

# Calculs des diamètres et des hauteurs des conduits de fumée Coffin-Modinox

## **Manuel d'utilisation**

Auteur: B. Peureux - Coffin-Modinox

Version: 1.0 du 06/09/2007

(c) 2007 - Coffin-Modinox

## Introduction

Le programme de calcul du diamètre et/ou de la hauteur d'un conduit de fumée détaillé dans ce manuel, est utilisé par le bureau d'études de Coffin-Modinox afin de proposer des conduits conformes aux normes en vigueur.

Historiquement, ce logiciel a permis de réaliser des calculs selon le DTU de décembre 1975, puis il a évolué vers la norme DIN4705 pour permettre à présent d'effectuer des calculs selon la norme européenne EN 13384.

La norme française NF EN 13384 se divise en 2 parties:

- partie 1: Conduits de fumée ne desservant qu'un seul appareil,
- partie 2: Conduits de fumée desservant plusieurs générateurs de chaleur.

Ce manuel d'utilisation décrit le logiciel actuellement disponible sur notre serveur via l'espace client du site internet [coffinmodinox.com](http://coffinmodinox.com). Il correspond à la première partie de la norme, celle relative aux conduits de fumée ne desservant qu'un seul appareil.

### Remarques importantes:

1. Une norme est un document dont le contenu s'impose à tous sans exception: concepteurs, fabricants, préconisateurs, constructeurs et utilisateurs. En cas de litige, c'est le document de référence, difficile à contester (y compris s'il contient des erreurs ...).
2. Une norme constitue un texte de référence. En pratique, cela signifie que nous devons tous pouvoir vérifier qu'une installation est conforme ou non à cette norme. Par principe, ce n'est pas un outil de conception d'une

installation mais seulement de vérification qu'une installation est réalisée conformément aux 'connaissances techniques et aux *bonnes pratiques en vigueur*'.

3. La norme EN 13384 constitue un cadre de calculs qui permet de vérifier qu'un conduit est conforme (ou non conforme) aux bonnes pratiques mais il n'est pas possible de prétendre concevoir une installation seulement à partir de son contenu.
4. Autrement dit, la conception et la préconisation d'un conduit de fumée sont réalisées par un bureau d'études (ou assimilé), supposé compétent et responsable de ses actes, qui doit s'assurer que les solutions retenues sont conformes à la norme.
5. Le programme décrit dans ce manuel permet d'effectuer facilement cette vérification. Parfois, il suggère quelques pistes classiques pour concevoir un conduit de fumées mais il ne peut pas servir de prétexte pour justifier une mauvaise conception !
6. Comme tout programme informatique, il se peut que le logiciel mis à votre disposition contienne des erreurs, passées inaperçues jusqu'à présent. Si vous constatez des résultats bizarres ou des problèmes d'utilisation, vous êtes tenus d'en informer le responsable du programme afin que ces anomalies puissent être identifiées et corrigées rapidement (pour le contacter, utilisez ses coordonnées fournies en début de programme).

## Accéder au programme

Le programme de calcul est accessible à partir de ***l'espace clients*** du site internet de coffin-modinox ( saisir l'url: <http://www.coffinmodinox.com> dans votre navigateur internet).

Les documents émis par le programme (notes de calculs,...) sont au format PDF (version 1.4), et lu facilement avec Acrobat Reader, un logiciel gratuit d'Adobe.

Pour accéder au programme vous devez donc disposer d'un navigateur internet et d'une connexion au web afin de pouvoir visiter le site de Coffin-Modinox. Vous devez aussi disposer d'une version d'Acrobat Reader. Si vous ne disposez pas de cet outil, vous pouvez en télécharger gratuitement une version pour votre système à partir du site web d'Adobe ( url: <http://www.adobe.com/> )

### ***1ère étape: obtenir un accès au logiciel***

Le programme de calcul dispose d'un accès protégé afin de limiter son utilisation aux seules personnes autorisées. Tous les accès au programme sont restreints et l'identification des utilisateurs est contrôlée. Pour accéder à la partie privée du site, vous devez demander au responsable de Coffin-Modinox un accès officiel.

Après accord du responsable de Coffin-Modinox, vous recevez un intitulé et un mot de passe uniques, qui permettent de vous identifier personnellement.

Pour des raisons de sécurité de fonctionnement du site, vous devez garder le secret sur cet identifiant et son mot de passe. Si vous perdez ces informations ou si vous avez des raisons de croire que son secret est éventé, veuillez contacter rapidement le responsable de Coffin-Modinox afin que cette situation soit corrigée au plus vite.

En cas de non observation de cette consigne de sécurité, le responsable de Coffin-Modinox peut prendre toutes les mesures qui s'imposeront, y compris la suppression de l'accès au site.

Enfin, en cas d'utilisation frauduleuse des informations et/ou des ressources mises à votre disposition par Coffin-Modinox, vous vous exposez à des poursuites judiciaires.

## **2<sup>ème</sup> étape: se connecter au site de Coffin-Modinox**

- Saisissez dans votre navigateur l'url <http://www.coffinmodinox.com> Vous devriez obtenir l'écran suivant:



- Cliquez sur le bouton **ESPACE CLIENTS**



- Si c'est votre première connexion au site, veuillez lire le texte qui s'affiche ainsi que les conditions d'utilisation du site. Poursuivez en cliquant sur le bouton **Accès à l'espace clients** situé au centre de l'écran.



**coffin-modinox** Le 31/7/2007 à 9:22:18

**modinox**  
l'autre moyen d'évacuer les fumées

## Espace clients

"L'espace clients" est une zone privée du site de Coffin-Modinox dont l'accès est restreint.  
Pour accéder à cet espace privé, vous devez disposer d'un intitulé et d'un mot de passe valides, fournis par la Société Coffin-Modinox. De plus, afin d'assurer le bon fonctionnement des applications pour lesquelles vous disposez d'une autorisation d'accès, vous devez permettre à votre navigateur d'accepter les cookies de session durant votre présence dans notre Espace clients ainsi que le certificat de sécurité présenté par le site de Coffin-Modinox. Pour tout renseignement complémentaire relatif à la sécurité ou aux aspects techniques pour accéder à notre Espace clients, n'hésitez pas à contacter le webmaster.

[Accès à l'espace clients](#)

Si vous souhaitez accéder à l'espace privé de la Société Coffin-Modinox et que vous ne disposez pas du couple intitulé/mot de passe, veuillez adresser votre demande au Service commercial.

Si vous souhaitez modifier ou résilier votre accès à l'espace privé de la Société Coffin-Modinox, veuillez adresser votre demande au Service commercial.

Nous rappelons que l'accès à l'espace privé est soumis à la délivrance par la Société Coffin-Modinox, d'un intitulé et d'un mot de passe. Cet intitulé, associé à son mot de passe, identifie de manière unique le titulaire des droits d'accès, responsable de toutes les actions entreprises dans l'Espace Privé en son nom.  
En cas de perte, de vol, de divulgation volontaire ou non de l'intitulé et du mot de passe ainsi que de toute autre modification touchant le responsable des droits d'accès à l'Espace Privé, veuillez en informer le plus rapidement possible la société Coffin-Modinox afin que toutes les précautions nécessaires puissent être prises.  
La société Coffin-Modinox se réserve le droit d'engager toutes les poursuites judiciaires qu'elle estimera nécessaires à la préservation de ses intérêts en cas d'utilisation frauduleuse ou de piratage de l'Espace Privé.

L'ensemble de ce site relève de la législation française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction sont réservés, y compris pour les documents téléchargeables et les représentations iconographiques et photographiques.  
Copyright © 2001-2006, Coffin Modinox.

### **3<sup>ème</sup> étape: Accepter notre certificat de sécurité**

Vous entrez à présent dans la partie privée du site qui contient le programme de calculs.

Cette zone est sécurisée et fonctionne sur la base du protocole **https**. Elle est protégée par un certificat de sécurité auto-signé qui permet de crypter les communications entre vous et le serveur.

Ce procédé de connexion permet aussi de vous identifier correctement et d'assurer la sécurité de vos échanges de données avec le programme de calculs sur notre serveur.

Pour poursuivre votre connexion, vous devez accepter notre certificat de sécurité et ainsi accéder à l'écran suivant:



Retour accueil Coffin-Modinox

**coffin-modinox**

Entrez votre identifiant et votre mot de passe.

Identifiant:

Mot de passe:

[Contacter le webmestre](#)    [Télécharger les conditions d'utilisations](#)

L'ensemble de ce site relève de la législation française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction sont réservés, y compris pour les documents téléchargeables et les représentations iconographiques et photographiques.  
Copyright © 2002-2006, Coffin Modinox.

#### ***4ème étape: S'identifier***

Il ne vous reste plus qu'à saisir votre identifiant et votre mot de passe puis à valider en cliquant sur le bouton **Se connecter**.

