

# Exposition au monoxyde de carbone lors de l'activité professionnelle : mesures préventives et thérapeutiques

Période : février 2010 à août 2010

**Alain BOUSSUGES**

IRBA – UMR MD2, P2COE – MARSEILLE

**Mots clés : Environnement, Gaz, Hyperbarie, Hyperoxie, Hypoxie, Intoxication, Monoxyde de Carbone, Professionnel**

L'intoxication au monoxyde de carbone (CO) survient le plus souvent dans le cadre d'un accident domestique provoqué par un dispositif de chauffage défectueux. Elle peut également être rencontrée dans le cadre d'une activité professionnelle, ce qui pose le problème de sa prévention grâce à une réglementation adaptée. Le professionnel peut subir une exposition à de fortes concentrations de monoxyde de carbone générant des troubles cliniques importants (intoxication aiguë). Il peut également être exposé de façon répétée à des concentrations modérément élevées de CO qui vont induire une augmentation du risque de survenue de certaines affections à long terme.

L'intoxication aiguë est le plus souvent secondaire à une combustion incomplète, par défaut d'oxygène, d'une substance contenant du carbone. Le tableau clinique peut prendre des formes très variées (simple asthénie, troubles neurologiques mineurs ou tableau clinique grave) et le diagnostic est parfois difficile. C'est le contexte (intoxication collective, identification d'une source de CO) qui permet d'orienter le diagnostic. La thérapeutique est basée sur l'administration d'oxygène pur. En cas d'intoxication mineure, une oxygénothérapie normobare à fort débit (12 à 15 L/min chez l'adulte) pendant 8 à 12 heures est préconisée. La Haute Autorité de Santé recommande l'instauration en urgence, d'une séance d'oxygénothérapie hyperbare (OHB) en présence de signes cliniques de gravité tels qu'une perte de connaissance initiale, un coma, des troubles neurologiques, cardiaques, respiratoires ou cognitifs. L'OHB est également recommandée chez la femme enceinte. L'OHB permet l'accélération de la dissociation des complexes hémoprotéine-CO et le rétablissement rapide d'une oxygénation tissulaire satisfaisante. Malgré une prise en charge initiale optimale, l'intoxication au CO peut laisser des séquelles neurologiques. Une complication spécifique à cette intoxication est le syndrome post intervallaire qui se traduit par la réapparition de troubles neurologiques, quelques jours à quelques semaines après l'accident, alors que l'évolution initiale était cliniquement satisfaisante.

Si l'intoxication oxycarbonée aiguë expose à un risque vital à court terme, des expositions répétées à des concentrations modérément élevées de CO peuvent s'accompagner d'une augmentation du risque de survenue d'une affection cardio-vasculaire. Une bonne estimation de l'importance de l'exposition au CO dans les ambiances de travail est par conséquent nécessaire. En outre, l'amélioration de la compréhension des mécanismes aboutissant à une augmentation du risque d'affection cardio-vasculaire lors d'expositions répétées à des gaz polluants est importante afin d'optimiser la prévention et le dépistage de ces affections chez les professionnels concernés.

## Intoxication au monoxyde de carbone en milieu portuaire

**Lucas D, Loddé B, Dewitte JD, Jegaden D.** Risque professionnel d'exposition au monoxyde de carbone en milieu portuaire : à propos de huit cas. Archives des maladies professionnelles et de l'environnement. 2010; 71: 161-166

### Analyse

**Lucas et al. (2010)** rapportent huit cas d'intoxication au monoxyde de carbone survenant en milieu portuaire. Après 45 minutes de séjour dans la cuve d'un méthanier, plusieurs mécaniciens ont présenté des troubles cliniques variés tels que céphalées, fatigue, nausées, troubles de la vigilance ou faiblesse musculaire. Ces symptômes ont motivé leur transfert vers le centre hospitalier où une intoxication collective au

