



Brûlures graves

E. BOURGEOIS^{1,2}, M.-R. LOSSER^{1,2}

Points essentiels

- Déterminer le plus exactement possible la gravité d'une brûlure (surface, profondeur, circonstances, localisation, lésions ou terrains associés) est primordial pour une prise en charge satisfaisante et une orientation adéquate.
- La prise en charge d'un brûlé grave est multidisciplinaire pour prendre en compte à la fois des impératifs réanimatoires (détresse respiratoire, état de choc), chirurgicaux (soins locaux, incisions de décharge) et anesthésiques (sédation, analgésie).
- Il existe un large consensus national et international pour retenir une formule modulée afin de guider le remplissage initial d'une hypovolémie.
- **Tout retard de remplissage a un impact sur la morbidité et la mortalité.**
- Les patients présentant une inhalation de fumée associée vont avoir des besoins de remplissage augmentés par rapport à la formule. L'intoxication par des gaz (monoxyde de carbone et cyanure) doit être suspectée pour prévenir les complications spécifiques.
- **Le surremplissage est aussi délétère par les œdèmes générés** (cutanés, pulmonaire, compartiment abdominal).

1. Centre de Traitement des Brûlés – Hôpital Cochin, 27, rue du Faubourg Saint-Jacques, 75679 Paris cedex 14.

2. Service d'Anesthésie-Réanimation – Hôpital Saint-Louis – 1, avenue Claude Vellefaux, 75475 Paris cedex 10.

Correspondance : D^r Losser Marie-Reine – Service d'Anesthésie-Réanimation – Hôpital Saint-Louis, 1, avenue Claude Vellefaux, 75475 Paris cedex 10. Tél. : + 33 1 42 49 94 31.

Fax : + 33 1 42 49 98 21. E-mail : marie-reine.losser@sls.aphp.fr

- Dans la brûlure électrique, la lésion cutanée n'est pas un bon reflet de l'étendue des lésions sous-jacentes liées au passage du courant.
- Le monitoring hémodynamique reste controversé par la difficulté à retenir un paramètre reflétant la perfusion tissulaire. Les paramètres vitaux et la diurèse ne sont pas suffisants.
- Définir de meilleurs objectifs de réanimation doit être un des axes de recherches prioritaire concernant cette pathologie.
- La prise en charge du patient brûlé manque encore de données pour être basées sur des preuves fortes (evidence-based medicine ou médecine factuelle).

1. Introduction

L'évaluation initiale de la brûlure est particulièrement importante car elle va permettre de débiter des thérapeutiques adaptées et d'orienter le blessé vers la structure la plus appropriée à son état (1). Cette évaluation initiale et les premiers traitements devront être menés de front, en tenant compte de la physiopathologie de la brûlure (2). Compte tenu des ressources limitées en lits dans les Centres de Traitement de la Brûlure et de la dispersion géographique de ces centres (tableau 1), il est particulièrement crucial « d'attribuer le bon lit au bon brûlé », tout en assurant une mise en condition de qualité, permettant au besoin un transport prolongé ou une évacuation sanitaire.

Tableau 1 – Les Centres de Traitement de la Brûlure en France métropolitaine et ultramarine

Bordeaux	05 56 79 54 62	Nantes (adultes)	02 40 08 73 12
Guadeloupe	05 90 89 11 30	Nantes (enfants)	02 40 08 35 96
Île de la Réunion	02 62 97 57 73	Paris, Cochin (adultes)	01 58 41 26 49
Lille	03 20 44 42 78	Paris, Clamart, Percy	01 41 46 63 85
Lyon Édouard Herriot	04 72 11 75 98	Paris, Trousseau (enfants)	01 44 73 62 54
Lyon Saint Joseph/Saint Luc	04 78 61 81 81	Poitiers	05 49 44 44 44
Martinique	05 96 55 20 45	Toulon	04 94 09 92 78
Marseille (adultes)	04 91 38 39 33	Toulouse (adultes)	05 61 32 27 43
Marseille (enfants)	04 91 96 85 65	Toulouse (enfants)	05 61 77 22 87
Mayotte	02 69 61 15 15	Tours (adultes)	02 47 47 81 34
Metz (adultes)	03 87 55 31 35	Tours (enfants)	05 61 77 22 87
Montpellier	04 67 33 82 28		
Nancy (enfants)	03 83 15 46 89		

2. Physiopathologie de la brûlure

La brûlure se définit comme la destruction traumatique de la peau et des tissus sous-jacents par un processus qui est thermique dans 90 % des cas (lié par ordre de fréquence décroissante aux liquides, flammes, explosions, solides, vapeurs), électrique dans 5 à 7 % des cas (haute tension, basse tension, flash, foudre), chimique (de 3 à 5 %), mécanique (dermabrasion) et exceptionnellement radique. Alors qu'environ 2/3 des cas sont des accidents domestiques ou de loisirs, seuls 1/4 surviennent dans un contexte professionnel (enquête Institut national de Veille Sanitaire 2008, http://www.invs.sante.fr/publications/2010/brulures_2008/synthesehospitalisations_brulures_pmsi_2008).

La brûlure modérée (entre 10 et 30 % de la surface cutanée totale SCT) détermine une réaction inflammatoire essentiellement locale en réponse à l'agression thermique. Cette réaction locale va activer secondairement les monocytes-macrophages, entraînant la généralisation de la réponse inflammatoire. En cas de brûlure sévère (> 30 % de la SCT), que le traumatisme thermique soit isolé ou associé à une inhalation de fumées, l'inflammation est d'emblée généralisée, aboutissant à un SIRS (cf. *infra*). Les conséquences cliniques deviennent alors systémiques. Le pronostic peut être évalué à l'admission en tenant compte des principaux facteurs de gravité : surface totale et profondeur de la brûlure, âge du patient, existence de lésions d'inhalation de fumées, localisation des brûlures, comorbidités et précocité de la réanimation dont le rôle peut être déterminant (3-5).

