

Aspects médicaux lors d'un feu de navire

(Extrait du traité de Médecine Maritime)

M. Coulange, P. Benner, S. Bordon

L'incendie est l'une des pires avaries qu'un navire puisse rencontrer. Il touche tous les types de support, allant du simple bateau de plaisance jusqu'aux navires de guerre, en passant par les sous-marins, les paquebots, les car ferries, les navires marchands ou encore les plates-formes pétrolières (1-11). Le confinement provoque des atteintes graves avec brûlures profondes et intoxications majeures. Ces lésions peuvent être associées à un traumatisme grave en cas de blast. Dans les cas extrêmes, la survenue d'un collapsus ou d'une détresse respiratoire engage rapidement le pronostic vital. L'évacuation peut également se compliquer d'hypothermies et/ou de noyades. La prise en charge initiale reste limitée par les moyens du bord et le délai d'intervention des secours spécialisés. La présence de multivictimes ne fait qu'accentuer la problématique.

I. Rappel physiopathologique

La brûlure apparaît en moins d'une seconde à 70°C. Elle est classée en trois degrés selon sa profondeur. Le 1^{er} degré correspond à une atteinte superficielle épidermique, le 2^{ème} degré superficiel à un écrêtage des papilles dermiques (fig. 1A), le 2^{ème} degré profond à une destruction complète de la couche basale épidermique et le 3^{ème} degré à une atteinte totale de l'épiderme et du derme (fig. 1B). La brûlure grave induit secondairement une réaction inflammatoire qui peut aboutir à une hypovolémie profonde, compliquée d'insuffisance circulatoire et de défaillances d'organes. La brûlure cervico-faciale fait suspecter une lésion des voies aériennes pouvant évoluer rapidement vers une détresse ventilatoire. La brûlure circulaire engage le pronostic fonctionnel lorsqu'elle atteint les membres et le pronostic vital en cas de localisations thoraciques ou cervicales. L'atteinte périnéale majore le risque infectieux. (12)



Fig. 1 – Brûlure du 2^{ème} degré superficiel (A). Brûlure du 2^{ème} degré profond et du 3^{ème} degré (B)

En milieu confiné, la brûlure est fréquemment associée à une inhalation de gaz hypoxémiant, dont les principaux composants sont l'acide cyanhydrique et le monoxyde de carbone (13), produits respectivement par la combustion de matières plastiques et de composés carbonés (14). Ces deux substances peuvent être rapidement mortelles (15) en provoquant une hypoxie tissulaire cytotoxique par blocage de la chaîne respiratoire mitochondriale. Le monoxyde de carbone limite également le transport de l'oxygène par l'hémoglobine et entraîne une insuffisance cardiaque et une paralysie du muscle strié par atteinte de la myoglobine. Cette dernière génère une incapacité motrice qui peut fortement compromettre l'évacuation des lieux. A distance, l'intoxication oxycarbonée peut générer des troubles neuropsychiatriques (16) et altérer le pronostic vital en cas de lésions cardiaques associées (17). L'inhalation de fumées provoque également des lésions locales au niveau des voies respiratoires à type d'œdème laryngé, de laryngospasme, d'atélectasie ou de syndrome de détresse respiratoire aigue. En cas de blast ou de chute, la présence d'un traumatisme grave peut rapidement compromettre le pronostic vital du brûlé intoxiqué, en particulier en cas d'hémorragie interne. L'évacuation en milieu maritime génère

des lésions associées à type d'hypothermie et de noyade dont la physiopathologie et la prise en charge font l'objet de chapitres spécifiques dans cet ouvrage.

II. Epidémiologie

Même s'il y a eu peu de catastrophes de grande ampleur depuis 20 ans en Europe, l'incendie reste un problème majeur avec plusieurs centaines d'accidents chaque année, responsables de multiples pertes humaines, de naufrages spectaculaires et de grandes pollutions (3, 14). Le Bureau Enquête Accident Mer (2) et l'Agence Européenne pour la Sécurité Maritime (1) ont analysé plus d'une soixantaine de feux de navire dans les eaux européennes ou à proximité de 1990 à 2010. Ils sont à l'origine d'environ 6000 évacuations et ont blessé plus d'une centaine de personnes dont la plupart a été intoxiquée par les fumées (95%). Près de quatre cents personnes ont été tuées des suites d'intoxications, de brûlures, de blasts et/ou des conséquences d'un naufrage. L'un des événements les plus marquants fut l'incendie du *Scandinavian Star* en 1990 qui a fait à lui seul 158 victimes, principalement par intoxication aux fumées. En 2010, l'Agence Européenne pour la Sécurité Maritime (18) rapporte 83 feux de navires soit 13% de l'ensemble des accidents survenus à bord des navires dans les eaux européennes. Le feu concerne principalement les navires à passagers (36%) puis les cargos (20%) et les bateaux de pêche (18%). L'arrivée de navires à grande capacité et une éventuelle reprise de l'activité économique font craindre une majoration du risque et incitent les institutions européennes à optimiser les normes de sécurité ainsi que les plans d'interventions, d'évacuations et de préventions. Au niveau mondial, le groupe Lloyd (19) enregistre plus de 1200 décès ou disparus à la suite de 465 incendies ou explosions à bord de navires marchands sur la période de 2006 à 2008. En 2006, l'incendie de l'*Al-Salam Boccacio 98* en mer Rouge a fait plus de mille morts et a nécessité l'évacuation de quatre cents personnes.

III. Typologie

En 1989, les américains analysent les dommages corporels causés par l'attaque de l'*USS Frankin* en 1945 et de l'*USS Stark* en 1987 (6). Plus de soixante quinze pour cents meurent intoxiqués, brûlés et/ou « blastés ». En 2000, l'attentat du navire de guerre américain *USS Cole* permet d'évaluer l'efficacité des nouvelles normes de constructions des bâtiments de guerre en termes de prévention des traumatismes (7). L'équipement performant et l'entraînement régulier du personnel évitent toute intoxication. L'explosion fait toutefois 39 blessés et 17 morts. En 2012, les Russes publient une série de victimes d'incendies ou d'explosions sur les bâtiments de guerre de 1976 à 2011, en dehors des périodes de conflits (5). Ils établissent que les blessés sont majoritairement intoxiqués et présentent fréquemment des lésions associées à type de blasts, de traumatismes et/ou de brûlures. La cause principale de décès reste l'intoxication souvent combinée à des brûlures profondes et étendues avec atteinte des voies aériennes supérieures. Dans le civil, Ben *et al.* analysent une série de 105 patients admis dans leur centre des brûlés de 1996 à 2007 (15). Les victimes sont majoritairement des hommes d'âge moyen dont les lésions sont aggravées par le confinement à bord des navires et le retard à la prise en charge spécialisée. Les brûlures sont le plus souvent profondes et étendues avec une atteinte de la tête et du cou dans 93% des cas et des voies aériennes supérieures dans 55% des cas. Le délai de prise en charge spécialisée est en moyenne de 6 ± 4 heures avec des extrêmes allant de 2 à 67 heures. L'expansion volémique est débutée plus de 6 heures après le début des signes dans 40% des cas et est insuffisante dans 20% des cas. Neuf pour cent sont décédés secondairement des suites d'une septicémie ou d'une défaillance multi-viscérale. La littérature rapporte également une majoration du risque de syndromes post-traumatiques chez les victimes mais aussi chez les impliqués, en particulier en cas de naufrage (9, 11).

