

# Brûlures

Revue Française de Brûlologie

**Éditorial** 3

*J.F. Lanoy*

**Articles originaux**

**Apport de la simulation numérique 4**

à la maîtrise de l'aérocontamination chez le grand brûlé. Étude de la déposition et du ré-envol de spores d'*Aspergillus*.

*A. Metani, F. Derouin, C. Beauchêne, V. Bergeron, M. Chaouat, S. Benhamadouche, M. Mimoun*

**Brûlures et risque viral 11**

*G. Perro, N. Bénillan, M. Cutillas, P. Gerson*

**La dégénérescence des cicatrices de brûlures : expérience du CHU d'Oran. 16**

*L. Zinai-Djebbar, F. Benrahal, N. Guechairi, F. Abidi, R. Benhassaine, R. Kaid Slimane, F. Abderrahim, A. Hadj Hassan*

**Bilan épidémiologique du centre des brûlés d'Abidjan : à propos de 5201 cas. 19**

*V. Assi-Dje bi Dje, M. Abhé, B. Vilasco, K. Kouamé, A. Ané, JB Bicaba, MF Sinaly, Y. Dje, J. Sissoko, M. Richard-Kadio*

**Brûlures : recueil de données épidémiologiques. Nouvelles perspectives en France. 23**

*J. Latarjet, F. Ravat*

**Utilisation et surveillance du Fluconazole chez le brûlé 27**

*L. Chedik, L. Barges, T. Leclerc*

**Notes de lecture 29**

*R. Le Floch*



# Éditorial

## Brûlures Revue Française de Brûlologie

### Composition, impression

Techni Média Services  
B.P. 225  
85602 Montaigu Cedex  
Tél. 02 51 46 48 48  
Fax : 02 51 46 48 50  
edition@technimediaservices.fr  
www.technimediaservices.fr

### Comité de rédaction

**Rédacteur en chef**  
Serge BAUX

**Rédacteur en chef adjoint**  
Marc CHAOUAT

**Secrétaire de rédaction**  
Jacqueline CHARRÉ

**Membres**  
Christine DHENNIN  
Françoise LEBRETON  
Jacques LатарJET  
Ronan LE FLOCH  
Jocelyne MAGNE  
François RAVAT  
(responsable du site web)  
Claude ROQUES  
Marie-Françoise TROMEL

### Comité de lecture

(composition provisoire)

Laurent BARGUES  
Marc BERTIN-MAGHIT  
Sandrine CALVO-RONCIER  
Vincent CASOLI  
Michel MELEY  
Anne LE TOUZE  
Jean-Baptiste DAIJARDIN  
Geneviève GOUDET-LUNEL  
Yves-Noël MARDUEL  
Jean-Michel ROCHET  
Hauviette DESCAMPS  
Jean-Marie SONNECK  
Anny-Claude LOUF  
Monique STEPHANT

revue-brulures@orange.fr  
www.brulure.org

Après huit années passées à occuper les fonctions de secrétaire général, j'arrive au terme de mon deuxième mandat qui prendra fin lors du prochain congrès en juin prochain.

Succédant à Serge Baux, Daniel Wassermann et Hervé Carsin dont la compétence et l'efficacité étaient reconnues par tous, la tâche qui m'attendait était rude et les espoirs importants. L'élaboration des décrets qui devaient assurer la reconnaissance de nos centres et leur pérennité était en bonne voie d'aboutir, le projet d'une formation médicale continue structurée pour l'ensemble des personnels de soins où notre société devait trouver sa place faisait partie des projets de santé importants. Par ailleurs, il y avait encore des efforts à fournir pour augmenter le nombre de nos membres, pour mener à bien les travaux scientifiques nécessaires à la reconnaissance de notre spécificité de brûlologue et enfin pour consolider l'assise financière de notre société au travers de l'organisation de nos congrès.

La réussite de ces ambitions légitimes a été mitigée. Les décrets ont été publiés mais leur mise en place s'est révélée plus compliquée que prévue malgré l'intégration de la prise en charge des brûlés dans le cadre des schémas interrégionaux d'organisation de santé (SIOS) alors que la formation médicale continue après une dizaine d'années d'errance a finalement échoué faute de financement. Par contre, le nombre des membres de notre société n'a cessé d'augmenter. Des groupes de travail ont permis la publication de documents importants ayant valeur de référence comme l'utilisation des antibiotiques chez le brûlé ou encore la prise en charge de la douleur du brûlé. L'organisation des derniers congrès a été une réussite et permet à notre société d'envisager l'avenir sereinement.

L'échec de la mise en place des décrets est due à des facteurs économiques incontestables qui ont pesé sur l'économie de la santé et à la nécessité de diminuer les coûts. Si les décrets permettent la reconnaissance de la spécialité, dans le même temps ils l'enferment car leur application se heurte aux coûts des structures et à leur fonctionnement. De plus, la pression démographique ne joue pas en notre faveur. Un nombre important de médecins brûlologues sont à la veille de prendre leur retraite

alors que la relève n'est pas assurée du fait de la pénurie générale de médecins mais aussi de l'attractivité peu importante d'une carrière consacrée essentiellement à ces patients.

Cependant, tout espoir n'est pas perdu. C'est aussi confronté à l'adversité qu'émergent des solutions qui n'avaient pas été initialement envisagées. Sans pour autant renoncer au fondement de notre engagement de proposer à chaque patient brûlé, quel qu'il soit, le meilleur traitement possible, il convient de repenser l'organisation des soins dans le cadre d'une filière de soins cohérente où le malade brûlé est au centre des préoccupations de chacun des acteurs. En fait, il faudrait revenir au concept de la prise en charge globale du brûlé telle que l'avait proposée, il y a maintenant plus de trente ans, le professeur Baux. J'émets le vœu que nous soyons enfin entendus par nos tutelles dont le silence est parfois assourdissant.

« Il faut toujours faire ce que l'on ne croit pas pouvoir faire » (F.D. Roosevelt). C'est dans cet esprit que tous les soignants qui portent un intérêt à ces patients particulièrement défavorisés doivent aborder l'avenir. Pour cela, j'incite tous les membres actifs à poser leur candidature à des postes de responsabilité au sein de notre conseil d'administration afin de contribuer à la mise en place des structures qui répondent aux missions que s'est donnée notre société dans ses statuts.

En effet, si les anciens doivent être respectés pour ce qu'ils ont accompli, je pense sincèrement que c'est aux jeunes générations de construire leur avenir et de mettre en place l'organisation qui convient à l'évolution des mentalités et à l'idée qu'ils en ont.

Ils portent tous nos espoirs et je leur fais confiance pour prendre leur responsabilité et poursuivre l'œuvre entreprise.



**Jean-François LANOË**  
Secrétaire Général de la SFETB

# Apport de la simulation numérique à la maîtrise de l'aérocontamination chez le grand brûlé. Étude de la déposition et du ré-envol de spores d'*Aspergillus*.

A. METANI<sup>1,2</sup>, F. DEROUIN<sup>3</sup>, C. BEAUCHÊNE<sup>2</sup>, U. BERGERON<sup>1</sup>, M. CHAOUAT<sup>4</sup>, S. BENHAMADOUCHE<sup>2</sup>, M. MIMOUN<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Physique de l'École Normale Supérieure de Lyon (69)

<sup>2</sup> EDF Recherche et Développement, Chatou (78)

<sup>3</sup> Laboratoire de Parasitologie-Mycologie de l'Hôpital Saint Louis, EA 3520, Université Paris Diderot, Paris (75)

<sup>4</sup> Centre de Brûlés de l'Hôpital Saint Louis, Paris (75)



## Résumé

L'infection est la principale cause de décès chez les grands brûlés. La gravité de leurs blessures et leur système immunitaire compromis en font des patients extrêmement vulnérables. Afin de contrôler le risque d'infection, la priorité maximale est d'empêcher tout contact avec des agents infectieux et d'éliminer ceux qui se développent. Du fait de l'important degré d'exposition du grand brûlé, le facteur environnemental joue un rôle important lors de son infection nosocomiale.

Omniprésentes en milieu hospitalier, et à l'origine de nombreuses pathologies invasives, les spores d'*Aspergillus* font l'objet d'une attention particulière. Afin de contrôler l'environnement et de minimiser le risque d'infection, nous avons besoin de comprendre en profondeur comment les spores sont transportées dans l'air, et comment elles se déposent sur des surfaces et s'en ré-envolent.

Pour y répondre, une collaboration a été initiée en 2003 entre EDF Recherche et Développement (R&D) et le Centre de Brûlés de l'Hôpital Saint-Louis à Paris dans le but de mettre en pratique le concept du « Presque tout dans la chambre » qui fait de la salle d'opération, de réanimation et de la chambre une seule et même pièce.

Le travail effectué repose sur la combinaison de mesures expérimentales et de simulations numériques. Les expérimentations sont menées au sein du Laboratoire de Physique de l'École Normale Supérieure de Lyon (LPENSL) et à l'Hôpital Saint-Louis à Paris ; les simulations numériques épaulant ces expérimentations et permettant la conception des nouvelles chambres sont réalisées avec des outils numériques développés par EDF R&D. Ce travail a d'ores et déjà permis d'identifier, pour la première fois, des sources de contamination comme les ventilateurs de refroidissements d'appareils électroniques et de montrer comment la conception ou l'aménagement des chambres peuvent augmenter ou au contraire limiter le risque de contamination aéroportée.

Ainsi, en rendant possible une meilleure compréhension des phénomènes physiques complexes responsables de la déposition des spores fongiques sur des surfaces, de leur réentraînement dans l'air de la pièce, ces études permettent d'établir des protocoles contrôlant et limitant leur propagation dans les zones sensibles de façon plus efficace.

**Mots-clés :** *Aspergillus*, déposition/ré-envol, expérimentation, simulation numérique.

## Introduction

Dans les mécanismes de transmission des infections nosocomiales, il est habituel d'opposer contamination manuportée et aéroportée, cette dernière étant la plus difficile à maîtriser [Desenclos]. La pertinence d'une telle distinction reste cependant à démontrer sachant qu'en réalité, une contamination n'est pas toujours purement aéroportée ou manuportée, mais peut être croisée : un contaminant présent sur une surface peut être remis en suspension et un contaminant aéroporté peut se déposer sur une surface et être de nouveau manuporté.

L'efficacité des systèmes de traitement de l'air est indéniable et a permis de nets progrès dans la prévention des infections aérotransmises. Cependant, les systèmes sont rarement le fruit d'études rhéologiques approfondies. Pourtant, la compréhension des phénomènes physiques complexes entrant en jeu lors de la déposition et du ré-envol de contaminants aéroportés permettrait de mieux dimensionner et d'adapter les dispositifs de protection, voire de proposer des moyens simples de prévention. D'autant que l'intuition est systématiquement trompeuse lorsqu'il s'agit d'étudier des mouvements d'air soumis à des interactions physiques extrêmement complexes et complètement invisibles. À ce titre, la Mécanique





des Fluides est un outil rigoureux pouvant aider à cette compréhension en rendant possible la visualisation de ces phénomènes. C'est une discipline de la Physique étudiée depuis deux millénaires et dont les équations sont formalisées depuis trois cents ans.

La Simulation Numérique en Mécanique des Fluides, ou CFD pour « Computational Fluid Dynamics », est une méthode développée depuis le début des années trente qui permet de résoudre numériquement des équations dont la résolution analytique est impossible. Elle est aujourd'hui utilisée intensivement dans les milieux de la recherche, de l'ingénierie et de l'industrie. Elle a participé à la validation du concept du « presque tout dans la chambre » imaginé par le professeur Mimoun pour le nouveau Centre de Brûlés de l'Hôpital Saint-Louis et peut trouver de nombreuses autres applications en milieu hospitalier [1].

Notre démarche de recherche s'est appuyée conjointement sur des études expérimentales et sur des simulations numériques, les deux approches étant interactives et complémentaires. Les expérimentations ont permis de déduire des lois de comportement qui sont alors numérisées ; d'autre part, les résultats majeurs prédits par la modélisation numérique ont été systématiquement comparés aux résultats expérimentaux. Ainsi validées, il arrive que les simulations numériques nous donnent alors accès à d'autres informations difficiles voire impossibles à envisager à priori sur un plan expérimental.

Notre objectif était d'être capables d'apporter des réponses à des questions très concrètes :

- Une fois déposée sur une surface, une spore peut-elle être remise en suspension par un mouvement d'air ?
- Certaines surfaces ou certains contextes sont-ils plus favorables que d'autres à l'adhésion ou au ré-envoi de spores ?

## ► Matériels et méthodes

Notre démarche de recherche s'est appuyée conjointement sur des études expérimentales et sur des simulations numériques, les deux approches étant interactives et complémentaires. Les expérimentations ont permis de déduire des lois de comportement qui ont été numérisées, tandis que les résultats majeurs prédits par la modélisation numérique ont été systématiquement comparés aux résultats expérimentaux. Ainsi validées, il arrive que les simulations numériques nous donnent alors accès à d'autres informations difficiles voire impossibles à envisager à priori sur un plan expérimental.

Dans ce cadre, nous avons abordé l'étude des mécanismes de dépôt/ré-envoi de spores fongiques, en émettant l'hypothèse que les données acquises pourront être extrapolées ou servir de base à l'étude de l'aérotransmission d'autres agents pathogènes.

Le choix d'*Aspergillus* a été guidé par le fait que ce champignon filamentueux est responsable d'infections graves chez les malades immunodéprimés et les brûlés [4, 6-8, 10, 11]. Pour des raisons de sécurité, nous avons travaillé avec *Aspergillus niger* (figure 1) et non *Aspergillus fumigatus* qui

est réputé être plus virulent. En effet, leurs spores ont une géométrie similaire. Le champ d'étude étant extrêmement vaste, nous nous sommes focalisés sur un problème très précis : comprendre comment une conidie mise en mouvement par l'air va interagir avec les surfaces environnantes, et comment elle va interagir avec d'autres conidies.

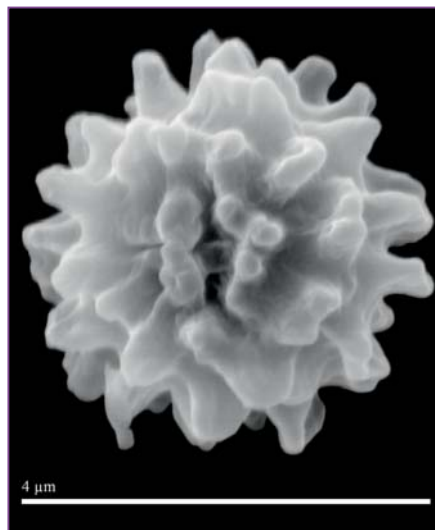


Figure 1 : Spore d'*Aspergillus niger* observée au Microscope Électronique à Balayage.

Les travaux expérimentaux ont été menés à la fois au Laboratoire de Physique de l'École Normale Supérieure de Lyon et dans une chambre pilote simulant en taille réelle une chambre de grands brûlés et située à l'Hôpital Saint-Louis (figure 2). Cette chambre est équipée d'un plafond soufflant à basse vitesse, octogonal et à profil de vitesse convexe, lui-même muni d'un dispositif de décontamination de l'air par plasma. Il a été développé par la société Airinspace, qui commercialise des dispositifs de décontamination de l'air pour le milieu hospitalier. Les expériences menées ont porté sur trois principaux sujets :

- la sédimentation de spores aéroportées,
- le ré-envoi de spores déposées sur des surfaces,
- l'efficacité et la rémanence de traitement fongicides.



Figure 2 : Chambre expérimentale pilote de l'Hôpital Saint-Louis.

Pour cela deux bancs d'essais ont été mis au point au LPENSL. Le premier consiste en une cuve en plexiglas d'un

volume de 1 m<sup>3</sup>, dans laquelle nous avons réalisé toutes les expériences nécessitant l'aérosolisation de spores fongiques (figure 3). Le second est un dispositif permettant d'appliquer un flux d'air tangentiel à des particules déposées sur une surface et de les observer tangentiellement et perpendiculairement à l'aide de caméras ultra-rapides (figure 4).



Figure 3 : Cuve en plexiglas utilisée au Laboratoire de Physique de l'ENS de Lyon pour y créer des aérosols fongiques.



Figure 4 : Montage expérimental permettant de visualiser le ré-entrainement de particules à l'aide d'un microscope et d'une caméra rapide.

Pour réaliser les infections expérimentales, un nouveau dispositif d'aérosolisation de spores par soufflage a été mis au point [9], venant en complément du nébuliseur Colison,

couramment employé dans les études d'aérosolisation de particules inertes ou microbiennes. Bien que ce nébuliseur soit recommandé par la plupart des normes européennes et internationales, il présente l'inconvénient de nécessiter une mise en solution des spores, réputées hydrophobes. Le dispositif dont nous avons réalisé un prototype comporte, dans sa partie centrale, un espace permettant de recevoir un milieu de culture sur lequel on peut ensemencer l'espèce fongique désirée (figures 5 et 6). Après quelques jours de croissance, jusqu'à la production de spores, on peut aérosoliser des spores « natives » en insufflant de l'air sous pression. Son inconvénient principal réside dans la difficulté à contrôler la concentration fongique aérosolisée.



Figures 5 et 6 : Prototype de dispositif d'aérosolisation de spores par soufflage

Les travaux numériques sont quant à eux menés au sein des laboratoires de Recherche et Développement d'EDF, Chatou, France. Le principe de la Simulation Numérique est de mailler la géométrie considérée, c'est-à-dire de créer un domaine de calcul représentant la zone à modéliser, composé de petits éléments dans lesquels les équations sont résolues, cellule par cellule (figure 7). Plus les éléments sont fins, plus les calculs sont précis, mais plus ils sont longs. Une des difficultés consiste donc à trouver le juste compromis entre rapidité et précision. Le domaine de calcul ainsi créé représente un espace virtuel qui reproduit au plus près les phénomènes physiques.

