

# Le risque monoxyde de carbone

## dans les bâtiments d'élevage de volailles

Hugues VALANCONY <sup>(1)</sup>, Florian BLEVIN <sup>(2)</sup>  
avec la collaboration du service prévention  
de GROUPAMA Bretagne (D. CHARLES et Y. ARZEL)

(1) CNEVA Ploufragan - Zoopôle Beaucemaine  
BP 53 - 22440 PLOUFRAGAN

(2) CFPPSA - Zoopôle Beaucemaine  
BP 46 - 22440 PLOUFRAGAN

L'élevage avicole fait appel de façon systématique au chauffage, pour le démarrage de toutes les productions. Les radiants à gaz sont très employés dans la profession; plus de 80 % des aviculteurs emploient cette technique, mettant en œuvre de 20 à 35 appareils de chauffage selon la surface du bâtiment, la production et la région. Dans une moindre proportion (5 à 10 %), les éleveurs utilisent des aérothermes, à raison de 2 à 4 unités par bâtiment. La puissance installée varie de 80 à 130 kW pour 1 000 m<sup>2</sup> de bâtiment.

Depuis quelques années, la recherche des meilleurs coûts de production dans les élevages avicoles entraîne une amélioration sensible de l'étanchéité des

bâtiments et une gestion plus fine des flux d'air. Cette évolution est certainement à l'origine de la recrudescence des intoxications par le monoxyde de carbone : 15 accidents, 36 intoxications et 1 décès sont dénombrés dans le grand Ouest par Groupama durant ces 4 dernières années.

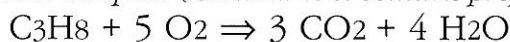
Afin de mieux cerner le risque CO en élevage avicole et les pratiques dangereuses, différents essais sont conduits en bâtiments expérimentaux durant les mois de janvier et février 1997; ils concernent la ventilation minimale à appliquer, la possibilité de dépolluer l'air du bâtiment, les appareils de chauffage.

## I - Quelques rappels

### 1. Incolore, inodore... et toxique

Le monoxyde de carbone (CO), communément appelé oxyde de carbone, est un gaz très toxique, sans goût ni odeur, qui se mêle parfaitement à l'atmosphère ambiante et diffuse rapidement; il est produit en élevage avicole par combustion incomplète du gaz, faute d'une quantité suffisante d'oxygène. Une combustion complète ne produit théoriquement que du gaz carbonique (le CO<sub>2</sub> n'est nocif qu'à de très fortes concentrations), de la vapeur d'eau et de la chaleur. En pratique, la combustion peut être imparfaite ou son rendement mauvais : il se produit alors de l'oxyde de carbone.

*Pour une combustion complète (O<sub>2</sub> à 21 % et venturis propres) nous avons :*



*Pour un taux de O<sub>2</sub> à 20 %, (valeur enregistrée dans plusieurs bâtiments) :*



### 2. Pourquoi est-il toxique ?

L'affinité du monoxyde de carbone pour l'hémoglobine est 230

fois supérieure à celle de l'oxygène. Une fois inhalé, le CO passe dans les poumons, se fixe sur l'hémoglobine du sang (formant de la carboxyhémoglobine

ou HbCO) et prend la place de l'oxygène. L'hémoglobine, au lieu d'apporter de l'oxygène aux tissus, leur fournit un gaz toxique qui les empêche d'assurer leurs

fonctions. Le manque d'oxygène (hypoxie) se traduit rapidement par des symptômes neurologiques et cardiaques surtout (les deux organes les plus sensibles à l'hypoxie étant le cerveau et le cœur) et peut entraîner la mort.

### ■ 3. Les signes d'alerte

La gravité de l'intoxication et son évolution sont fonction de la concentration en CO de l'air ambiant et de la durée d'exposition. Les symptômes d'une intoxication aiguë débutante sont peu alarmants, d'une grande banalité, et extrêmement variables d'une personne à

l'autre. Le début est marqué par une sensation de malaise général, fatigue, maux de tête (précoces et caractéristiques de l'intoxication au CO), vertiges, bourdonnements d'oreille, troubles de la vision, de l'audition, somnolence, impression d'ivresse, signes digestifs tels que nausées et vomissements. La phase d'état se manifeste à partir d'une certaine concentration de CO dans l'air ambiant. Les symptômes s'aggravent : l'impression d'ivresse s'accroît et s'accompagne d'une véritable torpeur. L'intoxiqué a les jambes " en coton " qui ne le portent plus et ne lui permettent pas d'échapper à l'atmosphère

toxique; il perd connaissance et, si personne ne vient lui porter secours, l'intoxication peut être fatale en moins d'une heure.

L'intoxication chronique liée à des expositions répétées et prolongées à des faibles concentrations de CO peut se manifester par des maux de tête tenaces, maximaux le soir et non calmés par les antalgiques habituels, une fatigue générale, des troubles digestifs... Ces signes disparaissent en quelques semaines après arrêt de l'exposition au toxique. La valeur moyenne d'exposition (V.M.E.) pour 8 heures, retenue en France est de 50 ppm.

**Tableau 1a : Toxicité du CO pour l'homme**

| CO<br>(en ppm) | Durée<br>d'exposition | HbCO*<br>(%) | Symptômes                |
|----------------|-----------------------|--------------|--------------------------|
| 50             | 8 h                   | 10           | néant                    |
| 200            | 2 h                   | 20           | légers                   |
| 1 000          | 1 h                   | 40           | fatigue extrême, nausées |
| 1 000          | 2 h                   |              | décès                    |
| 4 000          | 1 h                   |              | décès                    |
| 10 000         | 1 minute              | 85-90        | décès en 1 à 3 mn.       |

\* Dosage de la carboxyhémoglobine (normale < 1%)

**Tableau 1b : Toxicité du CO pour le poussin\***

| CO<br>(en ppm) | Durée<br>d'exposition | Effets<br>(%)         |
|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 160            | 7 jours               | sans effets apparents |
| 600            | 30 minutes            | toxique               |
| 2 000 à 3 600  | 1 h 30 à 2 h          | mortel                |

\* par inhalation

### ■ 4. Risque maximal l'hiver

En élevage avicole, le risque est maximal l'hiver, durant la phase de préchauffage du bâtiment et la première semaine d'élevage. C'est en effet durant cette période que la production de chaleur est la plus forte et la ventilation la plus faible.