IV. Les grands principes diagnostiques et thérapeutiques

Les victimes de feux de navires doivent être considérées comme des urgences médico-chirurgicales (20). L'évaluation de la brûlure, la mise en évidence d'une co-intoxication et la recherche de lésions

traumatiques associées sont primordiales dans la hiérarchisation des soins et l'orientation du patient. La décision médicale doit également tenir compte des moyens du bord, du délai de la prise en charge spécialisée et du nombre de victimes.

IV.1. La brûlure

L'évaluation initiale de la surface brûlée est essentielle. La technique des 9 de Wallace (fig. 2) semble la plus adaptée aux contraintes maritimes. La surface corporelle totale (SCT) est divisée en différentes zones correspondant à des multiples de 9. Les surfaces brûlées au 1^{er} degré, correspondant à un simple érythème douloureux, ne sont pas comptabilisées. La somme des surfaces brûlées au 2^{ème} et au 3^{ème} degré correspond à la surface cutanée brûlée totale (SCB).

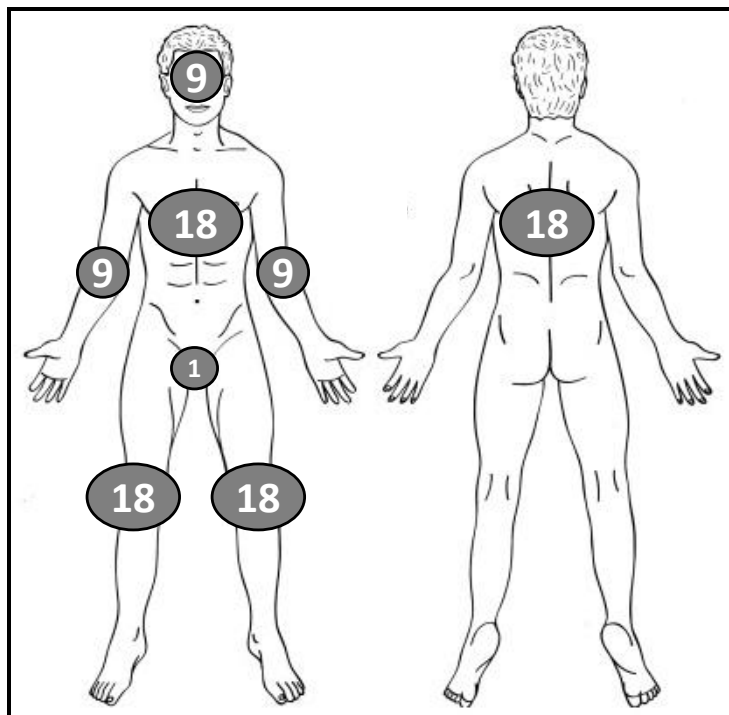


Fig. 2 – Règles des 9 de Wallace pour l'adulte (chez l'enfant, la tête représente 17% et chaque membre inférieur 14%)

L'utilisation de la surface de la main du patient, équivalent à 1% de surface corporelle totale, est une bonne alternative en cas de brûlures disséminées ou de petites dimensions. L'estimation de la profondeur de la brûlure est également indispensable pour quantifier le niveau de gravité. Les principaux critères cliniques sont la couleur de la zone brûlée, la phlyctène, la douleur, l'état des phanères, la température locale et l'élasticité cutanée (tableau I).

STADE	CLINIQUE
1 ^{er} degré	Erythème douloureux
2 ^{ème} degré superficiel	Phlyctènes à parois épaisses, suintantes, fond rouge, suintant et douloureux
2 ^{ème} degré profond	Phlyctènes inconstantes, fond blanchâtre, suintant et douloureux, phanères non adhérents et vitropression négative
3 ^{ème} degré	Lésion cartonnée, froide et insensible, couleur variable

Tableau I – Critères cliniques déterminants la profondeur de la brûlure

En cas de critères de gravité (tableau II, fig. 3) (21), une prise en charge sans délai avec un transfert précoce vers un centre spécialisé des brûlés doit être organisée avec le Centre de Consultation Médicale Maritime, après avoir éliminé une urgence chirurgicale et/ou toxique. Une brûlure bénigne doit bénéficier d'un avis médical systématique dans les 24 à 48 premières heures. L'évaluation de la brûlure peut être réalisée à distance par des techniques de télémédecine ou par un simple envoi d'une photo par voie numérique.

LA BRULURE GRAVE
Surface cutanée brûlée > 20% SCT
Lésions profondes > 10% SCT
Brûlures de la face, des mains, des pieds, des plis de flexion, du périnée
Brûlure circulaire
Brûlures électriques
Inhalation de fumées
Traumatisme grave
Co-morbidités (diabète, insuffisance cardiaque, âges extrêmes...)

Tableau II – Critères cliniques de gravité de la brûlure



Fig. 3 – Brûlure grave avec une circulaire au niveau du thorax

IV.1.1. Le refroidissement

Une surface cutanée brûlée inférieure à 10% doit être refroidie précocement afin de limiter la progression et de contrôler la douleur. Le refroidissement peut s'effectuer avec de l'eau courante, sur une brûlure peu étendue, chez un patient conscient, non choqué et non hypotherme. La règle des 4 x 10 est un bon moyen mnémotechnique pour éviter tout effet délétère (délai maximum de 10 à 30 min. pendant 10 min. à une température supérieure à 10°C sur une surface de moins de 10% c'est-à-dire l'équivalent de la surface d'un membre supérieur). Le refroidissement peut être optimisé par l'utilisation de compresses d'hydrogels. En mode dégradé et en situation d'éloignement, le refroidissement peut se discuter pour des brûlures thermiques plus étendues à condition qu'il soit limité à 10 min. et que la température centrale soit contrôlée. Le lavage doit être prolongé à 30 minutes en cas de brûlures chimiques.