En cas de problèmes de connexion, veuillez procéder comme suit:

- vérifiez que votre navigateur internet fonctionne correctement (Pour les utilisateurs de Microsoft Windows, vérifiez aussi que votre système fonctionne correctement; En cas de doutes, redémarrez votre machine).
- vérifiez que votre navigateur accepte les cookies de session ainsi que l'usage du javascript. Si par hasard, ce n'était pas le cas, vous ne pourriez pas utiliser correctement le logiciel sans modifier les réglages de votre navigateur pour qu'il accepte les cookies de session et l'usage du javascript.
- notez les éventuels message d'erreur affichés à l'écran (par exemple: votre compte utilisateur a atteint sa date limite et devrait être prolongé, ...)
- en cas de problèmes, contactez le responsable de Coffin-Modinox afin qu'il vous guide et/ou rétablisse les conditions pour que vous accédiez au programme.

## 5ème étape: le programme de calcul

Après vous être identifié, vous pouvez accéder à la page principale de **l'espace clients**:



Pour accéder au programme de calcul du diamètre et de la hauteur d'un conduit de fumée, il ne vous reste plus qu'à cliquer sur la case correspondante dans le menu gauche (voir ci dessous).



### **Nota:**

Dans ce qui suit nous détaillons le programme de calcul du diamètre/de la

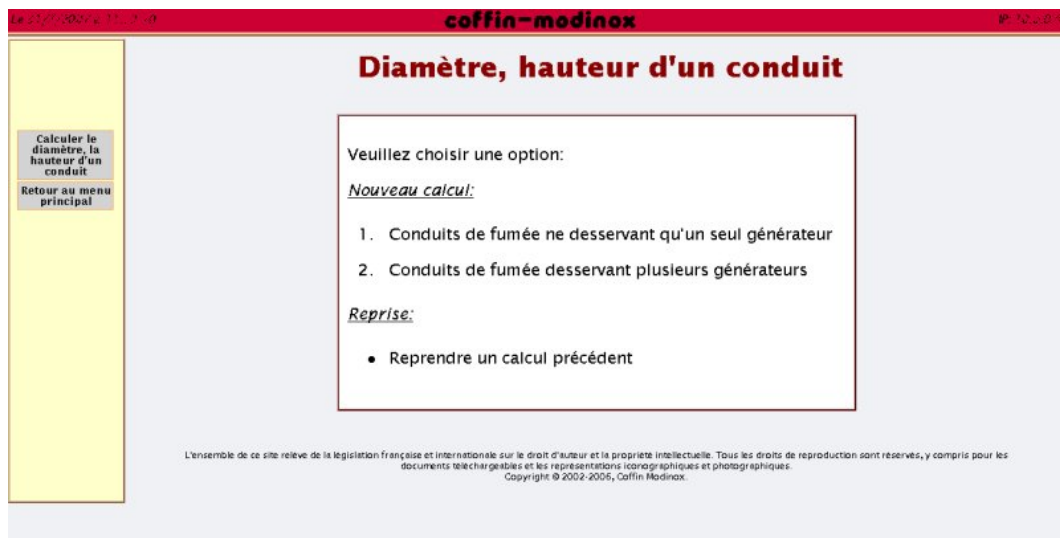


hauteur d'un conduit de fumée. Toutefois, la page principale, peut aussi vous donner accès à d'autres fonctions:

- le programme de gestion des devis (seulement si votre compte est paramétré pour accéder aux devis - Voir son manuel d'utilisation).
- la personnalisation de votre mot de passe. Faites très attention à ne pas utiliser de mots de passe faciles à trouver car votre compte deviendrait alors accessibles à des tiers, sans que vous puissiez vous y opposer... en raison de votre négligence !
- Se déconnecter. Cette fonction permet de garantir que votre session de travail s'est correctement terminée et que votre prochaine connexion sera réellement une nouvelle connexion (cela vous prémuni contre le vol de votre session par un tiers malintentionné). C'est une excellente pratique que de toujours vous déconnecter explicitement pour clore votre session de travail courante.

# Calcul du diamètre ou de la hauteur des conduits de fumée

## Choisir un type d'étude:



Vous pouvez:

- soit effectuer un nouveau calcul d'un conduit de fumée ne desservant qu'un seul générateur de fumée,
- soit reprendre pour le modifier, un calcul déjà créé précédemment.

*L'option nouveau calcul d'un conduit de fumée desservant plusieurs générateurs de fumée n'est pas actif dans cette version du programme et n'est pas décrit dans cette version du manuel.*

Si vous décidez de réaliser un nouveau calcul veuillez passer directement au sous chapitre suivant.



Si vous souhaitez reprendre un calcul effectué précédemment, vous devez choisir l'étude à reprendre en cliquant sur sa ligne dans le tableau (voir image ci dessous).

L'étude sélectionnée correspond à la ligne survolée par la souris et dont le fond est affiché dans une couleur jaune/orange (voir image ci dessous).

Le 31/07/2006 11:21:59 **coffin-modinox** IP: 192.168.1.1

## Reprendre une étude précédente

Veillez choisir une étude en déplaçant votre souris au dessus de la ligne souhaitée puis cliquez dessus.  
Pour supprimer une étude, cliquez sur la croix rouge située sur la droite de la ligne sélectionnée.

id	Date	Projet	Etude	Client	Nb.Gén.	Action
64	31/07/2006	Test	001	Client Demo	1	 

Veillez choisir une étude et cliquer sur l'action souhaitée, sur la droite de la ligne.

L'ensemble de ce site relève de la législation française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction sont réservés, y compris pour les documents téléchargeables et les représentations iconographiques et photographiques.  
Copyright © 2002-2006, Coffin Modinox.

- Vous pouvez modifier une étude soit en cliquant sur sa ligne ou sur l'icône représentant un crayon, à la fin de la ligne.
- Vous pouvez supprimer une étude en cliquant sur l'icône représentant une croix rouge, à la fin de la ligne.



## Créer / Modifier une étude

Vous êtes à présent dans la partie du site qui permet d'éditer l'étude que vous avez sélectionné.

La barre d'onglets située en haut de l'écran, permet de choisir l'onglet courant affiché à l'écran, afin d'y effectuer toutes les saisies nécessaires aux calculs et à l'édition des résultats.

Il y a 7 onglets disponibles: 'Client', 'Chaudière', 'Carneau', 'Conduit', 'Calculer diamètre', 'Calculer hauteur' et 'Courrier d'accompagnement'.

### L'onglet 'Client'

Le 31/7/2007 à 13:52:9 **coffin-modinox** IP: 10.0.0.4

**Conduit avec un seul générateur**  
Calculs selon EN 13384

Client | Chaudière | Carneau | Conduit | Calculer diamètre | Calculer hauteur | Courrier d'accompagnement

**Etude:**

id de l'étude: 63  
Date de création: 28/6/2007 à 8:35:0  
Nom du projet: \_\_\_\_\_  
Numéro de l'étude: \_\_\_\_\_

**Données du client:**

Nom du client: \_\_\_\_\_  
Interlocuteur: \_\_\_\_\_  
Adresse du client: \_\_\_\_\_  
Téléphone: \_\_\_\_\_  
Portable: \_\_\_\_\_  
Fax: \_\_\_\_\_  
Email: \_\_\_\_\_

**Paramètres du chantier:**

Référence du client: \_\_\_\_\_  
Référence du chantier: \_\_\_\_\_  
Adresse du chantier: \_\_\_\_\_

Enregistrer

L'ensemble de ce site relève de la législation française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction sont réservés, y compris pour les documents téléchargeables et les représentations (cartographiques et photographiques).  
Copyright © 2002-2006, Coffin Modinox.

Cet onglet permet de saisir les données administratives utilisées pour archiver (et donc retrouver) les caractéristiques du client et du chantier concernés par l'étude.

- l'id de l'étude correspond au numéro interne de l'étude dans la base de

données du programme (donnée non modifiable par l'utilisateur)

- la date de création correspond à la date à laquelle l'étude a été créée dans la base de données (donnée non modifiable par l'utilisateur)
- le nom du projet et le numéro de l'étude sont des informations qui vous servent à désigner votre étude (à saisir par l'utilisateur).
- Les données relatives au client sont: - son nom, - l'interlocuteur responsable de l'étude de ce client, - l'adresse et les coordonnées du client (saisies effectuées par l'utilisateur).
- Les données propres au chantier pour lequel vous réalisez l'étude (saisies effectuées par l'utilisateur).

A la fin des saisies, appuyez sur le bouton Enregistrer afin de les sauver sur le serveur.

## L'onglet 'Chaudière':

Cet onglet permet de préciser les caractéristiques du générateur de chaleur et de son environnement de fonctionnement.

