

# CATASTROPHES ET BRÛLOGIE

## DISASTER CASUALTIES AND BURN CARE

Le Floch R.,<sup>1</sup>✉ Mahé P.J.,<sup>1</sup> Perrot P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Réanimation Chirurgicale et des Brûlés, CHU Nantes, Nantes, France

<sup>2</sup> Service des Brûlés, CHU Nantes, Nantes, France

**RÉSUMÉ.** Si la traumatologie est ancienne et a vu beaucoup de ses progrès se développer lors de conflits, la brûlologie est beaucoup plus récente et a essentiellement progressé à l'occasion de catastrophes « civiles ». Cet article a pour but de recenser quelques catastrophes ayant donné lieu à des études ayant fait avancer la brûlologie.

**Mots-clés:** catastrophe, brûlure, physiopathologie, traitement

**SUMMARY.** Traumatology is an old specialty, and most knowledge about it was developed during wars. On the other hand, burn care is much more recent and knowledge has been acquired in particular from civilian disaster casualties. This paper aims to describe some of the disasters that led to progress in burn care.

**Keywords:** casualties, burns, pathophysiology, treatment

Nous commencerons avec l'**incendie de l'ambassade d'Autriche** en France, le 1<sup>er</sup> juillet 1810.<sup>1</sup> Il y est donné, par l'ambassadeur Karl Philip de Schwarzenberg, un bal célébrant le mariage de Napoléon I<sup>er</sup> avec Marie Louise de Habsbourg. Une salle de bal provisoire est construite dans le jardin, dans le but de pouvoir accueillir les quelques 1 500 à 2 000 invités. Elle est construite entièrement en bois, le toit est recouvert de toile goudronnée car le temps est orageux. Une galerie, construite de la même manière, la relie au bâtiment principal. Les peintures ont été additionnées d'alcool afin de sécher plus rapidement, les décorations sont en mousselines, de nombreuses guirlandes du même matériau sont déployées. Un éclairage fastueux, nécessitant plus de 3 000 bougies, est installé. L'avant-veille, le colonel Ledoux, chef du corps des garde-pompes du roi (créé en 1716), inspecte les lieux. Il ne trouve rien à redire, décide de déployer 2 sous-officiers, 4 garde-pompes et 2 pompes (postés dans un bâtiment de l'autre côté de la rue, « pour ne pas inquiéter l'assistance ») et part en week-end à la campagne. Des feux d'artifice déclenchent un premier départ de feu, rapidement maîtrisé par les garde-pompes. Trois restent dans le jardin. Vers 22h 30, un coup de vent rabat les bougies d'un lustre sur un rideau en mousseline. Le feu gagne extrêmement rapidement l'ensemble de la salle de bal et la galerie menant au corps principal d'habitation, ne laissant qu'une issue, très vite totalement embouteillée. Le contexte politique fait que la censure ne laissera déclarer officiellement qu'un décès, celui de la belle-sœur de l'ambas-

sadeur, quand au moins 90 convois funéraires ont été repérés dans les jours suivants. Des témoignages attestent de décès par brûlure, dans les jours suivant l'incendie. L'enquête de Jean-Pierre de Montalivet, ministre de l'intérieur, pointera du doigt le corps des garde-pompes : « discipline quasi absente », « peu d'entraînement », « personnels non motivés », « encadrement d'une rare médiocrité ». Il sera dissous le 10 juillet 1811 et le Bataillon des Sapeurs pompiers de Paris créé par décret impérial du 18/9/1811 (Fig. 1). Il deviendra Brigade des Sapeurs Pompiers de Paris le 1<sup>er</sup> mars 1967.

Fig. 1 - Décret créant le Bataillon des Sapeurs Pompiers de Paris



✉ Auteur correspondant : Ronan Le Floch, Réanimation Chirurgicale et des Brûlés, CHU Nantes, 44093 Nantes CEDEX 1, France.

Email : ronan.lefloch@chu-nantes.fr

Manuscrit : soumis le 13/09/19, accepté le 14/09/2019

L'arrivée de l'Europe dans l'ère industrielle, au XIX<sup>ème</sup> siècle, va voir augmenter les causes de brûlures avec les moteurs à vapeur puis à essence, l'électricité, les mines, hauts fourneaux etc. **L'accident du train Versailles-Paris** le 8 mai 1842 en est une illustration.<sup>2,3</sup> Le roi Louis-Philippe fait donner les grandes eaux du château de Versailles à l'occasion de son anniversaire. Le train du retour vers Paris est bondé, 2 locomotives sont nécessaires pour le tracter. Les wagons, fraîchement repeints, sont fermés de l'extérieur, comme c'était l'usage à l'époque. À l'entrée de Meudon, un essieu de la locomotive de tête casse, entraînant son déraillement et l'empilement de la seconde locomotive ainsi que des 3 wagons de tête. L'ensemble s'embrase immédiatement et toute issue est impossible. Il y aura 55 morts dont Jules Dumont d'Urville (explorateur antarctique), son épouse Adélie et leur fils. La Gazette des Hôpitaux, dans son numéro du 19 mai 1842, rapporte plusieurs observations de patients avec « soif intense, pouls faible et petit, urines rares, prostration ».<sup>4</sup> S'il n'y a pas eu de conséquence thérapeutique de ces constatations, nous y voyons la première description de choc hypovolémique chez les brûlés. On notera que, lors de la reprise du trafic dès le 13 mai, les wagons ne seront plus fermés, exemple de prévention secondaire.

