

LES SPRAYS AU PIMENT

Un nouvel agent incapacitant

P. BURNAT, I. ABDOULAYE, Y. EL JAHIRI, C. BIGAILLON, C. GARCIA, F. CEPPA

RÉSUMÉ

De nombreuses substances dénommées gaz lacrymogènes, agent de maintien de l'ordre ou agents incapacitants physiques ont été utilisées à travers l'histoire durant les conflits armés, les violences personnelles et l'arrestation de civils. Le plus récent de ces agents, un produit naturel, l'oléorésine du capsicum ou spray au piment a été proposé comme une alternative aux agents chimiques classiques pour leur utilisation par les armées et la police. Ils sont disponibles pour le public. Ils provoquent la fermeture involontaire des yeux, une limitation de la respiration et la perte du contrôle moteur. Si les effets, en majorité, sont rapides et relativement légers, des cas d'abrasion de la cornée ont été décrits et les effets au niveau respiratoire ne sont pas éclaircis.

Mots-clés : Arme non létale. Capsaïcine. Incapacitant. Oléorésine du capsicum (OC). Piment.

ABSTRACT

THE PEPPER SPRAYS: A NEW INCAPACITANT AGENT

A variety of substances named tear gases, riot control agent or incapacitating agent have been used over the years to temporarily incapacitate victims in war, interpersonal violence and civil arrest. The most recent agent is a natural product, extracted from pepper, the oleoresin capsicum (OC) or pepper spray. This pepper spray has been suggested as a possible alternative chemical incapacitant for use by army or police forces. It induces involuntary closure of the eyes, shortness of breath and loss of body motor control. If most of its effects are short-lived and relatively safe, many cases of corneal erosions were described and the effects on respiratory functions are unclear.

Keywords: Incapacitant. Non-lethal weapon. Pepper. OC. Capsaicin.

(Médecine et Armées, 2007, 35, 4, xx-xx)

I. INTRODUCTION.

Les agents incapacitants physiques et notamment les lacrymogènes sont très largement utilisés par les forces de police et de maintien de l'ordre du monde entier. Les incapacitants physiques les plus employés actuellement sont des lacrymogènes avec le 2-chlorobenzylidène malonitrile (CS) et le 2 chloroacétophénone (CR) (1). Un autre produit, aux propriétés et structure proches, serait utilisé comme agent irritant et lacrymogène en Russie et en Ukraine, le 4-nonanoylmorpholine, composant avec le CS du Teren-4M. Ces dernières années, sont apparus des sprays composés de produits le plus souvent naturels, des extraits de piments. Ils sont classés parmi les agents incapacitants physiques et dans les armes non létales. Ces nouveaux agents ont été

rapidement adoptés par la police, par différents services de sécurité et certaines armées notamment l'armée américaine mais également dans les pays de l'Europe de l'Est.

Les capsaïcinoïdes et notamment la capsaïcine sont les composants actifs de ces sprays, produits par aérosolisation d'extraits de piment dilués ou *oleoresin capsicum* (OC). Il est aussi apparu sur le marché un capsaïcinoïde synthétique appelé PAVA utilisable sous forme de spray, de poudre et de boules projetables. Cette dernière forme est non seulement utilisable par les forces de police mais également par les militaires dans des opérations de « pacification ». Comme pour les autres incapacitants physiques, l'utilisation de ce produit ne se fait pas sans problème car il est à l'origine d'accidents notamment ophtalmologiques.

Nous nous proposons de décrire ce nouvel agent encore peu utilisé en France mais dont l'usage se répand du fait de sa faible dangerosité, de son faible coût, de sa disponibilité sur internet et dans les armureries où il remplace les lacrymogènes désormais interdits à la vente. Nous évoquerons les différents aspects son action, de son utilisation et de sa toxicité.

