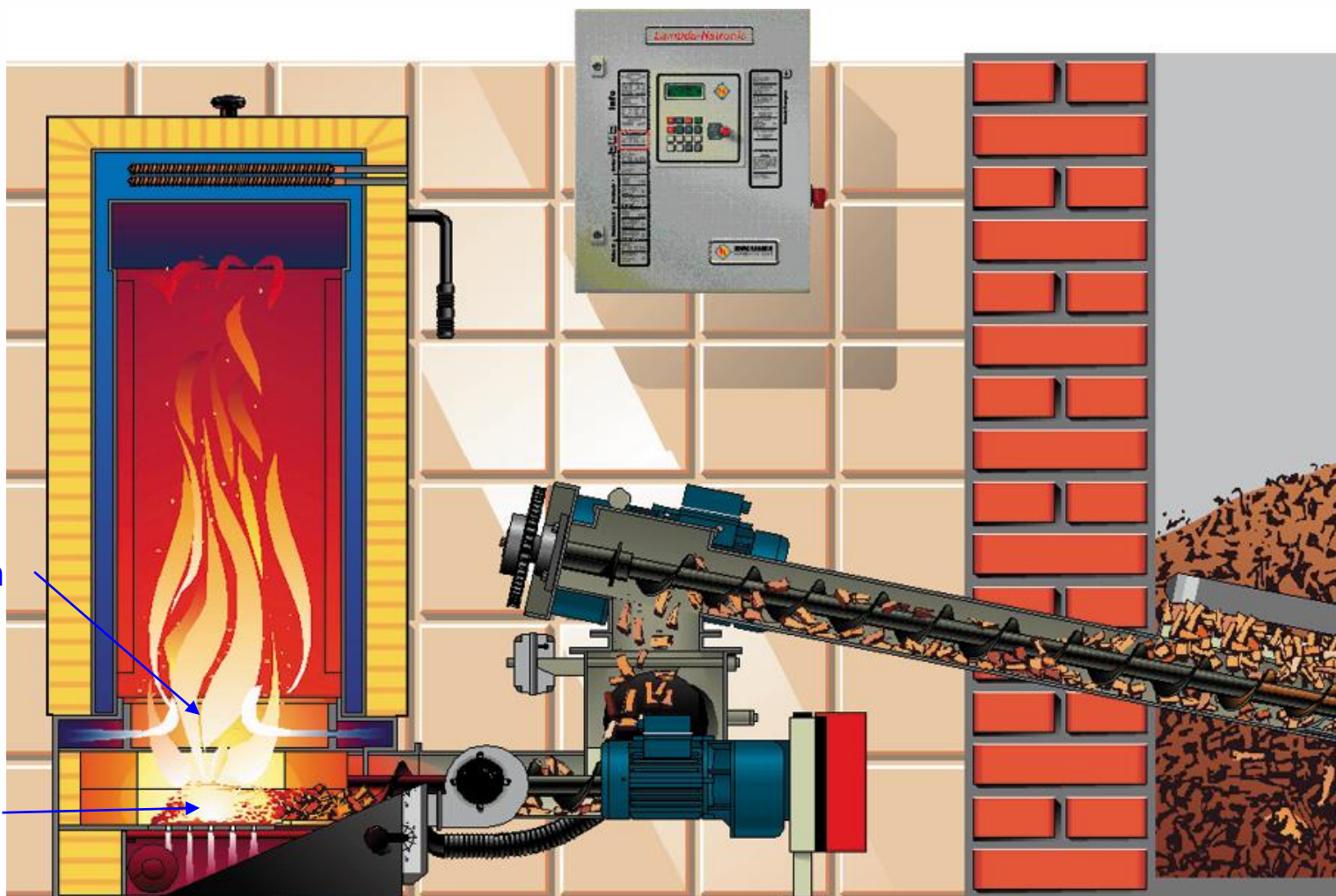
Le Foyer (type « Volcan »)



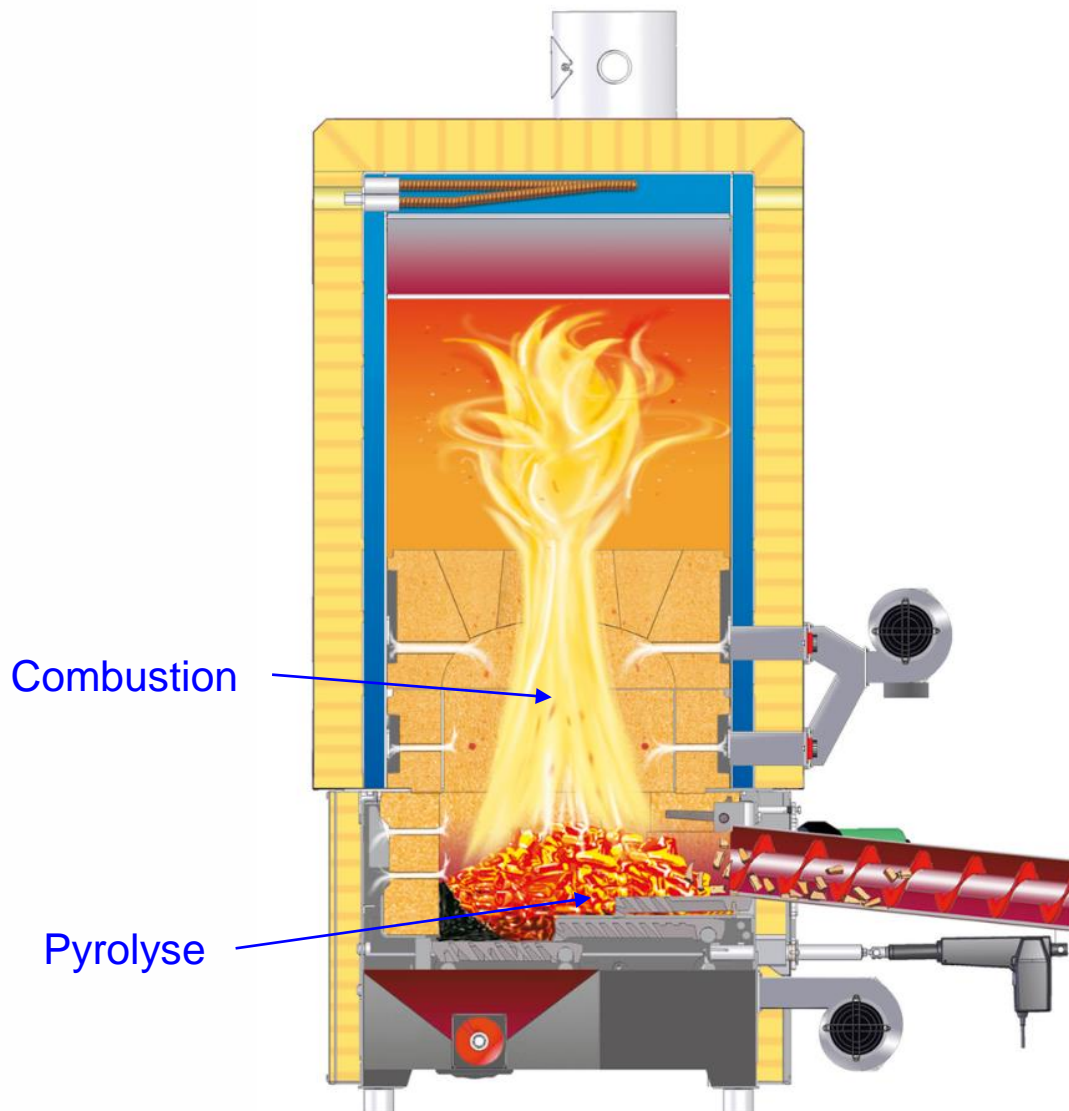
Le Foyer (type « Volcan »)



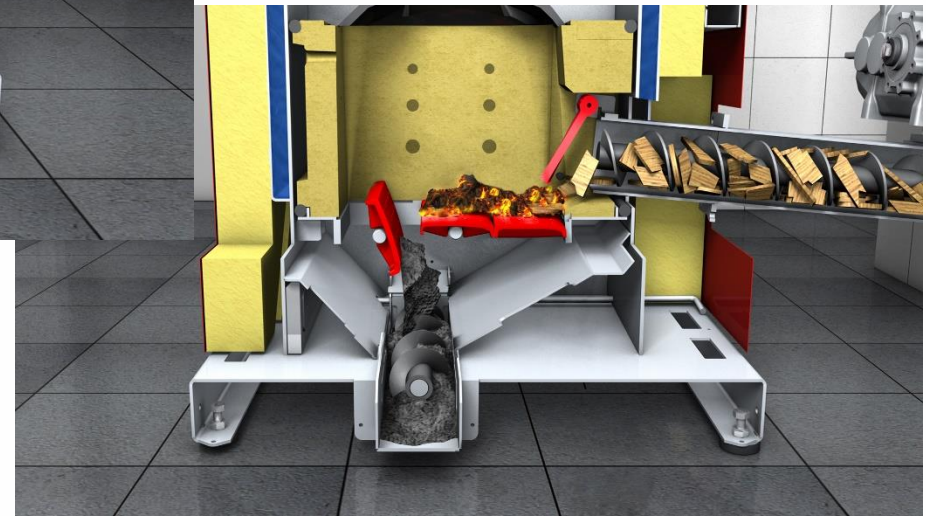
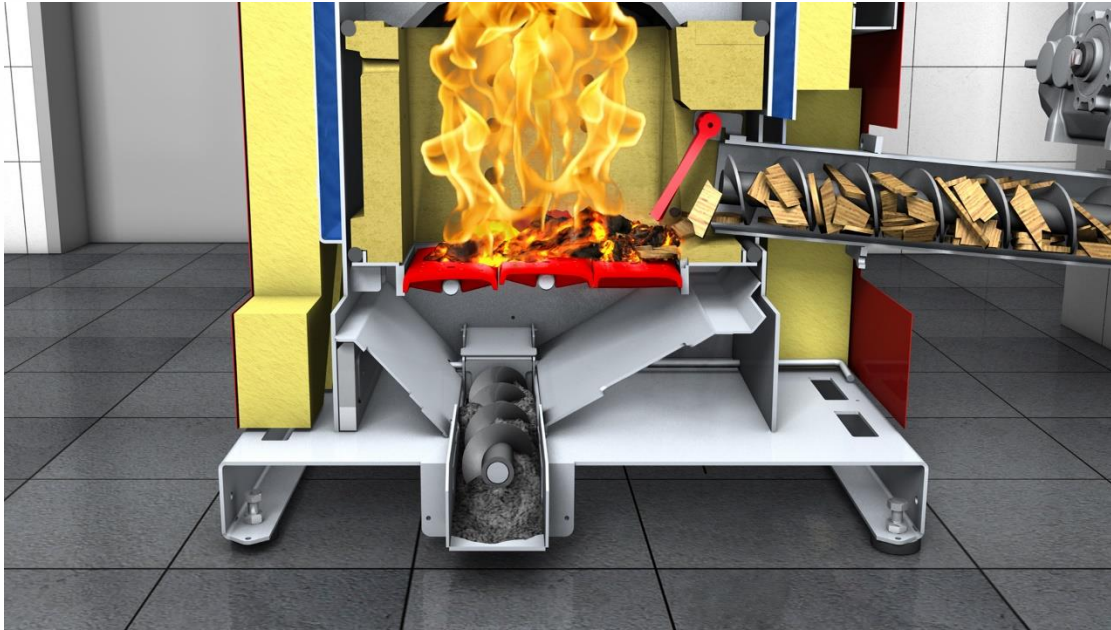
Le Foyer (type « Volcan »)