Fig. 2 - Le théâtre Rialto après l'incendie du 27 novembre 1921



**L'incendie du théâtre Rialto** de New Haven (Connecticut, USA), le 27 novembre 1921 (Fig. 2) donnera lieu aux premières publications concernant les conséquences hémodynamiques initiales des brûlures. Le Rialto était précédemment une salle de TP de la faculté de médecine de Yale avant d'être racheté et transformé.<sup>5</sup> Il y était ce soir là projeté « The Sheikh » avec Rudolf Valentino. La salle était comble (plus de 500 personnes). La projection était précédée d'une chanson en duo censée représenter l'ambiance « arabisante » du film. Les décors étant réalisés en tissu fin, très inflammable, la « couleur locale » étant donnée par de l'encens coloré, qui a mis le feu à ce décor. L'évacuation a été rendue difficile par la panique, le fléchage de 2 issues seulement sur les 4 possibles, et un phénomène d'explosion de fumée (backdraft) à l'ouverture d'une d'elles. On dénombre 9 morts et environ 150 blessés (les chiffres divergent). Parmi ceux-ci, 21 furent hospitalisés dans le New Haven Hospital, où officiait Franck Underhill. Il publiera trois articles concernant les pertes liquidiennes chez les brûlés, les 2 derniers étant des déclinaisons du premier.<sup>6-8</sup> Nous pouvons les résumer succinctement par : ils subissent une hypovolémie précoce par fuite plasmatique,

nécessitant un remplissage précoce avec une solution salée IV, continu plutôt que par boli itératifs, suivi par l'hématocrite ou la chlorémie (variations inverses). Nous noterons cependant que ces brûlés étaient bien peu étendus (essentiellement des « visage-mains »). Il nous semble tout aussi important de noter que, pour Underhill, le traitement de la brûlure doit être médico-chirurgical.

Le seul fait de guerre que nous ayons retenu est l'**attaque de Pearl Harbour** par l'aviation japonaise, le 7 décembre 1941. L'hôpital naval local a reçu 254 brûlés, de surface d'autant plus importante que leur habillement était plus léger.<sup>9</sup> Dans cet article, Saxl insiste sur l'analgésie immédiate par morphine (dose initiale de 20 mg par voie sous-cutanée) et sur la perfusion de sérum salé chez les patients choqués (le plus tôt possible, la quantité perfusée dépendant de la surface brûlée). Il milite pour l'utilisation de la voie fémorale, facile d'accès et souvent en zone saine. Il constate que les besoins hydriques sont augmentés sur une longue durée, et que dans certains cas une supplémentation en plasma est nécessaire (suivie par hématocrite, hémoglobine, protidémie, albuminémie). L'albumine lui semble particulièrement intéressante car permettant de maintenir la protidémie au prix d'un volume moindre que le plasma. Il décrit la réaction frisson-hyperthermie après injection de plasma poolé. Il note que la séparation rapide de la zone brûlée est due à une infection. Il préconise l'alimentation hyperprotidique et la substitution en vitamines C et B1. Il insiste sur l'intérêt du pansement occlusif, qui permet de limiter les pertes hydriques et sur l'intérêt des topiques antibiotiques (sulfamides) quand la brûlure est infectée. Et il propose un programme national de recherche sur les brûlures. Il pose là les fondements de la brûlologie.

Fig. 3 - CTB « improvisé » du MGH



**Le cocoanut grove**, boîte branchée de Boston, est en surcapacité le 28 novembre 1942 (au moins 1 000 personnes, capacité 600).<sup>10</sup> Il est sur 2 niveaux dont un en sous-sol. Les décorations sont en papier, tissu fin, satinette. La porte principale est à tambour, une des issues de secours est soudée. Une autre issue de secours, fermée à clé et dissimulée, finira par être ouverte. Une issue de secours ouvre vers l'intérieur. En-

fin, une petite issue située en haut d'un escalier étroit allant du fourneau au vestiaire permettra à quelques uns de s'échapper. Vers 22 h 15, le barman du « melody lounge », situé au sous sol, ordonne à un extra de 16 ans de replacer une ampoule, ôtée par un client désireux d'intimité. L'extra craque une allumette car il ne trouve pas la douille... 491 morts. Les « survivants » seront répartis entre le Massachusetts General Hospital (MGH, 114) » et le Boston City Hospital (BGH- plus de 300, 1 toutes les 11 secondes). Ces 2 hôpitaux étaient prêts car un exercice mimant une attaque allemande sur Boston avait été réalisé la semaine précédente. L'expérience du MGH donnera lieu à un numéro spécial de « Annals of Surgery », daté de juin 1943, qui balayera tous les aspects de la prise en charge de brûlés, dans le cadre d'un afflux massif, en faisant un véritable précurseur de « Total Burn Care ». <sup>11</sup> Faxon y a présenté l'*organisation générale*. <sup>12</sup> Dès que la survenue d'une catastrophe fut connue, l'administration du MGH a déclenché le plan « défense civile » préalablement défini. Le service d'accueil des urgences (SAU) a été vidé, de même qu'une unité chirurgicale de 40 lits. Très rapidement après l'arrivée des premières victimes, il fut évident que la plupart d'entre elles, bien que décédées, arrivaient au SAU. Deux équipes de 2 médecins ont alors été chargées de trier en amont les vivants et les morts, ceux-ci dirigés vers une morgue provisoire pré-établie dans un large couloir proche de l'entrée mais suffisamment à l'écart. Dans le SAU, 1 équipe était chargée du déshabillage et de l'inventaire, les soins initiaux (remplissage, morphine sous-cutanée, oxygénothérapie, emballage des brûlures avec des champs stériles et protection du patient dans une couverture) étaient réalisés par des équipes dédiées. Trois heures après les premières admissions, les 39 patients survivants étaient tous hospitalisés dans le service de chirurgie préalablement libéré, que l'on peut considérer comme le premier CTB étasunien (*Fig. 3*, d'après<sup>10</sup>). Faxon propose que les structures de soins soient préparées à un plan d'urgence préalablement établi, et entraînées. Ce plan doit être activé dès la notion de catastrophe. Un équipe de tri, positionnée en amont, doit se charger de diriger les décédés vers une zone prévue à cet effet, proche, discrète et sécurisée (idéalement par la police) et les vivants vers le SAU, préalablement vidé. Une équipe (travailleurs sociaux de l'établissement) doit être chargée de l'identification, des morts comme des vivants, de l'inventaire de leurs biens et des relations avec les familles. Dans le SAU, une équipe se charge du déshabillage, plusieurs équipes se chargent de la mise en condition : analgésie, remplissage, oxygénothérapie, emballage des lésions. Les patients sont ensuite hospitalisés dans un seul service, géré par les brûlologues. Il faut aussi penser aux services de soutien : téléphone, approvisionnement en médicaments et matériel, intendance pour les équipes (qui avait été assurée par la croix rouge à Boston). Tout ceci fait fortement penser au Plan Blanc français. Aub a rapporté l'*aspect clinique des complications respiratoires*, qu'il a observées chez 36 des 39 patients du MGH et qui ont été responsables des 7 décès secondaires observés. <sup>13</sup> Elles n'étaient pas liées à la surface brûlée, certains patients n'étant pas brûlés du tout. Toutefois, des brûlures péri-buccales et périmasales étaient très fréquentes, de même qu'une brûlure des vibrisses. Respirer à travers un linge humide semblait avoir eu un effet protecteur (attitude d'ailleurs toujours recommandée). Beaucoup de patients très rapidement décédés étaient arrivés en détresse respiratoire, avec des atteintes majeures des voies aériennes supérieures. A leur arrivée, ceux qui