P. BURNAT, pharmacien en chef, professeur agrégé du Val-de-Grâce. I. ABDOULAYE, pharmacien colonel, praticien certifié. Y. EL JAHIRI, pharmacien commandant, praticien confirmé. C. BIGAILLON, médecin principal, praticien confirmé. C. GARCIA, pharmacien des armées, praticien confirmé. F. CEPPA, pharmacien en chef, praticien certifié.

Correspondance : P. BURNAT, laboratoire de biochimie, toxicologie et pharmacologie cliniques, HIA Bégin, 69 avenue de Paris, 94160 Saint-Mandé.

II. PRINCIPE ACTIF.

A) LES PIMENTS.

Le piment a été décrit pour la première fois en Europe vers 1565 par Nicolas Monardes, médecin et botaniste à Séville, à la suite des expéditions de Christophe Colomb. La culture du piment réalisée dans le sud du Mexique et au Pérou au moins 7 000 ans avant notre ère, s'implante en Espagne notamment en Castille puis s'étend en Europe où il est plus facile à cultiver et moins cher que les épices importées comme le poivre ou le gingembre. Les piments exportés par les marins européens vont conquérir rapidement le reste du monde et la gastronomie internationale. Il existe désormais plus de 150 variétés de piment dans le monde, des plus forts au plus doux. Si les principaux producteurs sont les pays d'Asie, l'Inde et le Mexique, actuellement cette production est presque mondiale en dehors des zones les plus froides. Les piments contiennent aussi de la vitamine C (0,1 %) ce qui a permis à Albert von Szent-Györgyi de l'isoler à partir du paprika et de recevoir le prix Nobel en 1937.

Le piment appartient à la famille des solanacées, comme la pomme de terre, la tomate, l'aubergine, le tabac mais aussi la belladone, le datura, la morelle noire ou la jusquiame qui contiennent l'atropine et la scopolamine utilisée comme incapacitants psychiques. Les extraits sont obtenus à partir des fruits produits par des plantes du genre *capsicum*, appelés *Capsicum frutescens*, *Capsicum annuum* et *Capsicum chinensis* (fig. 1).

Le terme capsicum, devenu générique, regroupe de nombreuses espèces plus connues sous le terme de piment rouge ou piment de Cayenne. Parmi les piments caractérisés comme « très forts », citons par ordre décroissant le piment habanero, rocoto, tepin, prick kee noo, tabasco, serrano, piment oiseau ; le piment d'Espelette n'est considéré que comme « moyen ». Ces fruits contiennent des produits actifs, les capsinoïdes,

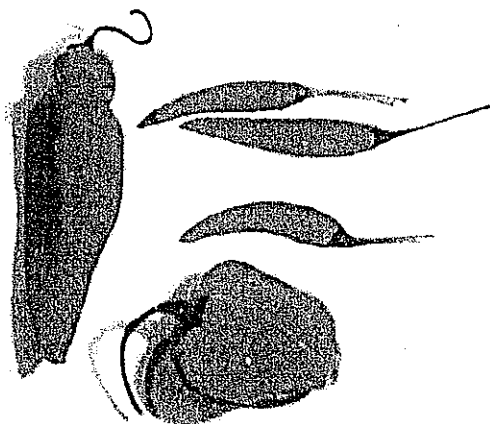


Figure 1. Différentes variétés de piments.

située en majorité dans le placenta du piment qui contient les graines. Leur concentration varie selon l'espèce, les conditions climatiques et la maturité du fruit. Le principe actif « piquant » des piments et de l'OC est principalement la capsaïcine ou 8-méthyl vanillyl 6 nonénamide (fig. 2), mais aussi la dihydrocapsaïcine dans la proportion de deux tiers pour un tiers environ. Ces deux molécules ont des effets identiques. Trois autres molécules de structure très proche sont présentes en plus faible quantité la nordihydrocapsaïcine, l'homocapsaïcine et l'homodihydrocapsaïcine (2) mais ils participent également à l'action du piment malgré un effet évalué à la moitié de celle de la capsaïcine. Le métabolisme de la capsaïcine, essentiellement hépatique, fait appel à de nombreuses enzymes appartenant à la famille des cytochromes P450. La capsaïcine est utilisée en thérapeutique dans des crèmes analgésiques contre des douleurs articulaires et dans les peintures pour bateau afin d'éviter la fixation des crustacés sur les coques.