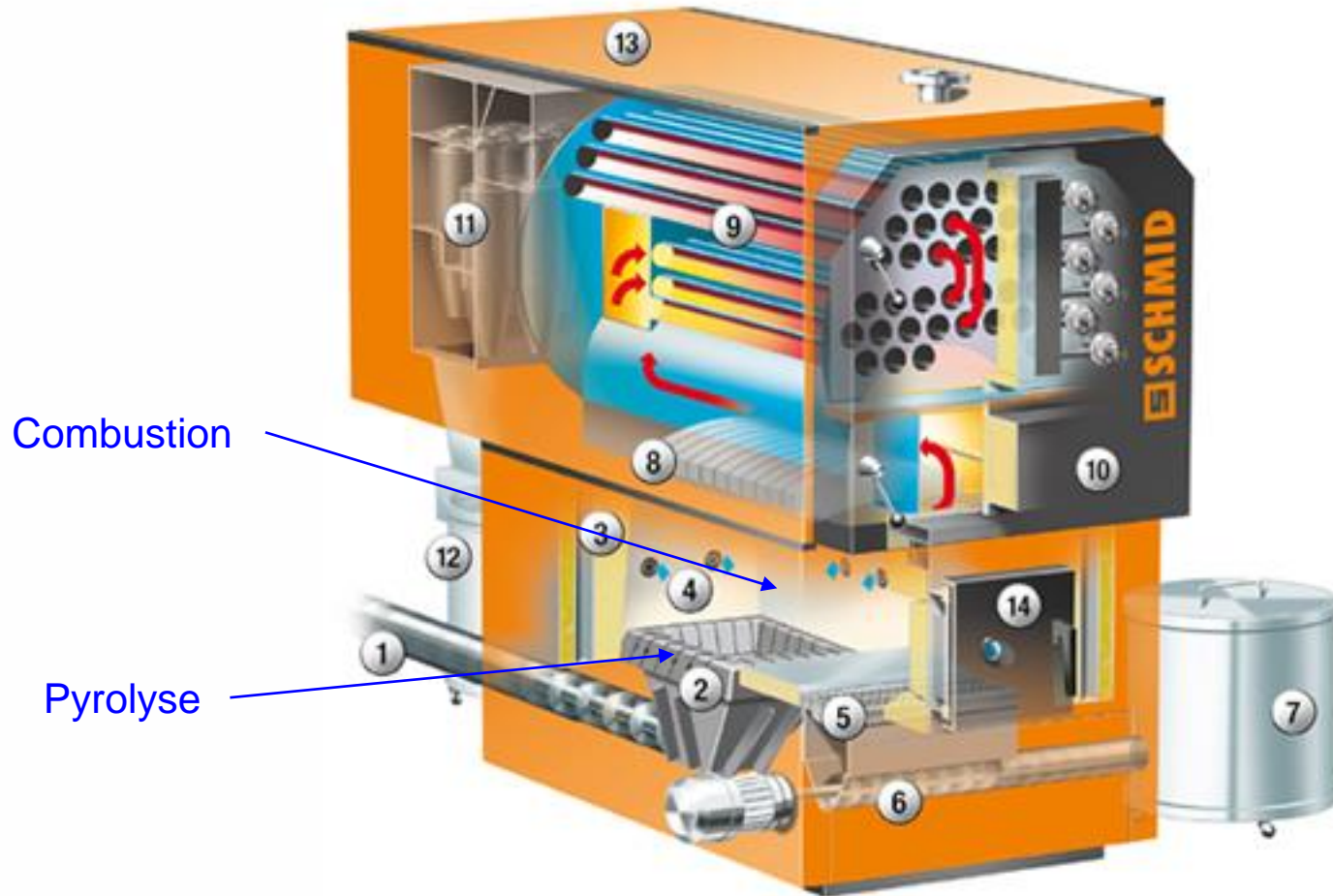
Le Foyer (type « Volcan »)



Le Foyer (type « Volcan »)



Le Foyer (type « Volcan »)

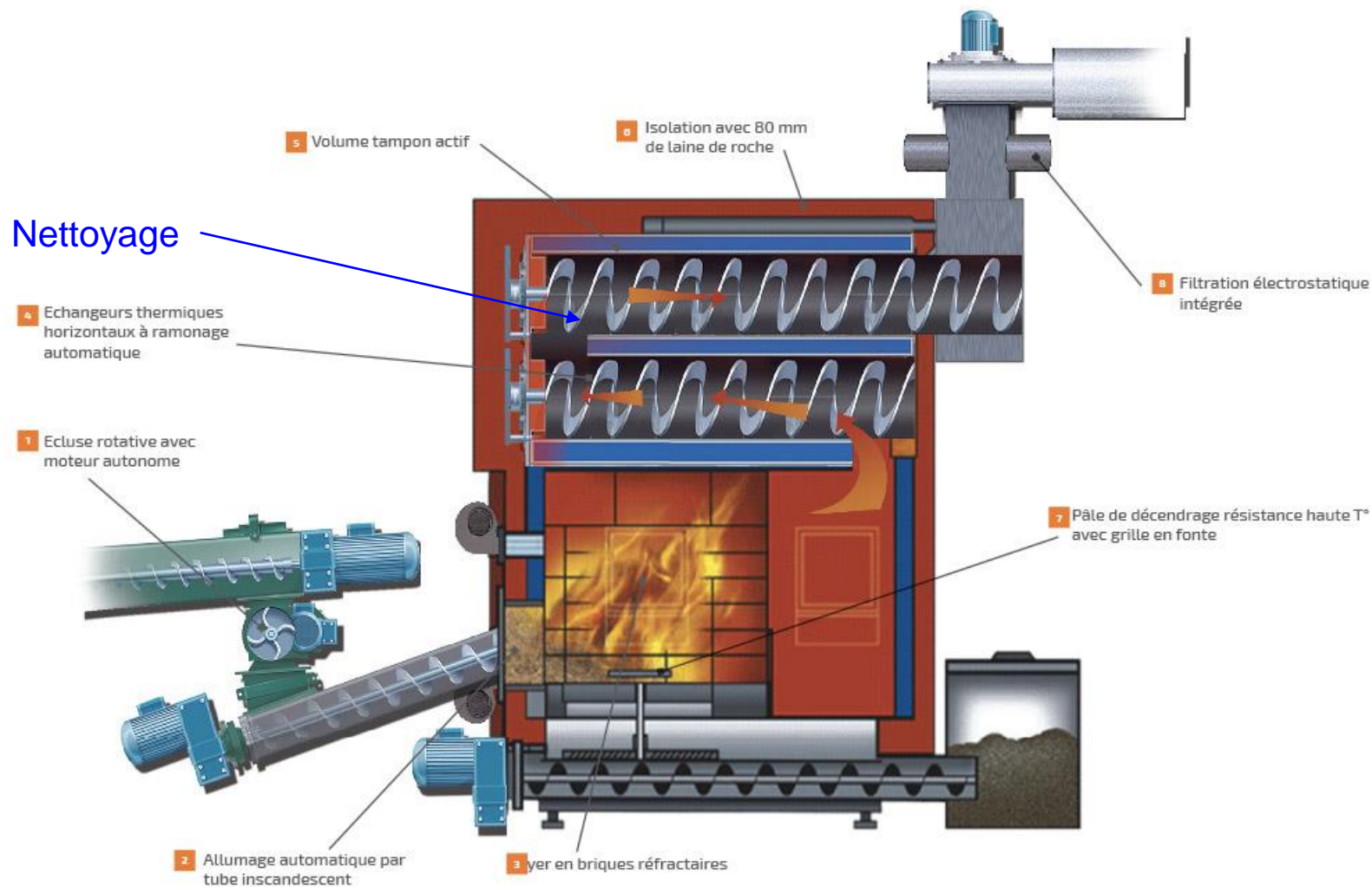


Le Corps de chauffe (ou Echangeur)

2 grandes familles :

