



Le risque monoxyde de carbone (CO) en élevage avicole

Le risque d'intoxication au monoxyde de carbone (CO) est souvent méconnu en agriculture. Il concerne pourtant de nombreux secteurs d'activité : aviculture, élevage de petits animaux, endiveries, horticulture...

C'est un risque la plupart du temps sous-estimé, car si une intoxication peut se traduire par de simples maux de tête, elle peut aussi s'avérer mortelle.

La production de monoxyde de carbone est bien souvent le résultat d'un dysfonctionnement. L'entretien, le contrôle et la maintenance des installations et des matériels doivent permettre de prévenir ce risque.

Il est également indispensable que le personnel soit informé du risque et de la conduite à tenir en cas d'incident.



1. Le risque monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone (ou oxyde de carbone) est caractérisé par le symbole CO. Il ne faut pas le confondre avec le dioxyde de carbone ou gaz carbonique (CO₂).

1.1 Caractéristiques

C'est un gaz incolore, inodore, non irritant qui se répand très facilement dans l'air. Ce gaz nocif résulte d'une combustion de mauvaise qualité (appareils de chauffage, moteurs thermiques...).

Il est à peine plus léger que l'air.

1.2 Toxicité

Le monoxyde de carbone (CO) pénètre exclusivement par voie respiratoire. Il se fixe à l'hémoglobine du sang à la place de l'oxygène de l'air et entraîne une insuffisance d'oxygénation des organes, le cœur et le cerveau étant les plus sensibles. Un dosage sanguin spécifique permet d'évaluer le degré d'intoxication.

Le CO est plus toxique pour l'homme que pour les poussins. L'intoxication est à la fois fonction de la concentration et de la durée d'exposition.

Quelques points de repère

CO (ppm*)	Durée d'exposition	Symptômes constatés
Homme		
50 ppm	8 heures	Pas de signe apparent
200 ppm	2 heures	Légers : maux de tête, nausées
1000 ppm	1 heure	Perte de connaissance, coma
2000 ppm	1 heure	Décès
Poussin		
160 ppm	7 jours	Pas d'effet apparent
600 ppm	30 mn	Toxique
2000 à 3600 ppm	1h30 à 2h00	Mortel

*Le ppm (partie par million) est l'unité de mesure utilisée par les appareils de détection de CO

Pour l'homme en fonction de ces données, la VME (valeur moyenne d'exposition)¹ pour le CO a été fixée à 50 ppm, seule valeur pour laquelle le danger semble limité.

La toxicité peut prendre plusieurs formes, les effets peuvent être variables d'une personne à une autre :

1/ *Forme aiguë*

Les signes cliniques sont variés, associant des maux de tête, une fatigue progressive, des vertiges, des nausées et vomissements, des troubles visuels, une perte de connaissance brève, une augmentation de la fréquence cardiaque, des convulsions.

Dans les formes les plus graves, on constate une détresse respiratoire, un coma et le décès. Trois évolutions sont possibles :

- une guérison sans séquelles,

(1) La VME est une valeur fixée dans la circulaire du 19 juillet 1982 du ministère de l'agriculture conformément à l'article R. 232-5-5 du code du travail. Elle correspond à la concentration pondérée de monoxyde de carbone (CO) dans l'air que peut respirer sans danger une personne huit heures par jour, 40 heures par semaine et sur de longues périodes (mois, années).

- des séquelles après coma :
sévères (troubles mentaux, troubles de la marche ou de la parole),
légères (fatigue, troubles de la mémoire, maux de tête), possibilité
d'apparition de complications neurologiques ou psychiatriques un mois
environ après l'intoxication (sans trouble apparent pendant ce délai),
- le décès.

2/ *Forme chronique*

Les signes sont souvent discrets, rythmés par les périodes de travail, disparaissant le week-end ou pendant les congés.

On retrouve notamment :

- des maux de tête rebelles,
- une fatigue persistante,
- des vertiges,
- des troubles de la mémoire et de la vision,
- un syndrome dépressif...

Remarque :

Certaines personnes ont un risque accru pour des doses plus faibles :

- la femme enceinte, dès 50 ppm pour le fœtus,
- les personnes souffrant de problèmes cardiaques (insuffisants coronariens),
- les insuffisants respiratoires.

1.3 *Traitement*

Il est basé sur un apport d'oxygène (air libre, masque à oxygène ou caisson hyperbare selon la gravité des cas).