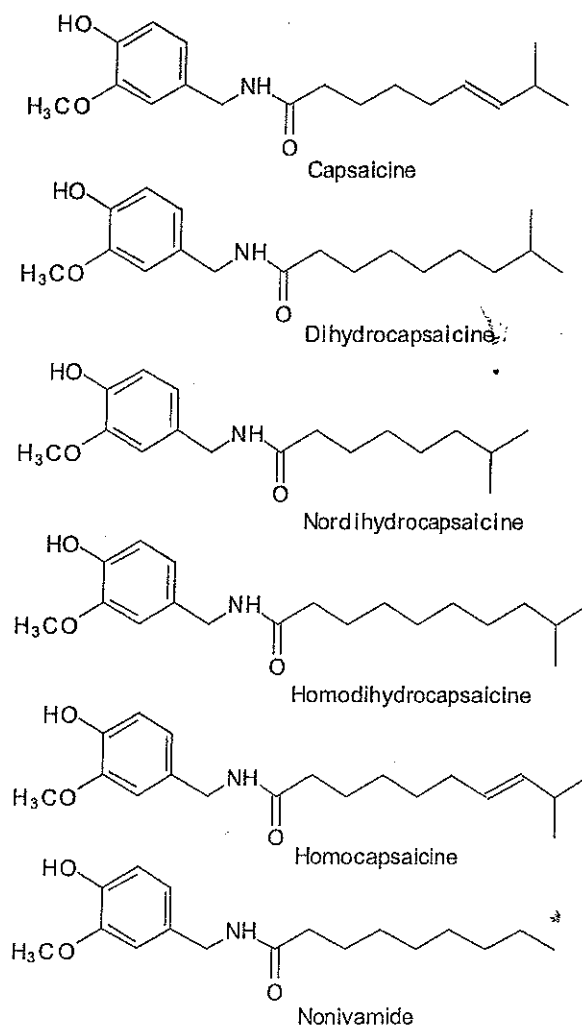


Figure 2. Structure chimique des capsinoïdes composant les sprays au piment.

B) PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES.

Tous ces produits sont très lipophiles et par conséquent solubles dans l'huile et les solvants organiques utilisés dans les sprays car ils possèdent un noyau benzénique avec une structure vanilamide (4-hydroxy 3-méthoxy benzylamide) et une chaîne carbonée de onze à douze atomes de carbone (fig. 1). Disponible sous forme naturelle ou synthétique, la capsaïcine est une poudre cristalline, insoluble dans l'eau, soluble dans l'éthanol, le chloroforme et le benzène. C'est un composé incolore, cristallisable et amer, source d'irritation et d'une sensation de chaleur sur le site d'application. Les caractéristiques physico-chimiques de la capsaïcine sont les suivantes : formule chimique brute : $C_{18}H_{27}NO_3$; masse moléculaire : 305,46 ; densité : 1,59 ; température de fusion : 65 °C ; température d'ébullition : 81 °C.

III. PRÉSENTATIONS.

Les aérosols à base d'extraits de piments sont appelés « aérosols poivrés » ou « peppers sprays » aux USA, et souvent dénommés « OC » pour oléorésine capsicum. Ils ont un aspect huileux de couleur brun-rougeâtre. Le constituant principal de l'OC, la capsaïcine possède comme code de désignation : C. L'étiquetage figurant sur les bombes aérosols commercialisées est souvent très succinct. Il mentionne parfois le pourcentage d'extraits de piments par rapport aux autres ingrédients notamment le solvant, mais souvent sans préciser la proportion de produit actif : la capsaïcine. Les sprays contiennent fréquemment environ 10 % d'extrait de piment dilué, par comparaison l'huile commerciale pour pizza contient environ 0,1 % d'extrait. Les solvants très divers utilisés sont capables de solubiliser les lipides et possèdent par conséquent une toxicité propre (trichlorobenzène, trichloréthylène, isopropanol, dichlorométhane, propylène glycol, éthanol, méthanol). Ils sont associés à un gaz propulseur comme l'azote ou le dioxyde de carbone. Un des principaux produits commercialisés le CAP-STUM® contient 0,92 % de capsaïcine sous forme d'un mélange de cinq selon le fabricant.

