

FUMEE ET SUIES

Fumées :

Définition :

Ensemble des produits de dégagement d'un corps en combustion et contenant de la suie, des cendres ainsi que des gaz de combustion et des vapeurs.

Suies :

Définition :

Ensemble de composés chimiques résultant d'une combustion et composé essentiellement de substances solides riches en carbone.

Les fumées et les suies sont le résultat d'une combustion incomplète. Le mélange air/gaz de combustion ne s'est pas fait totalement.

La suie à l'état de carbone pur est complètement noire, presque inodore et non poisseuse. Elle contient en outre presque toujours d'autres éléments, tels que des cendres, du goudron, de l'ammoniac NH₃, de l'arsenic A₅, de l'eau de condensation H₂O, des acides.

Les résidus gazeux varient en fonction du combustible utilisé. Ils comprennent essentiellement de l'azote N, de l'hydrogène H, du soufre S, des gaz issus de la combustion du carbone.

Conditions d'une combustion incomplète :

- apport en air comburant insuffisant
- dépression trop importante
- température de combustion insuffisante
- parois du foyer trop froides

Bistre :

Définition :

Le bistre est formé par la condensation de vapeur d'eau entraînant des particules de carbone. Ce liquide s'oxyde au contact de l'air, laissant apparaître des taches indélébiles de couleur jaune noirâtre sur les matériaux. Il dégage souvent une odeur caractéristique.

Calcin :

Définition :

Le calcin est constitué de goudrons et de résines. Il se colle sur les parois des conduits sous la forme d'un vernis noir et résistant. Le calcin est éminemment combustible. Il fond aux environs de 130°C. Il augmente de ce fait sérieusement le risque de feu de cheminée.

La température résultant de la combustion du calcin peut atteindre et même dépasser les 1000°C, occasionnant des dilatations que les conduits maçonnés ne

peuvent supporter.

Suies fines ou poussiéreuses :

Définition :

Elles se forment en général lorsqu'il y a un excès d'air. La suie floconneuse se forme lorsqu'il y a un défaut d'air. La suie floconneuse très volatile peut contenir des étincelles et s'enflammer.

Vapeur d'eau :

Définition :

Les vapeurs d'eau contenues dans les fumées se produisent de trois façons :

- Le combustible contient de l'hydrogène. Lors de la combustion ce dernier se combine avec l'oxygène et produit de l'eau H₂O
- Le combustible contient une certaine quantité d'eau qui s'évapore lors de la combustion
- L'air comburant est plus ou moins chargé en humidité.

Soufre :

Définition :

Le soufre contenu dans le combustible s'oxyde lors de la combustion pour devenir de l'anhydride sulfurique SO₃. Ce dernier se combinant avec la vapeur d'eau devient de l'acide sulfurique H₂SO₄. L'acide a pour effet de corroder les parois des conduits.

Condensation :

La condensation a une action corrosive sur les parois des appareils de chauffage et des conduits de fumée. C'est pourquoi on cherche la plupart du temps à éviter ce phénomène. Cela ne s'applique pas aux chaudières à condensation, pour lesquelles on provoque à l'intérieur de l'appareil la condensation d'une partie de la vapeur d'eau. On peut ainsi récupérer une partie des calories contenues dans les vapeurs.

Les vapeurs contenues dans les fumées se refroidissent lors de leur ascension. Ces vapeurs redeviennent alors liquides. La température à laquelle la vapeur se transforme en eau s'appelle le point de rosé.

On définit deux points de rosé :

- le point de rosé de l'eau se situant aux alentours de 60°C
- le point de rosé acide, température à laquelle les vapeurs acides se condensent.

Le point de rosé acide est plus élevé que celui de l'eau et varie entre 110°C et 160°C en fonction de l'excès d'air et de la teneur en soufre du combustible.