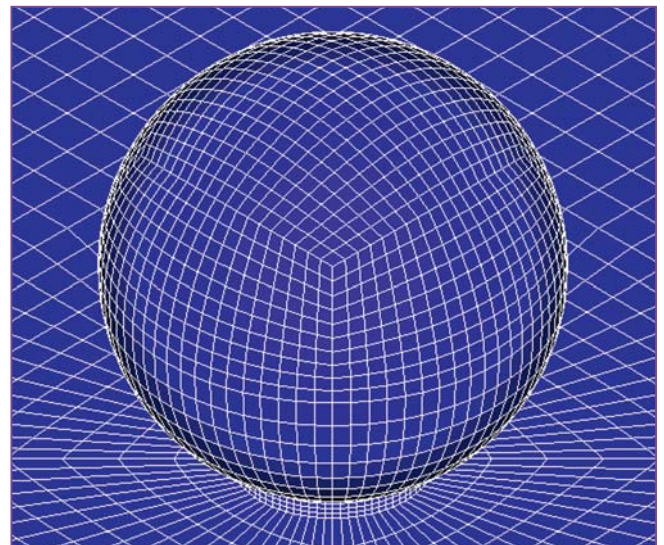


Figure 7 : Exemple de maillage utilisé pour modéliser l'écoulement autour d'une spore, ici représentée par une sphère.





Dans ce cadre, les simulations réalisées se sont attachées à calculer les forces qui s'exercent sur une spore, ici modélisée par une sphère, ou sur des groupes de spores déposées sur une surface et soumises à un écoulement d'air. Ceci afin de déterminer si les spores sont remises en suspension, et le cas échéant, de calculer leur future trajectoire.

## ► Résultats

### a) Évaluation des capacités d'adhésion des spores

Les mesures réalisées sur le banc d'essai du LPENSL montrent que lorsqu'une spore d'*Aspergillus niger* se dépose sur une surface plane, les forces d'adhésion sont tellement intenses en regard de la taille (4 µm) et de la masse de la spore que de faibles mouvements d'air, avec des vitesses d'un ordre de grandeur ne dépassant pas le mètre par seconde, ne peuvent pas la remettre en suspension. Ce résultat est à nuancer en fonction de la rugosité des surfaces étudiées, car plus les surfaces sont lisses et moins les spores y adhèrent.

### b) Efficacité des traitements fongicides

Nous n'avons pas noté de différence significative d'efficacité entre différents traitements fongicides du commerce que nous avons utilisés (Anios, Vesismin) en fonction de la surface à laquelle ils étaient appliqués (inox, verre, polypropylène, carrelage émaillé). L'efficacité de ces fongicides ne semblent donc pas dépendre de la surface traitée (figure 8). De plus, aucun matériau ne s'est révélé plus favorable qu'un autre à l'adhésion des spores.

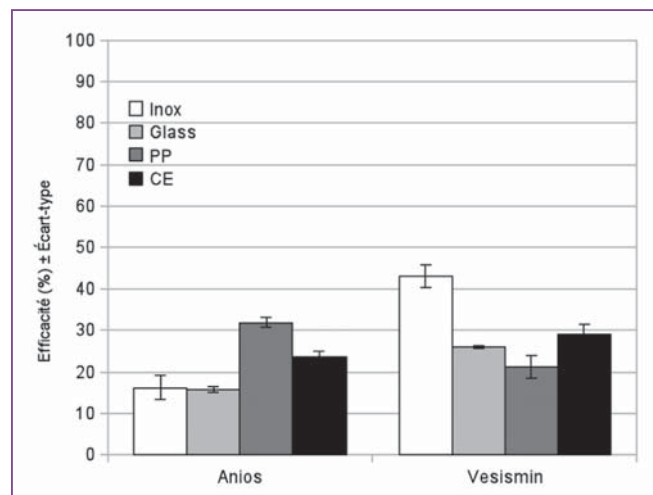


Figure 8 : Efficacité de deux fongicides du commerce testés sur 4 matériaux usuels préalablement contaminés avec *Aspergillus niger*.

### c) Étude du phénomène de ré-envoi

Le phénomène de ré-envoi s'observe rarement si les vitesses de l'air mises en jeu ne sont pas importantes. On peut donc supposer peu probable qu'un ré-envoi ait lieu depuis des surfaces comme les murs ou les plafonds suite à de simples mouvements d'air provoqués par le passage de personnes. Il peut néanmoins se produire depuis des surfaces soumises à des flux d'air d'une vitesse suffisamment élevée. C'est le

cas sur les pales des ventilateurs qui sont employés pour le refroidissement de nombreux dispositifs électroniques d'utilisation courante : ordinateurs portables, biocollecteurs, appareils de monitoring, etc. (figure 9). Ces ventilateurs captent les spores et les relarguent de façon complètement incontrôlée. Nous avons donc mis en évidence un contexte plus favorable à la déposition et au ré-envoi simultané de spores.



Figure 9 : Ventilateur de refroidissement de dispositifs électroniques.

Le risque mis en évidence ici est critique car de nombreux appareils utilisés dans les zones à atmosphère contrôlée comportent ce type de ventilateurs et peuvent être utilisés successivement dans différentes chambres pour grands brûlés ou autres zones à risque. Le risque de contamination croisée entre les patients est par conséquent accru. Il est possible d'y remédier en plaçant tout simplement des filtres de façon adéquate sur les appareils en question. Néanmoins, cela imposerait sans doute de redimensionner ces ventilateurs à cause des pertes de charges supplémentaires induites par l'ajout des filtres.

### d) La « bascule thermo-aéraulique »

La « bascule thermo-aéraulique » est un bon exemple de phénomène aéraulique contre-intuitif, puisqu'il s'agit de la remontée d'un flux d'air, apparemment à contre-courant, depuis une zone en dépression vers une zone en surpression. Le terme « bascule » est employé car tandis qu'un flux d'air passe de la première pièce à la deuxième par la partie haute de la porte, un second flux d'air passe de la seconde pièce à la première par la partie basse. Ce phénomène est en réalité dû à la différence de température entre les deux pièces.

Ce phénomène a été mis en évidence par la modélisation numérique, et a été ensuite confirmé expérimentalement dans la chambre pilote : lors de l'ouverture du sas d'accès à la chambre, des contaminants pouvaient passer du sas à la chambre. En outre, il a été mis en évidence qu'au-delà d'un écart de quelques degrés, ce phénomène est proportionnel à la différence de température entre les deux pièces contiguës.

La numérisation des flux nous a également permis de mettre en évidence un risque de recirculation du flux d'air soufflé par le plafond sous les systèmes d'éclairage opératoire (figure 10) et une recirculation en boucle entre la jupe située autour du plafond soufflant et le plafond de la pièce qui, couplée à un effet thermique, peut générer une accumulation haute des contaminants ; ou encore le fait que le flux d'air issu du plafond soufflant, lorsqu'il est perturbé par une source de chaleur, peut revenir sur le patient au lieu d'être évacué.

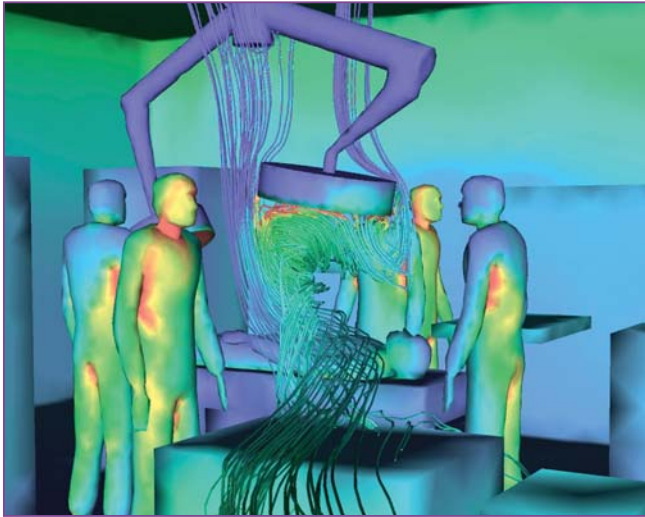


Figure 10 : Simulation numérique de l'écoulement du flux d'air soufflé par le plafond.

Ces résultats ont été acquis par numérisation puis validés expérimentalement en réalisant des aérosols de spores d'*Aspergillus niger* dans la chambre « pilote » de l'Hôpital Saint-Louis.

## ► Discussion

Les études réalisées dans le cadre d'un Programme Hospitalier de Recherche Clinique (PHRC) antérieur à la thèse dont il est question ici ont permis d'une part, de dimensionner les composants novateurs créés par la société AirInSpace pour le plafond soufflant et de comprendre les schémas aérauliques générés par ces derniers afin de maîtriser la qualité de l'air ; d'autre part de valider le concept du « presque tout dans la chambre » qui a conduit à un ensemble architectural équipé de deux sas et d'une chambre/salle de réanimation/salle d'intervention. Ce fut une avancée importante dans la maîtrise des écoulements d'air dans une chambre pour grands brûlés. La poursuite de ces travaux dans le cadre d'une thèse de science et donc d'une approche plus « amont » a permis de mieux comprendre comment les spores fongiques de l'air se déposent et se ré-envoient.

Si des spores se déposent sur des surfaces, il est peu probable qu'elles soient ré-entraînées dans l'air à cause du passage d'une personne ou de l'ouverture d'une porte à proximité (sans effet additionnel tel que des mises en vitesse liées par exemple à des différences de température entre les pièces). En conséquence de quoi il apparaît nécessaire de prêter une attention particulière à la décontamination des surfaces en leur appliquant des traitements adéquats, même si le passage à proximité d'une surface potentiellement contaminée n'est pas à redouter.

En outre, les phénomènes aérauliques peuvent aller à l'encontre de l'intuition, comme le montre l'exemple de la bascule thermo-aéraulique. Nous sommes en effet face à un courant d'air qui va d'une pièce en dépression à une pièce en surpression, alors que c'était précisément ce que l'on cherchait à éviter. Cela signifie qu'un contaminant présent dans le sas, qui fait normalement office de « puits », absorbant tout ce

qui provient de l'extérieur comme ce qui sort de la chambre, peut sous certaines conditions s'en échapper.

Cet exemple nous montre que l'approche combinant expérimentations et calculs numériques n'est pas séquentielle : il faut procéder de façon parallèle et de la même façon que certains phénomènes ne peuvent pas aujourd'hui être modélisés, d'autres ne peuvent pas non plus être mesurés, d'où l'intérêt d'une approche où la simulation comme l'expérimentation peuvent revêtir une dimension prédictive. Dans le cas de la bascule thermo-aéraulique, le phénomène a d'abord été mis en évidence par le calcul numérique, avant d'être confirmé par l'expérience dans la chambre pilote de l'hôpital Saint-Louis.

À l'opposé, le phénomène de capture et relargage de spores fongiques par des ventilateurs a été découvert expérimentalement. Mais pour comprendre en profondeur ce qu'il se passe sur les pales des ventilateurs, la simulation numérique est indispensable car il est impossible d'effectuer des mesures de vitesses de l'air au milieu d'un ventilateur en marche. Les expérimentations et les calculs numériques doivent donc être menés simultanément car les découvertes peuvent surgir de l'un comme de l'autre.

## ► Conclusion

Les spores fongiques étant par nature aéroportées et finissant pas se déposer sur une surface, les problèmes de contamination manuportée ou aéroportée peuvent difficilement être découplés. Une grande partie d'entre elles ne se ré-envoleront pas, il est alors nécessaire de traiter les murs, sols et plafonds à l'aide de produits fongicides dont l'efficacité et la rémanence doivent être précisément quantifiées.

Nous n'avons pas identifié de surfaces plus propices à la déposition et/ou au ré-envol de spores fongiques. En revanche, nous avons clairement identifié un cas de figure où ce phénomène pose un problème majeur. Il s'agit des ventilateurs de refroidissement d'appareils électroniques : ce sont des vecteurs de contamination croisée. Nous avons également identifié numériquement puis reproduit expérimentalement des configurations de chambres de brûlés plus propices à une contamination par voie aérienne. L'exemple de la bascule thermo-aéraulique et celui de la recirculation du flux d'air issu du plafond démontrent l'utilité de la simulation numérique pour évaluer ces risques intuitivement impossibles.

## ► Perspectives

La physique, et plus particulièrement la mécanique des fluides, ainsi que les savoir-faire expérimentaux et numériques qui lui sont associés, permettent d'avoir une vision neuve des problématiques complexes et interdisciplinaires propres au milieu hospitalier, notamment dans le cadre de la lutte contre l'infection nosocomiale. La méthodologie employée permet de conduire des études rigoureuses pouvant mener à terme à des améliorations significatives des méthodes de prévention de l'infection, que ce soit par la mise en place de systèmes de traitement de l'air performants, l'amélioration des protocoles de soins ou encore la modification des comportements induisant un risque.



Elle permet en effet de mettre en lumière certains vecteurs de contamination auparavant mal identifiés comme les ventilateurs présents dans de nombreux appareils électroniques. Ce simple exemple démontre à lui seul qu'il est vital que d'une part, l'expertise aérodynamique soit utilisée lors de la conception des centres de prise en charge des brûlés, et que d'autre part tous les personnels intervenant dans les centres de brûlés et plus généralement dans toutes les zones à atmosphère contrôlée soient sensibilisés à la maîtrise du risque d'aérocontamination. Car l'étude de la dispersion des spores dépasse largement le cadre des problèmes spécifiques aux grands brûlés pour s'étendre par exemple à ceux des services d'hématologie ou encore de transplantation d'organes.

En permettant de voir l'invisible, la simulation numérique vise véritablement à comprendre le comportement des flux d'air et par conséquent à éviter des dysfonctionnements aérodynamiques liés non seulement à la géométrie de la pièce et aux effets du matériel sur les écoulements d'air mais également aux comportements humains à risques impossibles à déceler sans visualisation.

## ► Remerciements

La thèse dont ce travail est extrait est l'aboutissement d'un long cheminement visant à améliorer la protection du brûlé contre le risque de contamination aéroportée. Pour ce faire, un partenariat de recherche entre les équipes du Centre de Brûlés et EDF R&D a été créé dès 2003. Dans ce contexte, le rôle spécifique d'EDF R&D a porté sur la compréhension par la modélisation numérique et l'expertise aérodynamique des écoulements d'air.

Les études réalisées dans le cadre d'un PHRC ont permis une avancée importante dans la maîtrise des écoulements d'air dans une chambre pour grands brûlés, mais si satisfaisante qu'elle soit, cette avancée ne pouvait pas permettre d'appréhender les phénomènes complexes fondamentaux qui sont à l'origine du risque de contamination tels que la déposition et le ré-entrainement de particules.

C'est pour répondre plus précisément à ce besoin qu'elles ont été prolongées par une thèse co-financée par EDF R&D et la Fondation EDF dans le cadre d'un projet de Mécénat de Compétences, et bénéficiant également d'un financement de l'ANRT sous la forme d'une bourse CIFRE (Convention Industrielle de Formation par la Recherche). À ce stade, le travail est fondamental et nécessairement très en amont par rapport à la problématique générale : cela représente un premier pas dans la compréhension de ces phénomènes complexes et il est nécessaire que ces travaux de recherches soient poursuivis.

La compréhension de ces phénomènes représente donc la réponse à un besoin fondamental du secteur hospitalier qui devrait permettre non seulement de progresser dans la maîtrise de la contamination à l'intérieur des centres pour grands brûlés, mais plus largement de progresser dans la maîtrise du risque infectieux en milieu hospitalier, véritable problème de santé publique.