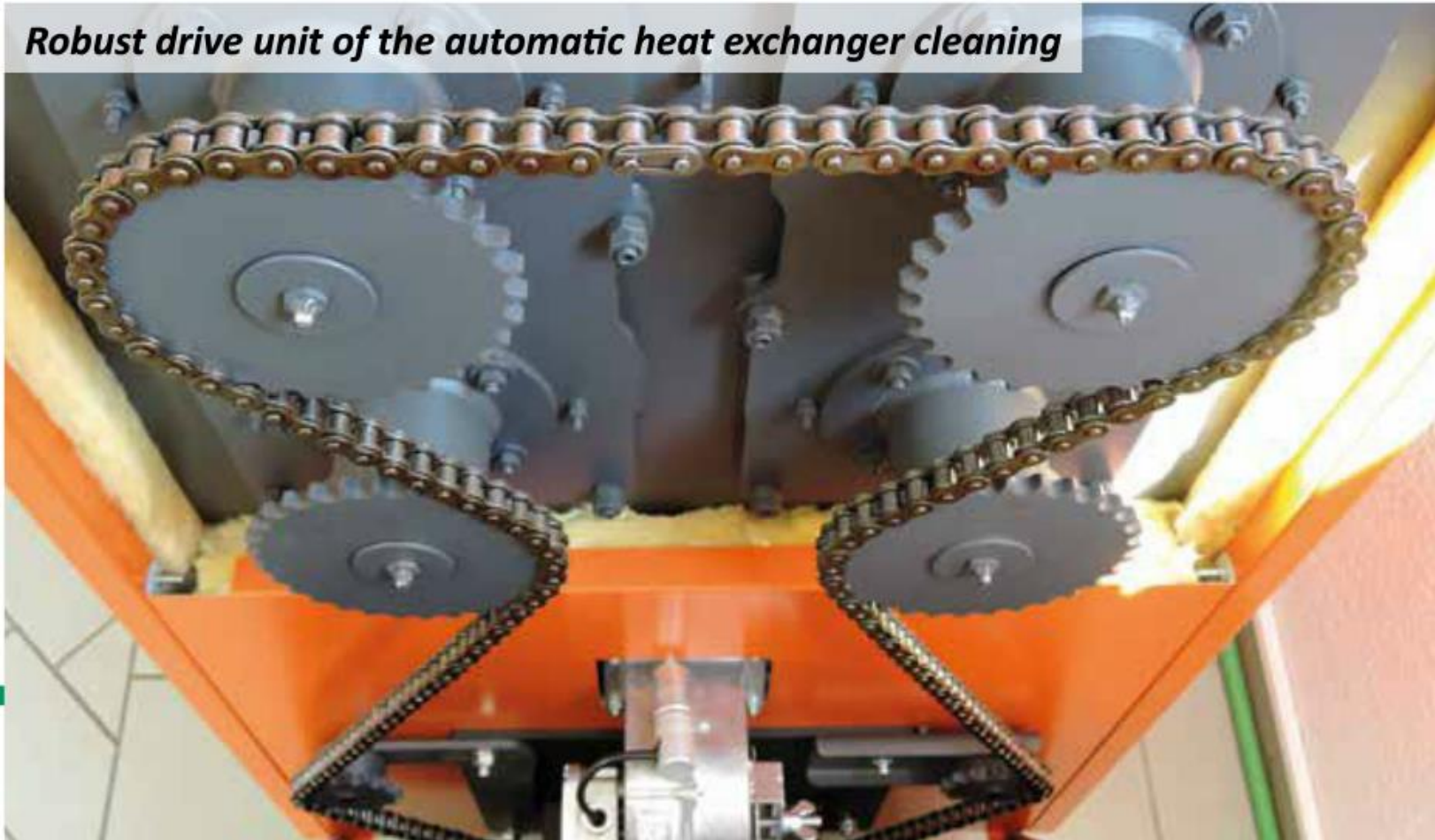
- **Horizontal** : (Souvent grosse puissance)
- **Vertical**: (Souvent <500 kW)

Le Corps de chauffe (ou Echangeur)



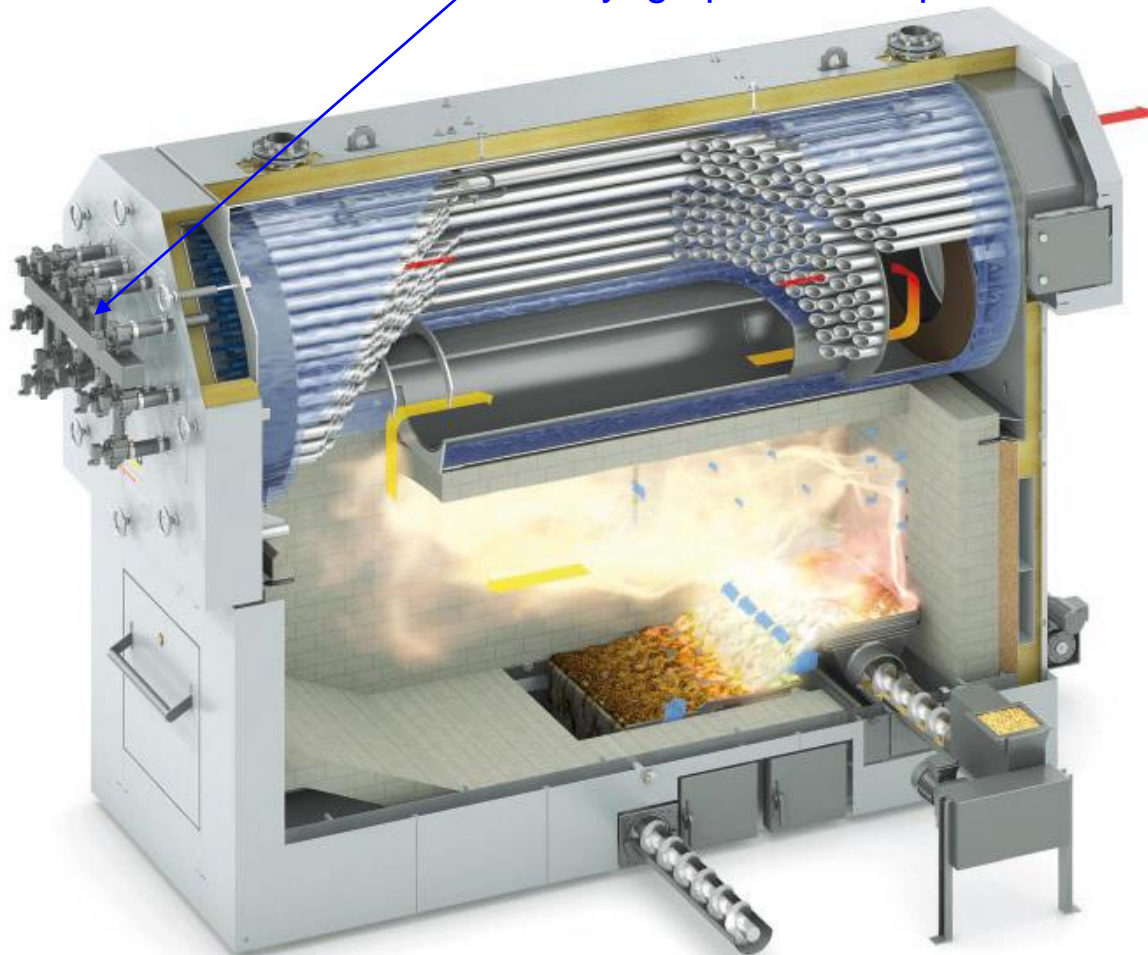
Mécanisme de nettoyage du corps de chauffe

Robust drive unit of the automatic heat exchanger cleaning

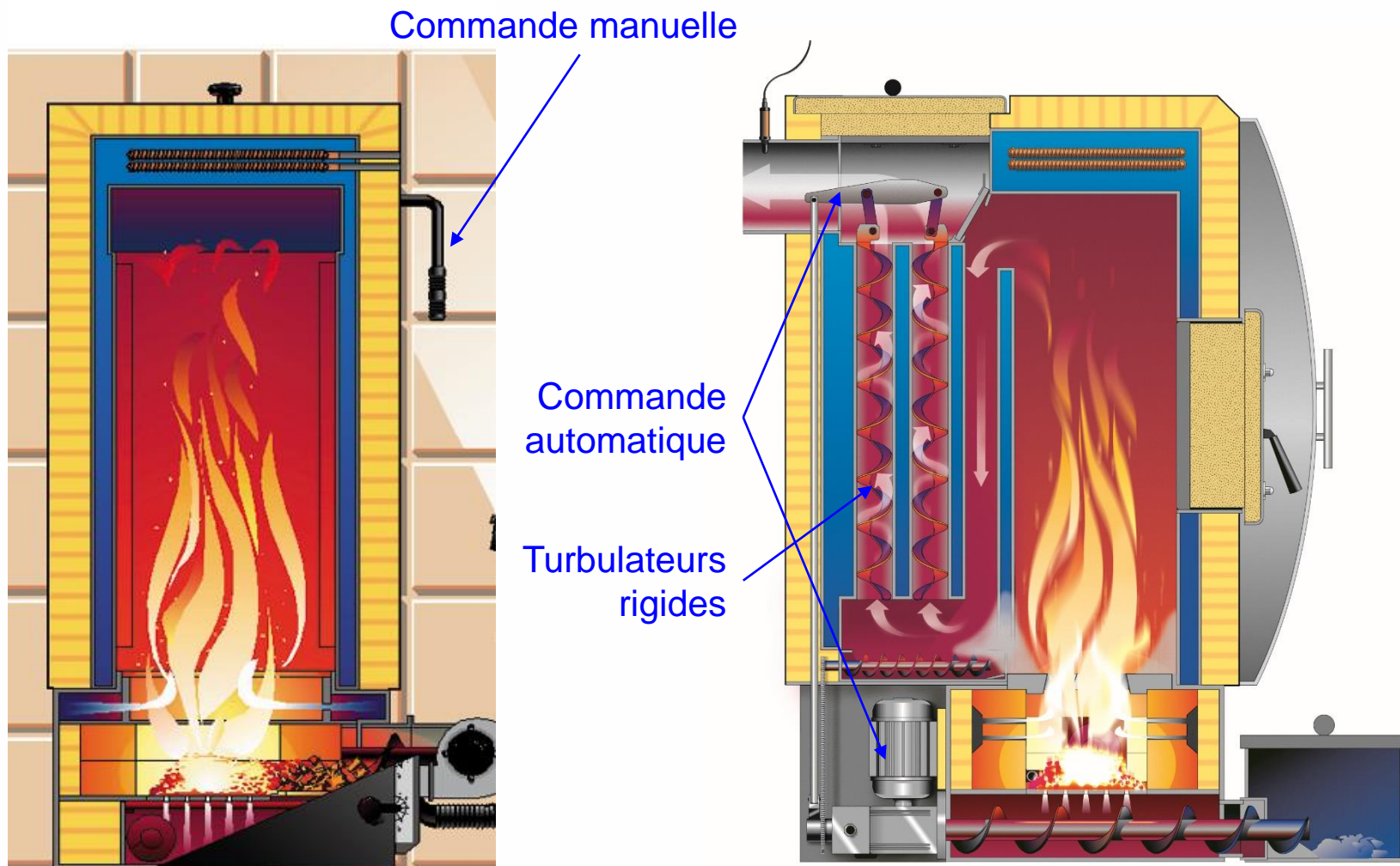


Le Corps de chauffe (ou Echangeur)