CONDUITS DE FUMEE

VOCABULAIRE PROFESSIONNEL :

La technicité de la profession de ramoneur implique l'usage d'un vocabulaire approprié afin de faciliter la compréhension à la fois entre ramoneurs, mais également entre ramoneurs et poêliers-atrriers, chauffagistes et/ou toute autre profession du bâtiment.

ORIGINE DES TERMES :

L'ensemble des termes employés sont normalisés dans les différents Documents Techniques Unifiés (les D.T.U.)

Les DTU ou Documents Techniques Unifiés sont des documents qui contiennent les règles techniques relatives à l'exécution des travaux de bâtiment. Ils sont reconnus et approuvés par les professionnels de la construction et servent de référence aux experts des assurances et des tribunaux. Leur non-respect peut entraîner l'exclusion des garanties offertes par les polices individuelles de base.

Les DTU constituent des Cahiers des Charges types des règles de l'art pour la construction traditionnelle. Ils s'adressent aux corps d'état concernés ainsi qu'aux maîtres d'œuvre (architectes, entreprises générales, constructeurs...), aux maîtres d'ouvrage et aux experts.

Les D.T.U. relatifs aux conduits de fumée et aux cheminées, sont :

- **DTU 24-1 TRAVAUX DE FUMISTERIE**
- **DTU 24-2 TRAVAUX D'ATRERIE**

DEFINITION, GENERALITES :

Définition : conduit d'allure verticale, destiné à évacuer les produits de combustion.

But et conditions d'aptitude à l'emploi :

- a) but :
- évacuer les produits de combustion (fumée)
 - assurer le tirage nécessaire au fonctionnement des générateurs de chaleurs raccordés.
- b) aptitudes :
- être stable
 - résister à l'action chimique des produits de combustions
 - résister à la température des produits de combustion
 - isolation thermique suffisante pour que la transmission de chaleur sur les parois n'entraîne pas :
 - ° De désordre au niveau des revêtements de surface
 - ° De zone d'inconfort pour les usagers.

CLASSIFICATION :

Un conduit de fumée peut-être :

- intérieur : le conduit est à l'intérieur du bâtiment ;
- extérieur : le conduit est à l'extérieur du bâtiment.

- polycombustible où monocombustible :

× Conduit de fumée monocombustible :

Si un conduit de fumée ne peut évacuer par nature que les produits de combustion d'un seul combustible, il est dit conduit monocombustible.

Note : Par exemple, les conduits monocombustibles gaz ne peuvent évacuer que les produits de combustions du gaz. Ils sont parfois appelés conduits spéciaux gaz.

× Conduit de fumée polycombustible :

Si le conduit de fumée peut évacuer par nature les produits de combustion de plusieurs combustibles, il est dit conduit polycombustible.

Note : par exemple, les conduits polycombustibles gaz fioul peuvent évacuer les produits de combustion du gaz et du fioul.

- collectif / individuel :

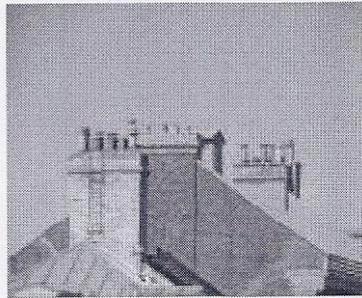
× Conduit individuel : conduit relié à un seul appareil

× Conduit collectif : conduit conçu pour desservir plusieurs appareils situés à des niveaux différents.