La nonivamide est une capsaïcine de synthèse qui représente 100 % de la composition de certains sprays comme ceux appelés PAVA (pelargonyl vanillylamide). Cette molécule est cependant retrouvée naturellement dans les piments à l'état frais et dans les extraits entre 0,4 % et 7 % pour les premiers et 1,2 % à 5,5 % pour les seconds. La présence de cette molécule n'est donc pas synonyme d'ajout de produits synthétiques.

Les sprays commercialisés possèdent une quantité de principe actif très variable. L'analyse de neuf sprays réalisée par Reilly (2) montre des concentrations en capsaïcinoïdes de 1 à 32 µg/µl avec les taux les plus importants pour ceux contenant 100 % de produits synthétiques. Dans les sprays contenant des extraits naturels les concentrations sont : capsaïcine (36 % à 52 %) ; la dihydrocapsaïne (35 % à 45 %), la norhydrocapsaïcine

(0,2 % à 11 %) ; l'homocapsaïcine (1,6 % à 2,4 %) et l'homodihydrocapsaïcine (0,8 % à 2,5 %).

L'évaluation des piments et de leurs extraits est fréquemment basée sur un test organoleptique ou « *Scoville organoleptic test* » avec une unité, le SHU. Mis au point par Wilbur Scoville en 1912, il consiste à déterminer le degré de dilution de produit, dilué dans de l'eau sucrée, qui n'est pas considéré comme chauffant par les thermorécepteurs situés sur le bout de la langue. Ce test est relativement subjectif et cette unité n'est pas standardisée. Très approximativement, quinze SHU est équivalent à une part de capsaïcine par million, la capsaïcine pure étant considérée comme étant à 15 000 000 SHU. Le piment habanero, considéré comme le plus puissant, est situé vers 350 000 SHU et les sprays de la police vers 5 300 000 SHU (3). L'évaluation des sprays en SHU est soumise à de nombreuses variations ce qui limite son intérêt. Seule l'analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse peut donner des réponses quantitatives indiscutables (2).

Cependant, seuls les sprays ne contenant que des produits synthétiques comme le nonivamide présente un étiquetage satisfaisant car il est aisé de connaître la concentration exacte, déterminée lors de la fabrication.

D'autres molécules, comme les N-vanillyl-octanamide et le N-vanillyl-décanamide sont parfois associées pour accroître la sensation de chaleur des extraits naturels de capsicum et réduire le coût de fabrication. Dans certaines préparations, l'OC peut être associé à des lacrymogènes classiques comme le CS ou le CR.

IV. CONDITIONS D'UTILISATION.

Utilisés initialement aux USA par les facteurs comme répulsif contre les chiens agressifs, ils y sont aussi destinés à se défendre contre les ours. Désormais ils sont utilisés à travers le monde par les forces de police et de maintien de l'ordre et dans les lieux de rétention. Ces sprays peuvent également être utilisés afin de faciliter une agression (violence, vol, agression sexuelle). Les sprays utilisés par les forces de l'ordre ont des concentrations classiquement plus fortes (cinq millions de SHU) que ceux destinés aux particuliers, qui se situent entre 0,5 et 2 millions de SHU (4).

