

INTOXICATION AUX FUMEES D'INCENDIE

NOUVELLES APPROCHES THERAPEUTIQUES



J.L. FORTIN

fortin.jeanluc@wanadoo.fr

DIU de Prise en charge et traitement de la brûlure

Université Paris Diderot / Hôpital St-Louis / Année universitaire 2022-2023/ 24.11.2022



30 mai 1431



Intoxication par les fumées d'incendie



Photo : Bspp

Brûlés - Victimes d'incendie

Agression toxique
Fumées toxiques

Agression thermique
Brûlure cutanée

Agression traumatique
Explosion - Défenestration

Toxicité pulmonaire (OAP)

Brûlures VAS

Toxicité systémique CO, CN

Décompensation IRC

Décès +/- immédiat

**Hyper perméabilité
capillaire**

Hypovolémie

Insuffisance circulatoire

Décès +/- tardif

Polytraumatisme

**Blast (poumon, orl..)
Crush Syndrom**

Décès +/- immédiat

A photograph of two firefighters in full protective gear, including helmets and respirators, walking through a dark, smoky environment. A large fire is visible on the left side of the frame, and a red fire hose lies on the ground. A yellow rounded rectangle with a green border is superimposed over the center of the image, containing the word "Epidémiologie".

Epidémiologie

Intoxications par les fumées d'incendie - Épidémiologie



Photo : Providence Fire Department – New York

Incendies = environ 3000 morts /an
environ 15 000 blessés /an (USA)

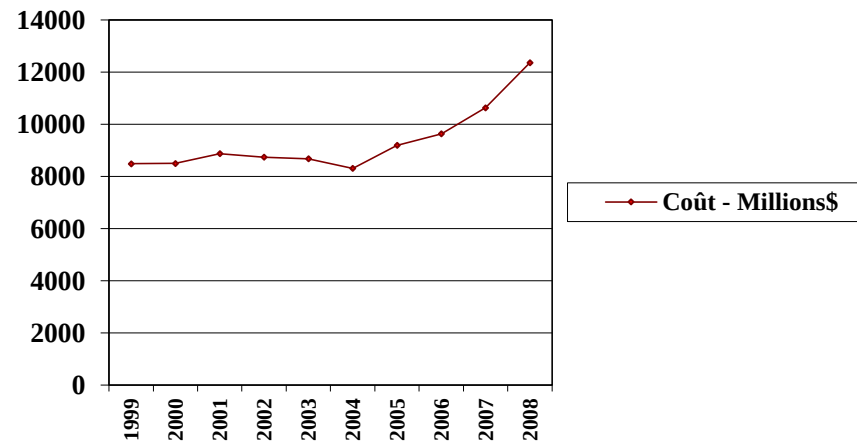
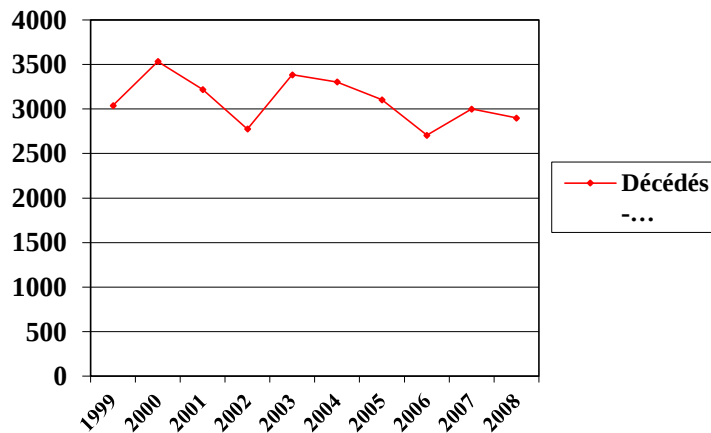
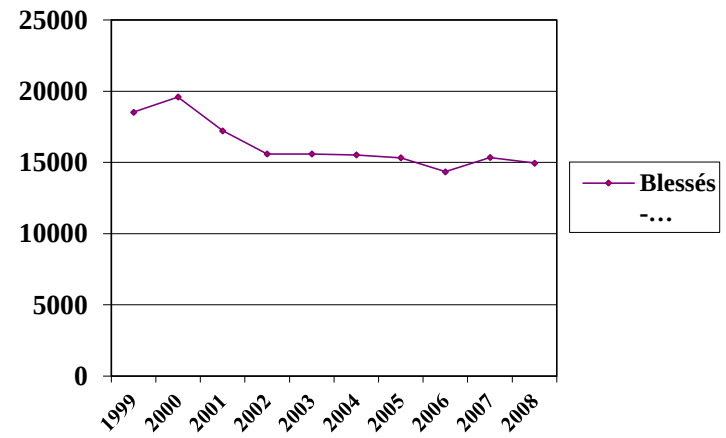
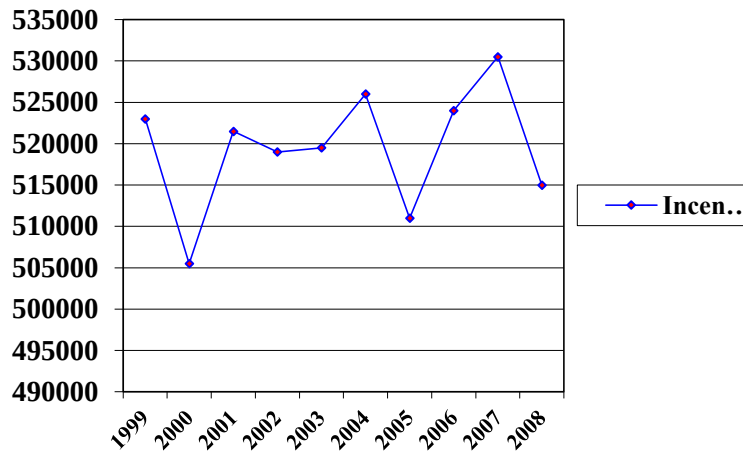
80% des décès = inhalation de fumées

(US - Department of Homeland Security - 2009)



Intoxications par les fumées d'incendie - Épidémiologie

Incendies = environ 3000 morts /an (USA)



US Department of Homeland Security / US Fire Administration - 2009

Intoxications par les fumées d'incendie - Épidémiologie

Intoxication par les fumées d'incendie - Nombre de décès

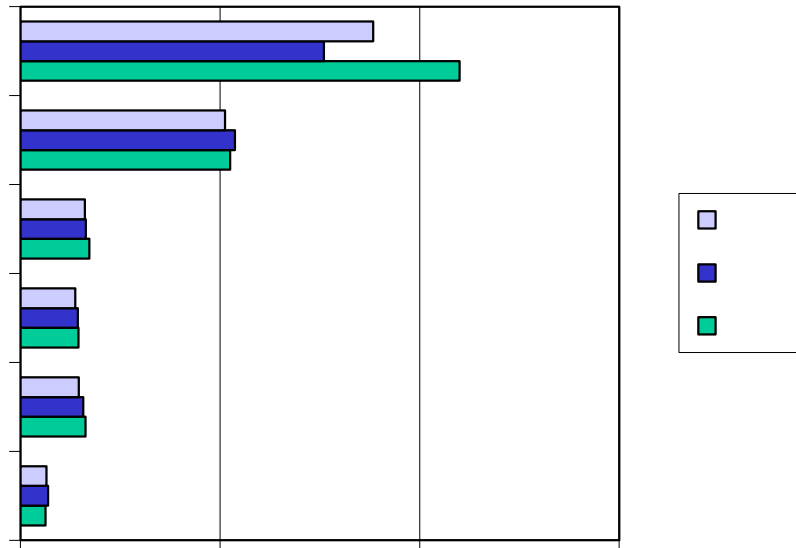


Photo : Bspp

World Fire Statistics, The Geneva Association, October 2003

Intoxications par les fumées d'incendie - Épidémiologie

Incendies 2002-2012 - France :

Nombre d'interventions



Nombres d'incendies

% Incendies / Interventions



Photo : Bspp

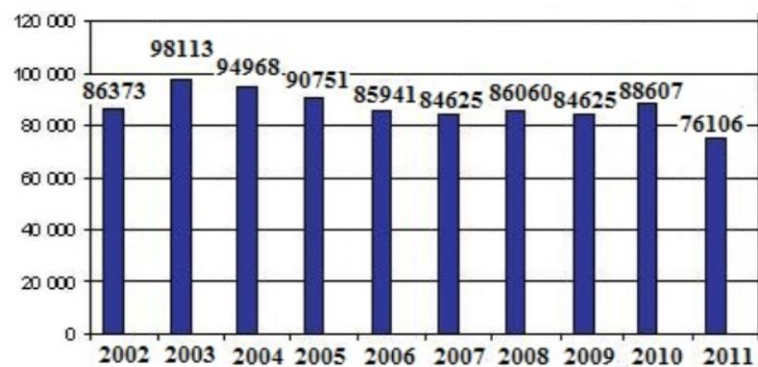


Photo : Bspp

Intoxications par les fumées d'incendie - Épidémiologie

Incendies 2002-2011 - Habitations - France :

Nombre incendies habitations



Intoxications par les fumées d'incendie - Épidémiologie

Incendies en 2006-2011 - France :

Tout types d'incendies :

	2006	2009	2011
Victimes décédés	341	394	459
Victimes graves	936	1 282	1 332
Victimes légères	10 256	12 355	13 350
Nombre d'incendies	334 012	343 300	317 909

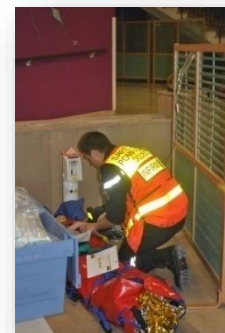


Photo : JL Fortin – Sdis 25

Incendies d'habitation :

	2006	2009	2011
Victimes décédés	257	306	384
Victimes graves	658	870	878
Victimes légères	6090	8 179	9 107
Nombre d'incendies	85 941	84 625	76 106



Photo : Bspp

⇒ Effets de l'obligation des détecteurs autonomes de fumées ?



Physiopathologie

Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie

- Fumées** milieu complexe et hétérogène
- phase gazeuse (150 principes actifs)
 - phase particulaire (les suies)
 - vapeur d'eau

Fumées = Suies + Gaz + Vapeurs



Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie

L'intoxication par les fumées est à l'origine de **deux syndromes d'intoxication** :

Syndrome de déprivation en oxygène et d'intoxication par les gaz asphyxiants.
+
Syndrome d'intoxication par les gaz irritants

Ces deux syndromes s'associent à des degrés divers



Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie

Le syndrome de déprivation en oxygène
et intoxication par gaz asphyxiants :

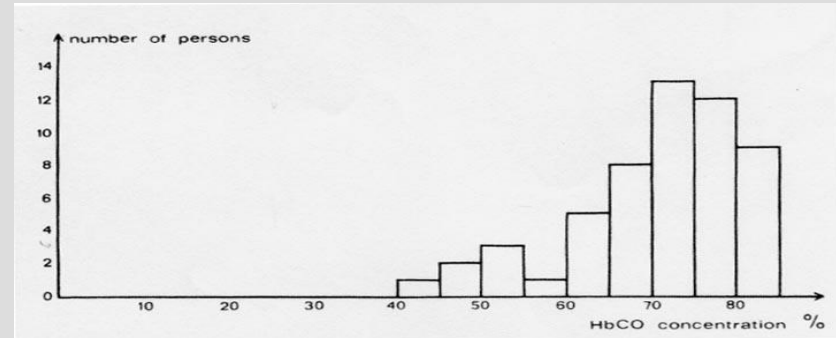
Les toxiques en cause :

- $\downarrow$ FiO_2
- CO
- CO_2
- HCN
- Autres gaz ? (Acroléine, benzène....)

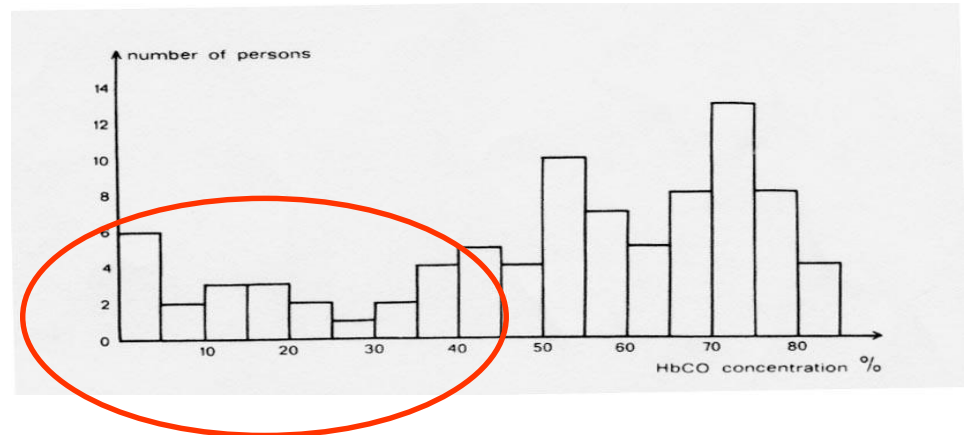


Intoxication par les fumées d'incendie - Physiopathologie

Post-mortem
carboxyhemoglobin
concentrations in 54
cases of fatal carbon
monoxide poisoning

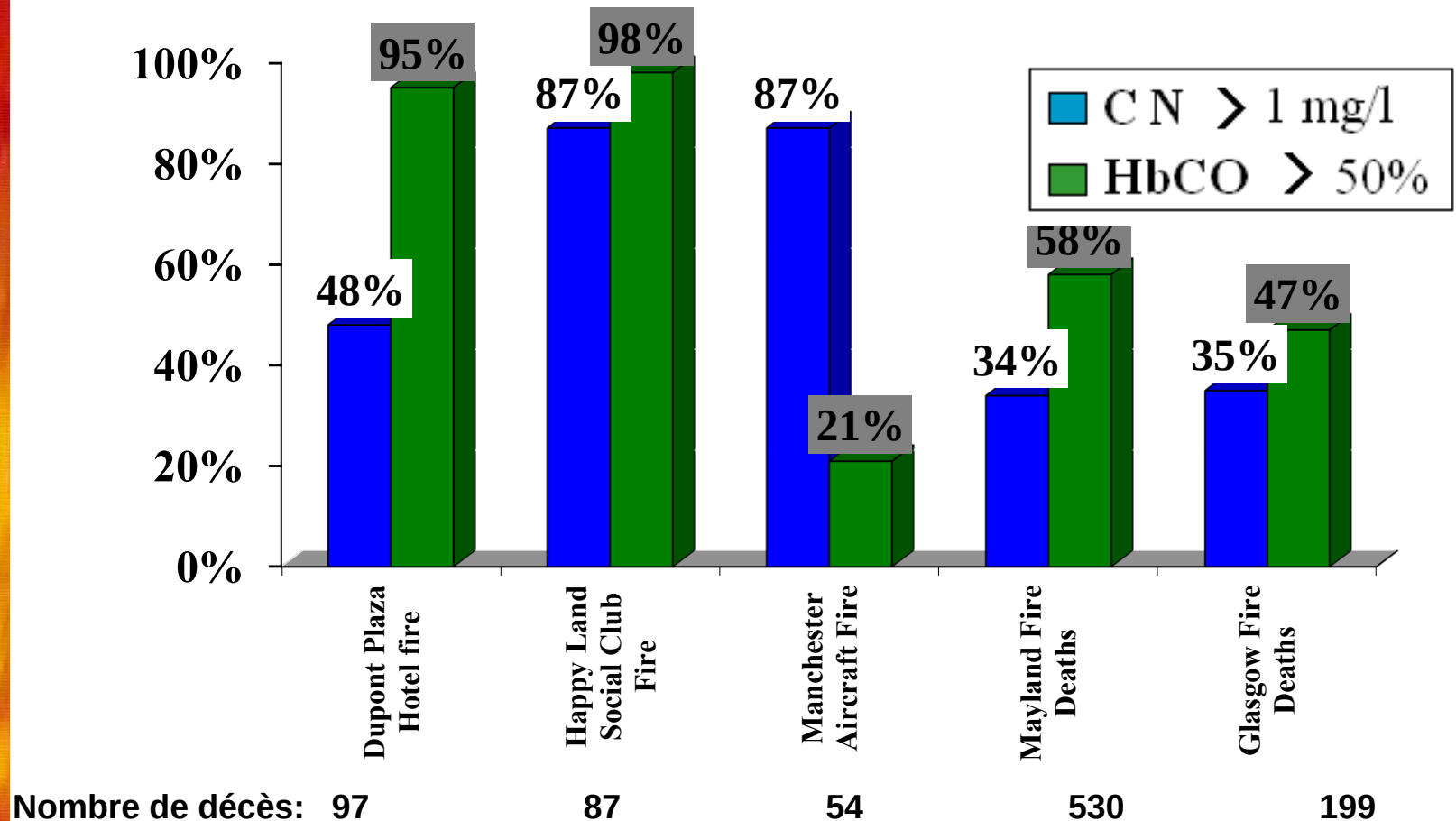


Post-mortem
carboxyhemoglobin
concentration in 57
fire victims



Teige, B., Lundeval, J., and Fleischer, E. (1977). Carboxyhemoglobin concentrations in fire victims and in cases of fatal carbon monoxide poisoning. *Z. Rechtsmed.* 80, 17-21.

Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie



Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie

Intoxication oxycarbonée :

- Combustion incomplète
- Fixation sur l'Hémoglobine:
$$\text{HbO}_2 + \text{CO} \text{ -----} \rightarrow \text{HbCO} + \text{O}_2$$
- Affinité de l'Hémoglobine pour le CO est 250 fois supérieure / O₂
=> Hypoxie cellulaire et une hypoxémie sanguine

Respiration :

Etape pulmonaire

Etape sanguine



Etape cellulaire

Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie

Intoxication oxycarbonée :

- Fixation sur la Myoglobine:
Impotence musculaire
Réduction du débit cardiaque



(Intoxication mortelle oxycarbonée d'Emile Zola le 29 septembre 1902 au 21 bis rue de Bruxelles, Paris 9^e
Combustion lente et résiduelle d'un feu couvert, produite par la cheminée de sa chambre)

Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie

Acide cyanhydrique (HCN) :

Combustion de matériaux naturels: laine, soie, coton
(Feux de canapés, de matelas)



Combustion de matériaux plastiques : polyamide, polyuréthane, polyacrylonitrile, etc...



Tout cela existe dans les appartements modernes...



Intoxication par les fumées d'incendie - Physiopathologie

1950



De nos jours



F. Levy

Aspects nouveaux de la toxicologie des fumées d'incendie

Journées scientifiques européenne du service médical des sapeurs-pompiers – Evian 2008

Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie

Acide cyanhydrique (HCN) :

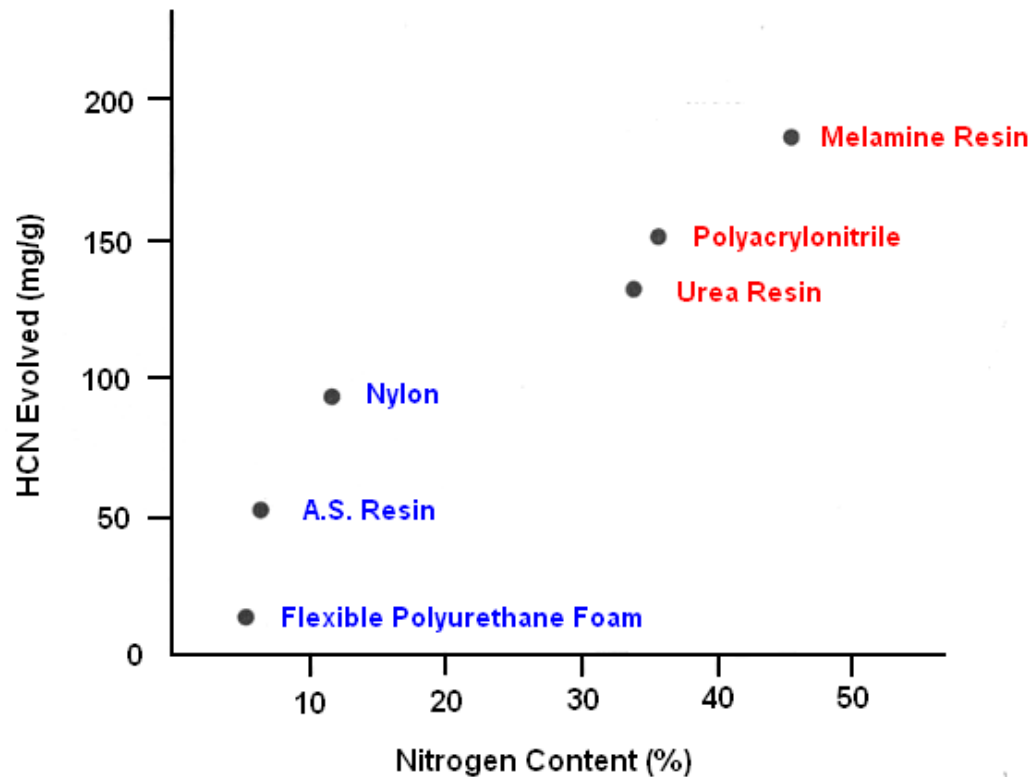


Photo : Bspp

Morikawa in Ballantyne B, 1987, *Clinical and experimental Toxicology of Cyanides*

Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie

Acide cyanhydrique (HCN) :

- Gaz asphyxiant
- Action synergique avec intoxication CO
- Blocage de l'utilisation de l'O₂ au niveau cellulaire
- Combinaison avec le cytochrome oxydase mitochondrial
- **Les tissus cellulaires sont incapables d'utiliser l'O₂ qui est apporté en quantité normale**
- Fixation du CN réversible
si le traitement spécifique est entrepris rapidement

Respiration :

Etape pulmonaire

Etape sanguine

Etape cellulaire ←

Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie

Pharmacologie du cyanure

Après inhalation ou ingestion

Dans le compartiment sanguin :

A des concentrations basses 93-99% est fixé à la méthémoglobine (Fe^{3+})

→ cyanométhémoglobine

L'oxyhémoglobine (Fe^{2+}) a une très faible affinité pour le cyanure

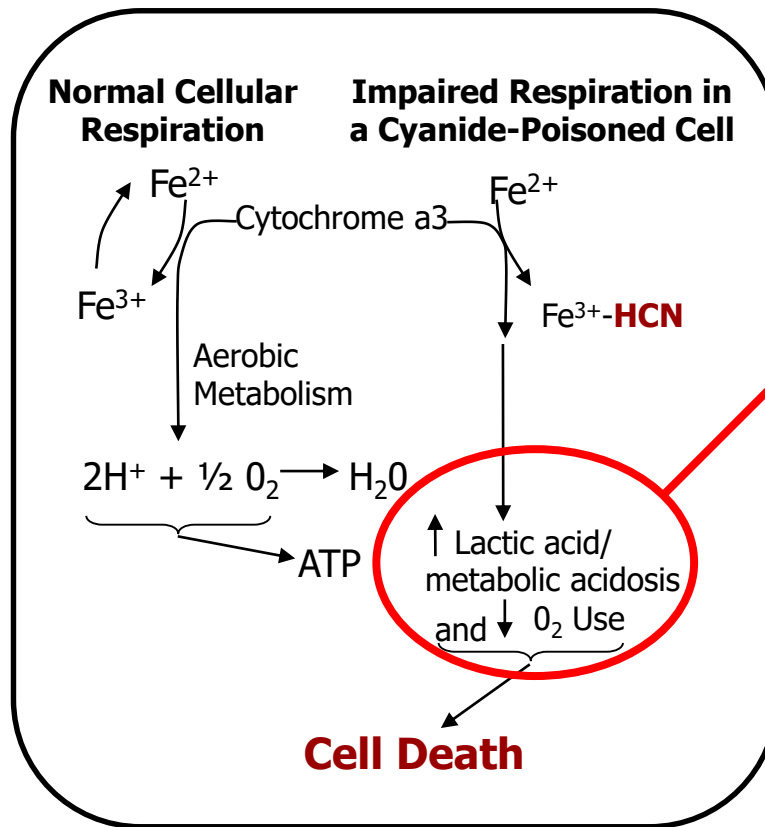
(E. Antonini and al. Hemoglobin and myoglobin in their reactions with ligands, vol 21, Amsterdam, 1971)

A des concentrations élevées , le cyanure se retrouve dans le plasma

Dans les tissus → liaison au cytochrome oxydase mitochondrial
→ inhibition du transport d'électrons
→ déplétion en ATP
→ hypoxie cellulaire, acidose métabolique et mort cellulaire

(C.J. Vesey and al. J. Pharm. Pharmacol. 30 (1977) 20-26)

Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie



Intérêt du dosage précoce de l'acide lactique

en plus de celui de l'acide cyanhydrique

Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie

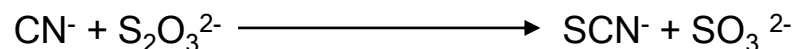
Pharmacologie du cyanure

Métabolisme du cyanure très rapide dans l'organisme

→ Elimination du cyanure peut atteindre 0,017 mg/min/kg chez l'homme

Principale enzyme d'élimination : thiosulfate sulfure transferase ou « rhodanèse »

→ Conversion du cyanure en thiocyanate (SCN^-) et élimination par voie rénale



(Conversion limitée par les stocks de thiosulfate)

→ Autres voies secondaires de détoxification: oxydation du cyanure (OCN^-), réaction avec la cystine pour former acide 2-iminothiazoline-4-carboxylique

→ demi-vie plasmatique du cyanure = 1 heure

→ Intérêt du prélèvement précoce de l'acide cyanhydrique +++

Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie

Hypoxie ($\downarrow$ FiO₂) + $\nearrow$ CO₂ => Augmentation de la ventilation

CO₂ = gaz induisant une acidification du sang

Chez le singe : 5 % de CO₂ dans l'air inspiré $\rightarrow$ pHa 7,38 $\Rightarrow$ 7,21

% CO ₂ dans l'air expiré	Ventilation minute/valeur de base
2	X 1,5
4	X 2
5	X 3
10	X 8 à 10

=> Augmentation de l'absorption de tous les gaz toxiques +++



Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie

CO_2 = gaz induisant une acidification du sang

⇒ Augmentation de la délivrance des toxiques dans le cerveau

- augmentation du DSC: de 1% du DSC par augmentation de la PaCO_2 de 1 mm de Hg au-dessus de 40 mm de Hg
- augmentation du passage cérébral des acides faibles et notamment de l'acide cyanhydrique

A photograph of a fire scene. In the foreground, several firefighters in black gear are visible, some standing near a red fire truck. A large fire hose is unrolled on the ground. In the background, a building is on fire, with thick black smoke rising into the sky. A fire truck's ladder is extended towards the building. To the left, a building features a large mural of a cartoon character. To the right, a blue building has the words "REGLAGE" and "EQUILIBRE" visible. A yellow box with the word "Clinique" is overlaid in the center.

Clinique

Intoxications par les fumées d'incendie - Clinique

Syndrome d'inhalation des fumées d'incendie :

Notion d'espace clos +++

Le signe fondamental de l'inhalation de fumées est la présence de **suies dans les voies aériennes supérieures** : nez, bouche et dans l'expectoration.

L'absence de suies a par contre
une énorme valeur prédictive négative +++

Brûlures des vibrisses

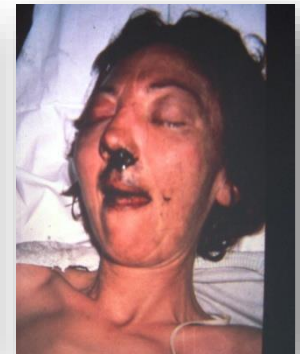


Photo : JL Fortin – CHU J Minjoz

Intoxications par les fumées d'incendie - Clinique

Syndrome de déprivation en O₂ et d'intoxication par gaz asphyxiants :

- signes neurologiques: troubles neuro-psychiatriques, agitation, confusion, perte de connaissance , coma
- Signes cardio-circulatoires: collapsus, troubles du rythme, ACR
- Manifestations biologiques:
 - ↑ lactate sanguin , ↑ HbCO





Intoxications par les fumées d'incendie - Clinique

Intoxication par les gaz asphyxiants :

intoxication au monoxyde de carbone

- manifestations neuro-sensorielles :

céphalées rebelles, vertige, asthénie

- manifestations digestives:

douleurs abdominales sans diarrhée,
nausées, vomissements

- manifestations cardiaques :

troubles du rythme et de la repolarisation

- manifestations neuro-psychiatriques :

pseudo-ébriété,

coma agité hypertonique avec syndrome pyramidal diffus

- manifestations psychiatriques avec agitation

Intoxications par les fumées d'incendie - Clinique

Intoxication par les gaz asphyxiants : intoxication cyanhydrique aiguë

Concentrations sanguines (mg/l)	Concentrations sanguines (μmol/l)	Toxicité
< 1,6 μg/l	< 7,7	Non intoxiqué - Non fumeur
< 16 μg/l	< 7,7	- Fumeur
0 - 0,2 mg/l	< 7,7	Peu de signes cliniques
0,5 - 1 mg/l	19,2 - 38,5	Tachycardie, hypotension
1 - 2 mg/l	38,5 - 96,2	Stupeur +/- Agitation
2 - 3 mg/l	> 96,2	Coma +/- décès

Intoxications par les fumées d'incendie - Clinique

Intoxication par les gaz asphyxiants : intoxication cyanhydrique aiguë

Signes cliniques Concentration (0,2- 2 mg/l)	Signes cliniques Concentration (2 - 3 mg/l)
Faiblesse musculaire	Troubles du rythme cardiaque (34%) (2) (3)
Irritation oculaire	Troubles de la repolarisation (7%) (2) (3)
Vertiges	Coma (83%) (1)
Nausées / Vomissements	Mydriase (77%) (1)
Sueurs	Convulsions (26%) (1)
Tachycardie	Arrêt respiratoire
	Arrêt cardiaque (14%) (1) (36%) (2) (3)

(1) Baud F and al. , Cyanide Toxidrome , EAPCCT Congress – Stockholm May 2009

(2) Fortin J.L. and al, Fire smoke inhalation and cardiac disorders, EAPCCT Congress – Stockholm May 2009

(3) Fortin J.L. and al., Cyanide poisoning and cardiac disorders: 161 cases - J Emerg Med 2010, Feb 23

Intoxications par les fumées d'incendie - Clinique

Intoxication par les gaz asphyxiants : intoxication cyanhydrique aiguë



The Journal of Emergency Medicine, Vol. xx, No. x, pp. xxx, 2009
Copyright © 2009 Elsevier Inc.
Printed in the USA. All rights reserved
0736-4679/09 \$—see front matter

Selected Topics: Toxicology

CYANIDE POISONING AND CARDIAC DISORDERS: 161 CASES

J. L. Fortin,* T. Desmettre,* C. Manzon,* V. Judic-Peureu,* C. Peugeot-Mortier,* J. P. Giocanti,*
M. Hachelaf,* M. Grangeon,* Ulrike Hostalek,† J. Crouzet,* and G. Capellier*

*Department of Emergency and Critical Care Medicine, Jean Minjoz University Hospital, Besançon, France and †Merck KGaA, Darmstadt, Germany

Reprint Address: Ulrike Hostalek, Merck KGaA, Frankfurterstr. 250, Darmstadt D-64293, Germany

Abstract—Background: Inhalation of hydrogen cyanide from smoke in structural fires is common, but cardiovascular function in these patients is poorly documented. **Objective:** The objective was to study the cardiac complications of cyanide poisoning in patients who received early administration of a cyanide antidote, hydroxocobalamin (Cyanokit®; Meridian Medical Technologies, Bristol, TN). **Methods:** The medical records of 161 fire survivors with suspected or confirmed cyanide poisoning were reviewed in an open, multicenter, retrospective review of cases from the Emergency Medical Assistance Unit (Service d'Aide Médicale d'Urgence) in France. **Results:** Cardiac arrest (61/161, 58 asystole, 3 ventricular fibrillation), cardiac rhythm disorders (57/161, 56 supraventricular tachycardia), repolarization disorders (12/161), and intracardiac conduction disorders (5/161) were observed. Of the total 161 patients studied, 26 displayed no cardiac disorder. All patients were given an initial dose of 5 g of hydroxocobalamin. Non-responders received a second dose of 5 g of hydroxocobalamin. Of the patients initially in cardiac arrest, 30 died at the scene, 24 died in hospital, and 5 survived without cardiovascular sequelae. Cardiac disorders improved with increasing doses of hydroxocobalamin, and higher doses of the antidote seem to be associated with a superior outcome in patients with initial cardiac arrest. **Conclusions:** Cardiac complications are common in cyanide poisoning in fire survivors. © 2009 Elsevier Inc.

Intoxications par les fumées d'incendie - Clinique

Intoxication par les gaz asphyxiants :

intoxication cyanhydrique aiguë vs intoxication au monoxyde de carbone

That's the question ?