- **Positionnement des conduits :**

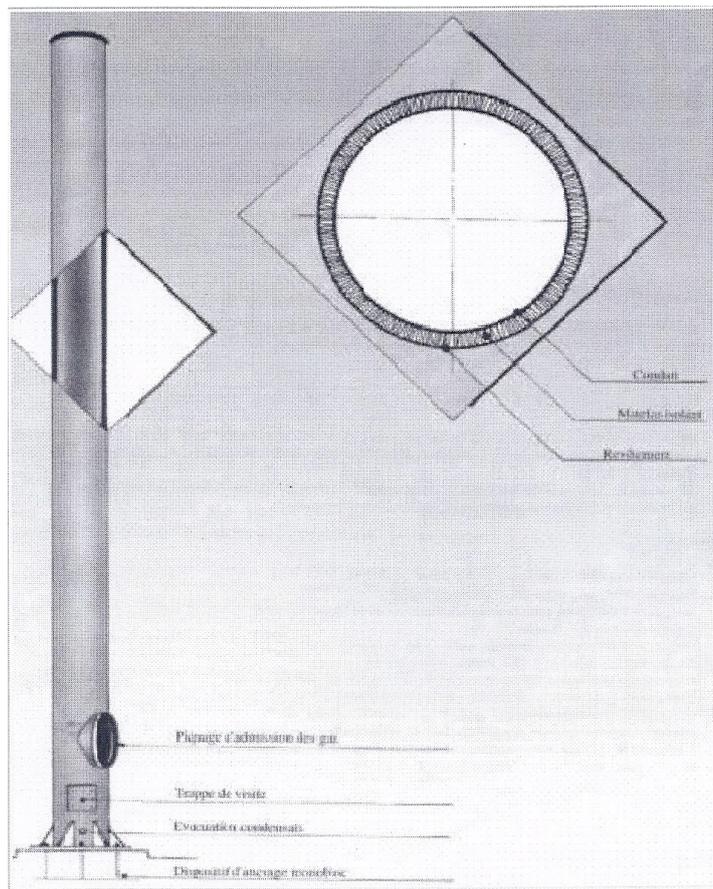
✕ Conduit accolé : un conduit de fumée est dit accolé lorsque la charge constituée par son propre poids peut ne pas être reprise en totalité par une assise située à la base du conduit. Le conduit et le support sur lequel il est accolé sont solidaires sur toute la hauteur du conduit

✕ Conduit de fumée adossé : un conduit de fumée est dit adossé lorsqu'il est autoporteur et que les efforts dus aux vents peuvent être compensés par une liaison avec une paroi de bâtiment permettant la libre dilatation de ce conduit.



✕ Conduit de fumée indépendant : un conduit de fumée est dit indépendant lorsqu'il est ni accolé ni adossé.

✕ Conduit de fumée indépendant autostable : un conduit de fumée indépendant est dit autostable lorsqu'il est autoporteur et que sa stabilité aux efforts horizontaux dus aux vents n'est assurée par aucune liaison avec un support ou avec une paroi de bâtiment.



- **Matériaux utilisés :**

✘ Boisseau de terre cuite : composant d'un conduit de fumée manufacturé, constitué de parois pleines ou alvéolées en terre cuite et dont la hauteur est limitée à 1 mètre.

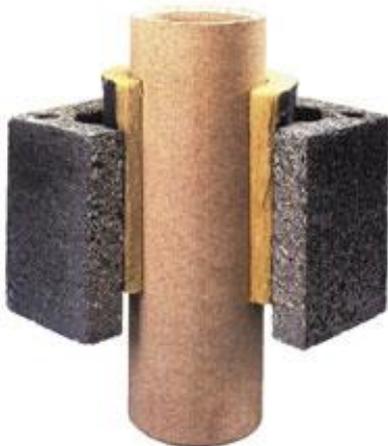
Un boisseau peut comporter un seul canal ou plusieurs canaux séparés par des cloisons. On distingue les boisseaux monoblocs et les boisseaux composites. Boisseau monobloc : boisseau composé d'une seule paroi pleine ou alvéolée. Un isolant thermique spécifique peut être fixé sur sa paroi externe ou inséré dans la paroi.



Boisseau composite (également appelé boisseau multi-parois)

Boisseau composé de deux éléments distincts et compatibles entre eux : le conduit intérieur et l'enveloppe externe, assemblés selon le cas en usine ou sur le site selon les recommandations du fabricant. Pour améliorer la résistance thermique, il est parfois interposé un isolant thermique spécifique entre le conduit intérieur et l'enveloppe externe.

