

A solid blue square background.

LES COMMUNICATIONS

DES SOINS A LA PRÉVENTION DE LA BRÛLURE CHIMIQUE, UNE CHAÎNE DE SOINS RESPONSABLE

Médecin-Général H. JULIEN

Service de Santé des Armées - Anesthésiste Réanimateur

La brûlure chimique reste aujourd'hui encore une entité mal connue, dont la prise en charge doit être améliorée, dans le domaine de laquelle beaucoup de progrès sont encore à réaliser.

La réunion des spécialistes médecins, chimistes, techniciens de toute nature à l'occasion de ce premier congrès consacré à la brûlure chimique doit être l'opportunité d'une prise de conscience et si possible le point de départ de propositions concrètes.

Le défi est triple :

- Meilleure connaissance de la brûlure chimique, dans sa nature et les limites de son champ, ses aspects physiopathologiques, ses modes de traitement.

Mise en place d'un recueil épidémiologique permettant de savoir combien de personnes en sont victimes chaque année, dans quelles circonstances, avec quels produits.

Il est également souhaitable de savoir qu'elles ont été les modalités de prise en charge du brûlé chimique, et les résultats qui ont été obtenus.

L'évaluation nécessaire, qui est la règle aujourd'hui pour toute action thérapeutique doit accompagner cette démarche de recueil des données et d'analyse systématique.

- Meilleure organisation de la chaîne de secours qui vise à prendre en compte les victimes de brûlure chimique.

Dans tous les pays avancés, un effort a été fait pour améliorer la prise en compte des arrêts cardiaques, des accidentés de la route, des brûlés thermiques. La composition de cette chaîne est maintenant bien admise par tous : rôle du témoin, médicalisation sur le terrain, soit par des médecins comme elle est pratiquée par exemple en France, en Allemagne, soit par des paramédicaux ou paramédics, transport et accueil hospitalier organisé et adapté, réception des appels d'urgence et régulation de l'ensemble par une structure dédiée.

Une attention particulière a été portée aux tous premiers maillons de la chaîne : formation du premier témoin, premiers gestes à effectuer. Le devenir d'une victime d'arrêt cardiaque est conditionné par la capacité des témoins à pratiquer une ventilation artificielle, un massage cardiaque ; des programmes de sensibilisation, de formation, d'équipement ont été réalisés dans beaucoup de pays.

Il en est de même pour l'agression chimique : les gestes de sauvetage (vital, fonctionnel ou esthétique) réalisés ou non pendant les premières minutes qui suivent la brûlure sont déterminants.

Force est de constater qu'en dehors du milieu professionnel, militaire, le public n'est pas assez prévenu ni correctement formé.

■ Meilleure implication des spécialistes et harmonisation des points de vue. Sans prétendre à la mise en place d'une réunion de consensus qui aurait pourtant sa pleine justification, il serait bon que l'accord soit fait et que la communauté nationale et internationale des médecins, chimistes, secouristes, fixent des modes d'actions référants : les questions posées restent encore trop nombreuses :

Citons à titre d'exemple :

- Après contact buccal ou bucco-pharyngé avec un liquide caustique doit-on recommander un rinçage buccal à l'eau ? Comment ? Combien de temps ? Avec quelles précautions ?
- Le lavage à grande eau après un contact cutané caustique doit-il faire appel à des substances additionnelles ? Lesquelles ? Avec quelles modalités particulières ?
- L'agression par fumées d'incendie est-elle une agression thermique prépondérante, chimique isolée ou associée ? Quel doit en être le traitement sur le terrain ?
- L'agression chimique prend souvent une forme d'accident collectif. Quelle doit être l'organisation des secours engagés sur le terrain, de quels moyens doit-on disposer, quelle est la place de la décontamination, du confinement, de l'identification du produit en cause ?

Autant de questions qui montrent l'étendue des progrès à accomplir. Quel que soit le schéma d'organisation des secours et soins, les premiers gestes pratiqués sur le terrain sont essentiels. C'est la raison pour laquelle la volonté de donner à cette réunion une forte connotation pratique a prévalu.

En souhaitant à cette manifestation pleine réussite et en espérant qu'à l'exemple de l'American Health Association de l'European Resuscitation Council, de la Société Française de Brûlologie ou de l'Association pour l'Etude de la Toxicité des Fumées d'Incendie, une dynamique s'instaure afin que soient sensibilisés tout à la fois services et administrations, industriels et grand public et qu'ainsi une meilleure action de prévention et de traitement de ces drames individuels ou collectifs voit le jour.

Pour le blessé chimique dans son environnement domestique, professionnel, pour la victime d'une catastrophe chimique, soyez-en remerciés.

TOXICOCINÉTIQUE ET TOXICODYNAMIQUE DE LA BRÛLURE CHIMIQUE

*Professeur F. BAUD - Professeur des Universités - Praticien hospitalier
Service de Réanimation Toxicologique - Hôpital F. WIDAL (Paris).*

D'un point de vue conventionnel, un poison doit être absorbé, distribué et doit atteindre une concentration toxique au niveau de ses cibles.

Tous ces phénomènes sont, en fait, des phénomènes toxicocinétiques. Le problème est de savoir s'ils peuvent aussi s'appliquer à des phénomènes type « brûlures ». Après l'apparition de concentration potentiellement toxique au niveau des cibles, vont être induites des modifications cellulaires d'organes et d'organismes qui vont donner lieu à l'expression de symptômes.

*On peut distinguer dans les traités de toxicologie
trois mécanismes de toxicité*

- Les produits agissant par des propriétés physiques, type osmotique ou tensioactif, où la place des thérapeutiques spécifiques semble limitée.
- Les produits chimiques, à l'origine de brûlure, agissent par une réactivité chimique intrinsèque. Il existe une grande diversité de mécanismes d'action et des produits à réactivité chimique intrinsèque peuvent agir de différentes façons.
- Enfin, certaines substances peuvent agir par interférence avec les mécanismes biologiques et c'est dans cette catégorie qu'on retrouve de nombreux médicaments. Certains produits ont des actions mixtes avec actions locales et systémiques.

Peut-on admettre que les principes de base de la toxicologie peuvent être appliqués à la brûlure chimique ? Cela aurait des conséquences thérapeutiques relativement importantes. Si l'on prend les principes de toxicologie (Paracelz disait que un produit agissait essentiellement par sa dose), on s'aperçoit que la toxicité par ingestion résulte, non seulement de la nature d'un produit toxique, mais aussi de la dose ingérée et d'un facteur de bio-disponibilité qui va conditionner la dose interne.

Au niveau de la toxicologie par inhalation, on retrouve aussi la notion de concentration et temps d'exposition, c'est la fameuse règle d'Abeur où la toxicité d'un produit peut être modélisée par le produit concentration-temps.

Dans la mesure où il y a aussi une toxicologie des particules, il ne faut pas oublier leurs tailles. On s'aperçoit que la toxicité des particules de faibles tailles est très importante par rapport à celle de grosses tailles puisque les petites peuvent atteindre les bronches distinctes, voire l'alvéole.

En toxicologie cutanée, on s'aperçoit de même que la toxicité est liée à un phénomène de concentration-temps avec en plus l'étendue du contact.

Si on peut considérer que dans la toxicologie par inhalation, l'ensemble de l'appareil respiratoire est touché d'emblée, dans la toxicologie cutanée le pourcentage des surfaces exposées est un paramètre nouveau et quoiqu'il en soit, on s'aperçoit qu'en fait on retrouve les différents paramètres. Le problème est que la brûlure chimique dépasse la toxicologie cutanée et les atteintes cutanées.

Il y a peu ou pas beaucoup de travaux consacrés à ces phénomènes, on retrouve essentiellement des travaux militaires qui agissent dans un axe bien précis qui est celui de réduire les effets des agents incapacitants militaires. Les isobares montrent, en fonction de la concentration de gaz moutarde (ypérite) et de la durée d'exposition, les effets qui peuvent apparaître tant aussi bien au niveau de l'œil que de la peau.

En fait, la brûlure chimique obéit bien à ces relations concentration-temps.

La relation dose/effet montre l'apparition d'effets du gaz moutarde, oculaires et cutanés. On retrouve bien une toxicologie classique dose/effet, concentration-temps avec le paramètre surface d'exposition propre à la peau.

Le problème de la brûlure chimique est qu'à côté de l'effet local se pose le problème de la toxicité systémique, et de nombreux produits possèdent une toxicité systémique.

L'acide fluorhydrique est un chélateur du calcium et du magnésium et les effets apparaissent essentiellement par cette propriété.

L'acide fluorhydrique est un acide peu dissocié et comme il est peu dissocié, il est très liposoluble et pénètre à travers la peau ou à travers l'appareil digestif et va donner lieu à des phénomènes systémiques d'apparitions retardées.

Dans les intoxications par ingestion où il y a une mortalité qui est de l'ordre de 10 à 20%, 50% de ces morts sont liées à une nécrose étendue de l'appareil digestif, mais les autres 50% de ces morts sont liées à une hypocalcémie profonde et aux troubles cardio-vasculaires et neurologiques qui en résultent. D'autres produits, comme l'acide monochloroacétique, sont capables d'entraîner de grandes acidoses lactiques... ; il y a des produits où la brûlure chimique peut être au deuxième plan, type paraquat qui va entraîner une fibrose pulmonaire mortelle à partir d'une gorgée de produit concentré ingéré. Les points d'impact sont divers puisque la diméthylformamide est capable d'entraîner des hépatites cytolytiques.

Certains métaux, essentiellement des sels de métaux, sont capables d'entraîner des lésions cutanées, ainsi que différents produits comme le phosphore blanc, l'oxyde d'éthylène et les produits militaires, les moutardes azotées et la lewisite.

Pour ce qui est des moutardes type ypérite, ce sont des produits qui étaient à usage militaire et que l'on retrouve de temps en temps dans les accidents du Nord et de l'Est de la France. Lorsque des gens découvrent des obus qui sont chargés à l'ypérite ; ces personnes s'amuse à les manipuler et s'exposent à une projection cutanée. Des produits apparentés sont également utilisés en thérapeutique dans certaines infections cutanées (par exemple la caryolisine).

Certains produits lacrymogènes sont des dinitriles qui ont une toxicité d'agent alkylant. Lorsqu'ils sont en application cutanée, lorsqu'il n'y a pas d'aspersion mais application, ils peuvent donner lieu à des lésions radio-mimétiques de type gaz moutarde.

Pour la prise en charge, il est important de bien définir à quoi est lié le pronostic :

Est-il lié à la brûlure ou au phénomène systémique ? Quels sont les buts de la thérapeutique ? Quels soins primaires utiliser en cas de brûlure, et quelle prévention appliquer à ces complications ? Ou est-ce que la toxicité systémique peut apparaître de façon très retardée ? Pour le paraquat, une fibrose pulmonaire peut survenir 30 jours après l'exposition, la mort est différée par rapport à l'exposition.

L'effet thermique ne doit pas être oublié. Dans les accidents liés aux colles, aux super-glue, il y a un phénomène thermique initial important avec des réactions fortement exothermiques qui vont induire localement une brûlure thermique.

On observe le même type de brûlure avec le phosphore blanc et les oxydes de calcium. Les ciments donnent en mélange avec l'eau une réaction exothermique.

La neutralisation acide/base est quelque chose de classique. La coagulation limite la pénétration alors que la saponification favorise la pénétration des produits à l'intérieur des tissus. A titre de rappel, c'est l'azote liquide qui va entraîner une brûlure par le froid. Il y a également des possibilités d'effets osmotiques notamment au niveau de l'œil dès qu'un produit est à très forte concentration. Des effets possibles de dissolution de surfaces des lipides : c'est la toxicité des solvants. Le trichloréthylène en ingestion provoque des diarrhées qui induisent des brûlures cutanées et un coma, ils baignent dans ce liquide, ce sont des brûlures superficielles. Le pronostic va être beaucoup plus inhérent aux troubles de conscience et cardiovasculaires, mais les brûlures vont mettre beaucoup plus de temps à guérir que la réversion du coma.

Les agents alkylants peuvent entraîner la formation de liaisons covalentes entre le produit toxique et la matière vivante par l'intermédiaire de ces radicaux réactifs.

Il peut également y avoir des phénomènes de chélation induits par l'acide fluorhydrique qui va chélater le calcium et le magnésium. Il faut également souligner le phénomène de stress oxydatif avec la formation d'espèces réactives de l'oxygène telles que celles qui sont induites par les intoxications au paraquat, les expositions au chlore et à ses dérivés oxygénés : eau de javel et autres. C'est le mécanisme fondamental d'action des sels de fer, qui au niveau du tube digestif lorsqu'ils sont ingérés peuvent entraîner des nécroses étendues de l'appareil digestif suivi d'une nécrose hépatique car le potentiel redox du fer est un phénomène extrêmement important dans l'apparition des lésions caustiques.

Phénomènes toxicocinétiques, c'est en fait la cinétique d'absorption et d'apparition des effets. Il serait extrêmement intéressant de préciser les constantes de temps.

Certains produits peuvent avoir des constantes de temps très courtes, mais d'autres peuvent avoir des constantes de temps beaucoup plus longues qui peuvent atteindre des heures, voire des jours. Pour les produits mettant en jeu des constantes de temps importantes, les ignorer pourrait être à l'origine d'une perte de chance pour le patient.

Les traitements toxicocinétiques peuvent avoir comme but de diminuer la bio-disponibilité d'un toxique au niveau de sa cible, d'induire une redistribution cellulaire du toxique dans l'organisme ou en surface, de promouvoir l'élimination sous forme inchangée, de diminuer le métabolisme activateur ou d'accroître un métabolisme inactivateur, les traitements toxicodynamiques comprennent les traitements antagonistes compétitifs ou non, le court-circuit d'une liaison toxique récepteur et la correction des effets périphériques.

Les traitements toxicodynamiques ont pour caractéristique d'améliorer fantastiquement l'état d'un patient, mais ils sont sans effet sur la durée de l'intoxication, alors que les traitements toxicocinétiques ont pour but de diminuer la gravité potentielle d'une intoxication ainsi que sa durée mais ils restent sans effet sur la gravité présente.

C'est une notion importante.

Dans l'optimisation des traitements toxicocinétiques, une notion qui est apparue comme fondamentale est qu'il doit y avoir une corrélation entre les protocoles d'administration des traitements toxicocinétiques par rapport à la présence du toxique dans l'organisme ou en surface.

C'est ainsi que pour des toxiques à faible temps de résidence dans le corps ou à la surface, des traitements peuvent être courts, alors que pour des produits présentant un temps de résidence prolongé, les durées de traitement doivent être prolongées.

A partir d'un certain moment, un toxique n'agit plus, il atteint son maximum d'efficacité, mais par contre la masse de toxiques présente va être à l'origine d'une augmentation de la durée des effets.

Tous les phénomènes d'irrigation, de rinçage, de neutralisation peuvent être considérés comme des traitements qui diminuent la bio-disponibilité des toxiques, ce qui empêche qu'une diminution de la concentration du toxique au niveau de la cible ou de la peau améliore le pronostic sont liés :

- ➡ A la quantité de toxines présente en excès par rapport à la quantité nécessaire pour produire les effets.
- ➡ A la pente de toxicité.
- ➡ Au rapport de la quantité de toxine enlevée par rapport à la quantité de toxine nécessaire pour produire les effets.

Et surtout au délai du traitement.

L'évaluation de l'efficacité toxicocinétique doit se faire en trois étapes sur le plan clinique :

- ➡ Montrer physiquement quelle est la quantité que l'on peut retirer par ce traitement
- ➡ Comparer l'évolution avec et sans traitement (notion fondamentale)
- ➡ Montrer qu'on améliore le patient.

Il existe beaucoup de possibilités de modifier la toxicocinétique d'un produit.

L'avènement d'un antidote résulte de la compréhension de la physiopathologie d'une intoxication. Les antidotes qui sont efficaces ont toujours été la conclusion d'un raisonnement physiopathologique mais jamais la période précédant ce raisonnement.

UN CONGRÈS SPÉCIFIQUE SUR LES BRÛLURES CHIMIQUES

*Professeur S. BAUX
Président d'honneur de la SFETB*

Dès les premiers écrits sur les brûlures, les lésions par caustiques sont mentionnées. Il en est ainsi dans l'Ancien Testament : le livre de Leviticus, traduction de Rashi qui, au même titre que le feu, cite les caustiques.

Pourtant malgré cette reconnaissance ancienne, la place des brûlures chimiques dans les cours, les congrès, les réunions reste limitée. Ceci sans doute parce que leur nombre vis-à-vis des autres causes de brûlures est faible. Il est évalué à 5, au maximum à 6% environ de l'ensemble des brûlures. Leur connaissance reste donc encore réduite. Il faut cependant mettre en parallèle ce retard avec celui de l'ensemble des brûlures thermiques.

C'est au début du 19ème siècle avec Dupuytren que la brûlure commence à sortir de l'obscurantisme, et trouve une individualité. Dupuytren disait que : «le brûlé mourait d'un excès de douleur, d'une hémorragie de la sensibilité». Il faudra un siècle pour que les travaux d'Underhill prouvent l'existence de l'exhémie plasmatique et que la réanimation liquidienne entre dans les mœurs. C'est beaucoup plus tard que Madame Jancsekowicz amènera l'excision tangentielle et la notion qu'il faut d'abord enlever la brûlure et la greffer le plus tôt possible. La brûlure dans son ensemble est donc finalement une entité assez neuve.

La Société Française d'Études et de Traitements des Brûlés a été créée en 1979, il y a donc moins de 20 ans et elle compte moins de 20 congrès. La globalité du travail reste énorme et il n'est pas étonnant que les brûlures chimiques soient encore un peu à la traîne, même si elles ont déjà fait l'objet d'un rapport (congrès SFETB de la Baule en septembre 1991).

Le nombre de communications dans chaque réunion est à l'évidence réduit. Il est donc temps de consacrer aux brûlures chimiques une réunion spéciale. Deux journées entières sont une idée magnifique et disons-le en un mot, une idée nécessaire. En effet, si le nombre total des brûlures chimiques, comme on l'a dit, est assez limité, leurs spécificités sont nombreuses.

Un des premiers problèmes est la multiplicité des agents causals. La classification de Miller est bien connue : acides, bases, corrosifs, solvants, lacrymogènes et détergents. Chaque catégorie comprend, en outre, de nombreuses sous-divisions. Cette classification est basée sur le mode d'action initiale des corps chimiques agresseurs et montre bien la diversité des causes.

Cette multiplicité implique deux conséquences :

- D'abord une physiopathologie diversifiée nécessitant des études particulières extrêmement différentes. On peut s'étonner du peu de travaux expérimentaux sur l'action locale de chaque produit, expérimentations pourtant à priori plus faciles que des expérimentations identiques faites sur des lésions thermiques de reproduction beaucoup plus aléatoire.
- Ensuite, une politique de prévention également multiple doit être mise en place chaque produit ayant sa spécificité de stockage et d'utilisation dans des circonstances particulières.

Un deuxième problème, tout à fait spécifique à la brûlure chimique, est le risque toxicologique général. Ce risque dû à la pénétration du produit est en rapport avec la toxicité propre du produit incriminé. Pour n'en citer que deux, les conséquences générales des brûlures par phosphore et celles par phénol sont totalement différentes.

Le troisième point particulier est la diversité des cibles de la brûlure chimique : les brûlures thermiques sont essentiellement des brûlures cutanées. La peau est l'organe cible majeur. L'atteinte pulmonaire, pourtant bien connue dans les lésions thermiques, n'est pas seulement la conséquence d'une agression thermique et appartient ainsi à notre congrès. Par ailleurs, la brûlure oculaire est très spécifique de l'atteinte chimique. Au cours des brûlures thermiques en règle générale, le clignement de l'œil évite la brûlure oculaire et les lésions sont plus souvent palpébrales qu'oculaires. Peut-être aussi, l'humidité et les larmes peuvent-elles jouer un rôle de prévention comme l'a dit Jules Verne dans Michel Strogoff.

Par contre, l'œil reste une cible fréquente des lésions chimiques, plus connues des ophtalmologistes que des brûlologues. Il en est de même des lésions digestives par ingestion qui sont bien peu souvent évoquées dans nos Congrès mais par contre intéressent au plus haut point nos collègues digestifs. On voit là se dessiner les titres des chapitres qui vont être développés.

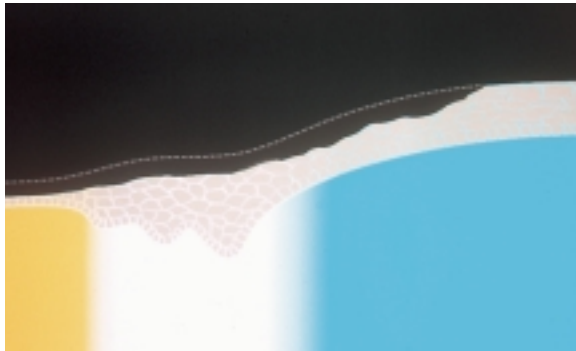
Après avoir envisagé des aspects fondamentaux comme la toxicocinétique des brûlures chimiques ainsi que leur prise en charge globale, l'œil, le poumon, les voies aériennes supérieures, le tube digestif seront abordés par des spécialistes.

Les autres thèmes qui vont être discutés sont ceux relatifs à la physiopathologie, les premiers soins car c'est là où pour les brûlures chimiques se joue une grande partie du problème.

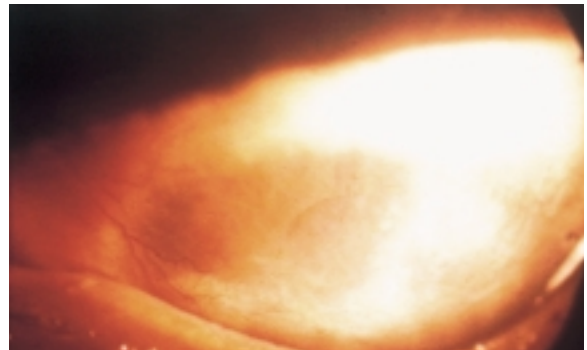
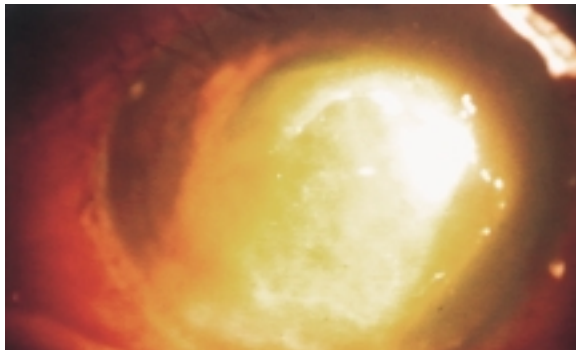
Plus tard, les lésions constituées au niveau de la peau en particulier, et à plus forte raison les séquelles, rejoignent une pathologie familière, mais les gestes d'urgences selon le produit méritent une étude attentive. Les particularités du traitement des brûlures par l'acide fluorhydrique en sont un exemple évident. La diversité des problèmes posés est donc extrême.

CHIRURGIE DES BRÛLURES OCULAIRES

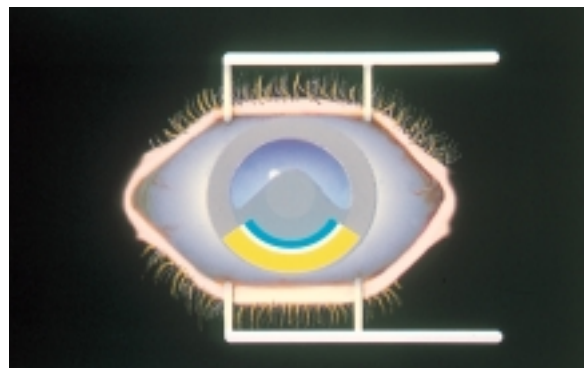
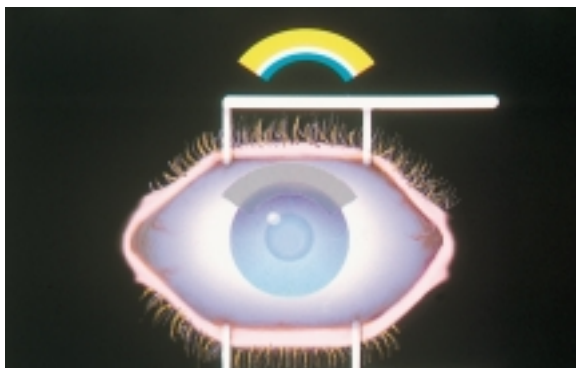
Max GERARD, Harold MERLE, Raymond RICHER, Danièle RIGAL



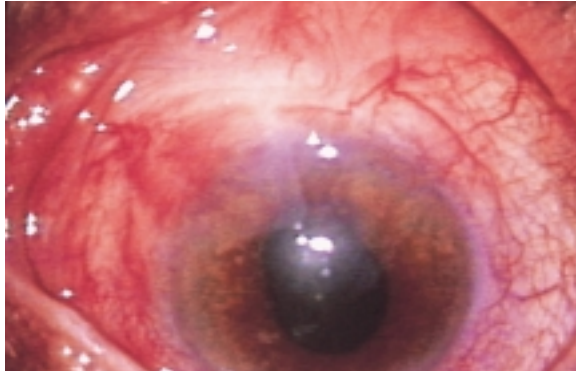
L'autotransplantation limbo-conjonctivale est une technique qui repose sur la théorie des cellules souches limbiques. Dans cette théorie les cellules souches de l'épithélium cornéen seraient situées dans la couche basale du limbe. Lors de brûlure oculaire grave tout se passe comme si ces cellules souches limbiques disparaissaient. De sorte que l'épithélium cornéen est incapable de cicatiser.



