



Risques

Sources

LE RISQUE MONOXYDE DE CARBONE (CO) EN SERRE



Détection



Prévention



Mutualité Sociale Agricole

Sommaire

page	LE RISQUE MONOXYDE DE CARBONE (CO)
3	I.1 Caractéristiques
3	I.2 Origine
4	I.3 Toxicité
4	1 Forme aigüe
5	2 Forme chronique
5	3 Un cas particulier : la femme enceinte
	LES SOURCES POSSIBLES DE CONTAMINATION AU MONOXYDE DE CARBONE (CO)
6	II.1 Chauffage par air pulsé
6	II.2 Groupes électrogènes et autres sources ponctuelles
7	II.3 Techniques d'enrichissement en CO ₂ (dioxyde de carbone)
7	1 Récupération de dioxyde de carbone sur des fumées d'une chaudière
8	2 Générateurs de dioxyde de carbone ou "canons"
8	3 Cogénération
	LA GESTION DU RISQUE MONOXYDE DE CARBONE (CO)
9	III.1 Réduire l'émission de monoxyde de carbone (CO)
9	1 Par un entretien régulier des générateurs et des chaudières
9	2 Par le respect des règles de ventilation
9	3 Par la réduction des autres sources de contamination
10	III.2 Principes de mesures - La détection
10	1 Techniques existantes
12	2 Mise en place de la détection
15	3 Information et formation du personnel
15	4 Contrôle et maintenance des appareils
16	III.3 Procédures d'alerte
16	1 Conduite en cas de dysfonctionnement
	2 Conduite en cas d'incident ou d'intoxication

Introduction

Le risque d'intoxication au monoxyde de carbone (CO) est souvent méconnu en agriculture.

Il concerne pourtant de nombreux secteurs d'activité très différents les uns des autres.

Il s'agit par exemple des secteurs "productions maraîchères et florales sous serres", "endiveries", "élevage des petits animaux" ...

C'est un risque la plupart du temps sous-estimé par les professionnels.

Si une intoxication peut se traduire par de simples maux de tête, elle peut aussi s'avérer mortelle aussi bien pour l'homme que pour la plante.

La production de monoxyde de carbone est bien souvent le résultat d'un dysfonctionnement.

Des conditions de travail particulières peuvent conduire à amplifier le risque d'intoxication au monoxyde de carbone (CO).

L'entretien, le contrôle et la maintenance des installations doivent permettre de prévenir ce risque.

Il est également indispensable que le personnel soit informé sur le risque et les procédures d'alerte.

LE RISQUE MONOXYDE DE CARBONE (CO)

Le monoxyde de carbone (ou oxyde de carbone) est caractérisé par le symbole CO

(A ne pas confondre avec le gaz carbonique ou dioxyde de carbone CO₂)

I.1 Caractéristiques

C'est un gaz incolore, inodore, non irritant, très diffusible dans l'air.

I.2 Origine

Il est produit principalement par la combustion incomplète des composés carbonés.

En agriculture et notamment en culture sous serres, les sources principales sont :

- les chauffages défectueux,
- un dysfonctionnement du système d'enrichissement en CO₂ (dioxyde de carbone),
- les engins à moteur thermique (chariots automoteurs, tracteurs, appareils de traitement...).



I.3 Toxicité

Le monoxyde de carbone (CO) pénètre exclusivement par voie pulmonaire dans l'organisme.

Il est plus toxique pour l'homme que pour les plantes.



Seuil de toxicité pour les plantes selon l'espèce	Valeur Moyenne d'Exposition (V.M.E.)** chez l'homme
de 100 à 500 ppm*	50 ppm*
*Le ppm (partie par million) est l'unité de mesure utilisée aussi sur les appareils de détection	

** La Valeur Moyenne d'Exposition = V.M.E. est de 50 ppm* ; 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 8 heures par jour, 40 heures par semaine et sur de longues périodes (mois, années).