Dans les autres cas, l'espace annulaire est constitué d'une lame d'air.



ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UN CONDUIT DE FUMEE

Un conduit de fumée est constitué de 3 parties :

- **PIED DU CONDUIT :**

- **départ sol** : si le pied du conduit repose sur une assise. Un conduit « départ sol » est équipé à sa base :
 - o d'une boîte à suie munie d'une trappe de ramonage,
 - o d'une (ou des) ouverture (s) ou té pour le raccordement, sauf prescriptions particulières pour les conduits desservant un âtre, un appareil à foyer ouvert ou un insert mentionnées dans la norme NF DTU 24.2
- **départ console** : si le pied de conduit repose sur une console. Un conduit « départ console » est équipé à sa base :
 - o d'une boîte à suie munie d'une trappe de ramonage ou d'un tampon de visite,
 - o d'une (ou des) ouvertures(s) ou d'un té pour le raccordement, sauf prescriptions particulières pour les conduits desservant un âtre, un appareil à foyer ouvert ou un insert mentionnées dans la norme NF DTU 24.2
- **départ plafond** : si le pied de conduit est en attente sous un plafond.

- PARTIE COURANTE :

- **SOUCHE : partie** hors toit - Composant terminal

- Un composant terminal est un élément installé à la sortie du conduit de fumée. Il peut avoir des propriétés aérodynamiques et en outre assurer les fonctions passives suivantes :

- protéger le conduit contre la pénétration de la pluie,
- éviter les nids d'oiseaux.

PRESCRIPTIONS :

- Dimensionnement : calculé en fonction de la destination du conduit, de sa hauteur, du nombre et de la puissance des appareils accordés, le conduit doit être de dimension et de forme uniforme sur toute la hauteur.
- Tracé : d'allure verticale, un conduit de fumée ne peut comporter plus de 2 dévoiements (1 partie verticale) dont l'inclinaison ne peut dépasser 20 °
- Accessibilité : conduit rectangulaire ou carré : au moins une des faces doit être accessible ;
 Conduit circulaire : au moins la moitié de la circonférence doit être accessible.
- Sortie de toit : Toiture à pente supérieure à 15° : le débouché doit être de 40 cm au dessus de la faîtière ou de tout autre obstacle supérieur à la faîtière situé

dans un rayon de 8 m.

Toiture terrasse ou pente $> 15^\circ$: 1.20 au dessus du point de sortie ou 1 m. au dessus de l'acrotère

- Partie courante : aucune paroi de conduit de fumée ne peut être constituée par un mur de cloison.
- Traversés de planchers : La continuité des conduits doit être assurée au droit de chaque plancher, sans réduction de section.
On ne peut avoir de jointure dans l'épaisseur de la dalle ou du plancher. Le dépassement doit être de 5 cm.
- Jointement : Les joints d'une épaisseur de 1 cm doivent être lissés de l'intérieur et les bavures soigneusement enlevés.
- Distance de sécurité : Distance entre la face externe du conduit de fumée et les matériaux combustibles avoisinants.
Cette distance varie en fonction de la classe de T° du où des appareils raccordés et de la résistance thermique utile (RU) de la paroi du conduit, c'est-à-dire sa résistance au passage de la chaleur.
La distance de sécurité varie de 2 cm pour un conduit ayant un RU élevé à 10 cm.
Toutefois, dans un souci de simplification et par sécurité, il est préconisé de prendre comme valeur de référence, 10 cm de la paroi extérieur du conduit, et ce dans tous les cas de figure.

CONDUITS COLLECTIFS :

On recense 2 types de conduits collectifs :

- **Conduit de fumée collectif de type « SCHUNT »**
- Conduit collectif comprenant :
 - o Un conduit collecteur assurant l'évacuation commune des produits de combustion des appareils raccordés dans des locaux situés à des niveaux différents,
 - o Des raccordements individuels dont la longueur correspond environ à une hauteur d'étage.