IV.1.2. L'expansion volémique

Lorsque la brûlure atteint plus de 10% de la surface corporelle totale, le patient doit être rapidement perfusé par l'intermédiaire d'une à deux voies veineuses périphériques d'au moins 18 G, idéalement posées sur une peau saine. L'utilisation de dispositifs intra osseux est une bonne alternative en cas de

brûlures étendues ou de situations d'éloignement avec du personnel embarqué non médical. Dans ce dernier cas, seuls les membres d'équipage formés et régulièrement entraînés pourraient être autorisés à utiliser ce type de technique sous couvert d'une validation médicale obtenue par l'intermédiaire du CROSS ou du MRCC. La précocité de l'expansion volémique est un élément majeur dans la prévention des complications secondaires. Il est recommandé de perfuser 20 mL/kg de cristalloïdes type ringer lactate au cours de la première heure. Les colloïdes sont préférés en cas de collapsus avec une pression artérielle moyenne (PAM) < 60 mmHg. La formule de Parkland précise les besoins en cristalloïdes pour les 24 premières heures en fonction de la surface corporelle brûlée soit 2 mL / kg / pourcentage de surface cutanée brûlée au cours des 8 premières heures, puis la même quantité sur les 16 heures suivantes. Les besoins volémiques moyens sont d'environ 10 L pour 12 heures et peuvent être majorés de 30 à 50% en cas de traumatismes associés ou de syndrome d'inhalation (22). L'expansion volémique doit permettre de maintenir une pression artérielle moyenne > 70 mmHg et une diurèse entre 0,5 et 1 mL / kg par heure. L'utilisation de la biologie délocalisée à bord des navires permet d'affiner la surveillance par le dosage d'hématocrite. L'hématocrite doit être compris entre 35 et 45%. Une valeur inférieure à 35% fait suspecter une hémorragie interne qui impose un transfert sans délai vers un service de chirurgie ou un excès d'expansion volémique. Chez l'enfant, la formule de Carvajal permet de tenir compte de la surface corporelle. Elle correspond à un apport de 2000 mL / m² de surface corporelle associé à 5000 mL / m² de surface cutanée brûlée de cristalloïdes. En cas de brûlure électrique associée, la surface cutanée brûlée ne correspond pas à la réalité des lésions (23). Seuls les critères de surveillances cliniques permettent d'adapter les apports.

IV.1.3. Les mesures associées

La lutte contre la douleur est essentielle. La morphine est l'antalgique de choix pour une douleur modérée à intense. Elle peut être administrée en titration par voie IV avec une dose de départ de 0,05 mg/kg suivi par une réinjection d'une demi-dose toutes les 5 minutes en fonction de l'évolution (dose totale maximale recommandée : 0,1 mg/kg, délai d'action : 5 min., durée : 3 à 4 h). Elle est poursuivie par un relai de 0,1 mg/kg en SC sous couvert d'une surveillance de la fréquence respiratoire. Elle peut être associée à du paracétamol (1 g/6 h en IV ou en PO) et à un anxiolytique type hydroxyzine (50 à 100 mg en PO ou dilué en IVL). A défaut et selon les dotations disponibles, la nalbuphine peut être substituée à la morphine pour les brûlures légères, à une dose de 10 à 20 mg en IV, IM ou SC ou de 0,2 mg/kg chez l'enfant, renouvelable toutes les 4 à 6 heures. Elle peut être administrée à 0,4 mg/kg par voie intra-rectale chez l'enfant, en l'absence d'abord veineux. En cas de brûlures graves, la kétamine peut être utilisée comme analgésique en titration à une dose de 0,1 à 0,2 mg/kg en IVL toutes les 20 min. en association avec la morphine. Elle doit être injectée par un médecin entraîné, de façon progressive et au calme. Elle est précédée par une injection de 0,01 à 0,03 mg/kg de chlorhydrate de midazolam en IVL pour limiter le risque psychodysléptique. Elle présente l'avantage d'avoir une activité sympathostimulante marquée. (24) En cas d'évacuation rapide, le pansement doit être limité à un simple champ stérile ou une interface grasse. En situation d'éloignement, les soins locaux sont possibles chez un patient calmé, déchoqué, avec un état respiratoire correct et une température centrale supérieure à 35°C. La mobilisation est prudente et adaptée en cas de traumatisme associé. Le patient est lavé avec une eau si possible réchauffée à 35°C, associant eau courante ou eau stérile avec savon antiseptique type chlorhexidine. Les suies et les corps étrangers sont enlevés. Les phlyctènes sont excisées et les phanères rasés. Une évaluation plus précise de la brûlure est alors possible. Le risque hémorragique limite l'indication d'incisions de décharge (fig. 4) à bord du navire y compris en cas de brûlure circulaire pouvant compromettre le pronostic fonctionnel et/ou vital. Le traitement de première intention est un pansement à base de sulfadiazine d'argent étalée en couche épaisse sur des compresses stériles, renouvelé toutes les 24 heures. Les doigts et les orteils doivent être séparés. En cas de brûlures superficielles et peu étendues, l'utilisation d'hydrocolloïdes peut être préférée. Toute brûlure bénigne n'ayant pas cicatrisé à J10 doit être hospitalisée pour une prise en charge spécialisée.



Fig. 4 – Incision de décharge au niveau de la cuisse

Le sondage urinaire est systématique en cas de localisation périnéale. L'intubation précoce est discutée en cas de brûlures cervico-faciales pour anticiper les difficultés secondaires à un œdème laryngé. Elle doit être pratiquée par un médecin habitué aux techniques d'anesthésie et respectant les règles de bonnes pratiques. L'induction peut être réalisée en IVL par une injection de 0,01 à 0,03 mg/kg de midazolam puis de 2 à 3 mg/kg de kétamine (délai d'action : 15 à 60 s, durée : 5 à 10 min.) suivi de 1 mg/kg de succinylcholine (délai d'action : 30 à 60 s, durée : 5 à 10 min.). L'entretien peut s'effectuer avec une dose de 1 à 5 mg/kg/h de kétamine en IV à la seringue électrique ou par réinjection de la moitié de la dose initiale toutes les 20 min, associé à une dose de morphine de 5 à 10 mg en IV toutes les 4 heures. Le chlorhydrate de morphine peut être remplacé par du fentanyl à une dose de 1 à 3 µg/kg en IVD toutes les 30 min. ou de 2 à 3 µg/kg/h en IV à la seringue électrique (délai d'action : 30 s, durée : 20 à 30 min) ou par du sufentanil à une dose de 0,2 à 2 µg/kg en IVD toutes les 30 min. ou 0,2 à 2 µg/kg/h en IV à la seringue électrique (délai d'action : 45 s, durée : 30 à 45 min). (24) La lutte contre l'hypothermie est également une priorité en cas de brûlures étendues. Le patient est recouvert d'une couverture de survie puis placé dans une pièce chauffée à une température d'environ 30°C (23). La prophylaxie anti-tétanique doit être débutée au plus vite en cas de doute sur le statut vaccinal, tandis que l'antibiothérapie n'est indiquée qu'en cas d'infection objectivée.