1.4 *Réparation*

L'intoxication professionnelle au monoxyde de carbone (CO) est indemnisée comme maladie professionnelle (tableau n° 40 du régime agricole)

Intoxication professionnelle par l'oxyde de carbone

Date de création : 15 janvier 1976

Dernière mise à jour : 21 août 1993 (décret du 19 août 1993)

Désignation de la maladie	Délai de prise en charge	Liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer la maladie
Syndrome associant céphalées, asthénie, vertiges, nausées, confirmé par la présence d'un taux d'oxyde de carbone > à 1,5 millilitres pour 100 millilitres de sang	30 jours	Travaux exposant aux émanations d'oxyde de carbone provenant d'origines diverses, notamment de foyers industriels, de gazogènes, d'appareils de chauffage ou de moteurs à allumage commandé tels que par exemple dans les champignonnières. Sont exclus les travaux effectués dans des locaux comportant des installations de ventilation telles que la teneur en oxyde de carbone vérifiée à hauteur des voies respiratoires est, de façon habituelle, inférieure à 50 cm ³ par mètre cube lorsque ces installations sont maintenues en état de bon fonctionnement et contrôlées au moins une fois par an par un organisme agréé dans les conditions prévues par l'article R.231-55 du code du travail.

Céphalées : maux de tête

Asthénie : fatigue

2. Les sources

2.1 Les gaz combustibles

Ils sont de deux catégories :

1/ Les gaz naturels provenant de Lacq, d'Algérie, de la Mer du Nord ou de Russie. Quelques élevages utilisent le gaz naturel quand ils sont à proximité du réseau de distribution. Cette énergie ne nécessite pas de stockage.

2/ Les gaz de pétrole : propane et butane sont les plus utilisés pour des raisons évidentes de facilité d'approvisionnement.

Ils sont stockés en citernes à proximité des bâtiments. L'implantation de la citerne doit obéir aux règles imposées par le règlement départemental concernant les I.C.P.E. (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement).

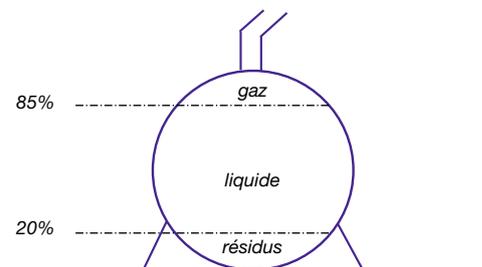
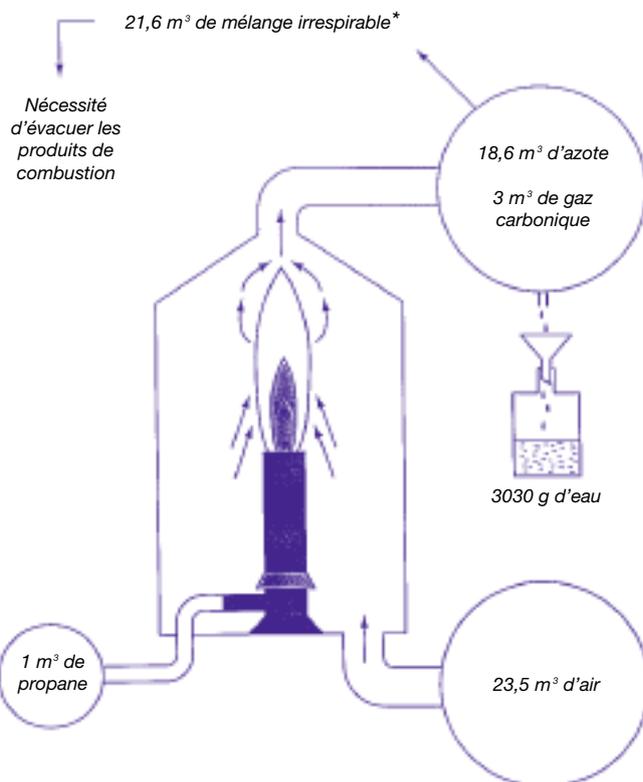
Le butane est moins utilisé que le propane, car il est difficile d'emploi en période hivernale.

Le schéma ci-dessous met en évidence les produits de combustion du propane.