CO dans d'atmosphère (ppm)	Durée exposition	Signes cliniques	HbCO (%)	CO (mmol/l)
< 100	indéfinie	Céphalées modérées à l'effort	1 - 10	0,1 – 0,9
100 - 200	indéfinie	Céphalées importantes à l'effort	10 - 20	0,9 – 1,8
200 - 300	5 – 6h	Céphalées importantes au repos	20 - 30	1,8 – 2,7
400 - 600	4 – 5h	Céphalées, nausées, vomissements, asthénie Confusion, perte de connaissance	30 - 40	2,7 – 3,6
700 - 1000	3 – 4 h	Syncope, troubles respiratoires, collapsus	40 - 50	3,6 – 4,5
1100 - 1500	1,5 – 3 h	Coma, convulsions, Cheyne-Stockes	50 - 60	4,5 – 5,4
1600 - 3000	1 – 1,5 h	Coma, convulsions, défaillance cardiorespiratoire	60 - 70	5,4 – 6,3
5000 - 10000	20 mn – 3 mn	Décès	70 - 80	6,3 – 7,2

Intoxications par les fumées d'incendie - Clinique

C O	HCN
Altération neurologique	Altération neurologique
Fréquence respiratoire normale	Altération de la fréquence respiratoire voire apnée
Tension artérielle normale	Hypotension voire état de choc
Augmentation moyenne de la lactatémie	Augmentation importante de la lactatémie
	Suies endocavitaires

Association fréquente et synergique pour le HCN avec le CO

Intoxications par les fumées d'incendie - Clinique

Syndrome d'intoxication par les gaz irritants :

Les gaz irritants lèsent les muqueuses

Les manifestations cliniques sont:

- respiratoires:
 - Insuffisance respiratoire retardée
 - Anomalies auscultatoires: ronchis ou sibilants
 - Tachypnée ou bradypnée
- ORL : Dysphonie, stridor, toux
- oculaires :
 - Conjonctivite



Intoxications par les fumées d'incendie - Clinique

Syndrome d'intoxication par les gaz irritants :

L'atteinte broncho-pulmonaire est liée à la présence:

- des propriétés irritantes des gaz
 - acide chlorhydrique (PVC)
 - aldéhydes (dérivés carbonés (bois - coton - papier))
 - acide fluorhydrique (Téflon)
 - oxydes nitreux (Polyacrilonitrile)
- de la toxicité des particules de suies
- des gaz chauds

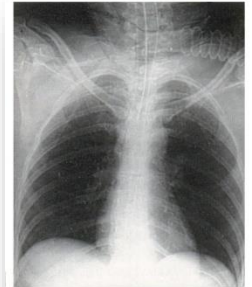


Intoxications par les fumées d'incendie - Clinique

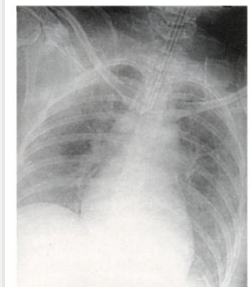
Syndrome d'intoxication par les gaz irritants :

Radiographie du thorax :

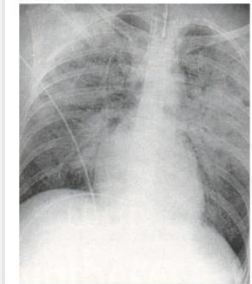
- condensations alvéolo-interstitielles mal délimitées et disséminées
- elle peut être normale à l'admission +++



Cliche n°1: + 3 heures
Pas de signes spécifiques. FIO2= 0,35



Cliche n°2: + 30 heures.
Syndrome interstitiel diffus. FIO2=0,60
Hypercapnie



Cliche n°3: + 72 heures. SDRA. FIO2=0,80
Evolution favorable après 45 jours de ventilation, et utilisation de NO pendant 4 jours.
Pas de séquelle respiratoire à distance

Intoxications par les fumées d'incendie - Clinique

Syndrome d'intoxication par les gaz irritants :

Fibroscopie bronchique systématique (I):

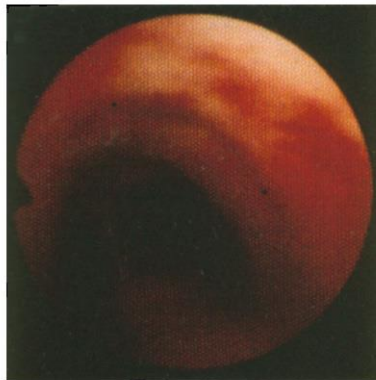
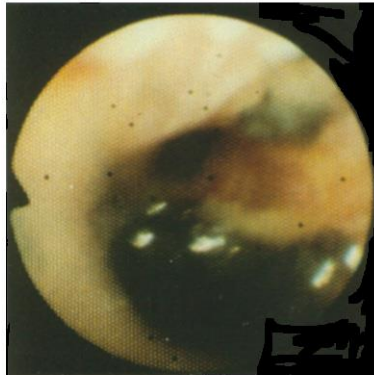
- niveau de l'atteinte respiratoire
- type de lésions des muqueuses : 3 stades
 - I : Inflammation de la muqueuse
 - II: Ulcération, hémorragie de la muqueuse
 - III: Nécrose de la muqueuse
- désobstruction des bronches



Intoxications par les fumées d'incendie - Clinique

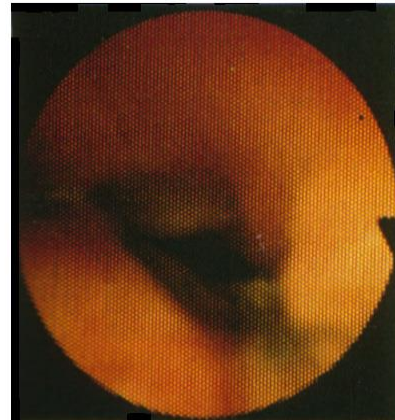
Fibroscopie bronchique

Suie adhérente



Lésions trachéales par inhalation

Oedème glottique et suie



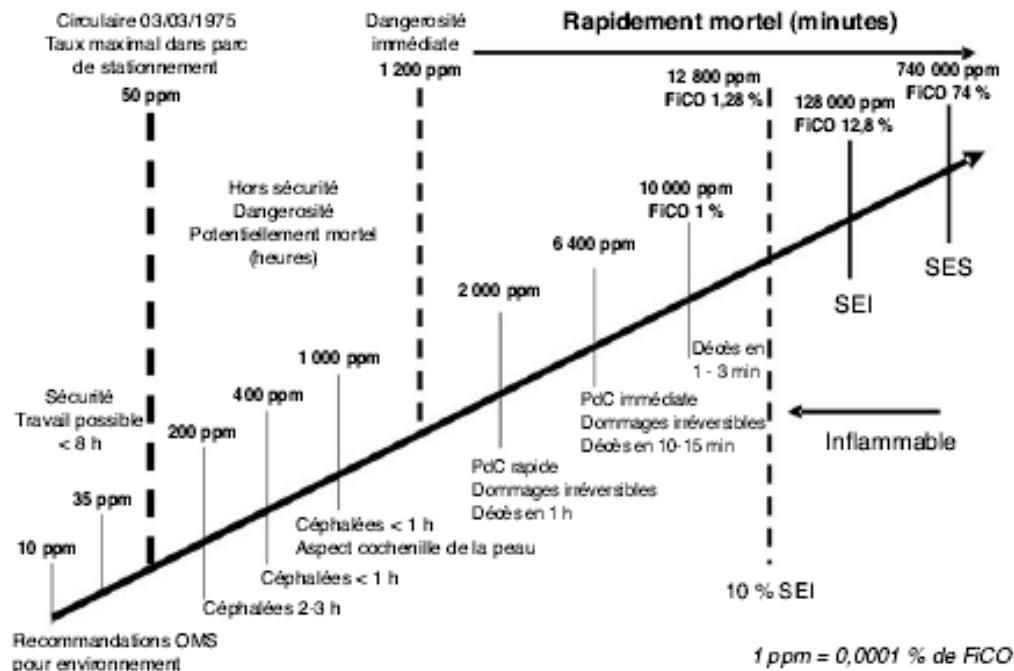
A large fire is burning at night, with bright orange flames and thick black smoke rising into the sky. In the background, a city skyline is visible across a body of water, with lights reflecting on the surface. A yellow text box with a blue border is centered in the image.

Détection - Biologie

Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie

Intoxication oxycarbonée :

Analyseur électrochimique portable : dans l'atmosphère



SF330



Exposition au CO +++

Intoxications par les fumées d'incendie - Biologie

100 ppm = $\frac{1 \text{ volume CO}}{10\,000 \text{ vol. air}}$ sans danger occasionnellement

200 ppm = $\frac{1 \text{ volume CO}}{5\,000 \text{ vol. air}}$ nausées

1 000 ppm = $\frac{1 \text{ volume CO}}{1\,000 \text{ vol. air}}$ intoxication grave

2 000 ppm = $\frac{1 \text{ volume CO}}{500 \text{ vol. air}}$ mortel en 4 ou 5 heures

5 000 ppm = 0,5 % mortel en 20 minutes

(ppm : partie par million)



Photo : JL Fortin – Samu de Gand

Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie

Autres intoxications :

Analyseur électrochimique portable polyvalent
(HCN, H₂S, SO₂, NO₂, NH₃, CO):
dans l'atmosphère

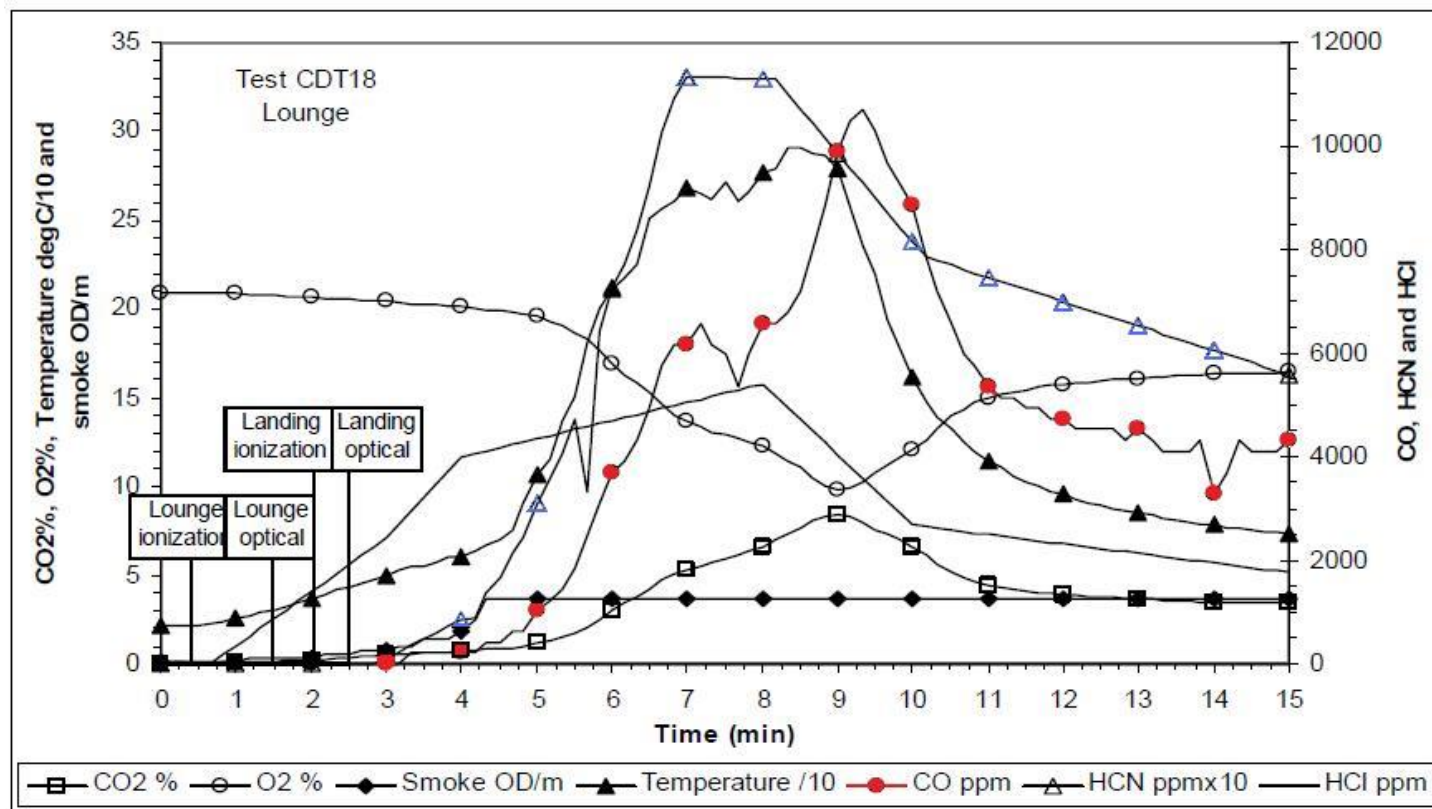


Photo : New York Fire Department – Mai 2004



Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie

Corrélation CO / CN



Purser DA

The evolution of toxic effluents in fires and the assessment of toxic hazard.

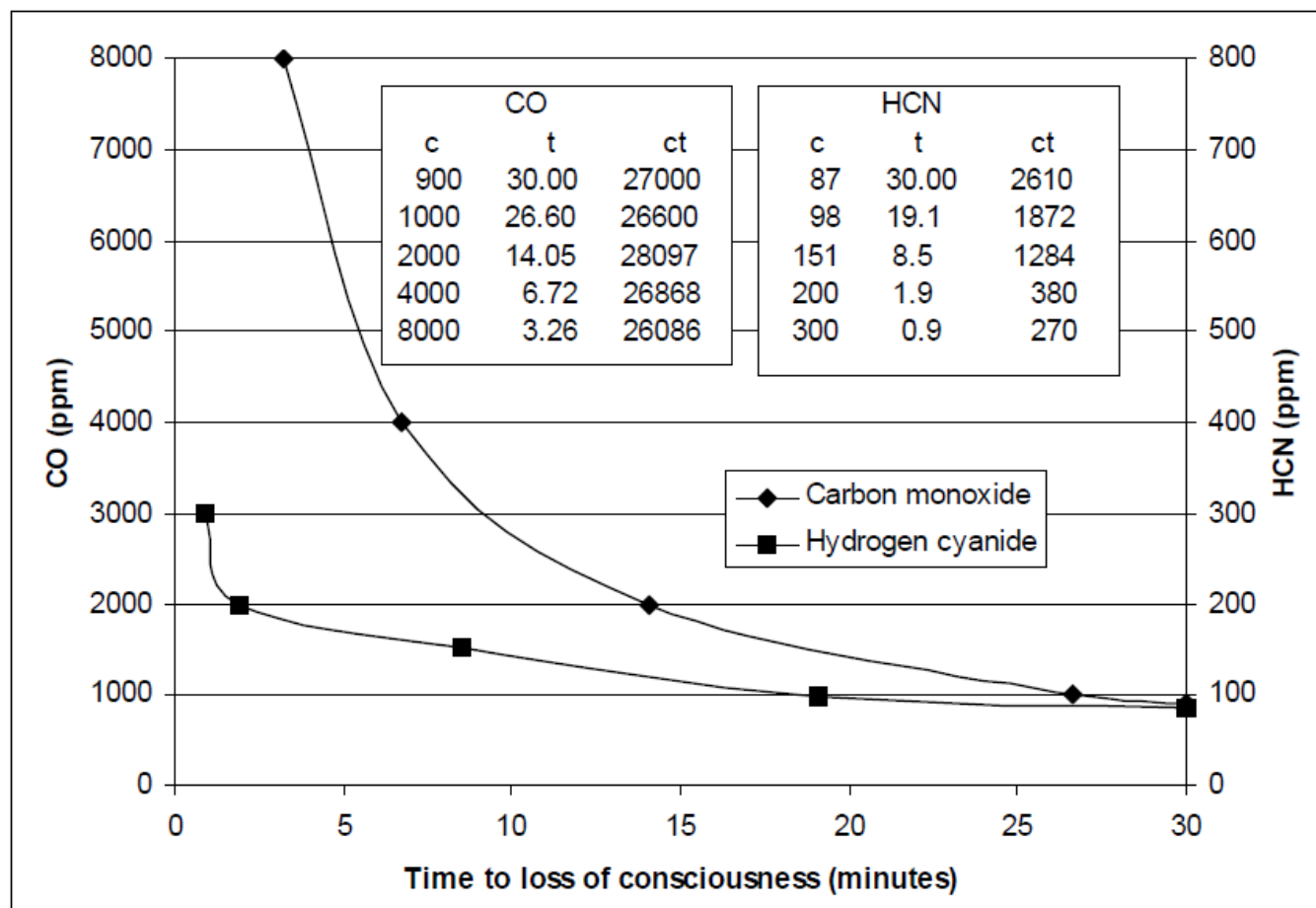
Toxicol Lett. 1992 Dec;64-65 Spec No:247-55.

Locatelli C.

Spécificités toxicologiques d'un feu de navire

Société Médicale Méditerranéenne d'Urgence Maritime, Marseille le 10 mars 2011

Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie



Purser DA

The evolution of toxic effluents in fires and the assessment of toxic hazard.

Toxicol Lett. 1992 Dec;64-65 Spec No:247-55.

Locatelli C.

Spécificités toxicologiques d'un feu de navire

Société Médicale Méditerranéenne d'Urgence Maritime, Marseille le 10 mars 2011

Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie



Appareil Respiratoire Isolant (ARI) - N. Mars

Le monoxyde de carbone endort... le cyanure tue ! Ou comment prendre en charge l'intoxica- tion par les fumées d'incendie

Les incendies sont responsables de plusieurs centaines de morts et de blessés (schémas 1 et 2), au niveau national ⁽¹⁾. Malgré la réhabilitation constante de l'habitat ils demeurent un important problème de santé publique.

