

# PANNEAU RADIANT CATALYTIQUE CAT-RAY© TYPE 10 CAT-RAY© TYPE 3

## MODELE GAZ NATUREL OU PROPANE

### Dossier technique





## Table des matières

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.   | Description technique de l'appareil .....  | 3  |
| 2.   | La combustion catalytique .....  | 5  |
| 2.1. | Le catalyseur .....  | 5  |
| 2.2. | Avantages de la combustion catalytique .....   | 5  |
| 3.   | Conditions de fonctionnement de l'appareil <sup>1</sup> .....                                  | 6  |
| 3.1. | Puissance nominale .....   | 6  |
| 3.2. | Mise en marche de l'appareil.....  | 7  |
| 3.3. | Arrêt de l'appareil .....  | 7  |
| 3.4. | Mise en panne de l'appareil .....  | 7  |
| 4.   | Régulation et commande des appareils RADIAMON .....  | 8  |
| 5.   | Puissance de chauffage à installer.....  | 9  |
| 6.   | Concentration en CO <sub>2</sub> et H <sub>2</sub> O en fonction du renouvellement d'air ..... | 10 |
| 7.   | Calcul des besoins thermiques d'un bâtiment (ex. réel) .....                                   | 11 |
| 8.   | Consommation d'une installation RADIAMON (ex. réel) .....                                      | 12 |
| 9.   | Fiche technique .....  | 13 |
| 10.  | Montage - démontage .....  | 15 |

### REGLEMENTATION :

- L'installation doit être conforme aux normes en vigueur dans le pays et doit être exécutée par un professionnel qualifié.
- L'usage est proscrit dans les locaux dont l'air ambiant contient des vapeurs corrosives dont la combinaison avec des vapeurs d'eau provoque la détérioration d'appareils.

### LIMITE DE GARANTIE :

- La garantie n'est appliquée si une mise en service par un technicien agréé par radiamon n'est pas effectuée dans les six mois qui suivent la livraison.
- La garantie n'est pas appliquée si les appareils ne bénéficient pas des protections suffisantes vis à vis des intempéries.
- La garantie n'est pas appliquée lors d'utilisation dans des ambiances comme décrit sous « réglementation ».
- La garantie n'est pas appliquée si les appareils sont manipulés ou stockés dans de mauvaises conditions.
- Toute modification de l'appareil non autorisée par le fabricant, ainsi qu'une utilisation non conforme aux présents instructions entraîne la nullité de la garantie.