Le stockage des gaz répond à certaines obligations :

- Obligation du livreur. Il doit être présent en permanence pendant toute la durée de l'opération de remplissage et ne doit jamais remplir la citerne à plus de 85 % de sa capacité (du gaz en gouttelettes arriverait aux brûleurs et générerait ainsi un risque de dysfonctionnement),

- Obligation de l'éleveur. Le niveau de gaz ne doit jamais descendre à moins de 20 % de la capacité de la citerne, ceci pour éviter de brûler des résidus de gaz très dangereux et très toxiques. L'éleveur doit faire vidanger la citerne l'été.



* pour 1 m³ de gaz de Lacq, cette valeur tombe à 9 m³ de mélange irrespirable

Produits de combustion du propane

2.2 Les modes de chauffage au gaz

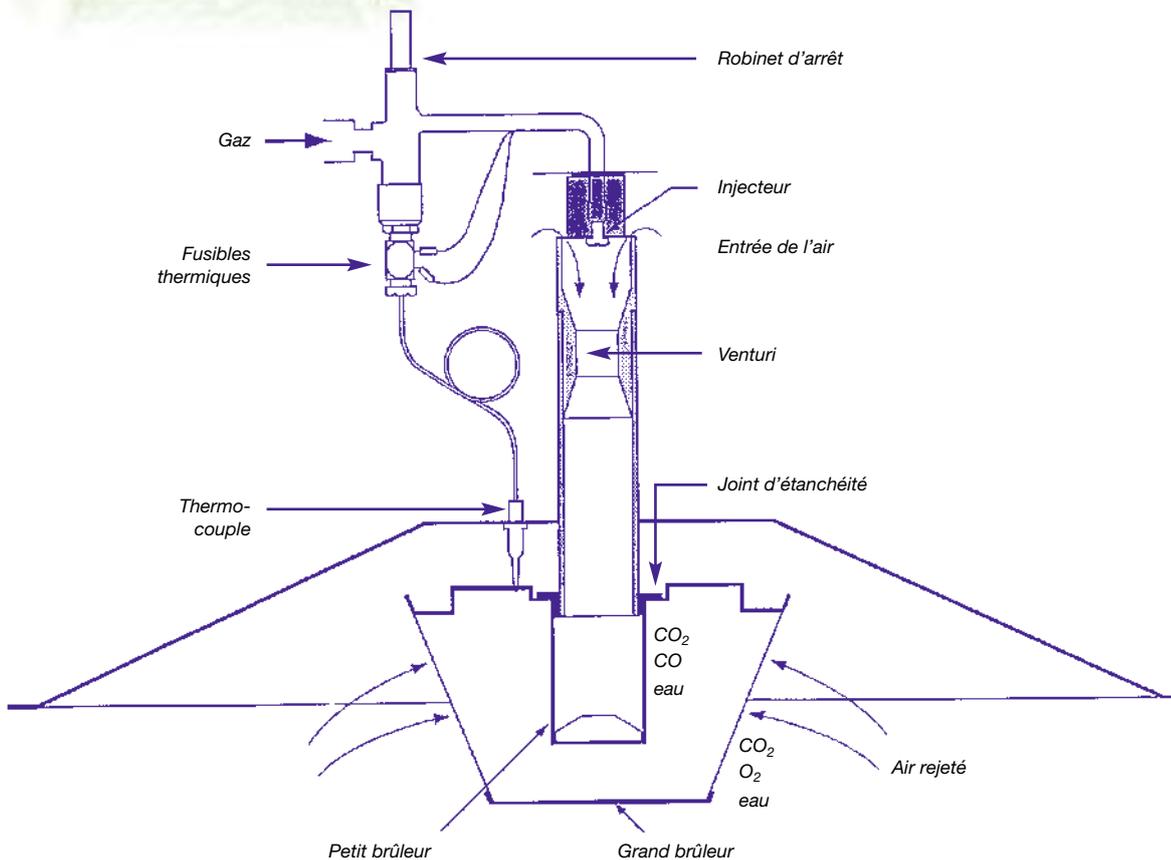
On distingue deux types de chauffage : le chauffage localisé et le chauffage d'ambiance.

1/ Le chauffage localisé

Il est obtenu par procédé de rayonnement (c'est-à-dire qui chauffe une surface limitée). Il est assuré par des radiants. On le rencontre généralement dans les bâtiments peu étanches. Différents types de radiants peuvent être décrits :

- Les émetteurs à infrarouge de type radiants à surface métallique (*schéma*) sont les plus fréquemment utilisés, ils génèrent une chaleur par rayonnement vers le sol.