## Summary

*Infections are the primary causes of death in burn patients. These patients are particularly vulnerable due to their immune compromised condition and severity of wounds. Thus preventing contact with infectious agents and eliminating those that do invade is of utmost priority for infection control personnel in this field. Moreover, environmental factors play an important role in nosocomial infections in burn patients due to their high degree of exposure. Of particular concern, Aspergillus fungal spores, which are ubiquitous in the hospital environment, are known to cause a wide range of invasive diseases. Therefore, in order to control the environment and minimize the risk of infection, an in-depth understanding of the transport of the spores through the air, and their deposition/re-entrainment onto and from surfaces is needed. Collaboration between EDF Research & Development (EDF R&D) and the Burn Center at Saint-Louis Hospital was started in 2003 to address this need. The essence of the effort is to implement the concept of a global approach that integrates the patient's room, the operating theater, and the intensive-care room.*

*The research being conducted relies on combining experimental measurements with Computational Fluid Dynamics. Experimental investigations are carried out in the Physics Department at the École Normale Supérieure de Lyon, Lyon, France and at Saint-Louis Hospital in Paris, France. Numerical simulations to support these investigations and develop new room design features are performed with computational methods developed at EDF R&D. This work already enabled the identification of contamination sources like electronic devices' fans, and should allow for a better understanding of the physical phenomenon responsible for fungal spore deposition on surfaces, and re-entrainment into the room air, and consequently to establish more efficient protocols to control and limit their propagation in sensitive areas.*

**Keywords :** *Aspergillus, deposition & re-entrainment, experimentation, Computational Fluid Dynamics.*

## 📖 Publications

- 1. Beauchène C. et coll. Accumulation and transport of microbial-size particles in a pressure protected intensive care room : CFD modelization and experimental evidence. BMC Infect Dis. 2011 Septembre ; 11 : 58*
- 2. Bergeron V. Metani A. La qualité de l'air intérieur, une préoccupation croissante. Ann Fals Exp Chim Tox. 2009 Décembre ; 971 : 32-40.*
- 3. Bergeron V. Metani A. Quelles technologies pour améliorer la qualité de l'air intérieur ? Ann Fals Exp Chim Tox. 2010 Janvier ; 972 : 50-8.*
- 4. Bodey G.P. The emergence of fungi as major hospital pathogens. J Hosp Inf. 1988;11:A:411-26*
- 5. Desenclos J.C. La transmission aérienne des agents infectieux. Med Mal Infect. 2008;38:449-51*



6. Faure O. Fricker-Hidalgo H. Lebeau B. Mallarety M.R. Ambroise-Thomas P. Grillot R. Eight-year of surveillance of environmental fungal contamination in hospital operating rooms and haematological units. *J Hosp Inf.* 2002;50:155-60

7. Gangneux J.P. et coll. Surveillance mycologique de l'environnement pour la prévention de l'aspergillose invasive : propositions de standardisation des méthodologies et des modalités d'application. *La Presse Médicale.* 2002;31:18:841-48

8. I.N.V.S. Enquête de prévalence des infections nosocomiales. 2006

9. Lee J.H. Hwang G.B. Jung J.H. Lee D.H. Lee B.U. Generation characteristics of fungal spore and fragment bioaerosols by air-flow control over fungal cultures. *J Aero Sci.* 2010;41:319-25

10. VandenBergh M.F.Q. Verweij P.E. Voss A. Epidemiology of nosocomial infections : invasive aspergillosis and the environment. *Diag Micro Infect Dis.* 1999;34:221-27

11. Vasselle A. Rapport sur la politique de lutte contre les infections nosocomiales. O.P.E.P.S. 2006

## Congrès

• Mimoun M. Beauchêne C. Apports de la simulation numérique dans la maîtrise de la contamination aéroportée – Application aux centres de grands brûlés. 29<sup>e</sup> Congrès de la SFETB; Juin 2009; Arcachon.

• Beauchêne C. et coll. Airflow modelization by Computational Fluid Dynamics for optimizing control for airborne microbial contamination in an intensive care room for severely burned patients. *European congress of clinical microbiology and infectious diseases* ; Avril 2010; Vienne (Autriche).

• Mimoun M. Beauchêne C. Maîtrise du risque de contamination aéroportée dans une chambre pour grands brûlés. 1<sup>er</sup> congrès franco-marocain de brûlologie - Société Marocaine de Brûlologie; Octobre 2011; Marrakech.

• Metani A. Bergeron V. Beauchêne C. Benhamadouche S. Derouin F. Mimoun M. Maîtrise de risque de contamination aspergillaire. 32<sup>e</sup> congrès de la SFETB; Juin 2012; Nantes.

Les auteurs de cet article déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt (ni financier, ni en nature, ni en service) entre eux et une organisation commerciale qui peut être liée directement ou indirectement avec leur présentation.

## Annnonce professionnelle

### CENTRE HOSPITALIER

## Saint Joseph • Saint Luc

20, quai Claude Bernard - 69007 LYON

Établissement privé participant au service hospitalier,  
Hôpital d'une capacité de 350 lits, activité polyvalente, doté d'un S.M.U.

### recherche

### Un médecin assistant spécialiste H/F en anesthésie-réanimation pour son centre des brûlés,

en CDD pour une durée de 2 ans (possibilité de renouvellement 2 ans),  
à temps plein, à compter du 1<sup>er</sup> novembre 2010.

Activité polyvalente adulte et enfants, sur une structure de 15 lits dont 8 lits de réanimation,  
avec bloc opératoire intégré au service. Le Centre des brûlés collabore avec l'OMS.

Rémunération sur la base de la CCN de la FEHAP du 31/10/1951,

**Envoyer lettre de candidature manuscrite, C.V, titres et travaux, en 2 exemplaires à :**

Madame la directrice Générale du Centre Hospitalier St Joseph St Luc  
20, quai Claude Bernard - 69365 LYON CEDEX 07

Renseignements auprès :

- de M. le docteur François RAVAT, chef de spécialité  
Tél. 04 78 61 89 25 ou 61 62  
E-mail : [fravat@ch-stjoseph-stluc-lyon.fr](mailto:fravat@ch-stjoseph-stluc-lyon.fr)

- du Service des Affaires Médicales  
Tél. 04 78 61 83 06 ou 81 00  
E-mail : [mrey@ch-stjoseph-stluc-lyon.fr](mailto:mrey@ch-stjoseph-stluc-lyon.fr)

**Vous souhaitez passer une annonce ? Envoyez votre texte à : [revue-brulures@orange.fr](mailto:revue-brulures@orange.fr)**



# Brûlures et risque viral



G. PERRO, N. BÉNILLAN, M. CUTILLAS, P. GERSON  
Service des brûlés, Centre FX Michelet - Bordeaux (33)

## Résumé

**Objectif :** Faire un état des lieux entre brûlures et pathologies virales intercurrentes.

**Méthodes :** Recherche dans la littérature à partir des mots-clés suivants : burns, trauma, virus, herpès, hépatite, HIV, CMV, zoster, parvovirus, adenovirus.

### Résultats :

1 - Avant 1986, de nombreux patients ont été contaminés par HIV ou VHC (transfusions ou plasma multidonneurs).

2 - La prévalence des infections virales présentes avant l'accident varie avec les pays (30% des adultes en Afrique Noire, 9% aux USA, 2% en France) et augmente le risque lié aux accidents d'exposition au sang. Le VIH bien traité ne semble pas aggraver le pronostic final, malgré une altération des possibilités de cicatrisation.

3 - Les phénomènes de réactivation/transmission virale concernent essentiellement les Herpes Viridae. L'immunodépression induite par la brûlure explique la reviviscence de ces infections, mais une transmission peut se faire par les allogreffes, les transfusions ou les contacts physiques.

Herpes Simplex Virus : HSV1 (90%) apparaît chez 15 à 30% des brûlés entre J8 et J21. Il provoque des lésions érosives du visage lysant les zones d'épidermisation spontanée. Guérissant classiquement sans séquelles, il a été décrit récemment une morbidité non négligeable (réactions systémiques,

infections de voisinage, localisation pulmonaire corrélées avec la survenue d'un SDRA, destruction de greffes) et des cas mortels (encéphalite, infection généralisée). Il apparaît nécessaire de traiter les brûlés de « réanimation » ; la question reste posée de l'intérêt d'un traitement prophylactique.

Cytomégalovirus (CMV, HHV4) : les taux de contamination sont de 13 à 30% et de réactivation de 50 à 70%. Probable marqueur indirect de la gravité du malade de réanimation, il pourrait être nécessaire de le traiter à partir d'une certaine charge virale.

4 - Le DRESS (drug reaction with eosinophilia and systemic symptoms) est une toxidermie avec défaillance viscérale possible, liée à une réponse immunologique contre des réactivations virales (HHV 4, 5, 6, 7) induites par la prise de certains médicaments (action médicamenteuse directe ou immunosuppression transitoire) survenant sur un terrain pré-disposé génétiquement.

**Conclusion :** Les brûlés forment une population à risque de contamination virale préexistante : il convient d'en informer les soignants. L'immunodépression induite par la brûlure est responsable d'une réactivation virale : HSV1 dont la pathogénicité est certaine et qu'il convient de traiter, et CMV dont la pathogénicité n'est pas établie.

**Mots-clés :** Brûlures, virus, herpès.

Si les infections virales ne sont probablement pas au rang des premières préoccupations des brûlologues en matière de complications, elles existent néanmoins, et certaines d'entre elles sont responsables d'une co-morbidité bien établie. L'objectif de ce travail est de faire un état des lieux sur ces infections.

## Matériel et Méthodes

Recherche dans la littérature à partir des mots-clés suivants : burns, trauma, virus, herpès, hépatite, HIV, CMV, zoster, parvovirus, adenovirus.

## Résultats

On identifie quatre têtes de chapitre : le sang contaminé (1), les infections virales préexistantes à l'accident (2), transmission et réactivation virales (3), relation DRESS / virus (4).

### 1. Le sang contaminé

Au cours des années 1980/1985, l'apport de colloïdes était basé sur l'utilisation du plasma sec lyophilisé fabriqué à partir de plusieurs donneurs. En effet, l'albumine purifiée humaine était souvent responsable de manifestations anaphylactoïdes et le plasma frais congelé seulement utilisé en cas de troubles

de la coagulation. À cette époque, seuls étaient recherchés les patients porteurs d'une hépatite B, les autres pathologies virales n'étant pas encore identifiées. Il suffisait alors d'un seul donneur atteint par le VIH ou par l'hépatite C pour contaminer tout un lot de plasma sec ou de concentrés anti-hémophiliques. Le risque était moins important pour les transfusions de concentrés globulaires, car il s'agissait d'une sélection mono-donneur. Sur le **tableau 1**, nous rapportons les données de notre service en 1988 [1]. Un collectif de 68 patients avait développé une hépatite C (appelée non A non B à l'époque), et 8 une séropositivité à VIH, sur un total de 786 patients hospitalisés en réanimation, soit 10% de la population. L'incidence chute en 1987 et 1988 avec le changement des pratiques (passage au plasma frais mono-donneur, puis à l'albumine humaine) et l'élimination par les centres de transfusion sanguine des patients déjà contaminés. Nous n'avons pas retrouvé dans la littérature de données françaises comparables aux nôtres, mais il est probable que les autres services de brûlés se sont retrouvés dans la même situation.

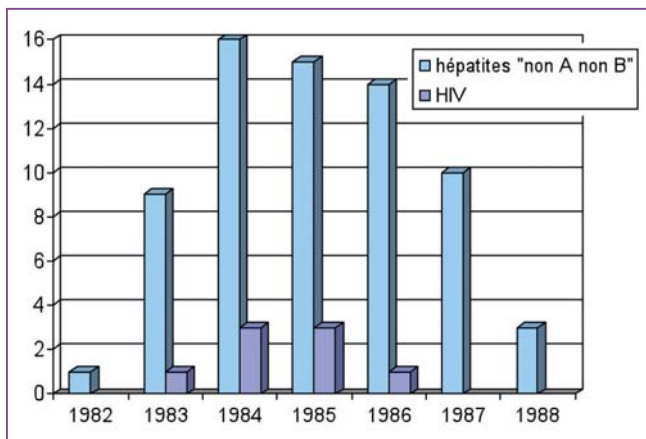


Tableau 1 : Occurrence des infections virales liées aux apports de solutés sanguins dans le service des brûlés de Bordeaux entre 1982 et 1988.

## ► 2. Les infections virales sérotransmissibles préexistantes à l'accident

L'existence d'une infection par le VIH ou l'hépatite aggrave-t-elle le pronostic de la brûlure ? Il est bien évident que l'association cirrhotique décompensée sur hépatite B et brûlure grave sera grevée d'une lourde morbi-mortalité. L'évolution de la brûlure semble compliquée par le VIH. En effet si le virus est contrôlé par la thérapeutique et que le taux de lymphocytes CD4 reste dans les valeurs normales, le pronostic global de la brûlure semble superposable à celui de patients non infectés. Par contre, si le VIH est mal contrôlé et que le taux de CD4 reste bas, la mortalité s'accroît, surtout par complications infectieuses [2, 3, 4, 5]. De plus, une étude prospective comparative entre patients brûlés séropositifs et indemnes montre une réduction du taux de prise des greffes avec un allongement de la durée de séjour [6].

Ces infections virales sérotransmissibles sont-elles fréquentes dans les services de brûlés ? Si la prévalence est variable selon les pays, l'aspect socialement défavorisé de ces patients est constant. Ainsi, l'étude réalisée en 2007 dans les centres de brûlés français adultes (services aigus et de réadaptation)

montrait que la population prise en charge était une population potentiellement à risque (30% d'addiction) [7]. La contamination par le VIH est très élevée dans les pays d'Afrique subsaharienne (30% des adultes hospitalisés pour brûlure au Malawi [2], 13% en Ouganda [5], 4% des enfants en Afrique du Sud [3]), beaucoup moins élevée dans les pays occidentaux. Si le travail de Mele à San Francisco en 1998 ne retrouvait pas de patients séropositifs (sur 100 admissions consécutives) [8], l'étude de Seamon à Philadelphie montrait que 9% des patients hospitalisés en centre de traumatologie entre 2008 et 2010 étaient porteurs d'infections virales (dont 1% de VIH) [9]. L'évaluation rétrospective faite à Bordeaux sur 2900 patients hospitalisés en 10 ans indiquait une fréquence de contamination de 2% de la population, plutôt VIH avant 1995, plutôt VHC par la suite ; il est à noter par ailleurs qu'une fois sur trois, l'infection était méconnue et découverte à l'admission [10].

Dans ces conditions, il est évident que les équipes soignantes dans les services de brûlés doivent avoir à l'esprit qu'il existe un risque plus élevé de contamination lors d'accidents d'exposition au sang (AES) qu'avec une population générale. L'accessibilité de protocoles régulièrement tenus à jour pour la prise en charge en cas d'AES doit être connue de tous.

## ► 3. Contamination ou réactivation virale au cours du séjour

L'essentiel des publications concerne les herpès virus humains (HHV). Il en existe plusieurs sous-groupes : HHV1 (>90% des infections) et HHV2 ou HSV1 et HSV2 : herpès simplex virus, HHV3 : virus de la varicelle et du zona (VZV), HHV4 : cytomégalovirus (CMV ou HCMV), HHV5 : virus d'Epstein Barr (EBV, mononucléose infectieuse), HHV6 (roséole), HHV7, HHV8 (Kaposi ?). Les brûlures sont essentiellement associées à HHV1, 3 et 4.

Si les formes cliniques de l'infection herpétique sont en général aisément reconnaissables, il en va autrement des autres virus, où l'aspect est beaucoup moins spécifique. Le diagnostic repose alors sur la sérologie (apparition d'une séroconversion), la culture en milieu spécifique et depuis quelques années sur l'amplification génique.

Ce type d'infection peut apparaître sur un sujet indemne de toute contamination antérieure, enfant par exemple. Le mode de contamination est varié : transfusions pour le CMV (quoique rare maintenant avec les concentrés globulaires déleucocytés), par mise en place d'allogreffes CMV positive (cas décrit chez un patient immunodéprimé [11]), isolement de virus sur les allogreffes (16% des allogreffes d'une série italienne et 7% d'une série américaine étaient positives à VIH, CMV ou hépatite) [12, 13]. Ce peut être aussi du fait des proches (le premier cas d'infection herpétique sur brûlure est décrit par Scott : dissémination du virus sur le membre supérieur d'un enfant parce que sa mère, souffrant d'un herpès labial, l'avait embrassé sur la lésion pour calmer la douleur ! [14]) ou des soignants (dissémination du virus sur des brûlures périphériques par manuportage à partir des lésions non identifiées du visage).





En fait, 80% de la population adulte est porteuse d'HSV ou de CMV. Ces virus, restés à l'état latent dans les monocytes et les macrophages, vont se réactiver en cas de défaillance immunitaire : l'immunodépression cutanée induite par les radiations solaires apporte des bouquets d'herpès au coin des lèvres des sujets sensibles aux premiers beaux jours. Toute agression sévère induit dans un premier temps une réponse pro-inflammatoire (systemic inflammatory response syndrome SIRS) suivie d'une réponse immunomodulatrice (compensatory anti-inflammatory response CARS), survenant dans les huit jours, responsable d'une baisse des défenses immunitaires. C'est souvent à ce moment-là qu'apparaissent les infections opportunistes ou nosocomiales [15]. Les résurgences virales observées chez les brûlés relèvent certainement du même mécanisme.

### a) Infections à HHV1 et HHV2

Ce sont les plus fréquemment rencontrées. Il s'agit dans 95% des cas d'une réinfection par un HHV1 resté quiescent et réapparaissant entre J8 et J21 chez 15 à 30% des brûlés adultes et 8% à 25% des enfants, surtout s'il y a une brûlure du visage. Il peut aussi s'agir d'une primo infection, plutôt chez l'enfant, associant alors une stomatite. Les lésions restent habituellement localisées à l'extrémité céphalique ; leur découverte à distance est probablement le fait d'un manupontage. Les aspects cliniques sont bien identifiés [16, 17, 18] : il existe une éruption vésiculaire (photo 1), passant en général inaperçue car survenant sous le pansement, suivie de lésions de lyse circulaires au niveau des zones de cicatrisation spontanée. L'éruption peut se limiter aux lèvres, mais aussi s'étendre, provoquant des aires totalement désépidermées (photo 2).

À part quelques complications anecdotiques, en particulier des résurgences sur brûlures anciennes un à deux ans plus tard [19, 20], il était classiquement admis que ces réactivations herpétiques guérissaient sans séquelle, hormis un léger retard de cicatrisation [17, 21].

Il apparaît nécessaire de nuancer ces affirmations. Il existe des complications gênantes de type dysphagie sur stomatite ou chéilite (photo 3), des séquelles inesthétiques à type de dyschromie (photo 4), des séquelles respiratoires ou neurologiques [22]. La résurgence virale s'accompagne d'une réaction systémique, et l'association brûlure / immunodépression / infection herpétique est mortelle chez la souris, à moins de restaurer son immunité, soit par l'injection d'hormone de croissance [23, 24], soit par l'action de l'interleukine 12 qui s'oppose à l'action des interleukines 4 et 10 qui augmentent la susceptibilité aux infections virales par l'intermédiaire des lymphocytes CD8+ type 2T [25].