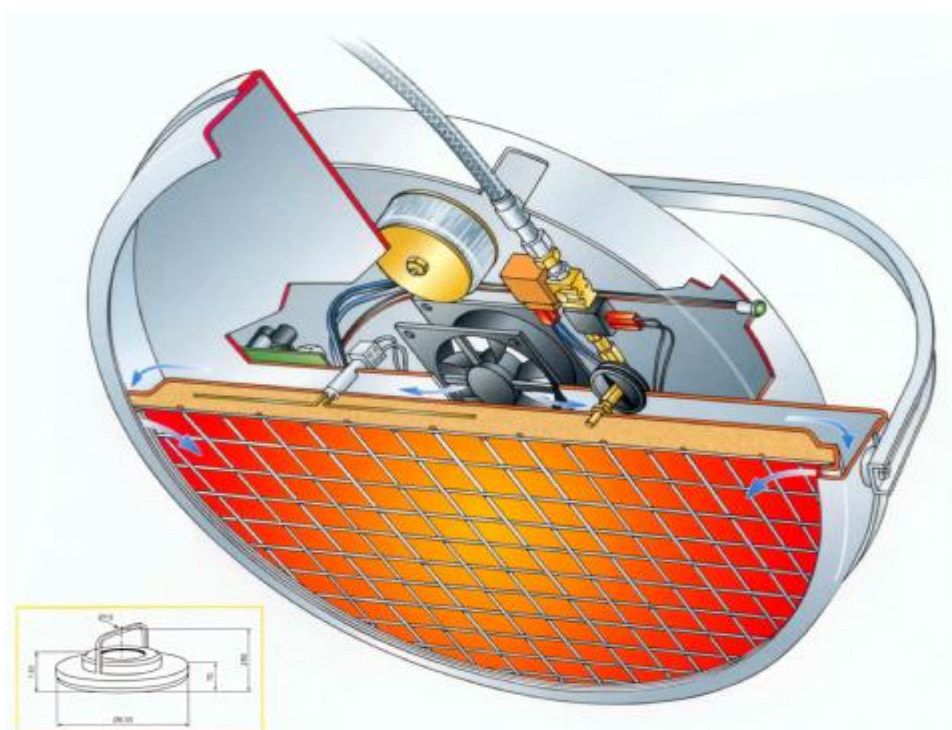


## 1. Description technique de l'appareil

La figure 1 (voir page 5) représente une coupe transversale de l'appareil (ici type 10). Dans la partie supérieure, l'air est aspiré par un ventilateur avant d'être conduit uniformément vers le bord de l'appareil. L'air est ensuite dirigé radialement vers le centre, en léchant la surface catalytique de combustion. Le gaz est amené à travers une ou deux électrovannes selon le type (vanne de sécurité, vanne de régulation) dans la cellule catalytique. Ce gaz diffuse ainsi de façon uniforme à travers un matériau formé de fibres qui sert de support catalytique à la combustion. Un corps de chauffe électrique, incorporé dans le support catalytique l'amène à la température spécifique d'auto-inflammation. Une combustion sans flamme est engendrée dès que la température requise est atteinte. Elle est ensuite alimentée par un apport d'air.

De par la conception de l'appareil, la combustion s'effectue très lentement comparé au processus généralement observé. Il est ainsi possible d'obtenir une combustion complète, avec des quantités négligeables de CO (monoxyde de carbone), à des températures de réaction comprises entre 300 et 700°C. La température en surface est inférieure à 400°C. Cette température de combustion est suffisamment basse pour empêcher toute formation de NOx (oxydes d'azote). Compte tenu de ces caractéristiques spécifiques, l'impact sur l'environnement est réduit à des valeurs insignifiantes.

L'appareil est modulaire, il comporte un premier élément constituant le support pour les composants relatifs au contrôle, à l'alimentation électrique et à l'arrivée du combustible gazeux, et un second élément formant la cellule de combustion de l'appareil. Ceci permet le changement rapide de la cellule de combustion sur site, sans outillage spécifique et sans démontage et remontage de l'appareil. Ce but est atteint grâce à des moyens de fixation rapides et des connections internes gaz et électriques adaptées. Voir dessins en fin de dossier.