Ils peuvent être équipés ou non d'un filtre à air. Les radiants avec filtre comportent un seul brûleur. Les autres sont munis de deux brûleurs : un petit assure la première combustion, un grand assure une post combustion qui élimine complètement les résidus non détruits à la première combustion.



Radiant métallique

- Les radiants à surface céramique, qui produisent la chaleur par rayonnement.

Tous les appareils doivent être équipés d'un robinet d'arrêt et de deux sécurités :

- un thermocouple qui coupe automatiquement l'alimentation en gaz dès que la veilleuse s'éteint,
- un fusible thermique qui coupe le gaz en cas de surchauffe.

2/ Le chauffage d'ambiance

Il est obtenu par procédé de convection (on chauffe l'air) et agit sur tout le volume du bâtiment.

- Les radiants placés à plus grande hauteur (environ 2,5 m du sol) assurent un pseudo chauffage d'ambiance
- Les générateurs à air chaud direct ou canons (*photo*) qu'il est souhaitable de raccorder à une prise d'air extérieure (pour une meilleure combustion)
- Les aérothermes extérieurs encore rares en bâtiment d'élevage.

Dans les constructions ou travaux de rénovation, il faudra s'orienter préférentiellement vers des systèmes à prise d'air extérieure, ou mieux, totalement extérieurs.



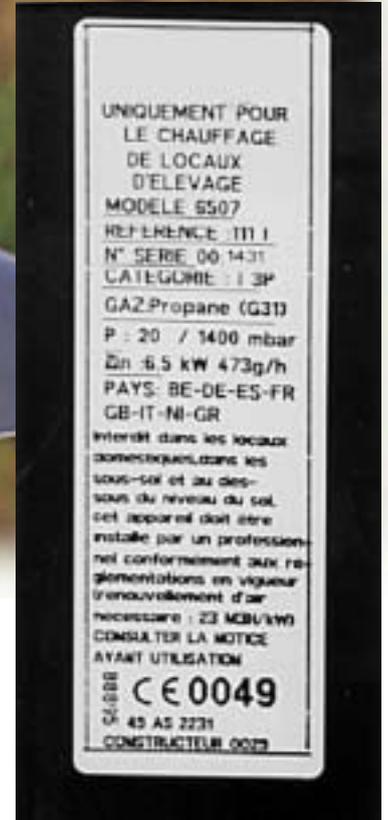
Aérotherme

**Tableau comparatif
des différents types de chauffage**

APPAREILS	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Radiants	Chaleur par rayonnement : - Idéale pour démarrage de bandes - Chauffage plus souple	- Installation complexe - Ventilation importante - Entretien (nettoyage) journalier : dépoussiérage, pyrolyse
Métalliques	Système plus économique	- Métallique : aluminium déconseillé Dégradation rapide des appareils => chaleur moins homogène => production de CO plus importante
Céramiques	Moins de risque de production de CO	- Céramique : fragile en cas de surchauffe, choc ou contact avec l'eau
Canons	- Chauffage rapide - Moins de risque d'incendie - Si prise d'air extérieure : réduction des gaz toxiques dans le bâtiment	Mêmes risques que les radiants en matière de CO en l'absence de prise d'air extérieure - pollution plus rapide - coût plus élevé
Aérothermes extérieurs	- Chaleur ambiante homogène - Installation simplifiée - Pas de production de CO	- Coût énergétique élevé - Problème en cas de panne : plus de chauffage dans le bâtiment.



Radiant neuf



3/ La certification

Depuis le 1^{er} janvier 1996, tous les appareils de chauffage doivent être certifiés conformes à la norme européenne CE0049 pour les 15 pays de l'union, et doivent faire l'objet d'un marquage CE pour la vente et CE + FR pour une utilisation en France.

2.3 Les raccordements

Les raccordements des appareils de chauffage sont régis par normes spécifiques concernant les raccords et les flexibles.

En élevage, il est conseillé d'utiliser des raccords rapides pour des raisons de facilité d'utilisation et de sécurité. En cas de raccord vissé, il est impératif de changer les joints à chaque démontage et de les remplacer par des joints spécifiques au gaz utilisé.

Les tuyaux sont équipés en usine de leurs embouts (écrous, raccords rapides). Les sertissages réalisés sur le site de l'installation sont proscrits.