## II - Matériel et méthodes

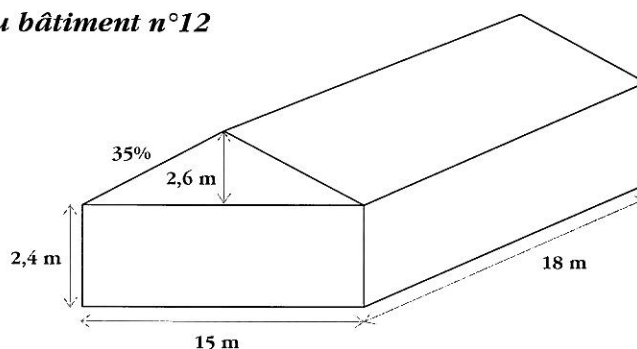
### ■ 1. Dispositif expérimental

Pour réaliser ces essais, on dispose d'un bâtiment d'élevage construit en 1992 (bât. n°12), à ventilation dynamique par extra-

ction haute, divisé en 2 salles cimentées et une salle en terre battue. Les essais sont réalisés dans les deux salles cimentées, recouvertes d'une litière de copeaux (8 kg/m<sup>2</sup>) pour assurer une bonne isolation du sol. Les caractéristiques générales des salles sont les suivantes :



**Figure 1 : Caractéristiques des salles du bâtiment n°12**



Le volume de chaque salle est d'environ 1 000 m<sup>3</sup>; elles sont étanches et bien isolées.

La ventilation appliquée au cours des essais est assurée par un ventilateur de 3 000 m<sup>3</sup>/h fonctionnant sur un doseur cyclique (durée de cycle : 300 s). Le système de chauffage utilisé est toujours (sauf dernier essai) un aérotherme de 30 kW par salle (démarrage en ambiance) installé à 2 m de hauteur.

Tous les essais sont conduits en

dehors de la présence des animaux.

Un essai complémentaire (comparaison aérotherme/radiants) est conduit dans un autre bâtiment présentant sensiblement le même agencement (3 salles sur sol cimenté, de 360 m<sup>2</sup> chacune) et le même type de ventilation (dynamique par extraction haute). Ce bâtiment (bât. n°11) construit en 1984, est cependant moins étanche et moins bien isolé que le précédent.

## ■ 2. Les essais réalisés

### 2.1. Les régimes de dépollution

L'essai n°1 se déroule du 15.01.97 à 19 h au 17.01.97 à 8 h.

Il comprend une période de préchauffage (température de consigne : 33°C) sans ventilation (d'environ 14 h), puis la comparaison des deux régimes de dépollution suivants :

|   | Salle 1   | Salle 2   |
|---|---|---|
| Débit de ventilation<br>(appliqué le 16/01/97 à 9h) | 50 s par cycle de 300 s<br>du ventilateur de 3 000 m <sup>3</sup> /h<br><b>soit 500 m<sup>3</sup>/h</b><br>(1/2 volume de la salle/h) | 25 s par cycle de 300 s<br>du ventilateur de 3 000 m <sup>3</sup> /h<br><b>soit 250 m<sup>3</sup>/h</b><br>(1/4 volume de la salle/h) |

### 2.2. Les régimes de ventilation

L'essai n°2 se déroule du 21.01.97 à 8 h au 24.01.97 à 18 h ; il comprend une période de préchauffage sans ventilation (d'environ

24 h), puis une alternance de cycles de dépollution (1 volume de la salle/heure appliqué durant plusieurs heures) et de cycles de ventilation à différents régimes

(10 %, 20% ou 30% du volume de la salle par heure), comme indiqué dans le tableau suivant; la température de consigne est toujours fixée à 33°C.

| Date             | 21.01.97<br>22.01.97<br>8h30 → 8h30     | 22.01.97<br>9h → 18h              | 22.01.97<br>23.01.97<br>19h → 9h            | 23.01.97<br>10h → 14h             | 23.01.97<br>24.01.97<br>14h → 9h            | 24.01.97<br>9h → 14h              | 24.01.97<br>14h → 18h                       |
|------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|
| Salles<br>1 et 2 | Préchauffage<br><b>sans ventilation</b> | Dépol.<br>1 vol.<br>de la salle/h | Ventil.<br><b>10% vol.</b><br>de la salle/h | Dépol.<br>1 vol.<br>de la salle/h | Ventil.<br><b>20% vol.</b><br>de la salle/h | Dépol.<br>1 vol.<br>de la salle/h | Ventil.<br><b>30% vol.</b><br>de la salle/h |



L'essai n°3 a lieu du 30.01.97 à 10 h au 31.01.97 à 17 h; la période de préchauffage s'effectue cette fois par paliers successifs (19°C, 26 °C, 33°C) et une ventilation minimale de 20% du volume de la salle (200 m³/h) est appliquée durant toute la période de préchauffage.

### 2.3. les appareils de chauffage

L'essai n°4 se déroule du 03.02.97 à 17 h au 04.02.97 à 8h30. Il comprend une période de préchauffage sans ventilation (d'environ 15 h), avec une température de consigne fixée à 33°C dans les 2 salles. La salle 1 est équipée d'un aérotherme d'une puissance de 30 kW âgé

de 5 ans et la salle 1 d'un aérotherme neuf du même type et de la même marque.