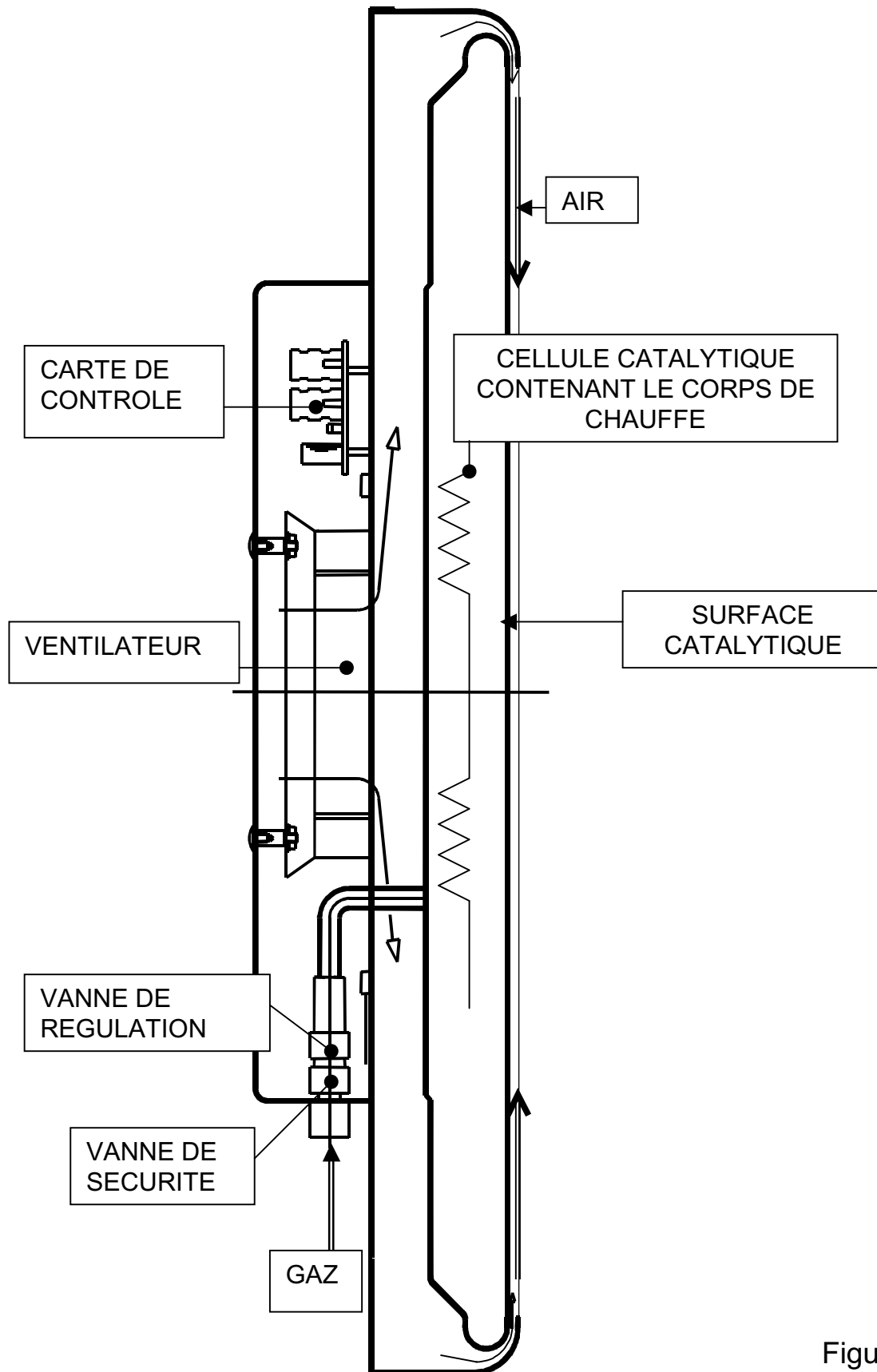


Figure 1



## 2. La combustion catalytique

Un catalyseur est une substance qui accélère un processus chimique sans pour autant être consommée durant le processus (sinon de manière insensible).

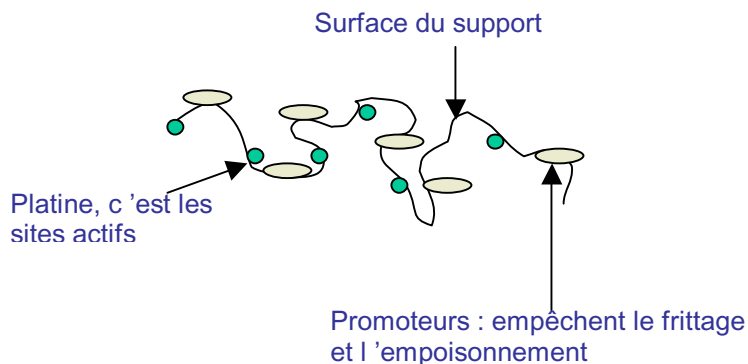
Le catalyseur a pour effet de favoriser la réaction chimique sans en modifier l'équilibre thermodynamique. La quantité d'énergie (chaleur) libérée par le processus est donc la même avec ou sans catalyseur. Finalement, le rôle de ce dernier se limite à accélérer la réaction afin d'aboutir plus rapidement à l'équilibre thermodynamique recherché.

### 2.1. Le catalyseur

En général, un système catalytique se compose :

- d'un *support poreux* qui doit, d'une part présenter la plus grande surface spécifique possible, puisque la réaction se produit à l'interface du fluide gazeux et du solide. D'autre part, ce support doit stabiliser l'élément actif pour éviter son frittage, c'est-à-dire empêcher l'agglomération, sous l'effet de la température, des particules actives initialement bien dispersées. Une telle agglomération entraînerait une perte de surface et donc une perte d'efficacité du catalyseur ;
- d'une *phase active* - généralement métal de transition ou oxyde (le plus souvent à base de platine) - qui fournit les sites actifs (lieux où se déroule la réaction chimique) ;
- d'un ou de plusieurs *promoteur(s)* dont le rôle est de stimuler l'activité, d'éviter le frittage de la phase active et l'empoisonnement du catalyseur.