survivraient plus longtemps avaient peu de signes, parfois une agitation ou une prostration, associées à une érythrodermie, se levant sous oxygénothérapie, témoins d'une intoxication au CO. On observait fréquemment, vers h3, une hypoxie associée à des râles diffus, rattachés à un œdème pulmonaire, s'améliorant plus ou moins bien sous oxygène. Une deuxième détresse respiratoire survenait souvent vers h 24, pour durer environ 36 h, essentiellement liée à un œdème laryngo-trachéal, indication d'intubation ou de trachéotomie. Plus tardivement se développait un tableau de bronchiolite aiguë, avec une association d'atélectasies et d'emphysème, variables en intensité et localisation, accompagnées d'une toux ramenant des sécrétions épaisses mêlées de suies, parfois expectorées en bouchons. Les intoxications nitreuses, par phosgène, par méthémoglobinisants ayant pu être éliminées, c'est la fumée seule qui a été mise en cause, ce qui n'avait pas été évoqué lors de l'incendie de la Cleveland Clinic (15 mai 1929, 123 morts). <sup>14</sup> Il a en outre été observé des épisodes bronchospastiques chez des patients non asthmatiques, plus ou moins bien levés par la théophylline. Les auteurs proposent un dépistage systématique et un traitement symptomatique avec en particulier mucofluidifiants et kinésithérapie. Les atteintes disséminées, l'absence de brûlure en aval des bronches majeures, l'infiltrat inflammatoire, la présence de bouchons de suie ont été confirmées à l'examen histologique, de même que l'œdème pulmonaire. <sup>15</sup> Cope a quant à lui étudié la *réanimation initiale* chez les patients brûlés et ayant inhalé des fumées. <sup>16</sup> Le premier geste a été une analgésie morphinique. Les patients n'ont été manipulés qu'une fois, pour le passage du brancard au lit, et il n'y a pas eu de mise à plat des phlyctènes. Le remplissage a été initié le plus rapidement possible, sur la base de 1 000 mL de mélange PFC-NaCl 0,9 %/10 % SCT/24h. La surveillance était faite par l'hématocrite, et des rattrapages de PFC réalisés quand il était > 50 %. Après les premiers décès, dans un contexte d'œdème pulmonaire, un hématocrite ≈ 50 % était la cible et les autres apports IV étaient réduits au strict minimum. Cependant, il était observé que les patients avec atteinte respiratoire sévères avaient des besoins de remplissage augmentés. Sous ce régime, seuls 3 patients ont développé une insuffisance rénale aiguë. Tous les patients ont été mis sous sulfamides (à une posologie et pour une durée non précisées). Il est noté que la fièvre est une constatation habituelle chez les brûlés, hors tout contexte infectieux. Une nutrition liquide hypercalorique et hyperprotidique additionnée de vitamines a été prescrite d'emblée. Cope reviendra sur le sujet en 1947, à partir de 19 patients dont quelques uns du Coconut Grove. <sup>17</sup> Il proposera 150 ml/ % dans les 24 premières heures, répartis en PFC et NaCl additionnés de 2 000 mL de soluté sucré, le remplissage étant administré par moitié en 8 h et par moitié dans les 16 h suivantes. On y trouvera le pilotage par la diurèse horaire (entre 50 et 200 mL/h) et le danger du surremplissage (qui ne sera pris en compte que plus de 50 ans plus tard)... Beecher est revenu sur le traitement initial, en insistant sur la *prise en charge des patients agités*. <sup>18</sup> Cette agitation peut avoir 3 causes : la douleur, l'anxiété, l'hypoxie. Hors évidence clinique, la première action doit être l'analgésie morphinique, en débutant par 8 à 10 mg IV (les voies SC et IM doivent être évitées en raison d'une réabsorption aléatoire, éventuellement retardée et brutale (pouvant conduire à un surdosage). Des doses supplémentaires peuvent être utilisées au bout de 15 mn, jusqu'à analgésie correcte. Ceci ressemble fort à la titration, maintenant réalisée par tous. Les patients manifestement pani-