Sur le plan clinique, on constate alors un ulcère cornéen récidivant : c'est à dire un ulcère de cornée dont la cicatrisation n'est jamais complète. Parallèlement se développe au niveau de la zone limbique en regard de cet ulcère un recouvrement conjonctival comme si le limbe ne jouait plus son rôle de barrière entre la conjonctive et la cornée. L'évolution spontanée de ce recouvrement est l'invasion totale de la cornée ne permettant qu'une acuité visuelle limitée à une perception lumineuse.

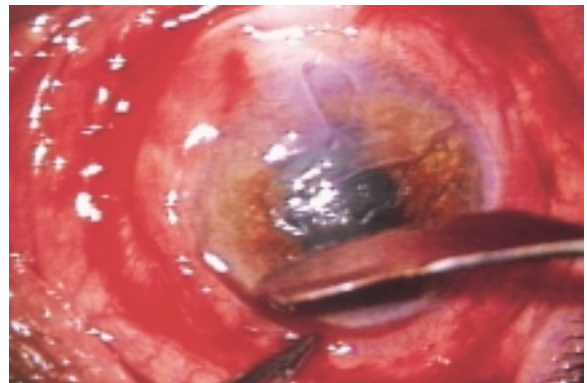
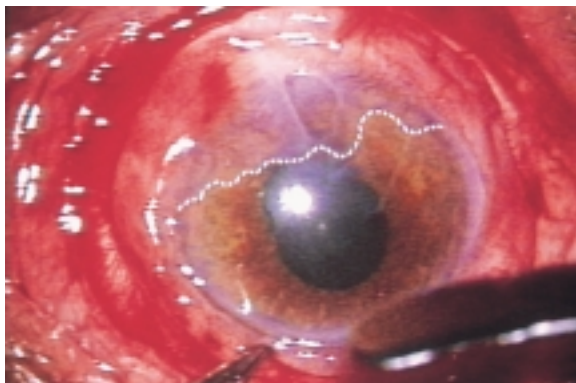


C'est ainsi que l'on peut expliquer l'intérêt de cette technique qui a pour but de prélever des cellules souches limbiques sur l'œil adelphe puis de les greffer sur la zone limbique où elles font défaut.



Il ne faut pas hésiter à recourir à cette chirurgie dès le stade de début du recouvrement conjonctival. Ici notre patient a été brûlé gravement par de la soude moins de deux mois auparavant.

Le premier temps de cette intervention sous anesthésie générale consiste en la préparation de l'œil receveur.



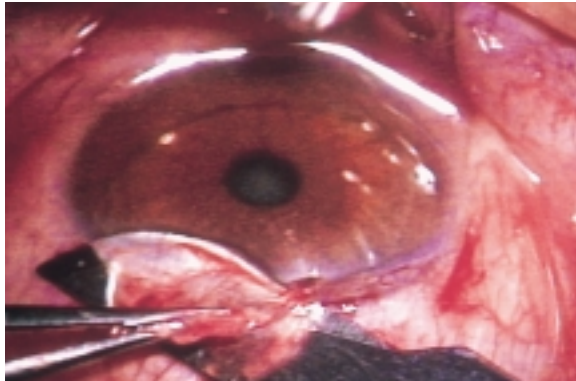
Nous réalisons tout d'abord une péritomie à 2 mm du limbe. Elle débute par la conjonctive située en dehors de la zone de recouvrement pour se terminer en regard de cette zone, ce qui permet de sectionner plus facilement les synéchies conjonctivo-sclérales existant à ce niveau.

Il nous paraît plus facile de réaliser la dissection de la membrane conjonctivale en partant du centre de la cornée pour aller vers la périphérie. Nous utilisons un scarificateur.

La dissection doit débuter un peu à distance de la limite du recouvrement conjonctival tel que notre œil peut le voir. En effet, le recouvrement conjonctival est toujours plus étendu, et ainsi le plan de clivage est facilement trouvé. La dissection peut ainsi progresser et permet de bien libérer le limbe. De même les synéchies conjonctivo-sclérales sont facilement décollées en continuant le plan de clivage au niveau de la région conjonctivale.

Cette méthode permet d'obtenir un plan de clivage parfait. Néanmoins un grattage cornéen peut être réalisé par une lame de bistouri numéro 15 pour éliminer tous les îlots conjonctivaux qui pourraient persister au niveau des lames cornéennes. Ce même grattage doit dégager le limbe au niveau du futur lit du greffon. C'est un temps fondamental de l'intervention.

Cette méthode de dissection centrifuge du recouvrement conjonctival nous permet de nous passer d'une kératectomie lamellaire étendue sur toute la surface cornéenne.



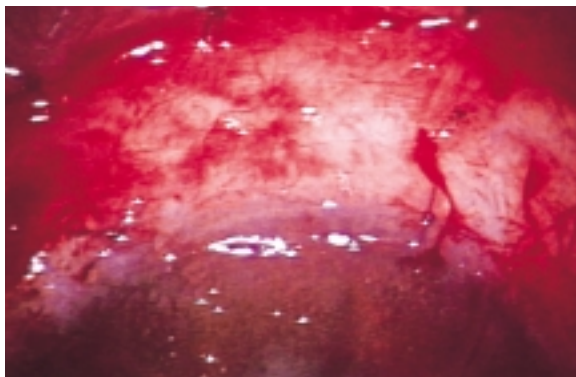
La deuxième partie de l'intervention consiste alors à prélever le greffon limbique au niveau de l'œil adelphe.

La zone de prélèvement sera sélectionnée en tenant compte des éléments suivants :

- En cas de brûlure bilatérale la zone prélevée doit être située en dehors d'une zone qui a subi une ischémie, afin de ne pas enlever les dernières cellules souches limbiques de cette zone. Pour cette raison on évitera la partie cornéenne inférieure.
- Eviter les zones cornéennes où siègent des néovaisseaux limbiques développés.
- Choisir des zones cornéennes, recouvertes par la paupière supérieure afin de faciliter la guérison postopératoire.
- Malgré le risque minime d'induire un astigmatisme, on évitera les zones 3 heures et 9 heures. On peut s'aider d'une topographie cornéenne pour éviter d'aggraver un astigmatisme.
- Pour toutes ces raisons, la zone de choix apparaît être la zone cornéenne supérieure.

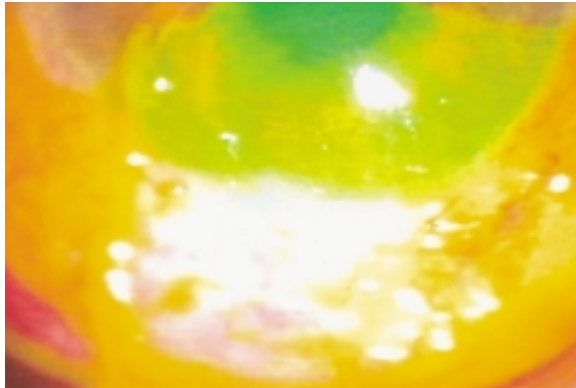
Il nous paraît beaucoup plus aisé de débiter la prise du greffon par son versant conjonctival. Sa largeur est égale à celle de la péritomie. Sa longueur doit recouvrir toute la zone limbique de recouvrement. L'épaisseur du greffon doit se limiter à l'épithélium conjonctival. La dissection est rendue plus aisée en commençant par découper aux ciseaux un L au niveau d'un angle du greffon. Le prélèvement des cellules souches limbiques est rendu possible en poursuivant la dissection vers la cornée. Nous utilisons la lame de bistouri numéro 15. Celle-ci est placée dans un plan horizontal sous la conjonctive disséquée de manière à pouvoir contrôler visuellement la section dans les lames cornéennes. Des mouvements latéraux doux de va et vient permettent d'obtenir le versant cornéen du greffon. C'est le temps le plus difficile de cette chirurgie en raison de la grande fragilité de la région limbique.

Le versant cornéen doit avoir une largeur de 0,5 mm, c'est-à-dire que la lame de bistouri doit sortir 0,5 mm en avant des arcades vasculaires limbiques.



Le greffon est alors transféré au niveau de son lit sur l'œil controlatéral. Il faut veiller à ce qu'il ne se retourne pas. Pour éviter cet incident nous le maintenons tendu entre 2 pinces de Bonn.

Le greffon doit être placé dans la zone de recouvrement ; le limbe du greffon étant exactement en regard du limbe de l'œil receveur.



Le bord conjonctival du greffon est suturé au bord de la conjonctive péritomisée par des points de Vicryl 8/0.

L'intervention qui a duré 1 heure 30 se termine par un pansement oclusif à la pommade antibiotique et corticoïde.

Le suivi post-opératoire consiste d'abord à s'assurer de la prise de la greffe. Elle repose sur la visualisation dans les

15 jours suivants de la réépithélialisation cornéenne progressive centripète à partir du greffon. Celle-ci est soutenue par un traitement cicatrisant de cornée associé à un traitement substitutif des larmes car le brûlé grave présente le plus souvent une insuffisance lacrymale.

Un autre élément positif est la boucle à 180° des vaisseaux limbiques qui semblent buter contre le limbe de la greffe.

Après la cicatrisation cornéenne obtenue et stabilisée en règle 2 mois après l'intervention, la réfraction est réalisable en s'aidant d'une topographie cornéenne. En cas de troubles réfractifs résiduels importants un laser EXCIMER paraît envisageable plus à distance.

Enfin, il faut suivre le patient régulièrement et rechercher une éventuelle récurrence qui sera au mieux contrôlée par un traitement corticoïde topique prolongé. Une récurrence est le plus souvent due à une longueur du greffon insuffisante pour couvrir toute la zone de recouvrement. Si besoin, une nouvelle greffe nous paraît envisageable après un délai de plusieurs mois. Surtout, cette intervention peut être l'étape préliminaire à une greffe de cornée.

TRAITEMENT DES BRÛLURES CHIMIQUES DES YEUX. **Insuffisance de la solution de lavage tamponnée, utilisée seule.**

Martin Reim

*Clinique ophtalmologique de la Faculté de Médecine
de l'Ecole Supérieure de Rhénanie-Westphalie (RWTH), Aix-la-Chapelle.*

Les statistiques d'accidents de la clinique ophtalmologique font apparaître des brûlures chimiques et des brûlures thermiques avec une fréquence de 12-19 % (Watz et al. 1973 ; Kuckelkorn et al. 1993). Sur cette proportion, 10 % concernent des brûlures thermiques. Heureusement, ce sont principalement des blessures légères. Des brûlures plus graves, chimiques et autres, ne se produisent que rarement dans les différents établissements, souvent moins d'une fois par an. C'est pourquoi on ne sait pas très bien comment traiter les cas graves. Un ensemble de cas graves de brûlures chimiques et thermiques, collecté dans des cliniques disposant d'une vaste expérience, paraît donc utile et devrait améliorer durablement les résultats.

Nous allons donner ci-après des indications thérapeutiques et quelques particularités cliniques concernant des cas graves, qui permettront une évaluation de la gravité de l'accident et des possibilités thérapeutiques.

Classification des brûlures chimiques et thermiques des yeux			
I	II	III	IV
Erosion	Erosion	Erosion	Ischémie profonde
Hyperémie	Ischémie > 1/3	Ischémie > 1/2	Nécroses étendues
Régénération	Chémosis	Chémosis	Opacité de la cornée
	Recirculation	Opacité de la cornée	Atrophie de l'iris
	Régénération	Ulcérations	Erosion persistante
		Vascularisation	Ulcérations
		Proliférations	Exsudation fibrineuse sur l'iris
		Cicatrices	Cataracte, glaucome

Tableau 1

Les brûlures sont classées selon leur gravité en quatre stades. Le *tableau 1* montre que les stades I et II concernent des lésions peu étendues et très superficielles, qui guérissent en quelques jours et sans séquelles (Reim et al. 1983) (Kuckelkorn ; Luft et al. 1993). Les stades III et IV concernent des lésions plus étendues et plus profondes.

Les *tableaux 2 et 3* indiquent, en s'appuyant sur l'ensemble des cas de la clinique ophtalmologique de la RWTH d'Aix-la-Chapelle, comment se répartissent les brûlures graves et très graves, d'origine chimique ou thermique. On est frappé par la grande proportion des brûlures chimiques affectant les

deux yeux et aussi par le grand nombre d'accidents domestiques (Kuckelkorn, Luft et al. 1993 ; Kuckelkorn et al. 1993 ; Kuckelkorn et al. 1995).

Cas de brûlures graves chimiques et thermiques à la clinique ophtalmologique de l'Université Technique d'Aix-la-Chapelle 1980-1995	
● Nombre total d'yeux	260
● Accidents professionnels	68,1 %
● Accidents domestiques	24,1 %
● Causes inconnues	7,8 %

Tableau 2

Cas de brûlures graves chimiques et thermiques à la clinique ophtalmologique de l'Université Technique d'Aix-la-Chapelle 1980-1995	
● Nombre de patients	191
● Nombre total d'yeux (deux yeux touchés : 36 %)	260
● Agents	
● Base	58,1 %
● Acide	14,1 %
● Chaleur	16,2 %
● Autre	11,6 %

Tableau 3

L'action des bases, des acides et de la chaleur détruit tout d'abord l'épithélium superficiel de la cornée et de la conjonctive. Pour des concentrations élevées de produits chimiques, les tissus situés plus en profondeur ont également tendance à se nécroser : le stroma,

Physiologie
● Nécroses ● Défectuosité épithéliale, Ischémie et ulcération ● Réaction inflammatoire ● Exsudation de Substances autocrines ● Activation et invasion de leucocytes ● Polynucléaires ● Lymphocytes ● Plasmocytes ● Activation de fibroblastes ● Néovascularisation

Tableau 4

des substances autocrines telles que l'histamine, l'angiotensine, la prostaglandine, les leukotriènes et l'interleukine sont libérées immédiatement après l'accident. On sait que ces substances provoquent une réaction inflammatoire. Les macrophages et les polynucléaires sont activés en premiers. Ils traversent assez rapidement le tissu endommagé. Dans des cas peu graves, la réaction inflammatoire s'affaiblit et disparaît. C'est le plus souvent le cas lorsque les épithéliums superficiels sont régénérés. Lorsque la circulation ne se rétablit pas spontanément dans le tissu brûlé et que les épithéliums font défaut, l'inflammation d'abord aiguë devient chronique. Des lymphocytes et des plasmocytes, qui provoquent et alimentent le processus inflammatoire, apparaissent. Ce qu'on appelle la maladie des brûlés se déclare (Reim et al. 1980 ; Reim et al. 1995). Dans ces conditions, après des semaines et des mois, il se produit une néovascularisation du tissu ischémique et de la cornée. Il se forme des cicatrices fibreuses qui se rétractent au niveau de la cornée, forment des symblepharons et transforment la cornée en une couenne fibrovasculaire - un état qui, s'il n'est pas traité, aboutit pratiquement à la cécité et est très difficile à traiter (Becker et al. 1994 ; Becker et al. 1995 ; (Reim, Schmidt-Martens et al. 1980 ; Reim 1992 ; Reim and Kuckelkorn 1995).

On observe une réaction particulière lorsque seule la cornée est touchée et la conjonctive épargnée (*figure 1*) (*tableau 5*). Il se produit alors, par suite de la violente réaction inflammatoire du limbe, en l'espace de quatre à six semaines, une vascularisation complète de la cornée. Dans le cas d'une destruction étendue de la conjonctive, commence la prolifération du tissu cicatriciel riche en vaisseaux autour de la zone brûlée. Plusieurs semaines s'écoulent avant que ce tissu cicatriciel ne remplace la sclérotique ischémique et n'atteigne la cornée (*figure 2*). Par conséquent, la néovascularisation de la cornée ne se produit, après brûlure des segments les plus antérieurs de l'oeil, que plusieurs semaines ou plusieurs mois plus tard, si une ulcération soudaine n'a pas déjà liquéfié la cornée et la sclérotique (Chayakul et al. 1982 ; Reim 1982 ; Reim et al. 1984 ; Reim and Kuckelkorn 1995).

Interaction de la cornée et de la conjonctive
Formes cliniques des brûlures chimiques et autres "la cornée seule" "la cornée et le limbe" "la totalité des segments oculaires antérieurs"

Tableau 5

les tissus subconjonctifs et la conjonctive bulbaire du globe oculaire, et souvent aussi la sclérotique (*figure 3*) (*tableau 4*). Dans les tissus irrigués par le sang, les parties nécrotiques apparaissent d'abord sous forme d'ischémie. La cornée perd ses cellules (kératocytes) et présente une opacité primaire. La nécrose proprement dite, la destruction du tissu, devient cliniquement visible sous forme d'ulcérations après 4-6 semaines (*figures 1 et 2*). Dans les régions brûlées, mais surtout dans la zone de transition avec le tissu sain,

THÉRAPEUTIQUE

Principe de la thérapeutique

Principe de la thérapeutique
● Eliminer l'agent corrosif ● et ses contaminants ● Empêcher les contaminations secondaires ● Inhiber les réactions inflammatoires ● Protéger et reconstruire les surfaces ● Reconstruire les structures intraoculaires

Tableau 6

Le principe de la thérapeutique est basé sur la physiologie des brûlures chimiques (tableau 6). L'agent corrosif est éliminé non seulement par lavage, mais aussi par un nettoyage mécanique minutieux, le cas échéant par intervention chirurgicale. Il ne faut pas oublier que de nombreux produits chimiques sont des produits bruts, qui sont fortement souillés par des métaux lourds, de l'aluminium et du silicium (Schrage et al. 1988 ; Schirner 1994 ; Schirner et al. 1995). Lors du traitement

de cas graves, il ne faut pas oublier non plus que les lésions épithéliales de longue durée de la cornée et de la conjonctive sont des plaies ouvertes par lesquelles peuvent pénétrer des substances étrangères nocives, par suite de la thérapeutique et de l'exposition (Reim et al. 1996). Le lavage ne sert pas seulement à éliminer l'agent corrosif lors des premiers secours. Dans les étapes ultérieures de la maladie, des lavages répétés ont encore une importante fonction de nettoyage. L'importance en est encore accrue pour des exsudations leucocytaires à répétition, car les leucocytes activés peuvent très rapidement détruire la substance organique de la cornée avec des radicaux libres. L'acide ascorbique et l'alpha-tocophérol, que l'on trouve en grandes quantités dans l'huile de ricin et l'essence de girofle, servent également à piéger les radicaux superoxydes. Les meilleurs agents permettant de lutter contre les phénomènes inflammatoires sont encore les corticostéroïdes. Dans le cas d'ulcérations imminentes ou déclarées, les inhibiteurs de protéases jouent un rôle important (Borchers et al. 1990 ; Lund et al. 1990 ; Reim, Kottek et al. 1996).

Etant donné que les tissus nécrotiques et enflammés libèrent de grandes quantités de médiateurs de l'inflammation, l'excision chirurgicale des nécroses constitue un important soutien thérapeutique anti-inflammatoire. De toute manière, il est nécessaire de recouvrir la sclère dénudée, souvent ischémique, avec une plastie de conjonctive bulbaire. Des transplantations de la cornée sont également souvent nécessaires, afin d'éliminer de la cornée gravement brûlée les facteurs toxiques et provoquant une inflammation (tableau 7).

Interventions chirurgicales
● Excision des plages d'ischémie et de nécrose. ● Plastie de la conjonctive bulbaire du globe oculaire pour recouvrir la sclère ischémique ● Epithélium artificiel de l'enveloppe de la cornée ou de l'enveloppe amniotique ● Kératoplastie précoce ● Chambre antérieure : éliminer les fibrines, éventuellement le cristallin ● Plastie de la conjonctive, transplantations de muqueuse ● Reconstruction des paupières et du bord des paupières

Tableau 7

Pour la reconstruction, on a souvent recours en outre, dans les cas graves, à une chirurgie plastique de la conjonctive, à des transplantations de muqueuse et à une reconstruction chirurgicale des paupières (Borchers, Salla et al. 1990 ; Lundt, Becker et al. 1990 ; Kuckelkorn et al. 1993 ; Kuckelkorn et al. 1993 ; Kuckelkorn et al. 1993 ; Kuckelkorn et al. 1994 ; Kuckelkorn, Makropoulos et al. 1995 ; Kuckelkorn et al. 1995 ; Reim, Kottek et al. 1996).

Premiers secours (tableau 8)

Premiers secours en cas de brûlures chimiques et autres	
●	Anesthésie par instillation avec de la kérakaine [®]
●	Lavage avec du BBS [®] ou avec la solution de lactate de Ringer [®]
●	Ouverture passive des paupières !
●	Inspection, nettoyage, ectropioner la paupière inférieure !
●	Poursuite du lavage et du nettoyage mécanique !
●	En cas de fortes douleurs : injection rétrobulbaire de xylocaïne à 2 % ou anesthésie totale
●	Ensuite, classification du degré de gravité

Tableau 8

Le lavage rapide et complet des yeux brûlés reste, aujourd'hui encore, le geste le plus important des premiers secours. L'ouverture passive des paupières présente ici une importance extraordinaire : pendant le lavage, le patient doit tourner les yeux de tous côtés, les cul-de-sacs étant ainsi toujours ouverts. Les yeux brûlés doivent obligatoirement avoir une conjonctive tarsienne et des cul-de-sacs accessibles au lavage ou à un nettoyage mécanique. Afin de soulager la douleur, on

peut instiller un anesthésiant local. Dans le cas de fortes douleurs, il est bon d'effectuer une immobilisation des paupières et une injection rétrobulbaire avec de la xylocaïne à 2 %. Une anesthésie générale peut être également nécessaire pour bien ouvrir les cul-de-sacs et les nettoyer.

Agents de lavage

Divers liquides ont été proposés pour les premiers secours et les lavages ultérieurs des yeux ayant subi des brûlures chimiques. Les derniers travaux de Schrage (Schrage et al. 1993) ont montré qu'une solution de lactate de Ringer ou une solution physiologique équilibrée (BSS) souvent utilisée en chirurgie ophtalmique est bien adaptée au milieu du stroma cornéen du point de vue électrolytique. Une solution saline physiologique est certainement un moyen fiable et neutre, mais des lavages avec NaCl à 0,9 % conduisent à une élution du sodium et à une accumulation des ions chlorure dans la substance propre de la cornée. Un tampon phosphate conduit à des calcifications, non seulement lorsqu'il est utilisé en tant que moyen de lavage, mais aussi lorsque des instillations oculaires contiennent du tampon phosphate en tant qu'excipient (Reim, Kottek et al. 1996). Le tampon citrate isotonique est avantageux du fait qu'il forme des chélates et de ce fait, peut fixer des ions métalliques. Il est recommandé avant tout par Pfister (Pfister 1982 ; Pfister et al. 1991). Dans le cas où de la poudre de chaux non éteinte aurait pénétré dans l'oeil, on peut recommander un lavage non aqueux de la conjonctive et des cul-de-sacs avec de l'huile (Höfling 1990). Toutefois, le point important reste que le premier lavage doit intervenir rapidement.

Thérapeutique des brûlures des 1^{er} et 2^{ème} stades

Dans le cas de brûlures chimiques légères des 1^{er} et 2^{ème} stades, il suffit souvent d'effectuer toutes les heures un lavage avec la solution de lactate de Ringer et d'instiller une combinaison de corticostéroïde et d'antibiotique. On peut appliquer en outre de l'ascorbate de sodium à 10% (Braun, Melsunger). En cas de forte chémosis et d'ischémie circonscrite, on doit exciser le tissu ischémique, le plus souvent localisé sur le limbe (Peridektomie, Reim et al. 1982). Cette intervention peut être réalisée sous anesthésie par instillation ou après une injection subconjonctivale de xylocaïne à 2%. On excise ici une partie de la conjonctive proche du limbe, en forme de demi-lune, puis on laisse la blessure ouverte. Elle se régénère rapidement et souvent sans complication. (Reim and Schmidt-Martens 1983).