Les sprays au piment sont classiquement pulvérisés vers la face avec un contact oculaire direct. Les distances maximales et optimales de projection sont variables selon les fabricants et se situent entre un et deux mètres mais les conditions d'utilisation ne permettent pas de respecter facilement ces distances. Les effets sont immédiats : sensation douloureuse, aveuglement momentané, larmoiement, désorientation, manque de souffle, choc. Les circonstances d'utilisation de ces sprays sont nombreuses. Ils permettent notamment de maîtriser les individus agités, agressifs ou violents, y compris ceux sous l'influence de l'alcool ou d'une drogue. Par exemple, les individus particulièrement violents et insensibles à la douleur sous l'influence d'une drogue plus connue aux USA, la phencyclidine ou PCP, sont

sensibles à ce spray car il dégrade suffisamment leur vision et facilite leur neutralisation souvent très difficile. Il oblige la victime à fermer les yeux conduisant à une perte du contrôle moteur, ce qui permet de mieux les maîtriser sans l'utilisation d'arme à feu (1, 5). Par opposition, les lacrymogènes provoquent un larmolement qui n'empêche pas la fuite et n'inhibent pas complètement la vision. Les individus sont davantage soumis avec l'OC car ils ne peuvent plus réagir efficacement. Par rapport aux lacrymogènes, l'action de l'OC est plus rapide et la récupération est plus longue. D'autre part, la décontamination des lieux lorsque l'action n'a pas lieu à l'air libre est plus facile avec l'OC qu'avec les lacrymogènes. Une autre approche est proposée avec un produit récent dérivé synthétique de la capsaïcine commercialisé sous le nom de PAVA ou capsaïcine-II (code VN ou VP), la nonivamide (fig. 2). Comme les autres produits de cette famille, le PAVA est largement disponible à la vente sur Internet et dans les armureries et reste peu coûteux. Ce produit est environ deux fois moins actif que la capsaïcine mais peut être conditionné à des concentrations plus fortes. L'OC ou le PAVA sont utilisés sous forme liquide mais aussi sous forme de poudre comme les lacrymogènes. Comme les lacrymogènes, ils peuvent être utilisés par les armées, par exemple, pour neutraliser un immeuble, un tunnel ou une cave. Ils peuvent être utilisés à l'extérieur car ils sont disponibles notamment sous forme de balles « pepperball » qui peuvent être projetées sur un individu et former un nuage toxique lorsqu'elles se brisent à l'impact selon le principe du « paint-ball ». Cette forme projetable de 20 à 40 m, fait partie des armes non létales, utilisée par les militaires ; elle est plus en rapport avec les armes chimiques que les sprays.

V. MODE D'ACTION.

Les capsainoïdes produisent leur action douloureuse par stimulation des récepteurs vanilloïdes. Ces récepteurs ont été nommés à l'origine récepteur *vanilloïde receptor type 1* (VR1) puis du fait de leur appartenance à la super famille des *transient receptor potential* (TRP) renommé TRPV1 ou récepteurs de la capsaïcine. Ce type de récepteur est le premier de cette famille caractérisé comme des récepteurs cellulaires régulant les canaux calciques. La capsaïcine exerce une action de dépolarisation rapide des fibres afférentes nociceptives de type C polymodales qui sont normalement sensibles à la température. En abaissant leur seuil de réponse, elle provoquerait une sensation de brûlure même à température normale. L'activation de ces récepteurs sur des cultures de cellules de neurone peut conduire à leur mort par atteinte des canaux calciques (6). La capsaïcine entraîne aussi la libération de la substance P, un neuropeptide de onze acides aminés appartenant à la famille des tachykinines. Ce neuropeptide participe à la transmission de la douleur des terminaisons des nerfs sensoriels périphériques vers le système nerveux central. La capsaïcine libère dans un premier temps la substance P

mais dans un second temps bloque sa libération et par conséquent les influx nerveux périphériques : ce phénomène est utilisé dans des crèmes analgésiques contenant la capsaïcine à des teneurs comprises entre 0,025 % et 0,25 %. Cette substance provoque aussi une contraction de l'œsophage, de la trachée, des voies respiratoires et des muscles de l'iris.