CO a été diagnostiquée. La thérapeutique a fait appel à une oxygénothérapie normobare prolongée (de 6 à 15h). Les prélèvements réalisés dans la cuve du navire ont montré des concentrations très élevées en monoxyde de carbone allant de 400 à 500 ppm<sup>(1)</sup> alors que, en France, la valeur limite de moyenne d'exposition (VME) indicative admise dans l'air des locaux de travail est fixée par le ministère du Travail à 50 ppm pour une durée de 8 h. En outre, dans le but de limiter les risques sanitaires, l'organisation mondiale de la santé, retient comme concentration de CO dans l'air intérieur d'un bâtiment, la valeur guide de 26 ppm pour une exposition d'une heure. Dans cette observation, la contamination était secondaire au procédé permettant de chasser le méthane des cuves. Cette procédure faisait appel à une combustion d'hydrocarbures qui permettait de remplacer le méthane par un mélange gazeux contenant

notamment du dioxyde de carbone, de l'hydrogène sulfuré, et des oxydes d'azote.

#### Commentaire

Bien qu'un faible pourcentage d'intoxications aiguës au monoxyde de carbone survienne dans le milieu professionnel (environ 6 % des cas), ces accidents doivent retenir l'attention car ils traduisent une défaillance dans les mesures de prévention. Les auteurs ont développé une discussion intéressante sur les défaillances ayant pu permettre à cet accident de survenir malgré la réglementation en vigueur. Avant l'admission en zone portuaire, une recherche d'explosivité et des mesures de la concentration en CO, CO<sub>2</sub><sup>(2)</sup> et O<sub>2</sub><sup>(3)</sup> avaient été réalisées dans les cuves. Bien qu'il ait été retrouvé une concentration en CO très élevée dans une cuve, les autres contrôles étant satisfaisants et le taux de CO n'entrant pas dans la délivrance du droit d'accès au port, celui-ci avait été autorisé. La nécessité de ventiler les cuves du méthanier avait néanmoins été signifiée et les mécaniciens n'avaient pu entrer dans la cuve qu'après un contrôle faussement rassurant de la concentration en CO.

Les auteurs proposent des mesures complémentaires afin d'optimiser la prévention des intoxications aux gaz toxiques en milieu portuaire. Afin de réduire ce risque, ils recommandent d'intégrer dans le règlement portuaire la nécessité de contrôle des gaz asphyxiants dans les cuves. En outre, le procédé de prélèvement gazeux devrait être optimisé afin que l'échantillon traduise réellement la concentration de gaz asphyxiant dans la cuve. Dans leur observation, l'échantillon prélevé par l'intermédiaire d'une vanne fournissait une concentration de CO de 11 ppm la veille de l'accident alors qu'il était mesuré à 1200 ppm en fond de cuve par les sapeurs pompiers, après l'accident. Enfin, les équipes de réparation intervenant dans les cuves devraient être équipés de détecteurs atmosphériques de CO.

### Le syndrome post intervalaire après une intoxication au monoxyde de carbone : facteurs de risque

Ku HL, Yang KC, Lee YC, Lee MB, Chou YH. Predictors of carbon monoxide poisoning-induced delayed neuropsychological sequelae. *Gen Hosp Psychiatry*. 2010; 32: 310-314

#### Analyse

Malgré un diagnostic précoce et une thérapeutique adaptée, l'intoxication aiguë au monoxyde de carbone peut se compliquer d'un syndrome post intervalaire. Il apparaît quelques jours à quelques semaines après l'épisode initial, alors que la récupération initiale semblait satisfaisante. Ce syndrome peut adopter des formes cliniques variées. Il peut être observé une dégradation des fonctions cognitives avec défaut de concentration, d'attention et des troubles du langage ou de la mémoire. Des troubles d'allure psychiatrique sont également possibles. Dans les formes