Thérapeutique des brûlures des 3^{ème} et 4^{ème} stades (tableau 9)

Premiers secours pour les stades III et IV
• Sous anesthésie locale, ou mieux anesthésie totale • Inspection renouvelée • et ectropionner les deux paupières sous microscope opératoire • Evaluation de l'étendue et de la profondeur des lésions • et de la superficie des déficiences épithéliales • Poursuite du lavage avec du BBS® ou avec la solution de lactate de Ringer® • Nouvelle classification du degré de gravité • Etablissement du plan de traitement et des indications chirurgicales

Tableau 9

Dans le cas de brûlures plus graves chimiques et thermiques, on doit généralement, après le lavage initial, effectuer une inspection sous anesthésie locale ou générale, sous le contrôle du microscope opératoire. On doit effectuer un double lavage des cul-de-sacs conjonctivaux et évaluer l'étendue et la profondeur des lésions. Il est également nécessaire d'évaluer la surface des lésions épithéliales. Pendant ces processus chirurgicaux, il faut laver l'œil en continu ou de manière répétée avec la solution de lactate de Ringer. Au cours

d'une telle inspection opératoire, on peut évaluer le degré de gravité de manière plus précise et prévoir le traitement approprié.

Dans des cas moins graves, avec une ischémie seulement superficielle et une opacité modérée de la cornée, on doit prendre en compte l'étendue de l'ischémie sur le limbe pour évaluer la gravité de la brûlure. Lorsque le limbe est largement conservé et que l'on n'observe pas d'exsudation fibrineuse dans la chambre antérieure, ni de changement de coloration de l'iris ou d'ectropion de l'uvée, on peut limiter l'intervention chirurgicale à l'excision des tissus ischémiques et soigner le patient dans un service ophtalmologique proche, de manière essentiellement conservatrice.

Les blessures graves, voire les plus graves, provoquées par des brûlures chimiques et autres brûlures, se caractérisent par une ischémie étendue, aussi bien sur la circonférence du limbe qu'à la surface du bulbe jusqu'aux cul-de-sacs. En cas de nécrose superficielle, on voit encore des vaisseaux de la sclère briller au fond. Les parties profondes nécrosées sont complètement blanches en raison de l'ischémie. Dans ces cas, on observe également une intense opacité primaire de la cornée. Le plus souvent, l'iris décoloré, sale transparaît avec un ectropion de l'uvée. Souvent, on n'observe qu'une exsudation fibrineuse grise-blanc dans la chambre antérieure. Il n'est pas rare que les paupières et la conjonctive tarsienne soient impliquées. Dans le cas de lésions adhérentes à la surface de la conjonctive, il se produit souvent une forte sécrétion leucocytaire. Cette situation est dangereuse, car sous l'exsudat leucocytaire, le segment antérieur peut se liquéfier dans les 2 à 3 semaines suivant l'accident. Les patients dont les yeux ont subi une telle brûlure doivent subir d'abord une intervention chirurgicale dans une clinique ophtalmologique spécialisée qui dispose de matériel issu de donneurs pour la kératoplastie et avec une plastie de la conjonctive bulbaire.

Autres traitements et évolution des brûlures des III^{ème} et IV^{ème} stades (tableau 10)

Thérapeutique médicamenteuse	
●	Lavage
●	Ascorbate
●	Antibiotique
●	Corticostéroïde
●	Inhibiteurs de protéases

Tableau 10

Dans les 3 premiers jours suivant l'accident, on doit exciser habilement la nécrose par voie chirurgicale. Restent alors la conjonctive bulbaire du globe oculaire dénudé, la sclère ischémique et la cornée souvent fortement opaque. Afin d'empêcher la liquéfaction de la sclère ischémique, et de conserver la cornée, il est conseillé de réaliser une plastie de la conjonctive bulbaire du globe oculaire (Teping et al. 1987 ; Reim et al. 1989 ; Teping et al. 1989). Lors de la plastie de

la conjonctive bulbaire, on isole des lambeaux de conjonctive des culs de sac. Elles sont généralement bien irriguées par les vaisseaux sanguins et peuvent être ramenées dans chaque quadrant sous forme de tissu élastique lisse et recousues sur le limbe et la sclère. La sclère ischémique dévascularisée peut ainsi se revasculariser avec le temps. De plus, sur la conjonctive bulbaire du globe oculaire isolées, un nouvel épithélium conjonctival complet va se régénérer (Reim et al. 1992 ; Kuckelkorn, Redbrake et al. 1995).

Malheureusement, après une plastie de la conjonctive bulbaire du globe oculaire, tout au plus un quart de ces cas graves s'accompagne d'une régénération spontanée de l'épithélium de la cornée. Par conséquent, la surface dénudée du stroma cornéen doit être protégée. Dans le cas d'une opacité modérée de la cornée, et lorsque la chambre antérieure est saine, il suffit de coller une lentille de contact dure en tant qu'épithélium synthétique (Turss et al. 1973 ; Reim et al. 1978 ; Reim et al. 1981 ; Kuckelkorn and Reim 1994). Lorsque la cornée est fortement opaque et qu'il se produit une forte exsudation fibrineuse dans la chambre antérieure, on doit envisager une kératoplastie primaire ou précoce. Lors d'une telle intervention, on peut également assainir la chambre antérieure, en ôtant les membranes fibrineuses adhérentes à l'iris, avec élimination extracapsulaire du cristallin qui présente souvent une opacité primaire. Lorsque l'iris est totalement nécrosé, on doit également l'enlever. Ce nettoyage chirurgical radical élimine les sources d'inflammation et d'irritation permanentes, qui compromettent également le pronostic de restauration de la cornée par kératoplastie (figure 4).

Dans les cas graves, en plus des interventions chirurgicales, un traitement conservateur prolongé, souvent local, est également nécessaire. Pour nettoyer la surface de la conjonctive et de la cornée, on recommande un lavage avec la solution de lactate de Ringer, car les leucocytes et une sécrétion riche en protéines des cellules de la surface contiennent des enzymes protéolytiques et des substances inflammatoires. Un antibiotique est également indispensable, car les yeux fortement brûlés, aussi longtemps que l'épithélium ne s'est pas complètement refermé, présentent le plus haut degré de risque d'infection. Les corticostéroïdes sont également nécessaires. Après les 3 premières semaines suivant l'accident, la posologie dépend étroitement des déficiences de l'épithélium.

Etant donné que les lésions prolongées de l'épithélium constituent une plaie ouverte, il ne faut pas oublier que pendant le traitement local, les désinfectants contenus dans les produits ophtalmiques peuvent provoquer des contaminations et des effets toxiques considérables. Par conséquent, pour un traitement prolongé des brûlures oculaires, il est recommandé d'utiliser des préparations sans conservateur ou à faible teneur en conservateur. De ce point de vue, l'utilisation des onguents oculaires est plus sûre que celle des gouttes. Les préparations en solution dans un tampon phosphate ne doivent pas être utilisées en raison de la calcification secondaire de la cornée. Les préparations dans l'huile de ricin présentent de l'intérêt, car ce véhicule contient des quantités actives d'alpha-tocophérol et de ce fait, permet également de piéger les radicaux libres. La tétracycline en tant qu'antibiotique devrait prendre de l'importance dans cette thérapeutique, car elle inhibe les métalloprotéinases.

Complications évolutives

Malheureusement, après une brûlure chimique grave des yeux, il se produit toute une série de difficultés, qui ont été largement décrites ailleurs (Kuckelkorn et al. 1993, 1994, 1995 ; Reim et al. 1981, 1989, 1992, 1995, 1996). Le *tableau 10* montre que pour traiter ces problèmes, on dispose de processus opératoires bien établis pouvant aider le patient et lui permettant de conserver ses yeux.

Importance des premiers secours

Dans un grand nombre de brûlures chimiques graves et très graves des yeux, on s'est rendu compte à quel point le pronostic dépendait du moment où les premiers secours intervenaient et de la qualité de cette intervention. Le *tableau 11* rassemble des données indiquant clairement qu'un lavage précoce effectué dans le cadre des premiers secours est déterminant pour la suite. Lorsqu'on a effectué un lavage précoce, le nombre moyen des opérations nécessaires pour la reconstruction est nettement plus faible qu'en cas de premiers secours tardifs. La même chose est valable pour la durée du séjour en milieu hospitalier.

Importance des premiers secours		
	Nombre moyen des opérations	Nombre de mois en milieu hospitalier
● Lavage précoce	6,5±4,6*)	4,2±2,8**)
● Lavage tardif	10,4±10,00*)	6,0±4,5**)
101 patients avec 131 cas de graves brûlures chimiques oculaires		

Tableau 11

Importance des premiers secours		
	Nombre de patients	
	Lavage précoce*)	Lavage tardif*)
● > 6/60	20	13
● 1/15-1/50	25	9
● Perception/		
● projection de la lumière	31	31
● Enucléation	-	2
101 patients avec 131 cas de graves brûlures chimiques oculaires		

Tableau 12

Le *tableau 12* rassemble les résultats de vision dans les cas de lavage précoce et de lavage tardif. Les résultats fonctionnels sont nettement meilleurs pour un lavage précoce que pour un lavage tardif.

Perspectives d'avenir

Les mauvais résultats fonctionnels indiqués dans le *tableau 12* devraient nous inciter à étudier toutes les possibilités de traitement des brûlures chimiques oculaires graves. L'expérience montre que même pour les brûlures chimiques les plus graves, on peut arriver à conserver une fonction utilisable. La conservation des yeux en elle-même peut être considérée comme un résultat positif et un point de départ pour la restauration ultérieure. Les efforts destinés à améliorer le traitement des graves brûlures chimiques oculaires doivent commencer par les premiers secours. Dans les catégories socio-professionnelles exposées, les premiers secours devraient être considérées comme mesures d'entraide incontournables et exercés à ce titre. Il faut surveiller sérieusement le port des lunettes de protection. Parmi nos 191 brûlés graves, un seul portait des lunettes de protection ! Cette exigence devrait être formulée au moins pour les accidents professionnelles. Pour les accidents graves survenant dans l'industrie du bâtiment, dans l'industrie alimentaire et les transports, en plus des lunettes de protection, des mesures de protection supplémentaires devraient être envisagées. Dans ces trois branches professionnelles, on transfère des agents fortement corrosifs par pompage sous haute pression. Dans l'industrie du bâtiment, il s'agit essentiellement de chaux d'enduit et de ciment, dans l'industrie alimentaire, il s'agit en grande partie de bases concentrées qui contiennent en outre des détergents, et les camion-citernes transportent des acides et des bases concentrés. Lorsque ces substances dangereuses jaillissent par suite d'une fuite dans le système ou d'un défaut d'étanchéité d'un raccord de tuyauterie, on observe des brûlures chimiques très graves et étendues. Dans ces branches professionnelles, les accidents sont généralement provoqués par l'explosion d'un raccord de tuyauterie ou par une malfaçon de celui-ci. Il faudrait prévoir que ces raccords soient protégés par un écran transparent, de sorte qu'en cas d'un défaut d'étanchéité, le jet sous haute pression n'atteigne pas directement l'opérateur, mais qu'il soit arrêté par l'écran. Le développement ultérieur du traitement des brûlures chimiques les plus graves doit donc être centré sur l'amélioration de la prévention et de la sécurité sur le lieu de travail, sur diverses méthodes chirurgicales en partie nouvelles et sur la mise au point de nouveaux médicaments, qui satisfont aux exigences de pureté mentionnées ci-dessus du point de vue de leur action et de leur galénique.

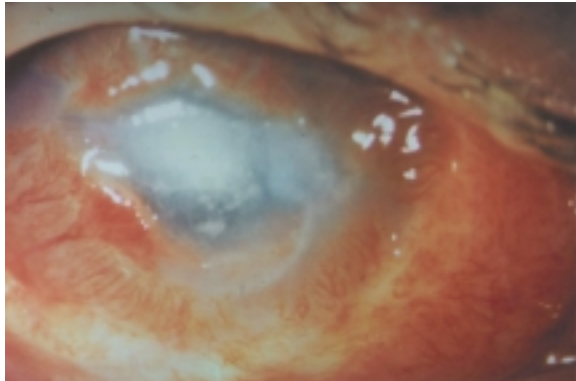


Figure 1

Brûlure chimique grave provoquée par un agent de nettoyage industriel alcalin dans l'industrie alimentaire. Six semaines après l'accident, on observe un ulcère central et une vascularisation complète de la cornée, s'étendant jusqu'à l'ulcère.

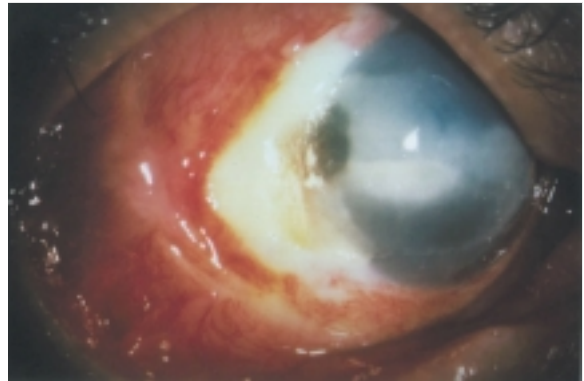


Figure 2

Etat de la totalité des segments oculaires antérieurs six semaines après l'accident. Les proliférations inflammatoires ont atteint la cornée depuis la profondeur des cul-de-sacs et ont provoqué une ulcération cornéosclérale étendue. Par ailleurs, la cornée présente une opacité et une calcification intenses.

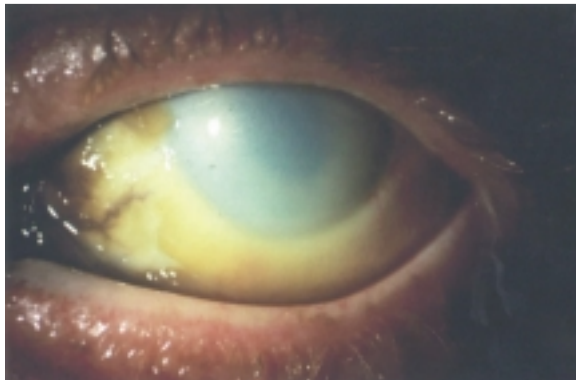


Figure 3

Brûlure chimique grave provoquée par de la lessive de soude. Chez ce patient, les deux yeux ont été également touchés. La cornée est complètement opaque, la conjonctive complètement ischémique. Les vaisseaux encore visibles de la conjonctive sont colorés en brun-noir par l'hemosidérine.

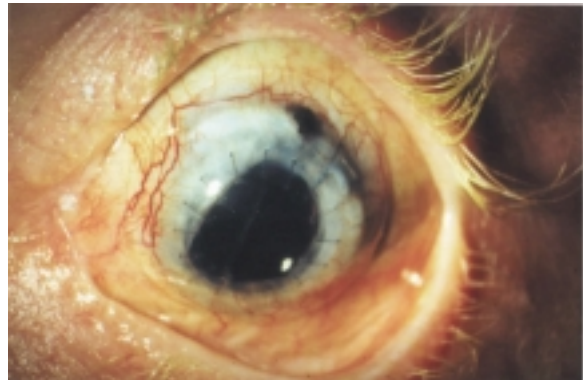


Figure 4

Examen du patient de la figure 3 quatre ans après l'accident : après une plastie de la conjonctive bulbaire du globe oculaire, deux kératoplasties et un curetage extracapsulaire avec implantation d'une lentille dans la chambre antérieure, l'état du patient est stable et son acuité visuelle est de 0,3.

Bibliographie

- Becker J., S. Salla, et al. (1995). Explorative study of interleukin levels in the human cornea. Graefes Arch Clin Exp Ophtalmol 233 : 766-771.
- Becker J., S. Salla, et al. (1994). Survival of corneal grafts after severe burns of the eye. Ocular Immunology and inflammation 2 : 199-205.
- Borchers J., S. Salla, et al. (1990). Histological investigations after severe alkali burn of the rabbit under therapy of a drug combination - "Cocktail" - therapy. Documenta Ophthalmologica 76 : 181.
- Chayakul V. and M. Reim (1982). The enzymatic activities in the alkali-burned rabbit cornea. Graefes Arch Clin Exp ophtalmol 218 : 145-148.
- Höfling G. (1990). Erste Hilfe bei Kalkverätzungen. Augenspiel 11 : 34 - 42.
- Kuckelkorn R., J. Becker, et al. (1993). Verschiebung der Lidblätter - ein operatives Verfahren bei Narbenentropium mit lidkantennaher Tarsusdeformation. Klin Monatsbl Augenheilk 202 : 102-109.
- Kuckelkorn R., A. A. Kottek, et al. (1994). Intraokulare Komplikationen nach schweren Verätzungen - Häufigkeit und chirurgische Behandlung. Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 205 : 86-92.
- Kuckelkorn R., I. Luft, et al. (1993). Verätzungen und Verbrennungen in Einzugsbereich der RWTH Aachen. Analyse der Unfälle über 1 Jahr mit Hilfe einer neuen automatischen Befunddokumentation. Klin Monatsbl Augenheilk 203 : 34 - 42.
- Kuckelkorn R., W. Makropoulos, et al. (1993). Retrospektive Betrachtung schwerer Alkaliverätzungen der Augen. Chemische Verätzungen der Augen : Klin Monatsbl Augenheilk 203 : 397-402.
- Kuckelkorn R., W. Makropoulos, et al. (1995). Chemische Verätzungen der Augen : Ursachen, Behandlung und Prävention. Arbeits Sozial Umwelt Med 30 : 27-33.
- Kuckelkorn R., C. Redbrake, et al. (1995). Tenon-Plastik und Frühkeratoplastik bei schwerstverätzten Augen. Ophtalmologie 92 : 439-444.
- Kuckelkorn R., C. Redbrake, et al. (1993). Keratoplastik mit 11-12 mm Durchmesser zur Versorgung von schwerstverätzten Augen. Ophtalmologie 90 : 683-687.
- Kuckelkorn R. and M. Reim (1994). The Contact Lens as "Artificial Epithelium" in Eye Burns. Contactologia 16 : 74-81.
- Kuckelkorn N. Schrage, et al. (1993). Klinische Erfahrungen mit aufgeklebtem harten Kontaktlinsen. Klin Monatsbl Augenheilk 202 : 520-527.
- Kuckelkorn R., M. Wenzel, et al. (1994). Autologe Nasenschleimhauttransplantation nach Schwersten Verätzungen und Verbrennungen. Klin Monatsbl Augenheilk 204 : 149-206.
- Lund G., J. Becker, et al. (1990). Investigation of inflammatory mediators in severe alkali burned rabbit corneas under therapy of a drug combination - "Cocktail"-therapy. Documenta Ophthalmologica 76 : 168-169.
- Pfister R. (1982). Alkali burns of the eye : pathophysiology and treatment. South Med J 75 : 417-422.
- Pfister R., J. Haddox, et al. (1991). The combined effect of citrate/ascorbate treatment in alkali injured rabbit eyes. Cornea 10 : 100-104.
- Reim M. (1982). The clinical significance of proteolytic enzymes and glycosidases in corneal disease. Asian Pacific Acad . Ophtalmol, Bangkok, Phickanes Press, Bangkok. 342-346.
- Reim M. (1992). The results of Ischemia in Chemical Injuries. Eye 6 : 376-380.
- Reim M. Dutescu, et al. (1978). Aufgeklebte Plexiglaslinsen, als künstliches corneaepithel. Ber. Dtsch. Ophtalmol. Ges. 75 : 204-208.

- Reim M., F.M. Kaufhold, et al. (1984). Zur Differenzierung der Therapie bei Verätzungen, Fortschr. Ophtalmol. 81 : 583-587.
- Reim M., A. Kottek, et al. (1996). The cornea surface and wound healing (in press). Retina and eye Research.
- Reim M. and R. Kuckelkorn (1995). Verätzungen und Verbrennungen der Augen. Akt Augenheilk 20 : 76-89.
- Reim M., B. Overkämping, et al. (1992). Zweijährige Erfahrungen mit der Tenonplastik. Ophtalmologe 89 : 524-530.
- Reim M., F.W. Schmidt-Martens (1993). Treatment of burns of the anterior eye segment. Proceedings XXIV Internat. Congress of Ophtalmology, Philadelphia. 1063-1066.
- Reim M., F.W. Schmidt-Martens et al. (1981). Artificial Epithelium in the therapy of corneal ulcerus. The cornea in health and disease. P.D. Trevor-Roper. London, Toronto, Sydney, Academic Press. 367-371.
- Reim M., F.W. Schmidt-Martens et al. (1980). Morphologische und biochemische Befunde bei experimentellen Verätzungen mit Alkali. Ber Dtsch Ophtalmol Ges 77 : 749-759.
- Reim M., F.W. Schmidt-Martens (1982). Behandlung von Verätzungen. Klein. Mbl. Augenheilk. 181 : 1-9.
- Reim M. and C. Teping (1989). Surgical procedures in the treatment of most severe eye burns. Acta Ophtal. Supl. 67 : 47-54.
- Schirner G. (1994). Untersuchungen an verätzten humanen Corneae und Conjunctivae nach keratoplastik, Rekeratoplastik mit energiedispersiver Röntgenanalyse. Dissertation Aachen. 120 S.
- Schirner G., N. Schrage, et al. (1995). Conjunctival tissue examination in severe eye burns : a study with scanning electron microscopy and energy-dispersive X-ray analysis. Graefe's Arch Clin Exp Ophtalmol 233 : 251-256.
- Schrage N.F., K. Benz, et al. (1993). A simple empirical calibration of energy dispersive X-ray analyses (EDXA) on the cornea. Scanning Microscopa 7 : 881-888.
- Schrage N.F., K. Benz, et al. (1993). Quantification of minerals in biological tissues. Doc ophtalmol 83 : 202.
- Schrage N.F., M. Reim, et al. (1988). Untersuchungen an schwerstverätzten Corneae nach Langzeittherapie unter besonderer Beachtung von partikulären Rückständen aus Trauma und Therapeutika. Beitr. Elektronenmikroskop Direktabb Oberfl 21 : 465-472.
- Teping C. and M. Reim (1987). Operative Maßnahmen zur Erhaltung des Auges nach schwerster Verätzung : Prinzip der Tenonplastik. Dtsch Ges Plast Wiederherstellungschirurgie, Frankfurt/M, Springer Heidelberg, 12-14.
- Teping C. and M. Reim (1989). Die Tenon-Plastik als neues Operationsprinzip in der Frühbehandlung schwerster Verätzungen. Klein. Mbl. Augenheilk. 194 : 1-10.
- Teping, C. and M. Reim (1973). Das künstliche Hornhautepithel. Klein Mbl Augenheilk 163 : 661-671.
- Watz H. and M. Reim (1973). Aus der Unterfallstatistik einer ländlichen Augenklinik. Klein. Mbl. Augenheilk. 162 : 648-655.

Anschrift des Verfassers :

Professor Dr. med. M. Reim

Augenklinik der Medizinischen Fakultät der Rheinisch-Westfälischen technischen Hochschule (RWTH) Aachen

Klinikum, Pauwelstr. 30

D-52057 Aachen-Germany

Tel : 0049 241 8088193, 0049 241 74474 -

Fax : 00049 241 74479.

LES DIFFÉRENTS TYPES DE BRÛLURES CHIMIQUES : ASPECTS CLINIQUES ET THÉRAPEUTIQUES

*Professeur R. PEETERS Dr Chirurgie
Chef de Service des Grands brûlés - Anvers - Belgique*

Bien que les brûlures chimiques puissent se révéler comme étant un sérieux problème, une attention plutôt réduite leur est accordée dans la presse actuelle sur le traitement des brûlures. A l'échelle mondiale la plupart des centres de grands brûlés comptent 2 à 3 % de victimes de brûlures chimiques parmi leurs patients. Au centre de grands brûlés d'ANVERS, au cours des 15 dernières années, 15% des patients ont été admis pour le traitement de brûlures chimiques. Cela est peut-être dû en partie à la vaste concentration d'industries pétrochimiques dans la région.

Les brûlures chimiques sont la plupart du temps causées par des acides ou des bases (on sait que d'autres agents provoquent des brûlures chimiques très graves, ils seront abordés plus loin).