2.1. Réponse inflammatoire systémique (SIRS)

La réaction inflammatoire résultant d'une brûlure conduit à une activation macrophagique qui est un des facteurs essentiels dans l'initiation de la cascade pro-inflammatoire à l'origine des manifestations du SIRS et de la dysfonction immunitaire secondaire à l'agression thermique.

2.1.1. L'agression locale

Elle induit l'activation de la cascade du complément via le facteur Hageman (XII), la voie de l'acide arachidonique, celle du système kallikréine-bradykinine et la cascade coagulation-fibrinolyse (6). Ceci aboutit à la libération ou la production immédiate de facteurs vasodilatateurs (histamine, kinine...). Cette première phase est à l'origine de l'activation des monocytes-macrophages, des polynucléaires et des cellules endothéliales induisant à leur tour une réaction systémique en réponse à l'agression. L'action de divers médiateurs (cytokines, chémokines, radicaux libres, monoxyde d'azote, etc.) aboutit à une altération des principales fonctions immunitaires des leucocytes (lymphocytes B et T, monocytes-macrophages) expliquant la plus grande susceptibilité du brûlé aux infections (7).

2.1.2. Genèse de l'œdème post-brûlure

Initialement, l'action directe de la chaleur induit une destruction de la matrice extracellulaire responsable d'une baisse parfois profonde de la pression interstitielle. Les pertes hydro-électrolytiques et protéiques (albumine et immunoglobu-

lines plasmatiques) qui succèdent à l'agression thermique sont à l'origine de l'exsudation et de l'œdème interstitiel. Elles sont secondaires à une importante augmentation de la perméabilité capillaire sous l'action conjointe de la chaleur et des médiateurs de l'inflammation libérés localement. Ces perturbations sont brutales, d'emblée maximales entraînant une fuite liquidienne intense, mais de durée relativement brève (jusqu'à 12 h). Dans les zones saines, la fuite liquidienne est due principalement à une baisse de la pression oncotique secondaire à l'hypoalbuminémie et à une augmentation de la perméabilité capillaire d'origine inflammatoire. Son apparition est retardée par rapport à la réponse locale (6 à 12 h) mais plus prolongée (24 à 72 h). Passé ce délai, le début de résorption des liquides accumulés dans l'espace interstitiel conduit à l'apparition d'une hypervolémie (8).

L'interface entre zone saine et brûlée mérite d'être individualisée. Elle est le siège d'une ischémie susceptible d'évoluer vers la nécrose lors d'une réanimation non optimale. L'excès de remplissage par l'œdème dont il est responsable peut, au même titre qu'une réanimation volémique insuffisante, participer à l'extension de la nécrose.

2.2. Conséquences cliniques

2.2.1. Cardiovasculaires

Lorsque la brûlure est grave, elle s'accompagne d'une fuite liquidienne intense et brutale dont la cinétique d'évolution est exponentielle. Cette fuite détermine une hypovolémie pouvant conduire à une insuffisance circulatoire. Après quelques heures de réanimation apparaît un profil de type distributif associant diminution des résistances vasculaires périphériques et augmentation de l'index cardiaque, et réalisant un choc de type hyperkinétique. Comme l'ont montré de nombreux travaux sur des modèles animaux, une dysfonction contractile est parfois présente, sa pertinence clinique est plus discutée (9).

2.2.2. Ventilatoires

Même en l'absence de lésion respiratoire, les brûlures cutanées induisent des modifications de l'hématose en rapport avec les effets systémiques du syndrome inflammatoire. Ces anomalies correspondent à un œdème pulmonaire de type lésionnel. Il est habituellement modéré et survient de manière différée après la 24^e ou la 48^e heure, lorsque les œdèmes interstitiels diminuent et que l'hypervolémie apparaît.

La présence d'une inhalation de fumées va induire une réaction inflammatoire pulmonaire locale qui majore encore l'atteinte respiratoire et la défaillance hémodynamique. En effet les pertes liquidiennes initiales augmentent alors de 30 à 50 % à la phase aiguë. Un syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) est retrouvé dans environ 50 % des cas de brûlures et nécessite une assistance ventilatoire. Il survient entre 6 et 8 jours après le traumatisme. L'âge et l'inhalation de fumées d'incendie semblent être les deux principaux facteurs de risque associés à la survenue d'un SDRA.

2.2.3. Métaboliques

Les brûlures graves vont entraîner une majoration du métabolisme de base comprise entre 118 et 210 % des valeurs de base calculées par la formule de Harris et Benedict. Ce syndrome d'hypermétabolisme est en grande partie secondaire à l'inflammation systémique. Il s'accompagne d'un catabolisme azoté majeur souvent responsable d'une fonte musculaire et d'une altération des capacités de cicatrisation. Ceci a pour effet de prolonger les soins à la phase aiguë mais aussi la durée de la période de rééducation. Les lésions cutanées entraînent en elles-mêmes une déperdition calorifique alimentant cet hypermétabolisme, des mesures de prévention sont nécessaires (enveloppement, environnement chaud).

3. Évaluation de la brûlure

3.1. Première évaluation : les fonctions vitales

Le patient présentant une brûlure isolée récente est *conscient, eupnéique, et sans état de choc*. Cette règle doit faire rechercher une lésion associée devant toute défaillance : traumatisme crânien, traumatisme thoracique, inhalation de fumées (intoxication cyanhydrique et/ou au monoxyde de carbone) ou de liquide gastrique, syndrome hémorragique, ingestion de toxiques.

Le brûlé n'échappe pas à l'Abécédaire de l'urgence vitale : Airway, Breathing, Circulation, Disability (conscience), Exposure/Environment (circonstances). Il doit donc être rapidement examiné de la tête aux pieds, interrogé et monitoré (pression artérielle, ECG, SpO₂).