*N'oubliez pas qu'il s'agit ici de se placer dans des conditions réalistes mais*

*plutôt défavorables, afin de dimensionner correctement l'installation.*

Saisissez les éléments suivants:

- l'altitude moyenne de la chaufferie,
- la température de l'air extérieur (en général, on retient la valeur de 15°C ).
- La marque et la référence de la chaudière (données constructeur)
- le diamètre de la buse de sortie de la chaudière (donnée constructeur)
- le type de combustible utilisé. Le programme reconnaît un certain nombre de combustibles standards:
  1. le coke ,
  2. le charbon fossile, l'antracite,
  3. la lignite,
  4. le fioul lourd à haute teneur en soufre ( moins de 4% de soufre ),
  5. le fioul lourd à basse teneur en soufre ( moins de 2% de soufre ),
  6. le fioul lourd à très basse teneur en soufre ( moins de 1% de soufre ),
  7. le fioul domestique,
  8. le kérosène,
  9. le gaz naturel type H,
  10. le gaz naturel type 'B' ou 'L',
  11. le propane,
  12. le bois avec moins de 23,1% d'humidité,
  13. le bois avec moins de 33,3% d'humidité,
  14. les granulés de bois.
- le type de la chaudière:
  1. la chaudière avec brûleur soufflé, avec ou sans condensation,
  2. la chaudière atmosphérique, avec ou sans condensation,
  3. la chaudière pressurisée, avec ou sans condensation,
  4. le foyer ouvert (au bois). Dans ce cas de figure, saisir aussi les dimensions

de l'ouverture du foyer qui permettra ensuite de déterminer la puissance thermique équivalente du générateur de chaleur ainsi que les paramètres de la combustion (débit, etc ...).

- la puissance thermique utile fournie par le constructeur (sauf pour les foyers ouverts). Il s'agit de la puissance thermique utile de la chaudière qui correspond à la capacité de chauffe réellement délivrée à l'utilisateur.

Ne pas confondre cette valeur avec la puissance thermique globale (encore appelée puissance thermique au brûleur). Le programme estime le rendement de la chaudière pour déterminer les déperditions de chaleur dans les fumées, la chaudière et son environnement immédiat.

- la température des fumées mesurée à la buse de la chaudière,
- La dépression nécessaire au niveau de la buse de sortie de la chaudière, pour évacuer les fumées (donnée constructeur).
  - Saisir une valeur positive pour indiquer que le conduit est en dépression. C'est la cas classique de la chaudière qui a besoin d'un complément de tirage naturel apporté par le conduit pour évacuer correctement les fumées.
  - Saisir une valeur négative pour indiquer que le conduit est en surpression. Dans ce cas de figure, on considère que la chaudière fournit un surplus de pression pour évacuer les fumées dans le conduit. La valeur négative à saisir ici, correspond à la surpression due à la contribution de la chaudière.
- la dépression nécessaire pour alimenter en air le système de combustion de la chaudière.

Cette valeur dépend de la configuration locale de la chaufferie et de la difficulté à alimenter la chaudière en air de combustion. Cela peut être lié à la présence de portes, d'ouvertures réduites, d'autres systèmes de chauffage, etc ... qui rendent plus difficiles l'alimentation en air de la chaudière. Par exemple, pour les locaux sans ouverture d'aération adaptée, on retient habituellement une valeur de 4 Pa.

A la fin des saisies, appuyez sur le bouton **Enregistrer** afin de sauver votre travail sur le serveur.

En cas de saisies incohérentes, le programme signale les erreurs qu'il rencontre et vous demande de les corriger.

***Attention !** Ce système de vérification est relativement rudimentaire: il n'est pas en mesure de déceler toutes les anomalies possibles dans une étude ni de remplacer votre expertise technique en thermique dans tous les cas de figure. Vous devez donc faire*

preuve de bon sens et conserver un esprit critique vis à vis des résultats proposés. Si malgré vos efforts, les résultats vous paraissent 'suspects', vous pouvez encore contacter le service technique de Coffin-Modinox.

## L'onglet 'Carneau':

Ici, le terme carneau correspond à la portion de tuyauterie qui permet de raccorder la chaudière au conduit de fumée.

Il est possible qu'une installation ne dispose pas de cameau, comme par exemple, dans le cas d'un foyer ouvert placé directement sous le conduit.

Les saisies à effectuer sont les suivantes:

- ◆ Préciser s'il y a un carneau ou pas.

S'il n'y a pas de cameau, décochez la case '*Tenir compte de la présence d'un carneau*' puis passez à l'onglet suivant.

- ◆ La nature du carneau.

Elle correspond à la nature du conduit qui constitue le carneau. Le programme



reconnaît automatiquement la gamme de conduits proposée par Coffin-Modinox.

- ◆ Le diamètre du carneau.

Le programme peut fonctionner selon 2 options:

1. utiliser un carneau dont le diamètre est automatiquement identique à celui du conduit.
2. utiliser un carneau avec un diamètre fixe. Vous devez alors en préciser la valeur (on utilise très souvent le même diamètre que celui de la buse de sortie du générateur de chaleur).

- ◆ La hauteur utile du carneau. C'est la différence de hauteur qui sépare:

1. l'axe d'entrée des fumées dans le carneau et
2. l'axe de sortie des fumées du carneau.

- ◆ les divers éléments qui constituent le carneau.
- ◆ la longueur totale du carneau mesurée sur son axe. Lorsque vous effectuez la saisie des éléments (voir point précédent), les longueurs des divers éléments se cumulent automatiquement pour déterminer la longueur totale du carneau.

A la fin des saisies, appuyez sur le bouton **Enregistrer** afin de les sauver sur le serveur.

## L'onglet 'Conduit':

Le 31/8/2007 à 9:52:25 **coffin-modinox** IP: 10.0.0.4

### Conduit avec un seul générateur Calculs selon EN 13384

Client: **chaudière** **Carneau** **Conduit** | Calculer diamètre | Calculer hauteur | Courrier d'accompagnement

Etude id n°: 65

**Paramètres du conduit:**

Type de fonctionnement: Conduit générant un tirage naturel sur l'entrée des fumées. [Aide](#)

Nature du conduit: Conduits DISP3, Doublinox Surisolé Polycombustible 37 mm [Aide](#)

Hauteur utile: 11.5 (en m) [Aide](#)

Exutoire des fumées: Mitron [Aide](#)

Condensats dans le conduit: Le conduit est conçu pour supporter des condensats

Conditions de sortie des fumées du conduit: Sortie des fumées normalement exposée [Aide](#)

**Eléments constitutifs du conduit:**

Eléments disponibles	Liste des éléments du conduit
DISP3-1000, Elément droit de 990 mm	11 x DISP3-1000, Elément droit de 990 mm
DISP3-500, Elément droit de 465 mm	0 x DISP3-500, Elément droit de 465 mm
DISP3-300, Elément droit de 290 mm	0 x DISP3-300, Elément droit de 290 mm
DISP3-041, Elément droit réglable	0 x DISP3-041, Elément droit réglable
DISP3-054, Coude à 30°	0 x DISP3-054, Coude à 30°
DISP3-052, Coude à 45°	0 x DISP3-052, Coude à 45°
DISP3-08, Tête à 90°	0 x DISP3-08, Tête à 90°
DISP3-082, Tête à 135°	1 x DISP3-082, Tête à 135°
DISP3-083, Tête avec porte de visite	0 x DISP3-083, Tête avec porte de visite

Longueur totale: 11.59 (en m) Val. défaut [Aide](#)

L'ensemble de ce site relève de la législation française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction sont réservés, y compris pour les documents téléchargeables et les représentations iconographiques et photographiques.  
Copyright © 2002-2006, Coffin Modinox.

Le conduit correspond à la portion de tuyauterie verticale qui permet d'évacuer les fumées. Il peut y avoir un dévoiement mais limité à 45° au maximum (le programme n'effectue pas de vérification sur le dévoiement).

Dans cet onglet vous décrivez les composants du conduit ainsi que ses conditions de fonctionnement:

- Le type de fonctionnement:

Vous devez choisir si le conduit fonctionne en dépression ou en surpression. Cette donnée est habituellement communiquée par le fabricant de l'appareil de chauffage.

- Le fonctionnement en dépression suppose que le conduit est conçu de manière à générer un tirage naturel à sa base afin d'aspirer les fumées et aider à leur évacuation en la sortie de chaudière.
- Le fonctionnement en surpression suppose que la chaudière fournit une surpression suffisante pour évacuer les fumées dans le conduit. Dans ce cas de figure, il est

impératif que le conduit soit étanche aux fumées ( faire attention à la sécurité / l'incendie / aux risques d' asphyxies !! ).

- ◆ la nature du conduit:

Le programme vous propose de sélectionner une des gammes de conduits standards de Coffin-Modinox.

- ◆ la hauteur utile:

Il s'agit de la distance verticale qui sépare:

1. l'axe d'entrée des fumées dans le conduit et
2. l'exutoire de sortie des fumées du conduit.

(voir aussi en annexe 2)

=> Bien évidemment, la hauteur utile doit être inférieure à la longueur totale du conduit.

1. Si vous envisager de calculer un diamètre, vous devez saisir la hauteur utile exacte du conduit.
2. Si vous souhaitez effectuer le calcul de la hauteur du conduit, veuillez soit saisir la hauteur utile souhaitée, soit laisser la case vide ou avec une valeur nulle

- ◆ la configuration de l'exutoire des fumées:

=> Sélectionnez la manière dont les fumées sortent du conduit.

- ◆ les conditions environnementales de sortie des fumées:

Préciser ici les conditions de vent dues à l'environnement géographique de l'exutoire du conduit, en particulier dans le cas de figure des installations dont la configuration engendre une pression défavorable du vent sur la sortie des fumées.