sévères, des troubles moteurs compliquent le tableau. L'imagerie cérébrale montre des lésions diffuses de la substance blanche et du pallidum. L'incidence de ce syndrome est diversement appréciée (entre 3 et 25 % des cas). Le but de l'étude de Ku *et al.* (2010) était de déterminer des critères permettant de prédire le risque de survenue d'un syndrome post intervalaire après une intoxication aiguë au CO. Les auteurs ont analysé de façon rétrospective les dossiers de 43 malades admis au service des urgences de leur centre hospitalier entre les mois de Mai 2005 et Avril 2006. Le suivi de ces malades permettait de déterminer que 30 sujets ont eu une récupération clinique complète alors que 13 sujets ont présenté un syndrome post intervalaire apparaissant de 10 jours à 6 mois après l'intoxication initiale. La comparaison de ces deux groupes montrait que les malades qui développaient un syndrome post intervalaire avaient un tableau clinique initial plus grave. Cette différence se traduisait par des tests d'évaluation de l'état neurologique plus altérés à l'admission (score de Glasgow et Test de Folstein encore appelé Mini Mental Score) ainsi qu'une durée de séjour en soins intensifs et une durée globale d'hospitalisation plus longues. Enfin, ces malades étaient plus fréquemment porteurs d'une anomalie (le plus souvent une hypodensité pallidale) à la tomодensitométrie cérébrale réalisée à l'admission au centre hospitalier. Par contre, il n'y avait pas de différence significative entre les groupes dans le pourcentage d'HbCO<sup>(4)</sup> mesuré à l'admission.

#### Commentaire

Un âge avancé, une longue durée d'exposition et une perte de connaissance initiale étaient considérés comme des facteurs de risque de développement d'un syndrome post intervalaire après une intoxication aiguë au CO. L'étude de Ku *et al.* (2010) apporte de nouveaux facteurs à prendre en considération tels que l'état neurologique initial apprécié par le score de Glasgow ou le test de Folstein. Ce travail confirme également le critère prédictif péjoratif des lésions anatomiques retrouvées aux explorations tomодensitométriques initiales. En revanche, le pourcentage d'HbCO n'a pas de valeur pronostique. Outre la concentration de CO dans l'ambiance toxique plusieurs facteurs influencent le pourcentage d'HbCO. On peut citer le délai entre l'exposition au CO et le prélèvement, la mise en route (rapide et indispensable) d'une oxygénothérapie à fort débit et enfin le délai d'analyse. Dans le travail de Ku *et al.* (2010) l'incidence du syndrome post intervalaire était relativement élevée par rapport aux travaux antérieurs (30 % des malades). Il est possible que certaines études antérieures aient sous estimé ce syndrome en raison de la difficulté d'assurer un suivi rigoureux à long terme des victimes d'intoxication au CO. Néanmoins, on peut également remarquer que dans l'étude de Ku *et al.*, (2010) le motif principal d'intoxication était une motivation suicidaire, il n'est donc pas impossible que certains troubles d'origine psychiatrique aient été attribués à tort au monoxyde de carbone. Malgré ce biais éventuel, le travail de Ku *et al.* apporte de nouvelles informations sur un syndrome qui peut apparaître plusieurs mois après l'intoxication aiguë.

## Évaluation de l'exposition aux gaz polluants lors de l'activité professionnelle chez les agents de la circulation

Cattaneo A, Taronna M, Consonni D, Angius S, Costamagna P, Cavallo DM. Personal exposure of traffic police officers to particulate matter, Carbon monoxide, and Benzene in the city of Milan, Italy. *J Occup Environ Hyg.* 2010; 7: 342-351