Les tuyaux flexibles, sur toute leur longueur, ne doivent en aucun cas :

- entrer en contact avec une partie chaude ou être atteint par les flammes de l'appareil de chauffage,
- être sur le passage des gaz de combustion (éviter les zones chaudes avec des températures supérieures à 60°C).

De plus, leur inclinaison doit être telle qu'aucune volaille ne puisse s'y poser.

2.4 Les engins à moteur thermique

Outre les appareils de chauffage en bâtiments d'élevage, les engins à moteur thermique peuvent être la cause d'intoxication au monoxyde de carbone et quelle que soit l'énergie utilisée : gaz ou hydrocarbures.

Il peut s'agir de tracteurs, de chargeurs télescopiques, de chariots élévateurs, de machines pour le ramassage des volailles...



Un moteur mal réglé peut entraîner une surproduction de CO et un risque d'intoxication identique à celui rencontré avec les appareils de chauffage, principalement quand le travail s'effectue portes fermées.

Deux précautions à prendre :

- contrôle et bon réglage des moteurs,
- ventilation optimale du bâtiment.

3. Les facteurs de risque

Plusieurs facteurs favorisent la production et l'accumulation de monoxyde de carbone (CO). On peut les regrouper en trois chapitres :

3.1 La conception des bâtiments

La présence de CO est directement liée au taux de renouvellement de l'air qui apporte l'oxygène nécessaire à une bonne combustion.

Il existe deux grandes catégories de bâtiments :

- les bâtiments à ventilation naturelle (ou statique), dont la ventilation se fait par tirage naturel ou par balayage latéral,
- les bâtiments à ventilation mécanique (ou dynamique), dont la ventilation s'effectue par extraction à l'aide de ventilateurs.

Plus l'étanchéité du bâtiment est importante plus la maîtrise des circuits et des débits d'air est possible. Cependant, le calfeutrage du bâtiment destiné à pallier ces défauts (puissance de chauffage limitée, isolation et étanchéité insuffisantes) conduit à un trop faible renouvellement d'air sans ventilation adéquate.

Par ailleurs, la limitation ou l'arrêt de la ventilation pendant la période de préchauffage pour obtenir une montée en température plus rapide à un moindre coût entraîne également une diminution du renouvellement d'air. Ces deux situations entraînent une accumulation de CO.

3.2 La maintenance des systèmes de chauffage

Deux éléments interviennent principalement :

1/ La vétusté des radiants

On considère qu'un radiant de plus de 5 ans ne peut plus assurer une combustion correcte. L'usure des grilles des radiants métalliques provoque une dégradation de la combustion.



2/ Le défaut d'entretien des radiants

Un encrassement des filtres et/ou des injecteurs ne permet plus d'assurer un mélange air/gaz dans des proportions satisfaisantes.

3.3 Les pratiques en élevage

Il existe des contraintes liées aux exigences de l'élevage et des pratiques favorisant la production et l'accumulation de CO.

1/ Contraintes inhérentes au type et au lieu de production

- Début de lot imposant des températures élevées pour les poussins.
- Conditions météorologiques défavorables (grand froid, vent violent...) abaissant la température. Elles nécessitent une augmentation de la puissance de chauffage. Le danger serait de calfeutrer le bâtiment.

2/ Conduite de l'élevage

- Stockage « désordonné » des radiants lors des vides sanitaires.
- Paillage du bâtiment avec des radiants déjà en place.
- Désinfection du bâtiment en présence des radiants.

Ces trois façons de faire, souvent occasionnées par des vides sanitaires trop courts, favorisent l'encrassement des radiants.

D'autres pratiques augmentent également le risque CO :

- l'absence d'entretien du système de ventilation.
- la rapidité du préchauffage...

4. La gestion du risque

4.1 Mesures techniques de prévention

En cas de projet de construction ou de rénovation d'un bâtiment chauffé par le gaz, il est primordial d'intégrer, dès la conception, les facteurs favorisant la production et l'accumulation de CO, notamment la ventilation.

Les principes reposent sur une bonne étanchéité, une bonne isolation, l'installation d'une puissance de chauffage adaptée et surtout une régulation de la ventilation permettant d'obtenir dès le départ un renouvellement d'air suffisant. Le choix des appareils sera fait en tenant compte de la sécurité apportée.