HHV est fréquemment retrouvé dans les lavages broncho-alvéolaires : 20% sur des patients ventilés de réanimation [26], 50% sur des brûlés intubés à la deuxième semaine d'évolution [27]. Il est difficile de savoir s'il s'agit d'une contamination descendante à partir du carrefour oro-pharyngé ou d'une véritable infection in-situ ; néanmoins, Byers [27] trouvait une forte relation entre présence d'HHV1 et survenue d'une détresse respiratoire.

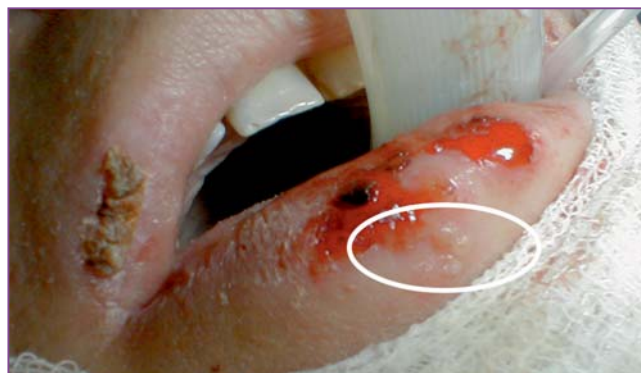


Photo 1 : Vésicules herpétiques caractéristiques.



Photo 2 : Lésions herpétiques circulaires et confluentes apparaissant sur cicatrisation spontanée.



Photo 3 : Chéilite herpétique.



Photo 4 : Dyschromies naso-frontales après résurgence herpétique du visage.



Enfin, des complications plus graves ont été décrites : sur le plan cutané, des destructions de greffes (petit enfant [28], adolescent [29]), un cas d'encéphalite fatale [30], une infection fulminante à HHV2 [31].

Il semble donc que les surinfections à HHV1 ou 2 ne soient pas si anodines que ce qui était estimé dans les années 2000. C'est pourquoi Haik propose actuellement de traiter par voie générale tous les herpès déclarés chez les patients graves, et d'en discuter la prophylaxie chez les autres, surtout s'ils sont brûlés sur le visage. Néanmoins, l'opportunité de ce traitement prophylactique n'a pas été évaluée [32].

### b) Infections à HHV3

Les éruptions zostériennes étant souvent associées à la survenue d'un stress, il serait classique d'en rencontrer au cours des brûlures. En fait, les publications sur ce thème évoquent le plus souvent des errements de diagnostic : zona ophtalmique confondu avec une brûlure chimique [33], brûlures avec une pommade à l'ail (utilisée comme topique cutané antioxydant) ressemblant à un zona [34]. La **photo 5** montre le développement d'un zona facial chez une patiente de 60 ans, brûlée sur 30% de la surface corporelle au niveau des membres inférieurs, au bout d'un mois et demi d'hospitalisation.



*Photo 5 : Zona facial chez une patiente de 60 ans au 45<sup>e</sup> jour d'hospitalisation pour brûlure des membres inférieurs.*

### c) Infections à HHV4

Les formes cliniques des infections à cytomégalovirus sont peu spécifiques et se confondent facilement avec les symptômes provoqués par la brûlure : fièvre, asthénie, arthralgies, céphalées, pharyngite, amaigrissement, pneumopathie interstitielle (6%), et sur le plan biologique, syndrome mononucléosique, thrombopénie et cytolysé hépatique. La chorio-rétinite est plus spécifique, mais encore faut-il la rechercher. Le diagnostic repose donc sur le laboratoire : apparition d'une séroconversion dans les études les plus anciennes (anticorps chez un patient auparavant CMV négatif, ou multiplication par 4 des taux à l'admission), ou isolément par amplification génique dans les études récentes.

Il apparaît nettement qu'il faut chercher le CMV pour le trouver : si 3% des centres de brûlés américains le recherchent et le retrouvent 1 fois sur 870, 30% des centres allemands qui font cette recherche systématique l'isolent 1 fois sur 280 [35].

Les études prospectives montrent que l'émergence du CMV est très fréquente chez les brûlés graves : 33% de séroconversions chez l'enfant [18], 22% chez l'adulte initialement CMV négatif, contre 50% s'il est CMV positif [36], ou plus récemment dans une étude à J13 chez l'adulte comportant une recherche par amplification génique, 13% s'ils sont CMV négatifs et 71% s'ils sont CMV positifs [37]. Le fait d'être brûlé semble être à lui seul un facteur de risque [38].

Les relations entre CMV et système immunitaire sont complexes. Le TNF $\alpha$ , dont les taux sont très élevés, est considéré comme responsable d'une réactivation du CMV par dépression de l'activité des lymphocytes T et Natural Killer. Le CMV a aussi un rôle immunomodulateur propre, par l'intermédiaire du TGF $\beta$  (inflammation tissulaire, fibrose pulmonaire) et de l'IL10 (immunoparalysie) [26].

L'incidence importante de ces réactivations pose le problème de leur risque pathogène. Le CMV est retrouvé dans les lavages broncho-alvéolaires de 15% des patients ventilés en réanimation [26] et chez 40% des brûlés ventilés [39] ; il est mis en cause comme seul agent pathogène ayant entraîné des lésions respiratoires une fois sur cent brûlés autopsiés [40]. Il semble globalement que leur survenue, en général à la fin de la première semaine d'évolution, soit corrélée à une plus grande fréquence d'infection, une durée de ventilation mécanique plus longue et une durée d'hospitalisation plus prolongée, mais les patients sont souvent plus âgés, plus transfusés, et présentent des scores de gravité plus élevés. L'incidence sur la mortalité est diversement appréciée, nulle [36, 37, 41, 42] ou réelle [38].

Le CMV est-il cause ou conséquence, infection vraie ou marqueur de la gravité du patient ? Il est difficile de répondre : Tenenhaus nous informe que 43% des centres allemands et 19% des centres américains traiteraient une infection déclarée [35]. Pour certains, la présence d'un certain seuil de répllication virale (par exemple > 1000 copies/ml) serait l'indication d'un traitement curatif à base de gancyclovir, Limaye [38] allant même jusqu'à préconiser un traitement prophylactique systématique.

### d) HHV6 et HHV7

Il n'y a pas d'études publiées chez les brûlés. Deux études citées par Osawa [41] ont montré que plus de 50% des patients admis en réanimation présentaient une résurgence à HHV6.

### e) DRESS et contexte viral

Le DRESS (Drug Reaction with Eosinophilia and Systemic Symptoms) est une toxidermie avec défaillance viscérale possible, même si les décollements cutanés sont moins importants que lors des syndromes de Lyell (**photo 6**). Elle est liée à une réponse immunologique contre des réactivations virales (HHV 4, 5, 6, 7) induites par la prise de certains médicaments sur un terrain prédisposé génétiquement restant à identifier. Il pourrait s'agir soit d'une action médicamenteuse



directe soit d'une immunosuppression transitoire provoquée par le médicament. On peut en rapprocher les réactions cutanées entraînées par l'amoxicilline dans la mononucléose infectieuse.

Les grandes options thérapeutiques associent corticothérapie, immunoglobulines, immunosuppresseurs et antiviraux [43].



Photo 6 : Décollement cutané lors d'un DRESS.

## ► Conclusion

Les pathologies virales associées à la brûlure ne sont pas en général au premier plan des infections, mais peuvent être responsables d'une morbi-mortalité certaine. De nombreux patients ont été victimes du sang « contaminé » dans les années 80. La population que nous recrutons est une population à risque d'infection virale préexistante, en particulier hépatite B, C et VIH. Ces virus aggravent le pronostic de la brûlure et exposent le personnel soignant à un risque réel de transmission. L'immunodépression contemporaine de la brûlure peut être responsable de la réactivation de virus restés quiescents, en particulier les Herpes Viridae. Cette réactivation touche jusqu'à 50% des brûlés pour le CMV et 30 % pour l'herpès virus 1. L'émergence de ce dernier doit faire l'objet d'un traitement chez les patients les plus graves, alors que le risque lié au CMV n'est pas bien établi.

*Les auteurs de cet article déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt (ni financier, ni en nature, ni en service) entre eux et une organisation commerciale qui peut être liée directement ou indirectement avec leur présentation.*

## Summary

### Virus and burns

**Objectives :** Inventory of viral infections related to burns.

**Methods :** Research with the following key-words : burns, trauma, virus, herpes, hepatitis, HIV, CMV, zoster, parvovirus, adenovirus.

### Results :

1 - Contamination of burned patients by plasma or blood before 1986.

2 - Pre-existing viral infections in burn patient are over 30% in Africa, 9% in USA, 2% in France, with high risk of contamination for the medical staff. Prognosis of well treated HIV seems to be not so bad, but healing of burns is impaired.

3 - Herpes Viridae are frequently associated with burns. Burn induced immunosuppression is responsible for viral reactivation, but direct contamination is possible.

Herpes Simplex Virus: HSV 1 (90%) is responsible of facial erosions in 15 to 30% of patients. Usually, HSV heals without any complications, but recent papers emphasized the risk of severe morbidity (systemic reactions, pulmonary localizations correlated with ARDS, skin graft loss, encephalitis, lethal infections). So, it seems to be necessary to treat the more severely burned patients. Prophylactic treatment is actually discussed.

CMV (HHV4) occurs in 13 to 30% (contamination) and 50 to 70% (reactivation) of burned patients. Relationships with outcome is debated (CMV marker of severity?), and treatment could be discussed in case of important viral load.

4 - DRESS (drug reaction with eosinophilia and systemic symptoms) is a severe drug induced reaction with possible multi organ failure. It can be considered as a viral disease (HHV 4, 5, 6, 7) where viruses are drug reactivated in genetically predisposed patients.

### Conclusion :

Pre-existing viral infections in burned patient dramatically increase the risk of contamination for the medical staff. Immunosuppression related to burn injury is responsible of a virus reactivation, especially Herpes Viridae. If HSV1 is associated with high morbidity and needs a treatment in critical patients, pathogenic effects of CMV are still debated.

**Key words :** Burns, virus, herpes.

Retrouvez également la revue

# Brûlures

Revue Française de Brûlologie

sur notre site internet [www.brulure.org](http://www.brulure.org)



# La dégénérescence des cicatrices de brûlures : expérience du CHU d'Oran.

L. ZINAI-DJEBBAR<sup>1</sup>, F. BENRAHAL<sup>1</sup>, N. GUECHAIRI<sup>1</sup>, F. ABIDI<sup>1</sup>,  
R. BENHASSAINE<sup>1</sup>, R. RAÏD SLIMANE<sup>1</sup>, F. ABDERRAHIM<sup>2</sup>, A. HADJ HASSAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Service de Chirurgie Plastique et Brûlés - CHU d'Oran - Algérie

<sup>2</sup> Anesthésie-Réanimation - CHU d'Oran - Algérie



## Résumé

Les auteurs rapportent 11 cas de dégénérescence maligne sur cicatrice de brûlure (ulcère de Marjolin) représentant 0,6% des brûlures traitées dans le centre (1819 patients). Le délai moyen d'apparition a été de 48 ans. Il s'est toujours agit d'épithéliomas spino-cellulaires. Le traitement a été l'excision suivie de greffe avec complément chimiothérapique pour deux des porteurs d'adénopathies. Le suivi est malheureusement court (6 mois).

Le facteur favorisant la dégénérescence est incontestablement le retard à la cicatrisation. L'excision greffe est sûrement le geste préventif à privilégier.

## Introduction

La cicatrisation spontanée des brûlures est facteur de rétractions, mais c'est aussi dans ce cas que l'on peut observer plusieurs années après l'apparition de lésions malignes. L'hypothèse la plus ancienne, retrouvée dans la littérature et qui expliquerait la cancérisation des zones de brûlures profondes cicatrisées spontanément, est que ces zones sont soumises à des forces de tractions multiples qui empêchent la cicatrisation et surtout la maturation de la cicatrice : c'est l'ulcère de Marjolin.

## Matériel et méthode

Ces six dernières années, 11 cas de dégénérescence de cicatrices ont été vus, suivis et traités en chirurgie plastique au CHU d'Oran. L'étude porte sur la dégénérescence de cicatrices au niveau de 7 membres inférieurs, 3 membres supérieurs et d'une cicatrice pré sternale.

## Résultats

Après bilan biologique standard et bilan d'extension classique (téléthorax, écho abdominale, radio du membre concerné), nous avons pratiqué sous anesthésie générale une excision suivie de greffe (dans un premier ou second temps).

Nous avons observé sur six années :

- 157 carcinomes, toutes histologies confondues ;
- 53 carcinomes spinocellulaires, toutes localisations confondues, soit 33,75 % de tous les carcinomes ;
- 11 spinocellulaires dans notre série, soit 20% des spinocellulaires qui sont développés sur cicatrice de brûlure.

Ces 11 dégénérescences sur cicatrices de brûlures, soit 0,6% des 1819 patients brûlés, tous sièges confondus, que nous avons suivis en chirurgie plastique sur les six dernières années, représentent 6 patients brûlés sur 1000.

Les spinocellulaires sur cicatrices de brûlures représentent 7% de toutes les tumeurs cutanées.

Ils se répartissent de la façon suivante :

- Sexe : 3 femmes, 8 hommes.
- Âge de survenue : en moyenne 45 ans dans notre série, avec des extrêmes à 28 ans et 72 ans (28, 29, 32, 35, 35, 37, 53, 55, 54, 66, 72).
- Âge au moment de la brûlure : un bébé de quelques mois, un de 4 ans, un de 8 ans et huit d'âge inconnu (mais petite enfance < 4 ans).

Seuls 3 patients ont été pris en charge correctement (greffes) dans l'enfance, soit 27,3% ; curieusement, ce sont les plus jeunes de la série (28, 32, 35 ans).

Nous avons recherché la corrélation entre l'âge de la brûlure et l'âge d'apparition de la tumeur : 28 ans, brûlée à moins d'un an, soit 28 ans ; 72 ans, brûlée à 4 ans, soit 68 ans ⇒ laps de temps entre la brûlure et l'apparition de la tumeur variable de 28 à 68 ans (moyenne de 48 ans).

Nous n'avons malheureusement pas beaucoup de précisions sur l'étiologie des brûlures (ébouillancements surtout, flammes, essence).

L'examen histologique retrouve un épithélioma spinocellulaire dans tous les cas : prolifération de cellules de grande taille organisée en lobules ou en travées plus ou moins anastomosées, souvent mal limitées, de disposition anarchique.



Une différenciation kératinisante en globes cornés est fréquente. Il existe de nombreuses mitoses et des atypies cytonucléaires. La tumeur envahit plus ou moins profondément le derme, voire l'hypoderme au sein d'un stroma inflammatoire. Le caractère peu différencié et l'existence d'un certain degré de neurotropisme sont des facteurs de mauvais pronostic.

Nous n'avons pas fait d'amputation chez dix patients (même si cette dernière était indiquée, mais refus catégorique des patients), une amputation de nécessité chez une jeune femme de 28 ans brûlée à l'âge de 6 mois et greffée par nous au service des brûlés du CHU (c'était la première homogreffe [avec sa tante] que nous tentions avec feu M. Deddouche sur le membre inférieur après l'amputation de l'avant-pied totalement nécrosé).

Deux patients ont été confiés à la chimiothérapie après la chirurgie devant la présence d'adénopathies inguinales ; nous n'avons jamais fait de curage ganglionnaire.

Les complications post-opératoires sont classiques, lyse partielle des greffes et surinfection, jugulées par soins locaux et antibiothérapie.

Ils ont été pratiquement tous perdus de vue après le sixième mois post-opératoire, sauf un patient porteur de tumeur de la face postérieure de la cuisse qui est actuellement encore suivi (a été greffé lors de la brûlure initiale dans l'enfance).

## Discussion

Les phénomènes d'étirement, de cicatrisation itérative, incomplète, de transformation du collagène embryonnaire retrouvé dans le tissu cicatriciel en collagène mature, jouent un grand rôle dans la transformation maligne du tissu cicatriciel post-brûlure.

Mais il est remarquable que dans notre série : seuls 4 patients aient développé une tumeur sur une zone articulaire soit 36,5% (figure 1), 3 coudes et 1 genou, le reste des tumeurs s'est développé sur des zones non articulaires, faces dorsales des cuisses (figure 2), chevilles, moignon de pied soumises à tractions ? (figure 3) bride entre les 2 seins, (figure 4) étirements ?



Figure 1 : Tumeur sur cicatrice rétractile du coude (excision et greffe secondaire).



Figure 2 : Tumeur développée sur cicatrice rétractile de brûlure de la face postérieure de la cuisse gauche (excision et greffe dans un deuxième temps).



Figure 3 : Tumeur développée sur le moignon d'amputation du pied droit (greffe secondaire).



Figure 4 : Tumeur développée sur séquelle de brûlure du thorax (excision large et greffe dans le même temps).

Le diagnostic différentiel se pose avec tous les autres cancers cutanés.

Le traitement de choix est l'exérèse large et agressive de la tumeur, le plus tôt possible avant les métastases, suivie d'une reconstruction immédiate ou différée jusqu'au résultat anatomopathologique des limites d'exérèse.

Le curage ganglionnaire est discuté mais il est préférable de le réaliser, vu le potentiel métastatique de ces tumeurs, pour toutes les adénopathies cliniquement suspectes.

La radiothérapie est indiquée en traitement adjuvant sur le site tumoral et sur le site de curage elle est réservée au sujet âgé à état général déficient, tandis que la chimiothérapie n'est de mise qu'en cas de métastases à distance, en traitement parentéral uniquement.