Dans la plupart des cas les brûlures par acide se limitent d'elles-mêmes car les dommages qu'elles causent aux tissus se traduisent par une nécrose de coagulation. Cette croûte ou escarre qui est formée agit comme une barrière contre des lésions plus profondes et l'ion hydrogène est neutralisé par l'organisme.

Les brûlures causées par les bases, à l'inverse, causent des nécroses par liquéfaction, qui par dissolution des tissus induit une action continue du produit jusqu'à ce qu'il soit neutralisé ou éliminé.

Le traitement de premier secours le plus répandu pour les brûlures chimiques est le rinçage abondant pendant soixante minutes ou plus pour éliminer l'agent chimique de la peau.

Un élément très important à prendre en compte est le fait que de nombreux produits n'ont pas simplement un effet local mais également systémique après absorption par la peau, provoquant des troubles respiratoires, hépatiques, rénaux ou cardiaques.

Ces divers éléments montrent la complexité relative au traitement de ces brûlures.

Le traitement local en cas de brûlure par acide consiste généralement à l'excision de l'escarre (s'il s'agit d'une brûlure profonde) et d'une greffe de la peau.

Les brûlures par base comme la soude sont plus compliquées à traiter car le produit continuera d'agir sur les tissus et qu'il faudra l'éliminer complètement par excision. Cela a changé notre façon de procéder. Désormais nous traitons une brûlure par la soude comme une urgence chirurgicale, en excisant les tissus dès que possible, avec contrôle pH.

Quelques produits ont une action beaucoup plus complexe sur les tissus et nécessitent un traitement spécialisé pratiqué par des personnes ayant une certaine expérience.

Le phénol outre la nécrose des tissus a des effets systémiques dangereux et les vapeurs qui se dégagent de la brûlure peuvent incommoder le personnel soignant et provoquer une intoxication aiguë.

L'acide formique cause des nécroses musculaires provoquant des troubles rénaux graves. L'acide fluorhydrique agit sur la membrane des cellules causant une grave névrite dans les nerfs périphériques avec une intense douleur s'il n'est pas correctement neutralisé par injection intra-artérielle de calcium.

Dans la plupart des cas cependant le traitement des brûlures chimiques consiste à traiter les dommages qu'elles ont causés mais ne constitue jamais un traitement «éthiologique» de nombreux problèmes restent donc à résoudre.

LA BRÛLURE PULMONAIRE : le point de vue du réanimateur

*Ph Hantson, Département des Soins Intensifs
Clinique Universitaire St-Luc, Bruxelles, Belgique*

La détresse respiratoire aiguë est une complication bien connue du réanimateur qui la voit survenir dans différentes situations aboutissant dans leur forme extrême au syndrome de détresse respiratoire aiguë de l'adulte (SDRA). Les étiologies en sont multiples : pathologie traumatique, infectieuse,... Le pronostic du SDRA est largement conditionné par la nature de l'élément déclenchant et également par le caractère isolé ou non de l'atteinte pulmonaire.

Des facteurs de l'environnement sont susceptibles d'engendrer une atteinte respiratoire diffuse, allant de l'oropharynx jusqu'aux lésions parenchymateuses pulmonaires.

L'analyse de la littérature à ce sujet montre que la majorité de nos connaissances découle de l'observation de patients victimes d'incendies. Ce groupe est relativement hétérogène, car plusieurs éléments sont intriqués. Il suffit de songer à la variété des conditions d'exposition (milieu clos ou ouvert, conditions thermiques, composition des matériaux incandescents et des fumées...) et à l'existence de nombreux facteurs extrapulmonaires (brûlures thermiques cutanées) pouvant influencer indirectement le pronostic pulmonaire.

Si l'agression thermique et chimique sont effectivement souvent associées, il existe cependant des situations où elles peuvent apparaître séparément. L'agression thermique isolée est rare et elle entraînera une atteinte des voies aériennes supra-glottiques lorsque des conditions de température et d'humidité élevées sont rencontrées. L'agression chimique est représentée en milieu professionnel par l'inhalation de vapeurs d'ammoniaque ou de chlore, plus rarement d'autres substances. Ces agressions chimiques isolées constituent un modèle intéressant pour l'étude des mécanismes lésionnels.

Du point de vue du réanimateur, la brûlure pulmonaire par inhalation de substances irritantes constitue une urgence qui peut présenter plusieurs facettes, de par la chronologie de l'apparition des lésions ainsi que par leur localisation.

C'est bien souvent sur les lieux mêmes de l'exposition que le réanimateur doit pouvoir apprécier la gravité de la situation, par le seul moyen dont il dispose à cet instant, à savoir l'examen clinique du patient.

La crainte principale à ce stade est de voir apparaître une détresse respiratoire haute se caractérisant par une dyspnée, une polypnée, une dysphonie ou un tirage respiratoire. Dans les formes les plus sévères, l'arrêt respiratoire par spasme laryngé est possible, comme par exemple lors de l'exposition suraiguë à des vapeurs d'ammoniaque. Un élément d'appréciation important est également l'existence de troubles de la conscience qui doivent faire suspecter qu'au delà de l'effet irritant, il existe une possibilité d'un effet anoxiant provoqué par le dégagement d'autres gaz (monoxyde de carbone, cyanure).

Dans l'urgence, le premier geste consiste à assurer la liberté des voies aériennes supérieures et à débuter l'oxygénothérapie avant d'envisager le transfert du patient en milieu spécialisé.

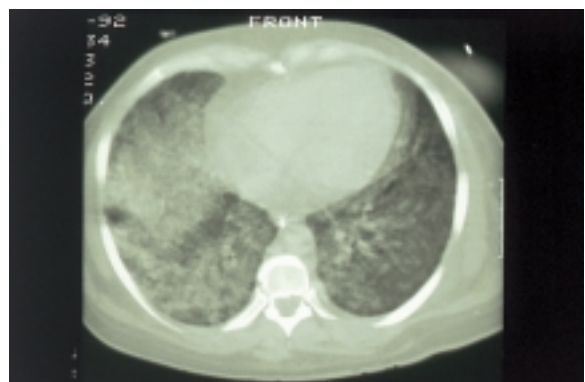
Dans les formes moins sévères, l'examen clinique du patient conscient garde toute sa valeur et doit faire rechercher les signes précoces d'une atteinte qui n'atteindra son apogée que quelques heures plus tard. L'auscultation pulmonaire peut révéler l'existence d'un stridor, de râles ronflants (ronchi) ou sibilants (wheezing), signant une hyperréactivité bronchique, ou de râles crépitants (crackles) témoignant plus vraisemblablement d'une atteinte parenchymateuse.

C'est probablement le patient modérément symptomatique qui justifie le bilan le plus soigneux afin de ne pas méconnaître la gravité potentielle de l'exposition. Initialement, dans ces formes modérément symptomatiques, les examens complémentaires ne permettent pas toujours d'évaluer correctement le risque.

La gazométrie artérielle au repos est bien souvent dans les limites de la normale, car une compensation existe par l'augmentation de la fréquence respiratoire. La radiographie du thorax peut être strictement normale et faussement rassurante dans les premières heures ; elle ne préjuge pas d'une évolution possible vers une atteinte parenchymateuse.



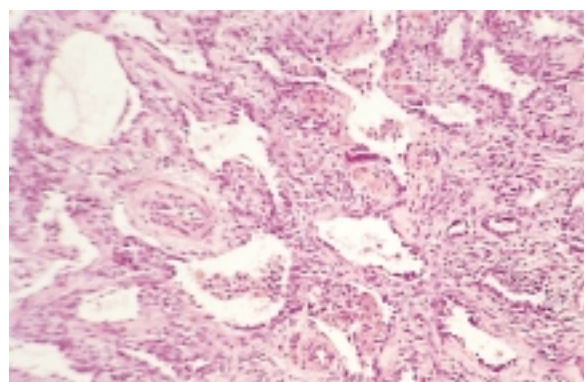
Image radiologique de SDRA (syndrome de détresse respiratoire de l'adulte) chez une jeune femme ayant inhalé un mélange d'ammoniaque et d'acide chlorhydrique.



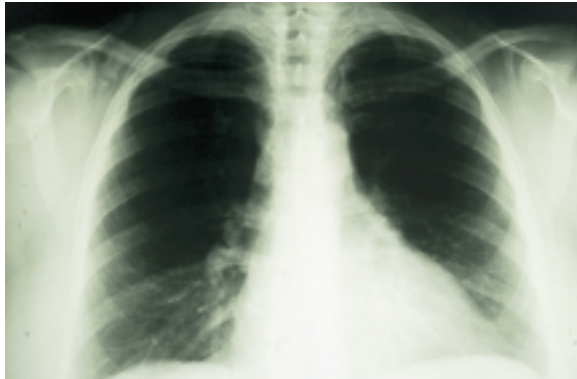
Aspect tomodensitométrique du parenchyme pulmonaire chez cette même patiente.



Pneumothorax survenant en ventilation artificielle suite à la perte de compliance pulmonaire.



Biopsie pulmonaire : présence d'un infiltrat inflammatoire encore riche en lymphocytes et précédant les lésions de fibrose.



Après guérison clinique, persistance de lésions d'allure fibreuse aux deux bases pulmonaires

Pour le clinicien, la sévérité de l'inhalation sera liée à la présence de lésions sous-glottiques qui ne peuvent être visualisées que par la fibroscopie bronchique. Cet aspect a été particulièrement étudié dans des populations de brûlés. Outre des dépôts de suie, la fibroscopie peut mettre en évidence des lésions érythémateuses, voire nécrotico-hémorragiques de la muqueuse trachéo-bronchique. Dans ces populations, la sévérité de ces lésions semble prédire l'apparition du syndrome de détresse respiratoire aiguë. Dans notre

expérience, le recours à la fibroscopie bronchique doit être large car elle permet précocement de se prononcer sur la sévérité de l'exposition ; nous défendons la même idée lors de l'ingestion de caustiques.

L'atteinte parenchymateuse proprement dite peut donc être différée de quelques heures. Parallèlement à la dégradation radiologique, on assiste à une dégradation gazométrique aboutissant parfois à une hypoxémie réfractaire. Pour le réanimateur, c'est l'étape difficile de la ventilation assistée et de ses complications barotraumatiques ou infectieuses.

Les lésions d'inhalation bénéficient des progrès thérapeutiques (limités) dans ce domaine, mais leur traitement ne comporte pas d'éléments spécifiques.

Deux aspects thérapeutiques ont été souvent débattus :

■ le rôle de l'antibiothérapie précoce est très discutable. L'opinion actuelle est qu'il est préférable d'effectuer un suivi bactériologique strict par des prélèvements microbiologiques appropriés et d'adapter l'antibiothérapie en fonction des résultats des cultures et de la sévérité de l'atteinte clinique.

■ le rôle d'une corticothérapie précoce revient périodiquement dans les propositions thérapeutiques du SDRA. Dans le cadre des lésions d'inhalation, aucune étude ne permet d'affirmer que la corticothérapie influence la mortalité ou la morbidité.

Enfin, de nouveaux axes thérapeutiques sont apparus dans le traitement du SDRA (inhalation de NO, oxygénation extracorporelle) et doivent être validés.

Le pronostic final des brûlures pulmonaires reste sévère. On connaît, chez les brûlés, une surmortalité nette des patients présentant des lésions d'inhalation. La mortalité globale des patients victimes d'une brûlure pulmonaire chimique qui doivent être ventilés dépasse encore 50%. Chez les survivants, des séquelles respiratoires sont possibles sous la forme d'une hyperréactivité bronchique persistante et aspécifique, d'infections respiratoires récidivantes ou d'une limitation à l'effort par une diminution de la capacité de diffusion.

En conclusion, pour le réanimateur, la brûlure pulmonaire pose principalement au départ un problème de diagnostic et d'appréciation de la sévérité de l'exposition. En l'absence d'un traitement réellement spécifique, l'atteinte parenchymateuse est traitée selon la même approche que le SDRA d'autre origine.

Bibliographie

Darchy B, Lacour S, Le Mière E, Bavoux E, Domart Y. Inhalation de vapeurs d'ammoniaque. Rean Urg 1997 ; 6 : 465-469.

Hantson Ph, Butera R, Clemessy J.L, Michel A, Baud F.J. Early complications and value of initial clinical and paraclinical observations in victims of smoke inhalation without burns. Chest 1997 ; 111 : 671-675.

Masanès M.J, Legendre C, Lioret N, Saizy R, Lebeau B. Using bronchoscopy and biopsy to diagnose early inhalation injury. Chest 1995 ; 107 : 1365-1369.

LA BRÛLURE ŒSO-GASTRIQUE

Vue par le chirurgien digestif

Professeur M. CELERIER
Chef de Service Chirurgie - Hôpital St Louis (Paris)

La place de la chirurgie dans les ingestions de caustiques

Quinze mille accidents par an témoignent de la facilité avec laquelle on peut acquérir en France des substances caustiques. Leur vente est libre dans la mesure où l'on respecte les précautions de l'étiquetage. L'utilisation de bouchons spéciaux difficiles à manœuvrer peut donner un effet inverse à celui que l'on recherche : le flacon reste ouvert ou est transvasé dans une bouteille banale.

Chez l'adulte, la méprise est exceptionnelle. Elle peut être favorisée par l'intoxication éthylique aiguë. Il s'agit presque neuf fois sur dix d'une tentative de suicide et la substance caustique est le poison le plus accessible.

Chez l'enfant, le garçon est concerné deux fois sur trois. L'accident est plus fréquent avant trois ans et il devient exceptionnel au-delà de sept ans quand avec "l'âge de raison" arrive l'éventualité du suicide.

GÉNÉRALITÉS

Les lésions du tube digestif.

Au début du siècle, les premières observations chirurgicales consécutives à l'absorption de caustique mettaient l'accent sur les sténoses cicatricielles du pylore (E. Quenu et J. Petit, Revue de chirurgie, Tome 25. 1992).

Les auteurs signalaient que les morts dans les heures ou les jours suivant l'ingestion dans les cas graves étaient consécutives à des perforations gastriques.

L'histoire naturelle de ces lésions se déroule effectivement ainsi : ulcérations et nécroses au début, fibrose et sténoses longtemps évolutives par la suite.

Au début, les lésions abrasent la muqueuse, et coexistent œdèmes, ulcérations, nécroses avec parfois perforations. L'œdème sous-séreux et la stase lymphatique intéressent tout le territoire gastro-œsophagien. Si la brûlure a été suffisamment profonde, une néoformation de tissu conjonctif assure la cicatrisation qui servira de support à la réépithélisation endoluminale. La prolifération fibroblastique débute dès la 24^{ème} heure. Pendant les semaines qui suivent, les phénomènes inflammatoires régressent, la régénération muqueuse et la constitution de la fibrose coexistent. C'est la rétraction inextensible du tissu conjonctif composé essentiellement de collagène qui est responsable de la sténose. La fibrose rétractile demeure évolutive jusqu'à la fin du troisième mois dans la plupart des cas, et elle peut durer bien davantage pour les lésions pharyngées.

Les lésions de l'arbre trachéo-bronchique

Son atteinte est associée aux lésions digestives graves. Elle est par conséquent plus fréquente lors des tentatives de suicide par ingestion massive. Le mécanisme lésionnel n'est pas univoque et les deux causes peuvent s'associer :

- L'inhalation contemporaine de l'ingestion ou secondaire lors d'un vomissement,
- La propagation des médiastinites à partir de la nécrose progressive de l'œsophage laissé en place.

On distingue ainsi des lésions se propageant de dedans en dehors (dans le premier cas) et les lésions se propageant de dehors en dedans. Cette distinction a des implications pronostiques et thérapeutiques.

Conduite à tenir sur place

Le tableau clinique habituel est en règle impressionnant et dramatique. Il explique pour une part certaines erreurs de l'entourage voire du premier médecin appelé. Le diagnostic ne fait guère de doute devant un patient agité, secoué par les nausées et les efforts de vomissements, à la bouche brûlée et sanguinolente présentant des brûlures cutanées provenant de la manipulation du produit ou d'un vomissement sur les mains, le menton, la face antérieure du thorax. La douleur rétrosternale et épigastrique est intense, la dysphagie absolue avec hypersialorrhée. Il n'y a pas de parallélisme entre l'intensité des lésions de la bouche et celle de l'œsophage ou de l'estomac.

il est important d'éviter les vomissements secondaires : les interventions en urgence mettent parfois le chirurgien en situation de manipuler des caustiques encore en place dans l'estomac et susceptibles de brûler des gants, voire ses doigts.

Il faut :

- Éviter le décubitus qui pourrait exagérer le risque de vomissements et d'inhalations.
- Nettoyer éventuellement la bouche avec des compresses sèches.
- Mettre en place une voie veineuse périphérique en évitant le cathéter sous-clavier ou jugulaire gauche qui pourrait gêner une cervicotomie urgente.
- Commencer à corriger l'hypovolémie dans les cas d'évidences sévères, et conduire dans les meilleurs délais le patient en milieu spécialisé, c'est-à-dire dans une structure où coexistent service de réanimation, de chirurgie viscérale, unité d'endoscopie digestive et trachéo-bronchique, voire laboratoire d'analyse toxicologique.

C'est sur place qu'il faut recueillir le maximum de renseignements sur la nature du ou des produits ingérés, rechercher la flacon contenant le produit car l'entourage l'a souvent jeté.

La nécessité d'une intubation voire d'une trachéotomie sur place peut s'imposer. En milieu spécialisé, le premier geste du bilan reste l'endoscopie digestive.

L'indication chirurgicale

L'idée d'intervenir en urgence est venue très naturellement de l'observation des quelques patients amenés en chirurgie après absorption d'un acide fort. Le tableau péritonéal brutal typique de la perforation invitait à opérer le plus vite possible. "La péritonite caustique" installée rendait improbable la survie. Il était alors logique d'envisager l'exérèse de l'estomac et de l'œsophage avant la perforation fatale.

il restait à tenter de définir les critères de décision. Dans les années 1970, un consensus s'est dégagé petit à petit au sein d'équipes confrontées plus que d'autres à ce type de problèmes, et sans doute par la confrontation des expériences des centres antipoison et des services de chirurgie qui leur étaient associés.

Le centre spécialisé organisé à l'origine avec l'aide du Centre Antipoison de l'Assistance Publique à Paris et actuellement à l'Hôpital Saint-Louis aura reçu entre 1969 et 1992, 935 patients adultes.

Le chirurgien viscéral intervient dans les brûlures graves à tous les stades :

- En urgence parfois quand s'imposent l'indication de trachéotomie, d'exérèse de l'œsophage, de l'estomac, voire d'autres viscères digestifs, de thoracotomie pour mise en place d'un patch pulmonaire sur une perte de substance trachéobronchique.
- Lors de complications secondaires hémorragiques ou septiques.
- Au stade des séquelles pour les reconstructions (œsophagoplasties - œsophago-pharyngoplasties ...)

CONCLUSION

Le rapport présenté au 97^{ème} Congrès Français de Chirurgie en septembre 1995 faisait état de 382 observations de brûlures caustiques chez l'adulte. Il s'agissait de 213 femmes et 169 hommes d'un âge moyen de 37 ans.

129 patients ont nécessité des interventions majeures d'exérèse et/ou de reconstruction.

La chirurgie réparatrice doit s'efforcer de donner des résultats les meilleurs possibles, chez des sujets souvent jeunes. Mais elle reste difficile quand les lésions O.R.L. graves posent le problème des œsophago-pharyngoplasties complexes.

Enfin, comme dans de nombreux domaines, la prévention serait bien entendu souhaitable et la France reste à cet égard étrangement en retard. Des lois adaptées concernant la diffusion et la vente de produits hautement caustiques restent à faire...

LA BRÛLURE CAUSTIQUE DES VOIES AÉRO-DIGESTIVES SUPÉRIEURES

Professeur B. Meyer - Chef de Service ORL - Hôpital Saint-Antoine PARIS

Docteur E. SCHMITT - Interne des Hôpitaux de PARIS

Le chirurgien digestif et l'O.R.L. ont une expérience complémentaire des brûlures caustiques des voies aéro-digestives supérieures.

On peut, en effet schématiser 2 tableaux :

- Le premier est celui de l'accident, pour lequel la quantité ingérée est minime, car le produit est immédiatement rejeté. C'est le tableau qui est rencontré le plus souvent par l'O.R.L.. Il est beaucoup plus fréquent chez l'enfant que chez l'adulte. Il survient après transvasement du produit dans des récipients d'usage courant. L'accident le plus fréquent survient avec l'eau de Javel constituée principalement d'hypochlorite de soude.
- Le second tableau concerne le suicide chez l'adulte qui peut avaler toutes sortes de produits, parfois en quantité relativement importante. Dans ce cas sont concernés soit l'O.R.L. seul, soit le chirurgien digestif, soit le plus souvent les deux. La soude est particulièrement redoutée par l'importance des lésions qui peuvent conduire à des œso-gastrectomies en urgence.

Cette opposition est, certes, schématique car chaque cas clinique a ses particularités et n'est pas toujours prévisible dans son évolution.

En fait la gravité dépend avant tout du produit ingéré :

- sa nature chimique,
- sa concentration,
- son volume,
- sa viscosité ou même de son caractère solide, ce qui influe sur la durée de contact tissulaire.

De plus, les zones anatomiques bucco-pharyngées présentent des replis où les produits ingérés peuvent stagner et générer, ainsi, des lésions graves :

- les vestibules labiaux,
- le plancher buccal,
- le sillon glosso-épiglottique,
- l'hypopharynx immédiatement au dessus du sphincter supérieur de l'œsophage.

La structure tissulaire est fragile par endroits ; ainsi, le vestibule laryngé postérieur brûlé par un caustique est le siège fréquent d'œdème à l'origine de dyspnées laryngées. D'autre part, dans ce carrefour aéro-digestif, le risque de fausses-routes est toujours possible entraînant des inhalations de produit caustique.

Les lésions anatomiquement les plus graves, mettant en jeu le plus pronostic vital en raison de leur évolution vers la perforation, sont observées dans l'œsophage et l'estomac, et sont donc prises en charge en chirurgie digestive. Elles ne s'observent pas, en pratique dans la région bucco-pharyngée.

L'oto-rhino-laryngologiste ne doit pas méconnaître l'éventualité de telles lésions bas situées qui justifierait une prise en charge urgente en chirurgie digestive.

La gravité des brûlures caustiques dépend surtout, pour l'O.R.L., du risque de sténoses et de synéchies récidivantes dans une région fonctionnelle majeure. Les multiples tentatives de dilatations des synéchies permettent parfois d'observer une stabilisation de la cicatrice, mais après des mois de traitement (souvent supérieur à 12 mois).

Ainsi, de Sauverzac, dans sa thèse de Médecine (Paris 1996), rapporte l'expérience de Y. Manach' à l'hôpital Necker- Enfants Malades où sont centralisées les urgences ORL de Paris, garde à laquelle participent les 12 services ORL de l'Assistance Publique de Paris :

767 enfants ont été vus en 7 ans (âge : 32,9 mois en moyenne). La quantité de caustique ingérée était inférieure à 40 ml dans 96% des cas. Les bases représentaient 47% des cas.

Les signes cliniques étaient présents dans 55% des cas :

- Lésions labio-buccales : 38%
- Sialorrhée : 16%
- Lésion oropharyngée : 12%
- Dysphagie : 8%
- Vomissement : 6%
- Lésion cutanée ou de l'œil: 3%
- Toux : 2%
- Dyspnée : 1%
- Douleur : 1%

Les signes traduisant une lésion digestive grave étaient rares :

- Hématémèse 1% et emphysème 0,1%

L'absence de relations entre les symptômes et la gravité des lésions est déjà connue : Tücker (1979), Di Constanzo (1980), Geaudrault (1983). Elle est confirmée :

- 1% asymptomatique malgré des lésions œsogastrique graves
- 13% lésions œsogastriques graves sont asymptomatiques
- 50% sans lésion œsogastrique grave ont au moins un symptôme.

Le geste essentiel est donc la fibroscopie systématique.

Son délai est de 2 à 72h. (Moy : 9h). Elle est anormale dans 18% avec les lésions suivantes :

larynx 2,5% (1/2 est bénin)

hypopharynx 2,5% toujours associé à une lésion oesophagienne

œsophage 17%

Stade I : 9%

Stade Iia : 5%

Stade Iib : 2%

Stade III : 1%

estomac 3%

Stade I : 1,5%

Stade II : 1%

Stade III : 0,5%

voies respiratoires 0

Les cas graves sont au nombre de 60 cas sur 763 (7,8%) dont 13% asymptomatiques. En 1 mois, 12 cas ont des lésions évolutives (sténoses œsophagiennes) qui tôt ou tard finiront toutes par une œsophagectomie et une coloplastie. Les risques de cette reconstruction sont les récurrences des sténoses sur des lésions pharyngées encore évolutives. La restauration fonctionnelle respiratoire, phonatoire et surtout de déglutition sont quelque fois difficilement et incomplètement obtenues.