L'intoxication chez l'homme est fonction de la concentration et de la durée d'exposition :	
5000 ppm pendant 20 min	décès
2000 ppm pendant 3 h	coma
1000 ppm pendant 2 h	perte de connaissance brève
400-500 ppm pendant 1 h ou 100 ppm pendant plusieurs heures	pas de signe clinique

D'après TESTUD, Pathologie Toxique en milieu de travail, Ed. Lacassagne, décembre 1997

Elle peut prendre plusieurs formes :

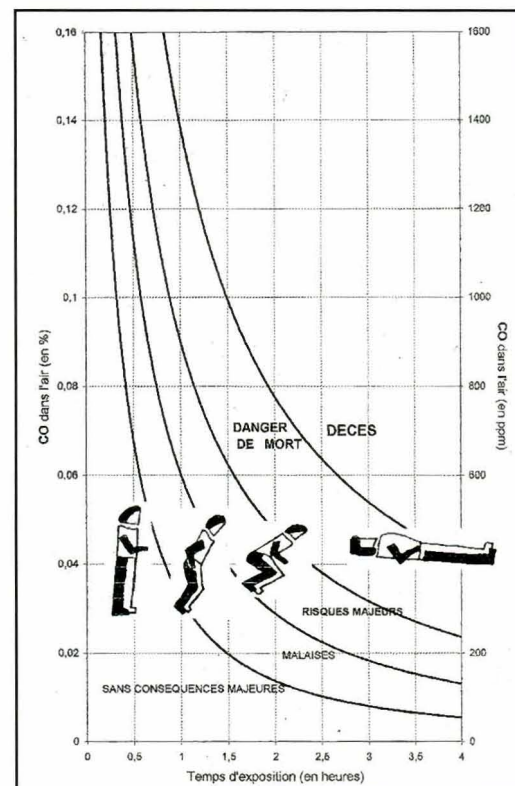
1. Forme aiguë

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, des troubles respiratoires, une augmentation de la fréquence cardiaque, des convulsions.

Dans les formes les plus graves, on constate une détresse respiratoire et le décès.

Trois évolutions sont possibles :

- la guérison sans séquelles
- les séquelles post-comateuses
 - sévères (troubles mentaux, troubles de la marche ou de la parole)
 - légères (fatigue, troubles de la mémoire, céphalées)
 - possibilité d'un syndrome post-intervallaire survenant un mois environ après une intoxication grave aiguë. Il associe des troubles neuropsychiatriques variés.
- le décès





2. Forme chronique

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

On retrouve :

- des maux de tête rebelles
- de la fatigue chronique
- des vertiges
- des troubles de la mémoire et de la vision
- un syndrome dépressif

3. Cas particulier : la femme enceinte

Dès 50 ppm on observe un risque possible pour le fœtus.

**L'INTOXICATION PROFESSIONNELLE au monoxyde de carbone (CO)
est indemnisée comme maladie professionnelle (Tableau n° 40 au 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 dans le sang d'un taux d'oxyde de carbone supérieur 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.

LES SOURCES POSSIBLES DE CONTAMINATION AU MONOXYDE DE CARBONE (CO)

II.1 Chauffage par air pulsé

Ces chaudières installées dans la serre fonctionnent avec divers combustibles (gaz, fioul) ; elles réchauffent de l'air qui est diffusé dans la culture. Chaque chaudière est équipée d'une cheminée pour l'évacuation des fumées.

En cas de fuite du corps de chauffe ou au niveau de la cheminée, des gaz de combustion peuvent alors accidentellement diffuser dans la serre, dont éventuellement du monoxyde de carbone.



II.2 Groupes électrogènes et autres sources ponctuelles



Un moteur thermique, couplé à un générateur, permet la fabrication d'électricité. Il est généralement placé dans un local ventilé extérieur à la serre. Quand cet éloignement n'est pas suffisant, les gaz d'échappement peuvent s'accumuler dans la serre.

Les moteurs thermiques des chariots automoteurs, des tracteurs et appareils de traitement ainsi que les groupes électrogènes dégagent des fumées de combustion contenant, entre autres, du monoxyde de carbone.

Un fonctionnement prolongé dans un espace fermé non ventilé peut donc avoir pour conséquence des élévations anormales de monoxyde de carbone.