qués recevaient 90 mg de pentobarbital. L'hypoxie pouvait être « externe » (obstruction des voies aériennes) ou « interne » (diminution du transport d'O<sub>2</sub>, essentiellement par intoxication au CO). De nombreux bronchospasmes ont été observés, rapportés à la chaleur des gaz inspirés et à leur caractère irritant. Ils n'étaient que transitoirement levés après 500 mg IV d'aminophylline. Cinq trachéotomies ont été réalisées, en raison d'œdèmes laryngés. Les 3 intubations avaient des indications « extra-brûlure ». L'intoxication au CO était traitée par O<sub>2</sub> + 5 % CO<sub>2</sub> et transfusion de sang total. Cope a aussi détaillé le *traitement local*, à l'époque où la polémique : laisser les phlyctènes ou non/tannage ou non existait déjà.<sup>19</sup> Il avait choisi de laisser les phlyctènes en place, de mettre une pommade neutre au SAU puis de réaliser des pansements à la crème boriquée (ce pansement initial étant refait à J5-J10). Si les brûlures n'étaient pas cicatrisées à J15, on passait à un pansement humide (NaCl ou boriqué) afin de séparer tissus brûlé et sain avant greffe. Seize greffes ont été réalisées chez 9 patients, en moyenne à J47 (ce n'est que 13 ans plus tard que Zora Janzekovic montrera l'intérêt de l'excision-greffe précoce, même pas envisagée ici).<sup>20</sup> Il est aussi fait état, confirmé à la lecture des résumés cliniques, de ce qui ressemble fort à un lambeau-greffe abdominal, 24 ans avant Colson.<sup>21-23</sup> Aucune complication infectieuse, locale ou générale, ne semble avoir été cliniquement décelée (en l'absence de surveillance bactériologique selon Cope). Toutefois, cette surveillance bactériologique apparaît dans l'article de Lyons concernant l'*infection et l'antibiothérapie*.<sup>24</sup> Elle est réalisée sur les brûlures profondes, avant greffes. Le premier volet de la prévention de l'infection était la prévention et le traitement du choc. Les militaires ont tous reçu un rappel antitétanique, les civils ont tous vu leur statut vaccinal vérifié. Comme il s'est avéré qu'aucun n'était protégé, ils ont tous bénéficié d'une sérothérapie. Nous avons vu qu'un service a entièrement été dédié aux victimes de l'incendie. Les visites y ont été très fortement limitées. Chaque soin se faisait avec masque, couvre chef et gants, mais ils semblent que ces derniers n'étaient pas changés entre 2 patients... Une pièce (dénommée « solarium ») était dédiée aux radios, un autre « solarium », nettoyé entre 2 patients, étant réservé aux pansements. Tous les patients recevaient une dose initiale de 2g puis 4g/j de sulfonamide (à J2, les taux sériques étaient entre 40 et 100 mg/L). Onze patients, avec fièvre et hyperleucocytose, ont reçu de la pénicilline (5 000 U x 6 IM). L'auteur n'est pas certain de l'efficacité de telles posologies. Nous non plus. Parmi les actions destinées à prévenir les infections, Lyons cite la nutrition, qui ne sera détaillée ni par lui ni par aucun autre. Cobb s'est penché sur l'*aspect psychiatrique* de la catastrophe.<sup>25</sup> D'abord appelés par les services sociaux devant des réactions majeures lors de la reconnaissance des corps, les psychiatres ont ensuite été sollicités par le CTB, à J8, devant une poussée délirante aiguë, chez une femme connue malade psychiatrique, à l'annonce du décès de son mari. Ils ont alors décidé d'examiner et suivre les 19 patients encore hospitalisés. Ils observeront 4 décompensations d'affections préexistantes, proches de celles observées lors de faits de guerre.<sup>26,27</sup> Mais il n'est pas fait état de réaction au stress. Chez les patients sans antécédent psychiatrique, c'est le deuil qui a été étudié, la seule réaction « personnelle » constamment retrouvée étant la culpabilité. Selon les auteurs, l'équipe psychiatrique doit faire partie de celle prenant en charge les victimes de catastrophe. En phase initiale auprès de l'entourage, pour une évaluation et des soins en phase aiguë,

pour le suivi de la réadaptation à la vie « extérieure » ensuite. Cette équipe doit être en relation étroite avec les services sociaux. Watkins a exposé la *rééducation*, essentiellement des mains (le patient au lambeau abdominal ayant aussi besoin d'un travail à l'épaule).<sup>28</sup> Six patients, entièrement cicatrisés mais immobilisés en extension digitale en raison de la douleur, ont été prise en charge. Après hydratation à la lanoline, les mains étaient immergées dans un bain bouillonnant à 40°C pendant 15 à 20 mn, durant lequel ils réalisaient des mouvements de flexion des doigts, éventuellement autour d'une éponge de caoutchouc. Secondairement, ce bain sera de la paraffine à 52°C, sensée augmenter la vascularisation, libérer les adhérences et laisser un film hydratant. Après le bain, ils recevaient un massage transversal profond et les zones de brides étaient étirées. En actif, ils devaient maintenir la mise en tension au point d'inconfort. Ils étaient incités à ne pas laisser leurs doigts en extension et à utiliser leurs mains malades. Par la suite, des activités plus complexes (clavier, tricotage, petite menuiseries) étaient réalisées (ergothérapie?), certains patients ont aussi eu l'idée de se rééduquer en jouant aux osselets. A six mois de l'accident, le recul était insuffisant pour évaluer l'efficacité. Pour sa part, le BCH a reçu plus de 300 patients dont 132 arrivés vivants, au rythme de 1 toutes les 11 s pendant plusieurs heures.<sup>10,29</sup> Si son expérience n'a pas donné lieu à une littérature aussi abondante que celle du MGH, l'équipe, dirigée par Lund et comprenant Browder a publié la *table de calcul des surfaces brûlées* qui fait encore référence.<sup>30</sup> Les patients ont été répartis dans 31 services de 3 bâtiments, où les prises en charge étaient disparates. L'équipe brûlologique s'est déplacée dans les services pour évaluer les patients et prodiguer des conseils.<sup>29</sup> On peut y voir les *prémisses de la « B-team »*, qui sera officialisée plus tard. Les mêmes auteurs, ayant choisi un remplissage adapté à la diurèse horaire nonobstant une éventuelle atteinte pulmonaire, constateront que *les brûlés ayant inhalé des fumées ont eu des besoins de remplissage augmentés*, et que ce remplissage n'a pas eu, *per se*, de conséquences délétères sur l'hématose, ce qui sera confirmé, tant cliniquement qu'expérimentalement, plus de 40 ans plus tard.<sup>29,31,32</sup> Adler, pour sa part, a suivi pendant au moins 9 mois 46 patients survivants, vus une première fois entre J11 et J21. Elle a constaté qu'il existait des *troubles psychologiques et/ou psychiatriques* de type traumatique chez 26 d'entre eux, que les cauchemars avec reviviscence étaient particulièrement fréquents dans ce cas, que leur survenue tardive était de mauvais pronostic et que le sentiment de culpabilité en raison de la perte d'un proche n'était pas un facteur déclenchant mais un facteur aggravant.<sup>33</sup> Le rapport de Reilly, rendu le 19 novembre 1943, fait plusieurs *préconisations concernant les Établissements Recevant du Public (ERP)* : Nécessité d'un certificat de sécurité décerné après, entre autres, évaluation des évacuations du public et des fumées/flamme (ces derniers à déclenchement automatique en cas de surchauffe).<sup>34</sup> Définition d'une capacité maximale. Interdiction des portes à tambour. Systèmes d'arrosage automatique (Sprinkler). Interdiction d'utilisation des sous-sols, sauf à disposer d'au moins 2 issues de secours donnant directement vers l'extérieur et de portes coupe-feu automatiques dans chaque passage vers le rez de chaussée. Tables fixées au sol, et espace suffisant entre elles. Issues de secours à ouverture « anti-panique », le chemin vers elles et elles mêmes étant repérées par des signaux lumineux à alimentation autonome. Interdiction d'utilisation, pour décoration (comprenant les faux plafonds) de tout