La capsaïcine libérerait également des endorphines ce qui expliquerait un phénomène de dépendance et d'accoutumance au piment dans l'alimentation.

VI. SYMPTOMATOLOGIE.

La capsaïcine provoque globalement une inflammation des muqueuses oculaires et respiratoires et agit aussi sur le revêtement cutané. Les cas associés à un décès sont relativement rares. Steffe (3) décrit deux cas de décès après aspergion des victimes avec un spray au piment. Le premier concerne un homme de 51 ans, décédé par une fibrillation ventriculaire survenue une heure après l'usage du spray mais l'autopsie n'a retenu qu'une cause naturelle liée à l'athérosclérose. Le second cas est un homme de 24 ans, aspergé de spray dix à quinze reprises car il résistait avec vigueur à son interpellation. Il décède brusquement, dans la voiture de patrouille qui le mène au poste une vingtaine de minutes après l'usage du spray malgré les efforts pour le réanimer. L'autopsie conclue que la cause du décès est un bronchospasme lié au spray. L'utilisation de ce type de spray est le plus souvent associée à la mise en place de menottes. Il est rare qu'un traitement oculaire soit instauré vu les circonstances d'utilisation. De plus, les suspects peuvent du fait du port de menottes, prendre une position fœtale qui limite la respiration et augmente les risques pulmonaires.

A) EFFETS OCULAIRES.

Au niveau oculaire, l'aspergion produit une sensation de brûlure intense, un larmolement et un blépharospasme. L'augmentation de la concentration des sprays n'augmente pas l'effet irritant mais sa durée. L'effet dure généralement de cinq à dix minutes avec une totale réversibilité entre 30 et 60 minutes. L'étude de Zollman (4), sur 57 volontaires, montre que la sensibilité de la cornée est diminuée dans les dix minutes après l'exposition mais qu'elle réapparaît une heure après. Cette réaction est liée à un blocage de la conduction neuronale après la dépolarisation initiale. L'effet douloureux résulte probablement de l'irritation des nerfs de la cornée. Un œdème des conjonctives et une érosion de la cornée peuvent également apparaître. De nombreux cas d'abrasions cornéennes ont été décrits. Ainsi sur 81 expositions, sept cas (8,6 %) d'abrasion ont été dénombrés par Brown (7) ce qui conduit à proposer un test à la fluorescéine ou un examen à la lampe de Wood chez les patients exposés. Dans une série de patients reçus aux urgences après l'exposition à un spray d'OC, Watson (8) note que les symptômes les plus fréquents sont une brûlure oculaire et des yeux rouges mais qu'aucun cas n'a nécessité d'hospitalisation. Epstein (9)

met en évidence la toxicité oculaire de ce type de spray chez une femme interpellée par la police qui n'avait pas été traitée. Devant une irritation oculaire qui survient, l'ophtalmologiste consulté une semaine plus tard note une inflammation de l'épithélium de 3,5 mm qu'il traite par un mélange polymyxine-bacitracine puis devant la persistance de cette atteinte par de la tobramycine-dexaméthasone. Sept mois plus tard il persiste une opacité de la cornée.

Kniestedt (10) décrit deux cas d'atteinte grave de la cornée et de la conjonctive après des projections accidentelles malgré une irrigation au sérum physiologique immédiate. Après une ré-épithélialisation lente, est apparue une kératite superficielle et une réduction de la sensibilité cornéenne. Les auteurs s'interrogent cependant sur le rôle du solvant utilisé l'hydroxytoluène, qui représente 90 % du mélange, dans l'atteinte du segment antérieur. La part des solvants dans les atteintes oculaires est souvent mise en avant et difficile à différencier de celle des capsaïcinoïdes eux-mêmes. Une autre étude (11), réalisée sur dix officiers de police volontaires, sur les effets oculaires à court et moyen terme du contact de l'OC sur l'œil, montre que l'acuité visuelle n'est pas modifiée mais que la morphologie des cellules basales épithéliales est temporairement modifiée. Les autres cellules ne subissent pas de modification.