Sur le plan thérapeutique, il faut noter que les médecins sont des observateurs impuissants des dégâts tissulaires et n'interviennent que pour réparer les séquelles. Pourtant il serait logique de tenter d'éliminer le produit.

- Mais en pratique, le geste le plus évident consisterait en un lavage-évacuation en urgence, ce qui nécessiterait une sonde digestive. Cette mise en place est déconseillée sans un contrôle visuel fibroscopique car une perforation de la muqueuse brûlée est toujours possible. Et la fibroscopie est habituellement tardive avec un délai de quelques heures.
- Le lavage-dilution consiste en la déglutition d'eau ou de lait. Mais les inconvénients en sont multiples :
 - ❶ le caustique est entraîné en aval et risque de léser des organes épargnés jusque là ;
 - ❷ cette déglutition dans une région pharyngo-laryngée brûlée risque d'entraîner une incoordination motrice et une fausse-route avec son risque d'inhalation ; les résidus caustiques du pharynx risqueraient de passer ainsi dans les bronches ;
 - ❸ enfin, un estomac rempli retarde le moment d'une anesthésie générale pour effectuer l'endoscopie, voire une chirurgie d'urgence.
 - ❹ de même le risque de vomissements augmente sur un estomac plein dont la motricité est perturbée par le caustique ; un tel vomissement provoquerait une nouvelle brûlure rétrograde et risquerait d'entraîner une inhalation.

Cette attitude d'abstention, préconisée par les ORL n'est pas satisfaisante, mais est donc justifiée pour ne pas risquer d'aggraver le tableau clinique. Pourtant il n'existe pas de consensus. Une intéressante étude de Cardona, parue en 93 dans la revue Pédiatrie montre que pour l'eau de Javel, 11 centres Antipoison français préconisent des attitudes différentes et parfois contradictoires, notamment sur ce problème de l'ingestion de liquides pour diluer le caustique. S. Richard du CAP de New-York préconise dans tous les cas l'ingestion d'eau sauf si le caustique ingéré est un acide fort en raison des réactions chimiques en organe clos avec élévation de température et risque d'explosion.

Donc, pour nous, il n'existe pas à ce jour de traitement de la brûlure en train de se constituer. Nous pallions les conséquences immédiates pour permettre la survie et nous tentons de réparer les séquelles.

GESTION D'UNE CRISE CHIMIQUE EN MILIEU SOUTERRAIN

Docteur B. VIALA

Médecin en Chef - Conseiller de la Sécurité Civile

Une crise pour la Sécurité Civile se définit selon la règle de Lagadec des 5 D.

- Déferlement de problèmes qui arrivent tous en même temps, et entraînent un
- Dérèglement de situation généralement bien connue, qui entraîne en même temps une
- Divergence brusque entre les exigences des moyens et les besoins, beaucoup de victimes et pas forcément beaucoup de moyens pour les sauver dans l'immédiat.
- Déstabilisation de tous, c'est à dire les victimes et les sauveteurs qui vont avoir à faire face à un grand nombre de blessés, et surtout une
- Décrédibilité.

Tous ces facteurs sont en fait les premiers symptômes même de la crise. Le milieu souterrain n'est pas uniquement un métro ou un tunnel, cela peut être de nombreuses choses comme les galeries marchandes dans les gares ou les aéroports. On peut citer l'incendie qui a eu lieu récemment en Allemagne dans un aéroport. Les galeries commerçantes des grandes surfaces sont également des milieux souterrains puisqu'une fois que l'on est dans ces galeries, on ne voit pas le jour.

Les contraintes liées à ce milieu souterrain sont le problème d'accessibilité. Pour les tunnels routiers, on y accède en principe en véhicule ; pour un tunnel ferroviaire ou un métro, c'est plus compliqué. On y accède à pied ou par un petit wagonnet. Par contre pour les galeries marchandes, c'est toujours et uniquement à pied, ce qui ne facilite pas les secours.

L'autre problème qui se pose est celui de la visibilité. Le jour ne passe pas, et il y a des fumées et des poussières. Généralement, il n'y a plus que les lumières de secours qui fonctionnent. De plus, il y a un problème d'acoustique car c'est un milieu clos, il y a donc des bruits ambiants très importants et des cris de panique. Tous ces facteurs vont entraîner une difficulté de communication, les sauveteurs entre eux auront du mal à se parler. Tous ces facteurs contribuent à une augmentation du stress des victimes et des sauveteurs.

Les risques existants sont ceux relatifs à l'incendie et aux gaz toxiques, de type de combat ou à visée terroriste.

Il y a des parties communes incendie ou gaz toxique qui donneront des agressions toxiques plus une agression chimique. L'incendie entraînera en plus une agression thermique avec une combustion donc avec de la fumée, de la pyrolyse qui va déclencher l'apparition de brûlés toxiques, et une dépression en oxygène. La pyrolyse entraîne rapidement une augmentation de CO₂ qui va générer une narcose et cette narcose va entraîner chez les victimes une absence de fuite. Augmentation également d'oxyde de carbone avec des troubles psychiques, et des actions aberrantes, des gens vont courir en sens inverse de l'endroit où ils devraient sortir. On note également des aldéhydes, irritations oculaires qui ne favorisent pas la fuite des victimes, accroléines, irritations pulmonaires donc de la toux et également des cyanures en taux très importants, qui vont entraîner des décès très rapides.

La déplétion d'oxygène : à partir de 12% il y a une inconscience, donc les victimes doivent rester sur place. De 2 à 6% le décès est inéluctable.

Pour les gaz toxiques (toxiques industriels ou toxiques de guerre par attentat terroriste) la caractéristique commune de tous ces gaz et de toutes ces fumées est qu'ils se propagent extrêmement vite et entraînent des troubles comportementaux : tous les deux entraînent des décès plus ou moins rapides, ils peuvent être parfaitement insidieux et sont cause d'angoisse et de panique. En conséquence, il doit exister un plan de secours particulier qui doit être prévu largement à l'avance. Il n'y a pas d'improvisation possible.

Le principe de base est que le public a toujours eu plus peur de l'inconnu que du danger. La stratégie de la Sécurité Civile en ce domaine consiste à établir des plans particuliers d'intervention de façon à prévenir, gérer et expliquer ce qui se passe afin de limiter la panique. Les paramètres à prendre en compte pour gérer une crise de ce type sont la rapidité de propagation des gaz et des fumées, l'insiduosité de certains toxiques, le nombre et la qualité des victimes, la taille et la caractéristique des installations ainsi que l'accès et la sortie pour les secours qui doivent être parfaitement connus.

Les réponses classiques sont que les secours soient pré-positionnés, pas plus de 5 ou 7 minutes des lieux. Des plans d'intervention doivent être préétablis, ce travail est fait quotidiennement avec les pompiers, avec les plans d'accès et différentes possibilités d'évacuation des populations. Que les lieux soient parfaitement reconnus d'une part par ceux qui vont y intervenir mais également par les agents qui travaillent sur place et devront guider les secours. Le personnel local doit donc être parfaitement entraîné. Il doit y avoir un commandement militaire rigoureux, unique, coordonné. L'on doit savoir qui commande.

En cas d'incendie classique avec les fumées, il faut baliser les accès, cela sera fait par l'arrivée des premières équipes, ensuite on s'occupe de la ventilation lorsqu'il y a incendie avec fumées : par exemple dans un métro, on crée une hyper ventilation de façon à évacuer au plus tôt les fumées pour que les sauveteurs et les personnes puissent respirer convenablement. Le problème se pose en cas de gaz toxique, c'est ce qui s'est passé à Tokyo, le métro a été ventilé et il y a eu des émanations à l'extérieur, des personnes ont été contaminées à l'extérieur à cause de cette ventilation. On ne sait donc pas s'il faut ventiler ou pas, si l'on ventile, on transfère la contamination, si l'on ne ventile pas on laisse les gens en milieu toxique. Il faudra guider les valides, mettre en sécurité les blessés qui ne peuvent être évacués, donc mettre en place un centre de tri médical pour ensuite entrer dans la chaîne de secours, puis identifier au plus tôt les toxiques. La méthode actuelle la plus fiable est celle de la spectrophotométrie. En cas de présence de toxique, il faut trier rapidement les contaminés et contaminants.

Il faudra décontaminer tous les gens suspects d'être contaminés pour éviter le transfert de contamination, puis vérifier que la décontamination a bien été effectuée. Lorsque l'on s'est assuré de la décontamination, les victimes peuvent rentrer dans la chaîne des secours médicaux classiques.

Comment déterminer le type de toxique ? par la mise en place d'un spectrophotomètre de masse qui présente un triple avantage : il est mobile et possède une banque de données, par l'étude des molécules on pourra rapidement déterminer le danger clinique que représente le toxique.

Il ne faut surtout pas laisser toutes les victimes s'en aller, elles doivent être regroupées dans une même zone, celles réellement contaminées et celles supposées l'être. En cas de contrôle positif, elles seront dirigées sur un module de décontamination préhospitalier, si le contrôle est négatif, les victimes peuvent rentrer directement dans la chaîne médicale des secours. Ce travail demande une grosse coopération et coordination.

Cette délimitation de la zone contaminée est celle où il y a eu l'attentat. Elle présente deux dangers : ZDV et ZDS, zone de danger vapeur et zone de danger liquide. Dans cette zone, il est hors de question d'y rentrer sans protection maximale (scaphandre complètement hermétique, et muni d'appareil respiratoire isolant aucun contact avec l'air ambiant). Personne d'autre que les sauveteurs ne peut rentrer dans cette zone. La zone contaminable se situe juste après la zone contaminée, elle peut passer de contaminable à contaminée par exemple à cause du vent. Les blessés gagneront cette zone avant d'être décontaminés. La zone propre est la zone des victimes décontaminées, qu'elles soient valides ou non. Toute personne, victimes comme sauveteurs, passeront par cette zone qui est très contrôlée.

La méthode de décontamination : il n'en existe pour l'instant qu'une pour le nucléaire et le chimique, c'est la douche. Deux chaînes sont créées, une pour les valides et l'autre pour les invalides. Les vêtements sont stockés dans des sacs plastiques étanches. L'eau doit être récupérée. La Diphotérine® est très active et il y a uniquement besoin de 4 à 5 litres d'eau pour doucher et décontaminer quelqu'un alors que sans solution, avec de l'eau normale, il faut trente à quarante litres. Un autre avantage est que l'eau qui a été traitée avec de la Diphotérine® pour beaucoup de produits chimiques n'est plus contaminante.

Le sauvetage en milieu souterrain repose donc essentiellement sur des plans préétablis, une détection précoce, des équipes professionnelles entraînées, et une bonne dose de chance.

LES PREMIERS SOINS EN MILIEU PROFESSIONNEL

M. FALCY
INRS

La nécessité de mettre en place dans toutes les entreprises un système de premiers secours vient de la certitude qu'il n'y aura jamais de système de prévention parfait. L'accident ne pourra jamais être totalement écarté, dans des processus industriels mettant en œuvre des hommes, des machines et des produits chimiques. Les efforts doivent porter avant tout sur la prévention primaire essentiellement technique seule façon de réduire significativement le nombre d'accidents. Il ne faut pas pour autant négliger les traitements d'urgence qui doivent permettre de limiter les conséquences des cas résiduels.

1. Les accidents du travail par brûlure : l'enjeu

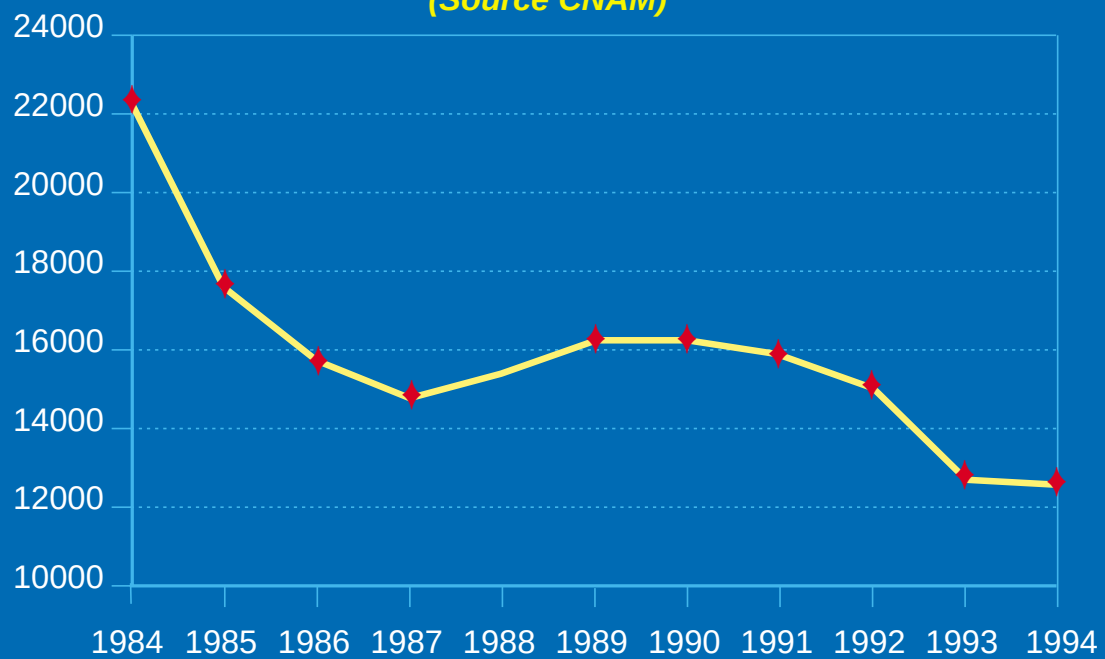
Les statistiques suivantes montrent de façon claire l'importance du problème des accidents par brûlure ou par projection de produits chimiques lors du travail. Les chiffres mentionnés sont ceux publiés par la Caisse Nationale de l'Assurance Maladie en fonction des déclarations des accidents de travail. Ceci est certainement un bilan assez fidèle des accidents graves ou nécessitant des soins mais il est probable que les petits accidents ne sont pas pris en compte et déclarés. Ces statistiques ne concernent par ailleurs que les travailleurs salariés du régime général de la Sécurité Sociale.

En se référant aux chiffres des années 1984 à 1994 (dernières statistiques publiées) on obtient les moyennes suivantes (arrondies) :

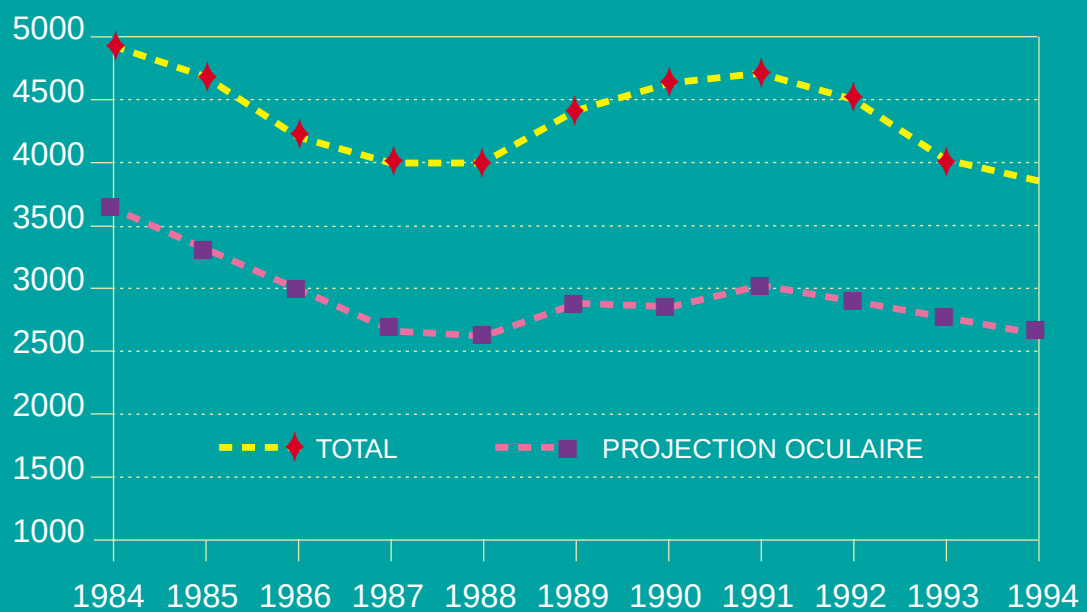
	Brûlures thermiques	Brûlures chimiques
Nombre moyen	15850	4360
Nombre moyen d'accidents avec indemnités permanentes partielles	660	160
Nombre moyen de journées de travail perdues	353200	81300
Somme moyenne des indemnités permanentes partielles	8830 KF	1500 KF

A ces données on peut également ajouter que les projections oculaires de produits chimiques représentent environ 2900 accidents annuels. L'étude des résultats annuels montre une certaine amélioration avec toutefois des fluctuations importantes. Comme on le voit l'enjeu est grand et l'amélioration de la prévention de ces accidents ainsi que la diminution de leurs conséquences par la mise en œuvre de premiers soins adaptés doit rester une priorité.

BRÛLURES THERMIQUES (Source CNAM)



BRÛLURES CHIMIQUES (Source CNAM)



2. Les secours dans l'entreprise : cadre réglementaire et acteurs :

Le chef d'entreprise : Tout chef d'entreprise est responsable de la sécurité et de l'organisation des secours dans son établissement. Il en est de ce fait responsable à la fois en droit pénal et civil. Tout soin inadapté lié à une mauvaise organisation des secours peut entraîner la condamnation - non couverte par l'assurance - du chef d'entreprise. Il n'a toutefois que bien rarement de compétence en matière de soins aussi doit-il s'appuyer sur des conseils spécialisés.

Le médecin du travail : Dans ces fonctions exclusivement préventives existe celle de conseiller du chef d'entreprise en matière de secours (prévention secondaire). A ce titre il doit donner son avis sur la nécessité d'un service infirmier dans l'entreprise, participer à la formation des secouristes et être associé à la rédaction de consignes de premiers secours. Il doit notamment dans certains cas particuliers contacter les secours publics pour les avertir a priori de risques particuliers et mettre au point les mesures spécifiques à prendre (cas de l'emploi de cyanures par exemple). C'est naturellement dans le cadre de cette mission qu'il définit les contenus des pharmacies d'entreprise et élabore les consignes de premiers soins appliquées dans chaque établissement ; il peut pour cela prendre des avis extérieurs (SAMU, Pompiers, Centre Antipoisons) si besoin. Bien que le médecin du travail soit le seul fonctionnel de sécurité et santé obligatoire dans chaque entreprise, quelle qu'en soit la taille, il n'est jamais présent en permanence même dans les plus grandes entreprises bénéficiant d'un service autonome. Il faut donc sur place des auxiliaires pour le suppléer.

Les infirmiers et infirmières : Leur nombre est précisément réglementé comme suit :

Établissement non industriel	1 infirmier (ère) pour 500 à 1000 salariés + 1 par tranche de 1000
Établissement industriel	1 infirmier (ère) pour 200 à 800 salariés + 1 par tranche de 600

Par ailleurs dans les établissements non industriels de moins de 500 salariés et pour les établissements industriels de moins de 200 salariés, un infirmier (ère) peut être demandé spécifiquement par le médecin du travail et le CHSCT. L'infirmier assiste le médecin du travail dans l'entreprise. Il participe ainsi aux actions de prévention, de formation et pourra administrer des soins complémentaires à l'infirmerie. Il a l'avantage d'être présent aux heures habituelles de travail (sauf travail posté), mais seulement dans un faible nombre d'entreprises. La plupart du temps le premier à intervenir sur un accident sera en définitive un Sauveteur Secouriste de Travail.

Le Sauveteur Secouriste de Travail (SST), la nécessité de disposer dans chaque établissement d'une personne capable de délivrer les premiers secours est apparue dès la création des services médicaux du travail en 1946. Depuis lors, de nombreux textes se sont succédés et actuellement on peut considérer que "dans chaque atelier où sont effectués des travaux dangereux ou dans chaque chantier occupant plus de 20 personnes au moins pendant plus de 15 jours où sont effectués des travaux dangereux, un membre du personnel doit avoir reçu obligatoirement l'instruction nécessaire pour donner les premiers secours en cas d'urgence"

Il apparaît donc évident qu'un SST doit être présent dans chaque atelier où sont manipulés des produits chimiques dangereux et notamment corrosifs. Force est de constater que dans beaucoup d'entreprises le nombre de secouristes formés est conforme mais que ceux ci appartiennent aux services administratifs et non aux ateliers à risque...

Enfin pour être complet il faut rappeler qu'un texte du 20 mars 1979, resté souvent lettre morte, indique que "tout nouvel embauché doit obligatoirement recevoir une formation à la conduite à tenir en cas d'accident".

3. Les SST : leur formation

L'ensemble de ces dispositions réglementaires ne précisent cependant pas le contenu de la formation, ni les responsables de celle-ci. Ils ne créent pas non plus de diplôme pour sanctionner cet enseignement.

Afin qu'il n'y ait pas d'ambiguïté entre les diplômes nationaux (brevet national de secourisme, janvier 1966) et la spécialisation de SST, un protocole d'accord est établi entre le Ministère de l'intérieur (Service national de la Protection Civile) et l'INRS pour définir le rôle du SST (3). Il s'agit de "la formation nécessaire et suffisante que doivent recevoir les membres du personnel des entreprises pour être à même de porter efficacement secours à un camarade accidenté sur les lieux de travail".

A partir de cette définition un programme de formation a été bâti par l'INRS afin de permettre à un SST de prendre en charge des urgences vitales (c'est-à-dire qui peuvent mettre en jeu la vie de leur collègue en quelques minutes). Ces premiers gestes doivent permettre de maintenir en vie la victime jusqu'à l'arrivée de secours spécialisés.

Ces urgences vitales résultent de risques tels que l'électrisation, l'écrasement, l'asphyxie, leurs conséquences sont une hémorragie grave, un arrêt respiratoire et/ou cardiaque. Chacune d'elle nécessite un geste efficace dans les quelques minutes qui suivent l'accident. A ceci s'ajoute la conduite à tenir en cas de brûlures et de fractures, accidents non exceptionnels en milieu de travail.

Il est important de remarquer qu'aucune de ces interventions ne doit nécessiter l'utilisation d'un matériel particulier. L'un des principes de cette formation est en effet de former aussi simplement que possible des "secouristes aux mains nues".

Le programme : Nous ne décrivons ici que sa dernière version sans entrer dans les détails des modifications successives qu'il a subi au cours du temps. La durée de la formation est de 10 heures auxquelles il faut ajouter, si nécessaire, le temps pour traiter les risques particuliers de l'entreprise et de la profession ainsi que la durée du contrôle du comportement, face à un accident simulé. Il est souhaitable que le médecin du travail s'implique dans cette formation et y participe.

Le principe de l'intervention est basé sur le slogan "protéger, examiner, faire alerter, secourir". Avant que ces points ne soient détaillés aux futurs secouristes il leur est fait une introduction concernant les accidents du travail et leur prévention ainsi que sur les risques spécifiques de leur branche d'activité.

En ce qui concerne les gestes de secours, le secouriste est placé devant diverses situations qui permettent l'enseignement des actions à effectuer jusqu'à la prise en charge de la victime par les secours spécialisés. 7 situations sont ainsi définies :

- La victime saigne abondamment : (compression manuelle locale, pansement compressif, compression manuelle à distance, sous-clavière et inguinale).
- La victime ne répond pas, ne respire pas, son coeur ne bat pas (réanimation cardio-respiratoire par massage cardiaque externe associé au bouche-à-bouche).
- La victime ne répond pas, ne respire pas mais son coeur bat (dégagement des voies respiratoires, méthode bouche-à-bouche, méthode de Heimlich).
- La victime ne répond pas, elle respire (Mise sur le côté, tête basse, couvrir la victime, assurer une surveillance : circulation, conscience, respiration jusqu'à l'arrivée des secours médicalisés).
- **La victime présente des brûlures provoquées par le feu ou la chaleur (arroser pour éteindre et refroidir), des substances chimiques (arroser abondamment).**
- La victime parle mais ne peut effectuer certains mouvements : Quels que soient les signes, agir comme s'il y avait fracture, éviter de déplacer et respecter les déformations éventuelles :
- La victime présente des plaies (distinction entre les plaies graves ou nécessitant des soins particuliers et les plaies simples)
- Les situations inhérentes aux risques spécifiques

Il est important que le contenu de ce chapitre et le temps éventuellement nécessaire au-delà des 10 heures soient déterminés à l'initiative du médecin du travail. Ce dernier pourra ainsi déterminer les points qu'il souhaite voir développer en fonction de la profession (bâtiment, industrie chimique, etc.), de l'entreprise. Certaines conduites à tenir particulières peuvent être enseignées pour faire face par exemple à des risques chimiques particulièrement importants.