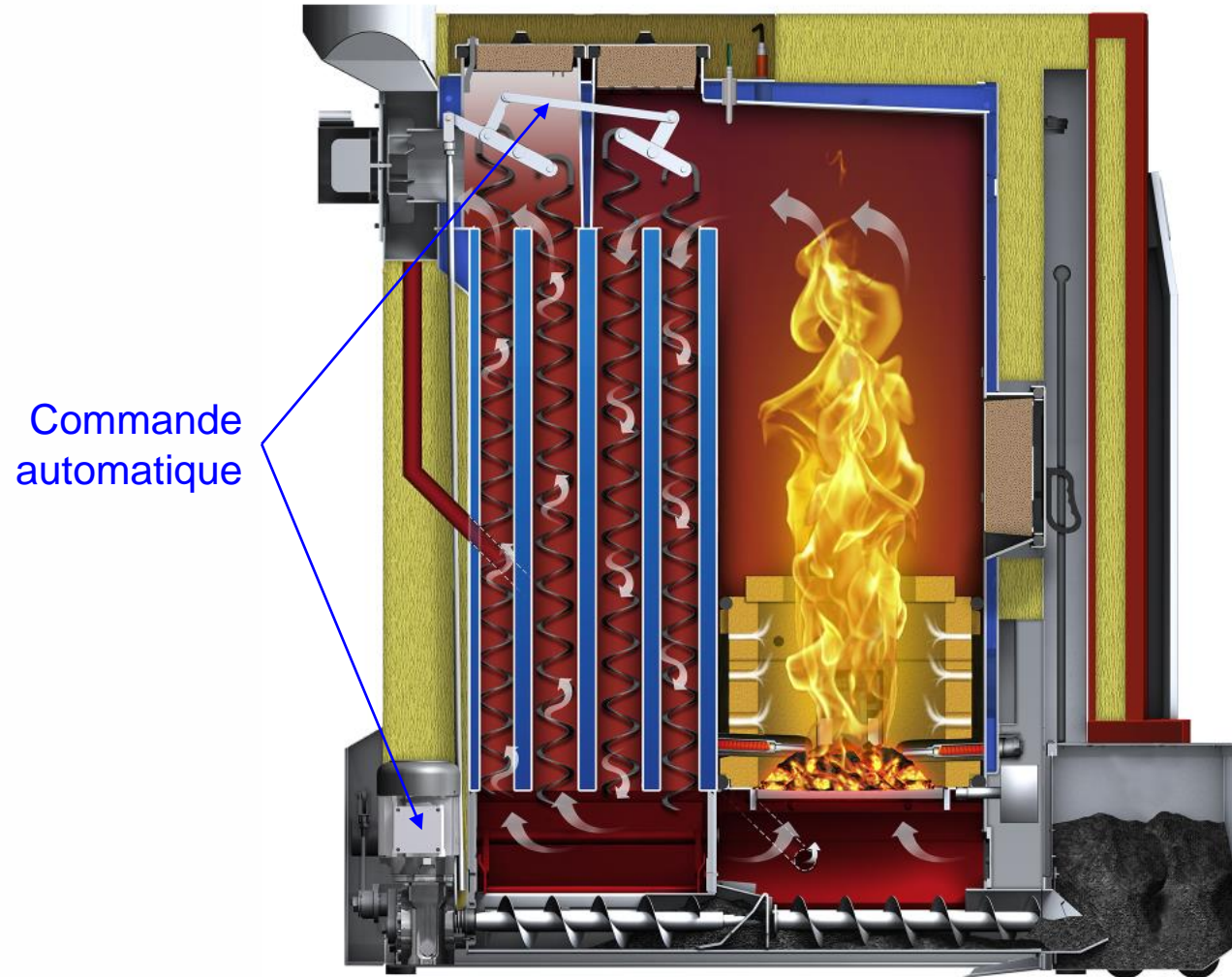
Nettoyage par air comprimé sans turbulateurs



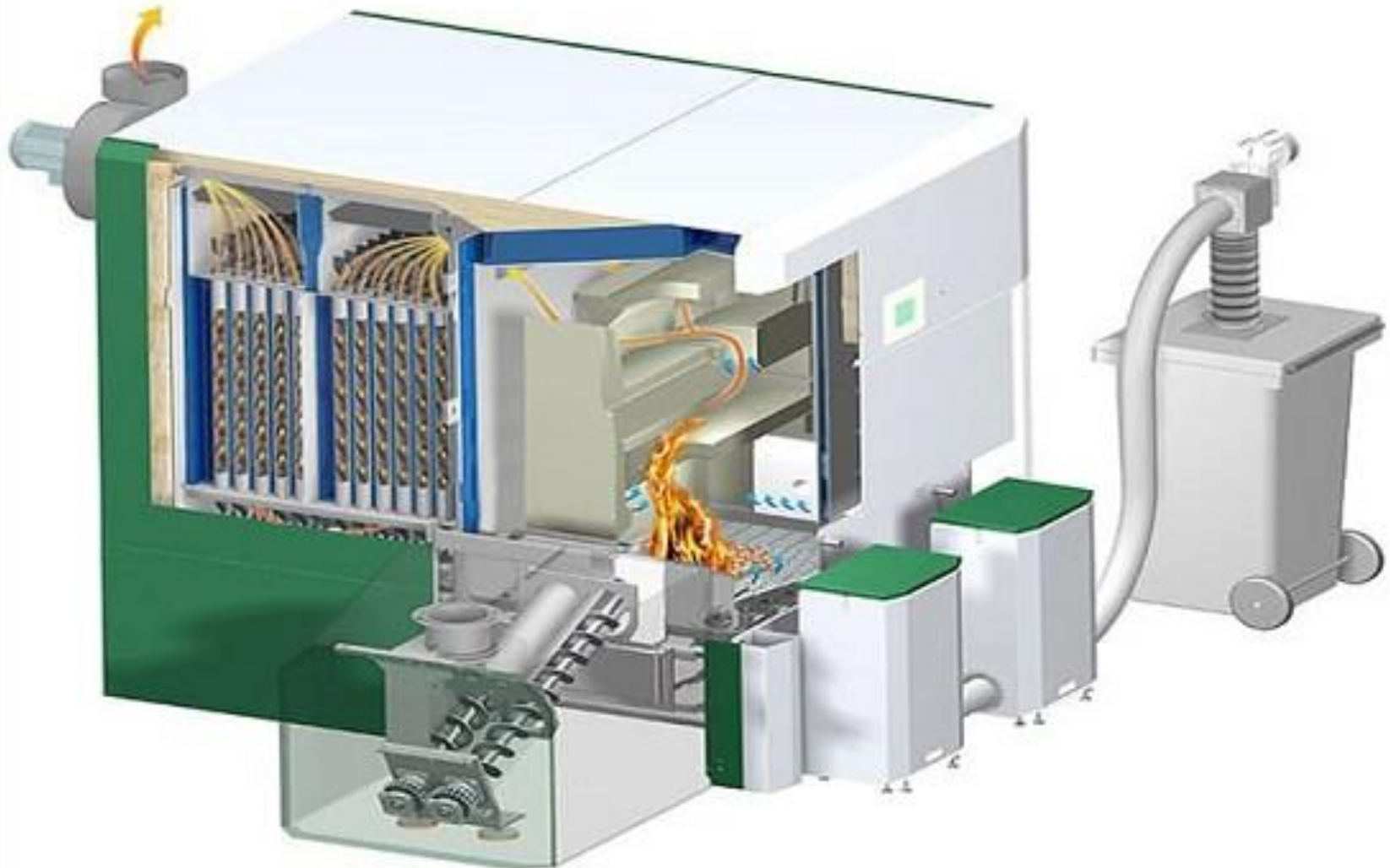
Le Corps de chauffe (ou Echangeur)



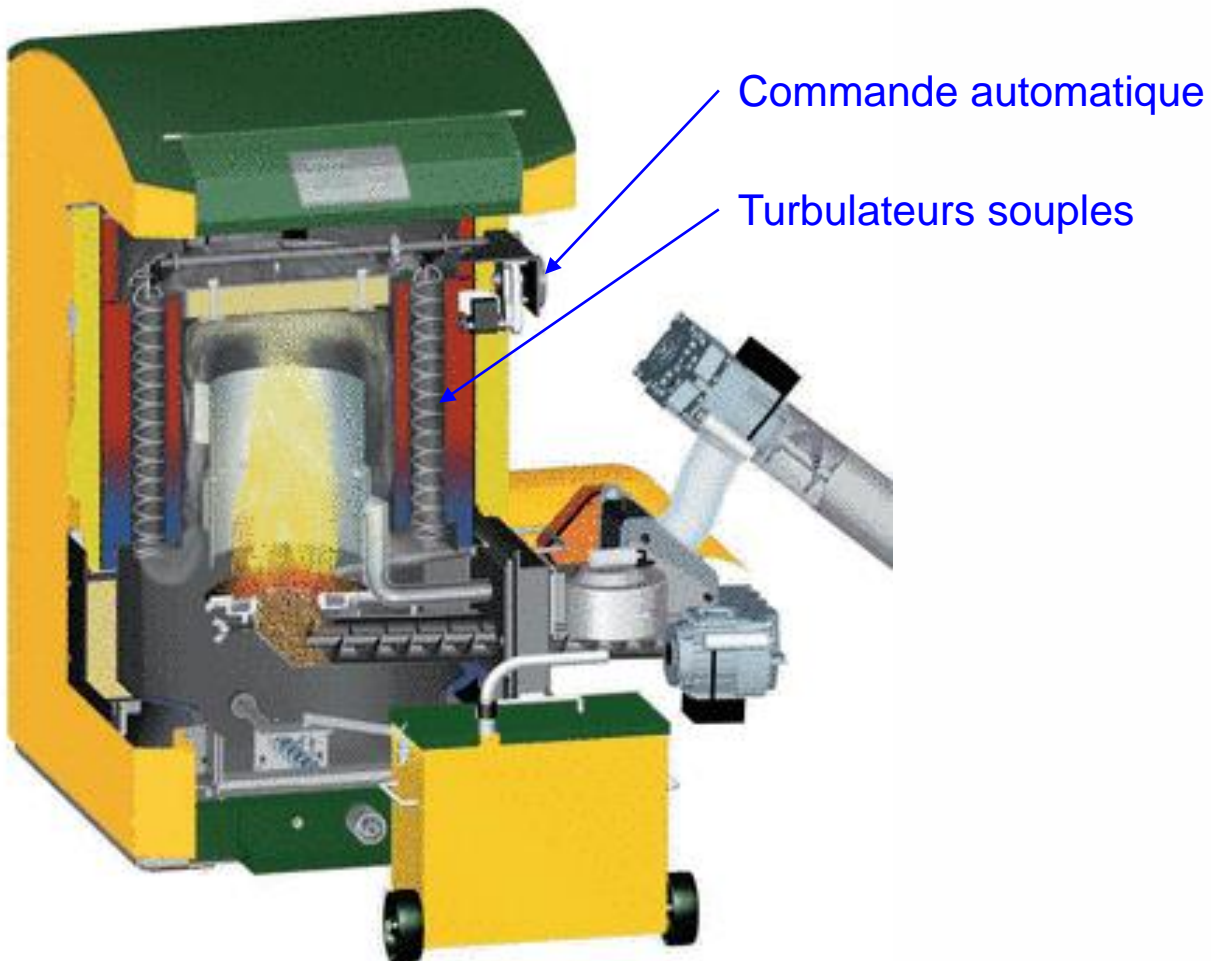
Le Corps de chauffe (ou Echangeur)