En pratique, la sortie du conduit est considérée comme étant dans une zone de pression défavorable si l'une des conditions suivantes est réalisée:

1. elle est placée à moins de 40 cm au dessus du faîtage,
2. l'installation est en zone côtière, naturellement exposée aux vents,
3. la distance horizontale entre la sortie du conduit et l'intersection avec le toit ou la projection du faîtage au dessus du toit est inférieure à 2,30 m et si la sortie du

conduit est située:

- sur un toit ayant une pente de plus de 40° ,
  - sur un toit ayant une pente de plus de 25° et si l'ouverture pour l'air de combustion et la partie supérieure du conduit de fumées sont situées sur des côtés différents du faîtage à une distance horizontale de plus de 1,00 m
4. des obstacles adjacents sont situés dans la proximité de la sortie du conduit (rayon de 15 m autour de la sortie du conduit)

Au niveau des calculs, votre saisie se traduit par une pénalisation plus ou moins importante du tirage nécessaire pour faire fonctionner correctement le conduit. Plus les conditions de fonctionnement seront difficiles et plus le conduit devra disposer d'un tirage important.

Un choix erroné au niveau de cette saisie occasionne souvent des résultats de calculs dimensionnés voire 'bizarres'.

- ◆ la liste des éléments qui constituent le conduit.

Ajout/Suppression d'éléments:

1. Ajouter un élément au conduit: double cliquez sur sa ligne dans la liste des éléments disponibles ou sélectionnez sa ligne puis cliquez sur la flèche orientée vers la droite.
2. Supprimer un élément du conduit: double cliquez sur sa ligne dans la liste des éléments du conduit ou sélectionnez sa ligne puis cliquez sur la flèche orientée vers la gauche.

Attention:

1. Si vous effectuez un calcul de diamètre, vous devez saisir la configuration exacte du conduit (coudes, tés, etc ...).
  2. Si vous procédez à un calcul de hauteur, faites attention à bien introduire les composants particuliers tels que les coudes, tés, etc ... susceptibles de perturber la régularité de l'écoulement des fumées.
- ◆ la longueur totale du conduit. Elle est mesurée sur l'axe du conduit. En général, le programme en propose automatiquement une valeur calculée lorsque vous ajoutez ou supprimez des éléments de conduit.

A la fin des saisies, appuyez sur le bouton **Enregistrer** afin de les sauvegarder sur le serveur.

## L'onglet 'Calculer diamètre':

Le 31/8/2007 à 9:56:42 **coffin-modinox** IP: 10.0.0.4

### Conduit avec un seul générateur

#### Calculs selon EN 13384

Client | **chaudière** | Carneau | Conduit | **Calculer diamètre** | Calculer hauteur | Courrier d'accompagnement

Etude id n°1

Les calculs sont réalisés pour un conduit à l'équilibre thermique Aide

Coefficient de sécurité SE: 1 Aide

Pour effectuer ou rafraichir les calculs veuillez cliquer sur le bouton 'Calculer'

Calculer

Pour visualiser les résultats pour un diamètre particulier veuillez sélectionner le diamètre désiré puis cliquer sur le bouton 'Visualiser'

Diamètre sélectionné: 500 mm

Type de rapport: 3 - Rapport détaillé

Diamètres complémentaires: 400 mm et 600 mm

Visualiser

L'ensemble de ce site relève de la législation française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction sont réservés, y compris pour les documents téléchargeables et les représentations iconographiques et photographiques.  
Copyright © 2002-2006, Coffin Modinox.

Dans cet onglet vous procédez aux calculs des diamètres du conduit et à l'affichage des résultats. Pour cela vous devez saisir les éléments suivants:

- ◆ Précisez si les calculs doivent être effectués pour un conduit fonctionnant normalement en atteignant son équilibre thermique (Coefficient SH = 1.00) ou si l'équilibre thermique n'est jamais atteint durant le fonctionnement (Coefficient SH = 0.50).
- ◆ Précisez le coefficient de sécurité SE que vous souhaitez utiliser. Le coefficient SE correspond au coefficient de sécurité sur le débit des fumées (paragraphe 5.7.8 de la norme EN 13384-1). Selon la norme, la valeur minimale devrait être de 1,20 (Dans tous les cas de figure, vous ne devez pas utiliser une valeur inférieure à 1.0).

Le bouton 'Calculer' permet d'afficher un tableau qui affiche le résumé des résultats des calculs.

A partir de ces calculs, vous pouvez choisir d'afficher les résultats d'un diamètre particulier ('rapport résumé' et 'rapport normal') ou comparer les résultats de 3 diamètres ('rapport détaillé').

Pour construire un rapport, il vous suffit de choisir le (ou les) diamètre(s) souhaité(s) et préciser la nature du rapport désiré, avant de cliquer sur le bouton 'Visualiser'.

Si vous souhaitez disposer d'un courrier d'accompagnement standard, n'oubliez pas de visiter, avant d'éditer le rapport, l'onglet 'Courrier d'accompagnement'.

Les rapports sont édités au format pdf, le format portable et multi-plateforme d'Adobe. Vous pouvez les visualiser avec un logiciel du type Acrobat Reader (téléchargeable librement sur le site d'Adobe: <http://www.adobe.com/fr/>), l'imprimer, l'enregistrer dans un fichier ou l'envoyer par mail à vos correspondants.

Toutes les indications fournies dans ces divers rapports font référence à la norme EN 13384-1 et utilisent aussi souvent que possible, les mêmes dénominations que celles présentées dans la norme.

## L'onglet 'Calculer hauteur':

Le 31/8/2007 à 10:22:29 **coffin-modinox** P: 10.0.0.4

### Conduit avec un seul générateur Calculs selon EN 13384

Client: **chaudière** **Carneau** **Conduit** **Calculer diamètre** **Calculer hauteur** **Courrier d'accompagnement**

Etude id n°: 1

Les calculs sont réalisés pour un conduit à l'équilibre thermique

Coefficient de sécurité SE:

Diamètre du conduit:

Plage de hauteur du conduit:

Pour effectuer ou rafraichir les calculs veuillez cliquer sur le bouton 'Calculer'

Pour visualiser les résultats d'une hauteur utile particulière, veuillez saisir la hauteur utile souhaitée puis cliquer sur le bouton 'Visualiser'

Hauteur utile souhaitée:  (en m)

Type de rapport:

Hauteurs complémentaires:  (en m) et  (en m)

L'ensemble de ce site relève de la législation française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction sont réservés, y compris pour les documents téléchargeables et les représentations iconographiques et photographiques.  
Copyright © 2002-2006, Coffin Modinox.

Cet onglet est très similaire au précédent. Il vous permet de procéder aux calculs de hauteurs du conduit et aux affichages des résultats. Pour cela vous devez saisir les éléments suivants:

- ◆ Précisez si les calculs doivent être effectués pour un conduit fonctionnant normalement en atteignant son équilibre thermique (Coefficient SH = 1.00) ou si l'équilibre thermique n'est jamais atteint durant le fonctionnement (Coefficient SH = 0.50).
- ◆ Précisez le coefficient de sécurité SE que vous souhaitez utiliser. Le coefficient SE correspond au coefficient de sécurité sur le débit des fumées (paragraphe 5.7.8 de la norme EN 13384-1). Selon la norme, sa valeur minimale devrait être de 1,20 (Dans tous les cas de figure, vous ne devez pas utiliser une valeur inférieure à 1.0).
- ◆ Choisissez le diamètre du conduit

- ◆ Choisissez la plage des hauteurs à explorer.

Le bouton 'Calculer' permet d'afficher un tableau qui résume les résultats des calculs.

A partir de ces calculs, vous pouvez choisir d'afficher les résultats d'une hauteur particulière ('rapport résumé' et 'rapport normal') ou comparer les résultats de calculs pour 3 hauteurs de votre choix ('rapport détaillé').

Pour construire un rapport, il vous suffit de choisir le (ou les) hauteur(s) souhaitée(s) et la nature du rapport avant de cliquer sur le bouton 'Visualiser'. Si vous souhaitez disposer d'un courrier d'accompagnement standard, n'oubliez pas de visiter, avant d'éditer le rapport, l'onglet 'Courrier d'accompagnement'.

Les rapports sont édités au format pdf, le format portable et multi-plateforme d'Adobe. Vous pouvez les visualiser avec un logiciel du type Acrobat Reader (téléchargeable librement sur le site d'Adobe: <http://www.adobe.com/fr/>), l'imprimer, l'enregistrer dans un fichier ou l'envoyer par mail à vos correspondants.

Toutes les indications fournies dans ces divers rapports font référence à la norme EN 13384-1 et utilisent aussi souvent que possible, les mêmes dénominations que celles présentes dans la norme.

### **L'onglet 'Courrier d'accompagnement':**

Cet onglet permet de joindre un courrier d'accompagnement au rapport de calculs. Pour activer cette option, vous devez cocher la case '*Editer le courrier d'accompagnement*' puis compléter les diverses informations demandées avant de cliquer sur le bouton 'Enregistrer'.