L'essai n°5 a lieu dans le bâtiment n°11, du 10.02.97 à 9 h au 11.02.97 à 9 h. Il consiste en une période de préchauffage sans ventilation de 24 h, avec deux types d'appareils de chauffage : un aérotherme de 30 kW en salle 1 et 8 radiants de 3,5 kW chacun en salle 2.

|                           | Salle 1  | Salle 2  |
|---------------------------|--|--|
| Type de chauffage utilisé | 1 aérotherme de 30 kW<br>T° Consigne = 34 °C<br>Chauffage d'ambiance | 8 radiants de 3,5 kW chacun<br>T° Consigne = 29°C<br>(38 °C sous radiant)<br>Chauffage semi-ambiance |

### 3. Les contrôles effectués

Différents appareils de mesure équipent chacune des salles et sont utilisés pour connaître :

- la température à l'intérieur et à l'extérieur des salles (en °C),
- l'hygrométrie à l'intérieur et à l'extérieur des salles (en %),
- la concentration en O<sub>2</sub> (en %),
- la concentration en CO (en ppm),
- la consommation de propane (en m³).

#### 3.1. Températures et humidité

On utilise des sondes Tinytalk-Temp (- 37°C à 46 °C) pour les températures d'ambiance dans les salles et extérieures, et Tinytalk-RH (0% à 95%) pour l'hygrométrie; ces sondes sont programmées pour effectuer un enregistrement en continu des données toutes les 3 minutes.

#### 3.2. Concentrations en gaz

Deux détecteurs Multigas MX 21 de chez OLDHAM sont utilisés

pour mesurer les concentrations en gaz; ils sont placés à environ 1 m du sol, en milieu de salle, dans la zone de travail de l'éleveur (1ère ligne de pipettes) et équipés de cellules O<sub>2</sub> (0-30%, précision 0,1%) et de cellules CO (0-1000, précision 1 ppm); ils sont programmés pour un enregistrement en continu des données (toutes les 3 minutes) et régulièrement déchargés et réétalonnés (toutes les 8 à 10 h).

## III - Résultats et discussion

### 1. Les régimes de dépollution

#### 1.1. la phase de préchauffage

La période de chauffage sans ventilation, se caractérise par

une montée rapide de la température dans les deux salles (+ 1,9°C/h), une accumulation excessive de monoxyde de carbone et une chute progressive du taux d'oxygène, comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 2a : Principaux résultats de l'essai n°1 - préchauffage

|                        | Salle 1   | Salle 2  |
|------------------------|---|--|
| Taux de CO (ppm)       | max. 78 ppm à 6h30  | max. 46 ppm à 7h30                                   |
| Taux d'oxygène (%)     | chute de 20,9% à 19,7%  | chute de 20,8% à 19,5%.                              |
| Température intérieure | progressive de 9,7°C à 32,5°C en 12 h, soit + 1,9°C/h           | progressive de 10°C à 31,1°C en 12 h, soit + 1,8°C/h |
| Température extérieure | varie de 6,2°C à 19h, à 4°C à 8h, avec un min. de 3,5°C (à 6 h) |  |
| Propane consommé       | 3,8 m³  | 2,9 m³   |



Durant cette période de montée en température (19h au lendemain matin 8h), les taux d'oxygène et de monoxyde carbone sont très liés ( $r = -0,96$  en salle 1 et  $-0,98$  en salle 2), ainsi que le taux de monoxyde de carbone et la température ambiante ( $r = 0,99$  en salle 1 et  $0,97$  en salle 2).

Les niveaux maximaux de monoxyde de carbone diffèrent beaucoup entre les deux salles (respectivement 78 ppm en salle 1 et 46 ppm en salle 2), de même que la consommation de

gaz nettement plus forte de l'aérotherme de la salle 1 (entretien, usure, rendement de l'appareil).

### 1.2. La période de dépollution

Au cours de la période de dépollution, les 2 régimes de ventilation appliqués (1/4 et 1/2 volume de bâtiment par heure) permettent de faire chuter le taux de monoxyde de carbone de manière très significative : environ 3 fois moins en l'espace de 7 heures. Cependant, il reste