II.3 Techniques d'enrichissement en CO₂ (dioxyde de carbone)

La fumure carbonée consiste à injecter du CO₂ dans la culture, durant la période active de la photosynthèse, pour obtenir des concentrations supérieures à la normale et, si possible, comprises entre 600 et 1000 ppm en hiver, et autour de 350 ppm en été.

L'industrie met actuellement à la disposition des serristes diverses sources de dioxyde de carbone.

Le CO₂ pur est délivré à partir d'un réservoir de gaz carbonique liquide. Il est facile d'emploi et sans risque de dégagement d'autres gaz, mais assez cher.



Dans la production de dioxyde de carbone par combustion, les combustibles utilisés sont le gaz naturel ou le gaz de pétrole liquéfié (GPL). Les sous-produits de combustion sont essentiellement du gaz carbonique et de la vapeur d'eau. Lorsque la combustion est incomplète, par suite de l'utilisation d'un brûleur défectueux ou d'une alimentation anormale, les gaz de combustion peuvent contenir des composés toxiques : imbrûlés, éthylène et monoxyde de carbone, ce dernier étant plus dangereux pour l'homme que pour les plantes.



Il existe différents systèmes de production de dioxyde de carbone par combustion.

1. Récupération de dioxyde de carbone sur des fumées d'une chaudière

Sur une chaudière à gaz centralisée destinée au chauffage, pendant les périodes de fonctionnement du brûleur, la récupération d'une partie des fumées au niveau de la cheminée permet d'injecter dans les serres, après mélange et dilution avec de l'air, du dioxyde de carbone.

La production accidentelle de monoxyde de carbone (CO) peut provenir d'une mauvaise combustion ou de l'obturation de la prise d'air sur le brûleur.

L'avantage de la récupération des fumées est un coût de fonctionnement très faible pendant la période de chauffe : le dioxyde de carbone est alors un sous-produit "gratuit".



Il est recommandé d'utiliser, en sortie de chaudière, un détecteur de monoxyde de carbone (CO) comme indicateur de combustion incomplète. Il renseigne ainsi sur le bon fonctionnement de la chaudière.



La récupération ne permet de produire et donc d'injecter du dioxyde de carbone dans la serre qu'en période de fonctionnement de la chaudière.



La période d'enrichissement en dioxyde de carbone peut être prolongée avec l'utilisation d'un réservoir de stockage de l'eau chaude : une chaudière fonctionne le jour pour injecter du dioxyde de carbone, la chaleur produite étant stockée pour être utilisée la nuit dans la serre.

De petites chaudières avec brûleur immergé à gaz (BIG) peuvent aussi être utilisées pour produire de l'eau à basse température et pour injecter du dioxyde de carbone dans la serre, par récupération des fumées refroidies.



2. Générateurs de dioxyde de carbone ou "canons"

Les installations les plus simples consistent en générateurs disposés dans la serre (10 à 12 par ha) avec émission directe dans l'atmosphère de toutes les fumées et de la chaleur.

Le risque principal avec ce type d'appareil est l'accumulation de composés toxiques dont le monoxyde de carbone.



3. Cogénération

Un moteur couplé à un alternateur produit simultanément de l'électricité et de la chaleur récupérée pour le chauffage des serres. La récupération du dioxyde de carbone peut là aussi être réalisée sur les gaz d'échappement du moteur thermique. Cependant, la présence de composés toxiques dans ces gaz récupérés nécessite une épuration parfaite avant injection dans la serre.



LA GESTION DU RISQUE

MONOXYDE DE CARBONE (CO)

III.1 Réduire l'émission de monoxyde de carbone (CO)

1. Par un entretien régulier des générateurs et des chaudières

- C'est une nécessité.
- Il existe un interlocuteur : le chauffagiste.
- La périodicité dépendra des conseils donnés par le fabricant, de l'âge du matériel, de ses caractéristiques propres ...

A chaque matériel son entretien !

2. Par le respect des règles de ventilation

Les locaux techniques (avec chaudière, groupe électrogène,...) doivent suivre les règles de ventilation et d'aération définies par les textes réglementaires.