Les informations à saisir sont celles de l'entreprise ayant conduit les calculs. Elles figureront dans l'entête du courrier d'accompagnement (voir la 1<sup>ère</sup> page du rapport).



## Conduit avec un seul générateur Calculs selon EN 13384

Calculer le diamètre, la hauteur d'un conduit  
Retour au menu principal

Cliant **chaudière** Carneau Conduit Calculer diamètre Calculer hauteur Courrier d'accompagnement

Etude id n°:65

### Paramètres de la lettre d'accompagnement:

Editer le courrier d'accompagnement

Nom:

Adresse:

Téléphone:

Fax:

Email:

Enregistrer

L'ensemble de ce site relève de la législation française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction sont réservés, y compris pour les documents téléchargeables et les représentations iconographiques et photographiques.  
Copyright © 2002-2006, Coffin Modinox.

## Annexes

### **Annexe 1: Rappels des règles d'installation des conduits de fumée - Conseils de pose et de sécurité**

#### **Principaux textes de références et règles de l'art.**

- NF DTU 24.1 - P1 Février 2006: Travaux de fumisterie - Systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils. Partie 1: Cahier des clauses techniques - Règles générales.
- NF DTU 24.1 - P2 Février 2006: Travaux de fumisterie - Systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils. Partie 2: Cahier des clauses techniques - Règles spécifiques d'installation des systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils raccordés dits type B utilisant des combustibles gazeux.
- NF DTU 24.1 - P3 Février 2006: Travaux de fumisterie - Systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils. Partie 3: Cahier des clauses spéciales.
- NF EN 12391-1 Norme de mise en oeuvre pour conduits de fumée métalliques: Partie 1: composants de systèmes de conduits de fumée.
- NF EN 1859 Conduits de fumée métalliques: méthode d'essais.
- NF EN 1856-1 Prescriptions pour les conduits de fumée métalliques: Partie 1: composants de système de conduits de fumée.
- NF EN 1856-2 Prescriptions relatives aux conduits de fumée métalliques Partie 2: tubages et éléments de raccordement métalliques.
- Avis Technique correspondant au produit (en l'absence de certificat CE).
- DTU 65.4: Chaufferies gaz.
- Arrêté du 31 Octobre 2005 relatif aux dispositions techniques pour le choix et le remplacement de l'énergie des maisons individuelles
- Les arrêtés du 22 octobre 1969, du 20 juin 1975, du 2 août 1977, du 23 juin 1978, du 25 juin 1980, du 31 janvier 1986, du 27 juin 1990 et du 10 décembre 1991.
- Ordonnance de la Ville de Paris du 5 mai 1975.
- Règlement sanitaire départemental type du 9 août 1978.
- Arrêté du 2 juillet 2004 sur l'obligation de marquage CE
- La documentation et les recommandations Modinox pour tout ce qui concerne les colliers, les supports, etc...

**Attention:** Le marquage CE est obligatoire (arrêté du 2 juillet 2004) depuis le 30 juin 2005, pour les fabricants. Ce délai est porté au 31 décembre 2006 pour les distributeurs et installateurs. Tous les conduits de fumée, installés après le 1er janvier 2007 doivent être marqués CE

## **Principaux points de règles de l'art, conseils de pose et de sécurité.**

Vous trouverez ci dessous, une liste non exhaustive des principaux points de réglementation ainsi que des conseils de pose et de sécurité auxquels vous devez prêter attention.

- Respect de la garde au feu et des distances de sécurité réglementaires. DTU24-1 article 10.2.3.1.
- Habillage du conduit dans les parties habitées. (avec un matériau M0 ou M1). DTU24-1 article 7.6.
- Pas de joint ni de jonction dans l'épaisseur du plancher. DTU24-1 article 10.2.3.3.
- Ventilation latérale du conduit en traversée de plancher à l'aide de la plaque de distance de sécurité. DTU24-1 article 7.7 et 10.1.5.
- Centrage et maintien du conduit en traversée de plancher à l'aide du collier de soutien. DTU24-1 article 7.7.
- En application conduit de fumée, un seul dévoiement est permis, d'un angle maximum de 45°. DTU24-1 article 5.4.1.2.2.
- Dépassement minimum de la sortie du conduit de fumée de 40 cm au dessus du faîtage ou de tout obstacle important situé dans un rayon de 8 m autour du conduit sauf si, du fait de la faible dimension de cette partie de construction, il n'y a pas de risque que l'orifice extérieur du conduit se trouve dans une zone de surpression. DTU24-1 article 5.4.7. Dépassement de 1,20m dans le cas d'une toiture terrasse ou toit en pente inférieure à 15°. Voir également la norme NF EN 12391-1 (paragraphe 4.2.612 et annexe G)
- Diamètre mini. intérieur pour une cheminée foyer ouvert: 200 mm. DTU24-2-2
- Ramonage à la brosse obligatoire une fois par an au minimum (pour le bois 2 fois/an). DTU24-1 annexe B.3.1.
- Ramonage chimique non autorisé. DTU24-1 annexe B.3.4.
- Respect du sens de montage des conduits, mentionné par une flèche sur l'étiquette du produit. DTU24-1 article 10.2.1.1.
- Assemblage obligatoire des conduits au moyen des colliers de jonction fournis (pose impérative de la goupille de sécurité)
- Haubanage obligatoire dès que le conduit dépasse 2 mètres sans point de fixation.
- Haubanage obligatoire des souches POLYTOIT dès qu'elles dépassent 1.50m de hauteur DTU24-1 article 10.2.1.2.2 et 10.2.4.
- Pose d'antenne ou de parabole interdite. DTU24-1 article 5.4.9.

## **Entretien des conduits de fumée.**

- Ramonage à la brosse une fois par an au minimum, deux fois par an pour le bois dont une fois en période de chauffe. DTU24-1 annexe B.3.1.
- Essai d'étanchéité avec cartouche fumigène suivant la réglementation en vigueur. (tous les 3 ans)
- Vérification et entretien de la souche quand cela se révèle nécessaire.

## Liens utiles pour se procurer les textes de références

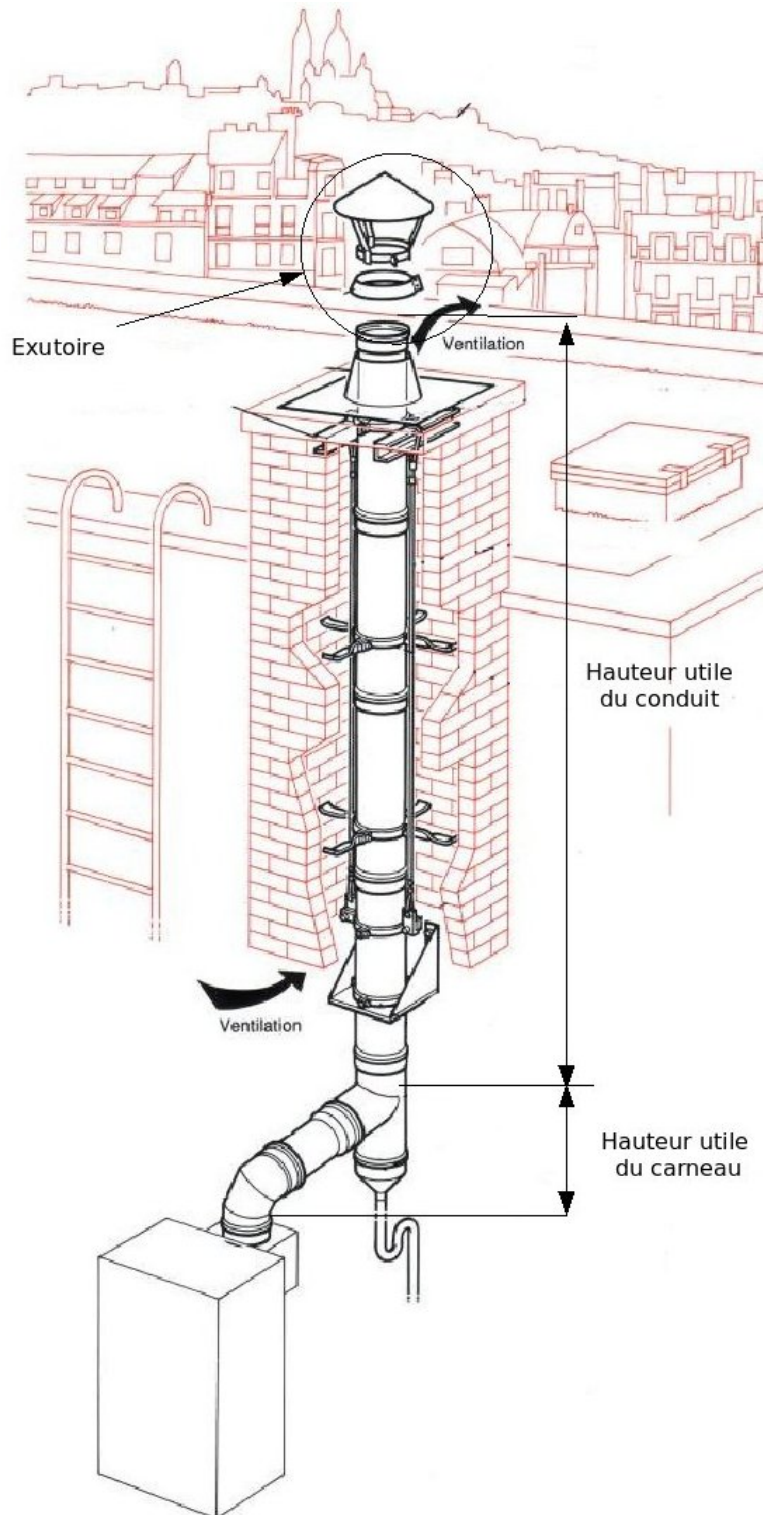
- [AFNOR](http://www.afnor.fr/): Agence Française de NORmalisation  
<http://www.afnor.fr/>
- [CSTB](http://www.cstb.fr/): Centre Scientifique des Techniques du Batiment.  
<http://www.cstb.fr/>
- [LNE](http://www.lne.fr/): Laboratoire National d'Essais.  
<http://www.lne.fr/>
- [Légifrance](http://www.legifrance.gouv.fr/): Lois, décrets et arrêtés.  
<http://www.legifrance.gouv.fr/>