un bilan clinique, radiologique et biologique était réalisé, ainsi que remplissage, oxygénation, sérothérapie anti-tétanique et antibiothérapie. Ceux n'ayant besoin que d'une réduction orthopédique de fracture étaient ensuite directement orientés dans la zone post-opératoire. Les patients critiques (hors choc hémorragique) étaient préparés de la même manière, en zone de déchoquage, mais avaient un accès prioritaire au bloc. Dans leur discussion, « les Blocker » insistent sur la formation au « damage control » des chirurgiens. Hormis les militaires, ceci semble encore faire souvent défaut. Les mêmes font partie de l'équipe qui, *10 ans plus tard* et dans un cadre médico-légal, a revu 804 patients.<sup>48</sup> Ils notent que les atteintes multiples sont beaucoup plus fréquentes (73% des cas) que ce qui était relevé dans le dossier initial (pas de chiffre à l'appui). Les patients qui avaient des lacérations minimales, essentiellement par débris de verre, avaient des séquelles minimales (esthétiques, cotées 1 à 5%), même si beaucoup d'entre eux avaient toujours des corps étrangers. Il était retrouvé de fréquentes déformations après les traumatismes orthopédiques et les cicatrisations retardées étaient en règle générale attribuées aux lésions des tissus mous plus qu'à une infection de site opératoire. Si une « incidence significative » de séquelles auditives est rapportée après blast auriculaire, aucune atteinte vestibulaire n'a été observée. Les patients chez qui avait été suspecté un blast pulmonaire avaient tous oublié les signes rapportés initialement. Dix ans après donc, et dans un cadre d'expertise médico-légale, seuls 72 patients ont vu retenu un diagnostic de « psychoneurose », fait principalement d'anxiété. Après l'explosion de 20 à 120 t de nitrate d'ammonium dans l'usine AZF de Toulouse (21 septembre 2001), qui entraînera 30 morts et 2 442 hospitalisations (ici aussi essentiellement des polycrises et des blasts ORL), Santé Publique France fera état de plus de 5 600 consultations pour stress aigu et, à 12-18 mois, de 10 à 35% de signes de Stress Post Traumatique, selon les populations concernées.<sup>49-50</sup>

Les BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosions), générant une « boule de feu » expansive, entraînent non seulement des brûlures mais aussi des blasts primaires et secondaires (ces derniers responsables de la plupart des blessures, à une distance bien supérieure à celle où sont observées les autres atteintes), lors de l'explosion et de la désintégration du contenant.<sup>51</sup> Le 11 juillet 1978, le conducteur d'un camion-citerne transportant 45m<sup>3</sup> de propylène perd le contrôle de son véhicule, qui percute le muret d'enceinte du camping de **Los Alfaquès**.<sup>52</sup> La route côtière Barcelone-Valence est de ce fait coupée. La citerne est rompue, le propylène liquide entre en phase gazeuse, explose et prend feu, le camping est entièrement ravagé. On dénombre 102 décès immédiats. Cent quarante huit brûlés ont été évacués soit vers Valence (160 km, 82 patients), soit vers Barcelone (190 km, 58 patients), au hasard (selon la position initiale des blessés, ceux au nord de l'accident vers Barcelone, ceux au sud vers Valence, chacune des villes disposant d'un CTB).<sup>52</sup> Hors, le CTB de Valence (hôpital La Fe), qui a reçu le plus grand nombre de brûlés, disposait de 14 lits quand celui de Barcelone (actuellement Vall d'Hebron, le nom d'alors – Francisco Franco – répugnant aux catalans) en comptait 31. Hors plan de catastrophe prédéterminé, l'évacuation au hasard a donc inversé le flux qui semblait le plus logique.<sup>53</sup> Les patients, bien que jeunes (26 ans en moyenne à Barcelone, 28 ans à Valence) étaient très extensivement brûlés (85% à Barcelone, 81% à Valence) et leur mortalité à 2 mois était énorme (71% à Barcelone, 78% à