Dans l'évolution, il est admis que l'ulcère de Marjolin est de pronostic péjoratif et bien plus sombre que celui des autres épithéliomas cutanés, avec des taux de morbidité, de mortalité et de récurrence particulièrement élevés.

## Conclusion

La dégénérescence des lésions de brûlures est extrêmement grave et doit faire adopter le principe de prise en charge impérative : une lésion qui ne cicatrise pas fait le lit du cancer et doit être excisée, analysée de façon systématique et minutieuse, et greffée dans un délai d'un mois. Elle reste rare, à Oran, peut-être liée au fait que le service de chirurgie plastique est toujours « noyé » sous les brûlés, et les patients de plastie sont récusés ou annulés pendant de grandes périodes. Les chiffres avancés dans la littérature sont sensiblement supérieurs, l'explication à notre faible taux est certainement liée à la méconnaissance de la gravité de la pathologie, par défauts ou refus de soins sur des lésions pérennes de brûlures, (patients et soignants impliqués). La prévention secondaire fait appel à la compression et au traitement des brides articulaires ou soumises à des zones de tensions ou à mouvements.

Un facteur non négligeable : toutes les médications et remèdes miracle plus farfelus les uns que les autres et que les patients n'avoueront pas.

## Bibliographie

1. K. Tourabi, H. Mejjati, Y. Ribqg, et al. *Ann Burns Fire Disasters*, 2009 déc, 31 ; 22(4) : 212-213
2. Rouge D, Lefebvre P, Escourrou G, et al. *Journal de Médecine légale* 1990 ;33 (n°5) : 351-358.
3. A. Menderes. *Plast Reconstr Surg*. 2009 Jul, 124(1) : 156-164.
4. Woldridge AN, Griesser MJ, Scharschmidt T. *Med Oncol*. 2011 déc; 28 Suppl 1: S586-92.
5. Soto-Davalos BA, Cortes-Flores AD, Bandera-Delgado. *Cir Cir*. 2008 Jul-Aug;76(4):329-3.
6. Chalva PL, Mabula JB, Rambau P. *World J Surg Oncol*. 2012 Feb 15;10:38

## Summary

### Malignant degeneration of burn scars Cases of CHU Oran

11 cases of malignant evolution of burn scars are described (Marjolin's ulcers).

It is 0,6% of the burns treated in the Center of Oran (1839). They are always spino-cellulairesépithéliomas. The treatment was large excision and only two received complement of radiotherapy.

The mean delay to appear was 48 years.

Late healing is the major factor of degeneration and early excision-graft the best mode of prevention.

Les auteurs de cet article déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt (ni financier, ni en nature, ni en service) entre eux et une organisation commerciale qui peut être liée directement ou indirectement avec leur présentation.

# 3M

## 3M invente le sparadrap atraumatique, sûr et repositionnable

### 3M™ Micropore™ Silicone, la technologie au service des professionnels de santé



Peaux très sèches, peaux âgées, peaux fragilisées par un traitement médicamenteux ou une radiothérapie, zones sensibles comme le visage... toutes ses situations peuvent désormais bénéficier de l'innovation de 3M™ Micropore™ Silicone, pour une fixation optimale et atraumatique.

### Informations pratiques

3M™ Micropore™ Silicone est disponible en pharmacie et distributeurs spécialisés et existe en deux dimensions :

- Rouleau de 2,5 cm x 5 m, tarif LPPR\* TTC : 1,02 €
- Rouleau de 5 cm x 5 m, tarif LPPR\* TTC : 2,03 €

\* Liste des Produits et Prestations Remboursables





# Bilan épidémiologique du centre des brûlés d'Abidjan : à propos de 5201 cas.

U. ASSI-DJE BI DJE<sup>1</sup>, M. ABHÉ<sup>2</sup>, B. VILASCO<sup>2</sup>, K. KOUAMÉ<sup>2</sup>, A. ANÉ<sup>2</sup>,  
JB. BICABA<sup>2</sup>, MF. SINALY<sup>2</sup>, Y. DJE<sup>2</sup>, J. SISSOKO<sup>2</sup>, M. RICHARD-KADIO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Service de Chirurgie Plastique, Reconstructrice et Esthétique, Chirurgie de la Main et de Brûlologie  
CHU de Treichville - Abidjan - Côte d'Ivoire

<sup>2</sup> Centre des Grands Brûlés d'Abidjan - SAMU - Abidjan - Côte d'Ivoire



## Résumé

**Objectif :** Analyser les tendances épidémiologiques des brûlures du centre des grands brûlés d'Abidjan.

**Matériel et méthode :** Étude rétrospective analytique de tous les patients, de tous âges et sexes, consultant pour une brûlure de 1998 à 2010.

**Résultats :** Sur 13 ans, 5201 patients ont été recensés avec un âge moyen de 20,14 ans dont 52,97% d'enfants. Le sex ratio était de 1,16/1. Les accidents domestiques représentaient 97,45% des cas. Les brûlures étaient thermiques dans la majorité des cas. Le délai moyen de prise en charge lors de la première consultation était de 3,38 jours. 76,18% des patients étaient suivis en ambulatoire et 23,82% hospitalisés dont 62,60% d'enfants. La surface corporelle brûlée moyenne était de 13,76% de la surface corporelle totale. L'évaluation de la profondeur des brûlures relevait une mosaïque de lésions, essentiellement superficielles. 63,35% des patients avaient eu une évolution favorable et 27,86% déclarés « non revus » avaient abandonné leur traitement. La mortalité était de 8,79%.

**Conclusion :** L'impact socio-économique de la brûlure pourrait être réduit par des campagnes de sensibilisation des populations.

**Mots clés :** Agent causal, brûlure, évolution, fréquence.

## Introduction

La brûlure cutanée est un problème de santé publique du fait de son impact socio-économique marqué par une mortalité préoccupante et des séquelles bien souvent invalidantes chez des enfants et des adultes jeunes notamment. La méconnaissance de la gravité d'une brûlure et l'insouciance du jeune âge exposent chaque individu, et plus particulièrement les enfants, à cette pathologie dramatique. En milieu africain, la pauvreté des données statistiques est un obstacle à l'éva-

luation de l'incidence réelle de la brûlure dont la prise en charge reste une préoccupation majeure. Notre étude se propose d'analyser les tendances épidémiologiques des brûlures à Abidjan car il importe d'en envisager des mesures préventives.

## Matériel et méthode

Le centre des grands brûlés d'Abidjan (CGB) est constitué de trois unités distinctes. Un secteur « chaud » comprenant une salle de réanimation de six lits, une salle de déchoquage et une salle de balnéothérapie. Un secteur « froid » composé d'une salle d'hospitalisation de onze lits et une salle de soins pour les pansements en ambulatoire. Enfin, un bloc opératoire utilisé principalement pour la chirurgie de recouvrement. Nous avons réalisé une étude rétrospective analytique de janvier 1998 à décembre 2010. Étaient inclus tous les patients, sans distinction d'âge ni de sexe, se présentant spontanément ou référés par des établissements sanitaires du pays et de la sous-région ouest-africaine. Étaient exclus les syndromes de Lyell, les plaies chroniques d'autres étiologies, les patients décédés à l'arrivée et ceux qui refusaient d'emblée le traitement. Les paramètres recensés étaient l'identité du patient (âge, sexe), l'étiologie de la brûlure (circonstances de survenue et agents vulnérants), le délai de prise en charge entre l'accident et la première consultation au centre, les caractéristiques de la brûlure (étendue selon les tables de Lund et Browder, profondeur selon la classification de Gosset et Baux) et l'évolution des victimes (cicatrisés, « non revus » ou décédés). Les registres d'admission et d'hospitalisation ont permis de documenter les fiches d'enquête pré-établies.

## Résultats

Notre étude a recensé 5201 patients sur une période de 13 ans soit en moyenne 400 cas par an. L'âge moyen était de 20,14 ans (extrêmes 15 jours et 86 ans). Les enfants de 0 à 15 ans représentaient 52,97% des patients dont 40,33%



âgés de 0 à 5 ans. Les adultes jeunes de 21 à 40 ans représentaient 31,07% de l'effectif (figure 1). Le sex ratio était de 1,6/1 soit 53,82% d'hommes et 46,18% de femmes. La prédominance masculine était marquée chez les enfants de moins de 10 ans soit 57,95% des cas. Les circonstances de survenue étaient les accidents domestiques dans 97,45% des cas, les accidents de la voie publique dans 1,86% des cas, les accidents de travail dans 0,63% des cas et une autolyse ou un homicide dans 0,06% des cas.

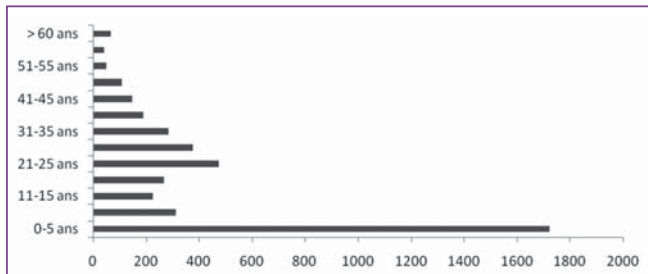


Figure 1 : Répartition des patients en fonction de l'âge.

Ces brûlures étaient thermiques dans 92,36% des cas, électriques dans 3,19% des cas et chimiques dans 4,45% des cas. Les brûlures thermiques étaient dues aux liquides chauds dans 64,26% des cas, aux flammes dans 32,5% des cas ou par contact direct ou matières chaudes dans 3,24% des cas (figure 2).

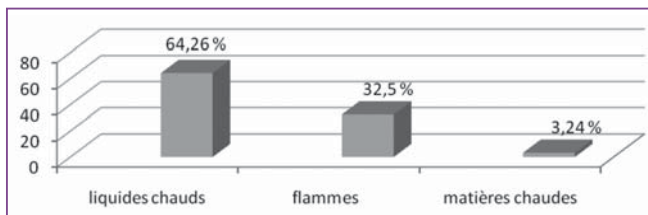


Figure 2 : Répartition des agents vulnérants des brûlures thermiques.

La fréquence de toutes les brûlures subissait une légère hausse au cours de la saison des pluies (figure 3). Le délai moyen écoulé entre l'horaire de l'accident et la première consultation au centre était de 3,38 jours (extrêmes 30 min et 365 jours). 62,97% des victimes arrivaient au centre dans les 48 premières heures de l'accident, 17,36% entre le 3<sup>e</sup> et le 7<sup>e</sup> jour, 6,43% entre le 8<sup>e</sup> et le 21<sup>e</sup> jour et 13,24% au-delà de trois semaines. Le suivi en ambulatoire d'emblée était possible pour 76,18% des patients présentant des brûlures bénignes. L'hospitalisation était indiquée pour 23,82% des victimes dont 14,52% ont initialement séjourné en réanimation. Les enfants représentaient 62,60% des patients hospitalisés.

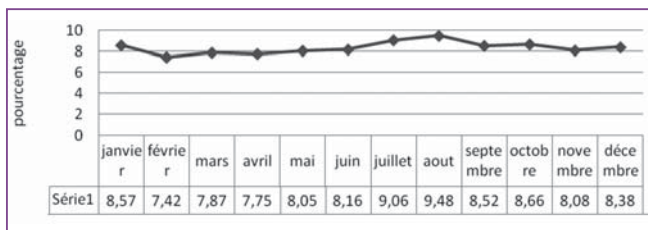


Figure 3 : Répartition des patients selon les mois de l'année.

La surface corporelle brûlée moyenne (SCB) était de 13,76% (extrêmes 0,10 et 100%) (figure 4). Des brûlures graves (SCB ≥ 10%) étaient notées chez 34,94% des enfants de 0 à 15 ans dont 28,72% âgés de moins de 6 ans. Les adultes

brûlés ayant une SCB ≥ 20%, représentaient 19,76% des cas. L'évaluation de la profondeur des brûlures permettait de relever 75,08% de lésions du 2<sup>e</sup> degré superficiel, 21,15% de lésions du 2<sup>e</sup> degré profond et 3,77% de lésions du 3<sup>e</sup> degré. Une mosaïque de lésions avait été retrouvée chez 36,57% des patients. Dans notre série, 63,35% des patients avaient évolué favorablement, 27,86% avaient été déclarés « non revus » après plus de deux semaines d'absence aux soins externes et 8,79% sont décédés. Pour les patients déclarés cicatrisés, la moyenne d'âge était de 20,51 ans (extrêmes 15 jours et 83 ans), les liquides chauds représentaient 65,82% des causes et l'étendue moyenne était de 9,94% (extrêmes 0,10 et 53%). La chirurgie de recouvrement a accéléré la cicatrisation de 7,10% des patients (234 greffes) et 2 amputations ont été réalisées. Pour les patients décédés, l'âge moyen était de 21,63 ans (extrêmes 6 mois et 86 ans) et 48,86% des enfants de moins de 6 ans étaient concernés. Les flammes (53,94%) étaient le principal agent vulnérant en cause avec une SCB moyenne de 48,19% (extrêmes 8 et 100%).

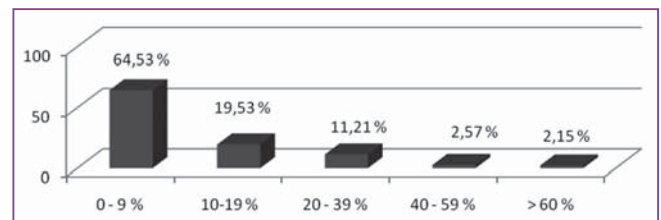


Figure 4 : Répartition des patients en fonction de la surface corporelle brûlée.

## Discussion

Le recrutement des malades de notre centre ne reflète hélas pas la fréquence de la brûlure dans notre pays. En effet, certaines victimes sont dirigées vers d'autres structures sanitaires publiques ou privées tandis que d'autres bénéficient de soins médicaux ou non (traitements traditionnels) à domicile. La brûlure demeure une pathologie traumatique fréquente aussi bien dans les pays industrialisés que dans ceux en voie de développement [1,2].

Dans notre série, les populations les plus touchées sont les enfants de 0 à 5 ans et les adultes de 21 à 40 ans. Perro [3] et Messadi [4] qui se sont plus intéressés à la brûlure des enfants ont démontré que la tranche d'âge de 0 à 6 ans était de loin la plus menacée. Latarjet évalue le risque de brûlure chez l'enfant trois fois plus élevé que dans le reste de la population [5]. Dans notre pays, elle s'explique par la scolarisation tardive des enfants pas avant 6 ans et le manque de surveillance des mères submergées par leurs activités domestiques et une progéniture nombreuse. La population jeune et active est aussi une cible des brûlures comme le montre l'étude de Beyiha [6] et Chatot-Henry [7]. La prédominance masculine est la même que celle retrouvée dans la littérature [4,7-10]. La prédominance des garçons de 0 à 10 ans de notre série est comparable à celles de Beyiha au Cameroun [6], de Subrahmayam [11] en Inde et de Mzezewa [12] à Harare.

La fréquence des accidents domestiques est prépondérante dans notre série, de même que dans d'autres travaux [3,4,6-10] touchant particulièrement les enfants, suivis des accidents



de la voie publique et du travail, prédilection des adultes. Contrairement à certaines séries africaines [9,10], nous avons reçu très peu de cas d'agression. La fréquence des brûlures auto-infligées dans un contexte de troubles psychiatriques est minime par rapport aux données de Perro [3].

Chez nos patients, 93,36% des lésions observées sont des brûlures thermiques, qui sont recensées dans la littérature [3, 4, 6, 10] comme étant les plus fréquentes. Comme dans les études de Perro [3], Doui Doumga [10] et d'Ahouangbevi [13], les ébouillancements par l'eau (préparation des repas ou du bain ou des décoctions médicamenteuses), l'huile de friture, les sauces ou les bouillies concernaient surtout les enfants. Ceci est dû aux habitudes africaines de faire la cuisine en plein air dans de grosses marmites sur des feux à ras de sol et de la promiscuité des cours communes où les enfants jouent près de ces foyers, enfin à l'imprudence des mères confiant les bains des nourrissons et des plus jeunes à des adolescentes. Les brûlures par flammes sont le fait du gaz domestique ou la vente clandestine des produits pétroliers [6] ou de causes diverses (bougie, foudre, incendie). Dans le cadre d'une politique de protection de la forêt, l'utilisation du gaz domestique a été encouragée mais sans aucune campagne de précautions d'emploi. Enfin, les brûlures par contact direct sont le fait de corps incandescents (braise ou sciure de bois) ou en fusion (caoutchouc, métal) ou de solides chauds (fer à repasser, fourneau, marmite). Les accidents professionnels survenant exclusivement chez des adultes relevaient de projection de liquides sous pression ou de vapeur d'eau (radiateurs), d'explosion de citernes d'eau ou des fûts d'huile dans les usines, de projection de goudron en fusion ou d'incendie lors de la manipulation de produits pétroliers inflammables essentiellement dans les usines de raffinage.

Les brûlures électriques, peu fréquentes dans les travaux de Beyiha [6] et de Perro [3], sont également rares dans notre série et concernaient principalement les adultes. Certains de nos patients provenaient de zones d'habitations précaires partiellement électrifiées où les accidents étaient dus à la manipulation frauduleuse des rares compteurs électriques ou à la proximité de câbles haute tension (arcs électriques lors du montage d'antennes ou du transport de barres métalliques, rupture des câbles tombant sur des toits en tôles ou traînant au sol). Les autres électrisations recensées dans notre série relevaient d'accidents professionnels souvent dus au non respect des consignes de sécurité, des chaussures ou gants de protection défectueux ou absents.