Conduit de fumée collectif de type « ALSACE »

Conduit de fumée polycombustible sans départ individuel

DISTANCE DE SECURITE

DEFINITION :

Distance entre la face externe de l'ouvrage et les matériaux combustibles avoisinants.

Depuis février 2006 et l'application du nouveau D.T.U. 20.1 on ne parle plus d'écart au feu, mais de distance de sécurité.

L'écart entre le conduit de fumée et un matériau combustible n'est plus une mesure unique (16cm) mais varie en fonction de la classe de température du conduit de fumée et de la résistance thermique utile (RU) du conduit de fumée. Cette distance est de plus prise depuis la face externe du conduit et non plus depuis la paroi intérieure.

DEFINITION :

La RU est une mesure attestant la résistance qu'un matériau oppose au passage de la chaleur. Elle constitue son pouvoir isolant.

Ce dernier est d'autant plus fort que la RU est élevé.

Calcul de la résistance thermique.

On calcule la RU de la façon suivante :

$$R = \frac{\text{Epaisseur}}{\text{Conductivité thermique}}$$

La conductivité thermique, aussi appelé « lambda » est une valeur chiffrée. Il faut pour la connaître se référer aux avis techniques délivré avec le produit que l'on veut installer.

Lorsque la distance de sécurité déclarée par le fabricant est différente de celle qui figure dans les tableaux contenus dans le DTU 24.1, l'installation doit se faire en respectant une distance égale où supérieure à la plus forte des deux valeurs.

DESIGNATION EUROPEENNE DES CONDUITS DE FUMEE METALLIQUES

PRESENTATION :

Pour la libre circulation des produits en Europe, les fabricants de conduits de fumée métalliques doivent apposer le marquage CE.

De ce fait, tous les éléments droits ou non d'un conduit de fumée doivent être marqués en accord avec le système de désignation énoncé dans les normes européennes relatives aux conduits de fumée métalliques EN 1856-1 et EN 1856-2.

Un même conduit de fumée peut comporter plusieurs désignations différentes selon les usages possibles, notamment en fonction du ou des combustibles (Gaz, Fioul, Bois) et du fonctionnement (tirage naturel ou dépression, pression).

On retrouve ces désignations sur les étiquettes des produits et les notices des fabricants.

Sa compréhension est utile afin de choisir le conduit de fumée en fonction des caractéristiques de fonctionnement de l'appareil à combustion que l'on souhaite desservir.

DESIGNATION DES PRODUITS :

✕ **Classes de température :**

Sur chaque produit, le fabricant appose une désignation comprenant les éléments suivants :

T80 – T100 – T120 – T140 – T160 – T200 – T250 – T300 – T400 – T450 – T600

Un conduit de fumée de classe de température T250 peut desservir un appareil à combustion dont les fumées en fonctionnement normal sont inférieures ou égales à 250° C.

✕ Classes de pression :

N1 – N2 : pour les conduits fonctionnant sous pression négative

P1 – P2 : pour les conduits fonctionnant sous pression positive

H1 – H2 : pour les conduits fonctionnant sous pression élevée

Un conduit de fumée de classe de pression N1 est utilisé pour un fonctionnement en dépression (tirage naturel)

Un conduit de fumée de classe de pression P1 est utilisé pour un fonctionnement en pression.

✕ Classes de résistances aux condensats :

W pour les conduits de fumée fonctionnant en ambiance humide (présence de condensats dans le conduit)

D pour les conduits fonctionnant en ambiance sèche.

✕ Classes de résistance à la corrosion :

La durabilité vis-à-vis de la corrosion est déclarée par le fabricant :

- Soit sur la base du type de matériau et de l'épaisseur du conduit intérieur, les produits sont alors désignés Vm
- Soit sur la base des résultats d'un des trois essais décrits dans la norme EN 1856-1, les produits sont désignés V1, V2 ou V3

Les liens entre Vm, V2 et V3 et l'utilisation prévue sont donnés dans les normes de mise en œuvre (NF DTU)

Classes de résistance au feu de cheminée et distance aux matériaux combustibles :

- **O** pour les conduits de fumée non résistants au feu de cheminée
- **G** pour les conduits de fumée résistants au feu de cheminée.