Valence). Mais la mortalité à J4 était très fortement plus faible à Barcelone (7%) qu'à Valence (55%). Hors, les patients à destination de Barcelone ont été mis en condition (et le remplissage débuté) à Amposta (20 km) et Tortosa (33 km), avant d'être évacués vers Barcelone. Ce qui a montré l'intérêt de débuter immédiatement le remplissage vasculaire

Le 26 avril 1986, le réacteur n°4 de la **centrale nucléaire de Tchernobyl** (Ukraine, URSS alors) explose. Un ouvrier décède sur place. Cinq patients sont brûlés, un d'entre eux décédera rapidement. Clairement, en cas d'accident nucléaire, le problème est non seulement traumatique (comprenant les brûlures), mais aussi l'irradiation. Le plan soviétique utilisé en 1986, développé à la fin des années 1960, se déroulait en trois phases : locale, régionale, nationale.<sup>54</sup> Le triage sur place (29 patients dans les 30 premières minutes), associé à une décontamination externe et aux premiers soins, amenait à évacuer en première priorité vers les hôpitaux régionaux (Pripyat et Tchernobyl) les patients gravement traumatisés et/ou supposés fortement irradiés. Faute de dosimètres disponibles, les patients étaient considérés comme fortement irradiés en cas de vomissements, d'autant plus précoces que la dose reçue était élevée. Les patients n'ayant pas eu de symptôme digestif au bout de quelques heures retournaient au domicile avec consigne de se présenter à l'hôpital en cas de symptomatologie, ou systématiquement pour bilan hématologique. Ils étaient alors hospitalisés en cas d'anomalie. Les patients présentant un érythème étaient aussi suspectés d'avoir subi une forte irradiation, que celui-ci soit douloureux (plutôt liée à une atteinte thermique) ou non. De nombreux pompiers ont développé des signes cutanés d'irradiation. L'équipe moscovite de Angelina Guskova, spécialisée dans la prise en charge des irradiés, s'est présentée environ 10 h après l'accident. Elle a évalué 350 patients hospitalisés et en a fait transférer 203 dans les centres spécialisés de Kiev (88) et Moscou (115). Le décès de 29 patients irradiés, malgré greffe de moelle pour certains, porte le bilan « initial » à 30 patients.<sup>54</sup> Le bilan final, prenant en compte les cancers radio-induits, sera probablement impossible à déterminer, cependant, Ginsburg rapporte qu'il était estimé à environ 250 décès en 1990.<sup>55</sup> Dès plans d'urgence nationaux et supra nationaux ont rapidement été développés. Celui actif en France date de février 2014. Sur le plan des secours médicaux, il préconise de « suivre la filière habituelle en prenant en compte la décontamination » en cas de faible nombre de victimes. En cas d'afflux massif, il préconise une première phase d'évaluation, de premiers soins et de décontamination externe sur site (personnel spécifiquement protégé), une mise en condition dans un PMA hors zone irradiée puis une évacuation « régulée » vers un hôpital où une seconde décontamination sera effectuée. Il ne semble pas avoir été retenu de services spécifiques.<sup>56</sup>

Après **l'explosion de Ghislenghien** le 30 juillet 2004, qui avait entraîné 24 morts et 132 blessés (la plupart brûlés), De Soir a conduit 2 études sur ses conséquences psychologiques.<sup>57,58</sup> La première s'est intéressée au stress post traumatique (SPT) chez les personnes vivants à moins de 5 km de l'épicentre. L'enquête (questionnaires adressés par voie postale à m4 et m14) concernait 7 148 personnes, dont 1 027 ont répondu initialement et 579 secondairement. Si le taux de SPT semble bas (6%), il est de 45% chez les brûlés survivants, 15% chez les témoins de morts et/ou de blessures et seule-



ment 4% chez ceux qui n'ont été témoins d'aucune atteinte humaine. On peut rapprocher ces chiffres de ceux rapportés après 2 catastrophes survenues en Belgique. Après l'incendie du Switel d'Anvers le 1<sup>er</sup> janvier 1994 (13 morts, 120 brûlés), l'incidence de SPT avait été évaluée à 26,2%. Après le carambolage de Nazareth ayant tué 10 personnes et en ayant blessé 50, l'incidence était de 16,4%. Un peu contre-intuitivement, l'accompagnement social était beaucoup plus protecteur vis-à-vis du SPT que l'accompagnement psychologique. Les enquêtes auprès des professionnels (Sapeurs Pompiers- SP et personnels des Services d'Urgence- SU) visaient à évaluer le vécu de leur intervention. Cent trois SP et 77 SU ont répondu à m4, 23 et 35 à m14. Pour 78,7% des SP, le fait marquant principal était le décès de SP, les autres décès n'étant prépondérants que dans 25% des cas. Le principal aspect positif, selon les survivants, étaient qu'ils appréciaient d'autant plus la vie. Pour les SU, le fait le plus marquant était l'arrivée massive de blessés (29,3%), précédant d'assez peu (24%) les cris. Le principal aspect positif était l'entraide ayant permis une intervention efficace. A la différence des SP, le suivi psychologique a été perçu par les SU comme insuffisant. En outre, l'absence de débriefing a fréquemment été mise en avant. Sur site, les SP comme les SU avaient souffert de leur impuissance devant

le nombre de victimes. Les SP redoutaient particulièrement la découverte d'un collègue décédé, les SU la douleur des brûlés.