IV.2. L'intoxication aux fumées

Une altération de la conscience ne peut pas être expliquée par une brûlure isolée. Elle doit faire suspecter une composante toxique systémique, qui est ensuite confirmée par la présence d'un syndrome d'inhalation (tableau III). L'intoxication provoque une hypoxie tissulaire systémique pouvant aller de la simple asthénie à la détresse vitale.

LE SYNDROME D'INHALATION
Espace clos
Suies en fond de gorge, dans les expectorations ou lors d'un mouchage
Brûlure de la face, raucité de la voix, dysphonie
Signes neurologiques

Tableau III – Critères définissant le syndrome d'inhalation

La réalisation d'un électrocardiogramme est systématique à la recherche de troubles du rythme, de troubles de la conduction ou de troubles de la repolarisation (25,26). La différence clinique entre une intoxication au cyanure et une intoxication oxycarbonée (tableau IV) reste toutefois peu évidente. L'apparition précoce et brutale d'une tachycardie avec hypotension et bradypnée, voire d'un arrêt cardiaque est plutôt en faveur du cyanure. La mise en évidence d'un taux de lactates sanguins supérieur à 10 mmol/L (8 mmol/L en cas de mesure précoce en préhospitalier par l'intermédiaire d'une biologie délocalisée) renforce l'orientation diagnostique. L'utilisation d'un CO-oxymètre de pouls type rad 57TM permet une mesure non invasive, fiable et précoce du taux de carboxyhémoglobine (HbCO) (27). Un taux d'HbCO supérieur à 5% (10% chez le fumeur) confirme l'intoxication oxycarbonée. Un taux d'HbCO bas ne permet pas d'éliminer le diagnostic en particulier lorsque le prélèvement est retardé ou que le dosage a été effectué à distance. En cas d'inhalation sévère avec une probable intoxication au cyanure associée, le dosage précoce d'HbCO est le seul critère diagnostique et pronostique spécifique de l'intoxication oxycarbonée. En situation d'éloignement extrême ou d'opérations militaires, le dosage d'HbCO (28) devient quasiment indispensable afin d'éviter toute incertitude diagnostique qui pourrait être préjudiciable au bon déroulement de la mission. En l'absence d'orientation toxicologique, le traitement est probabiliste et doit agir aussi bien sur le cyanure que sur le monoxyde de carbone (13).

STADES CLINIQUES DE GRAVITE DE L'INTOXICATION AU CO
Stade 0. Pas de symptômes
Stade 1. Inconfort, fatigue, céphalée
Stade 2. Signes généraux aigus (nausées, vomissements, vertiges, malaise, asthénie intense)
Stade 3. Perte de conscience transitoire ou signes neuro. ou cardio. n'ayant pas de critères de gravités du stade 4
Stade 4. Signes neuro. (convulsions, coma) ou cardiorespi (arythmie, œdème pulmonaire, infarctus, choc, dyspnée, brady ou tachypnée, acidose sévère)
Stade 5. Décès

Tableau IV – Classification cliniques de l'intoxication oxycarbonée

L'oxygène normobare (ONB) est débuté sans délai au masque à haute concentration à un débit d'au moins 12 L/min à une FiO₂ de 100%. En cas d'intubation, la FiO₂ est maintenue à 100% quelque soit la saturation en oxygène.

IV.2.1. L'intoxication au cyanure

L'hydroxocobalamine (3,14), antidote du cyanure, est injecté en cas de signes de gravité tels qu'une instabilité hémodynamique, une symptomatologie cardio-respiratoires sévères, un trouble de la conscience ou un arrêt cardiaque. La dose initiale est de 70 mg/kg en IV lente, soit en moyenne 1 kit de 5 g chez l'adulte. Il n'y a aucune contre indication en dehors de l'allergie à la vitamine B12. Le seul effet secondaire est une coloration rosée cutanéomuqueuse et urinaire. L'efficacité est liée à la précocité du traitement qui doit être administré dans les premières minutes après l'exposition. Il est donc fortement conseillé de disposer d'au moins un kit d'hydroxocobalamine dans la pharmacie de bord ou à proximité d'un chantier naval. Les navires médicalisés et les sous-marins de la Marine Nationale en sont systématiquement équipés. En mode dégradé, l'injection d'hydroxocobalamine par un personnel non médecin peut se discuter après la pose d'une voie veineuse ou d'une voie intra-osseuse, sous couvert d'une formation initiale et d'une validation médicale. En cas d'arrêt cardiaque ou de persistance d'une instabilité hémodynamique, une deuxième dose d'hydroxocobalamine peut se discuter.

IV.2.2. L'intoxication au monoxyde de carbone

L'intoxication oxycarbonée nécessite une poursuite de l'oxygène pendant 12 heures à une FiO₂ de 100%, ce qui représente 8 bouteilles d'oxygène de 5L gonflées à 200 bars. Le stock réglementaire embarqué peut alors devenir rapidement insuffisant. L'utilisation d'oxygène non médical, disponible en plus grande quantité sur les navires, peut se discuter en absence d'alternative et après validation médicale. Cette stratégie doit être anticipée afin de disposer de manodétendeurs compatibles avec les masques à oxygène. Il semble toutefois préférable d'inciter les armateurs à adapter la dotation en oxygène médical à leur contrainte de terrain et à acquérir un CO-oxymètre de pouls pour affiner le tri en cas de victimes multiples. L'oxygénothérapie normobare doit être complétée en urgence par une oxygénothérapie hyperbare (OHB) en cas de critères cliniques correspondant aux stades de gravité 3 et 4 (tableau IV), de femmes enceintes (29) ou de taux d'HbCO > 25% (30) (tableau V). L'OHB consiste à administrer de l'oxygène pur à une pression absolue de 2 à 2,8 bars pendant 60 à 120 min. à l'intérieur d'une enceinte hyperbare multiplace. Elle facilite ainsi la détoxification et rétablit de façon précoce un métabolisme cellulaire. En effet, la demi-vie de l'HbCO passe de 90 min. en ONB à 20 min. en OHB, et la fraction d'oxygène dissous est multipliée par 30 pendant la recompression thérapeutique, ce qui équivaut à 6 mL d'oxygène dissous pour 100 mL de sang. Bien que le nombre d'études randomisées de bonne qualité soit faible (31), les indications d'OHB font l'objet de consensus de l'European Committee for Hyperbaric Medicine et de l'Undersea and Hyperbaric Medical Society ainsi que de recommandations par la Haute Autorité de Santé (32). Seule une détresse vitale, une urgence chirurgicale, un doute sur un pneumothorax non drainé ou une difficulté d'accès à une chambre hyperbare peuvent remettre en question l'indication d'OHB.