1/ Moins produire de CO

La mise en place de l'installation

La puissance à installer doit être adaptée au bâtiment, sans être surestimée (en moyenne 85 à 100 W/m²). Le but est à la fois d'obtenir une température suffisante et un fonctionnement correct du système de chauffage : pour 1 kW de puissance, la combustion a besoin de 1,45 m³ d'air. Il est donc indispensable de faire réaliser un bilan thermique par un technicien compétent, qui déterminera le nombre et le type d'appareils à installer.

L'installateur doit fournir la notice d'utilisation des appareils (en français).

Il donnera également les conseils sur leur entretien et les vérifications périodiques à réaliser.

Les bonnes pratiques de fonctionnement et d'entretien

- Un préchauffage progressif par paliers sur une durée d'au moins 36 heures, associé à une ventilation suffisante, diminue la production de CO et réchauffe la litière.
- Dans le cadre de l'utilisation d'un chauffage d'ambiance, la régulation de la température du bâtiment devrait se faire par la modulation du nombre d'appareils en fonctionnement et non par la réduction de la puissance de chaque radiant.
- Tout appareil présentant un dysfonctionnement (bruit, surchauffe de la grille...) doit être arrêté immédiatement. Pour rappel, les appareils d'appoint portables ou mobiles sont proscrits.
- L'utilisateur doit respecter des règles d'entretien précises :

- Pendant la période d'utilisation, contrôle quotidien de l'encrassement du radiant :

- nettoyage quotidien du filtre à air si l'appareil en est équipé,
- sinon contrôle visuel de la grille et de la flamme (qui doit rester bleue) en cas d'anomalie, nettoyage mécanique de la grille avec une chiffonnette (la soufflette n'est pas efficace) ou automatique par pyrolyse,
- ne pas chercher à nettoyer en augmentant la pression du gaz.



- Entre chaque lot, sortie des radiants du bâtiment dès la fin de la période de chauffe et entretien complet avec démontage :
 - nettoyage du brûleur convergent/divergent,
 - vérification de l'absence de corps étrangers dans l'injecteur, nettoyage éventuel avec un produit dégraissant (type produit vaisselle) et une brosse douce,
 - vérification de la détection de flamme (thermocouple et état de la veilleuse),
 - vérification de l'écartement des électrodes d'allumage,
 - remplacement des pièces défectueuses,
 - remise en place des radiants après désinfection et paillage du bâtiment.
- En dehors des périodes de chauffage, stockage des appareils de chauffage (après nettoyage) dans un endroit sec.
- Il est obligatoire de faire vérifier l'installation de chauffage tous les trois ans par un technicien compétent ou un organisme habilité.
- Il ne faut pas hésiter à remplacer les appareils de chauffage de plus de 5 ans.

2/ Mieux ventiler

- Dès la période de préchauffage, le taux de renouvellement de l'air doit être au minimum de 20 % du volume du bâtiment par heure pour maintenir le taux de CO en dessous de 50 ppm.
- Il ne faut pas calfeutrer le bâtiment en obturant les entrées d'air (lanterneaux, rideaux, trappes...). En cas de système de régulation automatique d'ouverture ou de fermeture de ces orifices, un minimum de ventilation doit être programmé (doseur cyclique si possible) dès la mise en chauffe du bâtiment.
- Il est recommandé d'asservir si possible la fonction ventilation à la fonction chauffage dans les bâtiments à ventilation dynamique.
- L'entretien du système de ventilation dans son ensemble est primordial pour assurer l'efficacité (encrassement des grilles et des pales, prévention des pannes mécaniques, électriques, informatiques...).



Détecteur portable

4.2 Moyens de détection

Les détecteurs de gaz constituent une aide précieuse pour la sécurité des personnes susceptibles d'être exposées au monoxyde de carbone (CO).

1/ Les types de détecteurs

Il existe 2 types de détecteurs disponibles qui permettent, en cas de dépassement d'un seuil prédéfini, de déclencher une alarme sonore et /ou visuelle : les systèmes fixes et les appareils portables.

• **La détection fixe**

Les appareils à poste fixe permettent une surveillance continue grâce à une ou plusieurs sondes. Ce type de détection est intéressant en cas de présence permanente de personnel dans le bâtiment, ce qui est rarement le cas en aviculture.

• **La détection portable**

Les appareils portables accompagnent l'opérateur au cours de ses déplacements dans les zones à risque. Ils permettent de déclencher une alarme en cas de dépassement du taux de CO préselectionné voire pour certains modèles d'indiquer en plus la concentration dans l'air ambiant.