Il faut noter qu'un SST pour être reconnu doit être recyclé chaque année. Le nombre de secouristes ainsi formés et recyclés chaque année est en constante progression en France :

	1991	1992	1993	1994	1995	1996
SST formés	74543	80034	92971	85638	86897	92310
SST recyclés	11634 1	122964	127767	137790	156047	182103
Total	19088 4	202998	220738	22342 8	242944	274413

Ce nombre de formations n'indique pas la localisation de ces secouristes ; il existe en effet de nombreux cas où l'on trouve plus de SST dans les bureaux que dans les ateliers.

4. Premiers secours et brûlures : l'attitude sur le terrain

Les consignes données aux SST, qui ne sont pas des spécialistes, doivent :

- être simples, manichéennes et ne pas nécessiter de réflexion au moment de l'intervention ;
- être universelles et applicables dans la grande majorité des situations (il n'est pas question de chercher dans l'urgence un antidote spécifique du produit responsable de l'accident) ;
- ne pas tenir compte des énormes disparités de moyens qui existent selon l'entreprise considérée. Il faut qu'elles soient applicables dans une entreprise de plusieurs centaines de salariés possédant un service de sécurité ainsi qu'un service médical et infirmier permanent aussi bien que dans une très petite entreprise de 2 ou 3 salariés dont l'un a plus ou moins été formé au SST.

Le “*Dogme Général*”, peut donc se résumer par la formule
brûlure = arrosage prolongé à l'eau

La simplicité de ce concept facile à enseigner ne doit pas faire perdre de vue quelques difficultés pour son application :

- qualité de l'arrosage, liée notamment à l'entretien du matériel de secours, à la température de l'eau ;
- disponibilité de l'arrosage, nombre de points disponibles, encombrement de leur accès;
- débit de l'arrosage, on peut rencontrer schématiquement de tout entre la bouteille d'eau et les chutes du Niagara ;
- durée de l'arrosage, problème jamais vraiment résolu. Un lavage de 15 à 20 minutes est-il indispensable (alors qu'il est le plus souvent irréalisable et certainement très rarement réalisé) ? Une enquête récemment publiée, concernant les projections chimiques, incite plutôt à privilégier la rapidité de sa mise en œuvre (dans les premières minutes qui suivent l'accident).

Le matériel disponible est des plus variés, douche locale contenant une bouteille d'eau, extincteur spécialisé portatif, réservoir mobile de grande capacité, douche plus ou moins complexe allant jusqu'à des cabines sophistiquées multirampes à température contrôlée. Cette disparité pourrait être limitée par une normalisation qui préciserait les spécificités minimum exigibles pour ce type de matériel.

Ce dogme est-il absolu ?

Certainement au niveau national, ou seule l'attitude "arrosage immédiat prolongé à l'eau, avis médical" répond aux critères exigés et permet au SST de ne pas être tributaire d'un matériel ou produit et de ne pas savoir comment agir s'il en était privé (intervention à domicile).

Certainement pas au niveau local où en fonction de certains dangers de l'entreprise et de ses possibilités pourra être effectué un enseignement spécifique. Celui ci est alors réalisé

par, ou en accord avec, le médecin du travail conformément aux consignes de premiers secours qu'il aura rédigées. Ces prescriptions sont naturellement sous sa responsabilité, ainsi qu'une récente lettre du Ministère du Travail l'a récemment rappelé.

Impliqué dans la formation des SST au niveau national, l'INRS s'intéresse à toute initiative qui peut apporter une amélioration ou un avantage dans le domaine des premiers soins et s'en fait l'écho dans ses publications : extincteurs verts, couvertures de gels d'eau, Diphotérine® ...

5. Conclusion

L'importance quantitative du problème des brûlures cutanées et oculaires incite à continuer les efforts préventifs dans deux directions :

- formation de SST pour réduire les conséquences des accidents. Cette formation repose sur l'apprentissage d'une attitude simple (arrosage à l'eau, suivi d'un avis médical)
- prévention primaire collective et individuelle, qui est notre première priorité pour que la réduction du nombre et de la gravité des accidents constatée s'accélère et ne soit pas liée au seul hasard.

PRISE EN CHARGE DES ACCIDENTS CHIMIQUES PAR LE SAMU

*Docteur Henry ROUX - Anesthésiste-Réanimateur -
S.A.R. VII (Professeur P. PETIT), Hôpital E. Herriot, Lyon.*

L'importance du risque chimique est étroitement lié au nombre sans cesse croissant de produits chimiques (industriels, domestiques ou de bricolage) mis sur le marché et à la qualité de l'information et de la prévention. Le facteur humain reste alors la composante imprévisible de l'aléa.

L'essor de la Toxicovigilance, les progrès de l'urgence toxicologique ainsi que des techniques de Réanimation ont permis d'améliorer l'évolution de ces pathologies.

La prise en charge rapide des patients, sur le lieu même de l'accident, par les équipes des SAMU, et leur transport médicalisé jusque sur le lieu de soins appropriés ont modifié leur pronostic, par le rétablissement et/ou le maintien des fonctions vitales menacées.

Mais l'efficacité de la thérapeutique va dépendre de la rapidité des premiers gestes (« Le geste qui sauve » - Secouristes, Sapeurs Pompiers, SAMU), de la connaissance ou non du ou des produits concernés et de l'existence d'une ou plusieurs victimes, voire d'une catastrophe.

Ces intoxications sont cependant redoutées par les Médecins du fait de leur évolution « surprenante » (acide fluorhydrique par exemple), et par l'ensemble des secours du fait de leur caractère insidieux lors d'accidents technologiques.

D'où notre plus vif intérêt pour la ou les « substances neutralisantes » pouvant stopper net les effets des produits caustiques entre autres.

INTRODUCTION

Chaque année, de nouvelles molécules sont synthétisées pour une application industrielle (environ 300, dit-on ?).

La toxicité des substances chimiques, ainsi que les moyens de s'en sauvegarder, voire même d'y apporter un traitement d'urgence, restent mal connus du milieu artisanal.

Ce phénomène est encore plus accru chez les particuliers en raison de l'accès aux produits utilisés par les professionnels, qu'ils soient commercialisés en tant que tels ou « empruntés » sur le lieu de travail pour bricoler ou jardiner au domicile.

A cela s'ajoute le risque chimique des installations spécialisées, sources éventuelles de pollution voire d'accidents technologiques majeurs constituant ainsi la «catastrophe chimique» tant redoutée par tous au travers du «nuage toxique».

Que ce soit au niveau individuel ou collectif, le risque reste la confrontation entre un aléa avec des enjeux. L'aléa est lié aux produits, aux procédés de fabrication, aux installations, au facteur humain et aux agressions extérieures. Les enjeux restent de trois ordres : les effets sur les hommes, les biens et sur l'environnement.

I - LE RISQUE CHIMIQUE.

Face à celui-ci, l'interconnexion SAMU - Centre Anti-poisons doit être parfaite. En effet, que ce soit au niveau individuel ou collectif, plusieurs cas de figures peuvent se présenter, voire s'intriquer :

- soit le produit est inconnu : il s'agira de le déterminer d'abord, pour recherche de composition par la suite.
- soit le produit est connu, mais sa toxicité est inconnue.
- soit il s'agit d'une recherche de relation de cause à effet avec une exposition chimique, en présence d'une pathologie donnée.

Mais le traitement d'urgence ne peut attendre !.....

En 1994, les substances chimiques représentaient 47,4% (11039 appels sur un total de 23383) des appels au Centre Anti-poisons de Lyon.

A - Au niveau individuel.

Ce risque revêt plusieurs formes. Elles constituent les sorties habituelles des SMUR pour ce qui est des intoxications avec les produits chimiques.

1 - L'autolyse.

Les 2 grands classiques résident dans l'ingestion de soude caustique ou d'eau de Javel, avec heureusement une forte prédominance de cette dernière.

Quelques cas sporadiques, mais redoutés, se présentent avec des produits antirouille pour vêtements, à base de fluorures.

- Avec la **soude caustique**, sous forme liquide ou en paillettes, il s'agit toujours d'intoxications graves avec des séquelles fonctionnelles digestives importantes.

Dans les suites immédiates de l'ingestion, les signes de gravité sont représentés par l'oedème pharyngé et l'hypersialorrhée, plus importants et plus rapides d'installation lorsqu'il s'agit de paillettes collant à la muqueuse. Ils sont source de détresse respiratoire du fait de l'encombrement et de l'atteinte caustique du larynx. En outre, ils sont accompagnés de vomissements spontanés, aggravant les lésions, avec hématemèse. Un état de choc dans le cadre d'un syndrome perforant avec troubles de conscience et hypoxie n'est pas rare à ce stade.

Comme tous les caustiques majeurs (acides ou bases fortes), il existe quasiment toujours des lésions mixtes hautes et basses.

● **L'eau de Javel** concentrée, substance oxydante, donne plus volontiers des lésions basses prédominant au niveau gastrique. Si le risque est très faible avec de l'eau de Javel diluée, la perforation est à craindre avec le produit concentré, d'autant si la muqueuse est déjà fragilisée par une pathologie digestive ou que la quantité ingérée est importante

● **L'acide fluorhydrique** et les **bifluorures**, décomposés en acide fluorhydrique au contact de l'acidité gastrique, sont des caustiques majeurs.

Outre leur causticité lésionnelle haute et basse sur le tractus digestif, la gravité de leur action réside dans l'atteinte systémique du produit par fixation des ions calcium, entraînant des hypocalcémies de traitement difficile.

Ces hypocalcémies sont souvent majeures et précoces, produisant des troubles de la repolarisation, de la conduction aboutissant à l'arrêt circulatoire sur fibrillations ventriculaires récidivantes.

S'il arrive que d'autres produits soient incriminés, ils sont peu fréquents dans ce type d'intoxication malgré la multiplicité de choix dans une maison.

Doit-on considérer comme « autolyse », l'absorption d'alcool à brûler ou d'antigel à base d'éthylène-glycol chez l'éthylique en manque ?

2 - L'intoxication accidentelle.

Chez l'adulte, elle a deux origines principales.

a - L'accident de travail

En général, il résulte de réactions chimiques incontrôlées ou de fuites sur des canalisations ou vannes, voire parfois d'une erreur humaine dans l'utilisation de certains produits.

Le plus souvent, il s'agit de petites ou moyennes entreprises appliquant mieux, depuis ces dernières années, les mesures à prendre (Médecine du Travail). Mais l'accident peut s'étendre à un atelier, entraînant plusieurs victimes, voire prendre alors une certaine ampleur et toucher une zone avec une population importante.

Selon le produit et/ou le type de réaction, les atteintes sont alors prioritairement cutanées et respiratoires, ces dernières pouvant être exacerbées par les réactions de panique.

b - L'accident de bricolage

Malgré le génie inventif de l'homme, il reste un accident peu fréquent. Par contre, il pose souvent un problème d'identification du fait d'un mauvais étiquetage avec des produits de transvasement, retardant d'autant un traitement efficace complémentaire au lavage.

Chez l'enfant, l'intoxication est surtout domestique, et tout peut se voir selon les produits mis à disposition.

Si le summum de la gravité reste la soude caustique et les fluorures, ils n'ont heureusement pas la fréquence de l'eau de Javel.

N.B. : Conséquences de méseventes lors des manifestations, mais surtout moyens de persuasion pour certains ou de défense pour les autres, l'utilisation de gaz lacrymogène s'accroît à notre époque, révélant un risque respiratoire non négligeable, de même qu'oculaire et accessoirement cutané.

Qui plus est, la persistance des effets, par imprégnation des vêtements, gêne fréquemment les sauveteurs au contact de la victime.

B - Le risque majeur

Deux critères le caractérisent :

- une faible fréquence : l'homme et la société peuvent être d'autant plus enclins à l'ignorer que les catastrophes sont peu fréquentes.
- une énorme gravité : nombreuses victimes, dommages importants aux biens et à l'environnement.

1 - Le Risque Industriel.

L'accident chimique majeur, avec libération de grandes quantités de substance dans l'atmosphère semble plus concerner les grandes usines chimiques : Seveso (1976), Bhopal (1984), Mexico (1984).

Chaque étape de la mise en oeuvre du produit peut être source d'accident : de la production au stockage comme lors de l'utilisation. D'autant que plus de 50% des accidents industriels surviennent par négligence humaine.

Sur 224 accidents survenus dans des établissements industriels, la chimie représentait 24,1% de ces accidents, l'industrie agro-alimentaire 14,7%, l'industrie du pétrole 4%,..... Sur ces 224 accidents, 19 ont eu des conséquences très graves : 14 morts d'homme, nombreux blessés, pollution importante.

Les effets sur les hommes sont liés à la toxicité par inhalation de produits divers et dangereux, et par contact avec pénétration cutanée, accrue lors des retards de prise en charge.

Il s'y ajoute les risques de brûlures et d'asphyxie, voir de traumatismes par projection d'objets ou ondes de surpression, sans oublier les effets sur l'environnement avec la pollution possible de l'eau.

2 - Le risque TMD (Transport de Matières Dangereuses).

Le TMD concerne essentiellement les voies routières (2/3 du trafic en tonne/km) et ferroviaires (1/3 du trafic).

Le transport ferroviaire est cependant plus sûr que le transport routier. En effet, ce dernier est plus exposé car les causes d'accidents sont multiples : véhicule, conducteur, tiers, météo

Le danger réside alors dans l'explosion et l'incendie, le nuage toxique dû à une fuite de produit ou au résultat d'une combustion, et enfin à la pollution du sol et de l'eau.

Les effets sur l'homme sont : effets de souffle et traumatisme lié aux projectiles, brûlures, troubles respiratoires par contamination de l'air par le nuage toxique.

II - LA RÉPONSE MÉDICALE.

Cette prise en charge sera d'autant plus complexe qu'elle concernera un groupe plus ou moins important d'individus, se traduisant par des comportements collectifs adaptés dans le cadre des plans de secours afin d'éviter la panique et ses conséquences.

A - Individuellement.

1 - Lors d'une ingestion.

Face aux **caustiques**, toute manoeuvre d'évacuation digestive est formellement proscrite. Mais ils restent et continuent d'agir !.....

De même, le charbon végétal activé et les pansements gastriques, inefficaces et gênant l'examen du Médecin Endoscopiste, sont à éviter.

Dans le cas de l'**acide fluorhydrique**, la neutralisation par apport de calcium (gluconate de calcium) per os est le premier geste à effectuer rapidement sur place.

En diminuant, semble-t-il, l'extension en surface et en profondeur de l'atteinte muqueuse, il contribue à diminuer la causticité de l'acide.

En ce qui concerne l'**eau de Javel**, le pouvoir neutralisant de l'hyposulfite de sodium (Hyposulfène®) n'étant pas démontré (est-on sûr ?), il est pratiquement abandonné aujourd'hui.

Pour ce qui est des **solvants pétroliers** (white spirit) entraînant une congestion diffuse des muqueuses plus que des ulcérations, toute manoeuvre d'évacuation digestive est à proscrire en raison du risque de broncho-pneumopathie chimique par fausse route.

Par contre, l'évacuation digestive est recommandée, le charbon végétal activé étant inefficace, dans les absorptions de **méthanol** et **d'éthylène-glycol**. Elle peut être suivie de l'absorption d'alcool éthylique, toujours acceptée par l'éthylique, mais cependant limitée par les troubles de conscience.

Stabilisé cliniquement et psychologiquement, le patient sera transporté rapidement et prudemment (pour éviter les vomissements) aux urgences chirurgicales où les décisions thérapeutiques seront envisagées en fonction des lésions observées, à l'endoscopie notamment.

2 - Lors d'une contamination cutanéomuqueuse.

La décontamination représente l'essentiel du traitement : lavage immédiat sur les lieux de l'accident, abondant et prolongé, à l'eau courante, ruisselant à 10-15 cm de la surface contaminée pendant au moins 10-15 mn, avec évacuation de l'eau contaminée.

Cette réaction est en règle générale assez rapide dans le monde du travail, les « campagnes d'arrosage » lors d'une brûlure ont permis d'accroître ce réflexe dans le public et de diminuer d'autant la gravité des lésions.

Cette gravité dépend du produit responsable, de sa concentration et de son temps de contact. D'où l'intérêt du lavage immédiat, mais qui ne réduit à zéro que la concentration de surface, sans pouvoir agir sur la partie ayant pénétré le revêtement cutané. Souvent, l'analgésie procurée, comme dans la brûlure thermique, est son deuxième effet bénéfique.

Cependant, face à une contamination par l'**acide fluorhydrique**, le lavage devra être suivi de l'application cutanée de gluconate de calcium sous forme de compresses imbibées ou de gel, associé au maintien de la calcémie par injection IV prudente, la correction s'avérant très difficile dans les intoxications importantes.

Le phénol pourrait bénéficier d'une neutralisation par le polyéthylène-glycol (PEG 300/400).

L'atteinte oculaire justifie également le lavage immédiat, en étant le moins traumatique possible. Les lentilles, ayant réalisé une protection relative de la cornée, devront être retirées.

L'instillation d'une goutte de Novésine® peut être utile pour calmer la douleur, nécessitant l'occlusion aseptique de l'oeil jusqu'à la consultation d'ophtalmologie faite sans tarder.

3 - Lors d'inhalation.

Les **vapeurs corrosives**, rapidement perçues par ceux exposés, sont les plus fréquentes. Elles vont des vapeurs et gaz de l'industrie (acroléine, hydrogène sulfuré, ...) à celles des petits laboratoires (vapeurs de formol ou de solvants chlorés) en passant par le bricolage et l'usage domestique avec les mélanges des « chimistes maisons » (Eau de Javel + détartrant acide).

Rapidement démonstratrice dans ses formes suraiguës et aiguës, l'intoxication par l'**acide cyanhydrique** est redoutée de tous.

Elle est plus insidieuse lors de son association à celle par le **monoxyde de carbone** au cours des incendies (pyrolyse de certaines matières plastiques). Les secours sont mieux protégés de ce dernier depuis la mise à disposition de détecteur individuel de CO.

Tout aussi insidieux quelque fois, rapidement dans d'autres cas, c'est l'installation de troubles de conscience pouvant aller jusqu'au coma, accompagné parfois de convulsions, lors de l'exposition aux hydrocarbures halogénés, aux aldéhydes et cétones, et ce d'autant dans des atmosphères confinées.

Le traitement comprend :

- le retrait de l'atmosphère contaminée par des sauveteurs protégés,
- le repos en position demi-assise, jambes pendantes, en l'absence de trouble de conscience et de collapsus,
- l'oxygénothérapie au masque, avec humidification si possible, de 3 à 5 l/mn pour commencer,
- la ventilation assistée après intubation sera de mise face à une hypoxie importante sur OAP ou devant un coma,
- l'hydroxocobalamine (ou vitamine B12) par voie IV est l'antidote de choix dans l'intoxication par l'acide cyanhydrique, et mieux toléré que l'EDTA dicobaltique.

B - A L'échelle collective.

1 - Les plans de secours.

La loi de Juillet 1987, application française de la Directive Européenne Seveso (Juin 1982) soumet les établissements les plus dangereux à trois mesures préventives supplémentaires : la maîtrise de l'aménagement autour du site dangereux, l'élaboration de plans de secours et l'information préventive des populations concernées.

Avec :

- Le Plan d'Opération Interne (POI) : élaboré, rédigé et mis en oeuvre par l'industriel, il a pour but d'organiser au niveau interne la lutte contre un sinistre ne débordant pas l'enceinte de l'usine.

- Le Plan Particulier d'Intervention (PPI) : établi par les services préfectoraux (Arrêté Préfectoral) devant des risques de sinistre dépassant l'enceinte de l'établissement, il est déclenché par le Préfet.
Et si le sinistre prend une dimension départementale, le Préfet peut déclencher le plan ORSEC.

Les moyens d'intervention disponibles vont du personnel médical et paramédical associé aux équipes internes de sapeurs pompiers avec leur matériel dans les grandes entreprises jusqu'au déclenchement du Plan Rouge engageant un nombre gradué de Sapeurs Pompiers extérieurs avec des moyens adaptés et d'équipes médicales du SAMU.

2 - Le SAMU - La Médecine de Catastrophe.

Etroitement associé aux Sapeurs Pompiers qui disposent des moyens techniques (mise en oeuvre de la Cellule Mobile d'Intervention Chimique), le SAMU assure la prise en charge médicale des victimes.

Avec :

- la mise en place d'un poste médical avancé (PMA),
- la mise en condition de survie et de transport des intoxiqués,
- le tri des victimes,
- les norias d'évacuation médicalisée,
- et la répartition des victimes au niveau hospitalier par le Centre de Réception et de Régulation des Appels (Tél. 15).

Il s'agit là de la prise en charge d'un nombre important de personnes, les soins et gestes de secours se limitant à l'essentiel et au profit du plus grand nombre de victimes.

Des « substances neutralisantes efficaces » ont alors leur place dans ce contexte, en diminuant l'agressivité des toxiques et en bloquant leur évolution.

EN CONCLUSION

Bien qu'étant proche du fameux couloir de la Chimie du Rhône, notre activité nous conduit à prendre en charge plus souvent des cas isolés d'intoxication par produit chimique que des intoxications collectives.

Pour être efficace, la décontamination cutanéomuqueuse doit être effectuée avant l'arrivée du SAMU. Elle est de règle en principe à l'usine, et de plus en plus fréquentes dans le public (rôle positif des campagnes brûlures - eau).

Mais actuellement les effets et les conséquences de l'ingestion ou de l'inhalation de ces substances agressives n'ont guère trouvé de parades et de solutions en vue d'instaurer une conduite à tenir immédiate et efficace.

La neutralisation chimique (d'un acide par une base ou d'un oxydant par un réducteur) n'étant guère envisageable, il reste à prouver l'efficacité des « solutions neutralisantes » tant attendues par des études scientifiques multicentriques et multidisciplinaires répondant à des protocoles anatomo-pathologiques et cliniques stricts. L'enjeu en est à ce prix.

La prudence et la rigueur, par la prévention des risques et le respect de la réglementation, doivent rester de mise afin d'éviter « la catastrophe chimique », redoutée de tous en tant que telle et du fait de son potentiel d'extension soumis aux conditions météorologiques.

PRISE EN CHARGE DE LA BRÛLURE D'ACIDE FLUORHYDRIQUE DE LA MAIN

Docteur O. GOUET

Ancien Chef de Clinique, Assistant des Hôpitaux de Paris

L'acide fluorhydrique, ainsi que l'ont signalé plusieurs intervenants, est extrêmement corrosif et pénétrant, attaquant verre, céramique et tous les métaux non précieux.

Il est caractérisé par sa très forte affinité pour l'eau avec laquelle il est miscible en toutes proportions, par son absorption, rapide et totale par les tissus qu'il détruit en profondeur.

Il s'agit de brûlures chimiques se produisant parfois en milieu domestique mais surtout en milieu industriel, dans l'industrie chimique, des pétroles, du verre, du polissage, du décapage.

En milieu industriel, la concentration de l'acide fluorhydrique est souvent forte et les délabrements très graves. C'est heureusement un accident rare.

A forte concentration, il y a risques d'explosion et d'incendie.

A toute concentration, il est toxique après contact.

Alors que les acides induisent habituellement une nécrose de coagulation empêchant leur pénétration plus avant, l'acide fluorhydrique induit une nécrose de liquéfaction, permettant sa pénétration au-delà du revêtement cutané.

L'acide corrosif en superficie facilite la pénétration de l'ion fluor.

Le fluor se combine très rapidement aux ions calcium, magnésium, fer, perturbant la concentration des milieux ioniques et la plupart des mécanismes physiologiques, enzymatiques ou autres.

L'action est d'autant plus rapide que l'acide fluorhydrique est plus concentré.

Histologiquement, on note :

- ➡ une nécrose dermoépidermique rapide,
- ➡ avec coulées nécrotiques hypodermiques,
- ➡ et thromboses vasculaires débordant la nécrose.

On voit ainsi sur ces lames, préparées par le Docteur PHAT (Hôpital Saint-Michel Paris) les coulées hypodermiques nécrotiques riches en polynucléaires altérés avec nécrose vasculaire pariétale et thrombose.

La thrombose est diffuse puisque siégeant également hors des zones de nécrose.