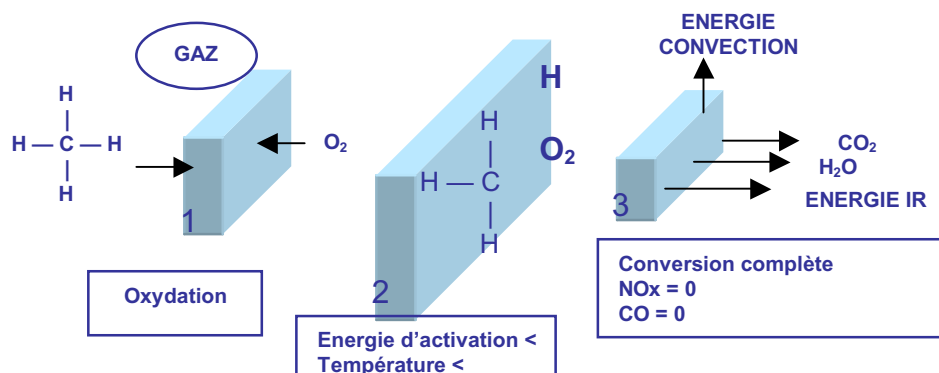
De la préparation et du conditionnement du catalyseur dépend son efficacité. De nombreux facteurs interviennent dans sa fabrication, leur maîtrise constituant le savoir-faire indispensable.



### 2.2. Avantages de la combustion catalytique

La combustion catalytique présente l'avantage d'une combustion complète ne générant ni oxydes d'azote ni monoxyde de carbone. Cet avantage prend d'autant plus d'importance que les normes sur les limitations des émissions polluantes deviennent draconiennes.

Par ailleurs, l'absence de risque concomitant d'inflammation et d'explosion permet d'utiliser des procédés à combustion catalytique dans des atmosphères inflammables. Les solvants et hydrocarbures sont oxydés au même titre que le gaz. L'appareil Radiamon n'est cependant pas considéré comme "Ex", au sens strict de la norme.





### 3. Conditions de fonctionnement de l'appareil<sup>1</sup>

#### 3.1. Puissance nominale

##### CAT-RAY© 10 et 3

Les panneaux radiants catalytiques RADIAMON **CAT-RAY© 10** ont une puissance nominale de 9,2 kW et/ou 5 kW à la pression du gaz selon tablelle ci-dessous. Chaque unité peut fonctionner à 2 niveaux de puissance, réglés par une électrovanne de régulation pour le type 10

Les panneaux radiants catalytiques RADIAMON **CAT-RAY© 3** ont une puissance nominale d'un seul niveau de 3 kW à la pression du gaz selon tablelle ci-dessous.

##### Conditions

- a) Tablelle des pressions du gaz selon les pays

| Pression  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| mbar  |    | AT | BE | DK | DE | CH | FR | GB | NL | SE |
| 50  | P  | X  |    |    | X  |    |    |    | X  |    |
| 30  | P  |    |    |    |    |    |    |    | X  |    |
| 37  | P  |    | X  |    |    | X  | X  | X  |    |    |
| 29  | PB |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 25  | GN |    | X  |    |    |    | X  |    | X  |    |
| 20  | GN | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |    | X  |
| P=Propane ; GN=Gaz naturel ; PB= Propane/Butane |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

- b) Le type de diaphragme doit correspondre au gaz employé

HL = gaz naturel  
P<sub>37/50</sub> = propane

**! Ne pas utiliser un appareil équipé d'un diaphragme HL (gaz naturel) avec du propane.**

<sup>1</sup>D'éventuelles modifications liées à des améliorations techniques demeurent réservées.



### 3.2. Mise en marche de l'appareil

Pour mettre en service un appareil RADIAMON installé, il suffit d'ouvrir une vanne d'alimentation de gaz (propane ou gaz naturel selon le type d'appareil) et de brancher le courant électrique (par une régulation d'ambiance ou manuellement).