3.2. Évaluation de la brûlure proprement dite

3.2.1. Surface

Un compte fiable de la surface cutanée brûlée (SCB) demande de l'expérience. Une méthode simple et relativement efficace consiste à se demander quelle portion de telle partie du tégument est brûlée : la moitié, les deux tiers ou un quart de segment corporel. Il faut donc connaître chez l'adulte la règle des « 9 » de Wallace (**tableau 2**), qui attribue un pourcentage multiple de 9 à chacun de ces segments de surface corporelle.

Chez l'enfant de 1 an, la tête est plus volumineuse (18 %) et le membre inférieur moins grand (14 %). De façon plus précise mais aussi plus fastidieuse, on peut utiliser la table de Lund et Browder. Considérer que la face palmaire de la main (paume et doigts) d'un individu représente environ 1 % de sa surface corporelle exposée à un risque d'erreur non négligeable lié aux variations de sexe, d'âge, ou de BMI, mais permet une évaluation des lésions en carte de géographie ou en mosaïque.

3.2.2. Profondeur

Seules les lésions de 2^e et 3^e degrés sont prises en compte dans l'évaluation du brûlé, car le 1^{er} degré, purement intraépidermique, n'implique aucune réper-

Tableau 2 – Évaluation rapide de la surface cutanée brûlée (SCB) selon la règle des neufs de Wallace

Localisation	Pourcentage de surface cutanée
Tête et cou	9
Membre supérieur chacun	9
Membre inférieur chacun	18
Tronc antérieur/postérieur	18/18
Organes génitaux externes	1

cussion générale hormis la douleur avec une cicatrisation sans séquelle. Reconnaître précisément dans le 2^e degré (lésion plus ou moins complète du derme) la part superficielle de la part profonde est souvent difficile avant J7. Cela signifie que la première évaluation de la profondeur d'une brûlure ne doit distinguer que le 1^{er} degré qui est négligeable, du 2^e degré, et du 3^e degré, qui implique une hospitalisation en centre spécialisé. Les signes discriminants sont :

- le 1^{er} degré est uniquement un **érythème** douloureux ;
- les **phlyctènes** et le décollement épidermique sont présents dans le 2^e degré mais absents dans le 1^{er} et 3^e degré ;
- la décoloration à la **vitropression** disparaît dans le 3^e degré ;
- une peau brûlée au 3^e degré est atone, **sèche, cartonnée, insensible et indolore** et les **phanères** (poils, ongles) n'adhèrent plus.

3.2.3. Localisations à risque

Tête et cou : le risque est la détresse respiratoire par obstruction des voies aériennes supérieures (VAS) par l'œdème laryngé et pharyngé. Si la brûlure du visage isolée n'implique pas systématiquement une intubation oro-trachéale (IOT), la présence d'une dysphonie ou de troubles de la déglutition indiquent la mise en place d'une protection des VAS sans tarder. L'association d'une brûlure du visage avec d'autres facteurs de gravité comme une étendue importante (et donc une expansion volémique conséquente) doit indiquer une IOT.

Pieds et mains : la qualité du traitement de telles brûlures conditionne le pronostic fonctionnel. Le traitement doit donc être réalisé en milieu spécialisé.

Périnée : l'atteinte des OGE implique la mise en place d'une sonde urinaire avant que ce geste ne devienne difficile voire impossible.

Brûlures circulaires et profondes : une brûlure circulaire est dangereuse si elle est profonde car la peau est alors inextensible et les structures anatomiques sous-jacentes seront comprimées sous l'effet de l'œdème : nerfs, muscles, veines, artères, mais aussi trachée, poumons et compartiment abdominal. Ceci est donc responsable d'une ischémie, d'un approfondissement des brûlures, de rhabdomyolyse, avec un risque d'amputation secondaire. Dans l'urgence en extrahospi-

talier, il faut penser à surélever les membres. Sous le terme générique d'incisions de décharge, il faut distinguer les escarrotomies (incision de l'escarre cutanée créée par la brûlure de 3^e degré), qui peuvent être réalisées en milieu hospitalier par tout médecin entraîné, des fasciotomies ou aponévrotomies (incision des loges musculaires) qui relèvent d'une indication chirurgicale spécialisée.

3.3. Terrain, circonstances et lésions associées

3.3.1. Terrain

Tout antécédent médical alourdit le pronostic d'une brûlure, mais **c'est l'âge qui pèse le plus parmi les comorbidités de la brûlure.** Il faut savoir en effet que l'individu victime d'une brûlure grave doit faire face à une réanimation et un hypermétabolisme d'autant plus prolongés que la cicatrisation sera longue. Il est à noter que les brûlés sont statistiquement une population exposée au risque d'intoxication alcoolique, médicamenteuse, ou autres stupéfiants.

3.3.2. Circonstances & lésions associées

On ne doit pas se laisser impressionner par l'aspect d'une brûlure grave, et s'astreindre à **chercher absolument une lésion traumatique.** La simple suspicion de l'une d'elle doit faire pratiquer un bilan paraclinique en urgence de type polytraumatisé avant d'envisager un transfert en centre spécialisé dans la brûlure. Le contexte a valeur d'orientation.

3.3.2.1. Incendie

- Accident de la voie publique, explosion et défenestration : un bilan traumatologique doit être pratiqué.
- Inhalation de fumée : l'association de plusieurs éléments doit la faire suspecter :
 - incendie en espace clos ;
 - suies dans l'oropharynx ou dans les expectorations ;
 - symptomatologie respiratoire associant toux sèche, dysphonie avec rauçité de la voix, wheezing, ronchi et sibilants ;
 - brûlures du visage : si elle ne signe pas l'inhalation de fumées, doit cependant faire envisager le diagnostic ;
 - la fibroscopie bronchique est de loin l'examen diagnostic le plus performant.