L'action corrosive est constante : elle est immédiate, dans le cas d'acide fluorhydrique concentré à plus de 50%.



Photo 1 : Cas n°1 - Acide fluorhydrique 70% Initial



Photo 2 : Cas n°1 - Acide fluorhydrique 70% à J+4 après excision et décharges.



Photos 3 et 4 : Cas n°1 - Acide fluorhydrique 70% à 1 an après lambeau, greffe, kiné



Photo 5 : Cas n°2 - Manipulation robinet à mains nues - Initial

La lésion cutanée a lieu dans l'heure en cas de concentration entre 20% et 50%, ou est retardée de quelques heures si inférieure à 20%.

En clinique, le premier signe de la brûlure est la douleur, violente, prolongée, tant que dure le processus dû à l'acide fluorhydrique.

La douleur s'accompagne d'érythème, puis de blanchiment et en cas de concentration importante de nécrose verdâtre en quelques minutes avec destructions profondes, parfois d'hypocalcémies qui peuvent être léthales.

Que faire en cas de brûlures de main par acide fluorhydrique ?

Laver, laver immédiatement et longtemps pour entraîner et diluer l'acide, puis chélater le fluor pour l'empêcher d'agir. Cette chélation était jusqu'à présent lente et peu efficace.

Le lavage immédiat et prolongé (30 mn) est fondamental.

- ➡ Soit à l'eau
- ➡ Soit avec dissolutions bicarbonatées de sulfate de magnésie ou de triethanolamine à 5%.

Mais, le résultat est décevant si l'acide est concentré .

L'espoir semble permis avec l'apparition toute récente de l'Hexafluorine produite par les laboratoires PREVOR qui a un puissant pouvoir de chélation du fluor.

Le traitement associe gel de gluconate de calcium en applications répétées, injections périlésionnelles de gluconate de calcium 10% et d'hydrocortisone.

Mais aussi selon KOENLHEN (1978) et VELVART (1983), des perfusions intra-artérielles régionales d'une solution 10 cc de gluconate de calcium à 20% dans 40 cc de sérum physiologique en 4 heures.

Le traitement chirurgical doit très souvent s'y ajouter :

Décompression urgente pour éviter un syndrome de Loges. Excision itérative des nécroses jusqu'à l'arrêt de la douleur ;

Reconstruction des mutilations, ce qui peut être long et incomplet.

Voici deux cas cliniques pour illustrer mes propos :

Tout d'abord, cette brûlure par acide fluorhydrique 70% au début de notre pratique (1984).

Lavage immédiat et semble-t-il correct.

Cependant, la nécrose s'installe dès la 2ème minute. Le patient nous est amené après plusieurs heures :

Avec douleur violente, nécrose étendue à toute la main, syndrome de Loges montant au-delà du coude, signes généraux sans hypocalcémie grave.

Le traitement chirurgical seul a été entrepris dès l'arrivée avec incisions de décharge, excisions itératives sur 3 jours consécutifs jusqu'à l'arrêt des douleurs ; aboutissant à l'amputation du 5ème rayon , la quasi-amputation du 4ème rayon, exérèses des structures tendinonerveuses, excisions sous-cutanées de graisses saponifiées jusqu'au coude.

De multiples séances de reconstruction de la main ont été effectuées par greffes cutanées, lambeaux à distance, greffes tendineuses, orthèses et rééducation. Aboutissant à un résultat à peu près correct après plus d'un an.

Le second cas vu plus tard dans notre pratique (1989) est traité de façon médico-chirurgicale. Après la manipulation d'un robinet souillé à mains nues, les douleurs débutent à la 6ème heure, vite intolérables avec phlyctenes pulpaire nécrotiques.

Le traitement associe l'excision des nécroses et la perfusion intra-artérielle de gluconate de calcium successivement dans les deux avant-bras.

Après une seule séance, disparition spectaculaire des douleurs.

Pansements itératifs au gluconate de calcium, au premier pansement puis à J + 15.

Enfin, à 2 mois on a une cicatrisation satisfaisante.

En conclusion, chirurgien, donc en bout de chaîne, nous voudrions insister sur deux points :

- Méconnaissance fréquente de ces lésions retardant le traitement efficace.
- Accidents rares mais terriblement délabrants avec l'acide fluorhydrique concentré justifiant la législation très stricte, les mesures préventives.

BRÛLURES CHIMIQUES DUES A LA MANIPULATIONS D'ARMES DE LA PREMIÈRE GUERRE MONDIALE : que peut faire le SAMU ?

F. BRAUN, H. CARSIN**, M. VEDEL**

** SAMU 55 - Service d'Accueil et de Traitement des Urgences - VERDUN*

*** Service de traitement des brûlés - Hôpital d'Instruction des Armées Percy - CLAMART*

INTRODUCTION

Actuellement les médecins militaires sont bien au courant des lésions provoquées par les gaz asphyxiants, ce qui n'est habituellement pas le cas des médecins civils, même si en raison des conflits récents ils se sont intéressés à ce problème. A l'encontre des déclarations calmes et encourageantes des services de santé publique, les médias ont présenté une description apocalyptique de l'utilisation de ces gaz pendant le conflit Iran-Irak. La plupart des médecins se sont également intéressés à la possible utilisation d'armes chimiques pendant la récente guerre du Golfe ou au cours de la dernière action terroriste au Japon.

Parmi les armes chimiques, le gaz moutarde a été classé arme chimique toxique à effet principalement local. Ce gaz a été découvert en 1860 par F. Gutry et introduit comme arme chimique par l'armée allemande en 1916. En août et septembre 1917 l'utilisation extensive du gaz moutarde a permis à l'armée allemande de stopper le général Guillaumat et ses troupes le long de la Meuse. Au cours de cette bataille plus de 13.000 soldats ont été gazés et 143 sont morts.

1. OBSERVATIONS CLINIQUES

A l'hôpital de Verdun, nous avons été confrontés récemment à deux cas de brûlures par gaz moutarde au cours de la même nuit.

Monsieur H., agriculteur, est arrivé aux urgences à 20 heures 30, envoyé par son médecin pour des symptômes cutanés de type urticaire, accompagnés d'une impression de malaise. M. H. nous a dit qu'il avait répandu le même jour des produits chimiques sur son champ et ressenti de fortes démangeaisons au niveau des jambes, à partir du début de l'après-midi. L'examen clinique a montré un érythème de la face antérieure des cuisses, des paumes et de la région pubienne, ainsi qu'une irritation oculaire. A ce moment rien d'autre n'apparaissait. En raison de la persistance de l'impression de malaise et du risque potentiel de lésions pulmonaires dus à la manipulation de produits chimiques toxiques, encore non identifiés, M. H. a été transféré en Réanimation.

M. S., ancien colonel de l'armée américaine est arrivé à l'hôpital quatre heures plus tard avec des brûlures au second degré aux mains et aux avant-bras, et un érythème facial. Il a dit avoir consulté un médecin militaire dans l'après-midi, qui a diagnostiqué une allergie et prescrit un traitement antihistaminique. En raison de l'apparition de phlyctènes, M. S. a décidé d'aller à l'hôpital. L'interrogatoire a été difficile en raison de la barrière linguistique et n'a pas révélé l'origine des lésions

A ce moment l'érythème sur les jambes de M. H. s'était transformé en phlyctènes ; oedème et phlyctènes étaient également apparus sur le pénis. Le lendemain matin les lésions avaient augmenté. Interrogé de nouveau, M. H. a avoué avoir été contaminé par une substance huileuse alors qu'il désamorçait une arme. Son cas est apparu aux yeux du médecin soignant très similaire à celui de M. S. qui a été à son tour transféré en Réanimation. Les patients ont été placés dans la même chambre et ont feint de ne pas se connaître. Devant l'insistance des médecins M. S a avoué avoir manipulé une arme susceptible de contenir du gaz moutarde. Il est apparu que les patients avaient entrepris d'ouvrir une arme allemande de 77 mm qui avait partiellement explosé. Une substance, qu'ils ont prise pour un antirouille, s'est écoulée de l'arme. Lorsqu'ils ont séparé le détonateur du corps de l'arme le prétendu antirouille s'est répandu sur leurs mains et leurs vêtements. Ils n'y ont pas fait attention, et n'ont changé de vêtements que plus tard. M. H. a maintenu fermement l'arme sur ses genoux tandis que M. S. l'a serrée contre lui, ce qui permet d'expliquer la localisation des lésions chez chaque patient.

Les premiers symptômes cliniques, érythème et lésion prurigineuses sont apparus chez les deux patients vers 16 heures. Ensuite ils ont consulté chacun de son côté. Le diagnostic de brûlures chimiques au gaz moutarde n'a été porté que 24 heures après la contamination.

Les patients ont reçu les premiers soins puis ont été transférés à l'hôpital militaire Percy de Paris où ils sont arrivés trente-trois heures après la contamination.

II. SUITES CLINIQUES

❶ M. H. 54 ans, 88 kg, 1,75 m. Sans antécédents médicaux notables

A son arrivée dans le Service de traitement des brûlés M. H. était conscient, sa tension artérielle était stable et il n'avait pas de fièvre. Des lésions d'épidermolyse étaient présentes sur 12% de sa surface corporelle, avec de volumineuses phlyctènes sur la face antérieure des cuisses, les plis inguinaux, les organes génitaux externes et le dos des mains. Il présentait des lésions de conjonctivite sans érosion de la cornée. L'examen et la radiographie pulmonaires étaient normaux.

L'évolution clinique a été marquée par une augmentation des lésions cutanées jusqu'au 4^{ème} jour. A ce moment les lésions couvraient 34% de la surface corporelle, avec une extension particulière sur la poitrine, la cuisse et la fesse droites ainsi que le bras gauche. Les lésions cutanées ont guéri en six semaines sauf sur les organes génitaux, dont la cicatrisation a été plus lente. Les lésions oculaires étaient guéries au 10^{ème} jour. Cependant la fièvre a continué pendant trois semaines, sans aucun symptôme d'infection. Les poumons et les reins étaient indemnes et l'équilibre hydroélectrique est resté normal. Les tests de la fonction hépatique n'ont pas été altérés d'une manière perceptible, ni la numération globulaire, sauf en ce qui concerne une augmentation du nombre de plaquettes jusqu'à 650.000 par microlitre. Les prélèvements de sang, d'urine et de liquide des phlyctènes ont été analysés pour ce qui est de la présence de produits toxiques : du gaz moutarde a été décelé dans le sang et du thiodiglycol dans l'urine à H+33, mais ni gaz moutarde ni thiodiglycol n'ont été trouvés dans le liquide de phlyctène. M. H. a quitté l'hôpital au 40^{ème} jour. Un an après, les suites sont encore importantes et nécessitent le port de vêtements de contention.

② M. S : 60 ans, 95 kg, 1,90 m. Sans antécédents médicaux notables.

A son arrivée dans le Service de traitement des brûlés M. S. était conscient, sa tension artérielle était stable et il n'avait pas de troubles respiratoires détectables. Il présentait des lésions de conjonctivite sans érosion de la cornée. Des lésions d'épidermolyse étaient décelables sur 18% de la surface corporelle, affectant le visage, les deux avant-bras, le quart externe de la fesse droite et la face antérieure du thorax. Les lésions du visage et de la fesse s'expliquent par le fait que M. S. s'était essuyé le visage avec un mouchoir tâché de gaz moutarde, qu'il avait remis dans la poche droite de son pantalon. Les premiers tests de laboratoire étaient normaux à l'exception d'une hypoxie modérée. Au cours des premières 24 heures la voix s'est altérée et une toux sèche est apparue, puis une radiographie thoracique a révélé un syndrome interstitiel modéré. Après oxygénothérapie et aérosols les symptômes ont disparu en une semaine. A ce moment les lésions cutanées s'étaient étendues, avec une extension maximale sur 25% de la surface corporelle au 5^{ème} jour. Les lésions oculaires ont régressé après 8 jours. Un état subfébrile a persisté pendant une semaine sans qu'aucune infection n'ait été décelée. Ni l'hématopoïèse ni les tests de la fonction rénale et hépatique n'ont été affectés. Des prélèvements de sang, d'urine et de liquide de phlyctène ont été faits à H+33 : du gaz moutarde a été décelé dans le sang uniquement et du thiodiglycol dans le liquide de phlyctène. Au 15^{ème} jour, M. S. a été envoyé aux Etats-Unis et nous n'avons pas eu de nouvelles de l'évolution clinique ultérieure.

III- L'ÉVOLUTION DE LA CONTAMINATION

En interrogeant les deux patients il nous a été possible de déterminer les différents sites susceptibles d'avoir été contaminés par le gaz moutarde contenu dans l'arme. Cette étude nous a conduits à examiner la femme de M. H. qui présentait des brûlures au gaz moutarde du côté gauche du visage et sur le côté du poignet gauche. Elle a été contaminée au visage en manipulant le pantalon de son mari, qu'elle avait décidé de brûler, et au poignet lorsqu'elle a essuyé le liquide qu'elle avait sur le visage.

Hors de l'hôpital, sept personnes qui avaient été en contact avec l'arme (deux personnes) ou avec les vêtements de M. S. (cinq personnes de l'hôtel) ont été examinées à l'hôpital : aucune ne présentait de symptômes d'intoxication au gaz moutarde.

A l'hôpital toutes les personnes qui ont été en contact avec les deux patients ont été examinées : nous n'avons noté aucun symptôme d'intoxication au gaz moutarde.

IV - PRISE EN CHARGE THÉRAPEUTIQUE

Dès que nous avons diagnostiqué des brûlures au gaz moutarde nous avons appliqué aux patients le traitement suivant :

- décontamination cutanée par une solution diluée d'hypochlorite de sodium
- réhydratation par perfusion intraveineuse de Ringer Lactate[®], suivie par une solution diluée d'albumine de sérum humain
- oxygénation au masque, avec 3 l. d'O₂.

A l'arrivée des patients dans le Service de traitement des brûlés les phlyctènes s'étaient dégonflées ; un bandage occlusif et un onguent aux sulfamides (Flammazine®) ont été appliqués sur les brûlures. Pour l'un des patients un bandage en filet graissé et une solution iodée (Bétadine®) ont été utilisés. Les lésions oculaires ont été traitées par une lotion oculaire antibiotique (Rifamycine®) et une lotion oculaire cicatrisante (Vitacic®). Chez M. H. l'augmentation des plaquettes a été traitée par de l'aspirine (Aspégic®). Les symptômes respiratoires de M. S. ont été traités par oxygénothérapie au masque et aérosols d'épinéphrine et de corticoïdes, accompagnés de massages respiratoires à la faveur d'une pression positive en fin d'expiration.

DISCUSSION

Cette histoire, qui par bonheur s'est relativement bien terminée, a montré que :

- ❶ **Nous devons reconnaître le fait que des armes chimiques sont encore présentes sur les champs de bataille de la Première Guerre Mondiale.** C'est particulièrement vrai de la région de Verdun, qui a été un des champs de bataille les plus importants. Dans notre hôpital nous devons prendre en charge, cinq à six fois par an, des touristes blessés par l'explosion de telles armes, mais nous n'avons jamais eu auparavant à traiter des brûlures au gaz moutarde.
- ❷ **Nous devons définir des règles précises pour la prise en charge de ces patients.**
 - Lorsque le SAMU reçoit un appel téléphonique concernant une explosion, il doit tenir compte d'une éventuelle contamination chimique et l'équipe qui intervient en amont de l'hôpital doit porter des vêtements protecteurs. Le SAMU doit en priorité obliger tous les membres de l'équipe de secours à porter des vêtements protecteurs .
 - Pour leur sécurité les membres de l'équipe de secours doivent disposer d'un appareil simple permettant de détecter le risque chimique.
 - En cas de contamination chimique, le SAMU doit demander à la police de boucler la zone.
 - Il faut informer immédiatement l'hôpital militaire le plus proche de l'existence de victimes contaminées et demander son aide afin d'installer une chaîne de décontamination et de traitement. Sans cette chaîne de décontamination les victimes ne peuvent pas être laissées dans un hôpital.
- ❸ **Nous devons sensibiliser les autorités civiles, la population locale et les touristes au danger de la manipulation d'armes,** même si certains veulent vraiment rapporter chez eux « d'agréables souvenirs » de la Première Guerre Mondiale.

INHALATION D'AMMONIAC ET DIPHOTERINE®

Etude expérimentale chez le porc

J.P. Carpentier*, P. Josset**, M. Aubert*, C. Aglioni*, D. Josset***, D. Bonnet****

* Service d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital d'Instruction des Armées Laveran, Marseille;
Institut de Médecine Tropicale du Service de Santé des Armées, le Pharo, Marseille

** Service d'Anatomie Pathologique, Hôpital d'enfants Armand Trousseau, Paris

*** Université Pierre et Marie Curie

**** Service de Pneumologie, Hôpital d'Instruction des Armées Laveran, Marseille.

L'ammoniac (NH_3) est très utilisé dans l'industrie du froid et des engrais, du pétrole et des carburants, dans le traitement des métaux, en synthèses organiques, dans le textile et dans la fabrication de produits d'entretien. Ce gaz est à l'origine de contaminations individuelles par projection au niveau de la peau et des yeux (industrie, agriculture, laboratoires etc...), mais aussi de lésions pulmonaires graves (1-7) par inhalation (oedème aigu du poumon, syndrome de détresse respiratoire aiguë) principalement lors d'accidents au cours de transports (1,3,8), lors de manipulations en agriculture (9) et dans l'industrie du froid (2,4-7,10). Ces dernières années, la présence de produits toxiques divers (HCl , Cl^- , phosgène, NO_2 etc...) et notamment de NH_3 dans les fumées a été incriminée dans la gravité des brûlures pulmonaires lors d'incendies.

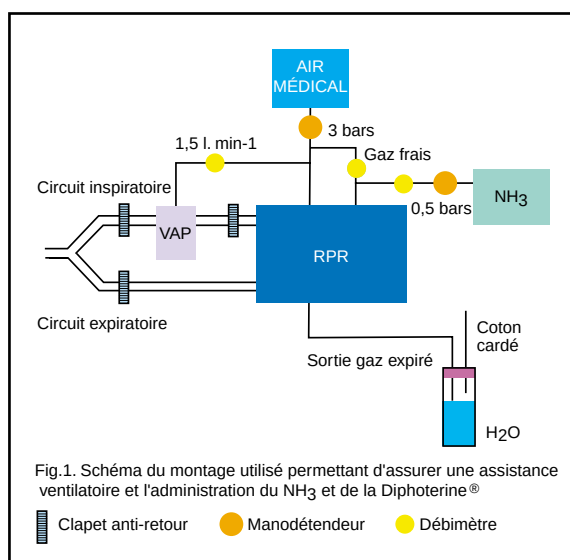
Le but de ce travail a été de valider un montage permettant d'administrer le NH_3 par voie pulmonaire en toute sécurité pour les expérimentateurs, et d'apprécier l'efficacité de la Diphotérine® sur les lésions pulmonaires après inhalation aiguë de NH_3 .

MATÉRIELS ET MÉTHODE

■ Matériels

Un respirateur RPR (Pesty Technomed) a été utilisé. Des modifications ont été apportées sur le circuit inspiratoire (interdiction d'utilisation du circuit manuel par blocage du robinet en position respirateur, fermeture de la valve de surpression et de la valve d'air additionnel, clapet anti-retour cédant à 3 cm d' H_2O), et sur le circuit expiratoire (blocage de la valve de surpression, blocage du bouton permettant de dévier l'air expiré vers le spiromètre, obstruction de la sortie du spiromètre, blocage de la purge et de la possibilité de court-circuit entre les circuits inspiratoire et expiratoire, clapet anti-retour

cédant à 3 cm d' H_2O). Pour éviter toute pollution de l'air ambiant, un tuyau non coudable (cadre de ceinture) a été fixé de façon étanche sur la sortie des gaz expirés et plongé de 5 cm dans l'eau d'une éprouvette dont l'extrémité ne laissait le passage qu'au tuyau venant du respirateur et à un tube de petit diamètre dont la lumière était occupée par du coton cardé (Fig.1).



L'apport de NH_3 s'est fait à partir d'une bouteille munie d'un manodétendeur spécifique délivrant le NH_3 sous 0,5 bar, et d'un débitmètre permettant de déterminer la quantité administrée en partie par million (ppm). Ce débitmètre a été ensuite relié au tuyau d'alimentation en gaz frais du respirateur par une pièce en T avec clapet anti-retour, le mélange se faisant au niveau du soufflet.

Un vaporisateur humidificateur sans réchauffeur VAP a été intercalé sur le circuit inspiratoire entre deux clapets anti-retour. La nébulisation de la Diphotérine® a été faite par de l'air médical à un débit de $1,5 \text{ l.min}^{-1}$.

■ Méthode

Six porcs femelles Large White de 30 kg ont été anesthésiés par administration intramusculaire d'hydrochloride de kétamine ($2,5 \text{ mg.kg}^{-1}$), de maléate d'acépromazine (5 mg.kg^{-1}) et de sulfate d'atropine (1 mg). Une voie veineuse périphérique a été mise en place sur le bord antérieur de la face externe de l'oreille. Un apport de base de $10 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ de sérum salé à 0,9% a été réalisé, une surveillance électrocardioscopique installée et un capteur de SpO_2 fixé au niveau de l'oreille. L'anesthésie a été complétée par voie intraveineuse avec du thiopental ($3,5 \text{ mg.kg}^{-1}$), du fentanyl (2 mg.kg^{-1}) et du bromure de vécuronium ($2 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$) au pousse seringue électrique. Le contrôle des voies aériennes supérieures a été réalisé d'emblée par trachéotomie et les paramètres ventilatoires ont été les suivants: $V_t = 10 \text{ ml.kg}^{-1}$, $\text{Fr} = 17 \text{ c.min}^{-1}$, $\text{FiO}_2 = 0,21$.

Les porcs ont été répartis en 2 groupes. Au cours de la première séance, 3 porcs ont inhalé respectivement 1000 (porc 1T), 2500 (porc 2T) et 5000 ppm de NH_3 (porc 3T) pendant 10 min. Des biopsies endoscopiques bronchiques et pulmonaires par voie transbronchique ont été effectuées dès la fin de l'inhalation de NH_3 , et après 15 min et 2 h. Ces prélèvements effectués à la pince endoscopiques ont été fixés aussitôt au formol, inclus en paraffine, coupés à 2-3 mm et colorés à l'hémalum-phloxine-safran. Des prélèvements autopsiques étagés sur la trachée, les bronches souches, les bronches lobaires, les bronches de division et le parenchyme pulmonaire ont été réalisés à la 4^{ème} heure et préparés de la même façon. Au cours de la deuxième séance, les 3 porcs ont inhalé également 1000 (porc 1), 2500 (porc 2) et 5000 ppm de NH_3 (porc 3). Après un intervalle libre de 5 min, chaque animal a reçu de la Diphotérine® X30 (0,3 mole de principe actif par litre) sous forme d'aérosol : 6 ml (porc 1), 8 ml (porc 2) et 11 ml (porc 3). Enfin les prélèvements tissulaires ont été réalisés suivant le même protocole. A la fin de chaque manipulation, le contenu de l'éprouvette permettant de récupérer les gaz expirés, a été analysé pour doser la quantité de NH_3 éliminée.

RÉSULTATS

Les quantités de NH_3 inspiré et expiré, la fraction de NH_3 expiré par rapport à la quantité inspirée et l'évaluation de la quantité manquante de NH_3 sont rapportées dans le *Tableau I* pour le groupe témoin et dans le *Tableau II* pour le groupe avec Diphotérine®.

Tableau I. Quantités de NH₃ inspiré et expiré, fraction de NH₃ expiré par rapport à la quantité inspirée et quantité manquante de NH₃ pour le groupe témoin.

	Quantité de NH ₃ inspiré en mole	Quantité de NH ₃ expiré en mole	Qté exp/Qté insp en %	Quantité manquante de NH ₃ en mole
Porc 1T	4,24.10 ⁻³ (95 ml)	2,09.10 ⁻³	49	2,09.10 ⁻³
Porc 2T	8,46.10 ⁻³ (190 ml)	2,30.10 ⁻³	27	6,16.10 ⁻³
Porc 3T	17,66.10 ⁻³ (396 ml)	15,60.10 ⁻³	88	2,06.10 ⁻³

Tableau II. Quantités de NH₃ inspiré et expiré, fraction de NH₃ expiré par rapport à la quantité inspirée et quantité manquante de NH₃ pour le groupe avec Diphotérine®.