3. Par la réduction des autres sources possibles de contamination

Il faut notamment limiter le passage des chariots à moteur thermique et tracteurs ou bien privilégier des systèmes à alimentation électrique.

III.2 Principes de mesures - La détection

1. Techniques existantes

Systemes de détection

Deux types d'installations de systèmes de détection existent :

- une détection portable

La détection portable (une seule sonde) permet à l'opérateur de pouvoir amener un système de détection en n'importe quel point de la serre.

Le dépassement d'un seuil (prédéfini) peut être signalé par une alarme sonore ou visuelle.

- une détection fixe

La détection fixe (une ou plusieurs sondes) est localisée sur une zone à demeure. Elle permet une surveillance continue.

Le dépassement d'un seuil (prédéfini) peut être signalé par une alarme sonore ou visuelle.

On peut y asservir des dispositifs de sécurité : ventilation, arrêt de chaudière, ...

Différents principes

La détection peut se faire à l'aide de trois types de capteurs :

- les capteurs électrochimiques,
- les capteurs semi-conducteurs,
- les capteurs à infrarouge.

Les capteurs électrochimiques peuvent être aussi bien utilisés en installations fixes qu'en équipements portables.

Les capteurs à infrarouge sont toujours installés à poste fixe.



Limites et contraintes d'installation 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 supérieure 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
Températures élevées	Très sensible mais possibilités de corrections 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	CAPTEUR À INFRAROUGE
Avantages	Prix moins élevé	Il est trop sensible à l'humidité et aux interférences et risque d'accuser des dérives trop importantes pour être fiable. Son utilisation n'est pas conseillée sous serre.	<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 (mais cet inconvénient est moindre si le détecteur est placé dans le local de chauffage isolé de la serre) 		Prix plus élevé

2. Mise en place de la détection

Récupération des fumées à partir des chaufferies centralisées ou des brûleurs immergés

Trois niveaux de mesures sont possibles :

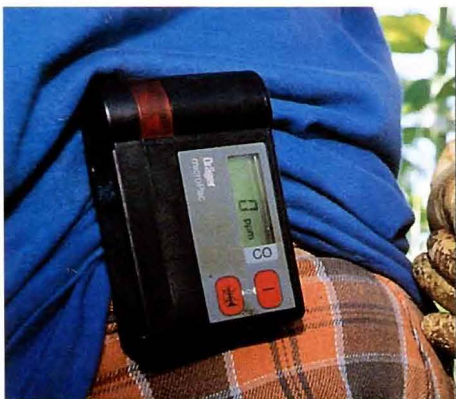
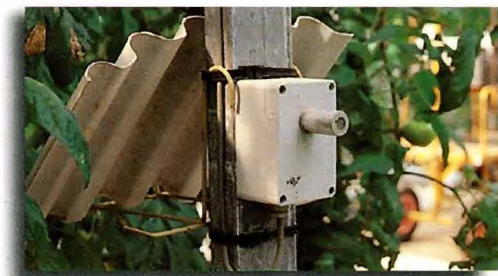


1 en installation fixe dans le conduit des fumées concentrées en sortie de chaudières,

2 en installation fixe dans les réseaux de distribution de dioxyde de carbone (fumée déjà diluée et refroidie) avant l'injection dans les serres,



3 en installation fixe ou en appareil portable dans l'ambiance directe de la serre.



Les appareils portables peuvent assurer une bonne sensibilisation de l'exploitant et du personnel par une prise de conscience du risque monoxyde de carbone (CO) en serre.