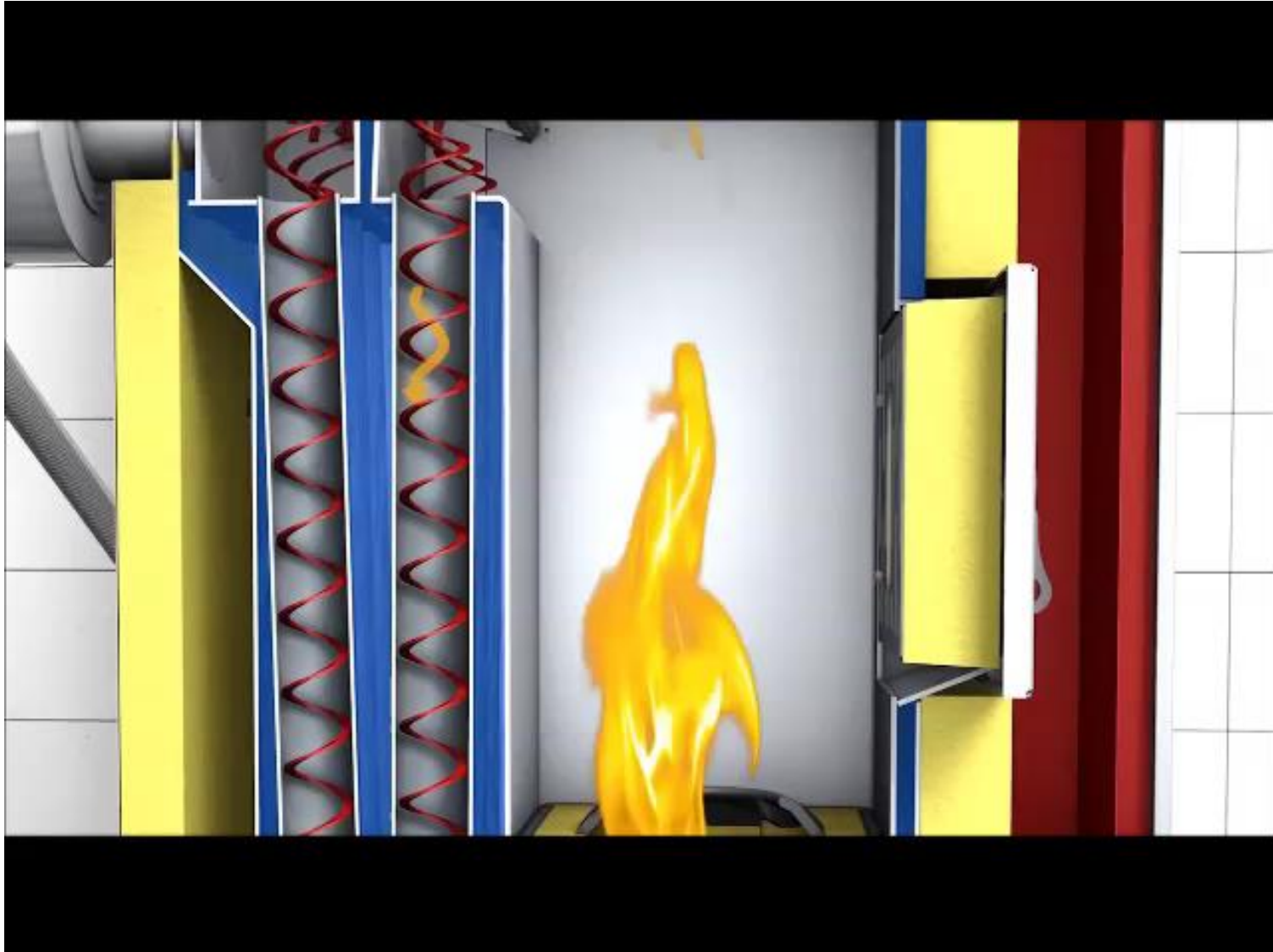
Le Corps de chauffe (ou Echangeur)



Le Corps de chauffe (ou Echangeur)



Le Corps de chauffe (ou Echangeur)



Le Réfractaire

Ses rôles:

- Assurer une inertie thermique (optimisation de l'allumage...)
- Permettre des températures élevées $>1000^{\circ}\text{C}$ tout en protégeant les parois métalliques internes de la chaudière (optimisation de la combustion, augmenter la durée de vie...)
- Eviter de casser la réaction chimique de la flamme contre des parois froides (optimisation de la combustion)
- Réchauffer l'air secondaire (optimisation de la combustion)

Le Décendrage

2 grandes familles :

- **Par voie humide** : (Souvent $> 500\text{kW}$)
- **Par voie sèche**: (Souvent $< 500\text{ kW}$)

Le Décendrage

par voie humide (> 500 kW)



Le Décendrage

à vis par voie sèche (< 500 kW)

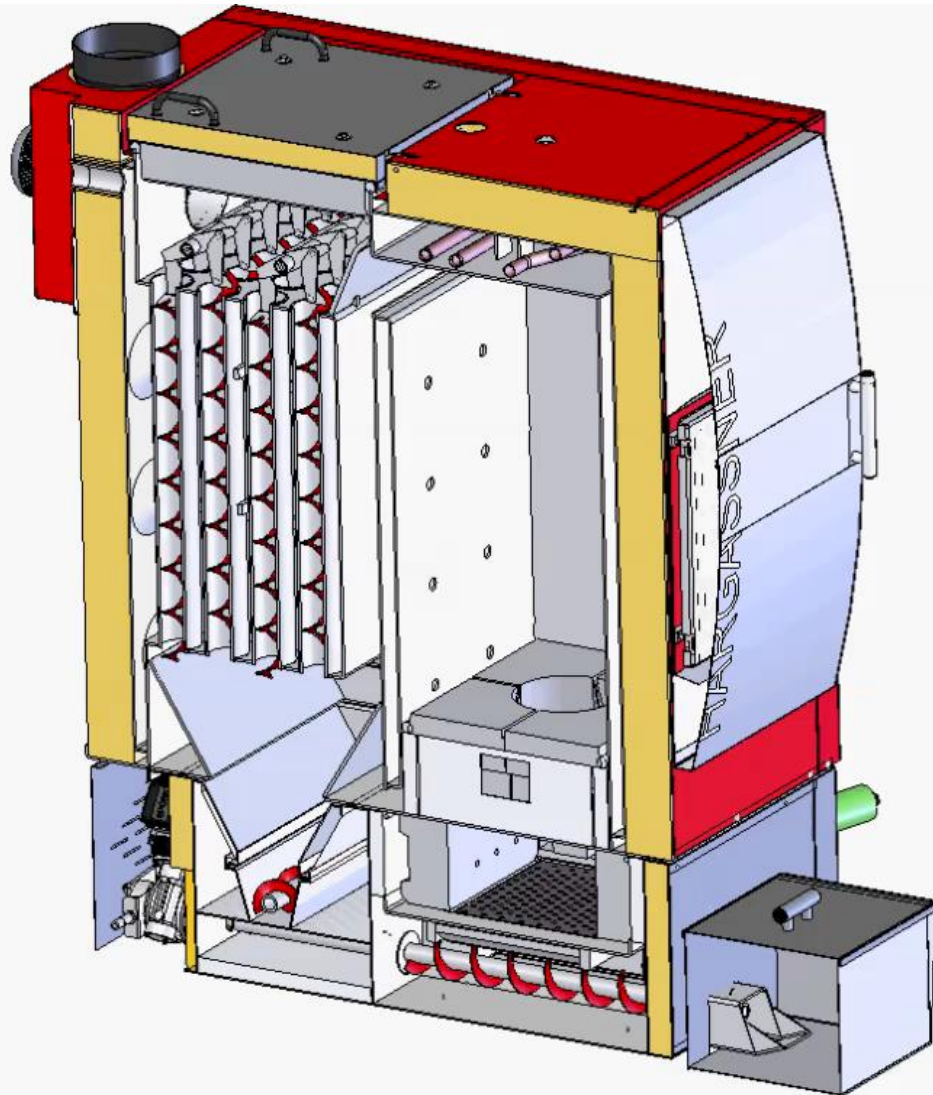


Le Décendrage

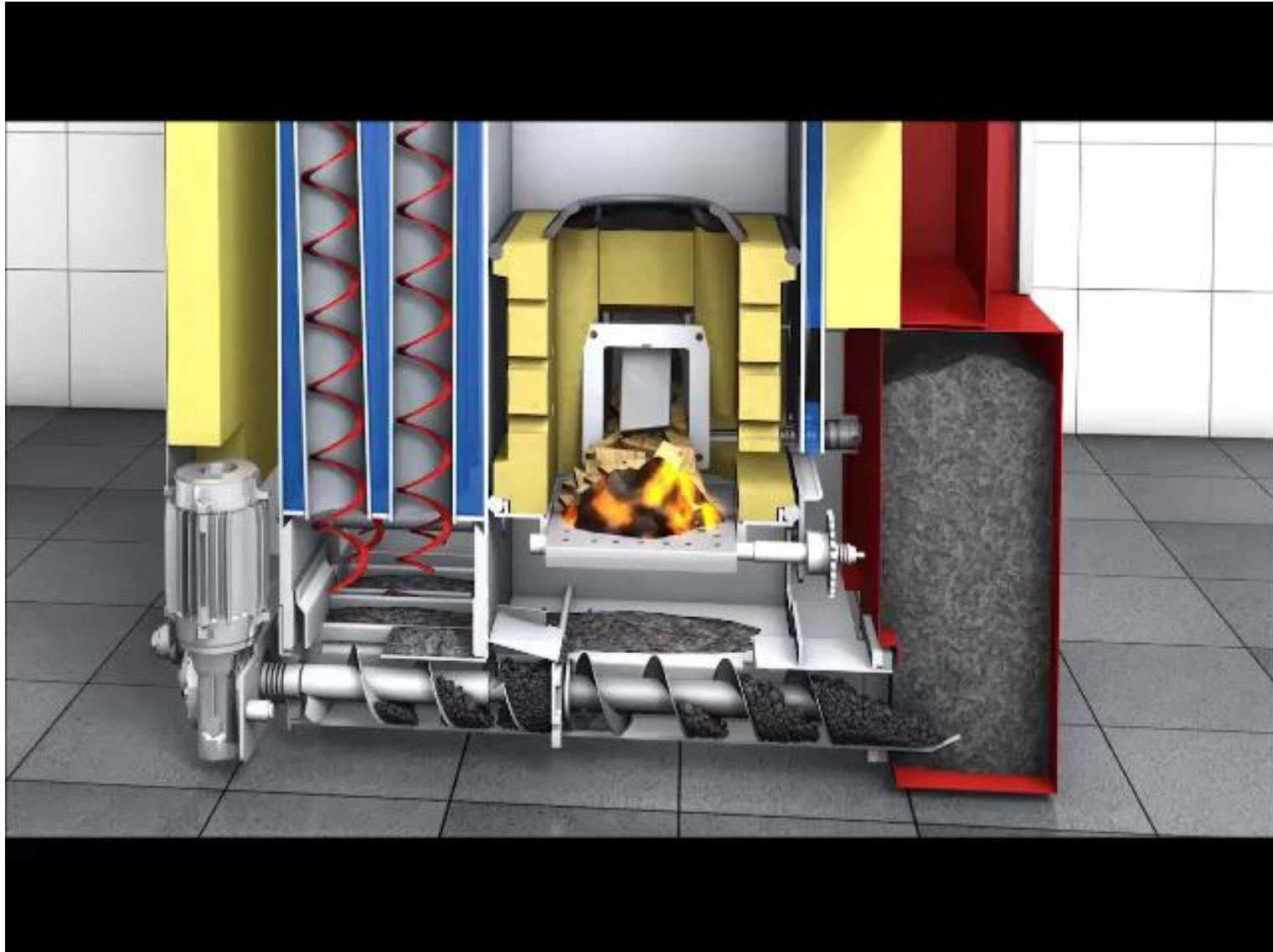
à vis courbe par voie sèche (< 500 kW)