Pour plus de renseignements techniques sur nos produits, n'hésitez pas à consulter notre site web à l'adresse :

<http://www.coffinmodinox.com>

Vous y trouverez divers documents et informations à télécharger librement.

## Annexe 2 – Exemple de conduit en situation



### **Annexe 3 – Unités thermiques**

Les unités utilisées par le programme sont les unités du système international. Toutefois, il est possible que vous soyez confronté à des unités plus 'traditionnelles', en thermique notamment. Vous trouverez ci dessous, une liste non exhaustive d'équivalences entre unités.

Energie – quantité de chaleur:

- unité internationale: le Joule (symbole J) et ses multiples et sous multiples
- la calorie: 1 cal vaut 4,186 J
- la kilocalorie (ou parfois 'grande calorie' ou 'la frigorie') : 1 kcal vaut 4186 J
- la thermie vaut 1000 000 de cal soit 4 186 000 J

Puissance thermique:

- unité internationale: le watt (symbole W) et ses multiples et sous multiples
- la kilocalorie par heure: 1 kcal/h vaut 1,163 W
- le cheval vapeur: 1ch vapeur vaut 736 W

Pression:

- unité internationale : le Pascal (symbole Pa)
- L'atmosphère : 1atm vaut 101 325 Pa
- le bar : 1 bar vaut 100 000 Pa
- le millibar vaut 100 Pa
- le millimètre d'eau vaut 9,807 Pa

## **Annexe 4 – A propos des combustibles**

### **Cas des fiouls lourds:**

Le terme RFO peut être utilisé à la place de celui de fioul lourd, avec les dénominations suivantes:

RFO < 1% S signifie Fioul lourd à très basse teneur en soufre (moins de 1% de S)

RFO < 2% S signifie Fioul lourd à basse teneur en soufre (moins de 2% de S)

RFO < 4% S signifie Fioul lourd à haute teneur en soufre (moins de 4% de S)

### **Cas des gaz:**

Pour le gaz naturel, on distingue:

- les gaz 'type B' ou 'type L' distribués plutôt dans le Nord de la France
- les gaz 'type H' distribués sur le reste du territoire

Les gaz 'type B' ou 'type L' ont un pouvoir calorifique supérieur compris entre 9,5 et 10,5 kWh/m<sup>3</sup>. C'est essentiellement le cas du gaz de Groningue (Pays Bas). Ce gaz se distingue pas sa teneur élevée en azote.

Les gaz 'type H' ont un pouvoir calorifique supérieur compris entre 10,7 et 12,8 kWh/m<sup>3</sup>.

### **Cas des bois:**

Le bois sec est utilisé comme combustible, avec des rendements de combustion très satisfaisants. Le principal problème lié au bois est du à son taux d'humidité: un bois humide brûlera mal et dégagera énormément de fumées (la combustion provoque avant tout l'évacuation de l'humidité sous forme de vapeur et diminue drastiquement le rendement) => un impératif: sécher le bois avant usage.

## **Annexe 5 – A propos des chaudières et du rendement**

### **Introduction:**

Lorsque l'on caractérise les performances d'une chaudière, il faut distinguer:

- le rendement de la chaudière lorsque le brûleur est en fonctionnement, c'est le **rendement nominal ou utile** et
- le rendement global sur toute la saison de chauffe, c'est le **rendement saisonnier**. Ce dernier prend en compte non seulement les performances pendant les périodes de marche, mais aussi pendant les périodes d'arrêt du brûleur.
- pour des raisons de marketing, les constructeurs utilisent aussi très souvent le rendement de combustion pour mettre en avant les performances de leurs productions. Attention ! Ne pas confondre ce rendement de combustion (qui peut être supérieur à 100% compte tenu du mode de calculs) avec le rendement utile.

### **Qu'est ce qu'une chaudière ?**

La question peut paraître iconoclaste ! Toutefois, n'oublions pas que ce que nous appelons une chaudière correspond en fait à l'assemblage des éléments suivants:

- un brûleur dont le réglage conditionne en grande partie la qualité de la combustion. C'est le brûleur qui assure la mise en contact du combustible et du comburant. Il est équipé d'un certain nombre de systèmes passifs et/ou automatiques afin de garantir le bon déroulement des séquences de chauffage (allumage / extinction, ...), dans le respect des normes de sécurité. Les choix techniques effectués au niveau du brûleur se répercutent en partie sur le calcul du conduit de fumée.
- un corps de chauffe qui permet de transférer la chaleur de la combustion à un fluide calo-porteur (le plus souvent il s'agit d'un mélange d'eau & de glycol, circulant dans le circuit de chauffage).
- un système de sortie des fumées de combustion qui se termine habituellement par une buse raccordée au conduit de fumée soit directement, soit par l'intermédiaire d'un conduit de raccordement (ou cameau)
- parfois, il y a un échangeur de chaleur à la sortie de la chaudière, afin de récupérer le maximum de chaleur perdue dans les fumées. Lorsqu'il est présent, cet équipement perturbe fortement les conditions d'évacuation des fumées:



\* il introduit des pertes de charges supplémentaires qu'il faut compenser dans la chaudière.

\* il provoque un abaissement important de la température des fumées pouvant aller jusqu'à la condensation de la vapeur d'eau issue de la combustion. Cette chute de température de la fumée contrarie le tirage naturel du conduit de fumée et impose souvent l'emploi de conduits isolés.

En pratique, il est nécessaire de bien connaître les conditions de fonctionnement de la chaudière imposées par son fabricant ainsi que les éventuels modifications effectuées par l'installateur, pour réaliser des calculs corrects.

En cas de doute, ne pas hésiter à demander des informations techniques ou des confirmations sur la constitution exacte du générateur de chaleur, notamment dans le cas de la réhabilitation d'une chaufferie.

## Rendement utile d'une chaudière

Le **rendement utile**  $\eta_{\text{utile}}$  d'une chaudière est son rendement instantané lorsque le brûleur fonctionne. C'est le rapport entre la puissance contenue dans le combustible et la puissance thermique transmise à l'eau de chauffage

$$\eta_{\text{utile}} = P_u / P_a$$

où

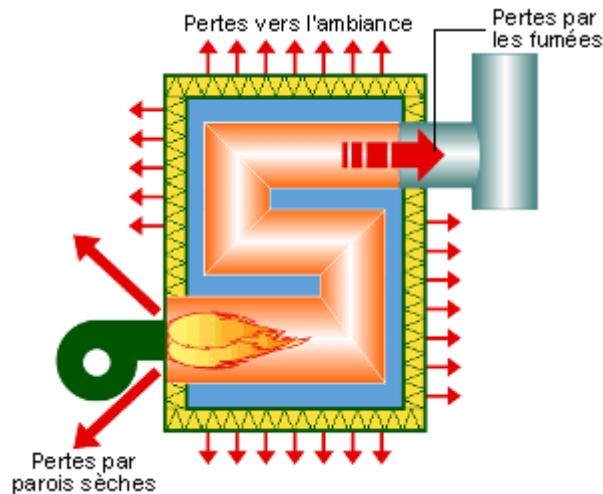
- $P_a$  = puissance contenue dans le combustible = débit de combustible x son pouvoir calorifique PCI (ou PCS)
- $P_u$  = puissance utile de la chaudière ou puissance fournie à l'eau de chauffage pour être utilisée au chauffage des locaux

Il s'agit d'un rendement instantané qui peut varier en fonction des conditions d'exploitation de la chaudière (température de l'eau, puissance du brûleur par rapport à la puissance de la chaudière, entrée d'air, ...).

Les fabricants de chaudières doivent pouvoir fournir sa valeur à charge nominale et dans des conditions de combustion idéales (rendement nominal) dans leur documentation technique.