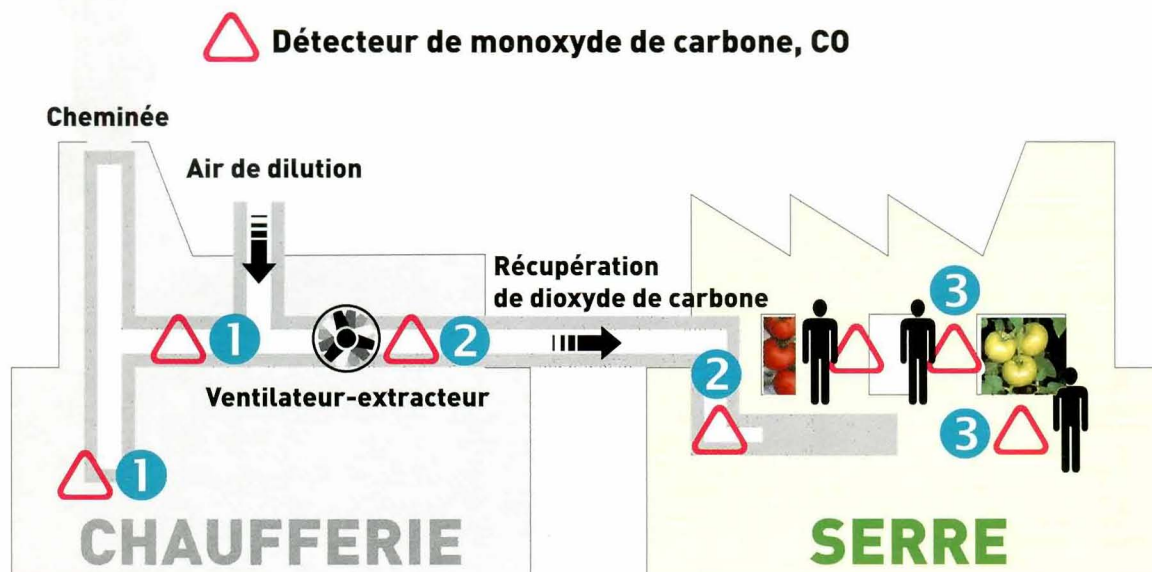
Leur utilisation peut permettre de compléter les dispositifs fixes déjà opérationnels soit dans le local chaufferie, soit en serre.

Le contrôle dans l'ambiance directe de la serre apparaît alors comme une sécurité supplémentaire.

Une surveillance des dispositifs s'impose au jour le jour.

DÉTECTION DU MONOXYDE DE CARBONE (CO)