Le Décendrage



Le Décendrage



La Sonde Lambda

Son rôle:

Mesurer le **taux d'oxygène résiduel** dans les fumées.

Pour le bois, il doit être de 7 à 9% environ.

Il y a 21% d'O₂ dans l'air ambiant



La Sonde Lambda



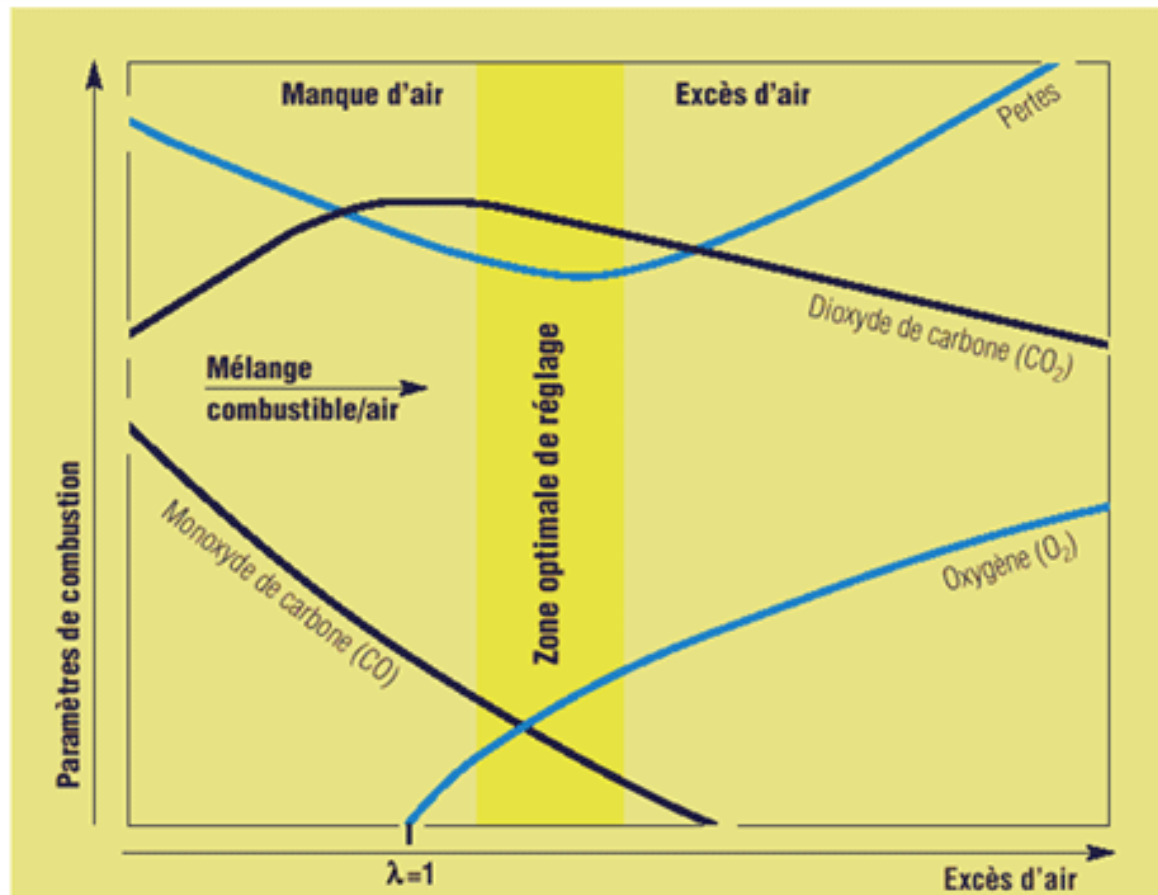
économie



Environnement



Sécurité



La Sonde Lambda



Combustible + Air

Combustion **réductrice** (incomplète): Flamme orange et molle

- Perte de rendement, pollution CO et particules
- Imbrûlés (excès de carbone: C, CO)
- Excès d'air trop bas, voire < 1

→ feu de cheminée

Combustion **neutre** (stœchiométrique)

Lambda = 1,6 à 2,6



Combustible + Air

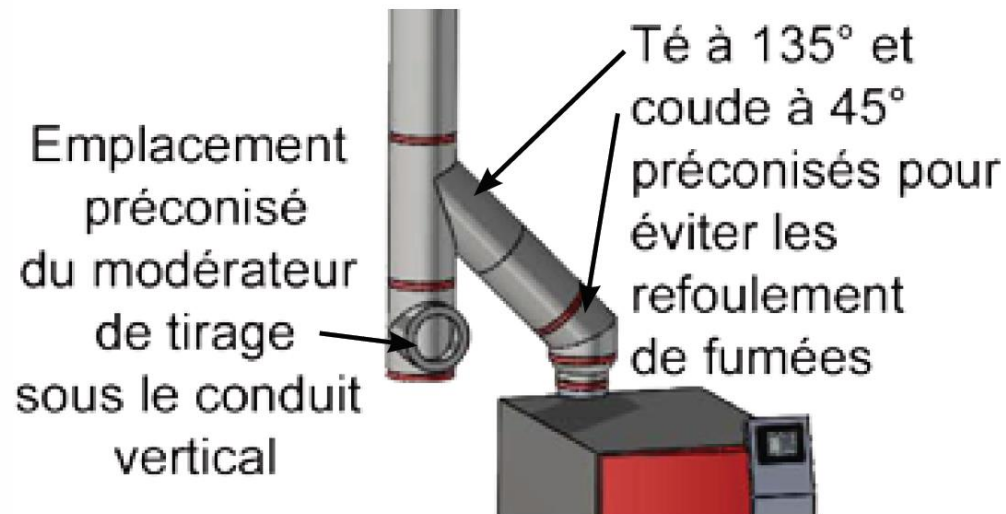
Combustion **oxydante** : Flamme courte et vive

- Perte de rendement
- Augmentation du volume des fumées

La Fumisterie

Conformité au DTU24.1

- Double paroi isolé au départ de la buse chaudière
- Inox 316L (Qualité supérieure à 304)
- Eviter les coudes ou tés à 90°, mais uniquement à 45°
- Modérateur de tirage au pied du conduit vertical



La Fumisterie

Rôles du modérateur de tirage:

- Garantir la modulation en puissance de la chaudière
- Minimiser les pertes par les fumées (phases de veille...)
- Réduire les envolées de poussières dans le conduit de raccordement

Filtration des fumées

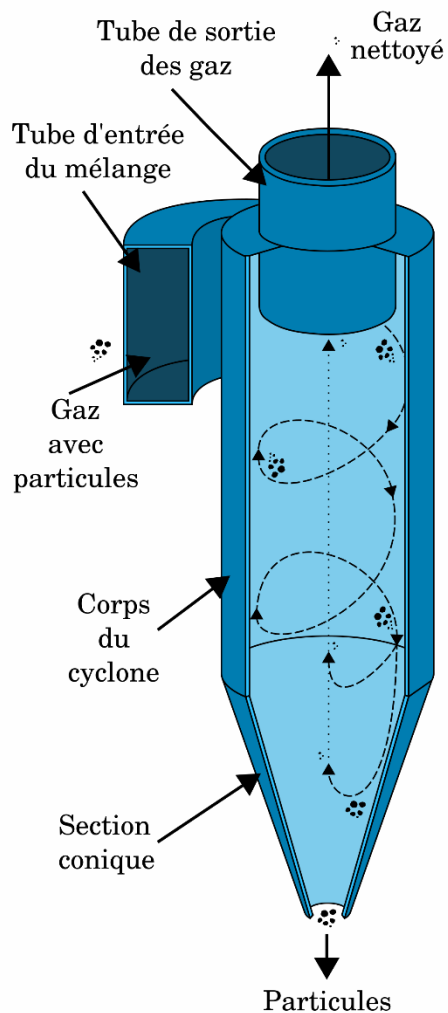
3 grandes familles:

- Cyclone
- Electrofiltre
- Filtre à manches céramique

Filtration des fumées Cyclone

Séparation des particules par effet centrifuge

- Économique
- Performance réduite ($150\text{mg}/\text{Nm}^3$)



Filtration des fumées Electrofiltre

Séparation des particules par effet électrostatique (ionisation)