Toutes les autres opérations se font automatiquement grâce à un système de contrôle intégré dans chaque appareil :

- une préventilation de 2 minutes a lieu avant le démarrage de l'appareil.
- la surface catalytique est préchauffée à l'aide d'une résistance électrique incorporée.
- dès que la surface catalytique a atteint un premier seuil de température, les électrovannes, de sécurité et de régulation s'ouvrent et alimentent l'appareil. Un contrôle automatique de la température a lieu 2 minutes après l'ouverture de la vanne de sécurité afin de vérifier le bon fonctionnement catalytique. La combustion catalytique se met en route, produisant la chaleur nécessaire pour amener la totalité de la surface active à bonne température. L'alimentation de la résistance électrique de préchauffage est coupée 2 minutes après l'ouverture de la vanne de sécurité.
- Parallèlement, le ventilateur se met en marche.
- 10 minutes après l'ouverture de la vanne de sécurité, la vanne de régulation est libérée. Elle s'ouvre ou se ferme alors selon les consignes reçues de la régulation d'ambiance ou manuellement; dès lors, l'ensemble du système est opérationnel.

### 3.3. Arrêt de l'appareil

L'appareil s'arrête automatiquement lors d'une interruption programmée (température adéquate du local), une coupure manuelle ou par une fonction de sécurité. L'électrovanne de sécurité se ferme et le ventilateur s'arrête.

### 3.4. Mise en panne de l'appareil

L'appareil comporte une diode bicolore indiquant les phases de fonctionnement suivants :

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| • diode clignote (vert):  | phase d'allumage   |
| • diode verte :           | en service   |
| • diode rouge (clignote): | en panne   |
| • diode rouge continu     | indique que le temps de fonctionnement total dépasse 5000 heures. Il n'y a pas de mise en panne. |



#### 4. Régulation et commande des appareils RADIAMON

La régulation et la commande des appareils de chauffage s'effectuent à deux niveaux :

- A. par **interrupteur électrique ou commutateur** 0-I-II (trois positions) pour le type 10
- B. par **interrupteur électrique ou commutateur** 0-I (deux positions) pour le type 3
- C. par **un tableau de contrôle et de régulation** (contacter le fabricant ou son représentant pour obtenir plus de renseignements).
- D. par **la platine électronique** équipant chaque appareil, et lui confère une autonomie de fonctionnement totale sur le plan du démarrage et de la sécurité.



## 5. Puissance de chauffage à installer

Le calcul de la puissance de chauffage à installer nécessite une connaissance des pertes thermiques du bâtiment à chauffer (pertes par conduction de la chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment et pertes par renouvellement de l'air). Il est également tenu compte de la différence maximale entre la température souhaitée dans l'enceinte à chauffer et la température extérieure. On trouvera en page 12 un exemple concret qui illustre la procédure à adopter.

La totalité de l'énergie libérée par la combustion du gaz contribue au chauffage du bâtiment, sous forme de rayonnement et d'énergie convective. L'uniformité du chauffage de l'atmosphère du bâtiment et l'absence de stratification marquée de l'air rendent les pertes additionnelles dues à des surchauffes locales quasi négligeables.

L'apport de chaleur convective contribue fortement à égaliser la température dans l'ensemble du volume à chauffer et la répartition exacte du rayonnement sur la surface du sol devient d'une importance secondaire.

### Renouvellement d'air

Que ce soit par ventilation naturelle (ouverture des fenêtres et des portes, perméabilité de l'enveloppe du bâtiment) ou par ventilation forcée, le renouvellement de l'air dans le bâtiment permet de diluer les gaz de combustion dégagés par le système et ramener les teneurs en dioxyde de carbone et en humidité à des valeurs acceptables. La concentration de ces gaz de combustion en fonction du facteur de dilution est représentée dans le diagramme ci-joint (Figure page 11). En règle générale, le renouvellement d'air moyen doit être au moins 20 fois supérieur\* à la quantité d'air nécessaire au processus de combustion<sup>1</sup>. Une telle dilution réduit la teneur en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère à moins de 0.5 % = 5000 ppm (0.6 % = 6000 ppm avec le propane).

Parallèlement, l'humidité de l'air est augmentée légèrement (de 0.6 % avec le gaz naturel, resp. 0.5 % avec la propane) par rapport à celle de l'air extérieur, ce qui en hiver, contribue à rendre l'atmosphère plus agréable.

Dans la plupart des cas, on peut constater que le taux de renouvellement naturel de l'air du bâtiment est suffisant pour assurer une bonne qualité de l'air dans les halles chauffées par le système Radiamon.