Trois niveaux de mesures possibles

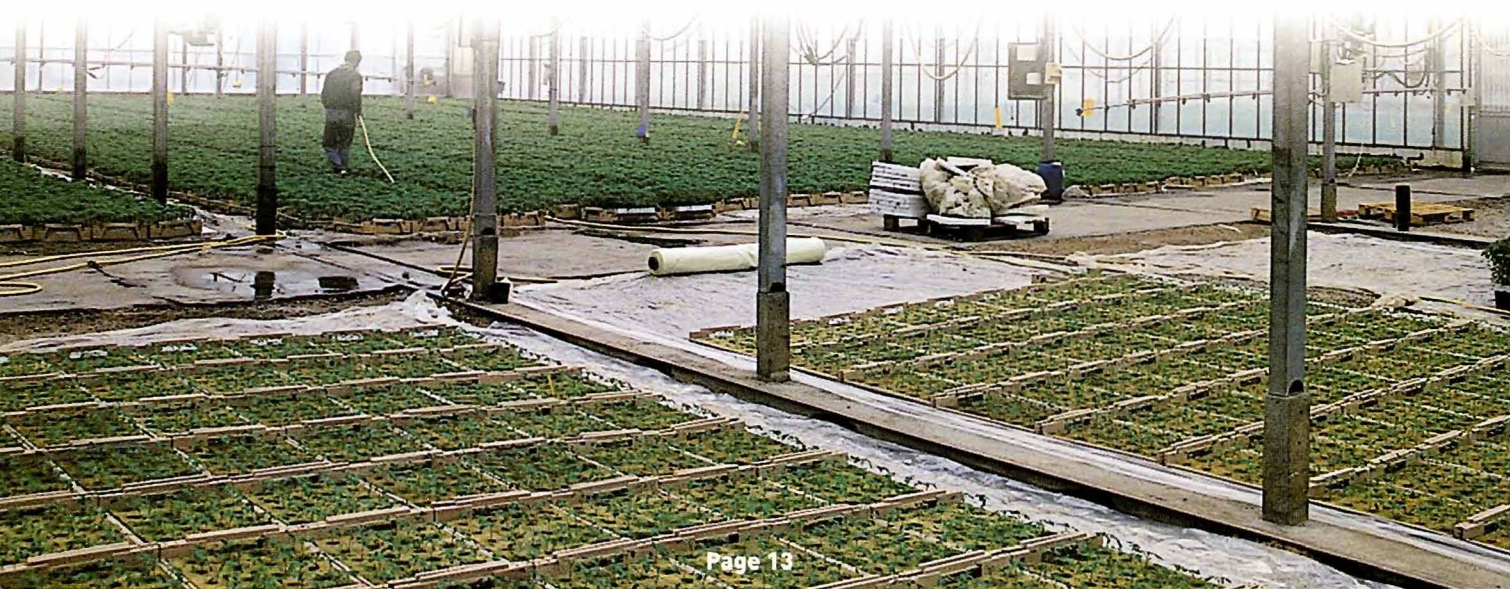


Chauffage par air pulsé et autres sources de contamination accidentelles de monoxyde de carbone (CO)

La détection se fera dans l'ambiance de la serre.

Production de dioxyde de carbone à partir de générateurs "canons"

Les mesures seront effectuées directement dans la serre par des sondes d'ambiance disposées en fonction de l'implantation des générateurs.



Matériel de détection CO

Liste de fournisseurs

Nom	Téléphone	Fax	<i>Détection fixe</i>	
			●	●
ADS	01 34 61 36 37	01 34 61 36 38	●	●
Arelco	01 43 94 06 09	01 43 94 07 21	●	●
Autochim	01 40 96 11 22	01 40 96 11 30	●	●
Befic(PEKLY)	01 69 53 73 00	01 69 53 73 41	●	
Cerberus Guinard	01 30 84 66 00	01 30 84 68 47	●	
Det-Tronics	01 30 13 15 28	01 30 13 15 29	●	
Dräger	03 88 40 76 76	03 88 40 76 67	●	●
Elcowa	03 89 43 54 58	03 89 42 85 50	●	●
Eurojauge	03 88 30 31 38	03 88 30 26 90	●	●
Gruter et Marchand	01 47 21 56 81	01 47 25 07 75	●	
Icare	04 42 18 06 00	04 42 03 01 19	●	●
MSA de France	01 34 32 34 32	01 34 32 34 25	●	●
Oldham	03 21 60 25 25	03 21 60 26 20	●	●
Panametrics	01 47 82 42 81	01 47 86 35 62	●	●
Prolabo	01 45 14 85 00	01 45 14 85 55	●	
Zellweger Analytics	01 48 15 80 80	01 48 15 80 00	●	●

Source : Revue Mesures n° 717, septembre 1999

3. Information et formation du personnel

Un responsable doit être nommé, informé, formé sur le risque du monoxyde de carbone (CO), le fonctionnement des systèmes de détection et les procédures d'alerte sur l'exploitation.

Il informera le personnel sur les systèmes de vérification et de lecture des appareils portables, les procédures d'alerte et le plan d'évacuation.

L'installation, l'utilisation, la vérification et l'entretien des dispositifs de mesure sont à la charge du responsable de l'exploitation.



4. Contrôle et maintenance des appareils

Les appareils de détection doivent être impérativement contrôlés suivant une périodicité et une procédure fixées par le constructeur.

Celles-ci seront suivies par une personne responsable désignée.

La maintenance des appareils de détection sera assurée conformément aux instructions des notices "constructeurs".

Un registre de maintenance de ces appareils sera tenu par le responsable.