Ce qui est redouté dans ce cadre est l'action thermique et chimique des suies sur la muqueuse bronchique (bronchospasme, desquamation secondaire), et l'action hypoxiante du monoxyde de carbone et asphyxiante des cyanures inhalés. Les décompensations respiratoire et circulatoire peuvent être très rapides dans ce contexte (10).

3.3.2.2. Brûlure électrique

- Risque de projection et donc de traumatisme.
- Risque de flash et de brûlure uniquement cutanée par arc électrique.

– Risque de courant traversant avec brûlure musculaire et atteinte cardiaque. On doit alors rechercher des anomalies électrocardiographiques et les points d'entrée/sortie comme étant des petites zones de nécrose sur les zones en contact avec le conducteur (entrée) et la terre (sortie) (11).

3.4. Biologie et imagerie

3.4.1. Gaz du sang

En dehors des paramètres oxymétriques et de ventilation, une acidose métabolique doit faire évoquer une hyperlactatémie en premier lieu. Les pertes exsudatives peuvent engendrer une perte de bicarbonates. Mais ce que l'on doit rechercher avant tout est le taux de carboxyhémoglobine (estimée par mesure dans l'air expiré sur place), marqueur en cas de signes cliniques évocateurs de l'intoxication oxycarbonée au-delà de 10 % chez un fumeur (ou une personne dont le statut tabagique est inconnu) ou à 6 % chez un non-fumeur.

3.4.2. Lactatémie

L'hyperlactatémie, reflet du métabolisme anaérobie, signifie le plus souvent une intoxication oxycarbonée et/ou cyanhydrique, en association ou non à un état de choc.

3.4.3. Numération

Il existe classiquement au cours des brûlures graves, une hémococoncentration avec hématicrite élevé, ce qui est le reflet des pertes exsudatives. À l'inverse, un hématicrite normal et a fortiori bas doit faire suspecter des pertes hémorragiques (parfois une hémolyse). Une thrombopénie est fréquente dans les heures qui suivent une brûlure grave. Elle régresse normalement en quelques jours. Une hyperleucocytose est souvent constatée après les premières heures.

3.4.4. Ionogramme sanguin et protidémie

Les troubles ioniques sont fonction de la qualité ou de l'adéquation de la réanimation hydro-électrolytique initiale, y compris l'apparition d'une insuffisance rénale aiguë. Par contre, on observe très rapidement une perte protéique importante par exsudation.

3.4.5. Bilan hépatique et musculaire

Il doit être normal à la phase aiguë, sauf dans le cas d'intoxication éthylique, situation fréquente. Une élévation des CPK signifie un dommage musculaire par ischémie de membre au cours d'une brûlure circulaire profonde, ou encore une brûlure musculaire par passage électrique. Les conséquences attendues sont celles de la rhabdomyolyse.

3.4.6. Radiographie thoracique

Elle ne fait pas partie du bilan d'une inhalation de fumée car invisible, mais rentre dans le cadre de la réanimation respiratoire d'un patient intubé et ventilé.

3.4.7. ECG

Réalisation systématique en tant que référence dans le cadre d'une réanimation prévue prolongée. Une brûlure électrique peut néanmoins donner des troubles du rythme (tachycardie supra-ventriculaire, arythmie), de la conduction (bloc de branche), ou de la repolarisation (anomalies non spécifiques du segment ST). Dans ce contexte, le risque d'ischémie coronarienne par thrombose motive une surveillance enzymatique.

3.4.8. Bilan traumatique

À réaliser dès la moindre suspicion.

3.4.9. Statut antitétanique

À défaut d'un interrogatoire ou de documents fiables, on peut réaliser un diagnostic rapide (Quick test® ou Tetaquick®).

3.5. Quelle orientation ?

Selon les recommandations de la Société Française d'Étude et de Traitement de la Brûlure (SFETB, 1992, <http://www.sfetb.org/index.php#>), une brûlure est bénigne si son étendue est inférieure à 10 % de la surface corporelle chez un adulte et sans paramètres de gravité. Dans tous les autres cas, il s'agit d'une brûlure grave devant être hospitalisée :

- brûlure de plus de 10 % de la surface corporelle ;
- âge < 3 ans ou > 60 ans ;
- pathologie grave préexistante (liste non exhaustive) : polytraumatisme, insuffisance respiratoire chronique, cardiopathie/coronaropathie, diabète ;
- localisation: face, mains, cou, périnée ;
- toute brûlure profonde ;
- brûlure électrique ou chimique ;
- brûlure lors d'explosion, d'AVP ou d'incendie en milieu clos ;
- soins à domicile impossibles (nécessité de recourir aux antalgiques de palier 3, conditions de vie défavorables, impossibilité à se rendre à la consultation) ;
- suspicion de sévices ou de toxicomanie.

Une brûlure devra être vue par un spécialiste de la brûlure si :

- absence de cicatrisation au delà de 10 jours (recommandations SFETB 2005) ;
- brûlure du troisième degré (recommandations SFETB 2005) et pour la réalisation des greffes dermo-épidermiques ;
- brûlure surinfectée.