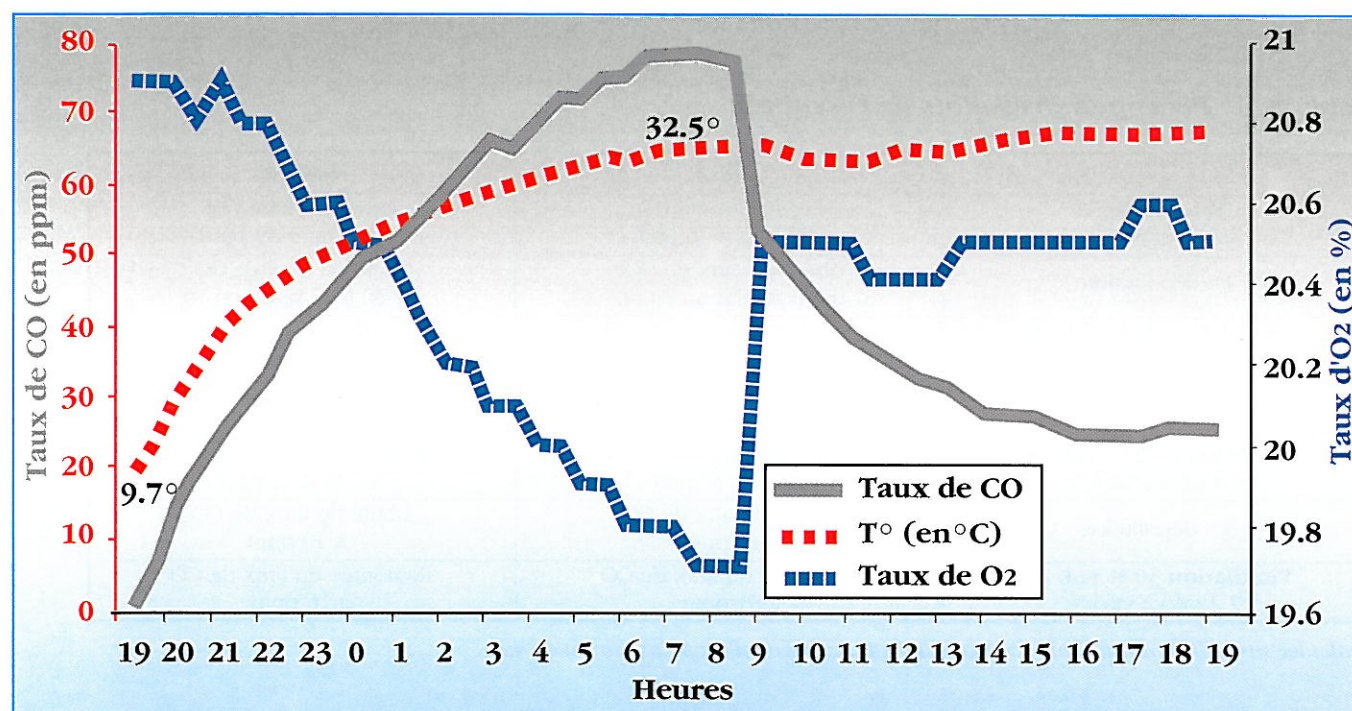
des traces de monoxyde de carbone dans les 2 salles même après plusieurs heures de ventilation. La concentration en oxygène dans les salles remontent sensiblement et même très rapidement dans le cas du régime de dépollution le plus fort (1/2 volume de bâtiment par heure), sans jamais retrouver cependant son niveau initial. Pour ces 2 régimes de ventilation, nous enregistrons une baisse d'environ  $1^{\circ}\text{C}$  de la température qui se prolonge durant 5 à 6 h.

**Tableau 2b : Principaux résultats de l'essai n°1 - dépollution**

|                        | Salle 1 (500 m <sup>3</sup> /h)   | Salle 2 (250 m <sup>3</sup> /h)                                  |
|------------------------|---|--|
| Taux de CO (ppm)       | chute de 77 à 24 ppm, après 7 h de ventilation  | chute de 43 à 15 ppm, après 7 h de ventilation                   |
| Taux d'oxygène (%)     | remonte de 19,7% à 20,5 %   | remonte de 19,5% à 20%   |
| Température intérieure | légère baisse ( $-0,9^{\circ}\text{C}$ ), suite à la ventilation                                      | légère baisse ( $-0,8^{\circ}\text{C}$ ), suite à la ventilation |
| Température extérieure | varie de $4^{\circ}\text{C}$ à $8^{\circ}\text{C}$ , avec un max. de $12^{\circ}\text{C}$ (vers 15 h) |  |
| Propane consommé       | 7 m <sup>3</sup>  | 5,2 m <sup>3</sup>   |

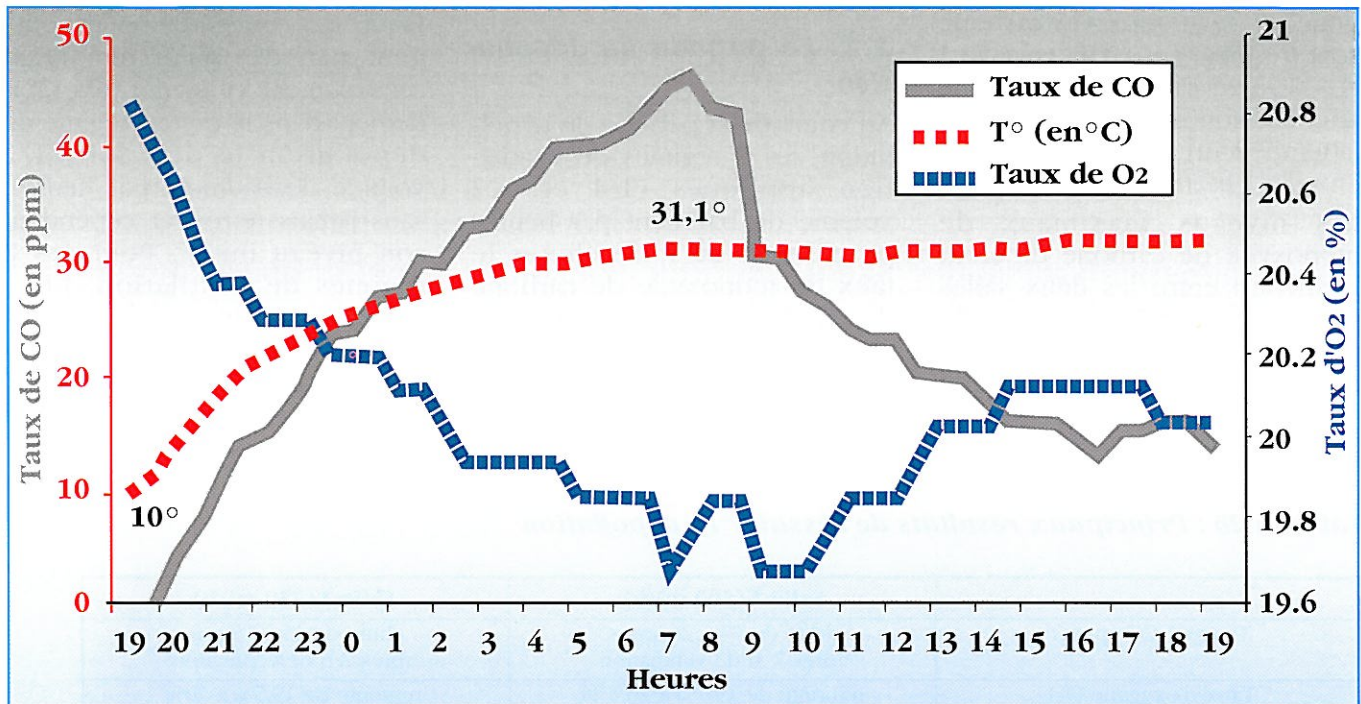
**Figure 2 : Résultats de l'essai n°1 en salle 1**