*J.L. Fortin, P. Paulin, F-X. Lagré
Revue 3SM Mag, Juin 2011, n°9, 14-15*

Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie

Intoxication oxycarbonée :

Dosage sanguin par CO-métrie : dans le sang

- Chromatographie en phase gazeuse après extraction
- Dosage de l'**Oxycarbonémie** en ml pour 100 ml de sang

Durée d'analyse entre 60 et 90 minutes

Personnel hautement qualifié et matériel onéreux

- Calcul de l'HbCO :

1 ml de CO/100 ml de sang = 5% HbCO

$$\text{HbCO \%} = (\text{CO ml/100 ml} / \text{Hbtotale g/100 ml} \times 1.39) \times 100$$



Technique de référence +++

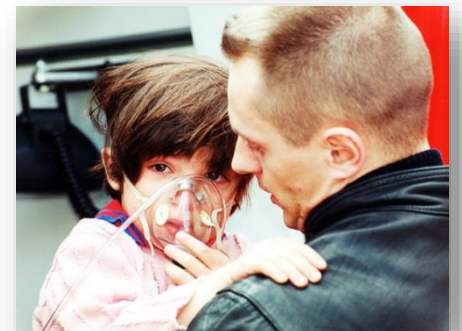


Photo : Bspp

Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie

Intoxication oxycarbonée : Dosages sanguins : (% HbCO)

0 à 10%	Rien
11 à 20%	Asthénie, Céphalée frontale
21 à 30%	Céphalée intense, nausées , vertiges
31 à 40%	Vision trouble, nausées, vomissements
41 à 50%	Malaise, Tachycardie, Tachypnée
51 à 60%	Coma, Convulsions
61 à 70%	Collapsus cardio vasculaire Détrese respiratoire Décès probable



Photo : Bspp



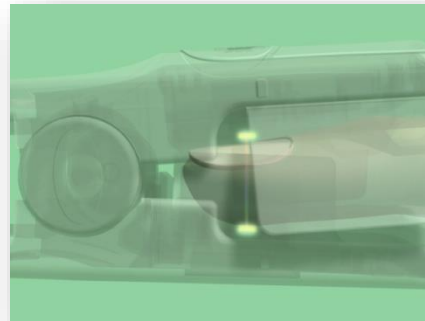
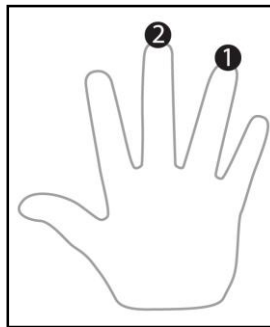
Dissociation clinico-biologique

Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie

Intoxication oxycarbonée :

Dosage par CO-oxymétrie de pouls : dans le sang

- Pléthysmographie + Spectrophotométrie d'absorption
- Dosage de la **Carboxyhémoglobinémie** en % d'Hb totale
- En pratique :
 - **Positionnement** du doigt (capteur pédiatrique)



Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie

Anesthesiology 2006; 105:892-7

Copyright © 2006, the American Society of Anesthesiologists, Inc. Lippincott Williams & Wilkins, Inc.

Measurement of Carboxyhemoglobin and Methemoglobin by Pulse Oximetry

A Human Volunteer Study

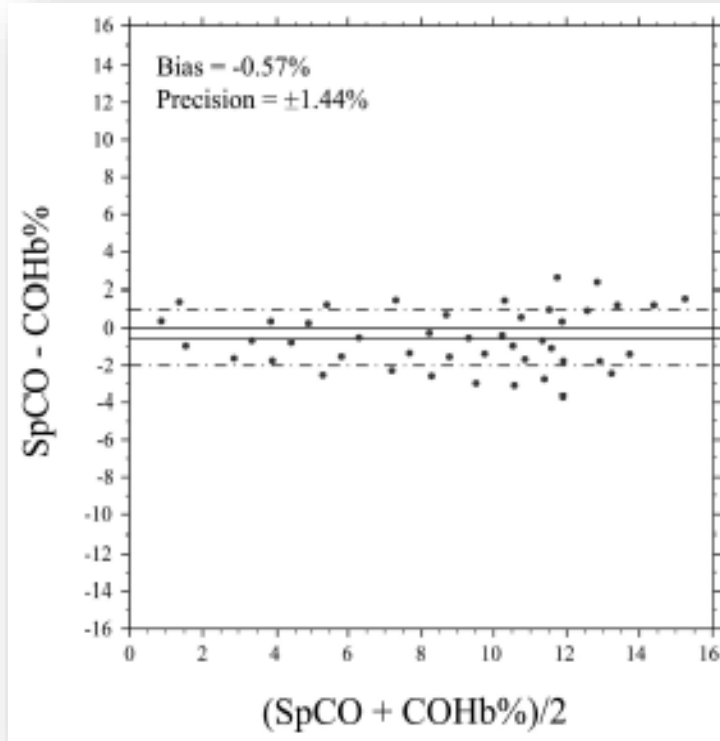
Steven J. Barker, Ph.D., M.D.,* Jeremy Curry, M.D.,† Daniel Redford, M.D.,‡ Scott Morgan, B.S.§

Background: A new eight-wavelength pulse oximeter is designed to measure methemoglobin and carboxyhemoglobin, in addition to the usual measurements of hemoglobin oxygen saturation and pulse rate. This study examines this device's ability to measure dyshemoglobins in human volunteers in whom controlled levels of methemoglobin and carboxyhemoglobin are induced.

Methods: Ten volunteers breathed 500 ppm carbon monoxide until their carboxyhemoglobin levels reached 15%, and 10 different volunteers received intravenous sodium nitrite, 300 mg, to induce methemoglobin. All were instrumented with arterial cannulas and six Masimo Rad-57 (Masimo Inc., Irvine, CA) pulse oximeter sensors. Arterial blood was analyzed by three laboratory CO-oximeters, and the resulting carboxyhemoglobin and methemoglobin measurements were compared with the corresponding pulse oximeter readings.

Results: The Rad-57 measured carboxyhemoglobin with an uncertainty of $\pm 2\%$ within the range of 0–15%, and it measured methemoglobin with an uncertainty of 0.5% within the range of 0–12%.

Conclusion: The Masimo Rad-57 is the first commercially available pulse oximeter that can measure methemoglobin and carboxyhemoglobin, and it therefore represents an expansion of our oxygenation monitoring capability.





Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie

Dosage des lactates :

Intoxication cyanhydrique aiguë → augmentation précoce et importante des lactates sanguins

Donne un argument supplémentaire en faveur de l'intoxication cyanhydrique avec un contexte évocateur (incendie + milieu clos) + clinique (suies, troubles neurologiques, cardio-vasculaires)

Développement récent de la biochimie embarquée +++

Permet de guider la thérapeutique initiale

Intoxications par les fumées d'incendie - Physiopathologie

Biochimie embarquée - Dosage des lactates sanguins

Lecteur de lactates sanguins de « première génération »
- bandelettes réactives



Lecteur de lactates sanguins de « seconde génération »
- plaquettes et lecteur informatique
- enregistrement des données et possibilité de consultation rétrospective



Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie

Méthodes de dosage sanguin du cyanure : Prélèvement

Prélèvement si possible le plus tôt après l'arrêt de l'exposition toxique

→ idéalement en pré-hospitalier avant toute administration antidotique

Tube sec hépariné.

Conservation du tube à +4°C

(B. Ballantyne, Clin. Toxicol. 11 (1977) 173-193)

Le tube ne doit servir qu'au dosage du cyanure.

Il ne doit pas être ouvert car au cours de la conservation dans le tube les cyanures sanguins passent sous forme gazeuse.

Le prélèvement pour l'analyse biochimique doit se faire à travers le bouchon du tube

CN > 20 - 30 μ moles/litre
> 0,5 - 1 mg/litre

Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie

Méthodes de dosage du cyanure : Analyse Prétraitement de l'échantillon

Séparation du cyanure de la Methémoglobine par micro-diffusion en utilisant les cellules de Conway

Les cellules de Conway sont constituées de 2 compartiments séparés par une cloison avec un couvercle.

Echantillon sanguin est placé dans le compartiment externe et acidifié.

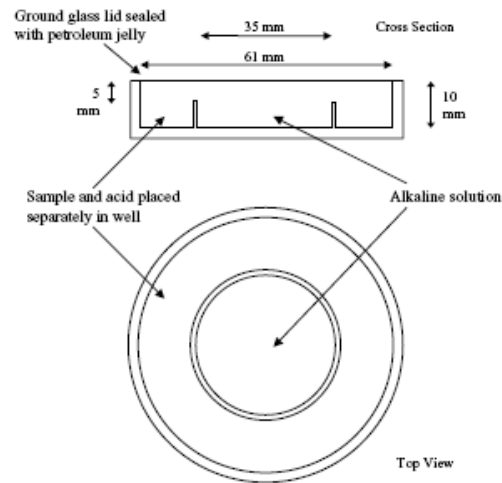


Fig. 1. Conway microdiffusion cell. Adapted from Ref. [31]. The sample and acid are mixed by rotating the cell.



*Laboratoire de biochimie médicale – CHU Besançon
Dosage cyanure – Cellules de Conway*

Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie

Méthodes de dosage du cyanure : Analyse Prétraitement de l'échantillon

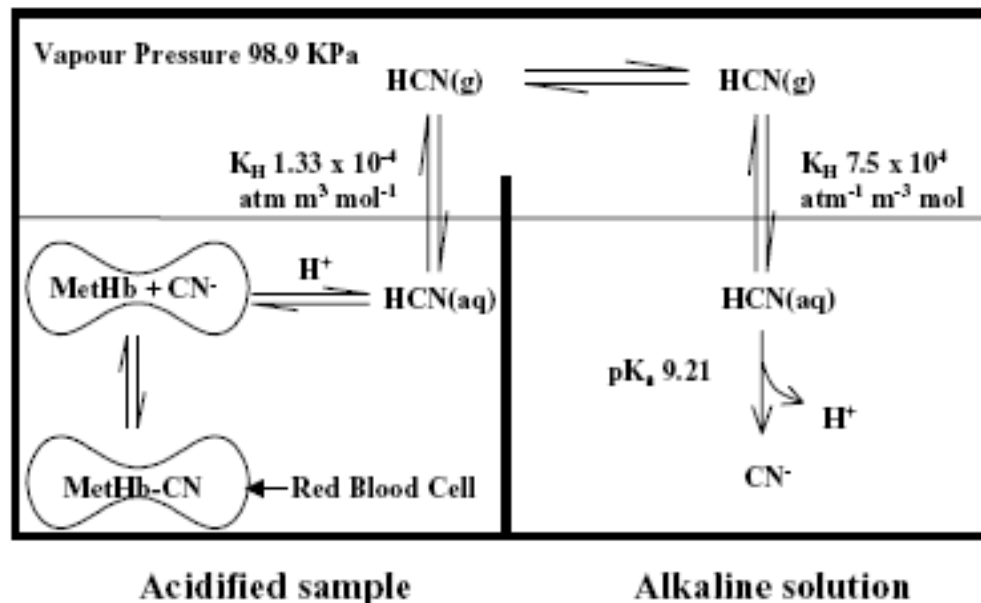


Fig. 2. Schematic diagram of separation process using a Conway cell (K_H [34], vapour pressure

(J.S.Gaffney and al. *Environ. Sci. Technol.* 21 (1987) 519-524)

(T.E. Daubet et al. *Data compilation tables of properties of pure compounds*, Design Institute for Physical Property data, American Institute of Chemical Engineers, New York 1985)

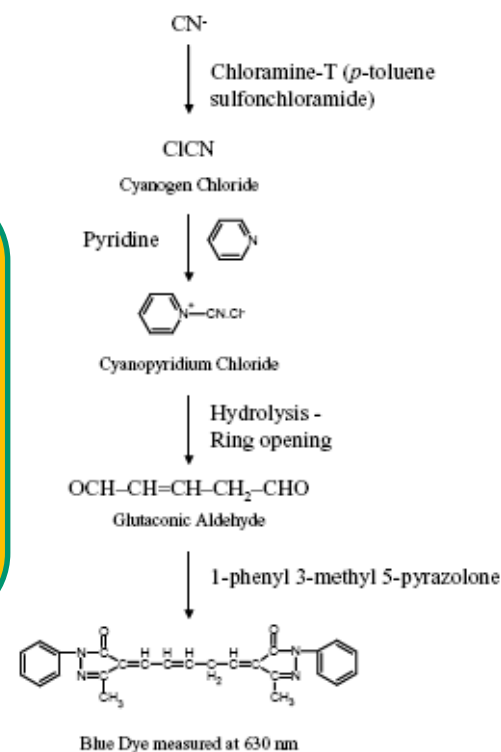
Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie

Méthodes de dosage du cyanure : Analyse Méthode colorimétrique

Réactions du cyanure avec la chloramine T, pyridine et pyrazolone

- Production d'une coloration bleutée
- Mesure à 630 nm par spectrophotométrie et quantification du cyanure

Laboratoire de biochimie médicale
CHU St Jacques
1, place de l'hôpital
25030 Besançon Cedex
Tel : 00 33 (0) 3 81 66 81 66



(J. Epstein, Anal Chem 19 (1947) 272-274)

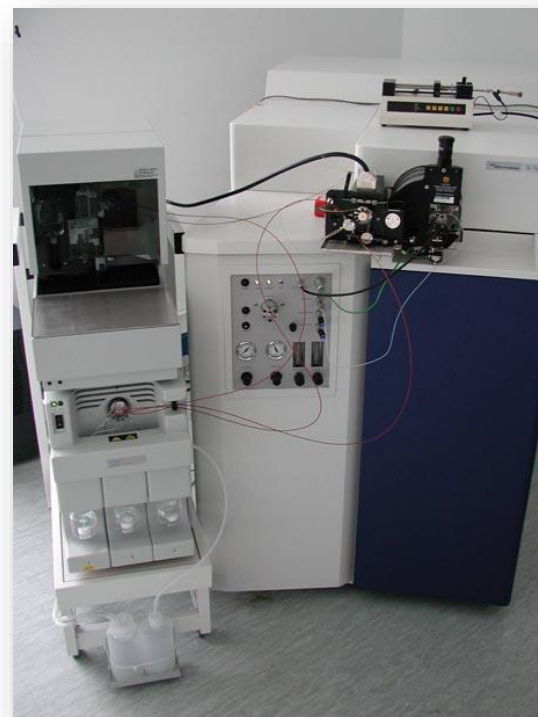
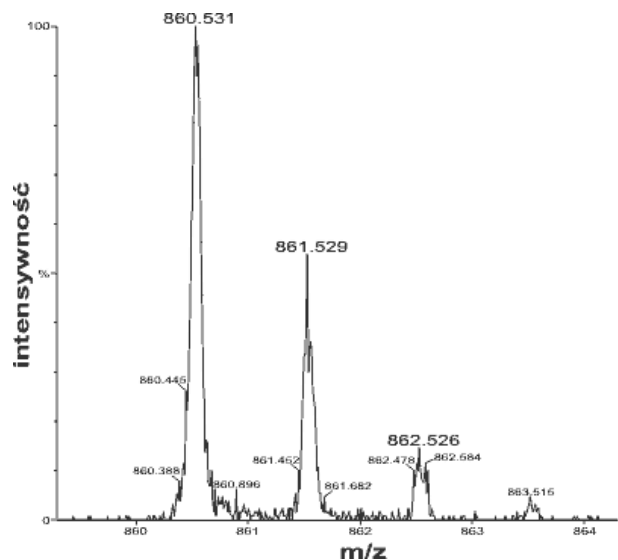
Fig. 3. Reactions with CN^- to produce a coloured dye for colorimetry

Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie

Méthodes de dosage du cyanure : Analyse

Chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse (CPG-SM)

Séparation en phase gazeuse de molécules chargées (ions) en fonction de leur rapport masse/charge (m/z)



A large-scale fire is depicted, with intense orange and yellow flames rising from a structure. A massive, billowing cloud of thick black smoke dominates the upper half of the frame. In the lower-left foreground, two firefighters in dark uniforms and helmets are visible, directing a powerful stream of white water from a hose towards the base of the burning structure. The scene is set against a dark, possibly night-time or overcast sky. A yellow rectangular box with rounded corners is superimposed in the center of the image.

Traitement

Intoxications par les fumées d'incendie - Traitement spécifique

Intoxication oxycarbonée pure ou intoxication CO/CN mixte

L'O₂ doit être débuté dès le ramassage

L'hypoxie est due:

- diminution de la ppO₂ de l'air inspiré
- trouble de l'échangeur pulmonaire
- diminution du TaO₂
- défaut d'utilisation cellulaire de l'O₂



Photo : Bspp

Intoxications par les fumées d'incendie - Traitement spécifique

Intoxication oxycarbonée

L'O2 hyperbare : Lorsque des troubles suivants sont présents (PCI, examen neurologique perturbé, angor, femme enceinte, etc...)

=> l'OHB est indiquée, si elle est immédiatement disponible.



Photo : JL Fortin – CHU J. Minjoz – Samu 25

Intoxications par les fumées d'incendie - Traitement spécifique

Intoxication cyanhydrique aiguë

Antidotes :

- USA : Cyanide Antidote Kit
(aussi connu sous Taylor Kit/ Lilly Kit/ Pasadena Kit)
Hydroxocobalamine (Cyanokit ®) depuis 2007
- France : Hydroxocobalamine (Cyanokit ®)
- Autres pays : - Dicobalt edetate (Kelocyanor®)
- 4-Dimethylaminophenol



Baskin SI, Brewer TH. In: Medical aspects of chemical and biological warfare.

Office of the Surgeon General, Department of Army, US, 1997,271-286.