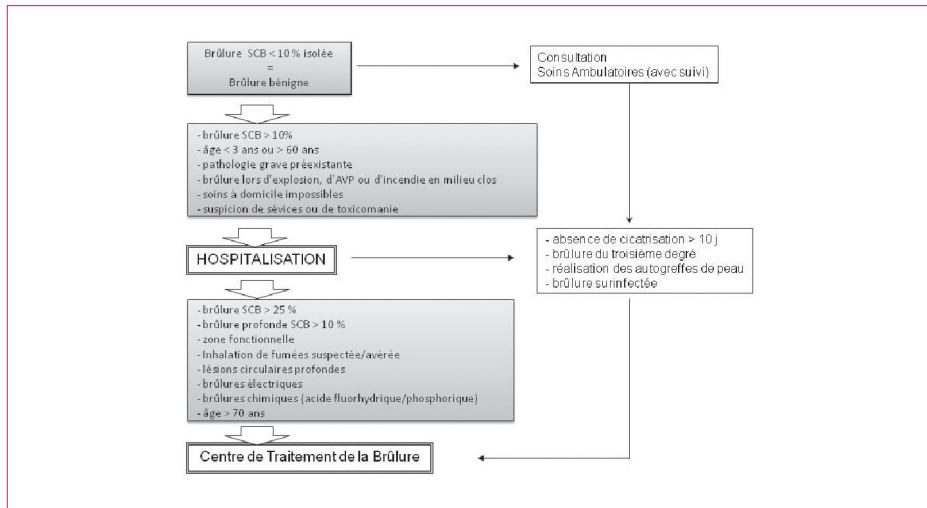
Une hospitalisation dans un Centre spécialisé est nécessaire si :

- surface cutanée brûlée > 20 % ;
- surface cutanée brûlée >10 % par brûlures profondes (2^e degré profond ou 3^e degré) ;

- atteinte d'une zone à risque fonctionnel : mains, pieds, face, périnée, plis de flexion ;
- inhalation de fumées suspectée ou avérée ;
- lésions circulaires profondes ;
- brûlures électriques (électrocution) ;
- brûlures chimiques, surtout si par acide fluorhydrique ou phosphorique ;
- adulte > 70 ans.

Un algorithme permettant d'orienter le niveau d'hospitalisation est proposé (Figure 1).

Figure 1 – Algorithme d'orientation pour l'hospitalisation d'un patient brûlé



4. Premiers traitements

4.1. Mise en condition

- L'apport d'oxygène à haut débit avant toute évaluation est essentiel.
- L'abord vasculaire doit être envisagé dès que l'on quitte la brûlure bénigne. En cas de nécessité de voie d'abord veineux (analgésie, sédation pour intubation et ventilation mécanique, expansion volémique, ...) et d'impossibilité de voie veineuse périphérique, l'abord veineux central fémoral est à privilégier. La voie intra-osseuse relève du sauvetage mais est très utile dans les brûlures très étendues (> 80 % SCB) ou chez le nourrisson.
- Le contrôle des VAS est requis en cas de :
 - signes de détresse respiratoire ;
 - altération profonde de la vigilance ;

- brûlures profondes du segment céphalique (visage ou cou) ;
- inhalation de fumées / brûlure des voies aériennes supérieures (*l'œdème des voies aériennes supérieures est d'apparition souvent retardée, et son importance est majorée par la réanimation volémique : cette réaction œdémateuse peut rendre l'intubation difficile voire impossible. Pour déterminer s'il y a œdème glottique, on peut s'aider d'une fibroscopie*).

L'intubation en séquence rapide est de rigueur, et utilise la succinylcholine car les risques d'hyperkaliémie majeure ne surviennent qu'après la 48^e heure. La kétamine en induction (2-3 mg/kg) puis en entretien (1-2 mg/kg/h en association avec le Midazolam et des morphiniques), est largement utilisée.

- **Sonde urinaire** : dès qu'il existe une atteinte des OGE, ou rapidement lorsque l'on envisage une expansion volémique.

- **Sonde gastrique** : elle est posée chez le patient intubé, et en cas de transports aéroportés. L'alimentation entérale est toujours débutée précocement à débit progressivement croissant, d'abord sur une sonde à double courant qui est donc placée le plus tôt possible (12).

4.2. Refroidissement et réchauffement

Le premier geste est de retirer les vêtements. Ensuite, il convient de refroidir la brûlure, mais pas le malade : traitement privilégié pour les brûlures de moins de 20 % sans défaillance d'organe (15 minutes avec une eau à 15° ou Watergel, dans les 15 minutes qui suivent l'accident, sinon inutile). Le refroidissement permet aussi de limiter la douleur, l'œdème et l'approfondissement des brûlures. *A contrario*, on fera tout pour maintenir le patient normotherme.

4.3. Traitement des intoxications aux gaz hypoxiants

L'intoxication cyanhydrique coexiste souvent à une intoxication au monoxyde de carbone, et toutes deux requièrent la mise sous FiO₂ 100 %. On les suspecte en contexte d'incendie en milieu clos. Les signes évocateurs sont : des troubles de la vigilance, de la conscience, des convulsions, alors que l'intoxication cyanhydrique s'accompagne volontiers d'une répercussion cardiovasculaire avec une hypertension artérielle ou un collapsus voire un arrêt cardio-circulatoire, ou des anomalies sur l'ECG, mais aussi une hyperpnée pouvant être le reflet de l'acidose par hyperlactatémie. Le traitement est : ventilation en oxygène pur et pour l'intoxication cyanhydrique, administration IV de 5 g (10 g si arrêt cardiocirculatoire) d'hydroxocobalamine (vitamine B12). L'importance des effets secondaires (vasoconstriction rénale, HTA, approfondissement des lésions cutanées), liée à une vasoconstriction généralisée par blocage de l'effet dilatateur du monoxyde d'azote (NO), fait réserver son administration à une haute probabilité d'intoxication cyanhydrique, pour que les effets bénéfiques surpassent les effets secondaires. L'indication du caisson hyperbare pour les intoxications oxycarbonées a été remise en question du fait de la difficulté d'y assurer une réanimation satisfaisante, mais garde son intérêt pour une intoxication oxycarbonée isolée (et sans brûlures cutanées significatives associées) avec des signes neurologiques.

4.4. Analgésie

En ce qui concerne le malade conscient : l'analgésie repose sur la Morphine IV (titration de 0,05 mg/kg puis bolus de 0,05 mg/kg toutes les 7 minutes) et sur la kétamine à doses analgésiques (0,2 mg/kg toutes les 15 minutes). Le Midazolam à 0,02 mg/kg permet de limiter les effets psychodysléptiques de la Kétamine mais aussi de lutter contre l'anxiété qui peut être majeure. Le Tramadol et le Néfopam permettent une action multimodale mais sont d'une efficacité modeste. L'évaluation se fera par EVA.