### Analyse

Dans les grandes villes, l'estimation de la concentration en polluant fait appel à des stations de mesure fixes. L'étude réalisée par Cattaneo *et al.* (2010) était destinée à évaluer le niveau d'exposition au monoxyde de carbone, au benzène et aux particules, subi par les agents de police gérant la circulation automobile dans la ville de Milan. L'étude a été menée chez 130 officiers de police durant 4 saisons. Elle a étudié le niveau d'exposition subi par les individus grâce à des prélèvements individuels réalisés en situation de travail (analyseurs portables pour le CO, badges passifs pour le benzène et pompes de prélèvement pour les particules). Les auteurs ont évalué l'importance du niveau d'exposition en fonction du type d'activité professionnelle (gestion de la circulation sur un poste fixe, activités motivant un déplacement à pied ou grâce à un véhicule motorisé, rédaction de rapports de travail dans un bureau). Les variations saisonnières, nycthémerales, climatiques ont également été étudiées. Enfin, les résultats ont été confrontés aux données issues des stations fixes de mesure dont est dotée la ville de Milan. Les auteurs rapportaient une exposition au CO et au benzène plus importante en hiver. Il existait également une tendance à une plus forte exposition aux particules en hiver. Des variations nycthémerales étaient également constatées. Des concentrations plus importantes en CO étaient retrouvées en début de matinée et en fin d'après-midi. L'activité de gestion de la circulation était celle qui entraînait les plus fortes expositions au monoxyde de carbone. La comparaison entre les résultats des prélèvements individuels réalisés par les agents de la circulation et les mesures issues des sites fixes révélait que les sites fixes sous-estimaient l'importance de l'exposition au CO et au benzène chez ces professionnels.

### Commentaire

Les efforts récents dans la lutte contre la pollution atmosphérique montre dans la ville de Milan, comme dans les grandes agglomérations françaises, une pollution de l'air moins importante par rapport aux études antérieures (notamment en CO et en benzène). L'étude de Cattaneo *et al.* (2010) a été réalisée chez des agents qui exercent près de 80 % de leur activité en dehors de leur bureau pour la gestion du trafic de véhicules. L'intensité de l'exposition à un gaz polluant dépend de la proximité du sujet avec la source d'émission. D'après le travail de Cattaneo *et al.* (2010) il apparaît que les stations fixes de détection sont de mauvais moyens d'appréciation de l'exposition individuelle subie par les agents exerçant au sein du trafic routier.

## Impact de l'exposition professionnelle au monoxyde de carbone sur la viscosité plasmatique

Neslihan D, Nurten S. Effect of work place carbon monoxide exposure on blood viscosity. *Arch Environ Occup Health.* 2010; 65: 49-53

### Analyse

De précédentes études ont montré que des expositions chroniques ou répétées à des concentrations élevées de monoxyde de carbone dans l'air ambiant s'accompagnaient d'une augmentation du risque de pathologie cardio-vasculaire. L'étude de Neslihan et Nurten (2010) avait pour but d'évaluer l'impact sur la viscosité sanguine d'expositions quotidiennes au monoxyde de carbone lors de l'activité professionnelle. Deux groupes de volontaires sains non fumeurs et d'âges comparables ont été étudiés. Un groupe de 10 sujets était exposé au monoxyde de carbone dans le cadre de son activité professionnelle (réparation automobile) alors que le deuxième groupe de 10 sujets n'était pas exposé. Une mesure de la concentration de monoxyde de carbone dans l'air expiré a été réalisée chez tous les sujets avant et après leur journée de travail. L'étude hémorhéologique a comporté la mesure de la viscosité plasmatique et l'étude de la déformation et de l'agrégation érythrocytaire. Il n'y avait pas de différence entre les groupes dans la concentration de CO dans l'air expiré sur le prélèvement du matin par contre, les sujets exposés avaient une concentration de CO expiré plus élevée que les sujets contrôles après leur travail. La viscosité plasmatique était plus élevée chez les sujets exposés au CO par rapport à celle des sujets non exposés. Les résultats des autres analyses étaient comparables entre les groupes.

### Commentaire

La relation directe entre exposition au CO et augmentation de la viscosité plasmatique n'est pas démontrée dans ce travail. Malgré tout, et en accord avec des travaux antérieurs, les auteurs avancent l'hypothèse que le risque d'élévation du risque cardio-vasculaire chez les sujets exposés au monoxyde de carbone pourrait être en relation avec une élévation de la viscosité plasmatique.