CRITERES D'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE
Perte de connaissance initiale ou impossibilité de décrire les conditions d'extraction
Signes objectifs neurologiques et/ou cardio-respiratoires
Femme enceinte
HbCO > 25%

Tableau V – Critères cliniques et biologiques d'oxygénothérapie hyperbare

En l'absence de critères de gravité, l'OHB peut être discuté lorsque l'observance de l'ONB pendant 12 heures n'est pas garantie. L'utilisation de chambres hyperbares embarquées à bord d'un navire de la marine ou d'un support plongée peut alors être une alternative en cas de multivictimes ou de stock en oxygène insuffisant. La recompression sur site avec des caissons de transport gonflables reste à évaluer. La normalisation du taux d'HbCO et la disparition des signes cliniques sont de mauvais critères d'arrêt de l'oxygénation. L'inobservance du traitement favorise les séquelles à long terme. L'intoxiqué au monoxyde de carbone doit, dans tous les cas, bénéficier d'un suivi neurologique et cardiologique prolongé afin de dépister d'éventuels effets secondaires pouvant engager son pronostic fonctionnel ou vital (16, 17). En cas de grossesse, le gynécologue doit être averti. Chez le professionnel, l'intoxication oxycarbonée peut faire l'objet d'une déclaration en accident du travail ou en maladie à caractère professionnel.

La prise en charge précoce d'un brûlé intoxiqué est ainsi déterminante dans la prévention des complications secondaires et des séquelles à long terme. Elle nécessite le plus souvent une coordination des soins médicaux par le Centre de Consultation Médicale Maritime, un conditionnement sur site par une équipe médicale type SAR (Search And Rescue), un avis spécialisé précoce « à distance » par les médecins du centre des brûlés et du service hyperbare et un transfert rapide vers un centre spécialisé (8,15). L'optimisation de la pharmacie de bord et la formation du personnel embarqué (33) permettent de limiter l'impact délétère du délai d'intervention. Toutefois, cette stratégie devient inefficace en cas de victimes multiples. De plus, le faible nombre d'interventions pour multivictimes suite à un feu de navire (9) impose une préparation rigoureuse des équipes susceptibles d'être déployés en mer ou à quai. Cette préparation repose sur la connaissance des risques, des procédures d'engagement des secours mais surtout

sur un entraînement rigoureux et régulier des équipes médicales (34) ainsi que le maintien opérationnel de matériels médicaux adaptés et hélicoptérables.

V. Les spécificités de la prise en charge initiale de multivictimes

La mise en place d'équipes médicales à bord ne se justifie que pour les gros bâtiments avec plusieurs victimes blessées ou intoxiquées par les fumées ou éventuellement en protection des équipes de secours pour des interventions longues et dangereuses. Lors d'un incendie majeur sur un navire en difficulté, la coopération des différents services de secours est encore plus qu'à terre primordiale. Chacun des intervenants doit comprendre quelles sont les actions prioritaires à mener et doit pouvoir s'intégrer dans un dispositif global.

V.1. La mise en place du soutien sanitaire et la préparation du secours à personne

La prise en compte des particularités de l'intervention liées au navire, à sa manœuvrabilité et à son environnement permettent d'anticiper les mesures préventives pour les secouristes et les moyens de secours nécessaires aux victimes (35). Lors d'une intervention en mer, l'état de la mer et le risque de naupathie doivent être évalués. Des nausées et vomissements chez des pompiers ou personnels de bord occupés à effectuer des reconnaissances en Appareils Respiratoire Isolant (ARI) peuvent avoir des conséquences dramatiques. De même l'équipement doit être adapté à la saison et à l'état de la mer. Il importe en effet que les secours soit protégés contre le froid, l'humidité ou le chaud. L'attaque du feu contraint les secours à évoluer dans un milieu exigü et à effectuer des reconnaissances souvent très longues, généralement à l'aide d'appareils respiratoires isolants en circuit fermé et pendant plus d'une heure (contre 30 min lors d'une intervention classique à terre). Les structures métalliques du bateau favorisent la montée de la température dans les locaux sinistrés. Les personnels engagés sont ainsi particulièrement exposés au risque d'hyperthermie généralement à la fois endogène et exogène. Le risque traumatologique, induit par la progression dans des coursives enfumées, doit aussi être anticipé. Enfin, la rareté de ces interventions, quel que soit le niveau de compétence des intervenants, engendre un stress majoré par rapport à une intervention à terre et au risque de pertes de compétences ou de réaction inappropriée.

V.2. L'arrivée des équipes médicales

Les équipes médicales, envoyés sur un bâtiment en feu, arrivent de fait plus tardivement qu'à terre et doivent veiller en premier lieu à ne pas se mettre en danger afin de pouvoir porter secours. En l'absence de personnels du bord ou de secours venus les attendre, le médecin demande à être guidé jusqu'à la passerelle où se trouve le commandant du navire et le commandant des opérations de secours (COS), à défaut un officier PC. Si l'intervention est structurée, il existe un point de regroupement des moyens où tous les renforts se présentent et sont envoyés dans leur zone d'action en fonction des besoins. La première équipe médicale effectue une reconnaissance et transmet les informations médicales au COS (commandant des opérations de secours) et, si possible, directement au médecin régulateur du SAMU de Coordination Médicale Maritime par le biais du CROSS. Ces éléments précis permettent l'envoi de moyens supplémentaires en termes de matériel et/ou de personnel. Ils permettent également de discuter des modalités de transfert et des stratégies d'orientation. Le regroupement des victimes est une constante à toujours respecter dès lors que les besoins sont supérieurs aux moyens disponibles. Ce regroupement est effectué par les personnels du bord ou de secours et des gestes de secourisme simple sont effectués avant cette phase : position d'attente et mise en PLS (position latérale de sécurité) au minimum. La limitation des capacités d'emport incite les équipes médicales à effectuer rapidement un tri des victimes et à limiter la prise en charge technique au strict minimum comme en médecine de catastrophe. Encore plus qu'à terre, il importe que le COS sache où se trouvent les personnels médicaux engagés et comment les joindre. Les liaisons radios sont donc une priorité. De la même façon si plusieurs équipes médicales sont engagées, leur action doit être coordonnée par un DSM (directeur des secours médicaux) à plus forte

raison si les équipes proviennent de structures différentes (SAMU, SDIS, militaires, bord..). L'activation précoce de la cellule d'urgence médico-psychologique semble également indispensable.