En ce qui concerne le malade ventilé, l'analgo-sédation repose sur les standards de la réanimation préhospitalière. On peut probablement réhabiliter dans ce contexte un anesthésique moins utilisé de nos jours, le gamma hydroxybutyrate de sodium (Gamma-OH®), remarquable pour la stabilité hémodynamique qu'il confère aux doses recommandées (4 à 6 g en IV lente pour l'induction, entretien par 2 g/h). Outre les myoclonies, le principal effet secondaire est son effet hypokaliémiant (sans hypokaliémie) et après 24 h, l'installation d'une hypernatrémie par les apports sodés liés à la molécule.

4.5. Expansion volémique

4.5.1. Période préhospitalière

La précocité du remplissage vasculaire est un déterminant majeur du pronostic, car les pertes hydro-électrolytiques surviennent dès les premières heures, ce qui implique que tout retard favorise la survenue de défaillances d'organes (13). Parce qu'il n'est pas toujours aisé d'évaluer avec précision l'étendue d'une brûlure en contexte préhospitalier, il est recommandé de perfuser 20 ml/kg de cristalloïdes (Ringer Lactate) au cours de la première heure quelle que soit la surface brûlée, dès lors qu'elle dépasse 20 % de la surface corporelle totale (14).

La formule recommandée par la Société Française d'Étude et de Traitement des Brûlures est celle dite de Baxter, du Parkland Hospital. Elle utilise exclusivement une solution cristalloïde et apporte 2 ml/kg/% de surface cutanée brûlée au cours des 8 premières heures. Il est important de connaître l'heure exacte de la survenue de la brûlure car elle conditionne le décompte horaire. La même quantité est perfusée sur les 16 heures suivantes, donc un total journalier de 4 ml/kg/% de SCB. Certaines équipes utilisent des macromolécules durant les 8 premières heures pour favoriser l'expansion volémique en cas de retard important et d'état de choc hypovolémique.

La surveillance de la réanimation se fait initialement sur la diurèse et la pression artérielle avec comme chiffre optimal de diurèse horaire à 0,5 ml/kg/h, bien qu'il n'existe actuellement que peu de données cliniques extrahospitalières pour valider ce chiffre. Cette modulation par la diurèse permet d'éviter des surremplissages potentiellement délétères.

4.5.1.1. Particularités

Une majoration des besoins de 30 à 50 % est prévisible lorsque s'associent à la brûlure un traumatisme ou des lésions d'inhalation de fumée (15). Il est important par ailleurs de rattraper dès que possible tout retard lié à des difficultés d'extraction ou de conditionnement pour arriver au volume total calculé par la formule. En cas de brûlures électriques, la surface cutanée brûlée ne correspond pas à la réalité des lésions et ne doit donc pas servir à évaluer l'apport liquidien.

Chez l'enfant, c'est la formule de Carvajal qui est proposée (apport de 2 000 ml/m² surface corporelle totale + 5 000 ml/m² surface cutanée brûlée) (16).

4.5.2. Période hospitalière

Le deuxième jour, les volumes perfusés représentent environ la moitié de ceux administrés les premières 24 heures, soit 2 ml/kg/% de surface brûlée. Il faut bien noter que ces volumes restent totalement théoriques et doivent être adaptés à l'état du patient. Il faut retenir que la réanimation volémique guidée par la surveillance hémodynamique visant à normaliser la précharge (pressions de remplissage, mesure du transport en oxygène, mesure du volume sanguin intrathoracique) conduit le plus souvent à des volumes perfusés très supérieurs à ceux théoriques prédits par la formule (17, 18) sans améliorer nécessairement le devenir du patient. L'augmentation des apports liquidiens a cependant un effet sur le pronostic des patients (19), on préférera toujours se fier à des objectifs (diurèse à 0,5 ml/kg/h, index cardiaque à 2,5 l/min/m²) pour mener la réanimation volémique des 48 premières heures.

Sur le plan qualitatif, le débat colloïdes-cristalloïdes reste d'actualité. Les colloïdes sont fréquemment introduits, notamment l'albumine, le plus souvent après la 8^e heure (20). Les colloïdes permettent une augmentation de la pression oncotique et une réduction des volumes administrés. Même si la place de l'albumine a été remise en question par plusieurs méta-analyses (21), la toxicité des colloïdes artificiels et leur dose maximale utilisable peuvent représenter une limite et obliger à recourir à l'albumine.

4.6. Soins locaux

Une fois les vêtements ôtés, le refroidissement de la brûlure pratiqué, et la gravité évaluée, il faut protéger les lésions cutanées. En préhospitalier, on se contente de protéger le patient et sa brûlure dans un drap propre, ou mieux un champ stérile. En milieu hospitalier et après réchauffement du malade, une toilette complète est pratiquée par savonnage antiseptique (et un rasage des zones brûlées) ; puis une désinfection des lésions par Bétadine ou chlorhexidine diluée ; puis un rinçage à l'eau. Le pansement de protection comprendra ensuite le seul topique applicable sur une brûlure en dehors d'une prise en charge spécialisée : la sulfadiazine d'argent (Flammazine[®], contre-indiquée si grossesse ou allergie aux sulfamides). Si la gravité de la brûlure implique une prise en charge spécialisée, la sulfadiazine d'argent ne sera appliquée qu'après accord de l'équipe accueillant le patient, car

ce topique peut gêner l'évaluation de la profondeur de la brûlure. En dehors de souillures cutanées par la terre (**antibiotiques anti-anaérobies**), il n'y a aucune indication à une antibiothérapie systématique.

Dans le cas de brûlure chimique, il est admis qu'il faut retirer tous les vêtements pouvant être contaminés, puis laver à grande eau et de façon prolongée (plus de 30 minutes) pour diluer le produit, sans refroidir le patient, et en se protégeant soi-même.