La rareté des brûlures chimiques venait du fait que les produits chimiques sont peu utilisés dans nos ménages et que les cas d'ingestions (accidentelles ou non) sont généralement référencés dans les services de réanimation. Les cas observés au CGB en dehors du cadre des accidents de travail étaient dus à des agressions ou à des accidents chez des femmes, lors d'application de produits capillaires défrisants. Nous n'avons pas retrouvé de brûlures chimiques chez l'enfant. La saison des pluies était aussi un facteur favorisant [4,6] du fait de la restriction de l'aire de jeux dans les cours près des foyers de cuisine et de l'utilisation systématique d'eau chaude pour les bains en raison de la baisse de température.

Si la majorité de nos patients consultaient dans les 48 premières heures, 20% ont été pris en charge au-delà de trois semaines. Le délai de consultation est important pour la réanimation des 48 premières heures d'une brûlure grave. Les motifs d'hospitalisation dès la première consultation étaient les classiques facteurs de gravité : étendue, âges extrêmes, siège, lésions et tares associées. En fonction de la surface corporelle brûlée, près du quart de nos patients a été hospitalisé d'emblée dont la moitié en réanimation et la majorité concernait les enfants de moins de 6 ans. La brûlure est une lésion dynamique dont la profondeur initiale était essentiellement superficielle dans notre série tout comme celles de Messadi [4], Doui Doumga [10] et d'Ahouangbevi [13]. L'évolution favorable de nos patients était fonction de l'étendue, de l'agent vulnérant et de la rapidité de la prise en charge. L'insuffisance des actes opératoires allongeait la durée de cicatrisation des brûlures profondes, contribuant au nombre trop élevé des abandons des soins à la charge du patient et favorisant l'apparition de déformations vicieuses et de brides rétractiles. La mortalité dans notre série était superposable à celles des séries publiées (entre 5 et 55%) [3]. Les facteurs de mauvais pronostic étaient le terrain (malnutrition, anémie, sérologie HIV positive, pathologie récente, âge extrêmes, etc.), l'étendue, le retard de réanimation et les brûlures négligées. En effet, une prise en charge médicale initiale non spécialisée et non adaptée (traitement local des plaies sans traitement général hormis des antibiothérapies intempêtes), une automédication ou une thérapeutique traditionnelle à base de cataplasmes divers souvent souillés, approfondissent et infectent les lésions. Le syndrome infectieux souvent présent lors de ces brûlures négligées vues tardivement au CGB explique la survenue de décès chez des patients porteurs de brûlures peu étendues, comme le montrent la SCB moyenne et sa valeur extrême inférieure chez les patients décédés.

## ► Conclusion

La brûlure est un problème de santé publique, qui fait partie des traumatismes involontaires selon l'Organisation Mondiale de la Santé. Des campagnes de prévention d'envergure nationale ciblée sur les populations les plus exposées devrait être initiée en Côte d'Ivoire, d'une part dans le cadre des activités domestiques pour protéger essentiellement les enfants et, d'autre part dans le cadre des activités professionnelles pour protéger les travailleurs des entreprises à haut risque. Ces mesures devraient permettre de réduire la fréquence des brûlures dont la prise en charge au CGB d'Abidjan pose de sérieux problèmes au niveau du fonctionnement et du rendement qui est loin d'être optimal comme en témoignent les résultats de notre étude. Par ailleurs, le taux de mortalité et les problèmes de réinsertion sociale des grands brûlés liés aux séquelles pourraient être considérablement améliorés par une prise en charge multidisciplinaire (chirurgie, rééducation fonctionnelle, psychothérapie).

*Les auteurs de cet article déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt (ni financier, ni en nature, ni en service) entre eux et une organisation commerciale qui peut être liée directement ou indirectement avec leur présentation.*



## Bibliographie

1. Ghuliani KK, Tyagi NK, Narang R et al. An epidermological determinant study of burn injury. *Ind J Public Health* 1988; 32: 24-30.
2. Gupta M, Gupta OK, Yaduwawshi RK et al. Burn epidemiology: the pink city scene. *Burns* 1993; 19: 47-51.
3. Perro G, Bourdarias B, Cutillas M et al. Analyse épidémiologique de 2000 brûlés hospitalisés à Bordeaux entre 1987 et 1994. *Ann. Burns and Fire Diseases* 1996; 9 (3): 131-8.
4. Messaadi A, Bousselmi K, Khorbi A et al. Etude prospective de l'épidémiologie des brûlures de l'enfant en Tunisie. *Ann. Burns and Fire Diseases* 2004; 17(4) : 173-7.
5. Latarjet J. Simple guides: a project of the international society for burn injuries in collaboration with the world health organization. *Burns* 1995; 21: 215-36.
6. Beyiha G, Binam F, Batamack JF. Traitement et pronostic de la brûlure grave au centre des grands brûlés de Douala, Cameroun. *Ann. Burns and Fire Diseases* 2000; 13 (3):131-5.
7. Chatot-Henry D., Marie-Nelly A., Corvo C., Olive P., Drault J.N., Joachim-Arnaud-Rieux D. et Coll. Enquête épidémiologique rétrospective en vue d'une campagne de prévention. *Brûlure*, 2000 ; 1(3) :167-170.
8. Boukind EA, Chafiki N, Bahechar N et al. Profil épidémiologique et éléments de prévention : à propos de 1499 patients hospitalisés à l'unité des brûlés de Casablanca-Maroc. *Ann. Medit. Burns Club* 1994; 7: 57-65.
9. Larouz S., Fortin J.L., Courtier F. Epidémiologie du centre de brûlés de Meknès. *Brûlures*, 2005 ; 6(1) :39-4.
10. Doui Doumga A., Gaudeville A., Dieme C., Ngarhio L., Nebanga V., Ngembbi E. et Coll. Les brûlés à l'hôpital de l'amitié de Bangui (République Centrafricaine). A propos de 785 cas. *Brûlures*, 2007; 8(2) :141-144.
11. Subrahmanyam M. Epidemiology of burns in a district hospital Western India. *Burns* 1996; 22: 436-42.

12. Mzezewa S, Jonsson K, Aberig M et al. A Prospective study on the epidemiology of burns in patients admitted to the Harare burn unit. *Burns* 1999; 25: 499-504.

13. Ahouangbevi A, James K, Ayite A. Epidémiologie des brûlures de l'enfant en milieu togolais. *Ann. Medit. Burns Club* 1992; 5 : 1.

## Summary

### Epidemiological assessment of a treatment center of burns : about 5201 cases.

**Objective :** Analyze the epidemiological tendencies of burns at the centre of burn of Abidjan.

**Materials and methods :** Retrospective study analytical all patients of all ages and sexes, consultant for a burn from 1998 to 2010.

**Results :** Over 13 years, 5201 patients were identified. The average age was 20.14 years including 52.97% of children. The sex ratio was of 1.16/1. Domestic accidents accounted for 97.45% of the cases. The burns were thermal in the majority of cases. The average time of support at the first consultation was 3.38 days. 76.18% of the patients were followed in ambulatory. 23.82% of victims hospitalized including 62.60% of children. The average of the body skin area burn was 13.76% of total the body surface area. The evaluation of the depth of burns pointed out a mosaic of lesions with, essentially superficial wounds. 63.35% of patients had a favorable issue even when, 27.86% were notified as "reported missing". The mortality was 8.79%.

**Conclusion :** The socio-economic impact of burns could decrease through awareness preventive campaigns for the populations and with a more efficient management for burnt peoples in our unit.

**Keywords :** Burn, evolution, frequency, inciting agent.

## BULLETIN D'ABONNEMENT • Revue « Brûlures »

### Tarif Abonnement

Je désire m'abonner à la revue « Brûlures »

#### Non-membres de la SFETB :

- 1 an/4 numéros : 50 euros
- 2 ans/8 numéros : 100 euros



#### Membres de la SFETB :

↳ Abonnement compris dans la cotisation.

Bulletin à renvoyer accompagné du règlement à l'ordre de la SFETB à :  
**Techni Média Services - Revue Brûlures**  
BP 225 - 85602 Montaigu Cedex

Nom : .....  
Prénom : .....  
Adresse : .....  
.....  
CP : ..... Ville : .....  
Pays : .....  
Tél. : .....  
Fax : .....  
E-mail : .....  
Date : ..... / ..... / 20 ..... Signature :

# Brûlures : recueil de données épidémiologiques. Nouvelles perspectives en France.



J. LATARJET, F. RAVAT

Service des brûlés, Centre hospitalier Saint-Joseph et Saint-Luc - Lyon (69)

## Résumé

Les chiffres qui reviennent inlassablement illustrer le chapitre de l'épidémiologie des brûlures sont généralement fantaisistes, en tout cas résultant d'approximations très anciennes. Une utilisation récente du système PMSI incluant le recueil systématiques et continu des causes et circonstances des brûlures autorise une approche beaucoup plus précise pour les cas hospitalisés (8825 en 2009) qui devrait permettre des actions de prévention plus ciblées et plus efficaces.

## ► Introduction

La prévention et l'épidémiologie de la brûlure sont indissociables : la prévention des traumatismes, définie comme « toute action visant à la diminution du nombre d'événements sanitaires prévisibles » suppose que les causes et les circonstances de survenue de ces événements soient connues et que les efforts entrepris pour les éradiquer puissent être évalués, toutes choses impossibles sans une bonne épidémiologie.

Les données nécessaires que l'on doit s'efforcer de recueillir de façon continue (en anglais : « surveillance ») à des fins de prévention sont très clairement définies (en six catégories) par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) [1] :

- 1) Démographie (âge, sexe, profession, conditions sociales, etc.),
- 2) Diagnostic du traumatisme,
- 3) Activité au moment de l'accident,
- 4) Lieu de l'accident,
- 5) Mécanisme du traumatisme,
- 6) Notion de violence.

Comme pour la plupart des traumatismes, l'épidémiologie de l'événement sanitaire « Brûlure » a longtemps été complètement négligée par les médecins de santé publique et peu considérée par les spécialistes de la brûlure. Il n'existe donc que peu de données vérifiées à côté de beaucoup d'approximations et d'idées reçues.

## ► 1. Brûlures ayant fait l'objet de soins médicaux (hospitalisés ou non)

### a) Incidence

Les chiffres qui sont invariablement cités dans les revues générales sur la brûlure sont très anciens (plus de 20 ans) et proviennent d'études réalisées dans les pays scandinaves (Danemark et Hollande) [2,3], les seules qui n'aient jamais été faites à l'échelle d'une population ou d'une communauté. Faute de mieux, on retiendra le chiffre d'incidence de 280 pour 100 000 habitants et par an, soit environ 150 000 cas pour la France.

### b) Caractéristiques

L'Institut de Veille Sanitaire du ministère de la santé (InVS) constitue la seule source de données validées en France. Le système EPAC (Enquête Permanente des Accidents de la vie Courante) recueille en permanence des renseignements épidémiologiques pour les accidents de la vie courante se présentant dans les services d'urgence d'un certain nombre d'hôpitaux représentatifs. Parmi 3739 cas de brûlure enregistrés entre 1999 et 2001 [4], on retiendra (figures 1, 2, 3 et 4) :

- la surreprésentation des enfants de 0 à 5 ans (25% des cas),
- la prédominance des brûlures par liquides chaud (49%).

L'EPAC a l'inconvénient de n'être qu'un système d'échantillonnage qui ne permet pas de calcul d'incidence, mais son codage permet d'aller très loin dans la recherche des causes et circonstances des brûlures ; il a par exemple permis de dépister l'importance des brûlures par eau chaude sanitaire : 20% des brûlures du petit enfant, chiffre qui a permis de faire avancer la législation dans ce domaine (arrêté du 30/11/2005 réglementant la température de l'eau chaude sanitaire (< 50°C) dans les habitations).

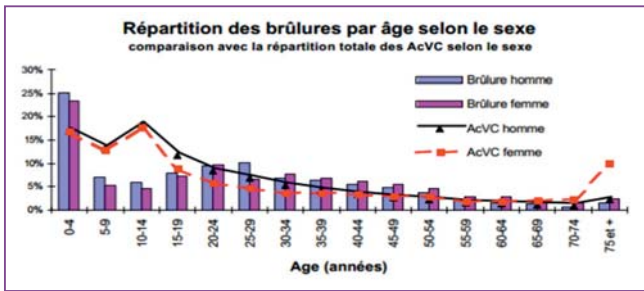


Figure 1 : EPAC 2001 [4]

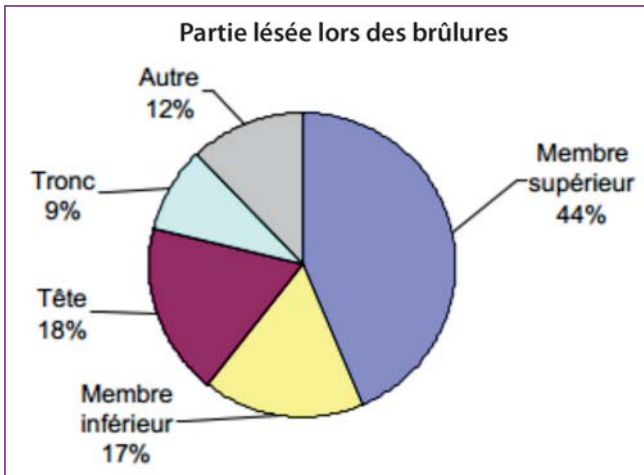


Figure 2 : EPAC 2001 [4]

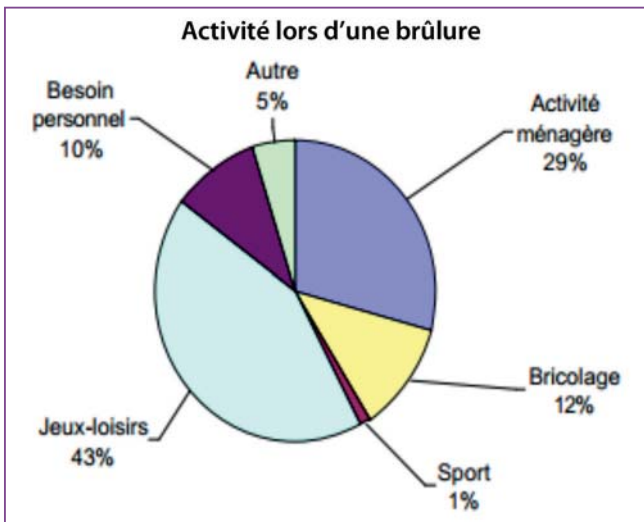


Figure 3 : EPAC 2001 [4]

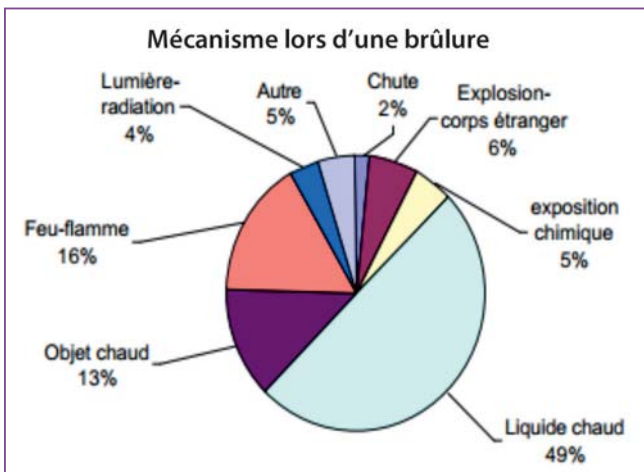


Figure 4 : EPAC 2001 [4]

## 2. Brûlures par accidents du travail

Elles sont parfaitement répertoriées par la CNAM (Caisse Nationale d'Assurance Maladie ; Direction des Risques Professionnels) [5]. En 2009, elle relevait parmi 651.453 accidents avec arrêt de travail, 10.696 cas de brûlures (soit 1,64%) dont 396 cas ayant entraîné une incapacité permanente et 3 décès.

## 3. Décès par incendies (avant hospitalisation)

Depuis 2006 (seulement...), on en connaît enfin le nombre grâce aux efforts de la Direction de la Défense et de la Sécurité Civile du ministère de l'intérieur [6] : en 2006, 469 dont 295 dans des feux d'habitation. Ces statistiques ne donnent pas l'âge des victimes, mais au Royaume-Uni, on sait que pour les incendies de maison, 50% sont des enfants et que 50% des incendies mortels sont dus à la cigarette [7].

## 4. Brûlures ayant fait l'objet d'une hospitalisation

L'exploitation récente des données recueillies chez 100% des brûlés hospitalisés (privé et public) par le PMSI (Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information), entreprise par l'Institut de veille sanitaire et la SFETB (Société Française d'Etudes et de Traitement des Brûlures, commission « Épidémiologie-prévention ») permet d'obtenir pratiquement en temps réel depuis 2003 (d'une année sur l'autre) des statistiques très détaillées sur les données démographiques et diagnostiques de patients brûlés hospitalisés (items 1 et 2 de l'OMS - cf. Introduction)

Les résultats pour 2009 sont les suivants [8] :

### a) Incidence globale (figure 5)

Elle est de 14,1/100 000 hab/an, soit 8825 cas (en 1986, B. Sorensen avait donné pour le Danemark le chiffre de ... 14 [1]).