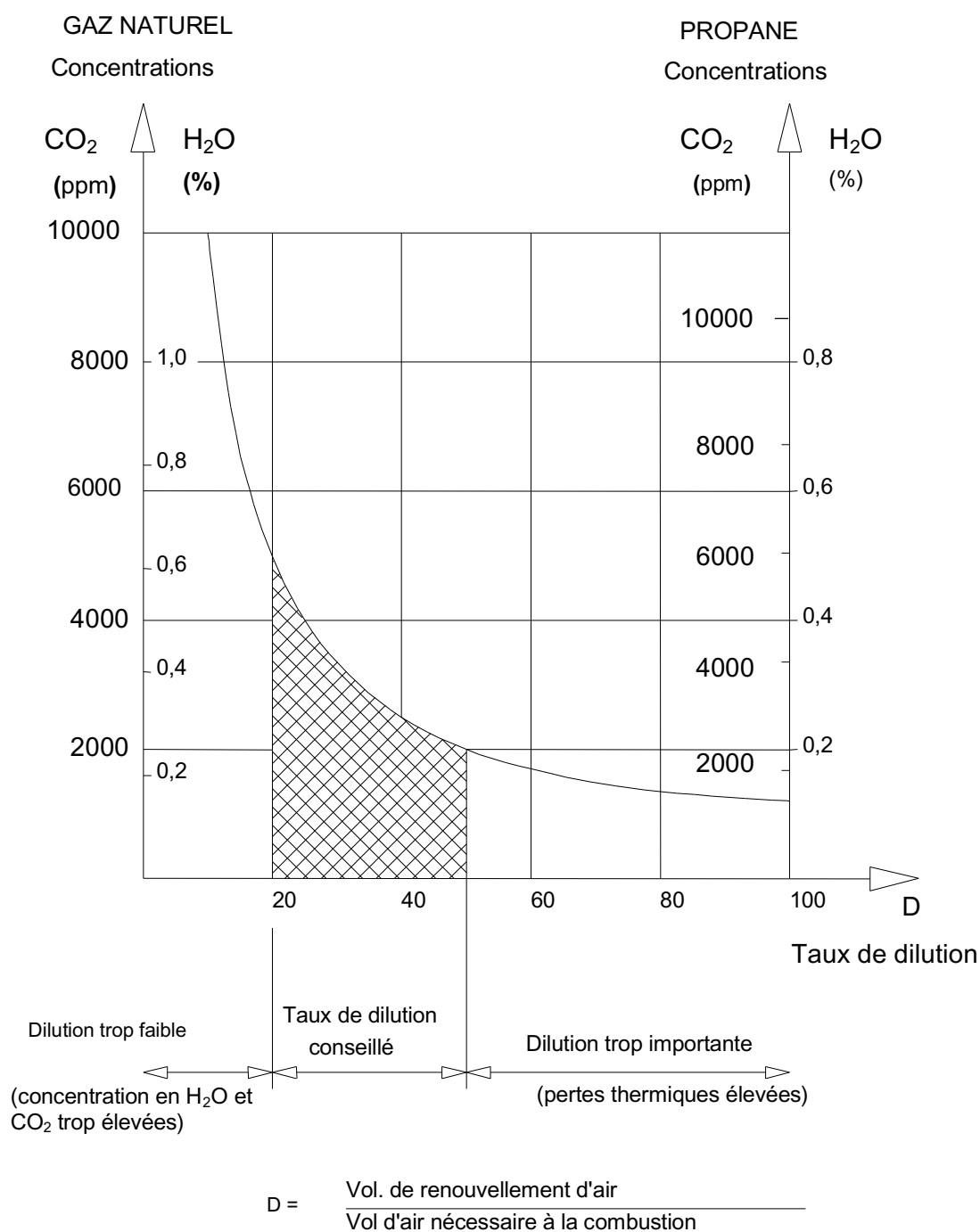
Quoi qu'il en soit, durant la période hivernale, le renouvellement de l'air ne devrait pas excéder 50 fois le volume d'air nécessaire à la combustion, faute de quoi les pertes thermiques par ventilation seraient supérieures aux besoins d'énergie de chauffage du bâtiment.

\* Se référer aux normes en vigueur dans le pays. Exemples :  
10 x selon la Norme européenne EN 13410:1999  
30 x selon directives SSIGE (CH)

<sup>1</sup> Ce qui reste néanmoins inférieur au taux de renouvellement de l'air généralement admis pour des raisons d'hygiène.