4.7. Escarrotomies

En présence de brûlures circulaires de 3^e degré de segments de corps (cou, tronc, membres), l'œdème qui va s'installer rapidement au cours de la réanimation initiale peut être responsable d'une compression neurovasculaire ou de gêne à la ventilation. Pour les membres, elles doivent se faire le plus rapidement possible, avant la 6^{ème} heure au mieux, dans les 24 premières heures au pire, mais elles sont alors moins utiles. On limitera ainsi l'ischémie des structures sous-jacentes à une brûlure circulaire profonde (qui se rétracte rapidement), ainsi qu'un approfondissement des lésions cutanées. Même si l'incision doit rester superficielle et confinée au tissu sous-cutané ou hypoderme (différent d'une aponévrotomie dans les brûlures électriques qui sont profondes), les incisions sont longitudinales, dans l'axe osseux, pour ne pas exposer les axes vasculo-nerveux, et respectent les articulations (**figure 2**). L'hémostase doit être rigoureuse sous peine de provoquer un saignement important. L'oxymétrie de pouls ou la prise de ceux-ci sont une aide précieuse pour juger de la perfusion d'un membre.

Des escarrotomies seront également réalisées sur le tronc en cas d'apparition d'un syndrome du compartiment abdominal (oligo anurie + diminution de la compliance thoracique + hyperpression intra-vésicale > 20 mmHg) si localisation abdominale, ou en cas d'effondrement de la compliance thoracique si localisation thoracique d'une brûlure profonde circulaire du tronc. Elles seront longitudinales axillaires avec incision transversale bi-sous-costale (**figure 2**). Au niveau du cou, des incisions longitudinales vont soulager la compression des axes vasculaires notamment veineux, le risque asphyxique ayant été préalablement levé par une intubation trachéale.

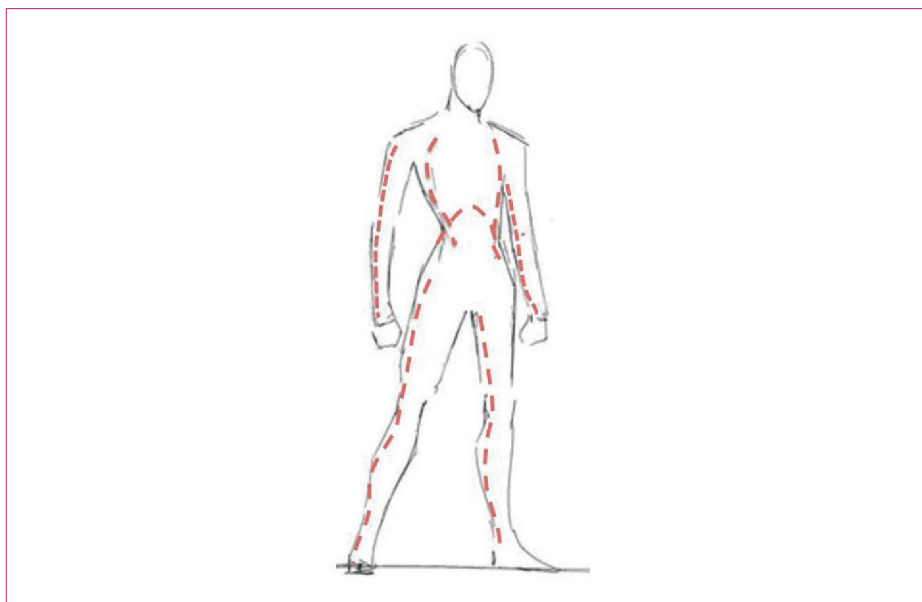
((Ce geste n'est pas envisageable en dehors d'un contexte hospitalier, mais peut être réalisé par tout médecin entraîné.

5. Brûlures particulières

5.1. Brûlure électrique

L'arc électrique peut brûler uniquement en surface, mais il convient de partir du principe qu'un patient brûlé par un courant électrique est brûlé surtout **sous** la peau : risque de syndrome de loge, de rhabdomyolyse, de troubles du rythme ou de la conduction, et de thromboses vasculaires notamment coronariennes, d'atteinte neurologique centrale ou périphérique, de perforation des organes

Figure 2 – Trajets proposés des escarrotomies en cas de brûlures circonférentielles de segments corporels



creux par nécrose pariétale, ou encore une atteinte des organes pleins. La preuve du courant traversant est faite par la mise en évidence des points d'entrée (contact) et de sortie (terre).

5.2. Brûlure chimique

Devant le grand panel des produits caustiques, la mesure à retenir est un lavage abondant des zones touchées (22). Seule la Diphotérine®, solution polyvalente amphotère, est recommandées pour le traitement des atteintes ophtalmiques. On insistera sur la dangerosité systémique de l'acide fluorhydrique, qui chélate puissamment le calcium sanguin, ou bien le phénol, qui est responsable de dépression du système nerveux central, de troubles du rythme et d'insuffisance rénale aiguë, ou encore le phosphore, responsable d'hypocalcémie, de cytolyse hépatique et d'hémolyse (tableau 3).

5.3. Brûlure radique

Elles ne présentent pas de particularité dans le cadre de l'urgence et doivent être absolument prises en charge en centre spécialisé (23). L'évolution locale des lésions est prolongée et particulièrement dévastatrice lors de contact prolongé de sources radioactives.