Régime de dépollution 1/2 volume de la salle/heure





**Figure 3 : Résultats de l'essai n°1 en salle 2**  
**Régime de dépollution 1/4 volume de la salle/heure**



## ■ 2. Les régimes de ventilation

### 2.1. Le préchauffage continu

Les principaux résultats de l'essai n°2 sont présentés sous forme de tableau en suivant l'ordre chronologique des différents régimes de ventilation mis en place :

**Tableau 3 : Principaux résultats de l'essai n°2**

|  | Salle 1   | Salle 2   |
|--|---|---|
| Préchauffage sans ventilation                        | Production de CO<br>CO max. = 70 ppm              | Production de CO<br>CO max. = 39 ppm              |
| 1 <sup>re</sup> dépollution                          | Chute du taux de CO,<br>de 61 à 10 ppm en 5h      | Chute du taux de CO,<br>de 30 à 10 ppm en 4h      |
| <b>Ventilation 10% vol. /h</b><br>0,4 m³/kg vif/h *  | Remontée du taux de CO,<br>de 14 à 51 ppm en 11 h | Remontée du taux de CO,<br>de 13 à 29 ppm en 11 h |
| 2 <sup>me</sup> dépollution                          | Chute du taux de CO<br>à 24 ppm en 4 h            | Chute du taux de CO<br>à 10 ppm en 4 h            |
| <b>Ventilation 20 % vol. /h</b><br>0,8 m³/kg vif/h * | Remontée du taux de CO<br>de 20 à 37 ppm          | Remontée du taux de CO<br>de 10 à 23 ppm          |
| 3 <sup>me</sup> dépollution                          | Chute du taux de CO<br>à 21 ppm                   | Chute du taux de CO<br>à 10 ppm                   |
| <b>Ventilation 30 % vol. /h</b><br>1,2 m³/kg vif/h*  | Remontée du taux de CO<br>à 31 ppm                | Remontée du taux de CO<br>à 16 ppm                |

\*calculée sur la base d'une densité départ de 24 poussins/m² d'un poids moyen de 42 g.



Au cours de la période de chauffage sans ventilation, on observe comme dans l'essai précédent, une accumulation excessive de monoxyde de carbone (70 ppm en salle 1 et 39 ppm en salle 2) et une chute conséquente du taux d'oxygène liée au confinement. Les concentrations maximales de monoxyde de carbone diffèrent entre les deux salles, pour une consommation de gaz cette fois quasi-identique (respectivement 5,8 m<sup>3</sup> en salle 1, contre 5,6 m<sup>3</sup> en salle 2).

L'application d'un premier cycle de dépollution (1 volume de bâtiment par heure) permet de faire chuter de façon très importante le taux de monoxyde de carbone en quelques heures, mais la température d'ambiance des salles diminue de 4 à 5°C.

Le premier régime de ventilation appliqué (10% du volume du

bâtiment par heure), couramment employé lors de démarrage de lots d'été, paraît nettement insuffisant en hiver puisque, les taux de monoxyde de carbone remontent progressivement à des valeurs élevées (51 ppm en salle 1).

Le second régime de ventilation testé (20% du volume du bâtiment par heure) apparaît comme plus satisfaisant. Le troisième régime testé (30% du volume du bâtiment par heure) ne semble pas apporter un avantage décisif puisqu'il y a de nouveau rapidement remontée du taux de monoxyde de carbone.

## 2.2. Le préchauffage par palier

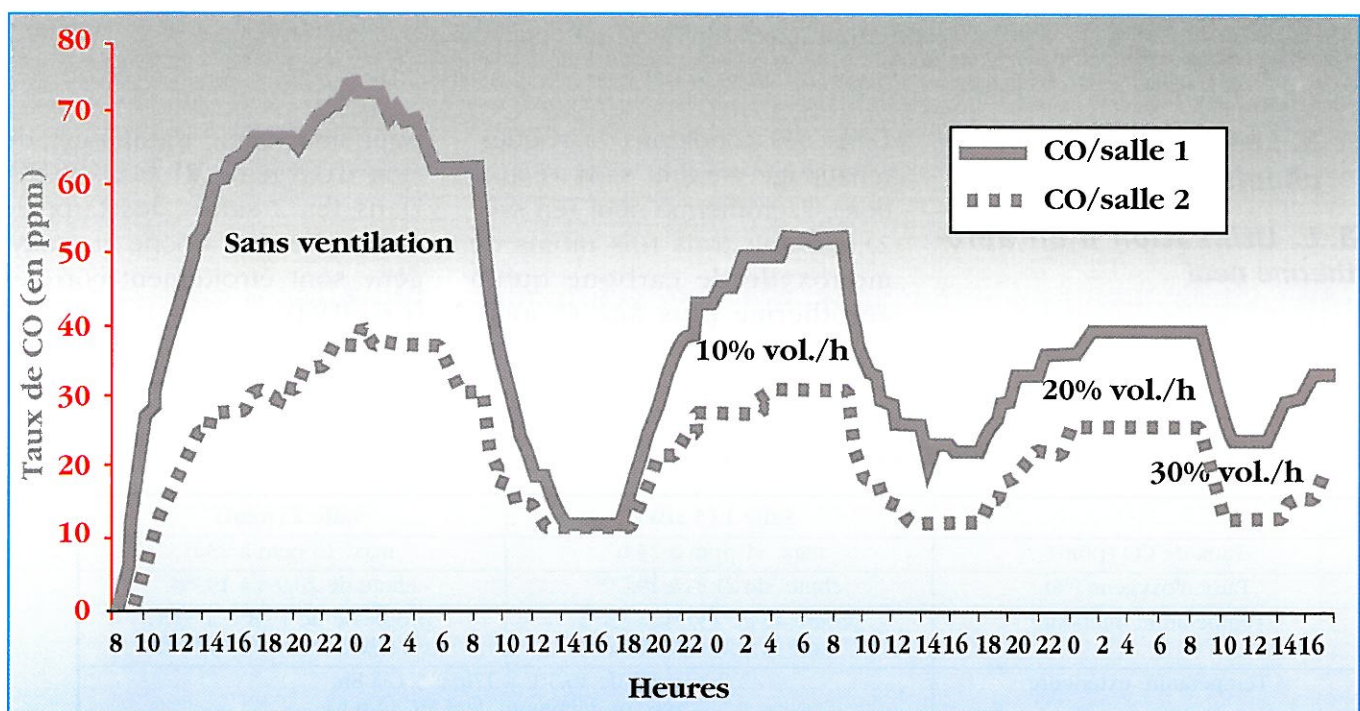
L'application d'un programme de préchauffage par paliers (19°C, 26°C, 33°C) sur une durée totale de 31 heures, avec une ventila-