## 6. Concentration en CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O en fonction du renouvellement d'air



Concentrations en CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O en fonction du taux de dilution de l'air dans l'enceinte à chauffer (renouvellement d'air)

Figure 2



## 7. Calcul des besoins thermiques d'un bâtiment (ex. réel)

### Dimensionnement de l'installation de chauffage RADIAMON pour une halle d'exposition

Dimensions de la halle : 43 m x 46 m = 1978 m<sup>2</sup>

Volume à chauffer : 1978 m<sup>2</sup> x 5 m = 9890 m<sup>3</sup>

Murs externes : périmètre = 178 m

surface totale = 890 m<sup>2</sup>

dont portes : 6 x 3 m x 4 m = 72 m<sup>2</sup>

vitres : = 252 m<sup>2</sup>

façades : = 566 m<sup>2</sup>

### Pertes thermiques par conduction :

|           | Surface (m <sup>2</sup> ) | k (W/m <sup>2</sup> °C) | (W/ °C)    |
|-----------|---------------------------|-------------------------|------------|
| Portes :  | 72                        | 5.0                     | 360        |
| Vitres :  | 252                       | 2.5                     | 630        |
| Façades : | 566                       | 0.4                     | 226        |
| Toit :    | 1978                      | 0.6                     | 1187       |
| Sol :     | <u>1978</u>               | <u>0.35</u>             | <u>692</u> |
|           | 4846 m <sup>2</sup>       |                         | 3095 W/ °C |

### Pertes par conduction :

• Pour  $\Delta T = 25^{\circ}\text{C}$   $Q_{\text{cond}} = 77,4 \text{ kW}$

### Pertes par renouvellement d'air :

• Renouvellement de l'air = 0.3 vol. / heure  $V = 2967 \text{ m}^3/\text{h}$

• pour  $\Delta T = 25^{\circ}\text{C}$   $Q_{\text{air}} = 24,7 \text{ kW}$

### Puissance théorique des besoins en chauffage :

(Sans tenir compte d'aucun apport interne tel que machines, personnes, etc.)

•  $Q_{\text{tot}} = 102,1 \text{ kW}$

•  $Q_{\text{install.}} = 114 \text{ kW}$

POUR LE CHAUFFAGE DE LA HALLE D'EXPOSITION :

**Proposition** : installation de 12-13 appareils CAT-RAY 10.



## 8. Consommation d'une installation RADIAMON (ex. réel)

A titre L'exemple, nous avons retenu l'usine de Planchy, propriété de Bernard Sottas SA à CH-Bulle. Equipée d'une installation thermique RADIAMON, cette halle industrielle destinée à la production de charpentes métalliques a été construite en 1988 au bord de l'autoroute Vevey - Fribourg (altitude 770 m). Depuis cette date, son exploitation a tenu toutes ses promesses tant du point de vue des coûts qu'en termes de confort pour le personnel.

### Données pour l'étude thermique

- Type de bâtiment : halle industrielle bien isolée, étanche
- Surface au sol : 5'070 m<sup>2</sup>
- Volume : 57'000 m<sup>3</sup>
- Températures :
  - pendant les heures de travail : + 15°C (température de l'air)  
correspondant à : + 18°C (température confort)
  - le reste du temps : + 5°C (minimum)
- Renouvellement de l'air : 0.5 volume/h
- Combustible : propane 11'000 kcal/kg p.c.i.

### Installation RADIAMON

- Pertes thermiques calculées : 609 kW
- Apports thermiques internes : 36 kW
- Puissance thermique recommandée avec le système RADIAMON : 627 kW
- Puissance thermique installée : 627 kW, soit 66 appareils RADIAMON CAT-RAY 10 - propane
- Consommation de l'installation à pleine puissance : ~50 kg/h de propane

### Consommation effective de l'installation RADIAMON

- Hiver 1999/2000 : 28'179 kg à SFr. 0.538/kg = SFr. 15'160.--
- Coût au m<sup>3</sup>/année : 26.5 centimes
- Coût au m<sup>2</sup>/année : SFr. 3.--
- Hiver 2000/2001 : 20'812 kg à SFr. 0.590/kg = SFr. 12'279.--
- Coût au m<sup>3</sup>/année : 21.5 centimes
- Coût au m<sup>2</sup>/année : SFr. 2.42