Tableau 3 – Tableau récapitulatif des principaux produits impliqués dans les brûlures chimiques et leur traitement (22). (A. pour acide, BAL pour British anti-levisite, PEG pour polyéthylène glycol)

Produits	Aspect	Toxicité générale	Traitement en urgence
A. sulfurique	Brun/noir	Acidose	Lavage
A. chlorhydrique	Ulcération	Acidose, atteintes respiratoires par les vapeurs	Lavage
A. nitrique	Jaune	Acidose, atteintes respiratoires et oculaires par les vapeurs	Lavage
A. fluorhydrique	Gris puis noir	Douleurs, hypocalcémie inhalation	Lavage, gel de gluconate de calcium, perfusion de calcium, ECG
A. chromique	Jaune, perforation septale (nez)	Atteintes rénale et hépatique avec coagulopathie, anémie, gastrite aiguë	Lavage, BAL si atteinte multiviscérale
A. phosphorique	Gris-bleu	Hypocalcémie, atteintes rénale et hépatique, inhalation	À l'abri de l'oxygène (incandescent à l'air), eau ou gel
Phénol	Blanc-gris	Troubles neurologiques, troubles du rythme, hémolyse, atteintes rénale et hépatique	Lavage, PEG, antagoniser au sulfate de cuivre 0,5 %
Essence	Erythème, phlyctènes	Dépression respiratoire centrale, atteintes rénale et hépatique, arythmie	Lavage, savon
Alcalin (caustique)	Gris violacé-noir, lésion creusante	Douleur, projection oculaire	Lavage

6. Conclusion

La prise en charge d'un patient brûlé grave est souvent perçue comme difficile parce que beaucoup des médecins n'y sont pas régulièrement confrontés du fait de sa relative rareté et que le contexte est parfois stressant (incendie, immolation, etc.). Elle repose sur quelques principes simples ayant pour but d'optimiser l'hémodynamique et l'hématose, tout en assurant la meilleure mise en condition possible pour assurer le meilleur transport.

Références

1. Wassermann D. [Criteria for burn severity. Epidemiology. prevention, organization of management]. *Pathol Biol (Paris)* 2002 ; 50 (2) : 65-73.
2. Monafó W.W. Initial management of burns. *N Engl J Med* 1996 ; 335 (21) : 1581-6.

3. Tobiasen J., Hiebert JMEDlich R.F. The abbreviated burn severity index. *Ann Emerg Med* 1982 ; 11 (5) : 260-2.
4. Germann G., Barthold U., Lefering R. et al. The impact of risk factors and pre-existing conditions on the mortality of burn patients and the precision of predictive admission-scoring systems. *Burns* 1997 ; 23 (3) : 195-203.
5. Ryan C.M., Schoenfeld D.A., Thorpe W.P. et al. Objective estimates of the probability of death from burn injuries. *N Engl J Med* 1998 ; 338 (6) : 362-6.
6. MacLennan N., Heimbach DMCullen B.F. Anesthesia for major thermal injury. *Anesthesiology* 1998 ; 89 (3) : 749-70.
7. Schwacha M.G. Macrophages and post-burn immune dysfunction. *Burns* 2003 ; 29 (1) : 1-14.
8. Demling R.H. The burn edema process: current concepts. *J Burn Care Rehabil* 2005 ; 26 (3) : 207-27.
9. Papp A., Uusaro A., Parviainen I. et al. Myocardial function and haemodynamics in extensive burn trauma: evaluation by clinical signs, invasive monitoring, echocardiography and cytokine concentrations. A prospective clinical study. *Acta Anaesthesiol Scand* 2003 ; 47 (10) : 1257-63.
10. Vinsonneau C., Augris C., Benyamina M. et al. Inhalation de fumées. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris). Médecine d'urgence* 2007 ; 25-030-C-10.
11. Chahine C., Lossier M.R. Électrisation, Électrocution. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris). Pathologie professionnelle et de l'environnement* 2009 ; 16-515-A-10.
12. Hart D.W., Wolf S.E., Chinkes D.L. et al. Effects of early excision and aggressive enteral feeding on hypermetabolism, catabolism, and sepsis after severe burn. *J Trauma* 2003 ; 54 (4) : 755-61 ; discussion 761-4.
13. Barrow R.E., Jeschke M.G., Herndon D.N. Early fluid resuscitation improves outcomes in severely burned children. *Resuscitation* 2000 ; 45 (2) : 91-6.
14. Carsin H., Le Bever H. Brûlures graves. In Samii K., Ed. *Anesthésie-réanimation chirurgicale*, Paris, Flammarion 1995 : 1657-65.
15. Navar P.D., Saffle J.R., Warden G.D. Effect of inhalation injury on fluid resuscitation requirements after thermal injury. *Am J Surg* 1985 ; 150 (6) : 716-20.
16. Carvajal H.F. Fluid resuscitation of pediatric burn victims: a critical appraisal. *Pediatr Nephrol* 1994 ; 8 (3) : 357-66.
17. Holm C., Mayr M., Tegeler J. et al. A clinical randomized study on the effects of invasive monitoring on burn shock resuscitation. *Burns* 2004 ; 30 (8) : 798-807.
18. Saffle J.I. The phenomenon of "fluid creep" in acute burn resuscitation. *J Burn Care Res* 2007 ; 28 (3) : 382-95.
19. Klein M.B., Hayden D., Elson C. et al. The association between fluid administration and outcome following major burn: a multicenter study. *Ann Surg* 2007 ; 245 (4) : 622-8.
20. Lawrence A., Faraklas I., Watkins H. et al. Colloid administration normalizes resuscitation ratio and ameliorates "fluid creep". *J Burn Care Res* 2010 ; 31 (1) : 40-7.
21. Human albumin administration in critically ill patients: systematic review of randomised controlled trials. *Cochrane Injuries Group Albumin Reviewers. Bmj* 1998 ; 317 (7153) : 235-40.
22. Carsin H., Le Bever H., Bargues L. et al. Brûlures. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris). Médecine d'Urgence* 2007 ; 25-030-D-40.
23. Lataillade J.J., Doucet C., Bey E. et al. New approach to radiation burn treatment by dosimetry-guided surgery combined with autologous mesenchymal stem cell therapy. *Regen Med* 2007 ; 2 (5) : 785-94.