tion minimum (20% du volume du bâtiment par heure) ne conduit pas à une accumulation excessive de monoxyde de carbone.

On observe comme dans les essais précédents une production de monoxyde durant la période de fonctionnement de l'aérotherme avec également baisse du taux d'oxygène, mais lorsque la température de consigne est atteinte, le taux de CO baisse légèrement et le niveau d'oxygène remonte.

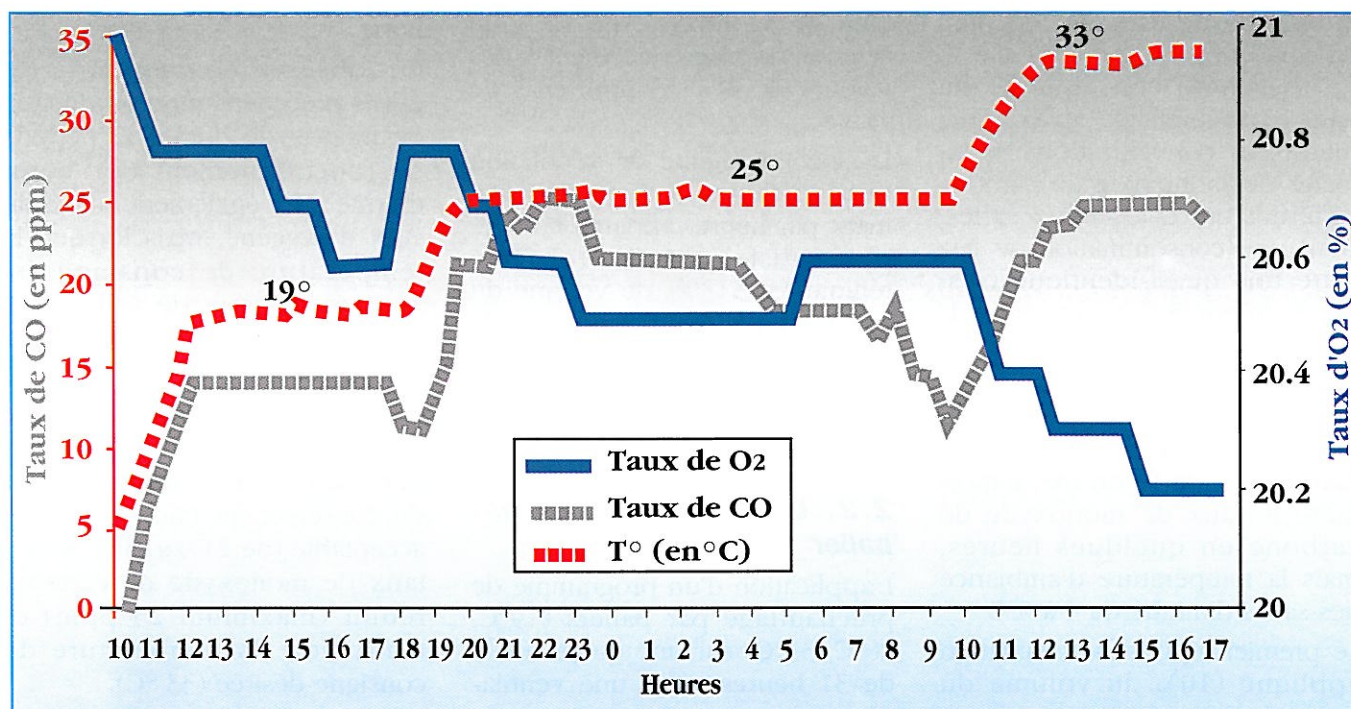
La mise en place des paliers de température et d'une ventilation minimale conséquente permet de conserver un taux d'oxygène acceptable (de 21% à 20,2 %), un taux de monoxyde de carbone réduit (maximum 25 ppm) et d'atteindre la température de consigne désirée (33 °C).

**Figure 4 : Résultats de l'essai n°2**  
**Les régimes de ventilation (10%, 20%, 30% du vol. de la salle)**





**Figure 5 : Résultats de l'essai n°3**  
**Préchauffage par palier avec ventilation minimale (20% vol. de la salle/h)**



### 3. Les appareils de chauffage

#### 3.1. Utilisation d'un aérotherme neuf

Dans des conditions "à risques" (chauffage continu sans ventilation), l'aérotherme neuf (en salle 2), produit trois fois moins de monoxyde de carbone qu'un aérotherme plus âgé (5 ans),

pour une même diminution du taux d'oxygène (21 % à 19,7%). Dans les 2 salles, les taux de monoxyde de carbone et d'oxygène sont étroitement corrélés ( $r = -0,92$ ).