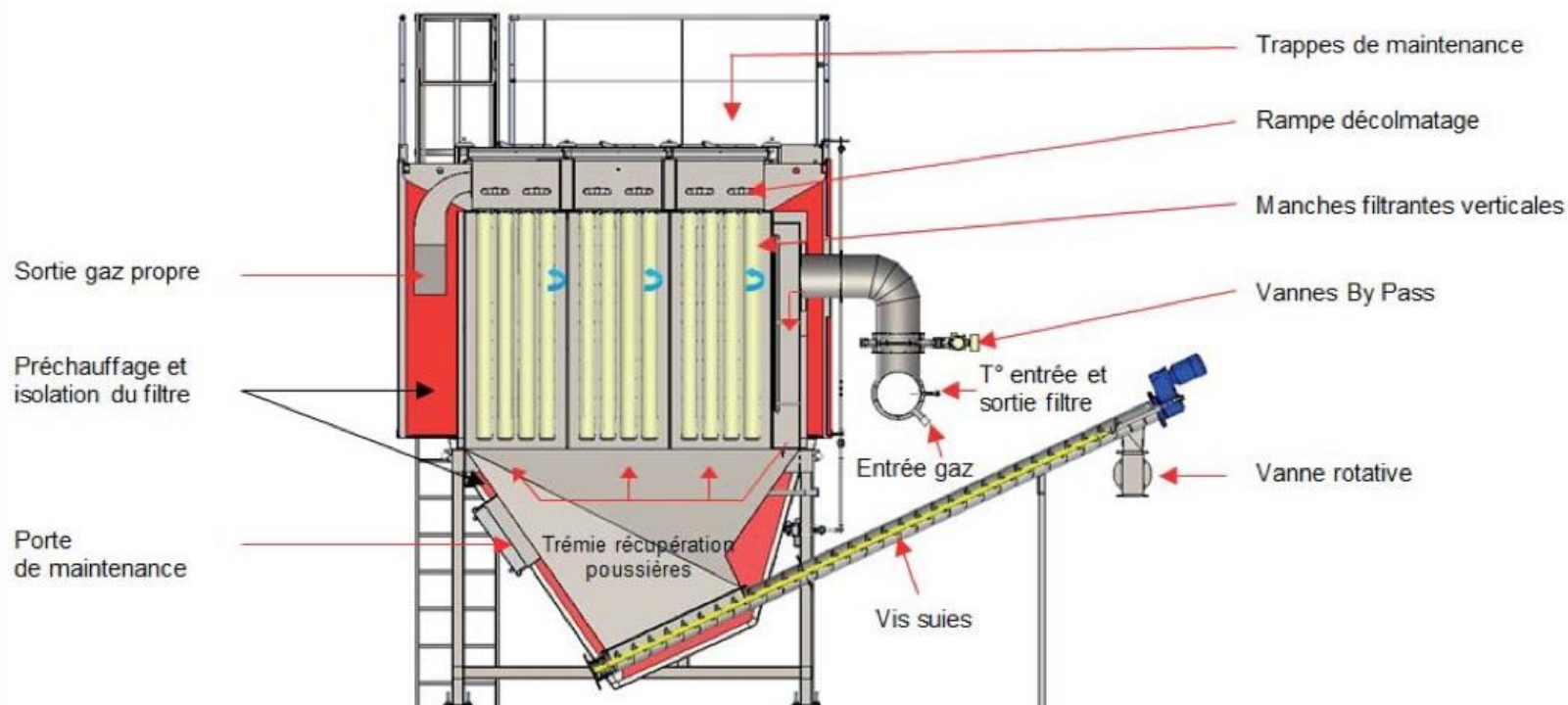
- sec par frappeage
- par lavage (eau)
- bonne performance ($50\text{mg}/\text{Nm}^3$)
- Investissement élevé



Filtration des fumées A manches céramique

Séparation des particules par médias filtrants

- Nettoyage pneumatique
- Investissement élevé
- Exploitation élevée (3 ans)
- Bonne performance ($30\text{mg}/\text{Nm}^3$)
- Risque d'incendie élevé
- Energivore et bruyant



Sécurité

3 niveaux principaux:

- **Pression** (3 bars maxi)
- **Température** (95°C maxi)
- **Incendie**

Sécurité pression

Le DTU 65.11 §5.1.2.2 doit être respecté:

Installations de chauffage à eau chaude en circuit fermé avec vase d'expansion:

- Dispositif d'expansion bien dimensionné
- Soupape de sécurité (ou sûreté) tarée à la pression de service de la chaudière (**3 bars**)
- Manque d'eau si $P > 300\text{kW}$

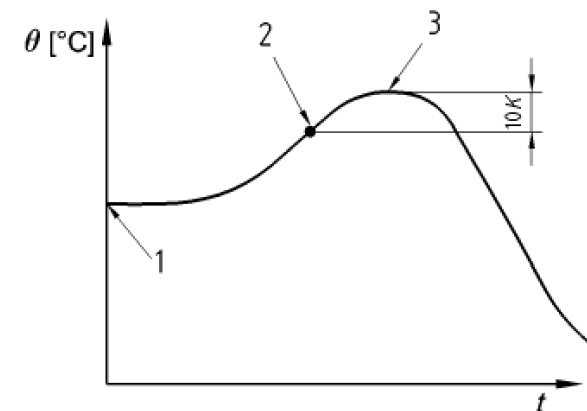


Sécurité température

Le DTU 65.11 §5.3.1.5 doit être respecté:

Installations de chauffage à eau chaude :

- Thermostat chaudière (mise en veille)
- Aquastat de sécurité (**95°C**)



Légende

- | | | | |
|---|---|---|-----------------------------|
| 1 | Température maximale de fonctionnement | 3 | Température maximale limite |
| 2 | Déclenchement du thermostat de sécurité | t | Temps en heures |

Sécurité température

Selon le DTU 65.11, les chaudières à combustible solide (supposées à forte inertie) en circuit fermé doivent disposer d'un dispositif de refroidissement, sauf si elles respectent le §4.1 de la norme EN303.5 (Maintien d'une température $<110^{\circ}\text{C}$ en cas de coupure de courant en pleine combustion).

Simple effet

(Echangeur intégré à la chaudière)



Double effet

(Aucun échangeur intégré à la chaudière)

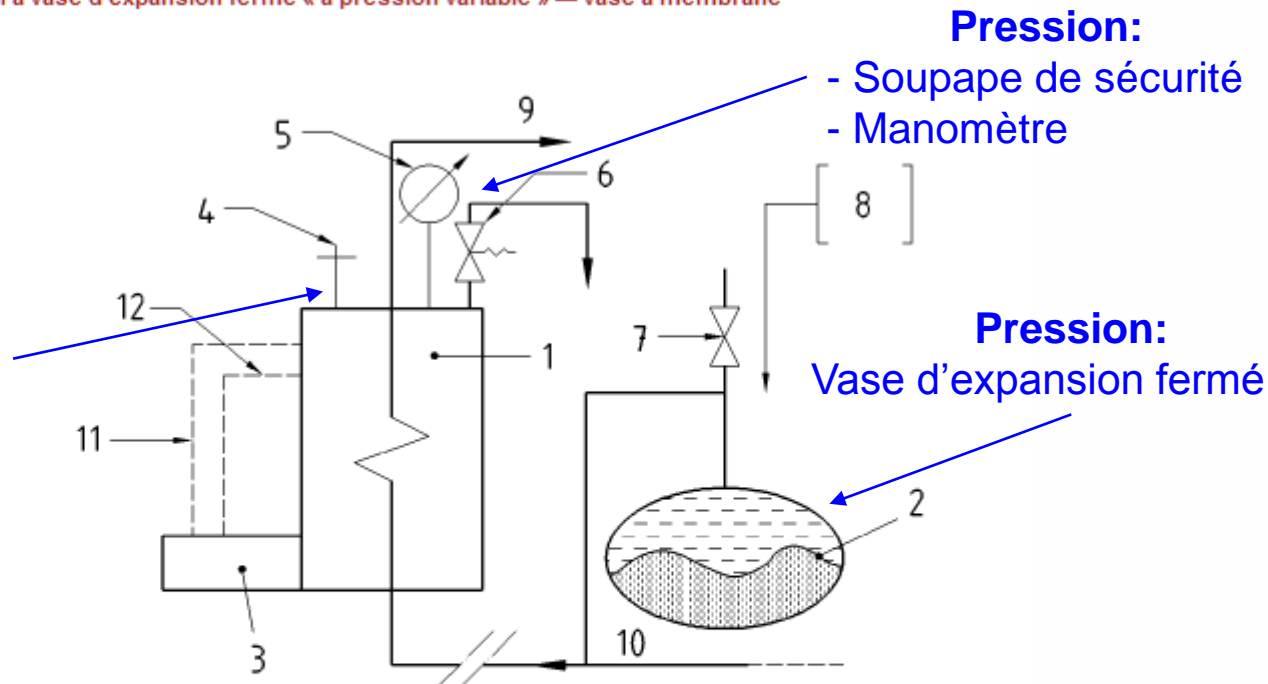


Sécurité

Figure 14 Installation à vase d'expansion fermé « à pression variable » — vase à membrane

DTU 65.11
§5.3.2.1

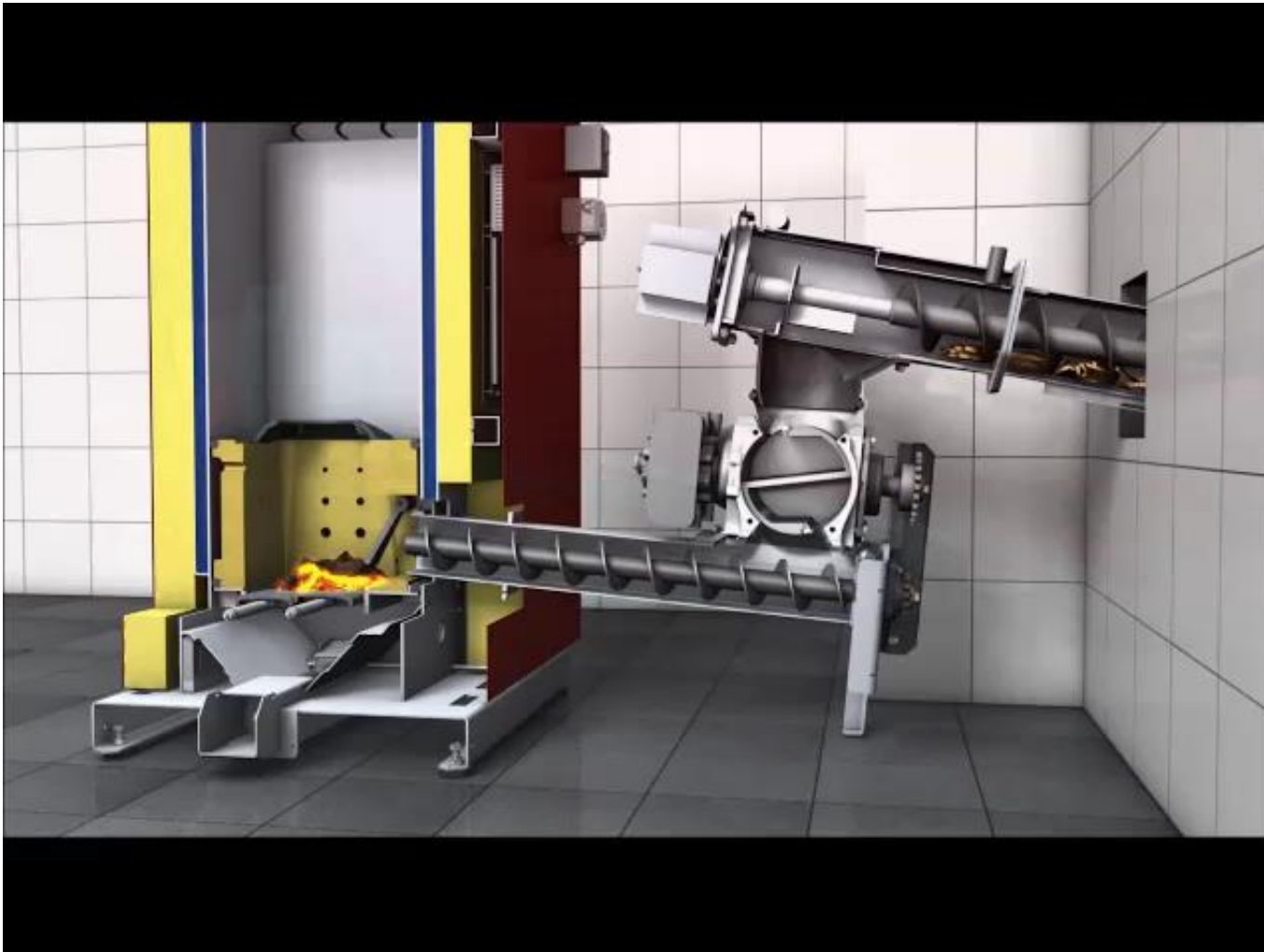
Température :
- Thermostat
- Aquastat de sécurité