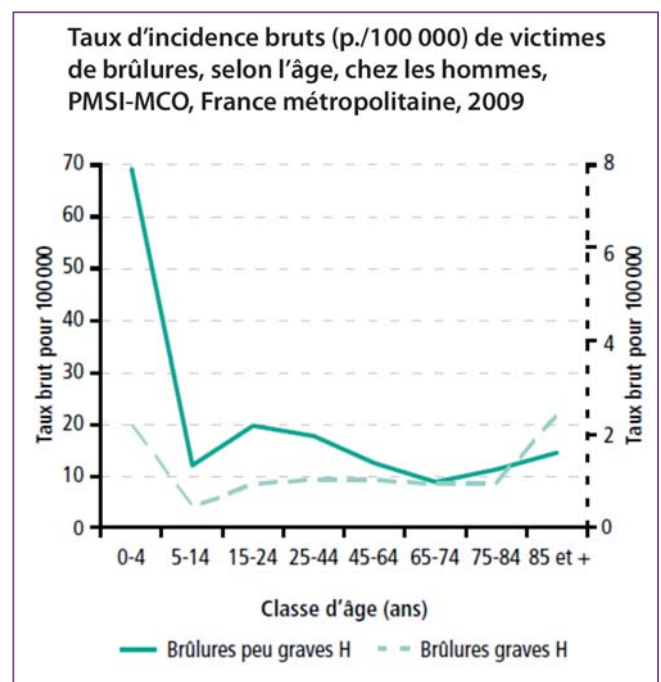


Figure 5 [8]





## b) Population à risque

Cette incidence est de 60 pour les enfants de moins de 5 ans qui représentent 25% des patients hospitalisés (figure 6), la tranche d'âge de 1 à 2 ans étant la plus menacée (figure 7).

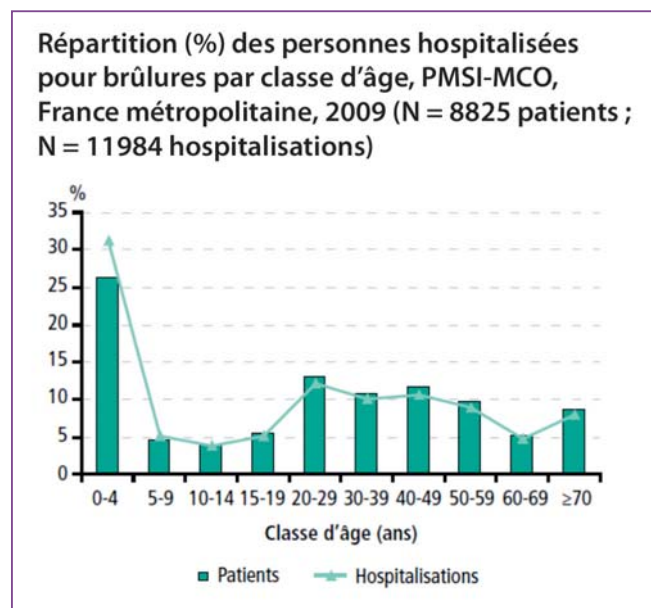


Figure 6 [8]

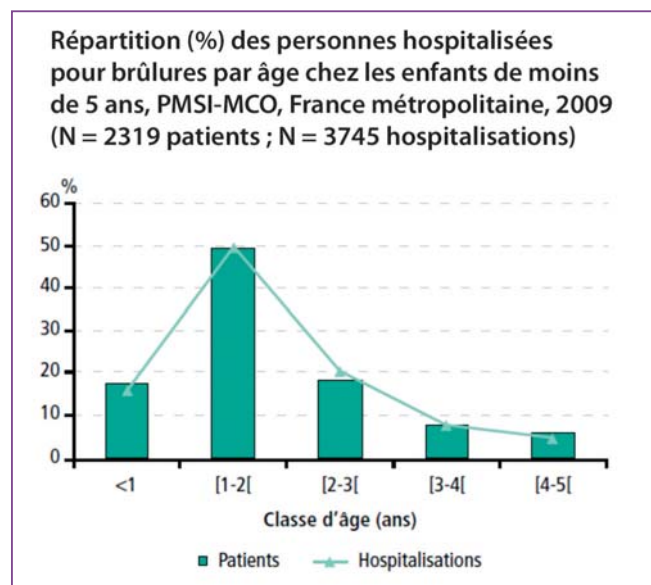


Figure 7 [8]

## c) Gravité

Les brûlures « graves » ont été définies comme suit par la SFETB et l'InVS : Surface brûlée > 20% avant 5 ans, > 30% après 5 ans, et/ou atteinte des voies respiratoires. On en dénombre 470 sur 8825 avec un âge moyen de 38,8 ans. Elles sont plus rares chez les enfants (figure 8).

## d) Localisation

L'extrémité céphalique (18%) et les mains (20%) sont plus souvent atteintes que les pieds (13%) ou le tronc (13%).

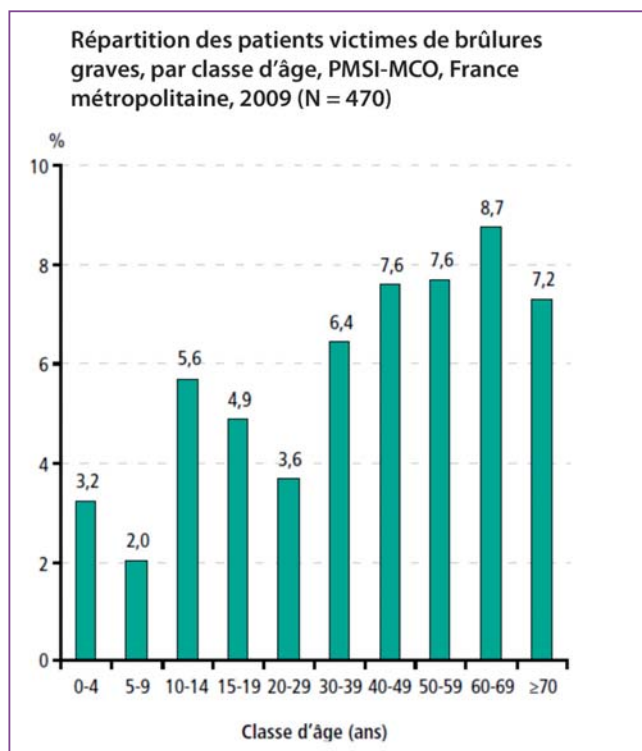


Figure 8 [8]

## e) Mortalité hospitalière

208 décès (2,5%), 121 hommes et 87 femmes, les 2/3 ont plus de 50 ans. On dénombre 7 enfants de moins de 14 ans et 2 enfants de moins de 5 ans.

**f) Les causes et circonstances de ces lésions** (activité, lieu, mécanisme, notion de violence) dont la connaissance est essentielle pour la prévention (items 3, 4, 5 et 6 de l'OMS) restaient paradoxalement mal ou pas inventoriées. Grâce au PMSI, on pouvait par exemple dénombrer avec une grande précision les brûlures de la main de l'enfant hospitalisé de 1 à 2 ans par exemple, et même détailler leur traitement, leur devenir et leur coût, sans être en mesure d'en décrire les circonstances et la cause.

La SFETB, l'InVS et l'ATIH (Agence Technique de l'Information de l'Hospitalisation) qui gère le système PMSI, se sont réunis pour mettre en place le recueil systématique et continu de ces données manquantes (activité, lieu, mécanisme, intentionnalité) dans les Résumés d'Unité Médicale pour tous les brûlés hospitalisés (non seulement dans les centres de brûlés mais aussi dans tous les autres établissements publics ou privés). (Le PMSI avait été à l'origine conçu pour ce type de mission... oubliée au profit des objectifs de gestion). Le système de codage retenu est celui de l'OMS déjà inclus dans le système (ICD-10). Le recueil de ces nouvelles données épidémiologiques a commencé en avril 2011 ; tous les logiciels des Département d'Information médicale (DIM) ne sont pas encore à même de les accueillir en totalité (5 caractères supplémentaires) mais sont en cours de mise à niveau ; l'exhaustivité des données dépendra du soin apporté par les collecteurs (actuellement, essentiellement les médecins de centre de brûlés) et de leur motivation, aucune obligation n'étant pour l'instant imposée.

En attendant, nous disposons des données accumulées de leur propre initiative et avec leurs propres systèmes depuis de nombreuses années par quelques centres de brûlés comme celui de Cochin à Paris (figures 9 et 10) [9].

Elles montrent des profils assez identiques avec :

- pour les circonstances de survenue :
  - 60 à 70% d'accidents domestiques,
  - 15 à 20% d'accidents du travail,
  - 3 à 5% de suicides,
  - 1 à 2% d'accidents de circulation.
- pour le mécanisme :
  - 30 à 50 % de lésions par flamme,
  - 30 à 50% par liquides chauds,
  - 2 à 5% par d'autres mécanismes (chimique, électrique, radiations).

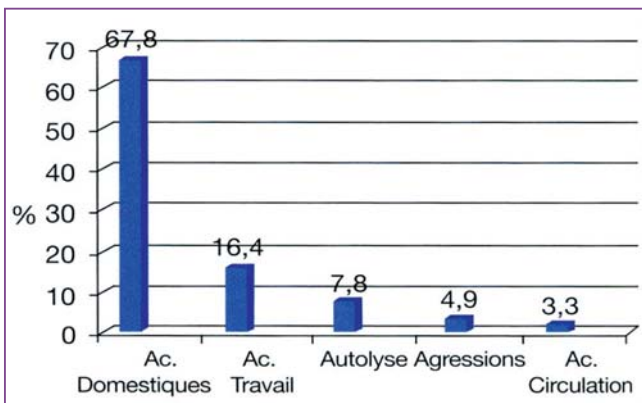


Figure 9 : Hôpital Cochin 1992-2007 2387 patients [9].

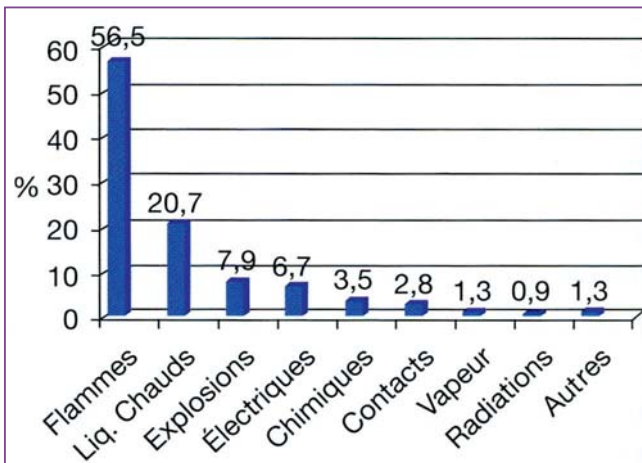


Figure 10 : Hôpital Cochin 1992- 2007 2387 patients [9].

Comme nous l'avons vu plus haut, tout porte à croire que le nombre des brûlés dont l'état nécessite une hospitalisation est resté stationnaire depuis 20 ans.

Nous avons également vu que les enfants restaient particulièrement menacés.

La prévention des brûlures peut certainement encore énormément progresser.

Les actions de prévention les plus abouties reposent sur l'amélioration de la sécurité de l'environnement par la réglementation ; elles ne peuvent aboutir que grâce à une bonne connaissance de l'épidémiologie qui permet de fournir au

législateur des chiffres qui le convaincront de la réalité du problème sanitaire.

Cela a été le cas pour la sécurisation des prises électriques, la législation sur les détecteurs de fumées dans les habitations ou la limitation de la température de l'eau chaude sanitaire. Une meilleure connaissance des causes et des mécanismes de brûlure telle qu'elle est actuellement mise en place dans les établissements hospitaliers devrait réaliser le préalable indispensable à la réalisation d'autres actions de prévention rapidement efficaces d'un traumatisme très mutilant visant des populations particulièrement jeunes.

*Les auteurs de cet article déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt (ni financier, ni en nature, ni en service) entre eux et une organisation commerciale qui peut être liée directement ou indirectement avec leur présentation.*

## Bibliographie

1. Y. Holder. *Lignes directrices pour la surveillance des traumatismes. Violence and Injury Prevention Department. Publications de l'O.M.S. Genève. C.H.*
2. Lyngdorff P. Sorensen B. Thomsen M. *The total number of burn injuries in a Scandinavian population Prospective analysis. Burns, 12,491-493,1986*
3. Van Rijn O.J.L. *The aetiology of burns in developed countries. Burns, 15,217-221,1989.*
4. E.P.A.C. *Brulures. 1999,2000,2001. CT03D314. Institut de veille sanitaire. Ministère de la santé.*
5. C.N.A.M. *Direction des Risques Professionnels. Statistiques par CTN.*
6. *Direction de la Défense et de la Sécurité Civile. Statistiques des services d'incendie et de secours. Edition 2006.*
7. Leistikov B.N. Martin D.C. Milano C.E. *Fire injuries, disasters and costs from cigarettees and cigarette lights : a global overview. Prev Med 2000 (2 Pt 1):91-9.*
8. A. Rigou, B. Thelot. *Hospitalisations pour brûlures à partir des données du Programme de Médicalisation des systèmes d'Information, France Métropolitaine, 2009. Synthèse. Saint Maurice. Institut de veille sanitaire, 2011, 8p. <http://www.invs.sante.fr>*
9. D. Wassermann, M. Benyamina, C. Vinsonneau, in "Les brûlures" p.13-20. C. Echinard, J. Latarjet. Masson ed. 2010

## Summary

### **Burn data collection. New prospects in France.**

*The figures which timelessly illustrate the chapter of Burn epidemiology are often fanciful, and any how very obsolete. The recent utilisation of the French hospital registry system (PMSI) including the systematic continuous collection of the causes and circumstances of burns allows a precise approach for hospitalized cases (8825 in 2009 which brings much hope for more targeted and efficient prevention.*

# Utilisation et surveillance du Fluconazole chez le brûlé.

L. CHEDIK, L. BARGUES, T. LECLERC

Hôpital d'Instruction des Armées Percy, Centre de Traitement des Brûlés  
Clamart (92)

## Résumé

Le risque d'infection fongique chez les brûlés conduit de plus en plus à l'utilisation de médicaments antifongiques. Le Fluconazole semble de plus en plus utilisé chez les brûlés. Sa pharmacologie est détaillée.

Comme les autres antifongiques, il existe une toxicité hépatique potentielle qui ne peut être ignorée, mais qui est moindre que celle des autres antifongiques.

Toutefois, chez le brûlé, les variations pharmaco-cinétiques inhérentes à son état conduit souvent à augmenter les doses pour atteindre une concentration plasmatique satisfaisante mais sans danger particulier.

## ► Introduction

Le Fluconazole est un anti-infectieux très fréquemment employé et particulièrement utilisé dans les infections fongiques des patients brûlés. Dans les infections cutanées profondes et les fongémies, il est souvent utilisé à forte dose malgré sa potentielle toxicité hépatique.

## ► 1. Pharmacologie

Le Fluconazole est un triazolé actif sur les levures et particulièrement indiqué dans les candidoses.

Il s'agit d'un inhibiteur de la synthèse de l'ergostérol qui agit en inhibant une enzyme du cytochrome P-450 des cellules fongiques, la lanostérol 14- $\alpha$ -déméthylase entraînant une déplétion du stérol normal et une accumulation de 14- $\alpha$ -méthylstérol, menant à une inhibition de la croissance fongique (action fongistatique).

Le Fluconazole présente une très bonne absorption orale (biodisponibilité 90%), une demi-vie d'élimination plasmatique d'environ 30 heures (20 à 50 heures), un volume apparent de distribution proche de celui de l'eau corporelle totale (Vd 0,5 à 0,7 L/kg).

Le Fluconazole est éliminé principalement par les reins et environ 80% de la dose administrée est excrétée dans les urines sous forme inchangée.

Toute altération de la fonction rénale modifie les propriétés pharmacocinétiques du Fluconazole de façon marquée. Il y a une relation inversement proportionnelle entre la demi-vie d'élimination et la clairance de la créatinine.

Comme pour les autres antifongiques azolés, l'efficacité est liée à l'importance du rapport Aire sous la courbe ( $AUC_{0-24}$ ) / Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) [1].

Le Fluconazole a un excellent profil de tolérance, il est cependant potentiellement responsable de troubles digestifs, de toxidermie et d'atteintes hépatites.

## ► 2. Toxicité hépatique

Le foie est la principale cible des effets toxiques du Fluconazole mais le mécanisme de cette toxicité est pour l'instant inconnu.

- Chez l'animal, on a constaté une hausse du poids relatif du foie, l'apparition d'une vacuolisation hépatique et d'une accumulation graisseuse, l'augmentation de la concentration du cytochrome P-450 et la prolifération du réticulum endoplasmique lisse.

- Chez l'homme, dans la population générale, le spectre des réactions hépatiques dû au Fluconazole va de l'élévation légère des enzymes hépatiques à l'hépatite, à la cholestase, à la nécrose hépatocellulaire et à l'insuffisance hépatique aiguë. L'hépatotoxicité du Fluconazole se manifeste le plus souvent par une augmentation des transaminases asymptomatique et généralement réversible à l'arrêt du traitement.

L'atteinte hépatique est typiquement hépatocellulaire et augmente dès les premières semaines de traitement, elle peut être accompagnée d'autres signes cliniques tels que fièvre et rash cutané.

La toxicité hépatique symptomatique due à l'antifongique reste rare. Des cas d'hépatotoxicité grave, y compris mortels, ont été recensés chez des patients traités par des doses répétées de Fluconazole, la plupart du temps chez des patients présentant une pathologie chronique sous-jacente.





Même si l'hypothèse d'une corrélation entre forte concentration plasmatique de Fluconazole et hépatotoxicité a été avancée, il n'a pas été mis en évidence de lien direct entre cette hépatotoxicité et la dose quotidienne totale, la durée du traitement, le sexe ou l'âge du patient.

Sauf exception, la toxicité hépatique du Fluconazole s'est révélée réversible avec l'arrêt du traitement (bien que pouvant nécessiter plusieurs semaines dans les cas sévères).