V.3. La mise en place d'un poste médical avancé en mer

Lors d'une situation multi-victimes, les équipes médicales organisent un poste médical avancé (PMA) dans un local adapté répondant aux mêmes critères qu'à terre à savoir sécurité, proximité de la zone sinistrée, ergonomie et accessibilité pour les moyens évacuant les victimes. De façon générale, les salles de restauration ou les hangars à véhicules conviennent parfaitement. Les moyens médicaux du bord, en personnels, matériels de soins, médicaments et surtout oxygène sont répertoriés et regroupés au PMA. Il est également judicieux de prendre d'emblée du matériel diagnostic (CO-oxymètre de pouls type rad57TM et automate portable de biologie délocalisé avec dosages des gaz du sang, du lactate et de l'hématocrite) et d'adapter les moyens thérapeutiques tels que l'oxygène et l'hydroxocobalamine. En fonction du nombre de victimes et des pathologies présentées, il est primordial d'anticiper les demandes de complément en matériel médical, notamment en oxygène. A titre d'exemple, 10 patients intoxiqués aux fumées d'incendie, nécessitant la mise sous oxygène à un débit de 9 L/min, vident 10 bouteilles d'oxygène de 5 L gonflée à 200 bars en moins de deux heures. Cette consommation correspond en colisage standard à deux caisses, représentant un volume de 0,32 m³ et 60 kg, et peut donc être mis en place par une seule manœuvre de treuillage. Ainsi, certaines équipes préconditionnent des lots spécifiques projetables par vecteurs héliportés, comme par exemple l'Unité Médicale d'Intervention en Milieu Maritime (UMIMM) mise en œuvre par le Bataillon de Marins Pompiers de Marseille. Elle comporte du matériel médical permettant de gérer 5 urgences absolues et 15 urgences relatives. Elle est, entre autre, composée de 3 rad57TM, de 6 kits d'hydroxocobalamine et de 15 m³ d'oxygène, et peut à tout moment évoluer en fonction des données de la science.

V.4. Les stratégies d'évacuations

Lors d'une intervention type SAR pour une ou deux victimes, la décision d'évacuation, généralement par voie aérienne après treuillage, est évidente. A l'inverse en cas de situation de multi-victimes, la décision d'évacuation doit tenir compte de la durée des manœuvres de treuillage, des temps de vol jusqu'à l'hôpital le plus proche et du nombre d'équipes médicales disponibles pour assurer ces transferts. Il peut être également plus efficace d'effectuer plusieurs rotations héliportées pour y déposer du matériel et des équipes médicales que de débiter des norias chronophages. Le DSM décide des évacuations aériennes nécessaires et des moyens à engager sur le bâtiment sinistré pour faire fonctionner le PMA jusqu'à l'accostage et la prise en compte des victimes par un PMA-terre. Afin de faciliter l'accueil des victimes à terre, le DSM se place avec le COS et le commandant du navire en passerelle afin de bénéficier des moyens de communication du bord. Il reste en liaison radio avec les équipes médicales du PMA et l'officier chargé des évacuations si des treuillages de patients sont réalisés. La stratégie qui semble la plus raisonnable consiste à mettre suffisamment d'équipes médicales à bord, parfaitement intégrées dans une chaîne des secours et à évacuer un faible nombre de patients nécessitant des gestes techniques lourds (chirurgie ou caisson hyperbare). Les patients restant à bord sont mis en condition d'évacuation, traités jusqu'à ce que le bâtiment soit de nouveau manœuvrable ou remorquable. Il est vraisemblable que la durée d'isolement pour un sinistre survenant au large des côtes soit de quelque dizaine d'heures au maximum avant d'arriver à quai et ce, même si le feu n'est pas totalement maîtrisé par les secours.

VI. En pratique...

Les points essentiels de la prise en charge initiale d'un brûlé (fig. 2) et d'un intoxiqué (fig. 3) à bord d'un navire sont résumés ci-dessous.