B) TOXICITÉ RESPIRATOIRE.

Sur la muqueuse nasale, la capsaïcine produit une sensation de brûlure et une rhinorrhée. Au niveau pulmonaire, la capsaïcine provoque une bronchoconstriction transitoire et une toux.

L'OC comme le CS ou le CR, mais de manière moins intense peut provoquer des atteintes nasales et de la gorge, des douleurs pulmonaires et une irritation. Le retour à une respiration nasale peut survenir dix minutes après décontamination. Dans sa série (n = 84) Brown (7) dénombre six cas de symptômes respiratoires après l'utilisation de ce type de spray et Watson 6 sur 81. Mais Chan (12) sur des sujets volontaires ne met pas en évidence d'hypoxie ou d'hyperpnée. Billmire (13) décrit un cas particulier chez un enfant de quatre semaines exposé accidentellement à un spray à 5 % d'OC qui présente une apnée et une cyanose, intubé ventilé durant 24 heures. Il présente le jour suivant une hypotension, une faible saturation en oxygène puis une infection pulmonaire à *Moraxella catarrhalis*.

L'apparition de troubles graves de type hémorragies ou œdèmes pulmonaires n'a pas été mise en évidence avec l'OC contrairement aux lacrymogènes classiques à fortes doses. L'inhalation d'OC provoque une bronchoconstriction passagère (moins d'une minute) qui ne touche pas la fonction pulmonaire (12). Il faut cependant évoquer une action délétère chez les personnes présentant une bronchite chronique. Les asthmatiques ne semblent pas développer d'effets secondaires particuliers mais cette notion est sujette à discussion selon les résultats des publications (3).

C) TOXICITÉ CUTANÉE.

Sur la peau, l'OC provoque une sensation de brûlure et un érythème sans vésicule. Cette action a notamment lieu sur la face durant 4 à 50 minutes (11) associée à une congestion nasale durant une trentaine de minutes. Les réponses sont très variables, l'érythème serait ainsi plus prononcé chez les Caucasiens que chez les Asiatiques pour l'OC mais se serait l'inverse pour la nonivamide (14). Parmi les effets dermiques les plus graves, il faut aussi évoquer un phénomène allergique.

VII. TRAITEMENT.

Après le réflexe classique d'éloignement de la victime de la zone contaminée, le traitement d'une pulvérisation oculaire est basé sur une irrigation de l'œil le plus rapidement possible avec de l'eau ou une solution saline afin d'éviter les complications (9). Les vêtements superficiels doivent être retirés, mis dans un sac poubelle et les zones touchées lavées. Dans le cas de port de lentilles de contact celles-ci doivent être enlevées le plus rapidement possible. Cette décontamination locale pose des problèmes pratiques de réalisation, lorsqu'il s'agit d'interpellation de sujets violents. Elle ne peut être effectuée par la victime car les sujets sont souvent menottés. En cas d'inflammation, des anti-inflammatoires non stéroïdiens ou des corticostéroïdes peuvent être utilisés (15). Zollman a montré l'efficacité de la proparacaine mais pas celle du flurbiprofène (4). L'acuité visuelle doit revenir en deux à cinq minutes après une décontamination mais souvent les victimes gardent les yeux fermés serrés 20 à 30 minutes après l'exposition (3). Les zones contaminées en milieu clos et le matériel doivent seulement être aérés. Il n'existe pas de décontamination spécifique.