EDDM - JF

Date 01.12.98 Heure 14:47:56

EDDM - JF

Date 01.12.98 Heure 15:48:36

Analyse fumées

Combustible	
Gaz Naturel	18 °C
T. Air	228 °C
T. Gaz	3.8 %
O2	8 ppm
CO	79 ppm
NO	16.1 %
CO2	98.4 %
Rend.	9.6 %
Pertes	1.17 %
F. air	54 °C
P. rosee	

VEISHAUPT

Travaux effectués: 1. ENTRETIEN BRULEUR

Entretien bruleur - controle cycle et combustion

Travail terminé Oui Non

Mesures	Allure	Gicleurs	Type	Pression	Pression	NOx	CO	Smoke-test	T° sortie	T°	Pression	Rendement
Flouit		Gallons		Pompe	Retour	ppm	Vol. %		fumées	Chaudière	Chaudière	%
				bar	bar				TH-Ta	Foyer	Chaudière	
										mbar	mbar	
avant	1											
	2											
après	1											
	2											

Mesures Gaz

Débit	Débit gaz	Débit gaz	Pression	NOx	CO	CO	T° sortie	T°	Pression	Courant
V. normal	V. réel	V. réel	avant	ppm	Vol. %	ppm	fumées	Chaudière	Chaudière	intension
			brûleur				TH-Ta	Foyer	Chaudière	ou cellule
			mbar					mbar	mbar	
avant										
petit										
grand										
après										
petit										
grand										

Pression compteur mbar

Type de gaz Ni GPL Autre

Press. d'essais 400 mbar

Perte de pression 0 mbar en 30 min

Reference	Qté	Désignation	Prix unitaire	Prix total	Pt	Main d'œuvre	Heures	Prix unitaire	Prix total	Pt
						temps	code	H.T.	H.T.	
						Matin				
						de	15			
						à				
						Après-midi	15			
						de				
						à				
						Temps de route	15			

Petit Débit

EDDM - JF

Date 20.02.98 Heure 10:04:13

Analyse fumées

Combustible	
Gaz Naturel	21 °C
T. Air	152 °C
T. Gaz	4.2 %
O2	8 ppm
CO	82 ppm
NO	9.4 %
CO2	93.7 %
Rend.	6.3 %
Pertes	1.25 %
F. air	53 °C
P. rosee	

Total Matière

VEISHAUPT

Agence "Mediterranee"
Bureau de Montpellier
Joues Expansion 4017
39202
34494 ST JEAN DE UEDAS
Tel:04.67.47.44.48
Fax:04.67.27.44.42

Signature technicien

III.3 Procédures d'alertes

1. Conduite à tenir en cas de dysfonctionnement

Mesures réalisées dans le conduit d'injection des fumées (chaufferie centralisée, brûleur immergé).

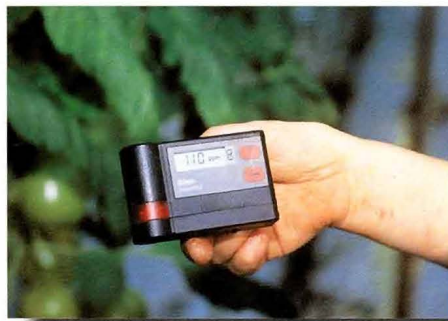
Après déclenchement de l'alarme sonore et/ou visuelle du détecteur, le responsable doit :