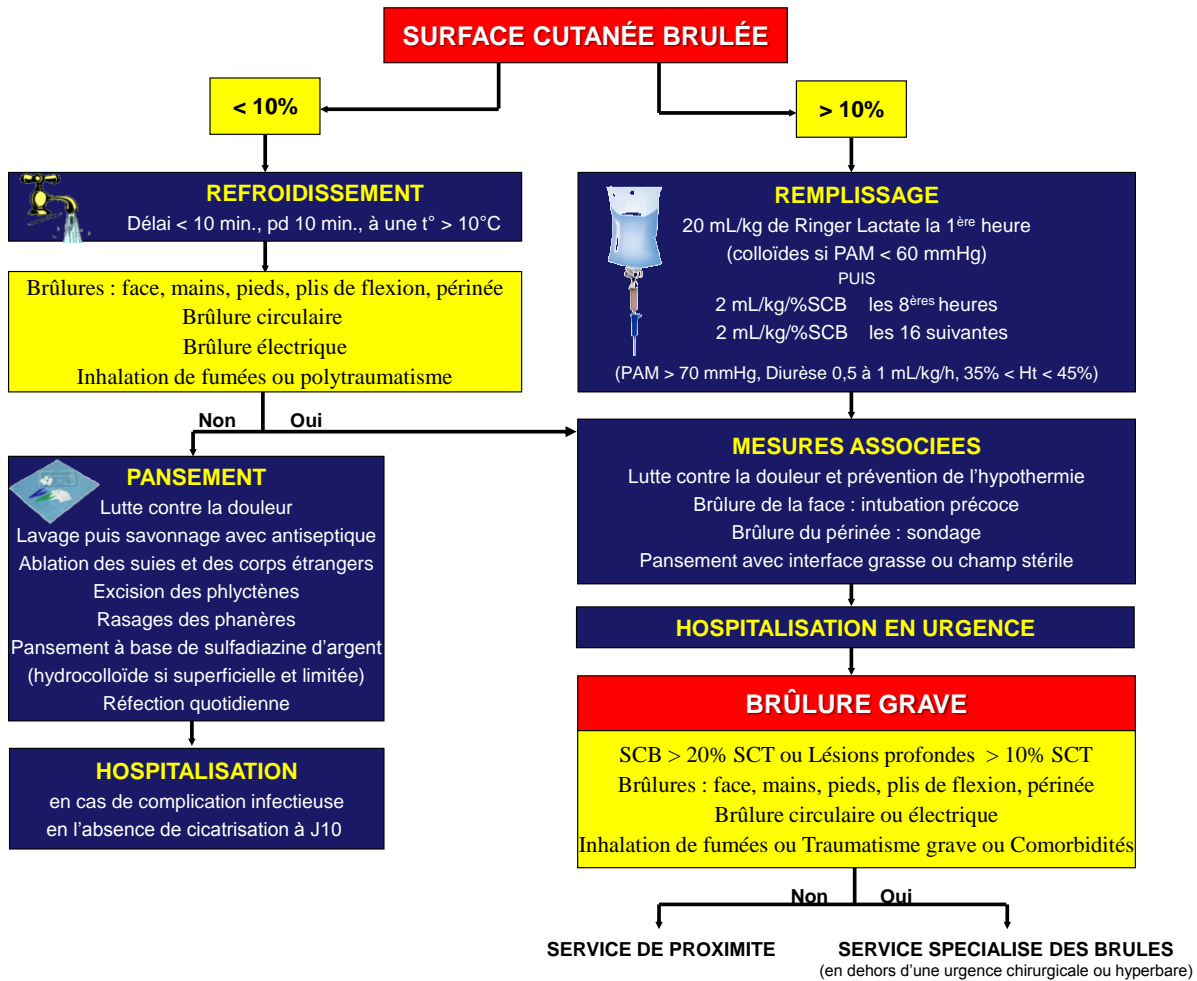
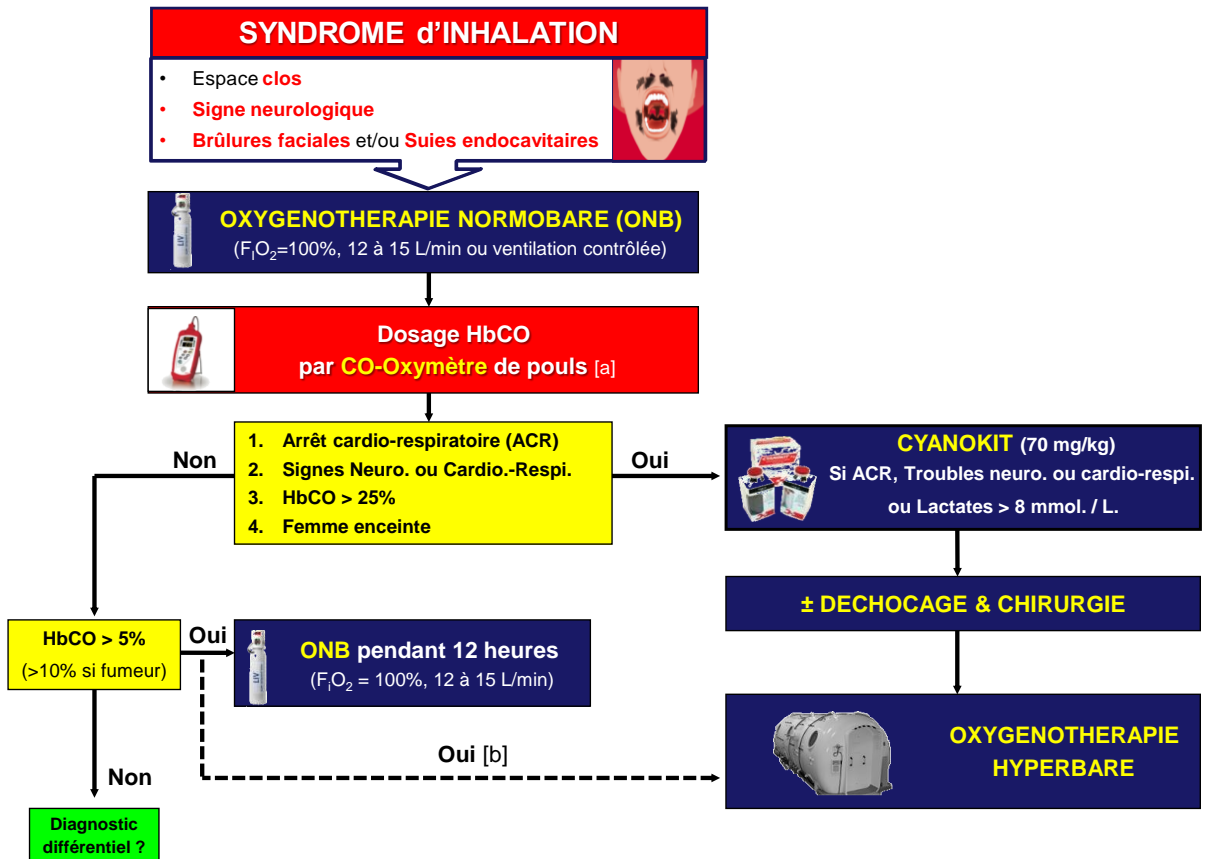


Fig. 2 – Prise en charge initial d'un brûlé



[a] Si mesure non invasive indisponible, **prélèvement sanguin sur site le plus précoce** avec analyse rapide au laboratoire hospitalier

[b] Discuter l'OHB en fonction de l'**accessibilité** au centre hyperbare, du **nb de victimes** et de la capacité à administrer de l'**ONB pendant 12 h**

Fig. 3 – Prise en charge initiale d'un intoxiqué aux fumées d'incendie

Le délai d'intervention des secours spécialisés doit inciter les armateurs à mettre à la disposition de leur personnel le matériel nécessaire pour débiter la thérapeutique au plus vite avec les moyens du bord. La gestion d'une victime pendant la 1^{ère} heure peut nécessiter un kit de perfusion intra veineuse ou intra osseuse, 1 kit d'hydroxocobalamine de 5 g, 2 à 4 L de Ringer Lactate, 1 L de colloïde, une ampoule de morphine de 10 mg, 1 m³ d'oxygène médical avec dispositif d'administration, une sonde urinaire, un champ stérile, des pansements type interfaces grasses et/ou hydrocolloïdes et une couverture de survie. En cas d'éloignement extrême ou de multivictimes, il est indispensable d'anticiper la problématique logistique sachant qu'un brûlé intoxiqué grave nécessite en moyenne sur 12 heures : 10 L de Ringer Lactate, 2 à 3 ampoules de morphine de 10 mg, 1 à 2 kits d'hydroxocobalamine de 5 g, 8 m³ d'oxygène et quatre tubes de sufadiazine d'argent. L'utilisation d'un CO-oxymètre de pouls et d'une biologie délocalisée pour le dosage du lactate et de l'hématocrite sont alors fortement recommandés pour faciliter le triage, orienter le diagnostic et optimiser la répartition des thérapeutiques disponibles en cas de moyens logistiques limités.