Par exemple :

T200 – H2 – W2 – 030-L90

T400 – N1 – W – V2 – L99045 – O 50

T600 – N1 – W – V2 – G30 – L50045

TUBAGE.

Le tubage est l'ouvrage qui résulte de l'introduction à l'intérieur d'un conduit de fumée ou d'un conduit intérieur, d'un tube indépendant pour le rendre à nouveau utilisable pour l'évacuation des produits de combustion.

Le tubage peut avoir une désignation différente de celle du conduit d'origine.

NOTE : Le mot tubage désigne également le procédé.

Le tubage a pour objet :

- s'assurer l'étanchéité aux gaz d'un conduit ;
- protection contre les condensas ;
- adaptation de la section d'un conduit à une utilisation donnée.

Un tubage n'a pas pour fonction d'assurer la stabilité du conduit.

Il est interdit de tuber un conduit sur une partie de son parcours.

OPERATION PRELIMINAIRE AU TUBAGE :

Avant la mise en place d'un tubage, il faut procéder au ramonage du conduit de fumée, ainsi qu'à son débistrage, si cela s'avère nécessaire. Il faut de plus s'assurer que le conduit est asséché en cas de condensation.

Tous les travaux nécessaires pour assurer la stabilité et l'intégralité du conduit doivent être réalisés avant l'opération de tubage.

CHOIX DES MATERIAUX :

On trouve deux familles de produits, les tubes rigides et les tubes flexibles.

MISE EN ŒUVRE :

Les tubes sont assemblés selon les recommandations du fabricant. Ils doivent être mis en œuvre en utilisant les accessoires prévus à cet effet.

Il est important de respecter le sens de montage des tubes.

Le tube est fixé par des colliers.

L'aération de l'espace entre le conduit et le tube est assurée par un orifice de 5 cm² minimum en partie haute et de 20 cm² minimum en partie basse.

En dessous d'une puissance de 85 kW ou 70 kW dans le cas des combustibles solides, le débouché du tube doit être protégé par un dispositif permettant d'éviter d'éventuelles rentrées de pluie.

Sauf pour les âtres, foyer ouvert ou insert, la partie inférieure du tube est terminée par un té permettant de récupérer les suies.

Un tampon avec purge est installé au pied du tube en cas de condensation, l'écoulement des condensats est assuré par une tuyauterie située à l'abri du gel.

Il doit être procédé à un essai d'étanchéité avant la première utilisation du tubage. Ce test est à répéter tous les 3 ans.

Tout tube présentant une fuite est à remplacer entièrement. Il est interdit d'exécuter une réparation du tubage.

Un tube peut comporter dans les combles une trappe de ramonage. Le té de ramonage doit être en inox de même qualité que le tubage. Il sera incéré sans condensation, soit partie mêle vers le bas.

Le té de ramonage est fixé par 2 colliers inox, l'un en dessus de l'emboîtement du té de ramonage, l'autre au-dessus. Il faut dans tous les cas tenir compte de la dilatation du tube.

Cas de plusieurs tubes dans un conduit de fumée.

Il est admis de faire passer plusieurs tubes dans un même conduit.

Chaque tube ne peut toutefois desservir qu'un seul appareil. Ils doivent desservir

des appareils situés à un même niveau et dans un même local, ou dans des locaux communiquant par une ouverture permanente de 0.40 m² au moins, interdisant toute différence de pression dans les dit locaux.

Ces tubes peuvent desservir tout appareil à l'exception des âtres, des appareils à foyer ouvert, des inserts à combustibles solides.