Légende

- | | | | |
|---|-----------------------------------|----|---|
| 1 | Générateur | 7 | Purge des gaz |
| 2 | Vase d'expansion fermé à membrane | 8 | Manomètre et soupape si la pression est = 4 bar |
| 3 | Équipement de chauffe | 9 | Départ vers l'installation |
| 4 | Thermomètre | 10 | Retour de l'installation |
| 5 | Manomètre | 11 | Circuit de réglage normal |
| 6 | Soupape de sureté | 12 | Circuit limiteur |

Sécurité incendie (Ecluse rotative)



Sécurité incendie (Ecluse rotative)



Sécurité incendie (Ecluse rotative)



Sécurité incendie (Sprinkler)

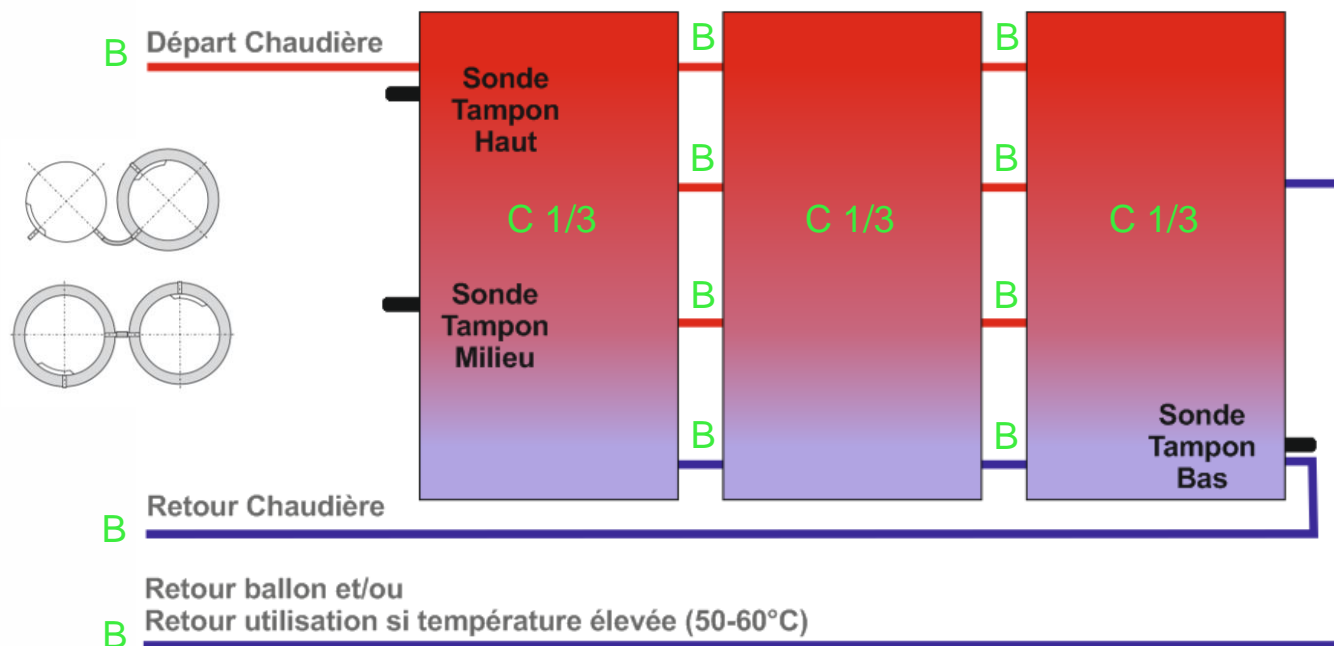


Quand mettre un Ballon Tampon ?

- Chaudière surdimensionnée (Eviter les courts cycles)
- **Besoin en Puissance < 70% P. chaudière**
- Fortes variations des appels de puissance
- Chaudière sous-dimensionnée (Pointes de Puissance)
- Chaudières en Cascade
- Chaudière en Appoint de Chauffage Solaire
- Absence de régulateurs communiquant avec la chaudière

Raccordement des Ballons Tampon

Raccordement parallèle



Conseillé pour :

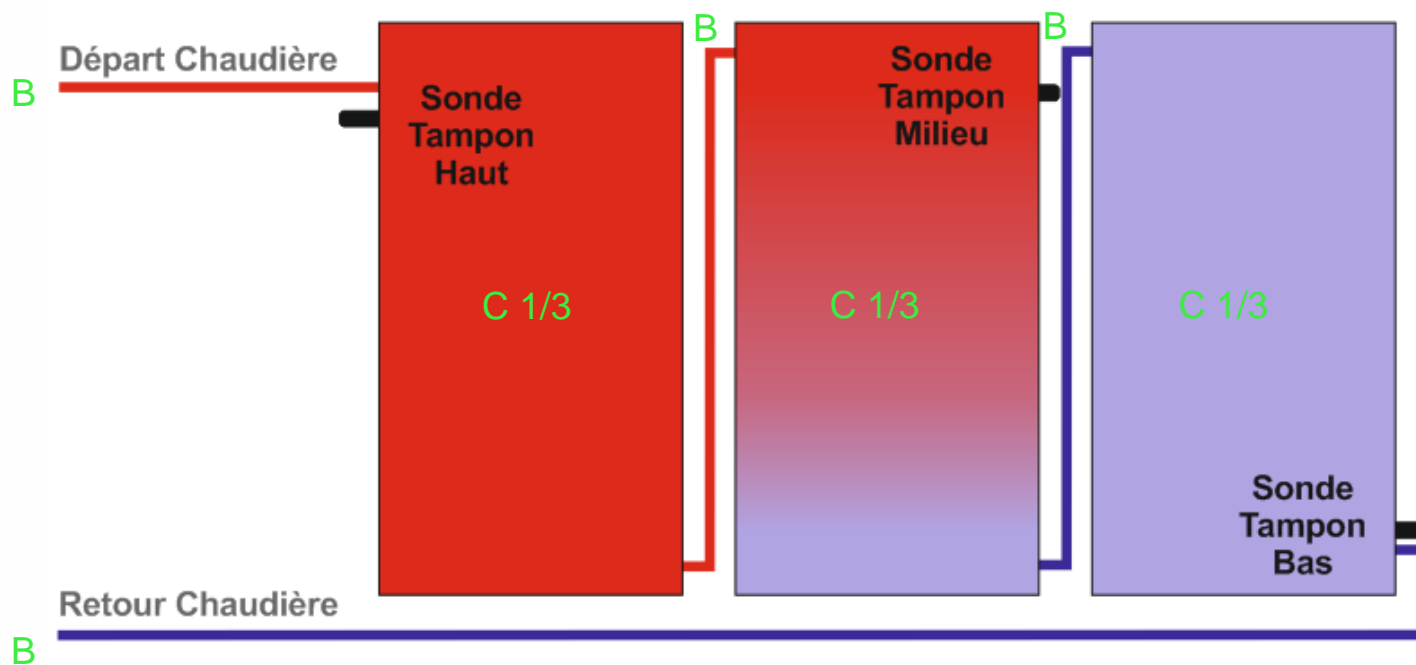
- ECS
- Appoint solaire

Déconseillé pour :

- Encombrement car accolés
- Chaudière > 60kW

Raccordement des Ballons Tampon

Raccordement série



Conseillé pour :

- Encombrement, peuvent être séparés
- Puissance > 60kW (gros débits)

Déconseillé pour :

- ECS
- Appoint Solaire

Configurations d'installation



Configurations d'installation



Configurations d'installation



KWK Cogénération
60 kW + 20 kW



FIBOIS : l'interprofession de la filière Bois Ardèche – Drôme

• Étude de faisabilité chaufferie Bois

- ✓ **Dimensionnement et conception de silo** (choix du combustible, volume optimal du silo,...)
- ✓ **Préconisation pour un approvisionnement optimal** (calcul d'angle de braquage des camions, conception trappe, sécurisation des lieux,...)

FIBOIS, interprofession de la filière bois de l'Ardèche et de la Drôme.

1, rue Marc Seguin BP 11159 Alixan - 26958

VALENCE Cedex 09

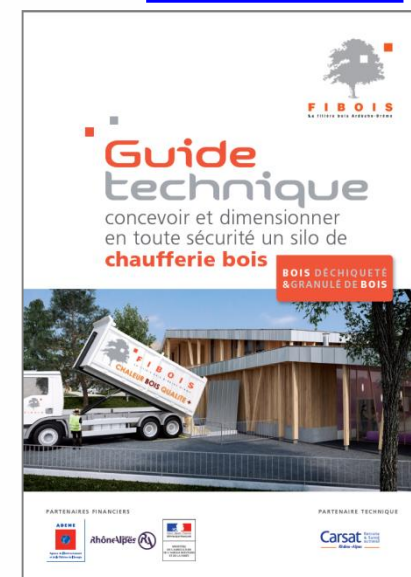
Tél. : 04 75 25 97 05 - Fax : 04 75 25 97 06

E-mail : contact@fibois.com



FIBOIS
La filière bois Ardèche-Drôme

www.fibois.com



Prix :48 €TTC

Questions



Réponses

Retrouvez-nous sur Facebook