Les auteurs remercient le Pr Jean Pierre Auffray, le Dr Jean Luc Fortin et le Dr Bruno Barberon pour leur expertise.

Références

1. <http://www.emsa.europa.eu/>
2. <http://www.beamer-france.org/etudes-et-analyses-fr.html>
3. Fortin JL, Locatelli C, Desmettre T, Capellier G (2011) Fire on board naval ships. Analysis and management of the toxicological risk. *International review of the armed forces medical services* 84/4: 61-8
4. Shergill G, Scerri GV, Regan PJ, Roberts AH (1993) Burn injuries in boating accidents. *Burns* 19(3):229-31
5. Zakrevskiĭ IuN, Manuĭlov VM (2012) The structure of non-combat injuries in survivors and victims of maritime disasters of warships in peace-time. *Voen Med Zh* 333(3):42-7
6. Pinkstaff CA, Sturtz DL, Bellamy RF (1989) USS Franklin and the USS Stark--recurrent problems in the prevention and treatment of naval battle casualties. *Mil Med* 154(5):229-33
7. Langworthy MJ, Sabra J, Gould M (2004) Terrorism and blast phenomena: lessons learned from the attack on the USS Cole (DDG67). *Clin Orthop Relat Res* 422:82-7
8. Chapman P (2007) Operation Corporate--the Sir Galahad bombings. *Woolwich Burns Unit experience. J R Army Med Corps* 153 Suppl 1:37-9
9. Tekin A, Namias N, O'Keefe T, et al. (2005) A burn mass casualty event due to boiler room explosion on a cruise ship: preparedness and outcomes. *Am Surg* 71(3):210-5
10. Beuzit S (2004) L'incendie à bord du navire marchand. Mémoire du DESS de droit maritime et des transports, Université de droit d'économie et des sciences d'Aix-Marseille, Faculté de droit et de science politique d'Aix-Marseille
11. Elklit A (1997) The aftermath of an industrial disaster. *Acta Psychiatr Scand Suppl* 392: 1-25
12. <http://www.sfetb.org/>
13. Alarie Y (2002) Toxicity of fire smoke. *Crit Rev Toxicol* 32(4):259-89
14. Fortin JL, Locatelli C, Paulin P *et al.* (2012) Incendie de navires : gestion du risque toxicologique. *Urgence pratique* 111: 43-6
15. Ben DF, Ma B, Chen XL et al. (2010) Burn injuries caused by ship fire: a 12-year study in Shanghai. *Burns* 36(4):576-80
16. Borrás L, Constant E, De Timary P et al. (2009) Long-term psychiatric consequences of carbon monoxide poisoning: a case report and literature review. *Rev Med Interne* 30(1):43-8
17. Henry CR, Satran D, Lindgren B, et al. (2006) Myocardial injury and long-term mortality following moderate to severe carbon monoxide poisoning. *JAMA* 295(4):398-402
18. Maritime Accident Review 2010. European maritime safety agency 32 p
19. <http://www.lr.org/sectors/marine/>

20. Vinsonneau C, Benyamina M (2009) Initial management of major thermal burns. *Reanimation* 18: 679-686
21. Ryan CM, Schoenfeld DA, Thorpe WP et al. (1998) Objective estimates of the probability of death from burn injuries. *N Engl J Med* 338 : 362-6
22. Navar PD, Saffle JR, Warden GD (1985) Effect of inhalation injury on fluid resuscitation requirements after thermal injury. *Am J Surg* 150 : 716-720
23. Carsin H, Le Bever H (2004) Brûlures. In: Carli P, Riou B, Télion C (ed) *Urgences médico-chirurgicales de l'adulte*. 2nd ed, Arnette, Paris, p 761-772
24. Vivien B, Adnet F, Bounes V et al. (2012) Sedation and analgesia in emergency structure. Reactualization 2010 of the Conference of Experts of Sfar of 1999. *Ann Fr Anesth Reanim* 31(4):391-404
25. Fortin JL, Desmettre T, Manzon C et al. (2010) Cyanide poisoning and cardiac disorders: 161 cases. *J Emerg Med* 38(4):467-76
26. Satran D, Henry CR, Adkinson C et al. (2005) Cardiovascular manifestations of moderate to severe carbon monoxide poisoning. *J Am Coll Cardiol* 45(9):1513-6
27. Coulange M, Barthelemy A, Hug F et al. (2008) Reliability of new pulse CO-oximeter in victims of carbon monoxide poisoning. *Undersea Hyperb Med* 35(2):107-11
28. Crawford DM, Hampson NB. (2008) Fire and ice: diagnosis of carbon monoxide poisoning in a remote environment. *Emerg Med J* 25(4):235-6
29. Recommendations of the jury. In: Wattel F, Mathieu D, editors. *Proceedings of the 7th European Consensus Conference on hyperbaric medicine*. Lille: 2004; 20 p.
30. Recommendations of the jury. In: Wattel F, Mathieu D, editors. *Proceedings of the 7th European Consensus Conference on hyperbaric medicine*. Lille: 2004; 20 p.
31. Buckley NA, Juurlink DN, Isbister G et al. (2011) Hyperbaric oxygen for carbon monoxide poisoning. *Cochrane Database Syst Rev* 13;(4):CD002041
32. Collège de la Haute Autorité de Santé (2007) *L'oxygénothérapie hyperbare*. 106 p.
33. www.acep.org
34. Castan J, Paschen HR, Wirtz S et al. (2012) Mass maritime casualty incidents in German waters : Structures and resources. *Anaesthesist* 61(7):618-24
35. Stempfel L, Petit S, Meyran D (2010) Risques professionnels pour les pompiers lors des incendies. *Urgence pratique* 100: 56-59