## 9. Fiche technique

### Appareil Radiamon CAT-RAY 10

| Type du gaz                    | Gaz naturel | Propane |
|--------------------------------|-------------|---------|
| Puissance effective (kW)       | 9.2         | 9.2     |
| Puissance rayonnée (kW)        | 4.6         | 4.6     |
| Débit du gaz:                  |             |         |
| GNH (de Lacq) (m3/h)           | 0.96        | -       |
| GNL (de Groningue) (m3/h)      | 1.13        | -       |
| Propane (kg/h)                 | -           | 0.73    |
| Amenée d'air nécessaire (m3/h) | 9           | 10      |
| Puissance électrique :         |             |         |
| - Démarrage (W)                | 120         | 120     |
| - Plein régime (W)             | 30          | 30      |

### Appareil Radiamon CAT-RAY 3

|                                |      |      |
|--------------------------------|------|------|
| Puissance effective (kW)       | 3    | 3    |
| Puissance rayonnée (kW)        | 1.5  | 1.5  |
| Débit du gaz:                  |      |      |
| GNH (de Lacq) (m3/h)           | 0.31 |      |
| GNL (de Groningue) (m3/h)      | 0.37 |      |
| Propane (kg/h)                 |      | 0.24 |
| Amenée d'air nécessaire (m3/h) | 2.85 | 3.15 |
| Puissance électrique :         |      |      |
| - Démarrage (W)                | 120  | 120  |
| - Plein régime (W)             | 30   | 30   |

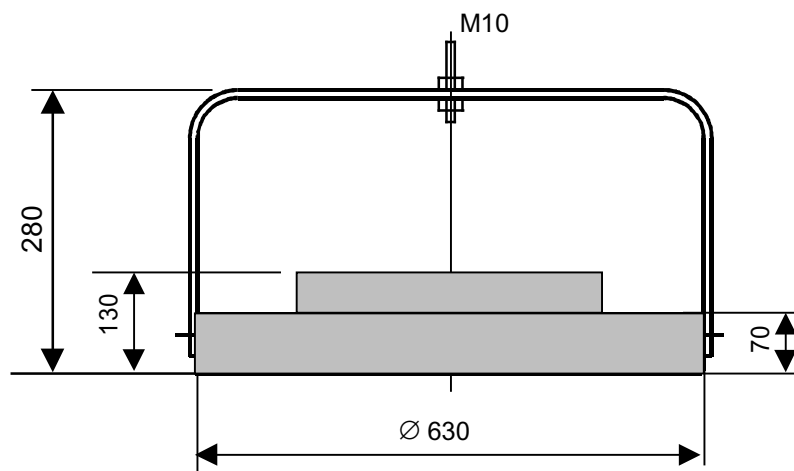
### Caractéristiques du gaz

|                    | Pression                        | PCu         |
|--------------------|---------------------------------|-------------|
| GNL (de Groningue) | 25 mbar                         | 8.1 kWh/m3  |
| GNH (de Lacq)      | 20 mbar                         | 9.25 kWh/m3 |
| Propane            | 37 mbar / 50 mbar <sup>1)</sup> | 12.8 kWh/kg |

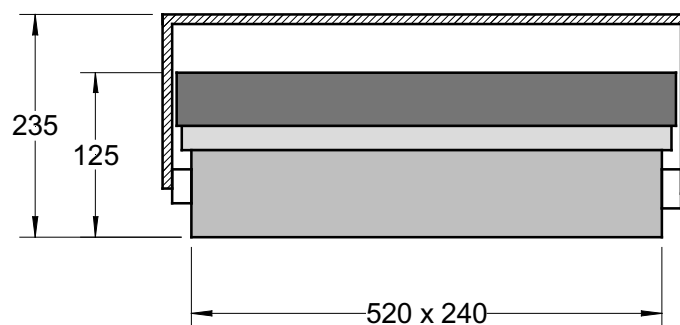
<sup>1)</sup> selon pression en vigueur dans le pays



**Dimensions type 10: Poids de l'appareil : 10 kg**



**Dimensions type 3: Poids de l'appareil sans grille de protection: 8.5 kg**





## 10. Montage - démontage

Dessins représentant la modulation de l'appareil CAT-RAY 10 – modèle NR