**Au total**, cette revue de quelques catastrophes ayant, peu ou prou, conduit à des avancées dans la prise en charge des brûlés montre que l'incendie du Coconut Grove peut être l'événement ayant conduit à reconnaître que les brûlés doivent être pris en charge par une équipe pluridisciplinaire (médicale, paramédicale et non médicale) spécifique et spécialisée, ce qui est la définition de la brûlologie. De nombreux progrès ont été accomplis depuis. La prévention fait partie des statuts de la SFB. Certaines réglementations (eau chaude sanitaire, cigarettes à inflammabilité réduite, détecteurs de fumées) ont fait la preuve de leur efficacité et le nombre de brûlés graves est plutôt en baisse dans les pays à IDH élevés. Dans ces pays, la précarité et un facteur de risque majeur de brûlure. Et ceci explique probablement en grande partie l'incidence élevée des brûlures dans les pays à IDH bas. Une répartition plus équitable de la richesse mondiale, en forte augmentation depuis un bon siècle serait l'action préventive la plus efficace. Ce sera beaucoup plus difficile que la recherche médicale, qui nous semble devoir se pencher sur la mise au point d'un « derme de culture » voire son impression 3D et sur le traitement de l'inhalation de fumées, encore uniquement symptomatique.

## BIBLIOGRAPHIE

- Fileaux C: Tragique incendie à l'ambassade d'Autriche. Revue du souvenir de Napoléon, n° 484, juillet 2010. <https://www.napoleon.org/histoire-des-2-empires/articles/tragique-incendie-a-lambassade-dautriche/>
- Stemmelen H: Une catastrophe technologique au XIX<sup>ème</sup> siècle à travers le journal « Le Temps ». Culture technique, 11: 308-15, 1983.
- Mallery T: The Catskill archive, railroad accidents, chapter VI: the Versailles accident. [www.catskillarchive.com/rrextra/wkbkch06.html](http://www.catskillarchive.com/rrextra/wkbkch06.html)
- Bérard A: Accident arrivé sur le chemin de fer de Versailles (rive gauche). Gazette des hôpitaux, tome 4, numéro 60, 1842.
- Gendisaster.com: New Haven, CT Rialto Theatre House Fire, Nov 1921. Téléchargeable depuis: <http://www.gendisasters.com/connecticut/11425/new-haven-ct-rialto-theatre-house-fire-nov-1921-flames-spread-quickly-part-1>
- Underhill F, Carrington G, Kapsinow R et coll: Blood concentration changes in extensive superficial burns and their significance for systemic treatment. Archives Internal Medicine, 32: 31-49, 1923.
- Underhill F: Changes in blood concentration with special reference to the treatment of extensive superficial burns. Ann Surg, 86: 840-9, 1927.
- Underhill F: The significance of anhydremia in extensive superficial burns. JAMA, 95: 852-7, 1930.
- Saxl N: Burns en masse. US naval medical bulletin, 40: 570-6, 1942.
- Saffle J: The 1942 fire at the Boston's coconut grove nightclub. Am J Surg, 166(6): 581-91.
- Herndon D: "Total Burn Care", 4th edition, Elsevier Ed, 2014.
- Faxon N: The problems of the hospital administration. Ann Surg, 117: 803-8, 1943.
- Aub J, Pittman H, Brues A: The pulmonary complications: a clinical description. Ann Surg, 117: 834-40, 1943.
- Woodruff ME: Historic fires: On May 15, 1929, the gases from a fire in the basement of the Cleveland Clinic, killed 122 people, about half the occupants of the building. National Fire Protection Association, Xchange. Adresse de téléchargement: <https://community.nfpa.org/community/nfpa-today/blog/2016/05/16/historic-fires-on-may-15-1929-the-gases-from-a-fire-in-the-basement-of-the-cleveland-clinic-killed-122-people-about-half-the-occupants-of-the-building>
- Mallery T, Brickley W: Pathology: with special reference to the pulmonary lesions. Ann Surg, 117: 865-84, 1943.
- Cope O, Rhineland F: The problem of burn shock complicated by pulmonary damage. Ann Surg, 117(6): 915-928, 1943.
- Cope O, Moore F: The redistribution of body water and the fluid therapy in the burned patient. Ann Surg, 126: 1010-45, 1947.
- Beecher H: Resuscitation and sedation of patients with burns which include the airway. Ann Surg, 117: 825-33, 1943.
- Cope O: The treatment of surface burns. Ann Surg, 117: 885-93, 1943.
- Janzekovic Z: A new concept in the early excision and immediate grafting of burns. J Trauma, 10: 1103-8, 1970.
- Cannon B: Procedures in rehabilitation of the severely burned. Ann Surg, 117: 903-10, 1943.
- Anonyme: Protocols. Ann Surg, 117: 959-65, 1943.
- Colson P, Houot R, Gangolphe M et coll: Utilisation des lambeaux dégraissés (lambeaux-greffes) en chirurgie réparatrice de la main. Ann Chir Plast, 12: 298-308, 1967.
- Lyons C: Problems of infection and chemotherapy. Ann Surg, 117: 894-902, 1943.
- Cobb S, Lindemann E: Neuropsychiatric observations. Ann Surg, 117: 814-24, 1943.
- Ross T: Lectures in war neuroses. J Nerv Ment Dis, 95: 771, 1942.
- Gillepsie R: "Psychological effects of war on citizen and soldier", Norton Ed, New York, 1942.
- Watkins A: A note on physical therapy. Ann Surg, 117: 911-4, 1943.
- Finland M, Davidson C, Levenson S: Clinical and therapeutic aspects of the conflagration injuries to the respiratory tract sustained by victims of the Coconut Grove disaster. Medicine, 25, 215-83, 1946.