La différence entre la puissance utile fournie à l'eau ( $P_u$ ) et la puissance contenue dans le combustible est constituée de pertes:

- *Vers la cheminée.* Les fumées de combustion sont évacuées encore chaudes. Cette chaleur est perdue.
- *Vers la chaufferie.* La chaudière est comme un gros radiateur qui émet de la chaleur vers l'ambiance de la chaufferie.



Pertes d'une chaudière lorsque son brûleur est en fonctionnement.

Le rendement utile de la chaudière est donc toujours inférieur à 100%

Le rendement utile d'une chaudière peut donc s'exprimer sous la forme:

$$\eta_{\text{utile}} = (P_a - \text{Pertes fumées} - \text{Pertes ambiance}) / P_a$$

En pratique, on utilise souvent la forme :

$$\eta_{\text{utile}} = \eta_{\text{comb}} - \%q_r$$

où

- $\eta_{\text{comb}}$  = rendement de combustion [%]
- $\%q_r$  = pourcentage de réduction due aux pertes vers l'ambiance durant le fonctionnement du brûleur

## **Pertes par les fumées et rendement de combustion:**

Les pertes par les fumées proviennent:

- De la chaleur sensible contenue dans les fumées qui sont nettement plus chaudes que l'air aspiré dans la chaufferie.
- De la chaleur latente, si la vapeur d'eau contenue dans les fumées n'est pas entièrement condensée. Cette perte est prise en compte dans le rendement chiffré si on compare l'énergie fournie au Pouvoir Calorifique Supérieur.
- Des imbrûlés issus d'un mauvais mélange entre l'air et le combustible, provoquant la production de CO au lieu de CO<sub>2</sub> (la chaleur dégagée est

alors inférieure à celle fournie par une combustion complète).

Le rendement de combustion se définit donc comme :

$$\eta_{\text{comb}} = (P_a - \text{Pertes fumées}) / P_a$$

où

- $P_a$  = puissance contenue dans le combustible = débit de combustible x PCI (ou parfois le PCS)

Le rendement de combustion est le plus souvent calculé par rapport au pouvoir calorifique inférieur (PCI) du combustible. Il en résulte des rendements souvent supérieurs à 100 % pour les chaudières à condensation.

Le rendement de combustion est l'image de la qualité de la combustion et de l'échange thermique entre les fumées et le fluide calo-porteur.

En pratique, on exprime souvent le rendement de combustion par la formule de Siegert :

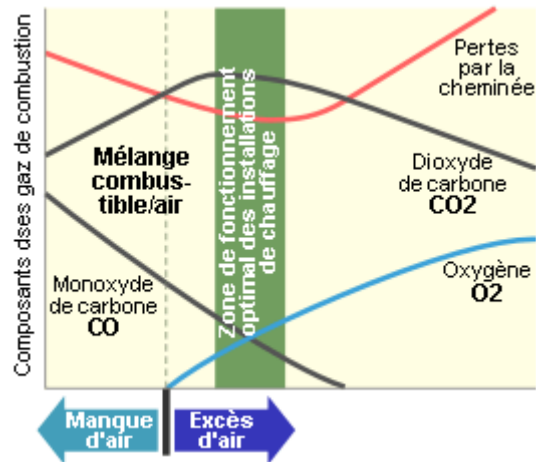
$$\eta_{\text{comb}} = 100 - f \times (T_{\text{fumées}} - T_{\text{amb}}) / \%CO_2$$

où :

- $T_{\text{fumées}}$  = la température des fumées à la sortie de la chaudière [°C]
- $T_{\text{amb}}$  = température ambiante de la chaufferie [°C]
- $\%CO_2$  = la teneur en  $CO_2$  des fumées [%]
- $f$  = facteur dépendant principalement du type de combustible (pour le mazout :  $f = .. 0,57 ..$ ; pour le gaz naturel:  $f = .. 0,47 ..$ )

On relève deux éléments clés dans cette formule :

- La **température des fumées**. Plus celle-ci est élevée, plus il y a de perte de chaleur vers la cheminée, et moins bon est l'échange entre l'eau et les fumées.
- Le **pourcentage de  $CO_2$**  contenu dans les fumées qui symbolise la transformation complète du com



Évolution du contenu des fumées avec l'excès d'air [%] de combustion.

## Les pertes par l'ambiance:

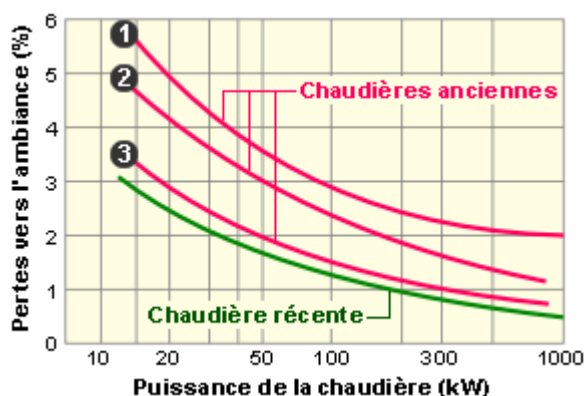
Les pertes vers l'ambiance proviennent de l'échange thermique par convection et par rayonnement entre la chaudière et son environnement.

Ces pertes proviennent d'une part de la masse d'eau chaude présente dans la chaudière et d'autre part des parties non irriguées de la chaudière qui s'échauffent directement sous le rayonnement de la flamme. On parle dans ce dernier cas de pertes par parois sèches.

Les pertes par l'ambiance sont fonction notamment de la température moyenne de l'eau dans la chaudière, de la configuration de cette dernière et de son degré d'isolation.

Elles sont donc en partie dépendantes de la vétusté de la chaudière et de sa régulation.

Très souvent, on néglige de prendre en compte les pertes de chaleur dues aux portes et autres accessoires (œilleton de surveillance de la flamme, prises de températures, fixations au sol, etc ...). Bien entendu, ces divers éléments contribuent inévitablement aux pertes thermiques vers l'ambiance.



*Pertes vers l'ambiance totales (pertes par parois sèches + pertes par parois irriguées) des anciennes chaudières lorsque le brûleur est en action, en pourcentage de la puissance de la chaudière.*

1. Chaudière au charbon converties au fuel
2. Chaudière gaz atmosphérique
3. Chaudière fuel ou gaz à brûleur pulsé

## Pertes à l'arrêt

La puissance des chaudières étant dimensionnée pour des températures extérieures extrêmes, celles-ci fonctionneront la plupart du temps à charge partielle.

Dans ce cas, le brûleur, à l'exception des brûleurs modulants, alternera les périodes de fonctionnement et les périodes d'arrêt, de manière à obtenir la puissance moyenne nécessaire.

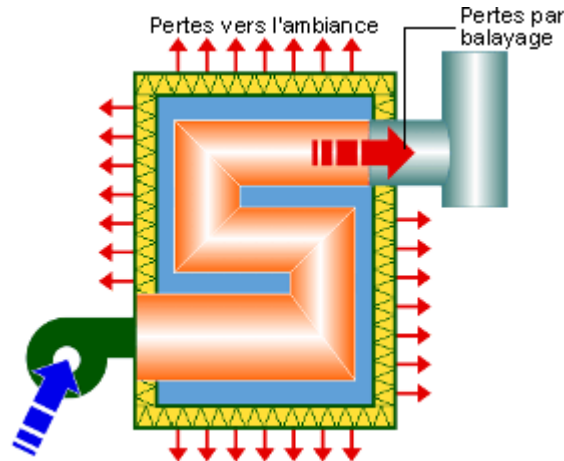
Le rendement nominal ne représentant que les performances de la chaudière durant le fonctionnement du brûleur, il importe d'introduire la notion de rendement saisonnier qui prendra également en compte les pertes de la chaudière durant les périodes d'arrêt de ce dernier.

Lorsque le brûleur est à l'arrêt, la chaudière conserve une certaine température. Dès lors, elle échangera de la chaleur :

- Par rayonnement et convection, avec l'ambiance de la chaufferie (on peut la considérer comme un gros radiateur). Remarquons que cette perte est inférieure aux pertes vers l'ambiance décrites ci-dessus. En effet lorsque le brûleur est en fonctionnement, certaines parties de la chaudière non en contact avec l'eau, s'échauffent par le rayonnement de la flamme (porte, le bas de la chaudière s'il n'est pas irrigué, ...), ce qui augmente les pertes

totales vers l'ambiance..

- Par convection interne vers la cheminée. On parle de pertes par balayage. En effet, si l'amenée d'air du brûleur reste ouverte à l'arrêt (brûleur à air pulsé gaz ou fioul sans clapet d'air automatique ou brûleur gaz atmosphérique), l'intérieur chaud de la chaudière est en permanence parcouru par un courant d'air qui évacue sa chaleur vers la cheminée par tirage naturel.



Pertes à l'arrêt d'une chaudière.

Ces deux types de perte constituent les **pertes à l'arrêt ou d'entretien** de la chaudière.

Les pertes d'entretien d'une chaudière s'exprime au travers d'un pourcentage de la puissance nominale de la chaudière: le coefficient d'entretien ou de pertes à l'arrêt  $q_E$ .

$$\text{Pertes à l'arrêt [kW]} = q_E \times \text{Puissance nominale chaudière [kW]}$$

Le coefficient  $q_E$  d'une chaudière est repris dans sa documentation technique en fonction de sa température de fonctionnement.