Notre conseil

Il faut préférer les détecteurs portables qui offrent, en plus de la fonction alarme (paramétrée à 50 ppm), la lecture directe du taux de CO mesuré. Cette information permet d'apprécier l'importance du risque en temps réel. Elle peut mettre en évidence un dysfonctionnement du système de chauffage ou de ventilation et déclencher des mesures d'urgence (sortie, dépollution...).

2/ Trois principes de mesure

Ils dépendent du type de capteur utilisé :

- les capteurs électrochimiques,
- les capteurs semi-conducteurs,
- les capteurs à infrarouge (actuellement toujours utilisés en poste fixe pour le CO).

Caractéristiques des différents types de capteurs

Contraintes rencontrées	Capteur électrochimique	Capteur semi-conducteur	Capteur à infrarouge
Sensibilité de détection	1 ppm	< 1 ppm	< 10 ppm
Humidité	Hygrométrie souhaitable > à 20 % au risque d'un vieillissement prématuré	Très sensible aux variations hygrométriques. L'humidité doit être comprise entre 40 et 70 % d'hygrométrie	Non sensible sous réserve qu'il n'y ait pas de condensation sur la partie optique du détecteur
Température	Très sensible, mais possibilité de correction de l'appareil de détection	Peu sensible	Pas sensible
Produits chimiques	Eviter la condensation des produits chimiques sur les capteurs		
Interférences	Sensible au sulfure d'hydrogène, à l'alcool, au monoxyde de sodium	Sensible à de nombreux composés volatils	

	Capteur électrochimique	Capteur semi-conducteur	Détecteur à infrarouges
Avantages	Prix moins élevé	Trop sensible à l'humidité et aux interférences, risque d'accuser des dérives trop importantes pour être fiable. Son utilisation n'est pas conseillée en aviculture.	<ul style="list-style-type: none"> • Plus robuste • Moins sensible aux interférents • Dérive faible • Moindre maintenance
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Dérive plus importante • Plus grande sensibilité aux températures élevées et à l'humidité 		Prix plus élevé

Les détecteurs de CO portables, sont tous munis de capteurs électrochimiques, donc sensibles à l'humidité. Il faudra donc veiller à les protéger de la pluie, de la condensation lors des changements brutaux de température et des projections lors des douches.

3/ Vérifications et maintenance des appareils

Les détecteurs fixes ou portables doivent être régulièrement contrôlés selon la procédure fixée par le constructeur. Selon les appareils, une partie de l'entretien (voir notice) peut être assurée par une personne de l'entreprise (mise en charge ou remplacement des batteries, voire du capteur, calibrage éventuel) ou directement par le fabricant. Une organisation doit être mise en place dans l'entreprise pour assurer ce suivi.

En outre, les utilisateurs doivent être préalablement formés :

- au maniement et à la vérification des détecteurs,
- aux procédures d'alerte et d'évacuation en cas de dépassement du taux.

Ces appareils étant simples d'emploi, ils peuvent être facilement manipulés par toute personne formée.

> La fiabilité des détecteurs est étroitement liée à leur entretien courant et à leur vérification périodique.

Le service prévention de la MSA tient à votre disposition la liste des principaux fournisseurs de détecteurs portables de CO.

4.3 Formation / information

L'employeur a pour obligation d'informer et de former le personnel exposé sur :

- le risque d'intoxication CO et ses manifestations,
- les procédures de travail et les moyens de prévention,
- les consignes de sécurité (se munir d'un appareil de détection, si possible éviter d'entrer seul),
- les mesures d'urgence.

> Toute personne intervenant dans l'élevage susceptible d'être exposée doit être informée du risque CO.



Pilote de conduite



4.4 Conduite à tenir en cas d'incident

Dans tous les cas, sortir immédiatement si sensation de malaise.

En cas de déclenchement d'une alarme indiquant un dépassement du seuil de 50 ppm, évacuer le bâtiment.

Faire intervenir les sauveteurs secouristes de l'entreprise.

Prévenir les secours

> à partir d'un poste

- fixe : **15** ou **18**

- portables : **112**

Interdire l'accès au bâtiment tant que le risque persiste.

Dépolluer le bâtiment en ventilant (renouvellement minimal de l'air de 50 % du volume du bâtiment pendant 5 à 6 heures).

Rechercher la cause de l'excès de CO.