- 30 Lund C, Browder N: The estimation of areas of burns. *Surg Gynecol Obstet*, 79: 352-8, 1944.
- 31 Navar P, Saffle J, Warden G: Effects of inhalation injury on fluid resuscitation requirements after thermal injury. *Am J Surg*, 150: 716-20, 1985.
- 32 Herndon D, Traber D, Traber L: The effect of resuscitation on inhalation injury. *Surgery*, 100: 248-51, 1986.
- 33 Adler A: Neuropsychiatric complications in victims of Boston's coconut grove disaster. *JAMA*, 123: 1098-101, 1943.
- 34 Reilly W: Report concerning the Coconut Grove fire, November 19th 1943. Téléchargeable depuis [bostonfirehistory.org/.../sites/51/2016/11/reportconcerningcoconutgrovefire.pdf](http://bostonfirehistory.org/.../sites/51/2016/11/reportconcerningcoconutgrovefire.pdf)
- 35 Grosshandler W: Report of the Technical Investigation of The Station Nightclub Fire. National Institute of Standards and Technology NCST Act Report, June 2005. Téléchargeable depuis: [ws680.nist.gov/publication/get\\_pdf.cfm?pub\\_id=100988](http://ws680.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=100988)
- 36 Harrington D, Biffi W, Cioffi W: The Station nightclub fire. *J Burn Care Res*, 26: 141-3, 2005.
- 37 Le Dauphiné : Il y a 40 ans : la tragédie du 5-7 à Saint Laurent du Pont. Ils ne pourront jamais oublier cette nuit-là. Téléchargeable depuis <https://www.ledauphine.com/isere-sud/2010/10/31/catastrophe-du-5-7>
- 38 Le Dauphiné: Il y a 40 ans : la tragédie du 5-7. De nombreuses négligences relevées au procès. Téléchargeable depuis <https://www.ledauphine.com/isere-sud/2010/11/01/de-nombreuses-negligences-relevees-au-proces>
- 39 Le Monde : Treize morts dans un grave incendie dans un bar de Rouen. 6/8/2016. Téléchargeable depuis [https://www.lemonde.fr/police-justice/article/2016/08/06/plusieurs-morts-apres-un-grave-incendie-dans-un-bar-de-rouen\\_4979082\\_1653578.html](https://www.lemonde.fr/police-justice/article/2016/08/06/plusieurs-morts-apres-un-grave-incendie-dans-un-bar-de-rouen_4979082_1653578.html)
- 40 Egré P: Incendie mortel à Rouen : le gérant du Cuba Libre reconnaît ses erreurs. *Le parisien* 31/10/2016. Téléchargeable depuis <http://www.leparisien.fr/faits-divers/je-n-ai-jamais-pense-a-un-incendie-31-10-2016-6269958.php>
- 41 Incendie de Bucarest: les patrons du club en garde à vue. *L'alsace* 2/11/2015. Téléchargeable depuis <https://www.lalsace.fr/actualite/2015/11/02/incendie-de-bucarest-les-patrons-du-club-en-garde-a-vue>
- 42 Colectiv nightclub fire. Wikipedia English. Téléchargeable sur [https://en.wikipedia.org/wiki/Colectiv\\_nightclub\\_fire](https://en.wikipedia.org/wiki/Colectiv_nightclub_fire)
- 43 Gruniani A, Fernandes de Oliveira A, Boro D et coll : Response and legislative changes after the Kiss nightclub tragedy in Santa Maria/RS/Brazil : learning from a large scale burn disaster. *Burns*, 43: 343-9, 2007.
- 44 Welling L, Van Harten S, Pathka P et coll: The café fire on new year's eve in Volendam, the netherlands. *Burns*, 31: 548-54, 2005.
- 45 Cassuto J, Tornaw P: The discotheque fire in Gothenburg, 1998 : a tragedy among teenagers. *Burns*, 29: 405-16, 2003.
- 46 Blocker V, Blocker T: The Texas city disaster. A survey of 3 000 casualties. *Am J Surg*, 78: 756-71, 1949.
- 47 Stephens H: The Texas city disaster: a re-examination. *Industrial and Environmental Crisis Quarterly*, 7: 189-204, 1993.
- 48 Blocker T, Blocker V, Graham J et coll: Follow- up medical survey of the Texas city disaster. *Am J Surg*, 7: 604-23, 1959.
- 49 Ministère chargé du développement durable: Explosion dans l'usine de fabrication d'engrais AZF le 21 septembre 2001. Téléchargeable depuis : [https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/files\\_mf/FD\\_21329\\_Toulouse\\_2001\\_fr.pdf](https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/files_mf/FD_21329_Toulouse_2001_fr.pdf)
- 50 Santé Publique France : Les conséquences sanitaires de l'explosion de l'usine « AZF » à Toulouse le 21 septembre 2001. Téléchargeable depuis : <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/occitanie/documents/rapport-synthese/2006/les-consequences-sanitaires-de-l-explosion-de-l-usine-azf-a-toulouse-le-21-septembre-2001>
- 51 Abbasi T, Abbasi S: The boiling liquid expanding vapour explosion : mechanism, consequence assessment, management. *J Hazard Mater*, 140: 7- 44, 2007.
- 52 Arturson G: The Los Alfaques disaster : a boiling-liquid, expanding-vapour explosion. *Burns*, 7: 233-51, 1981.
- 53 Baux S, Saisy R, Porte A et coll : Réflexions à propos de la catastrophe de Los Alfaques. *Ann Chir Plast*, 26 : 185-7, 1981.
- 54 Linnemann R: Soviet medical response to the Chernobyl nuclear accident. *JAMA*, 257: 337-43, 1987.
- 55 Ginzburg H: Consequences of the nuclear power plant accident at Chernobyl. *Public Health Rep*, 106: 32-40, 1991.
- 56 Plan national de réponse accident nucléaire ou radiologique majeur. Téléchargeable depuis : [https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/risques/pdf/plannational\\_parties1et2\\_270114.pdf](https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/risques/pdf/plannational_parties1et2_270114.pdf)
- 57 De Soir E, Zech E, Versporten A: Degree of exposure and peritraumatic dissociation as determinants of PTSD symptoms in the aftermath of the Ghislenghien gas explosion. *Arc Public Health*, 73: 31-30, 2015.
- 58 De Soir E, Knaren M, Zech E: A phenomenological analysis of disaster-related experiences in fire and emergency medical services personnel. *Prehosp Disaster Med*, 27: 115-22, 2012.