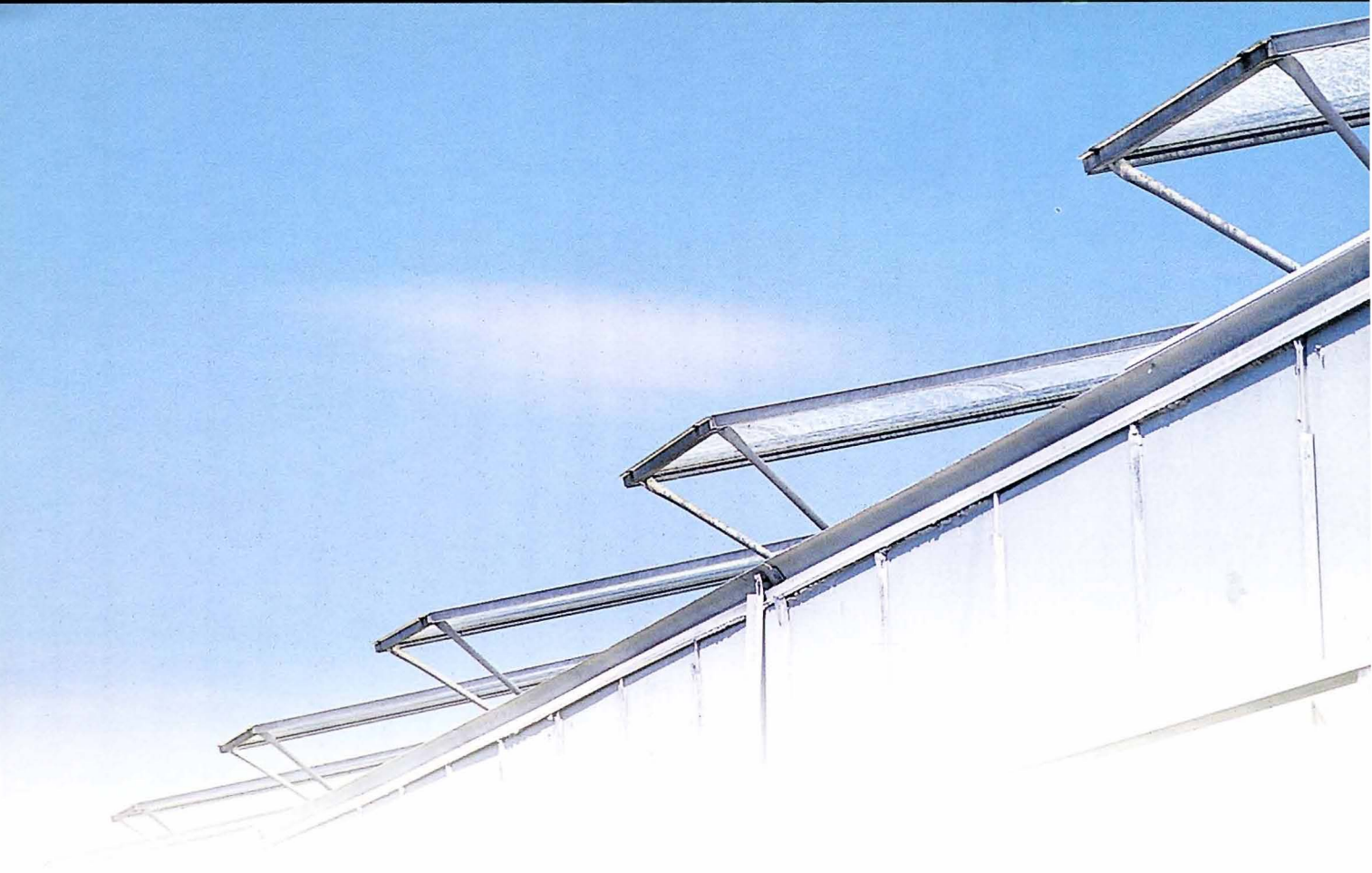
- ❶ vérifier l'arrêt de la chaudière,
- ❷ vérifier l'arrêt de l'injection des fumées,
- ❸ contrôler le niveau de monoxyde de carbone dans la serre,

- si le seuil mesuré est inférieur à 50 ppm de monoxyde de carbone (CO), l'évacuation du personnel n'est pas nécessaire ;

- si le seuil mesuré est supérieur ou égal à 50 ppm, évacuer le personnel, ventiler la serre ;

- ❹ vérifier et rechercher l'origine du dysfonctionnement.





Mesures directes dans l'ambiance de la serre

Après déclenchement d'une alarme indiquant un dépassement de seuil (50 ppm), le personnel doit évacuer la serre.

Le responsable doit :

- stopper la source de production de monoxyde de carbone,
- ventiler la serre (ouverture des ouvrants),
- vérifier et rechercher l'origine des dysfonctionnements.

2. Conduite à tenir en cas d'incident ou d'intoxication

Faire intervenir immédiatement les sauveteurs secouristes du travail, formés dans l'entreprise.

Dès l'apparition des premiers symptômes, évacuer l'ensemble des occupants de la serre à l'extérieur.

Prévenir les POMPIERS (Tél.18), le SAMU (Tél. 15), ou faites le 112 sur votre portable.