A Boukhira, JL. Fortin , S. Waroux : Tentative d'autolyse par un sel de cyanure

Médecine et Armées, 2007, 35, 2, 185-189

Intoxications par les fumées d'incendie - Traitement spécifique

Intoxication cyanhydrique aiguë

Taylor Kit/ Lilly Kit/ Pasadena Kit :

Amyl nitrite , Sodium nitrite, Sodium thiosulfate

Nitrites => formation de méthémoglobine , réduction de la capacité de transport de l'oxygène

Responsable d'hypotension sévère et d'état de choc secondaire

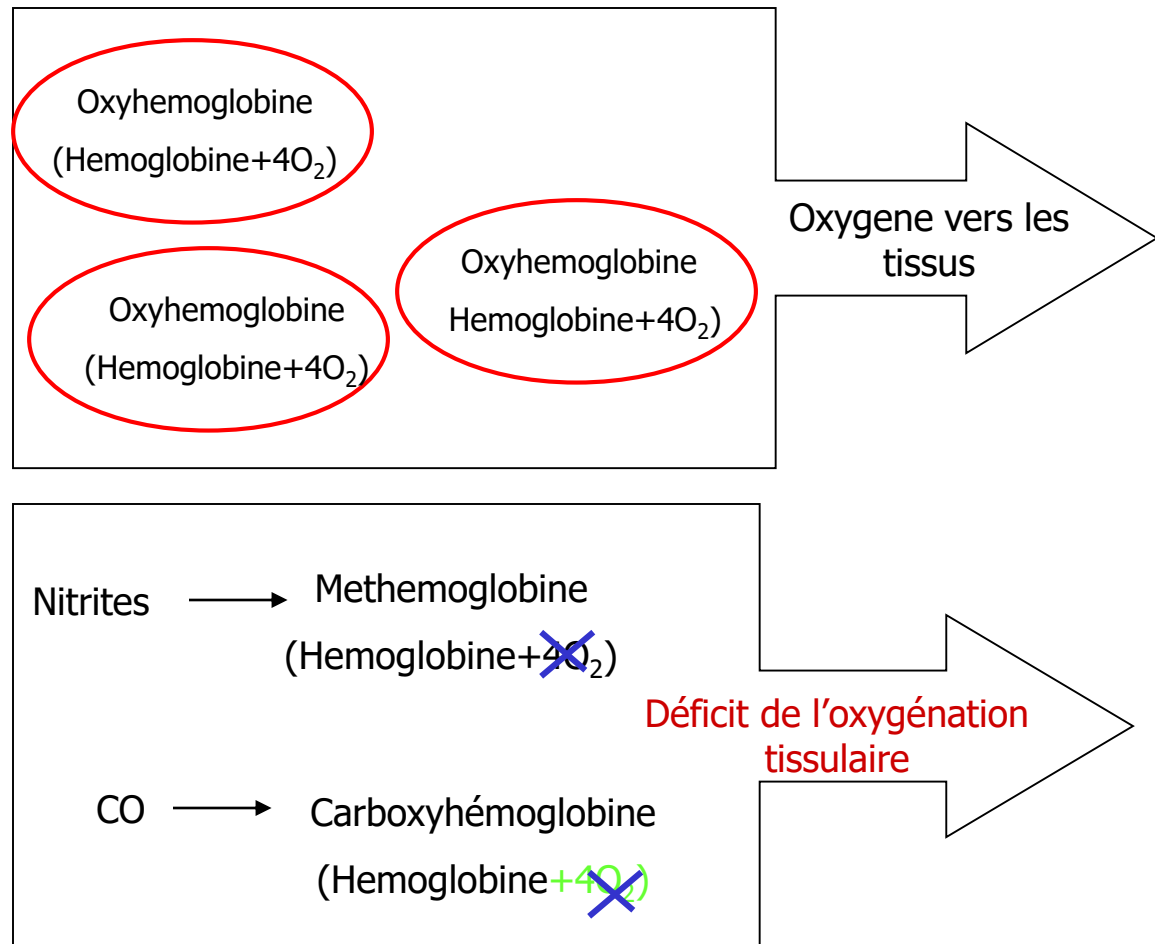
Thiosulfate => délai d'action long

EDTA dicobaltique (Kelocyanor®) => effets cardiovasculaires +++, nausées, vomissements, diarrhées, réactions anaphylactoïdes, sueurs profuses

Intoxications par les fumées d'incendie - Traitement spécifique

Intoxication cyanhydrique

Nitrites :





Intoxications par les fumées d'incendie - Traitement spécifique

Intoxication cyanhydrique aiguë : Antidotes :

Kelocyanor :

Ethylène diamine tétra-acétique dicobaltique

Effets cardio-vasculaires (hypotension ou hypertension brutale ,
tachycardie, extrasystole)

Nausées, vomissements, diarrhée

Sueurs profuses

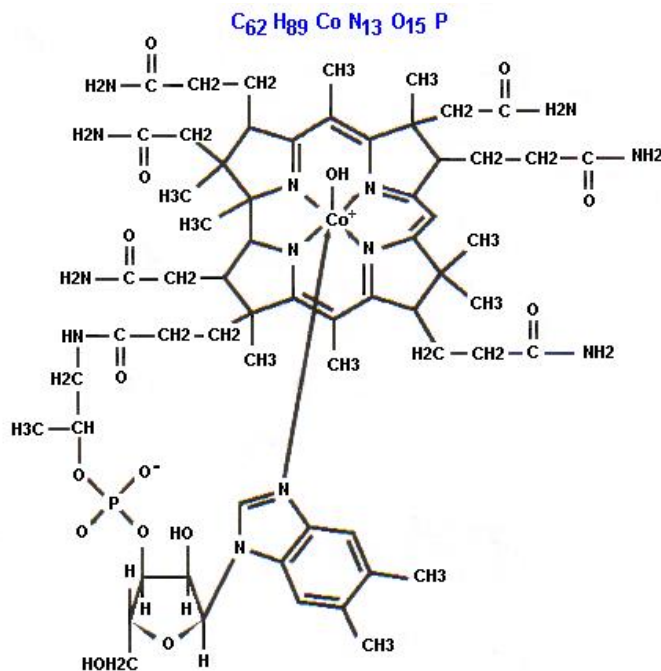
Réaction anaphylactoïde

Effets d'autant plus important que le sujet n'est pas intoxiqué +++

Intoxications par les fumées d'incendie - Traitement spécifique

Intoxication cyanhydrique

Hydroxocobalamine (Cyanokit ®) :



- Forme naturelle vit B12
- Poids moléculaire 1346 daltons
- Cristaux rouges foncés
- Facilement soluble dans l'eau et l'éthanol
- Complexe avec substances alcalines



Photo : JL Fortin – Bspp

Intoxications par les fumées d'incendie - Traitement spécifique

Intoxication cyanhydrique

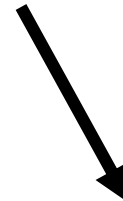
Hydroxocobalamine (Cyanokit ®) :

Hydroxocobalamine
(vitamine B12)

Cyanure



Cyanocobalamine
(vitamine B12)



Éliminée par voie urinaire

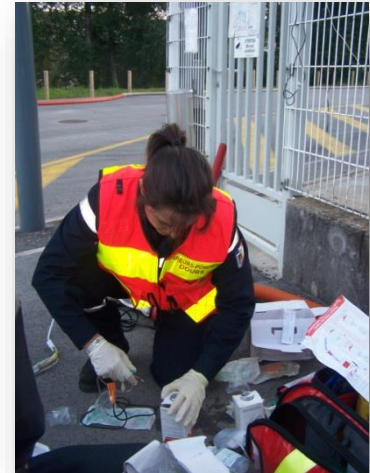


Photo : JL Fortin – Sdis 25

Intoxications par les fumées d'incendie - Traitement spécifique

Clinical Toxicology, 44:37–44, 2006
Copyright © Informa Healthcare
ISSN: 1556-3650 print / 1556-9519 online
DOI: 10.1080/15563650600811870

informa
healthcare

ARTICLE

Prehospital Administration of Hydroxocobalamin for Smoke Inhalation-Associated Cyanide Poisoning: 8 Years of Experience in the Paris Fire Brigade

Jean-Luc Fortin, M.D.

Emergency Department, Military Hospital Legouest, Metz, France

Jean-Pascal Giocanti, M.D.

Samu 25, Jean Minjoz Hospital, Besançon, France

Michel Ruttimann, M.D., and Jean-Jacques Kowalski, M.D.

Emergency Medical Service, Paris Fire Brigade, Paris, France

Introduction. This article reports the results of a retrospective study of 8 years of experience of the Paris Fire Brigade with the prehospital use of hydroxocobalamin. **Methods.** The head physician at the Paris Fire Brigade extracted and summarized data from standardized forms completed at the fire scene and, when available, hospital reports to assess survival status and clinical parameters associated with the use of hydroxocobalamin for each patient who received it for smoke inhalation-associated cyanide poisoning from 1995 to 2003. **Results.** Of the 101 patients administered hydroxocobalamin, 30 survived, 42 died (17 at the fire scene and 25 at the intensive-care unit), and survival status was not known in the remaining 29 patients. Among the 72 patients for whom survival status was known, survival rate was 41.7% after the administration of hydroxocobalamin. Of the 38 patients found in cardiac arrest, 21 had a return of spontaneous circulation during prehospital care. Of the 12 patients who were initially hemodynamically unstable (systolic blood pressure 0 to ≤ 90 mmHg), 9 recovered systolic blood pressure an average of

to hydroxocobalamin. **Conclusion.** Hydroxocobalamin has a risk:benefit ratio rendering it suitable for prehospital use in the management of acute cyanide poisoning caused by smoke inhalation.

Keywords Cyanide; Hydroxocobalamin; Inhalation; Fire; Smoke; Antidote

INTRODUCTION

Inhalation of smoke in closed-space fires is an underrecognized but common source of cyanide poisoning (1,2), which plays a part in the approximately 4,000 fire-attributed deaths in the United States each year (2–4). Produced during combustion of nitrogen- or carbon-containing substances, hydrogen cyanide can be generated by the burning of synthetics such as polyurethane, acrylics, nylon, and plastics, as well as natural materials such as wool, silk, cotton,

Intoxications par les fumées d'incendie - Traitement spécifique

Intoxication cyanhydrique

Hydroxocobalamine (Cyanokit ®) :

posologie adulte et pédiatrique : 70 mg/kg (soit 5g par voie IV pour l'adulte)

Si ACR ou en cas de taux de lactates élevé persistant :

=> ne pas hésiter à faire 140 mg/kg



Conservation : Température ambiante

Péremption : 3 ans

* Flacon de 5 g : commercialisation depuis le 1^{er} janvier 2012

Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie

Soutien santé opérationnel - Expérience du Sdis 25
Matériel de chimie embarqué

Intoxication au monoxyde de carbone :

Rad 57 : dosage de la SpCO *



Intoxication cyanhydrique :

Matsprot (Lactate Pro) : dosage des lactates*

Prélèvement sanguin avant administration antidotique
sur tube vert hépariné pour dosage différé d'acide
cyanhydrique



* Orientation diagnostique immédiate +++



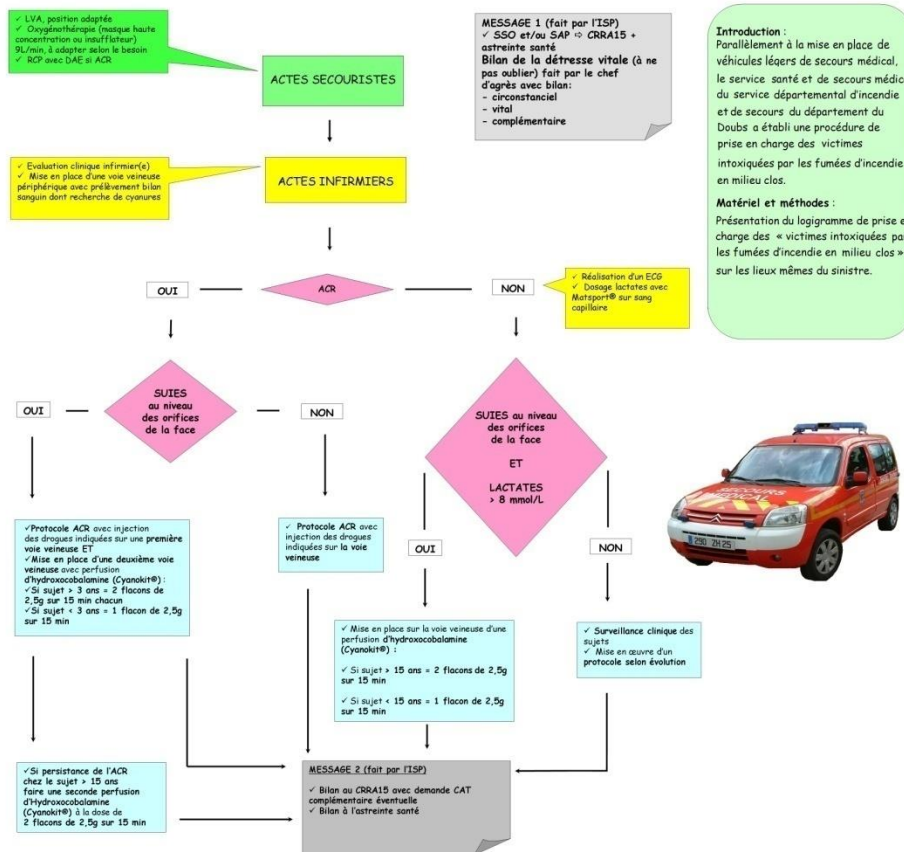


PROCEDURE DE PRISE EN CHARGE DES INTOXICATIONS AUX FUMÉES D'INCENDIE EN MILIEU CLOS: L'EXPERIENCE DU SDIS 25



J.L. FORTIN ** *, Ph. PAULIN *, F. NICOD *, B. CUNY *, C. MARTIN *, F.-X. LAGRE *

* Service de Santé et de Secours Médical, SDIS 25 10 chemin de la clatrière, 25 042 Besançon cedex
** Samu 25, CHU Besançon, 3 bd Alexander Fleming, 25 030 Besançon cedex



Résultats :

L'intoxication aux fumées d'incendie, responsable de plusieurs centaines de morts, est principalement liée à trois gaz toxiques et est évoquée par la présence de suies au niveau des orifices naturels de la face associée à la notion d'un séjour prolongé dans un espace clos en présence de fumées d'incendie.

Parmi ces trois gaz, le dioxyde de carbone (CO₂) favorise l'absorption des deux autres gaz, le monoxyde de carbone (CO) empêche le transport de l'oxygène vers les cellules, l'acide cyanhydrique (HCN) bloque l'utilisation cellulaire de l'oxygène et potentialise l'intoxication au CO.

Un bilan approfondi (recherche de facteurs aggravants respiratoires, cardiaques, neurologiques), complété d'une évaluation de la gravité de l'intoxication (score de Glasgow, mesure du monoxyde de carbone dans l'air expiré et mesure de la saturation périphérique, dosage capillaire des lactates) oriente l'éventuelle administration antidotique d'hydroxocobalamine (CYANOKIT®) en complément du traitement par oxygénothérapie.

Des prélèvements sanguins sont effectués pour dosage ultérieur des cyanures (confirmation de l'intoxication cyanhydrique).

Un bilan régulier de la prise en charge des victimes intoxiquées est effectué au médecin régulateur ainsi qu'au personnel de santé d'astreinte départementale.

Conclusion : cette procédure optimise la prise en charge des victimes intoxiquées aux fumées d'incendie dès le lieu du sinistre. L'administration précoce du traitement antidotique conditionne l'évolution clinique des victimes.

J.L. Fortin, P. Paulin, F. Nicod, B. Cuny, C. Martin, FX Lagré
11^e Journée du 3SM
Limoges 18-20 septembre 2009

Intoxications par les fumées d'incendie - Détection - Biologie



Intoxications par les fumées d'incendie - Traitement spécifique

PHARMACOLOGIE

Hydroxocobalamine : de 2,5 g à 5 g ou le temps de la maturité

Jean Luc FORTIN

L'hydroxocobalamine, dérivé de la vitamine B12, antidote utilisé dans le traitement des intoxications cyanhydriques rencontrées le plus souvent après inhalation de fumées d'incendie ^(1,2), était jusqu'à maintenant présentée sous forme d'un kit contenant 2 flacons de 2,5 g. Depuis cette année une nouvelle présentation, développée par le laboratoire Merck-Serono sous forme d'un kit avec un seul flacon de 5 g d'hydroxocobalamine, remplace la précédente.

POURQUOI UN TEL CHANGEMENT ? POURQUOI UNE NOUVELLE PRÉSENTATION ?

L'hydroxocobalamine (Cyanokit®) est utilisée, en France, par les services d'urgences depuis 1996 sous forme d'un kit contenant 2 flacons de 2,5 g de produit actif. De nombreuses études cliniques pré-hospitalières et hospitalières ont codifié depuis plusieurs années son utilisation et sa posologie ^(3,4).

La posologie de 70 mg/kg d'hydroxocobalamine, qui correspond à 2 flacons de 2,5 g chez l'adulte est la plus couramment utilisée pour traiter les intoxications cyanhydriques aiguës après inhalations de fumées d'incendie. Il paraissait opportun de développer une présentation plus adaptée à ces situations d'urgences ⁽⁵⁾.

Cette dose de 5g se justifie d'autant plus qu'une observation clinique récente ⁽⁶⁾ rapporte la survenue de séquelles neurolo-

giques chez une victime de fumée d'incendie traitée par une dose de 2,5 g d'hydroxocobalamine n'ayant pas empêché l'apparition tardive de lésions cérébrales.