**CONCLUSION GÉNÉRALE**

Le risque d'exposition au monoxyde de carbone doit rester une préoccupation en milieu professionnel. Malgré les textes réglementaires, l'intoxication aiguë reste possible en raison d'une défaillance dans les mesures préventives ou d'une mauvaise coordination entre les acteurs. Le traitement initial de l'intoxication aiguë est bien codifié cependant l'évolution reste parfois défavorable avec des troubles neurologiques qui peuvent persister ou réapparaître après une amélioration initiale (le syndrome post intermédiaire). La latence qui peut être importante (plusieurs semaines) entre intoxication oxycarbonée et réapparition de troubles neurologiques explique les difficultés diagnostiques. Une bonne analyse du tableau clinique initial peut permettre de déterminer les sujets à risque de développer ce tableau clinique particulier. Néanmoins, le suivi prolongé (plusieurs mois) des victimes d'intoxication oxycarbonée est indispensable car ces troubles peuvent entraver durablement l'insertion sociale et professionnelle de ces malades. Ce suivi devrait faire l'objet d'une action à l'échelon national.

Des expositions répétées au CO dans le cadre d'une activité en milieu pollué peuvent être responsables d'une augmentation du risque de survenue de certaines affections notamment cardio-vasculaires. Il pourrait être intéressant d'évaluer en complément des sites fixes de surveillance, l'importance de l'exposition de certains professionnels grâce à des instruments de mesure portables. L'augmentation du risque cardio-vasculaire pourrait reposer sur l'impact du CO sur la viscosité plasmatique. De nouvelles études sont nécessaires sur ce sujet.

**Lexique**

- (1) ppm : partie par million.
- (2) CO<sub>2</sub> : dioxyde de carbone.
- (3) O<sub>2</sub> : dioxygène.
- (4) HbCO : carboxyhémoglobine.

**Revue de la littérature**

**Barr D, Gregson W, Reilly T.** The thermal ergonomics of firefighting reviewed. *Appl Ergon.* 2010 ; 41: 161-172.

**Publications de référence**

**Donati SY, Gainnier M, Chibane-Donati O.** Intoxication au monoxyde de carbone. *EMC-Anesthésie-Réanimation.* 2005 ; 2 : 46-67.

**Host S, Chatignoux E, Grémy I.** Pollution atmosphérique de proximité liée au trafic : expositions et effets sanitaires. Observatoire régional de santé d'Ile-de-France, Décembre 2009.

**Oxygénothérapie Hyperbare.** Rapport Haute Autorité de santé/ Service évaluation des actes professionnels/janvier 2007, 106 p.

**Verrier A, Delaunay C, Coquet S et al.** Les intoxications au monoxyde de carbone survenues en France métropolitaine en 2007. *Bull Epidemiol Hebd.* 2010 ; 1 : 1-5.

**Autres publications identifiées**

**Brooks CJ, MacDonald CV, Carroll J, et al.** Introduction of a compressed air breathing apparatus for the offshore oil and gas industry. *Aviat Space Environ Med.* 2010 ; 81: 683-687.

*Étude concernant l'introduction d'un appareil d'assistance respiratoire destiné à optimiser la sécurité des vols en hélicoptère.*

**Coca A, Roberge RJ, Williams WJ, et al.** Physiological monitoring in firefighter ensembles: wearable plethysmographic sensor vest versus standard equipment. *J Occup Environ Hyg.* 2010 ; 7: 109-114.

*Étude évaluant la qualité du monitoring obtenu par un système intégré à un gilet chez des pompiers.*

**Lawson-Smith P, Jansen EC, Hilsted L et al.** Effect of hyperbaric oxygen therapy on whole blood cyanide concentrations in carbon monoxide intoxicated patients from fire accidents. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2010 ; 18 : 32.

*Étude sur les intoxications combinées au monoxyde de Carbone et au Cyanure lors de l'exposition aux fumées d'incendie.*

**Mots clés utilisés pour la recherche bibliographique**

Diving, Environmental, Gas, Hyperbaric, Hyperoxia, Hypoxia, Occupational, Oxygen, Self Contained Breathing Apparatus.