$q_E$  varie en fonction de cette température, approximativement, suivant la formule :

$$q_{E2} = q_{E1} \times \left( \frac{T_{\text{chau 2}} - T_{\text{amb}}}{T_{\text{chau 1}} - T_{\text{amb}}} \right)^{1,25}$$

où

- $q_{E2}$  et  $q_{E1}$  sont les coefficients de perte à l'arrêt pour une température d'eau de chaudière respectivement de  $T_{\text{chau 2}}$  et  $T_{\text{chau 1}}$  et une température de chaufferie de  $T_{\text{amb}}$ .

## Rendement saisonnier

Le **rendement saisonnier**  $\eta_{\text{sais}}$  est le rapport entre l'énergie totale transmise à l'eau de chauffage durant toute la saison de chauffe  $Q_u$  et l'énergie contenue dans le combustible consommé durant cette période  $Q_a$ :

$$\eta_{\text{sais}} = Q_u / Q_a$$

C'est le rendement saisonnier qui permet de chiffrer les performances globales de la chaudière. La consommation en combustible est directement à celui-ci.

On peut exprimer le rendement saisonnier d'une chaudière par la formule de Dittrich :

$$\eta_{\text{sais}} = \eta_{\text{utile}} / (1 + q_E \times (n_T / n_B - 1))$$

où

- $\eta_{\text{utile}}$  = rendement utile (quand le brûleur fonctionne)
- $n_T$  = nombre total d'heures de la saison de chauffe [h] (dépend fortement de la localisation de l'installation)
- $n_B$  = nombre d'heure de fonctionnement du brûleur durant l'année [h]
- $n_B / n_T$  = temps de fonctionnement du brûleur / temps d'utilisation de la chaudière, est aussi appelé **facteur de charge** de la chaudière

## Facteurs d'influence du rendement saisonnier

Le rendement saisonnier augmente :

- quand le réglage de la combustion est optimal (augmentation du rendement de combustion),
- quand la température de l'eau diminue (augmentation de l'échange entre les fumées et l'eau et diminution des pertes à l'arrêt),
- quand la puissance du brûleur est la plus proche possible des besoins (augmentation du facteur de charge et diminution des temps d'arrêt de la chaudière), c'est-à-dire, en ne surdimensionnant pas le brûleur, en utilisant un brûleur 2 allures ou modulant.

*Exemple.*

*Une ancienne chaudière de 500 kW équipée d'un brûleur d'une puissance de 450 kW a un rendement de combustion mesuré de 88,7 %.*

Les pertes vers l'ambiance sont estimées à 1 %.

Le brûleur n'est pas équipé d'un clapet d'air se refermant à l'arrêt et les pertes à l'arrêt sont estimées à 2 % (1,5 % pour les pertes par balayage et 0,5 % pour les pertes vers la chaufferie).

La consommation du bâtiment est de 39 000 litres de fuel par an. Le temps de fonctionnement du brûleur est donc de :

$$39\,000 \text{ [litres/an]} \times 10 \text{ [kWh/litre]} / 450 \text{ [kW]} = 867 \text{ [h/an]}$$

pour une saison de chauffe de 5 800 h/an.

Le rendement saisonnier de cette chaudière est donc estimé à :

$$\eta_{\text{sais}} = (88,7 \text{ [\%]} - 1 \text{ [\%]}) / (1 + 0,02 \times (5\,800 \text{ [h/an]} / 867 \text{ [h/an]} - 1)) = 78,7 \text{ [\%]}$$

Si on rénoverait l'installation en l'équipant d'une chaudière moderne re-dimensionnée à 250 kW. Les pertes à l'arrêt de la nouvelle chaudière sont de 0,2 %. Le rendement utile annoncé par le constructeur est de 93 %.

Comme la puissance de la chaudière a été divisée par 1,8, le temps de fonctionnement sera augmenté dans la même proportion :

$$n_B = 867 \text{ [h/an]} \times 1,8 = 1\,560 \text{ [h/an]}$$

Le rendement saisonnier de cette chaudière sera donc estimé à :

$$\eta_{\text{sais}} = (93 \text{ [\%]}) / (1 + 0,002 \times (5\,800 \text{ [h/an]} / 1\,560 \text{ [h/an]} - 1)) = 92,5 \text{ [\%]}$$

Grâce à cette rénovation, la consommation énergétique devrait être abaissée à :

$$39\,000 \text{ [litres/an]} / 92,5 \text{ [\%]} \times 78,7 \text{ [\%]} = 33\,181 \text{ [litres/an]}$$

## **Pertes au démarrage et à l'arrêt du brûleur**

Attention, la mesure du rendement de combustion ne prend en compte la qualité de combustion que lorsque le brûleur est en régime. Elle néglige les pertes qui apparaissent lors de l'allumage et de l'arrêt du brûleur.

Dans la pratique et, même avec un brûleur le plus finement réglé, il est impossible d'éviter, à certains moments, la formation de CO, d'imbrûlés et d'émissions polluantes comme les NO<sub>x</sub>. Ces derniers sont évidemment toxiques



et leur formation diminue légèrement le rendement de combustion moyen et accélère l'encrassement de la chaudière.

Ces éléments apparaissent inévitablement au démarrage et à l'arrêt du brûleur.

Au démarrage, par exemple, on injecte du combustible qui doit s'enflammer.

Les premières gouttes ne pourront le faire correctement car elles ne se trouveront pas dans les conditions idéales de mélange et de température. Un phénomène semblable se déroule à l'arrêt pour les dernières gouttes injectées.

Il est difficile de chiffrer les pertes et les émissions polluantes complémentaires que cela engendre. Il faut cependant avoir en tête que celles-ci sont d'autant plus importantes que le nombre de cycles de marche/arrêt des brûleurs est élevé.

## **Les bases du fonctionnement d'une cheminée**

Lorsqu'on chauffe un gaz, il se dilate. Une quantité donnée de gaz chaud occupe un volume d'autant plus grand que sa température est élevée. Par conséquent un volume donné de gaz sera plus léger s'il est plus chaud.

Exemple, la masse volumique de l'air (à la pression atmosphérique) est de 1,293 kg/m<sup>3</sup> à 20°C, celle des gaz de combustion à 200°C est de 0,760 kg/m<sup>3</sup>.

Les gaz légers, comme les fumées, auront donc tendance à monter s'ils sont immergés dans un gaz plus lourd tel que l'air ambiant.

Plus la différence de température entre les fumées dans la cheminée et l'air extérieur est grande, plus les fumées ont tendance à monter. Cet effet se traduit par l'apparition d'une petite dépression dans la partie basse de la cheminée, due à la circulation des gaz chauds de bas en haut du conduit. On parle alors de tirage et on l'exprime en Pa.

Une cheminée fonctionne donc mieux en hiver qu'en mi-saison ou qu'en été (si la chaudière est utilisée pour la production d'eau chaude sanitaire) car le tirage naturel est plus important.

Plus la colonne de fumée (gaz chaud) est haute, plus le tirage est important.

En conclusion, plus la cheminée est haute et plus les fumées sont chaudes, plus le tirage est important.

### **Régulateur de tirage.**

Le tirage dans la cheminée est fonction de sa hauteur et de la différence de température entre l'air extérieur et les fumées. Cette différence de température varie en fonction de la saison ce qui entraîne automatiquement des variations de pression différentielle au niveau du raccordement de la chaudière et au niveau du brûleur.

Comme presque aucun brûleur pulsé (gaz ou fioul) n'adapte la vitesse de son ventilateur en conséquence, l'arrivée d'air comburant est donc influencée par les conditions atmosphériques.

Et il en va de même pour l'échange de chaleur dans la chaudière (les fumées sortent plus vite et plus chaudes de la chaudière) et donc pour le rendement de combustion.

Le rôle du régulateur de tirage est de compenser (au moins en partie) cette fluctuation. Il peut être motorisé ou non motorisé. Dans ce deuxième cas, il est composé d'un clapet (circulaire ou carré) placé sur un axe excentrique. Un contre-poids réglable permet d'ajuster l'ouverture en fonction de la dépression.



Régulateur de tirage.

Si le tirage augmente au delà d'une valeur prédéterminée (risquant d'entraîner une perte de rendement de combustion), le régulateur de tirage s'ouvre et mélange les fumées avec de l'air de la chaufferie.

Le volume de gaz aspiré par la cheminée augmente et la température diminue. Il y a donc moins de tirage. Le tirage reste ainsi quasiment constant au niveau du raccordement de la chaudière.

*Dans sa version actuelle, le programme de calcul ne prend pas en compte le cas de figure où le régulateur de tirage est en action. En effet, il n'est pas conçu pour tenir compte correctement du débit d'air supplémentaire qui traverse le régulateur de tirage et se mélange aux fumées.*

*Si vous aviez besoin de traiter explicitement ce cas de figure (régulateur de tirage en action), vous ne pouvez pas utiliser le programme dans sa version actuelle et vous devez consulter le bureau d'études de Coffin-Modinox.*