Le système nerveux central est très sensible à l'intoxication cyanhydrique. Le cerveau est dépendant du métabolisme aérobie et des lésions ischémiques cérébrales peuvent rapidement se constituer de façon irréversible.

Le cyanure altère également le système cardio-vasculaire de façon précoce ; des concentrations élevées de cyanures (généralement supérieures à 3 mg/l ; CL50 = 2,5 mg/l) entraînent un arrêt cardio-respiratoire ⁽⁷⁾.

RETOUR D'EXPÉRIENCE

Au fil de ma carrière, j'ai pu constater à maintes reprises sur des incendies avec de nombreux

intoxiqués la nécessité d'avoir une administration de la posologie totale la plus adéquate et la plus rapide possible ⁽⁸⁾.

Ceci est encore plus vrai, lors d'un arrêt cardio-respiratoire après inhalation de fumées d'incendie où il faut le plus souvent administrer une posologie de 140 mg/kg ce qui fait 2 flacons de

5 g chez un adulte ^(8,9).

EN PRATIQUE

La nouvelle présentation d'hydroxocobalamine avec un kit renfermant un seul flacon de 5 g répond à la nécessité d'avoir un conditionnement plus adapté aux situations cliniques avec moins de manipulations, permettant un

gain de temps pour l'infirmier ou le médecin pré-hospitalier lors de la prise en charge initiale (équipe pré-hospitalière devant s'occuper de plusieurs victimes).

Cette nouvelle présentation de dimensions réduites permet également un emport plus facile dans un sac ou dans un véhicule où toute place est comblée. Elle impose une reconstitution avec 2 poches de 100 ml de NaCl qui se fait avec les précautions d'asepsie d'usage.

Pour une utilisation pédiatrique, la posologie initiale est la même que celle de l'adulte, soit 70 mg/kg. Comme sur le conditionnement en verre il n'est pas possible de mettre une graduation dose/poids, après reconstitution de la solution (dilution du lyophilisat 5 g avec 200 ml de NaCl 0,9%) il est conseillé de prélever la solution à perfuser avec une seringue de 50 ml que l'on pourra adapter sur un pousse-seringue électrique.

EN CONCLUSION

Ce changement de conditionnement (le prix reste le même) devrait permettre une utilisation plus rapide de l'antidote. C'est d'autant plus important que l'hydroxocobalamine a une action toxico-cinétique dont l'efficacité dépend essentiellement de la rapidité de mise en œuvre et de l'obtention d'une concentration sanguine optimale. ■

Dr Jean-Luc FORTIN
SAMU - SDS 25, Besançon
fortin-jean-luc@wanadoo.fr





Observations cliniques

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°1

Le 13 juin 2007 - Besançon - Rue du Chapitre

Intoxication par les fumées d'incendie

3 victimes (1 adulte + 2 enfants)

*Feu de chambre avec propagation à tout l'appartement
(feu de literie +++)*

Immeuble à vocation d'habitation R+3

Femme 25 ans

Exposition fumées d'incendie pendant 15 mn (adulte)



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°1

Prise en charge pré-hospitalière :

Prise en charge initiale par le Samu de Besançon à 16h00 :

Glasgow = 14/15 mais agitation +++

Conjonctivite, Suies endobuccales et cutanées,

Crachats noirâtres +++

Brûlures superficielles des 2 mains SCB = 2%

Pouls = 120 => 142 malgré l'oxygénothérapie

TA = 110/69, SpO2 = 99%

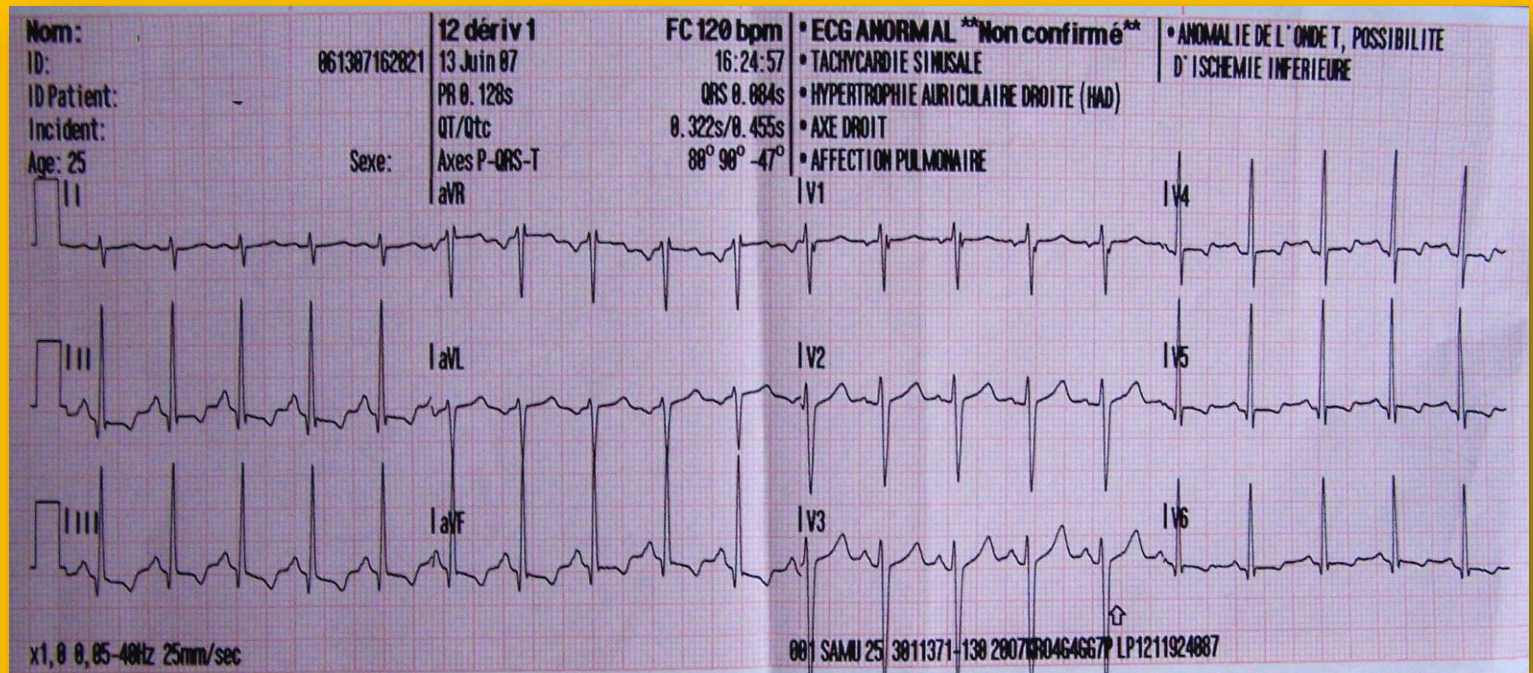
Lactates = 7,9 mmol/l

HbCO = 9% (Rad 57)

ECG = Ischémie myocardique en latéral gauche (V4, V5, V6)

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°1

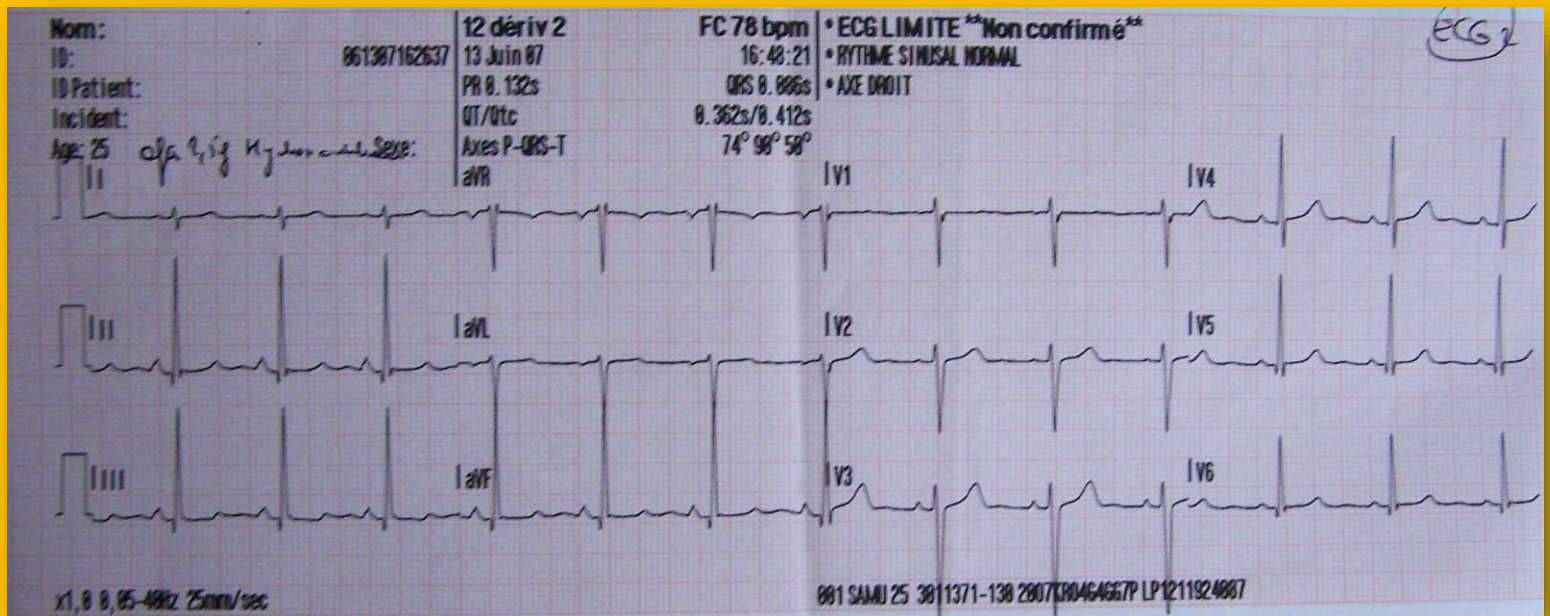
ECG n°1 (16h24) : Troubles de la repolarisation à l'ECG



=> Administration de 2,5 g d'hydroxocobalamine IV à 16h30

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°1

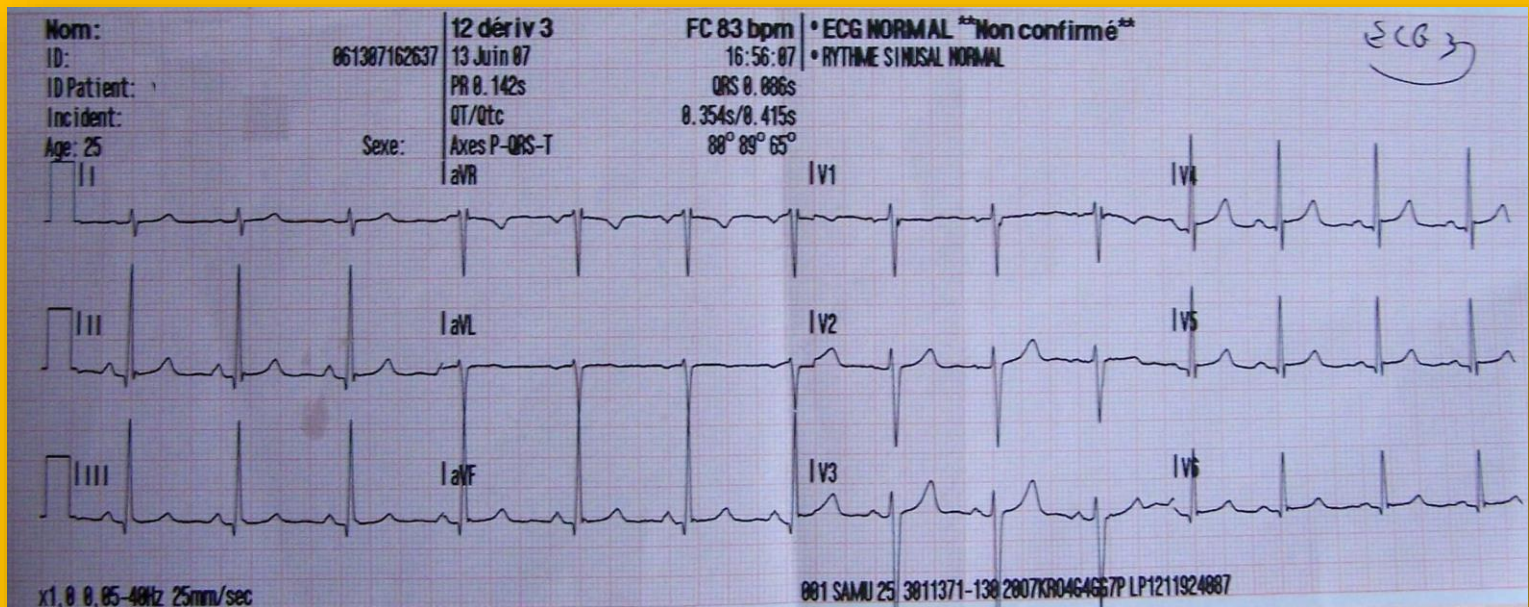
ECG n°2 (16h48) : normalisation de l'ECG



=> Poursuite de l'administration de 2,5 g d'hydroxocobalamine IV

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°1

ECG n°3 (16h56) : poursuite de la normalisation de l'ECG



=> Fin de l'administration de 5 g d'hydroxocobalamine IV

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°1

Temps	16h00	16h20	16h27	16h30	16h36	16h41	16h45	16h46	16h47	16h51	16h55	17h00	17h05	17h10
π	120	142	132	130	115	139	102	83	77	77	92	81	77	81
TA			110/69						130/70		132/98	131/101	129/95	126/90
SPO2	99 %						97%		98%	98%	97%	100%	100%	100%

ECG 1 (16h24)

ECG 2 (16h48)

ECG 3 (16h56)

Perfusion Kt n°	Cyanokit 2,5g			2,5g					2,5g					
Perfusion Kt n°			NaCl 0,9% 250 cc											
Infusion 1														
Infusion 2														
Injections Gestes														

Arrivée SAUV
CHU J. Minjoz

HbCO = 9%
(Rad 57)

HbCO = 7,3%

Lactates sanguins = 7,9mmol/l

17h41 :
Cyanures sanguins = 30 µg/l

HbCO = 6,4%

Lactates sanguins = 1,7mmol/l

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°2

Besançon le 21 novembre 2007, Centre pénitencier à 10h24 :

Homme 23 ans

Incarcéré à la maison d'arrêt de Besançon

Inhalation de fumées d'incendie prolongée après avoir mis le feu à son matelas

Découverte en ACR à 10h24 par les gardiens de la maison d'arrêt.

Pas de chocs délivrés par le DSA

RACS après MCE et oxygénothérapie, pouls = 156

Prélèvement sanguin effectué par l'infirmière de la prison



J.L. Fortin and al. Hydrogen cyanide poisoning in a prison environment
Journal of Correctional Health Care 17(1) 29-33, 2011

Hydrogen Cyanide Poisoning in a Prison Environment: A Case Report

Journal of Correctional Health Care
17(1) 29-33
© The Author(s) 2011
Reprints and permission:
sagepub.com/journalsPermissions.nav
DOI: 10.1177/1073426810385547
http://jch.sagepub.com
SAGE

Jean-Luc Fortin, MD¹, Virginie Judic-Peureux, MD¹,
Thibault Desmettre, MD¹, Cyril Manzoni, MD¹,
Daniel Grimon, MD¹, Ulrike Hostalek, MD²,
Christine Fétro, PhD³, and Gilles Capellier, MD, PhD¹

Abstract

Cyanide poisoning is an important source of morbidity and mortality from smoke exposure in structural fires. This case involved administration of a cyanide antidote to a prisoner (male, 23 years) in France, discovered in cardiorespiratory arrest after about 30 minutes exposure to smoke from a burning mattress during an apparent suicide attempt. Smoke exposure, circulatory failure during initial resuscitation, and elevated blood cyanide and lactate led to the diagnosis of cyanide poisoning. Hydroxocobalamin (Cyanokit[®], 5 g intravenous) was given immediately and on arrival at the hospital. Cardiopulmonary resuscitation restored cardiovascular function after 33 minutes. There were no neurological or other sequelae. Timely hydroxocobalamin administration contributed to full recovery from cardiorespiratory arrest secondary to cyanide poisoning from smoke inhalation. Hydroxocobalamin should be available to emergency medical teams attending fire scenes.

Keywords

cyanide poisoning, hydroxocobalamin, smoke inhalation, prison health care

The incidence of suicides among prison inmates in France has increased over the past 3 decades from 10 per 10,000 inmates in 1980 to 23.3 per 10,000 in 2003 (Moroe, 2004). Hanging continues to be the most common method of suicide (92% of cases), followed by drug overdose (3.5% of cases; Serfati, 2002). Some inmates set their mattresses on fire in an effort to die from burns and smoke inhalation (Yeeh & Branstberg, 2004). This method of suicide has been increasing in recent years.