L'ensemble des tubes doit être de même nature (inox par exemple).

Les tubes peuvent être souples ou rigides.

Chaque tube doit posséder sa trappe de ramonage et ses propres colliers de fixation.

Un tube doit pouvoir être déposé individuellement sans dépose de l'ensemble des tubes situés dans le même conduit.

Rehausse d'un conduit tubé.

La rehausse d'un conduit doit être réalisé sans diminution de section. La liaison entre le tube et la rehausse doit être réalisé avec une pièce de jonction garantissant une bonne étanchéité. Le branchement se fait sans condensation.

LES CHAUDIERES A CONDENSATION

La vapeur d'eau présente dans les gaz de combustion est « récupérée » et ne s'évacue plus par le conduit de fumée.

Cette énergie peut dès lors être récupérée générant une amélioration du rendement de l'appareil.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le processus de condensation est un changement de phase de l'état gazeux à l'état liquide. Ce changement génère une certaine quantité d'énergie appelée « chaleur latente ».

Avec une chaudière classique, la vapeur d'eau est évacuée avec les fumées par le conduit. Avec une chaudière à condensation la vapeur d'eau se condense à l'intérieur de l'appareil de chauffage, ce qui permet de récupérer une partie de cette chaleur latente.

Cela a pour effet d'augmenter le rendement de la chaudière et d'avoir des

températures de fumées beaucoup plus basse que sur une chaudière traditionnelle.

RENDEMENT DES CHAUDIERES A CONDENSATION

La récupération de la chaleur latente contenu dans la vapeur d'eau des fumées et restitué au circuit de chauffage, permet d'atteindre un rendement supérieur à 100 %

PCI et PCS

Le pouvoir calorifique inférieur indique la quantité de chaleur pouvant être produite avec une certaine quantité de combustible (1m³ de gaz, 1 l. de fuel où 1 kg de bois)

Le pouvoir calorifique supérieur comprend le PCI plus un pourcentage d'énergie supplémentaire représentant la chaleur latente contenu dans la vapeur d'eau. Dans le cas d'une chaudière gaz à condensation, il est retenu que la chaleur latente représente 11 %, ajouté au PCI qui est de 100 % il arrive à un PCS de 111 %.

Chaudière à condensation fuel.

La technique de la condensation est principalement utilisée avec la chaudière gaz. Il existe toutefois des chaudières fioul à condensation. Leur utilisation est actuellement plus rare, et ce pour trois raisons :

- Teneur en eau plus faible :

La teneur en vapeur d'eau des fumées issues du fioul est plus faible que pour le gaz naturel. La chaleur latente représente 6 % soit un PCS de 106 % (PCI 100 % + 6 % chaleur latente).

La quantité de chaleur maximale récupérable est plus faible, il est donc plus difficile de rentabiliser le surcoût lié à la technologie condensation.

- Point de rosé plus bas :

Pour que la vapeur d'eau se condense totalement, il faut abaisser la température des fumées bien en dessous du point de rosé. Dans le cas contraire seule une partie de l'eau se condense. On perd donc en efficacité.

Dans le cas du mazout, la température du point de rosé est plus basse d'environ 10 % que dans le cas du gaz. Or la température de retour du circuit de chauffage, assurant le refroidissement des fumées, dépend d'une part du dimensionnement, mais aussi des conditions météorologiques (la T° de retour est plus élevée si la T° extérieur est basse)

Les périodes où une chaudière fioul condense sont moins importantes que pour une chaudière gaz.

- Présence de soufre :

La présence de soufre génère des condensats plus acides corrosifs pour l'échangeur.

De plus lorsque la température d'eau de retour se situe à la limite permettant la condensation des fumées, la quantité d'eau est faible mais sa condensation en acide sulfurique est très élevée.

Chaudière à condensation bois.

Cette technologie reste aujourd'hui marginale, et il manque de retour de référence à ce sujet.

On peut tout au plus assurer que le principe de base reste le même.