**Tableau 5 : Principaux résultats de l'essai n°4**

|                        | Salle 1 (5 ans)   | Salle 2 (neuf)   |
|------------------------|---|--|
| Taux de CO (ppm)       | max. 51 ppm à 23 h  | max. 16 ppm à 23 h                                       |
| Taux d'oxygène (%)     | chute de 21 % à 19,7%   | chute de 20,9% à 19,7%.                                  |
| Température intérieure | progressive de 13,8°C à 33°C en 5 h, soit + 3,8°C/h                 | progressive de 13,8°C à 33°C en 4 heures, soit + 4,8°C/h |
| Température extérieure | varie de 10,5°C à 17h, à 3°C à 8h, avec un minimum de 3,5°C (à 6 h) |  |
| Propane consommé       | 4,5 m <sup>3</sup>  | 3,7 m <sup>3</sup>                                       |



Ces résultats illustrent l'incidence du vieillissement des appareils de chauffage sur le niveau de production de monoxyde de carbone, pour des appareils de même type et de la même marque; l'appareil neuf chauffe plus vite (+ 4,8°C/h contre 3,8 °C/h), consomme moins de gaz (3,7 m<sup>3</sup> de propane

contre 4,5 m<sup>3</sup> soit - 18%) et produit nettement moins de monoxyde de carbone (max. 16 ppm, contre 51 ppm).

### 3.2. Comparaison aérotherme/radiants

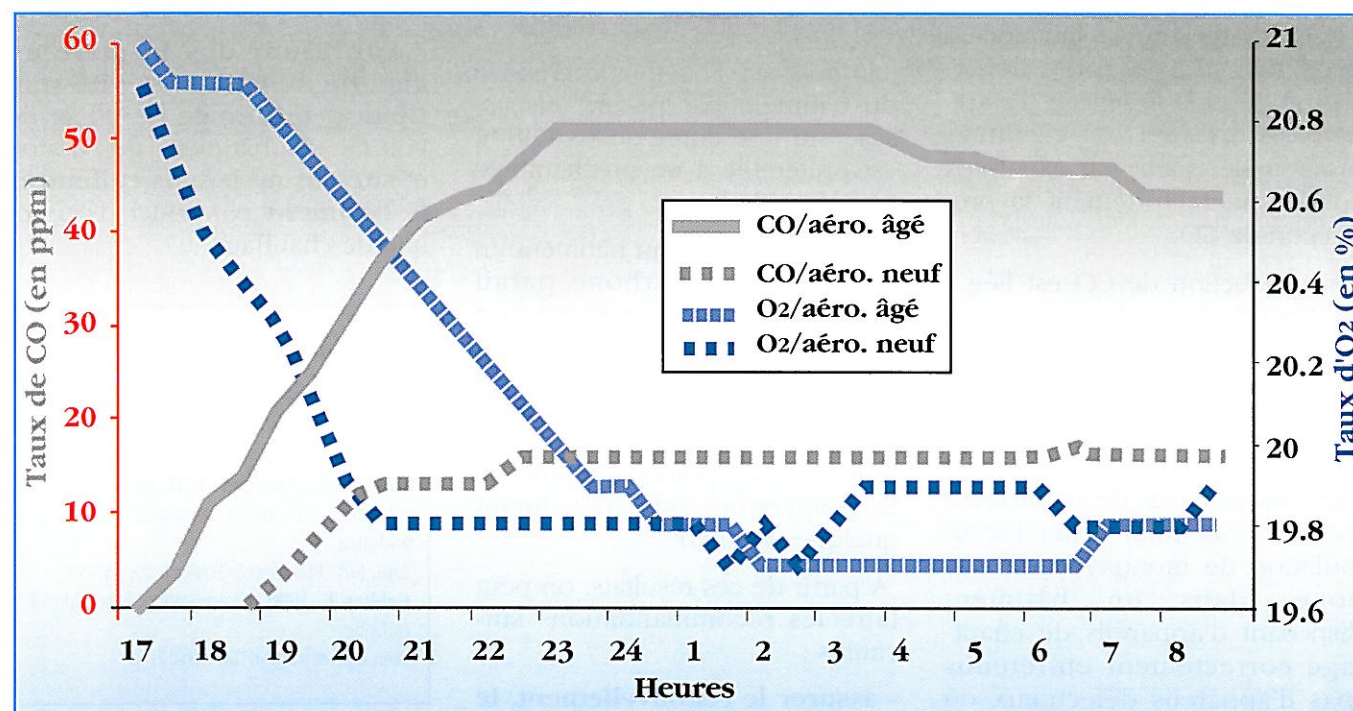
Lors d'un préchauffage de bâtiment, réalisé sans ventilation, on

retrouve sensiblement le même type d'évolution avec un aérotherme de 30 kW (ambiance pure) ou 8 radiants de 3,5 kW (semi-ambiance) : accumulation de monoxyde de carbone dans les salles, chute importante du taux d'oxygène liée au confinement.