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°2

Prise en charge pré-hospitalière :

Prise en charge initiale par le Samu 25 à 10h50 :

Glasgow = 11, Pouls = 136, TA = 150/110

Présences de suies +++

ECG = Lésion myocardique

Intubation oro-trachéale

Administration de 5 g d'hydroxocobalamine IV à 10h57



Admission au SAUV - CHU J. Minjoz - Besançon à 11h32

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°2

Temps	10h35	10h42	10h50	10h55	10h57	11h00	11h05	11h09	11h11	11h15	11h20	11h25	11h30	11h32
Fr	136	126	122	95	92	98	93	86	85	77	92	85		
TA	150/110				158/110			129/93	139/89					
SPO2	96% ss 15 l	96%	96%	95%	92%	84%	83%	90%	97%	98%	99%	96%	96%	

ECG 1 (10h37)

Perfusion Kt n°	Nacl 0,9% 250 cc				Cyanokit 2,5g	2,5g				2,5g				
Perfusion Kt n°	Nacl 0,9% 250 cc													
Infusion 1														
Infusion 2														
Injectons														
Gestes														

CHU J. Minjoz



10h35 :
Cyanures sanguins = 6120 µg/l

HbCO = 16%



Lactates sanguins = 8,42mmol/l



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°2

Evolution ultérieure :

Admission au SAUV - CHU J. Minjoz :

Bilan initial : TA= 139/89, Pouls = 85, température centrale = 33,6°C

Biochimie: pH = 7,27, Lactates = 8,42 mmol/l,

Déficit en base = -13 mmol/l

Troponine = 0,17 mg/ml

HbCO = 16% (mesure Rad 57 = SpCO = 16%))

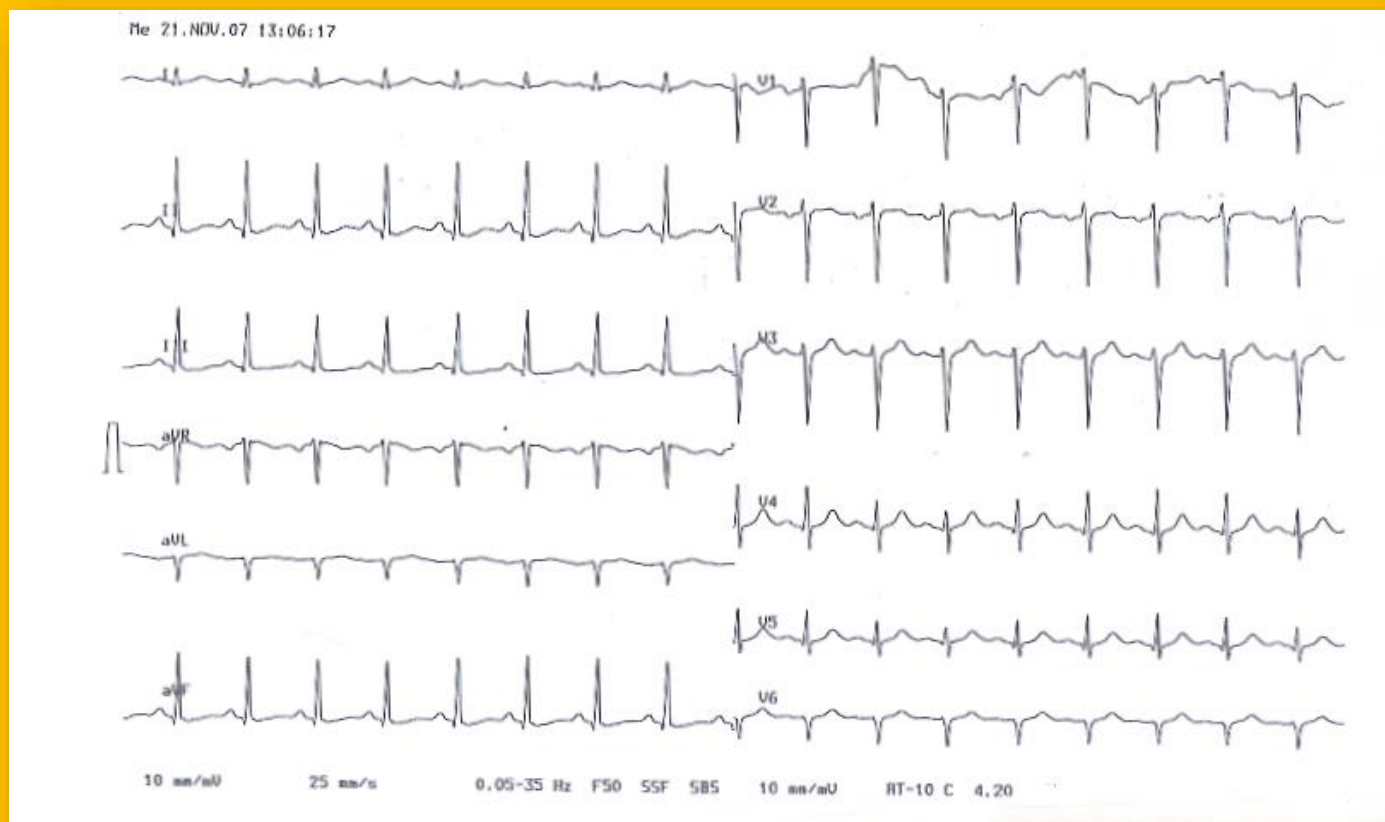
Nouvelle administration de 5 g d'hydroxocobalamine

pH = 7,34, Lactates = 2,56 mmol/l, Déficit en base = - 6,1 mmol/l

HbCO = 7,9%

Transfert hélicoptéré vers le centre hyperbare et le service de réanimation du Pavillon N - HEH à Lyon à 14h31

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°2



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°2

Evolution ultérieure :

Admission dans le service de réanimation polyvalente HEH à Lyon :

Traitement OHB à 2,5 ATA pendant 2 heures

Bilan initial : TA= 140/95, Pouls = 135,

Biochimie: pH = 7,25, Bicarbonates = 19 mmol/l

Troponine = 0,93 g/l

A J+1 : aggravation radiologique et gazométrique (SDRA)

fibroscopie : suies +++ , antibiothérapie par Augmentin ®

2e séance OHB à 2,5 ATA

A J+2 : Décubitus ventral ,

antibiothérapie Tazocilline ® + Gentamycine ®

A J+8 : Sevrage ventilatoire et extubation

Retour au SAU (UHCD) du CHU de Besançon

A J+10 : Retour à la maison d'arrêt de Besançon...

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°3

Besançon le 19 juillet 2008 à 12h07 :

Feu de pavillon

Homme 56 ans

Inhalation de fumées d'incendie + brûlures des 2 mains

Retrouvé inconscient à terre.

Après stimulation : réveil avec obnubilation et agitation

Antécédents = tabagisme +++ (2 paquets/j)

alcoolisme chronique depuis 7 ans



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°3

Prise en charge pré-hospitalière :

Prise en charge initiale par le Samu 25 à 12h30 :

Glasgow = 14, Pouls = 139, TA = 166/112

Présences de suies endocavitaires +++,

SpO2 = 93% sous 10 l d'O₂

SpCO = 40% , CO expiré = 106 ppm

ECG = tachycardie sinusale

Prélèvement sanguin

Administration de 5 g d'hydroxocobalamine IV à 12h40

Admission au SAUV - CHU J. Minjoz - Besançon à 12h54



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°3

Temps	12h15	12h30	12h40	12h50	12h54	11h00
π	138	139	111	115		96
TA		166/112				170/101
SpO2	96%	96% ss 10l	96%	96%	96%	98%
Glasgow		14				14

SMUR

Perfusion Kt n°		NaCl 0,9% 250cc				
Perfusion Kt n°		Cyanokit 2,5g	2,5g			
Infusion 1					CHU J. Minjoz	
Infusion 2						
Injections						
Gestes						

12h30 :
Cyanures = 3049 µg/l

SpCO = 40%

Lactates sanguins = 12,9 mmol/l

13h07 :
Cyanures = 688 µg/l

SpCO = 17%

Lactates sanguins = 9,82 mmol/l

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°3

Evolution ultérieure (I):

Admission au SAUV - CHU J. Minjoz :

Bilan initial : TA= 170/101, Pouls = 96, température centrale = 36,3°C

Alcoolémie = 3,24 g/l , Glasgow = 14

*Biochimie: pH = 7,30, Lactates = 6,45mmol/l (artériel),
9,42 mmol/l (veineux)*

Déficit en base = - 9,4 (artériel), -11,6 (veineux)

Troponine = < 0,15 mg/ml

HbCO = 14,9% (artériel) , 23,6% (veineux)

DAV O2 = 18,4 kPa

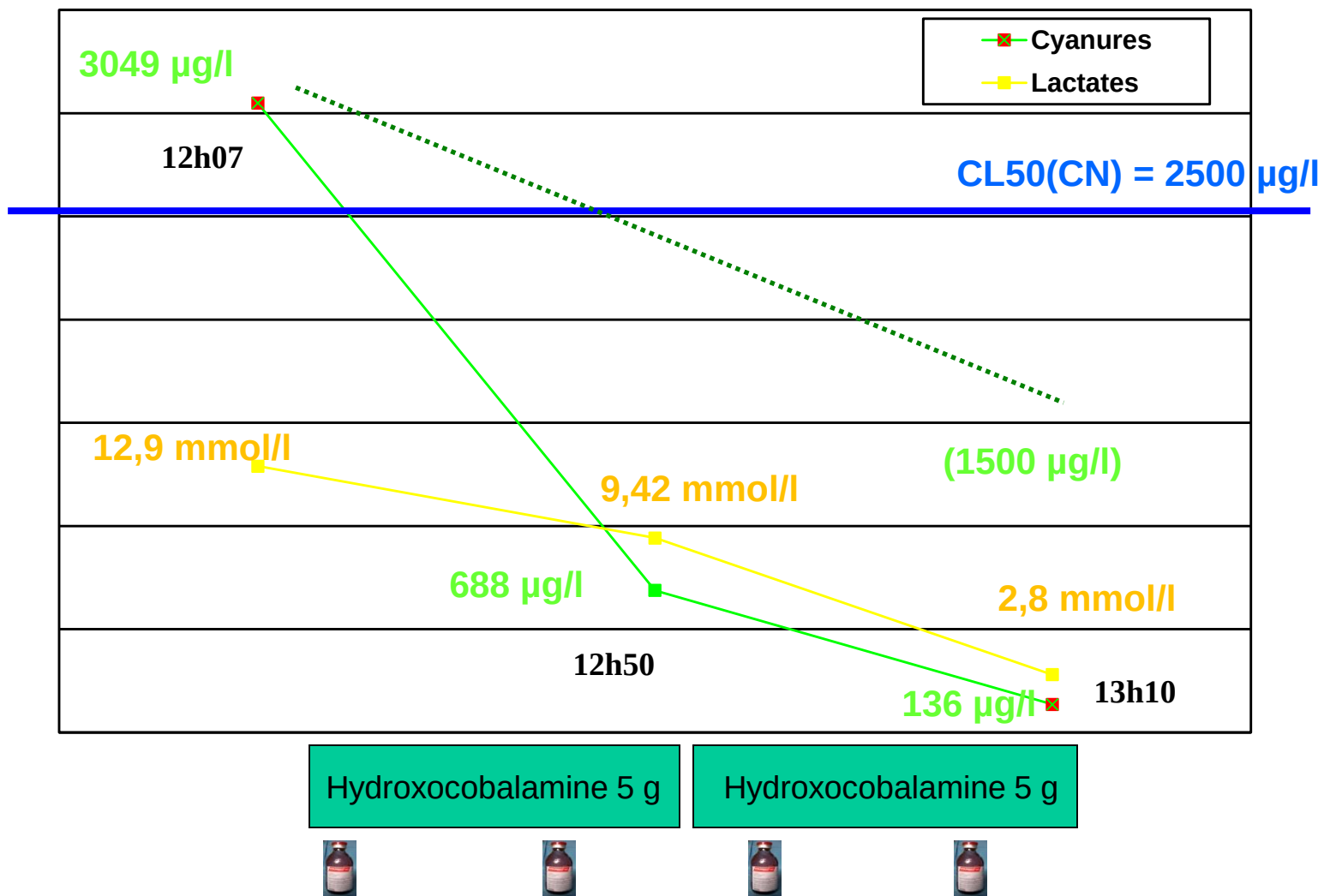
Radiographie pulmonaire normale

2e administration de 5 g d'hydroxocobalamine

pH = 7,35, Lactates = 2,80 mmol/l (artériel),

Déficit en base = - 4,9 mmol/l , HbCO = 3,9%

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°3



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°3

Evolution ultérieure (II):

Échec d'un traitement hyperbare à 2,8 ATA : non coopération du patient (Alcoolémie = 3,24 g/l)

Oxygénothérapie normobare poursuivie pendant 12 heures

Hospitalisation en UHCD

Retour à domicile le 20 juillet 2008 sans séquelles.



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°4

Besançon le 14 avril 2010 à 08h55 :

Feu d'appartement

Femme 23 ans

Inhalation de fumées d'incendie +++

Suies cutanées sur l'ensemble du corps +++

Suies endocavitaires (narines + bouche)+++

Glasgow = 14, tachycardie (144 cycles/mn)

Oxygénothérapie = 9 l d'O2 /mn

Fin d'exposition fumées d'incendie à 09h05



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°4

Prise en charge pré-hospitalière (I) :

Prise en charge initiale par le Samu 25 à 09h15 :

Glasgow = 14, pouls = 100, TA = 140/80

SpO2 = 98% sous 9 l d'O2

SpCO = 30% (rad 57)

ECG = tachycardie sinusale , pas de troubles de la repolarisation

Prélèvements sanguins effectués à 09h15

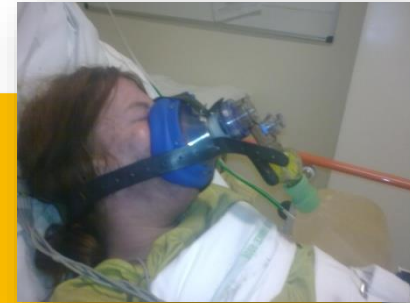
Pas d'administration d'hydroxocobalamine

Antécédents = Toxicomanie à l'héroïne non sevrée

Traitement par substitution par méthadone

Tabagisme = 1 paquet/jour

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°4



Prise en charge hospitalière (II) :

Admission à SAUV - CHU J. Minjoz à 09h37 :

Bilan initial : Glasgow = 14, pouls = 87, TA = 147/101

SpO2 = 99% sous 15 l d'O2

SpCO = 30% (rad 57)

2^e ECG = pas de troubles de la repolarisation

Biochimie sanguine (prélèvement pré-hospitalier):

Lactates = 3,30 mmol/l, troponine cardiaque < 0,15 mg/ml

Cyanures = 0,5 mg/l (20,8 µmol/l)

Administration 5 g d'hydroxocobalamine à 11h43

Patiente peu coopérante

- Refus de nouvelle prise de sang et des paramètres de surveillance*
- Nécessité d'une contention physique et chimique*

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°4

Prise en charge hospitalière (III) :

Évolution ultérieure :

Refus de la patiente d'un traitement par oxygénothérapie hyperbare

Maintien d'une contention physique et chimique pour permettre une oxygénothérapie au masque à 15 l/mn

Cyanures = 0,13 mg/l (après 5 g d'hydroxocobalamine)

Hospitalisation en UHCD

Sortie du service des urgences le 16.04.2010 pour service de psychiatrie

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°5

Besançon le 4 septembre 2011 à 09h39 :

Homme 30 ans

Incarcéré à la maison d'arrêt de Besançon en cellule d'isolement

*Inhalation de fumées d'incendie prolongée après
avoir mis le feu à son matelas.*

Découvert conscient , feu éteint

A 10h15, bilan des sapeurs pompiers:

Conscient, FC = 140 cycles/m, FV = 20, SpO2 = 98%

TA = 110/70 mm de Hg

Suies +++

Transport non médicalisé vers le CHU de Besançon



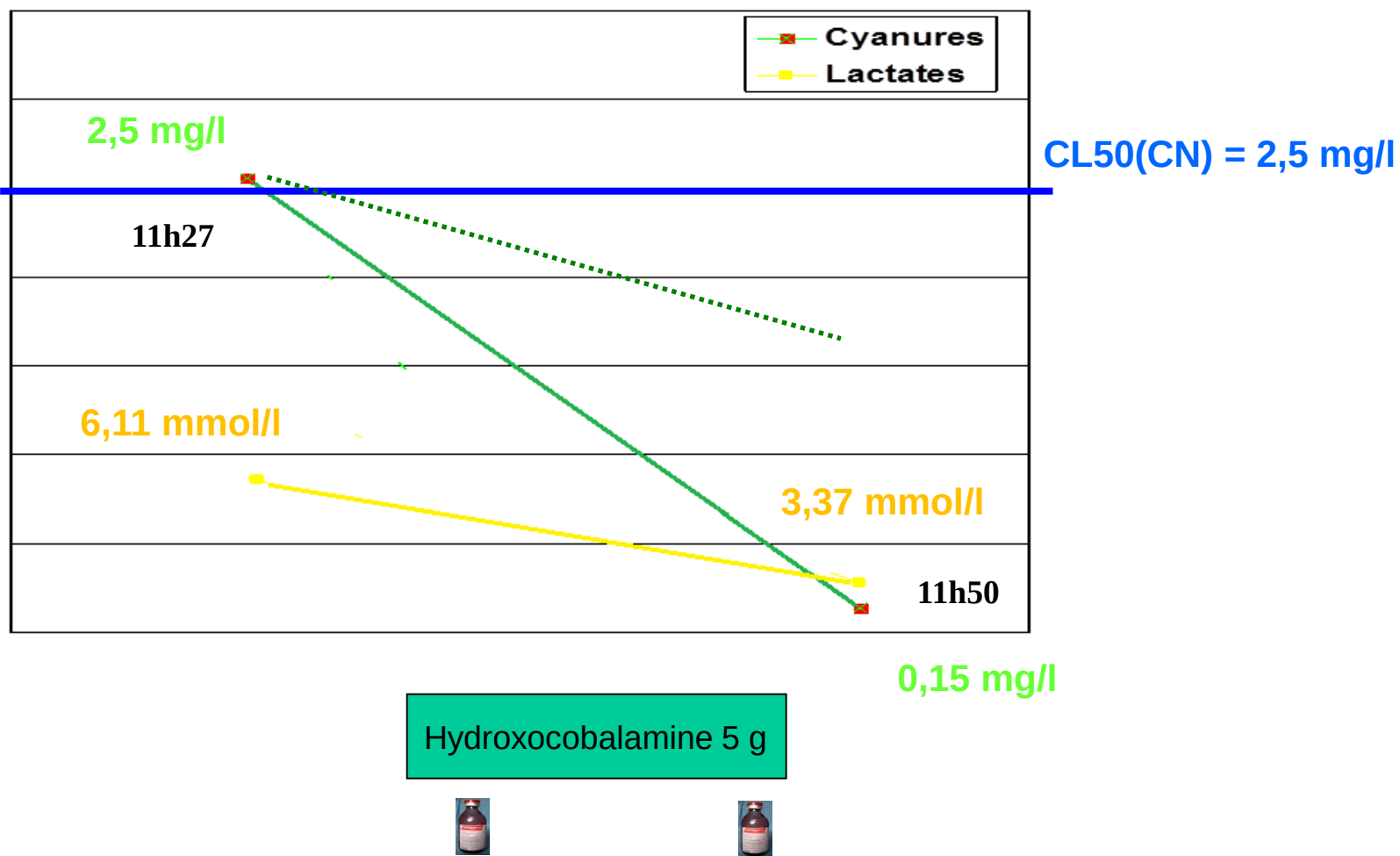
Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°5

Prise en charge hospitalière (I) :

Admission du patient dans le secteur carcéral de l'UHCD puis transfert dans le service d'accueil des urgences vitales à 10h52 :

- tachycardie à 140 cycles/mn*
- SpCO = 41%*
- tension artérielle notée à 80/44 mm de Hg*
- antécédents de psychose chronique*
- gazométrie artérielle : pH = 7,37, bicarbonates = 14 mmol/l*
- lactates = 6,11 mmol/l, carboxyhémoglobine = 27,6% (11h05)*
- cyanures sanguins = 2,5 mg/l (= CL 50)*
- administration Cyanokit® 5 g à 11h27*

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°5



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°5

Evolution ultérieure :

Rétablissement d'une hémodynamique

Tension artérielle = 143/88, FC = 100 (13h02)

*Gazométrie artérielle (14h46) = pH = 7,33, bicarbonates = 22 mmol/l
lactates artériels = 1,27 mmol/l, carboxyhémoglobine = 4,0%*

Réadmission du patient en chambre carcéral de l'UHCD à 17h00

A J+1 : dégradation de l'hématose => apparition d'un SDRA

Admission en réanimation médicale

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°6

*Besançon le 20 décembre 2011
à 09h50 :*

Feu d'appartement

Immeuble à vocation d'habitation R+8

Inhalation de fumées d'incendie prolongée

2 victimes dans l'appartement

A 10h08, bilan des sapeurs pompiers:

- *Un homme âgé de 27 ans en ACR
(Conscient à l'appel au Codis 25)*
- *Une femme âgée de 57 ans , intoxiquée aux fumées d'incendie*



Incendie à Besançon :



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°6

Victime 1:

Prise en charge par le Smur à 10h29

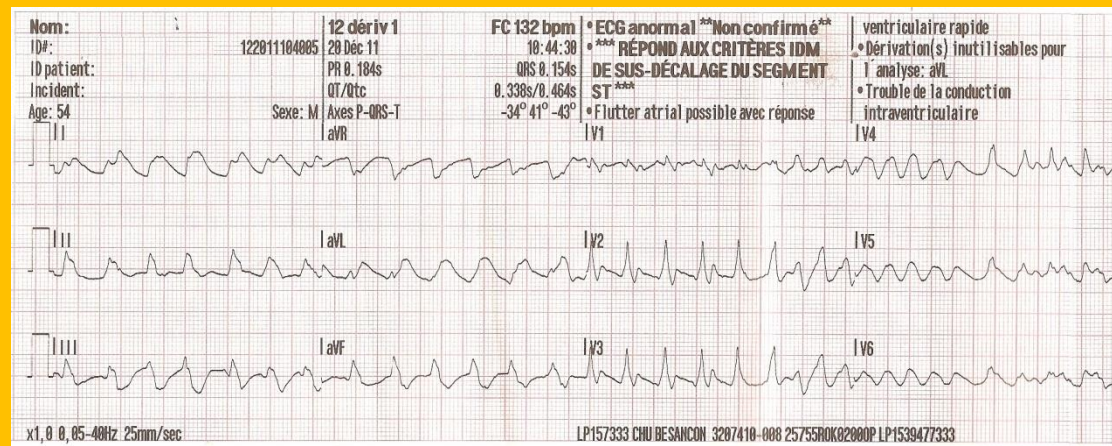
*Essai de réanimation cardio pulmonaire : Intubation +
administration IV d'adrénaline + hydroxocobalamine 5 g*

ETCO2 initiale : 6 mm de Hg pas d'évolution

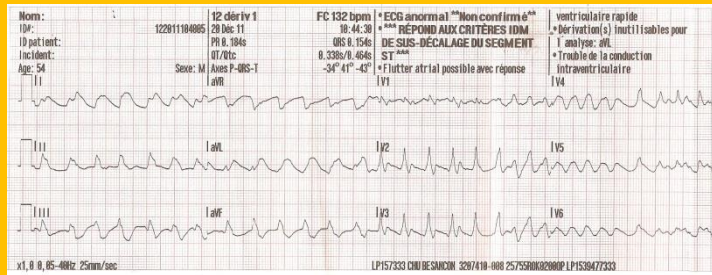
10h44 : activité électrique sans pouls

11h04 : arrêt de la réanimation médicale

Dosage cyanures sanguins = 3,20 mg/l



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°6

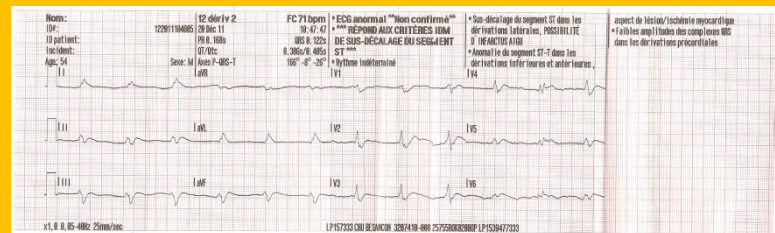


Victime 1:

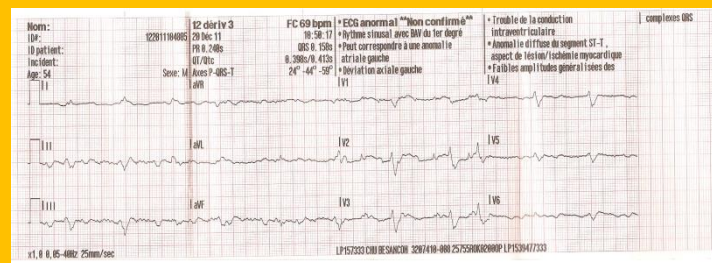
ECG1 : 10h44



ECG2: 10h47



ECG3 : 10h50



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°6

Victime 2:

Prise en charge par le Smur à 10h26 :

Glasgow = 13 - 14

Pouls = 120, TA = 120/70

Suies endocavitaires +++

SpCO = 34% SpMet = 3,7% (Rad 57)

Administration 2,5 g d'hydroxocobalamine IV à 10h50

VVP en jugulaire externe gauche

Dosage initial de cyanures (10h40) = 2,30 mg/l

ECG initial = extrasystole + tachycardie sinusale

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°6

Victime 2:

Admission à la Sauv à 11h43:

Glasgow = 14

Pouls = 82, TA = 172/79

Suies endocavitaires +++

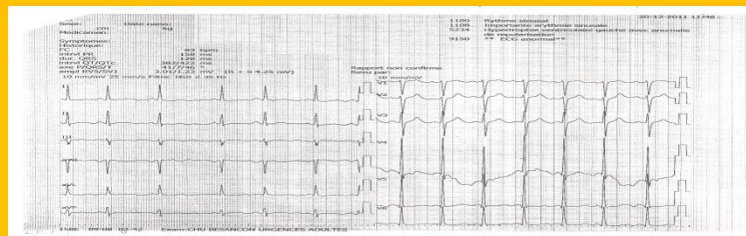
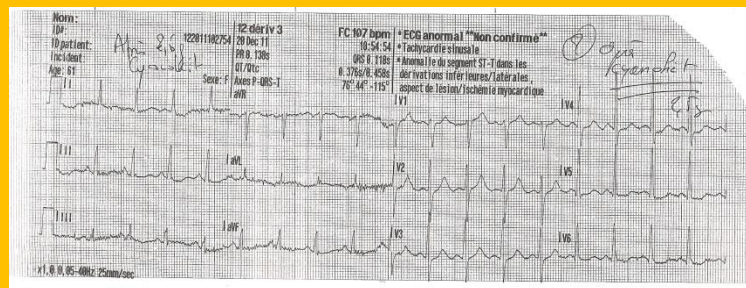
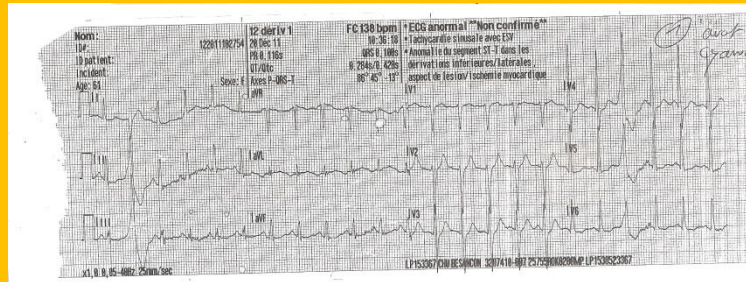
Carboxyhémoglobine = 21,3%, Lactates = 1,42 mmol/l

Administration supplémentaire 2,5 g d'hydroxocobalamine IV à 12h 27

Dosage final de cyanures (14h20)= 0,48 mg/l

ECG initial (11h46) = normalisation

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°6



Victime 2:

ECG1 : 10h36

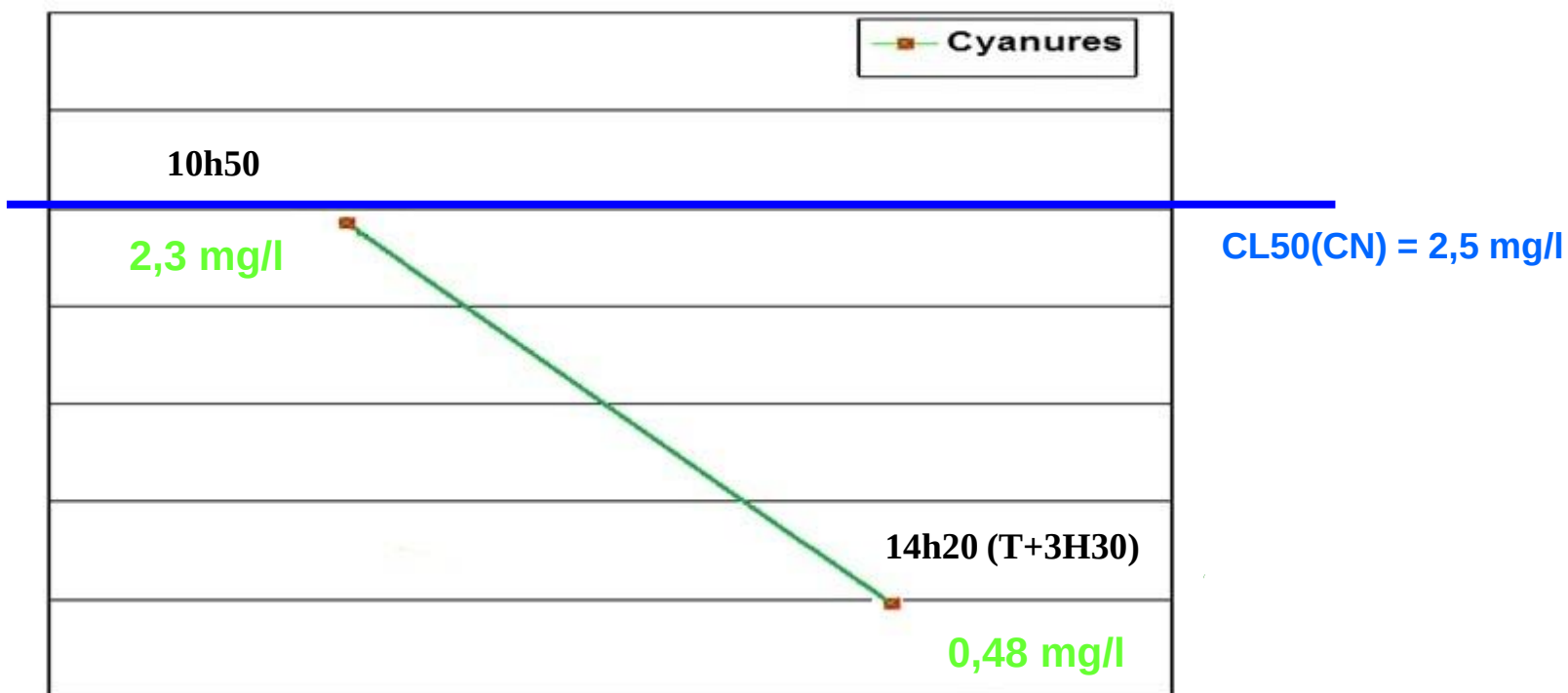


ECG2 : 10h54
(après 2,5 g d'hydroxocobalamine)



ECG3 : 11h46

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°6



Hydroxocobalamine 5 g



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°7

Besançon le 08 juillet 2009 à 02h08 :

Feu de chambre avec feu de matelas

Jeune homme de 19 ans

Exposition aux fumées d'incendie + alcoolisation

Suies cutanées

Pas de suies endocavitaires

Antécédents = tabagisme +++ (1 paquet/j)



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°7

Prise en charge pré-hospitalière :

Prise en charge initiale par le Samu 25 à 02h53 :

Glasgow = 15, Pouls = 71, TA = 119/66

Présences de suies cutanées +++,

SpO2 = 100% à l'air libre

SpCO = 2 % ,

ECG = normal

Prélèvement sanguin

Pas d'administration d'hydroxocobalamine IV

Admission au SAUV - CHU J. Minjoz - Besançon à 03h11



Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°7

Evolution ultérieure :

Alcoolisation aiguë (Alcoolémie = 0,80 g/l)

Pas de cyanures sanguins retrouvés

Surveillance aux urgences pendant 6 heures

Retour à domicile le 08 juillet 2009.

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°8

Besançon le 16 juillet 2009 à 23h56 :

Feu de télévision suite à implosion

Homme de 44 ans

Exposition aux fumées d'incendie

Suies cutanées

Pas de suies endocavitaires



Antécédents = tabagisme +++ (15 cigarettes/j)

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°8

Prise en charge pré-hospitalière :

Prise en charge initiale par les sapeurs-pompiers du CSP de Besançon :

Glasgow = 15, Pouls = 124,

Présence de suies cutanées +++, FV = 21 cycles/mn

SpO2 = 91% à l'air libre, 98% sous 6 l d'O2

Admission au SAUV - CHU J. Minjoz - Besançon à 03h11

Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°8

Prise en charge hospitalière :

Prise en charge aux urgences du CHU de Besançon à 00h33 :

Glasgow = 15, Pouls = 107, TA = 147/88

Présences de suies cutanées (visage, lèvres, mains)

Pas de suies endocavitaires

SpO2 = 98% sous 6l d'O2

SpCO = 16 % ,

ECG = normal

Prélèvement sanguin

Radiographie pulmonaire normale

Lactates artériels = 1,23 mmol/l

Pas d'administration d'hydroxocobalamine IV





Intoxication par les fumées d'incendie - Observation clinique n°8

Evolution ultérieure :

Hospitalisation en UHCD

Pas de cyanures sanguins retrouvés

Intoxication par les fumées d'incendie - Prévention - Conclusion

Prévention :

Obligation d'installer un détecteur avertisseur autonome de fumées dans tous les logements **depuis le 8 mars 2015** (loi du 9 mars 2010)

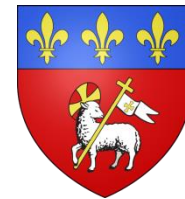
Cagoules de fuites dans les ERP ?



Photo JL Fortin – « Fire Escape Mask » – Aéroport de Shanghai-Pudong – 26.06.2014



30 mai 1431





30 mai 1431



La combustion du bois
ne dégage pas d'acide
cyanhydrique, mais s'il
y avait eu d'autres
matériaux pour allumer
le bucher



Questions ?