VIII. CONCLUSION.

Le produit incapacitant parfait n'existe pas pour l'instant. À côté des produits lacrymogènes utilisés par les forces de l'ordre lors de manifestations en terrain découvert, les sprays aux extraits de piment ont une utilisation plus individualisée et dans des espaces plus limités. Il apparaît que leur toxicité même si elle est plus faible que celle des lacrymogènes n'est pas nulle. Leur action sur la cornée peut conduire à une abrasion et chez les personnes fragilisées par des troubles respiratoires chroniques. Largement disponible à l'achat en France, l'utilisation de ces produits va s'étendre du fait de cette relative innocuité affichée et de la disparition des bombes au CS. Les sprays ont des concentrations très variables et de nombreux solvants organiques sont utilisés qui peuvent avoir leur propre toxicité. Leur utilisation, par les particuliers, dans l'appréhension de suspects et le maintien de l'ordre civil, est facilement élargie au domaine militaire notamment avec l'apparition de formes synthétiques projetables sous forme de balles. Leur interdiction comme arme chimique non létale par les armées dans le maintien de l'ordre est un débat qui n'est pas encore réglé.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Smith J, Greaves I. The use of chemical incapacitant sprays: a review. *J Trauma* 2002; 52 (3): 595-600.
2. Reilly CA, Crouch DJ, Yost GS. Quantitative analysis of capsaicinoids in fresh peppers, oleoresin capsicum and pepper spray products. *J Forensic Sci* 2001; 46 (3): 502-9.
3. Steffee CH, Lantz PE, Flannagan LM et al. Oleoresin capsicum (pepper) spray and in-custody-deaths. *Am J Forensic Med Pathol* 1995; 16: 185-92.
4. Zollman TM, Bragg RM, Harrison DA. Clinical effects of oleoresin capsicum (pepper spray) on the human cornea and conjunctiva. *Ophthalmology* 2000; 107: 2186-9.
5. Recer GM, Johnson TN, Gleasson AK. An evaluation of the relative potential public health concern for the self-defense spray active ingredients oleoresin capsicum, o-chlorobenzylidene malononitrile and 2-chloroacetophenone. *Regulatory Toxicol Pharmacol* 2002; 36: 1-11.
6. Reilly CA, Taylor JL, Lanza DL, Carr BA, Crouch DJ, Yost GS. Capsaicinoids cause inflammation and epithelial cell death through activation of vanilloid receptors. *Toxicol Sciences* 2003; 73: 170-81.
7. Brown L, Takeuchi D, Challoner K. Corneal abrasions associated with pepper spray exposure. *Am J Emerg Med* 2000; 18 (3): 271-2.
8. Watson WA, Stremel KR, Westdorp EJ. Oleoresin capsicum (Cap-Stun) toxicity from aerosol exposure. *Ann Pharmacother* 1996; 30 (7, 8): 733-5.
9. Epstein RJ, Majmudar PA. Pepper in the eye. *Ophthalmology* 2001; 108 (10): 1712-3.
10. Kniestedt C, Fleishbauer J, Sturmer J, Thiel MA. Pepper injuries of the anterior segment of the eye. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2005; 222 (3): 267-70.
11. Vesaluma M, Muller L, Gallar J, Lambiase A, Moilanen J, Hack T et al. Effects of oleoresin capsicum pepper spray on human corneal morphology and sensitivity. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000; 41 (8): 2138-47.
12. Chan TC, Vilke GM, Clausen J, Clark RF, Schmidt P, Snowden T et al. The effect of oleoresin capsicum pepper spray inhalation on respiratory function. *J Forensic Sci* 2002; 47 (1): 299-304.
13. Billmire D, Vinocur C, Ginda M, Robinson NB, Panitch H, Friss H et coll. Pepper-spray-induced respiratory feature treated with extracorporeal membrane oxygenation. *Pediatric* 1996; 98 (5): 961-3.
14. Pershing LK, Reilly CA, Corlett JL, Crouch DJ. Effects of vehicle on the uptake and elimination kinetics of capsaicinoids in human skin in vivo. *Toxicol Applied Pharmacol* 2004; 200: 73-81.
15. Holopainen JM, Moilanen JOAO, Hack T, Tervo TMT. Toxic carriers in peppers sprays may cause corneal erosion. *Toxicol Applied Pharmacol* 2003; 186: 155-62.