**Tableau 6 : Principaux résultats de l'essai n°5**

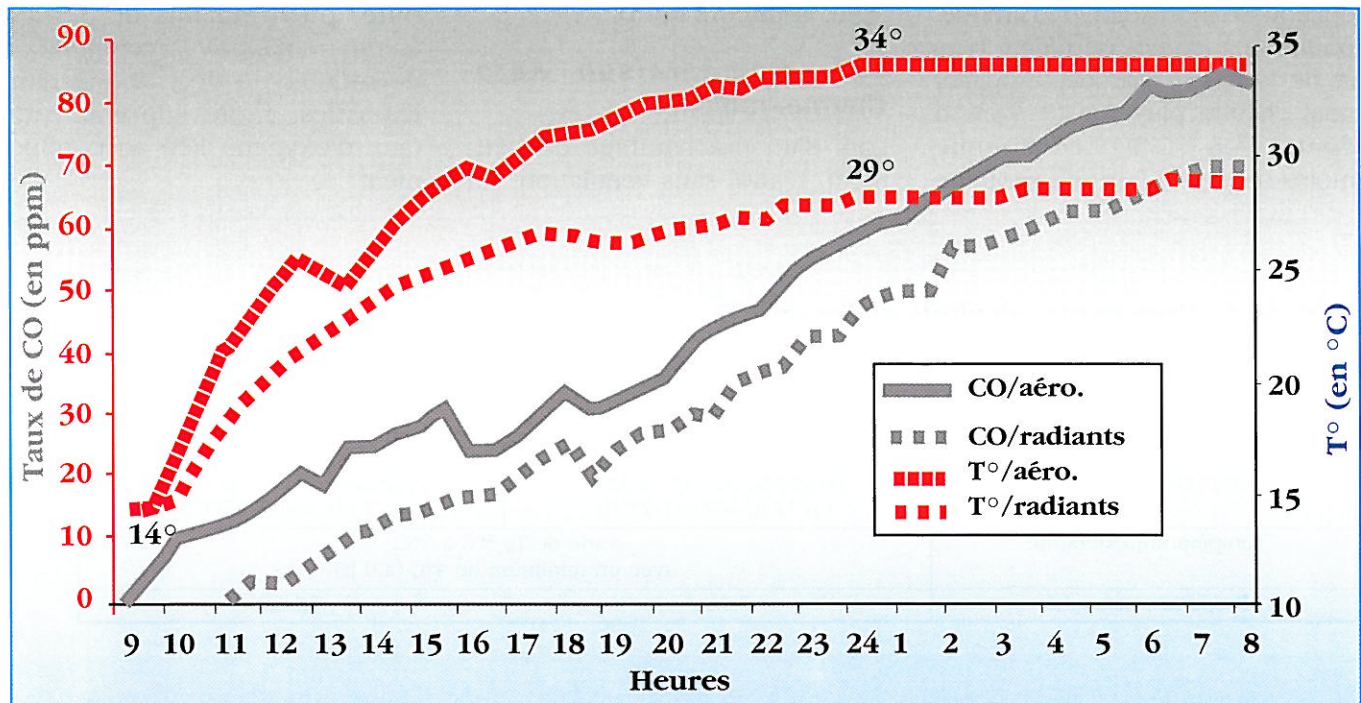
|                        | Salle 1 (aérotherme)                                  | Salle 2 (radiants)                                 |
|------------------------|---|--|
| Taux de CO (ppm)       | max. 85 ppm à 7h30                                    | max. 70 ppm à 7h                                   |
| Taux d'oxygène (%)     | chute de 20,8 % à 19,1%                               | chute de 20,9% à 18,7%                             |
| Température intérieure | progresse de 14°C à 33°C en 12 h, soit + 1,6°C/h      | progresse de 13,8°C à 29°C en 21 h, soit + 0,7°C/h |
| Température extérieure | varie de 10,5°C à 5°C, avec un minimum de 4°C (à 0 h) |  |
| Propane consommé       | 7,0 m <sup>3</sup>                                    | 5,1 m <sup>3</sup>                                 |

**Figure 6 : Résultats de l'essai n°4**  
**Comparaison aérotherme neuf/aérotherme âgé de 5 ans**





**Figure 7 : Résultats de l'essai n°5**  
**Comparaison aérotherme/radiants**



## Conclusion

Ces essais originaux conduits dans les bâtiments du CNEVA-Ploufragan, démontrent que :

- le degré d'usure (notamment la présence d'appareils défectueux), l'âge et le niveau d'entretien des appareils de chauffage (empoussièrément par exemple), conditionnent fortement la production de CO.

- la production de CO est liée à la chute du taux d'oxygène dans la salle d'élevage; le confinement, par manque de renouvellement d'air, favorise la production de CO et son accumulation.

- le taux minimal de renouvellement de l'air pour éviter l'accumulation de monoxyde de carbone, dans un bâtiment disposant d'appareils de chauffage correctement entretenus (pas d'appareils défectueux ou

vétustes), se situe à au moins 20 % du volume du bâtiment renouvelé par heure (ce qui correspond à un débit de 0,8 m³/h/kg vif à la mise en place en poulet), soit 800 m³/h pour un poulailler standard de 1 000 m² de surface et 4 000 m³ de volume.

- la mise en chauffe progressive du bâtiment par paliers successifs, sur une durée de 36 à 48 h, est préférable à un préchauffage rapide en 24 h.

- la dépollution d'un bâtiment en monoxyde de carbone paraît envisageable, mais nécessite un débit de renouvellement de l'air conséquent (de l'ordre d'1/2 volume du bâtiment par heure), difficilement compatible avec la présence des poussins (chute de la température ambiante durant quelques heures).

A partir de ces résultats, on peut faire les recommandations suivantes :

- **assurer le renouvellement, le**

**contrôle et l'entretien des appareils de chauffage** (radiants ou aérothermes à gaz),

- **préchauffer le bâtiment par paliers successifs sur 36 à 48 h minimum** (notamment l'hiver),

- **appliquer dès la mise en chauffe du bâtiment, une ventilation minimale** de 20 % du volume du bâtiment par heure, et **surtout ne jamais calfeutrer le bâtiment** par souci d'économie de chauffage.

### Références :

- Schmid, A. 1976.** Anorganische Umweltgifte. Wiener Tierärztliche Monatsschrift vol. 63 (8/9) : 240-250, 252.
- Laties, V.G., Merigan, W.H. 1979.** Behavioral effects of carbon monoxide on animals and man. Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol. 19: 357-392.
- Gabbay F. 1996.** L'intoxication à l'oxyde de carbone. Bien être et santé n°137: 16-17. ●