D'après la méta-analyse de Wang et al., les risques globaux secondaires à un arrêt du traitement pour toxicité des antifongiques étaient supérieurs à 10% pour l'Amphotéricine B et l'Itraconazole, étaient de 9,5% pour le Voriconazole, et n'étaient que de 2,2% pour le Fluconazole. 10% des patients traités par Fluconazole ont présenté une élévation des enzymes hépatiques (19,7% pour le Voriconazole, 18,9% pour l'Itraconazole), mais seulement 0,7% ont nécessité l'arrêt du traitement. Les traitements antifongiques documentés ont, par ailleurs, été associés à un risque plus élevé d'arrêt du traitement dû à des perturbations de la fonction hépatique que les traitements empiriques [2].

Le Fluconazole a un meilleur profil de tolérance hépatique que les autres antifongiques. En accord avec les précédentes études, cette molécule est globalement bien tolérée et peu toxique. Malgré cela, les patients à haut risque d'atteinte hépatique doivent être étroitement suivis pendant le traitement antifongique.

Les directives actuelles sur la prise en charge des candidoses (SPILF 2004, IDSA 2009) recommandent le recours à un suivi thérapeutique pour les traitements par Itraconazole et Voriconazole mais pas pour le Fluconazole [3, 4].

- Dans la population brûlée :

Les patients brûlés sont connus pour présenter des perturbations dans la pharmacocinétique de nombreux médicaments (Vd augmenté, modification de la clairance, demi-vie, liaison aux protéines plasmatiques).

L'étude de Boucher et al. n'a reporté aucune altération significative des paramètres PK de patients brûlés au cours du temps (peu de variations cinétiques intra-individuelles dans le temps) mais des paramètres cinétiques globalement perturbés par rapport à la population générale (variations inter-individuelles significatives) :  $t_{1/2}$  13% plus courte et clairance 30% plus rapide [5].

L'article de Rayatt et al. a mis en évidence les faibles concentrations plasmatiques retrouvées chez les brûlés malgré l'utilisation de dose habituellement efficace dans la population générale, les modifications des concentrations sériques étant la conséquence des paramètres pharmacocinétiques altérés de ce type de patient [6].

La population brûlée doit donc être traitée par de plus fortes doses de Fluconazole que la population générale pour atteindre les mêmes concentrations plasmatiques.

Dans l'étude de Santos et al., une augmentation des posologies a également été nécessaire chez la plupart des patients pour maintenir une efficacité clinique ( $C_{min} > 10\mu\text{g/ml}$ ).

Cette étude souligne à nouveau la grande variabilité des concentrations plasmatiques de Fluconazole chez les brûlés due à des perturbations pharmacocinétiques spécifiques au patient. Une adaptation posologique a été nécessaire pour atteindre la cible plasmatique chez la plupart des patients en raison de l'échec du régime posologique initial [7].

Un suivi thérapeutique pharmacologique des antifongiques est donc préconisé par l'auteur pour ce type de patient dans les traitements au long cours, pour maintenir une efficacité clinique, une grande variabilité des concentrations sériques chez ces patients étant attendue.

## Conclusion

Le Fluconazole est un anti-infectieux efficace, relativement bien toléré et sûr d'utilisation. Il est moins hépatotoxique que les autres antifongiques et n'appelle pas à un suivi thérapeutique particulier dans la population générale en dehors de la surveillance des enzymes hépatiques.

Toutefois, les particularités pharmacocinétiques des patients grands brûlés doivent conduire à l'administration de doses plus élevées que dans le reste de la population, voire d'une adaptation posologique individuelle après dosages plasmatiques pour assurer une efficacité pharmacologique.

---

*Les auteurs de cet article déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt (ni financier, ni en nature, ni en service) entre eux et une organisation commerciale qui peut être liée directement ou indirectement avec leur présentation.*

## Bibliographie

1. Andes D. *In vivo pharmacodynamics of antifungal drugs in treatment of candidiasis. Antimicrobial agents and chemotherapy; 2003;47(4): 1179-1186*
2. Wang JL. *Systematic review and meta-analysis of the tolerability and hepatotoxicity of antifungals in empirical and definitive therapy for invasive fungal infection. Antimicrobial agents and chemotherapy; 2010; 54(6): 2409-2419*
3. *Conférence de consensus SFAR SPILF SRLF sur la prise en charge des candidoses et aspergilloses invasives de l'adulte (2004)*
4. *Clinical Practice Guidelines for the Management of Candidiasis: 2009 Update by the Infectious Diseases Society of America (IDSA).*
5. Boucher AB. *Fluconazole Pharmacokinetics in burn patients. Antimicrobial agents and Chemotherapy 1998; 42(4) : 930-933*
6. Rayatt S. *Fluconazole use in burns patients. Burns; 2000; 26: 109-110*
7. Santos SR. *Fluconazole plasma concentration measurement by liquid chromatography for drug monitoring of burn patients. Clinics; 2010; 65(2): 237-43*

## Summary

*Burn patient is exposed to fungal infection. Treatment by Fluconazole seems used frequently. Pharmacokinetics aspects are exposed and, particularly, the hepatotoxicity is studied. Nevertheless, this possible risk is less frequent than with others antifungal managements. Because the variability of pharmacokinetic in burn patient, larger doses of Fluconazole are needed without more apparent risk.*



## Notes de lecture réunies et commentées par Ronan Le Floch.

◆ **Sun FJ et coll. : Pathogènes et résistances chez les patients brûlés.**

Revue de Chongqing (Sichuan, centre de la Chine méridionale) ayant relevé les microbes (bactéries et fungi) responsables d'infections chez des patients brûlés entre janvier 2003 et décembre 2010, analysés en deux sous-groupes de 4 ans chacun. L'incidence moyenne est de 10,9 infections/patients, et passe de 10,8 à 12,8 sur les deux périodes. Le protocole de service prévoit une antibiothérapie C3G ou CAZ ou FEP dans la première semaine chez les patients brûlés entre 30 et 69% et carbapénème + VAN sur la même période pour ceux > 70%. Les patients ayant des brûlures du 2<sup>e</sup> degré ont des pansements à la povidone. Après excision, les pansements sont arrosés de mupirocine. 36% des infections sont cutanées, 25% des pneumopathies, 16% des septicémies, 6% des infections urinaires. *P. aeruginosa* représente 23% des bactéries. Les résistances aux ATB habituels sont > 70% sauf pour CIP (50%). *S. aureus* vient ensuite, avec > 90% SARM. *Acinetobacter* passe de 5 à 11% sur les deux périodes, avec une résistance aux carbapénèmes de 87%. Tous les *E. coli* sont AMX R et 65% sont CAZ R sur la deuxième période (25% sur la première). Les auteurs pensent que l'utilisation d'une antibioprofylaxie à large spectre peut être en relation avec les résistances observées. Dans leur conclusion, ils attestent avoir arrêté l'antibioprofylaxie depuis 2010.

*NDRLF : Très bel exemple de ce qu'il ne faut pas faire. J'espère que les auteurs publieront l'écologie après arrêt de l'antibiothérapie initiale systématique.*

*Burns 2012, 38 (8) Décembre 2012 – page 1124-1130*

◆ **Rigo C et coll. Caractérisation et évaluation de la libération d'argent par 4 pansements utilisés chez les brûlés.**

Collaboration Venise/Padoue. Étude expérimentale de la cinétique d'apparition d'Ag soluble dans trois milieux (eau, NaCl 0,9%, substitut de sérum) avec 4 pansements (Acticoat Flex 3<sup>®</sup>-ACC-; Mèpilex Ag<sup>®</sup>-MEP-; Actisorb Ag 220<sup>®</sup> ACS; Aquacel Ag<sup>®</sup>-AQU). Mesures toute la durée « de vie » du pansement préconisée par le fabricant (AAC 3 j, MEP et ACS 7 j, AQU 14 j). La libération d'Ag dans NaCl est faible, la plus forte libération (7 à 20%) ayant lieu dans le « sérum ». En présence de Cl<sup>-</sup>, Ag forme AgCl<sub>2</sub> insoluble pouvant bloquer la libération d'Ag<sup>2+</sup> actif, en particulier avec ACC (les auteurs rappellent qu'il ne faut pas imbiber ces pansements de NaCl). Des concentrations inhibant la croissance des principales bactéries et levures observées au niveau des brûlures sont atteintes en 24 heures. Mis à part avec MEP qui libère presque tout son Ag en quelques heures, il reste au moins 80% d'Ag (qui continue à être libéré) dans le pansement à la fin de l'utilisation préconisée, ce qui amène les auteurs à considérer que, sauf évolution locale défavorable, on pourrait laisser AQU, ACC et ACS plus longtemps que préconisé.

*NDRLF : Belle étude, un peu complexe à appréhender toutefois.*

*Burns 2012, 38 (8) Décembre 2012 – page 1131-1142*

◆ **Ji SZ et coll. Prise en charge des brûlures avant l'hôpital à Shanghai : Analyse de 1868 patients.**

Arguant du fait que, dans les pays en développement, la prévention secondaire est plus simple, plus rapide et moins onéreuse à développer que la primaire, l'équipe de Shanghai a remis un questionnaire la concernant à 1868 patients ayant consulté pour brûlure entre novembre 2009 et décembre 2010. Il en ressort que si 93% patients s'isolent de l'agent vulnérant, seuls 34% ont refroidi la brûlure. La majorité (53%) ne réalise pas de traitement local. Lorsqu'il est réalisé, il est adapté (compresses stériles, topiques spécifiques) dans 38% des cas. Lorsqu'il ne l'est pas, il consiste en diverses applications locales (parmi lesquelles la sauce soja), l'utilisation d'antiseptiques locaux voire d'antibiotiques par voie générale. Si les patients ont reçu une information, les brûlures sont moins profondes. L'éducation passe surtout par Internet et le lieu de travail.

*NDRLF : ÉNORME biais : Quid des patients qui ne vont pas à l'hôpital, combien sont-ils ? Que font-ils ? Sont-ils « éduqués » ? Les auteurs s'appuient sur des valeurs, certes significatives statistiquement mais proches numériquement, pour conclure à la relation entre premier gestes et profondeur. Enfin, se soustraire à l'agent vulnérant relève de la survie plus que de l'éducation. Cependant, l'idée de l'étude est intéressante.*

*Burns 2012, 38 (8) Décembre 2012*

◆ **Dennis C et coll. Facteurs de risque d'hypotension en cas d'intubation urgente chez les brûlés.**

Arguant du fait que le propofol entraîne des hypotensions (hTA) à l'induction chez des patients de réanimation, l'équipe de Fort Sam a revu les données de 279 patients ayant du être intubés en urgence dans leur service. Le geste était réalisé sous hypnotique +/- curare, le fentanyl n'étant pas toujours utilisé. Les agents d'induction était propofol (le plus souvent), la kétamine ou l'étomidate. Une hTA (retenue si elle avait nécessité un remplissage, l'introduction ou l'augmentation d'amines) a été observée dans 42% des cas. En cas de suspicion de sepsis (retenu s'il y avait une introduction d'antibiothérapie ou une bactériologie positive 24 heures avant ou après l'intubation), cette hTA survenait dans 49% des cas (30% hors sepsis). En analyse multivariée, seules la suspicion de sepsis et l'augmentation de surface brûlée sont des facteurs à risque d'hTA. Le type d'agent hypnotique, lui, ne sort pas.

*NDRLF : Étude n'ayant peut-être pas, pour les puristes, une grande valeur scientifique mais qui permet de revenir sur certaines idées reçues (l'étomidate et la kétamine ne font pas chuter la tension par exemple).*

*Burns 2012, 38 (8) Décembre 2012 – page 1181-1185*

◆ **Warner R et coll. Courbe de refroidissement des liquides usuels.**

Expérience menée dans la cuisine d'un des auteurs, mesurant la vitesse de décroissance des liquides « usuels » (café – instantané ou non +/- lait +/- sucre, thé « classique », thé

« indien » – additionné de lait et bouilli, lait versé dans une tasse ou une thermos, deux recettes de curry, huile de tournesol, boissons chaudes du commerce transportées dans des récipients en carton, bouilloire). Les durées pour atteindre 70°C (brûlure profonde quasi instantanée), 60°C (on a le temps de refroidir avant la brûlure profonde) et 53°C (brûlure profonde peu probable) sont notés. Dans une tasse, ces temps sont respectivement de 4 (café) à 8 min (lait) ; 12 à 19 min et 21 à 27 min. Dans une casserole, ils varient entre 5 (eau) et 23 min (curry Tikka Massala) ; 10 et 34 min, 15 et 46 min. L'huile met 40 min à atteindre 70°C (à partir de 300°C) et 53 min pour être peu vulnérante. Les boissons en gobelets carton mettent de 18 à 54 min pour descendre à 53°C. Ce temps augmente à presque 2 h (107 min) quand les liquides préparés à domicile sont conservés dans une thermos, et il faut plus de 2 h (130 min) pour que l'eau de la bouilloire atteigne 53°C. Dans leur discussion, les auteurs mettent en avant que la loi anglaise limite la température de préparation des boissons en gobelet carton et qu'un interrogatoire bien conduit peut permettre de conjecturer sur la profondeur d'une brûlure par ébullition.

*NDRLF : Là aussi, peut-être pas de la grande science. Étude cependant bien menée, « so British » et peut-être pas si absurde que cela. Sherlock Holmes était bien Anglais.*

*Burns 2012, 38 (8) Décembre 2012 – page 1186-1191*

◆ **Glasser J. et al : Activité des topiques antimicrobiens sur des bactéries multirésistantes isolées de patients brûlés.**

L'équipe du Brookes army medical center a évalué, par techniques de diffusion en gélose et microdilution, les CMI de mupirocine (MUP), nitrate d'argent (AgN), sulfadiazine argentique (SAG), mafénide (MAF), du miel médical (MM) et de l'association bacitracine/polymyxine B/néomycine (BPN) sur différentes BMR de leur service (A. baumannii, P. aeruginosa, K. pneumoniae BLSE, SARM), isolées de prélèvements cliniques. Sur SARM, MUP est régulièrement efficace avec des CMI de 1 à 2 µg/ml, BPN a une résistance/contact, les autres donnent des résultats variant entre sensibilité et résistance, MM donnant des résultats médians. Avec les BGN, on retrouve la résistance/contact de BPN, ainsi qu'avec MUP sur PA et Acinetobacter (elle reste très efficace sur KP). MM et Ag donnent des zones médianes, le plus efficace in vitro étant MAF. Les auteurs concluent que les dérivés argentiques restent de bons agents de prévention d'infection de brûlure. En cas d'infection cutanée, en particulier à BMR posant des problèmes d'antibiothérapie par voie générale, MUP est le

meilleur topique contre SARM, MAF contre les BGN. MM a un spectre plus large mais une efficacité in vitro moyenne et il mériterait d'être évalué in vivo.

*NDRLF : Très belle étude aussi bien dans sa conception, sa réalisation que sa publication.*

*Burns 2010, 36 (8) Décembre 2010 – page 1172-1184*

◆ **Pellat R et al : Le prix d'une brûlure grave de l'enfant.**

Restons chez sa très gracieuse majesté pour aller à Bristol. Les auteurs ont relevé le coût réel de l'hospitalisation initiale de 3 enfants brûlés sur 30-40% SCT parmi les 20 hospitalisés en 3 ans. Ont été pris en compte les consommables, les temps de bloc opératoire et de service au profit du patient, les médicaments et fluides, les pansements, les procédures invasives, les services généraux et les examens complémentaires. Kinésithérapie, réalisation d'attelles, psychothérapie, non ou mal tracées, ont été évaluées ou non comptabilisées. Le coût moyen, qui est un minimum a été de 63 157 £ (environ 74 000 €) pour des durées de séjour de 26, 32 et 42 jours, variant cependant 55 000 à 74 000 £ alors qu'aucun enfant n'a été hospitalisé en réanimation pédiatrique (tarif 21 000 £/j). Le financement public pour brûlure profonde > 19% avec greffes est de 17 797 £ (29 720 €). Aucun « coût dérivé » (arrêt de travail des parents, transport de ceux-ci, coût pré-hospitalier) n'a non plus été évalué.

*NDRLF : Quelques biais, relevés par les auteurs, mais édifiant. Un CTB reçoit trois fois moins qu'il ne dépense, pour cette catégorie bien spécifique de patients. Quel est le ratio en France ?*

*Burns 2010, 36 (8) Décembre 2010 – page 1208-1214*

◆ **Loghmani et al. Phosphorémie chez les brûlés.**

L'équipe d'Ispahan a étudié les phosphorémies à J3, J5 et J9 de 155 patients brûlés sur plus de 20% SCT hospitalisés entre décembre 2007 et mai 2008, recevant 1 500 mg/j de phosphore dans l'alimentation. Ils ont été étudiés en trois groupes : A (n=62) ; SB 20 à 29%, B (n=48) ; SB 30 à 39%, C (n=45) ; SB ≥ 40%. Les phosphorémies étaient normales à J3 chez A et B, basses dans le groupe C. Elles augmentaient à J6 et J9 chez A et B et continuaient à baisser chez C. Les auteurs concluent qu'une surveillance des phosphorémies et une supplémentation sont nécessaires chez les brûlés étendus.

*NDRLF : Surveillance à prolonger car le phosphore baisse volontiers quand les patients se mettent à anaboliser.*

*Burns 2010, 36 (7) Novembre 2010 – page 1112-1115*

Retrouvez également la revue

**Brûlures**

Revue Française de Brûlologie

sur notre site internet [www.brulure.org](http://www.brulure.org)