	Quantité de NH ₃ inspiré en mole	Quantité de Diphotérine® inhalée en mole	Quantité de NH ₃ expiré en mole	Qté exp/Qté insp en %	Quantité manquante de NH ₃ en mole
Porc 1	4,24.10 ⁻³ (95 ml)	1,80.10 ⁻³ (6 ml)	0,03.10 ⁻³	0,75	2,17.10 ⁻³
Porc 2	8,46.10 ⁻³ (190 ml)	2,40.10 ⁻³ (8 ml)	2,50.10 ⁻³	31	3,10.10 ⁻³
Porc 3	17,66.10 ⁻³ (396 ml)	3,30.10 ⁻³ (11 ml)	4,40.10 ⁻³	27	8,80.10 ⁻³

L'observation macroscopique de l'arbre trachéo-bronchique a montré essentiellement des lésions congestives. Ces lésions remontaient 2 à 3 cm au dessus de l'extrémité inférieure de la canule de trachéotomie. C'est à dire jusqu'au niveau de l'extrémité inférieure du ballonnet de la canule. Dans le groupe avec Diphotérine®, ces lésions étaient moins marquées par rapport au groupe témoin, et leur intensité diminuait du porc 1 au porc 3, sans jamais disparaître complètement.

Les lésions histologiques sont apparues dès la 15^{ème} minute après la fin de l'administration de NH₃, soit 25 min après le début de l'inhalation. Les lésions observées au niveau des bronches sont des lésions aiguës. Elles touchent essentiellement l'épithélium de surface et à moindre degré le chorion immédiatement sous-jacent. L'épithélium apparaît soit normal, soit altéré ou disparu. Les altérations épithéliales se traduisent par des lésions du pôle apical des cellules avec vacuolisation, une diminution de la taille de celles-ci, une variation de la colorabilité traduisant un changement dans les propriétés biochimiques et chimiques de la cellule.

A un degré supérieur, la cellule se décolle de la membrane basale qui est alors recouverte par un exsudat hémorragique. Le chorion apparaît normal ou congestif parallèlement aux lésions de l'épithélium de surface. Les lésions du parenchyme pulmonaire, quand elles sont présentes, sont constituées par une congestion des gros vaisseaux ou des capillaires alvéolaires, et par des lésions d'alvéolite oedémateuse et hémorragique. Dans le groupe avec Diphotérine® les lésions sont moins marquées, voire inexistantes.

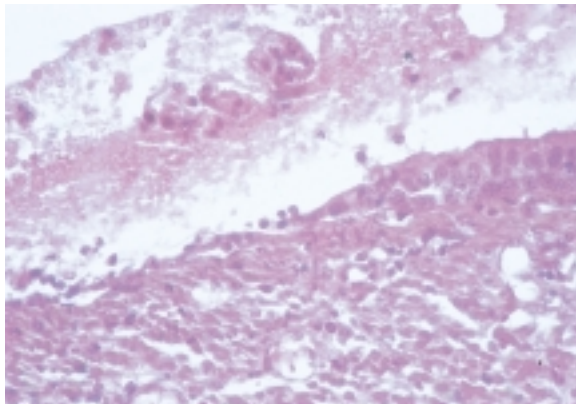
COMMENTAIRES

Les modifications techniques apportées au respirateur et au circuit patient n'ont pas permis de contrôler les volumes ventilatoires et interdisaient tout échappement de gaz en cas de surpression. L'addition d'un débit de $1,5 \text{ l.min}^{-1}$ d'air dans le circuit de gaz frais pour la nébulisation de la Diphotérine® modifiait d'autant les volumes ventilatoires. Le tuyau de récupération des gaz expirés plongeant de 5 cm dans l'eau et le petit diamètre du tube d'échappement de l'air obstrué par du coton cardé sont à l'origine d'un frein expiratoire entraînant une pression positive de fin d'expiration dont le niveau n'a pu être mesuré. L'analyse histologique du parenchyme pulmonaire après autopsie a montré de façon constante dans les deux groupes, une inhomogénéité alternant des zones d'emphysème et des zones atelectasiées non fonctionnelles (1,5). Cet aspect peut être rapporté à ces modalités ventilatoires. L'existence de lésions hépatiques importantes évoquant un foie cardiaque aigu, découvertes au cours de l'autopsie, viennent confirmer cette hypothèse.

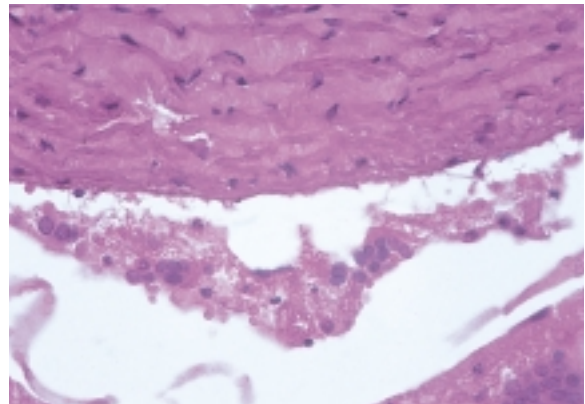
L'analyse des quantités de NH_3 inspiré et expiré dans les 2 groupes montre qu'il n'existe pas de relation directe entre la quantité inspirée de NH_3 et celle expirée. La quantité de Diphotérine® administrée augmente du porc 1 au porc 3, mais pour des raisons techniques liées à des difficultés de nébulisation avec le système utilisé, celle-ci n'a pas progressé de façon proportionnelle à celle du NH_3 . La quantité de Diphotérine® administrée a été continuellement inférieure à la dose prévisible nécessaire pour neutraliser le NH_3 inhalé. Pourtant c'est le porc 3 qui a présenté le moins de lésions, alors qu'il a reçu le plus de NH_3 et proportionnellement le moins de Diphotérine®.

La quantité manquante de NH_3 a été calculée à partir de la différence entre le NH_3 inspiré et expiré et en considérant la capacité de fixation de la Diphotérine®. Les données ainsi obtenues sont variable d'un animal à l'autre et d'un groupe à l'autre. Aucune conclusion ne peut être proposée. Cette quantité manquante peut correspondre au NH_3 qui a pénétré dans l'organisme, au NH_3 non dosé au niveau de l'eau de l'éprouvette, ou au NH_3 qui s'est échappé à ce niveau. Dans le groupe qui a reçu de la Diphotérine®, il est également possible d'envisager l'intervention de la capacité de fixation de celle-ci. Si en théorie 1 mole de diphotérine est capable de fixer 3 moles de NH_3 , il est admis en pratique que 1 mole fixe 1 mole de NH_3 .

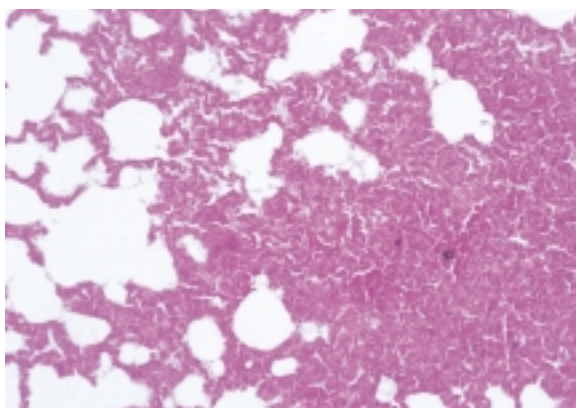
Les analyses histologiques et macroscopiques des animaux du groupe témoin, confirment ceux retrouvés dans la littérature chez l'animal (11-16) et l'homme (1,3-6,8-9). Les lésions histologiques étaient présentes 25 min après le début de l'administration de NH_3 . Les résultats de l'étude histologique sont rapportés dans le *Tableau III*. On observe des lésions croissant en intensité et en étendue dans le groupe témoin, allant de lésions épithéliales accompagnées ou non de desquamation pour une dose de 1000 ppm (*Photo n°1*), à une desquamation totale avec hémorragie pour une dose de 5000 ppm (*Photo n°2*). Le poumon présente à des degrés variables des lésions d'alvéolite oedémateuse et/ou hémorragique (*Photo n°3*) dont l'origine est difficile à préciser dans la mesure où les cellules alvéolaires ne paraissent pas altérées en microscopie optique.



*Photo n°1 : Animal témoin 1000 ppm.
Desquamation incomplète de l'épithélium trachéal?
(obj. x 25) Hémalun-phloxine-safran.*



*Photo n°2 : Animal témoin 5000 ppm.
Desquamation totale de l'épithélium; des débris flottent
dans la lumière. (obj. x 25) Hémalun-phloxine-safran.*



*Photo n°3 : Animal témoin 2500 ppm.
Foyer d'alvéolite oedémateuse et hémorragique.
(obj. x 10) Hémalun-phloxine-safran.*

Ces lésions sont-elles dues à "l'inondation" des alvéoles sous-jacentes par l'exsudat consécutif à l'atteinte épithéliale ou, au contraire, à l'atteinte directe de l'alvéole par le NH_3 ? Le NH_3 inhalé subit une dilution dans un volume plus important, et surtout une captation au niveau de l'arbre respiratoire. En effet, au contact des liquides extra et intra-cellulaires de la muqueuse des voies aériennes supérieures, le NH_3 se transforme en NH_4OH , puis se dissocie en $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$, libérant un ion OH^- générateur d'un pouvoir alcalin fort. Ces phénomènes permettent d'expliquer

l'intensité des lésions au niveau de la partie supérieure des voies aériennes, et la relative protection du parenchyme pulmonaire contre l'agression du NH_3 retrouvée dans les 2 groupes.

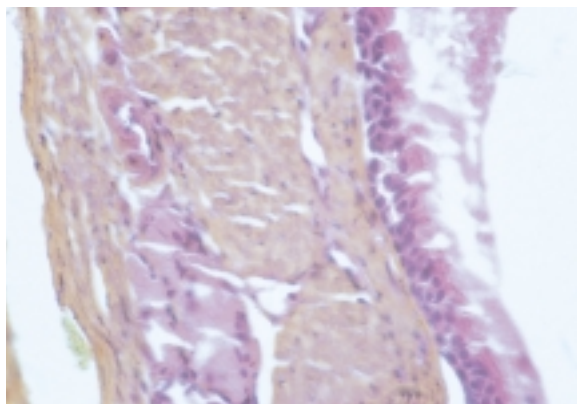


Photo n°4: Animal témoin 5000 ppm.
Conservation de l'épithélium trachéal présentant quelques lésions du pôle apical..
(obj. x 25) Hémalun-phloxine-safran.

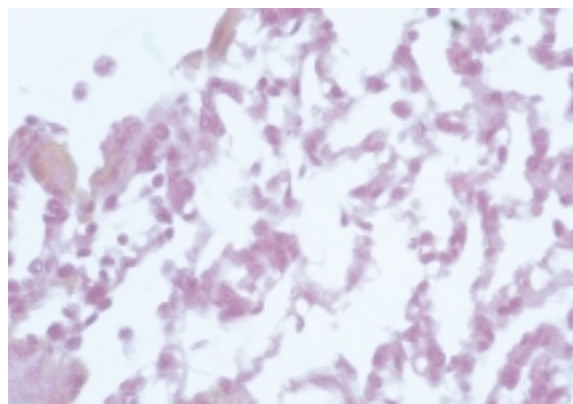


Photo n°5 : Animal témoin 5000 ppm.
Parenchyme pulmonaire normal.
(obj. x 25) Hémalun-phloxine-safran.

Dans le groupe traité avec de la Diphotérine®, les lésions bronchiques apparaissent moins intenses notamment chez l'animal qui a reçu 5000 ppm de NH₃ (Photo n°4) et les lésions pulmonaires sont également moins marquées (Photo n°5). Quel rôle a joué la Diphotérine®? Elle a sans doute fixé un certain nombre de mole de NH₃. Elle a pu comme cela a été démontré sur la peau, favoriser l'élimination du NH₃ par le flux de l'air alternativement inspiré et expiré. Les lésions bronchiques apparaissent moins intenses. Mais pourquoi le porc 3 qui a reçu le plus de NH₃, a présenté moins de lésions que les 2 porcs du même groupe qui ont reçu moins de NH₃ ? La Diphotérine® aurait-elle un effet seuil?

Tableau III. Résultats de l'analyse histologique des prélèvements réalisés dès la fin de l'inhalation de NH₃, après 15 min et 2 h, et à la 4^{ème} heure, après autopsie. (Témoins Porc 1T-3T, animaux traités Porc1-Porc 3)

	Bronches	Sévérité	Poumons	Sévérité
Porc 1T	altération épithéliale desquamation	+	normal	0
Porc 2T	desquamation hémorragie	++	alvéolite oedémateuse et hémorragique	+
Porc 3T	desquamation hémorragie	+++	alvéolite oedémateuse et hémorragique	+
Porc 1	altération épithéliale desquamation	+	normal	0
Porc 2	desquamation hémorragie	++	normal	0
Porc 3	desquamation hémorragie	+	congestion	0/+

CONCLUSION

Cette étude montre que malgré des difficultés techniques, il est possible d'utiliser ce montage pour administrer en toute sécurité du NH₃. Malgré la grande variation des doses de NH₃ inhalée et de Diphotérine® administrée les résultats sont encourageants. Il reste à déterminer la quantité de Diphotérine® nécessaire pour antagoniser le caustique et les modalités de son administration.

Bibliographie

- 1- Burns T.R., Greenberg S.D., Mace M.L., Jachimczyk J.A. Ultrastructure of acute ammonia toxicity in the human lung. The American Journal of Forensic Medicine and Pathology, 1985; 6: 204-210.
- 2- Gauthier M., Fournier E., Gervais P., Bodin F. A propos de trois cas d'intoxication aiguë par l'ammoniac. Evolution clinique et biologique des troubles respiratoires. Ann Méd Lég, 1964; 44: 357-361.
- 3- Kass I., Zamel N., Dobry C.A., Holzer M. Bronchiectasis following ammonia burns of the respiratory tract. A review of two cases. CHEST, 1972; 62: 282-285.
- 4- O'Kane G.J. Inhalation of ammonia vapour. A report on the management of eight patients during the acute stages. Anaesthesia, 1983; 38: 1208-1213.
- 5- Price S.K., Hughes J.E., Morrison S.C., Potgieter P.D. Fatal ammonia inhalation. A case report with autopsy findings. SA Medical Journal, 1983; 64: 952-955.
- 6- Walton M. Industrial ammonia gassing. Brit J Industr Med, 1973; 30: 78-86.
- 7- White E.S. A case of near fatal ammonia gas poisoning. Journal of Occupational Medicine, 1971; 13: 549-550.
- 8- Close L.G., Catlin F.I., Cohn A.M. Acute and chronic effects of ammonia burns of the respiratory tract. Arch Otolaryngol, 1980; 106: 151-158.
- 9- Sobonya R. Fatal anhydrous ammonia inhalation. Human Pathology, 1977; 8: 293-299.
- 10- Weiser J.R., Mackenroth T. Acute inhalatory mass ammonia intoxication with fatal course. Exp Pathol, 1989; 37: 291-295.
- 11- Boyd E.M., MacLachlan M.L., Perry W.F. Experimental ammonia gas poisoning in rabbits and cats. Journal of industrial hygiene and toxicology, 1944; 26: 29-34.
- 12- Dodd K.T., Gross D.R. Ammonia inhalation toxicity in cats: a study of acute and chronic respiratory dysfunction. Archives of Environment Health, 1980; 35: 6-14.
- 13- Kapeghian J.C., Mincer H.H., Jones A.B., Verlangieri A.J., Wade Waters I. Acute inhalation toxicity of ammonia in mice. Bull Environm Contam Toxicol, 1982; 29: 371-378.
- 14- Richard D., Bouley G., Boudène C. Effets de l'inhalation continue d'ammoniac chez le rat et la souris. Bull Europ Physiopath Resp, 1978; 14: 573-582.
- 15- Appelman L.M., Berge W.F., Reuzel P.G.J. Acute inhalation toxicity study of ammonia in rats with variable exposure periods. Am Ind Hyg Assoc J, 1982; 43: 662-665.
- 16- Richard D., Jouany J.-M., Boulène C. Toxicité aiguë par voie aérienne du gaz ammoniac chez le lapin. C R Acad Sc Paris, 1978; t. 278, 375-378.

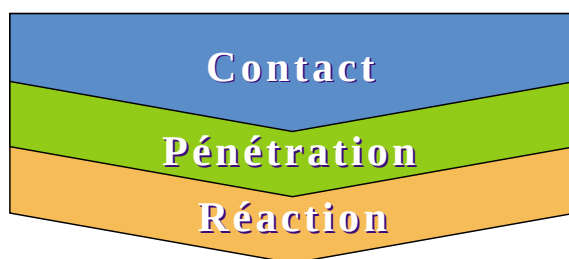
MÉCANISMES INTIMES D'ACTION DES PRODUITS CHIMIQUES

Ingénieur ESCM, Docteur en chimie de l'Université d'Aix-Marseille III

- le mécanisme impliqué lors de la réaction chimique,
- les notions d'énergies inhérentes à ce mécanisme,
- les effets électroniques dus à la nature de l'agresseur.

Le xénobiotique, corps agresseur, vis à vis, de l'organisme, pouvant être soit une espèce donneuse soit un accepteur.

- des électrons,
- des ions,
- des molécules.

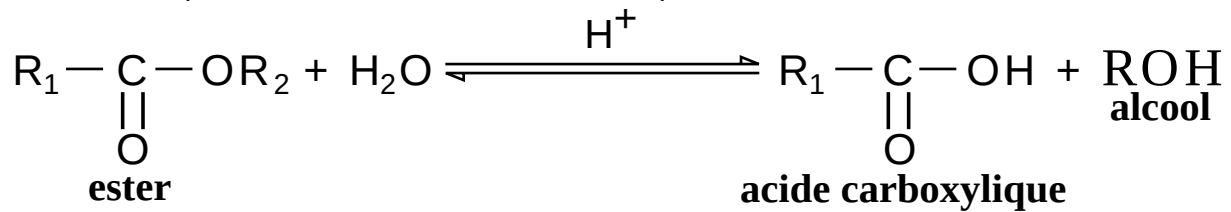


La réaction chimique peut être :

$$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\underline{\underset{\text{O}}{\parallel}}\text{C}-\text{OH} + \text{NH}_3 \longrightarrow \left[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\underline{\underset{\text{O}}{\parallel}}\text{C}-\text{O} \right]^- \text{NH}_4^+$$

acide carboxylique ammonium

➔ soit la possibilité de scinder un substrat en plusieurs entités :



C'est le cas classique de l'hydrolyse d'un ester dans laquelle on obtient un acide carboxylique et un alcool.

Les seuls types de réactions chimiques possibles sont les suivants :

- réaction acido-basique (échange protons/ions),
- oxydoréduction,
- addition,
- substitution,
- chélation,
- phénomènes de solvation.

PREVOR étant un organisme spécialisé dans la décontamination externe suite à des projections chimiques. Nous nous sommes plus particulièrement intéressés ici aux constituants de la peau et de l'oeil qui sont les suivants:

- lipides,
- glucides,
- protéines de structure (acides aminés constituant les protéines)
- protéines de fonction (enzymes)
- sels minéraux (Ca, Mg, ...).

Face au nombre restreint des constituants de la peau et de l'oeil, des tissus, nous avons en face plus de 16 millions de molécules.

Chaque année, plus de 600 000 nouvelles molécules sont créées, 50000 molécules circulent à plus de la tonne.

La classification actuelle européenne classe ces produits en huit catégories :

- Inflammable,
- explosif,
- radioactif,
- biologique,
- corrosifs,
- irritants,
- toxiques,
- nocifs.

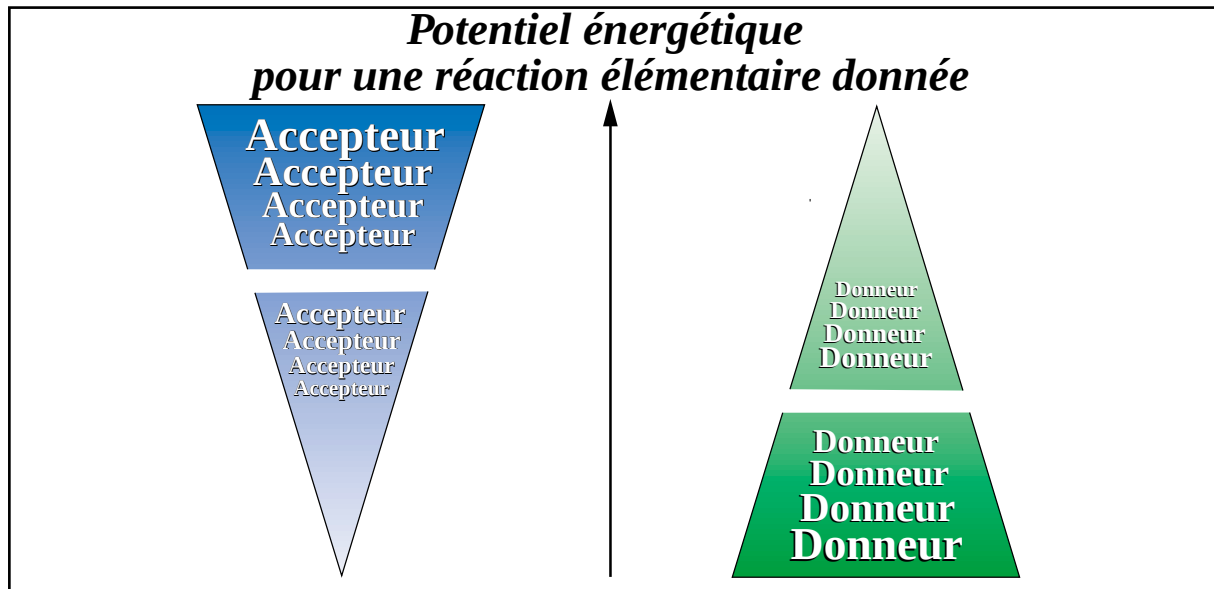
Dans cet exposé, nous avons choisi de revoir cette classification de la communauté européenne en raisonnant sur le xénobiotique. On pourra aboutir à une nouvelle échelle de classement entre le corps agresseur et l'organisme.

Nous avons une réaction élémentaire pour un site actif donné de l'agresseur. C'est en fait le niveau énergétique de produit agresseur qui va fixer le potentiel énergétique de la réaction et donc sa faisabilité.

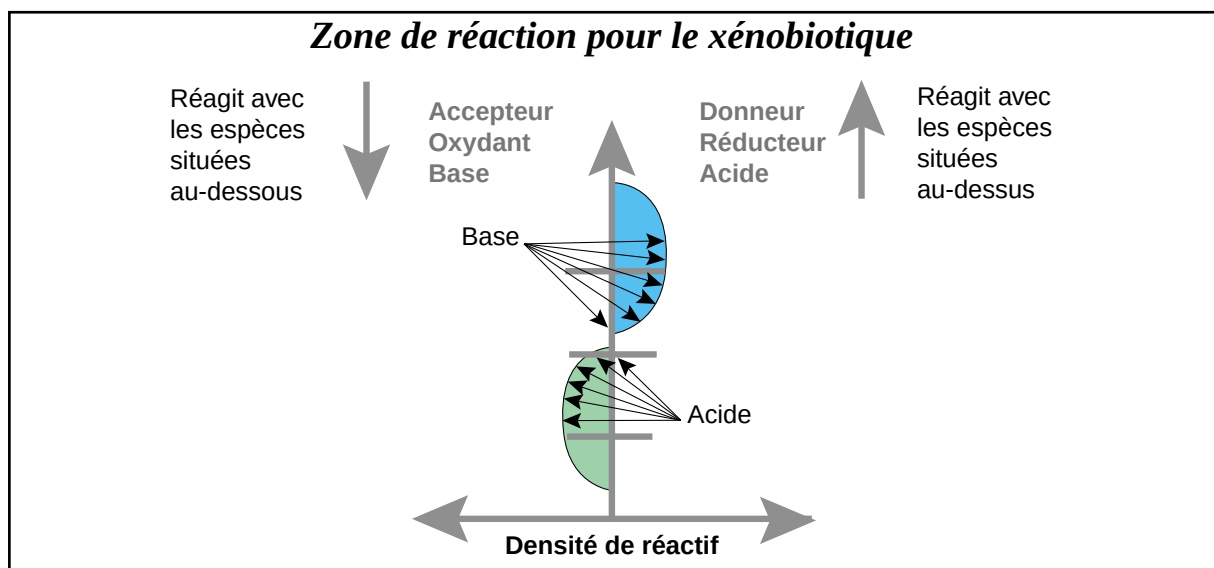
Quel est notre but? Trouver un modèle de l'interaction entre le xénobiotique et les constituants de l'organisme. Nous avons choisi en utilisant les données existantes de faire une représentation graphique.

On porte sur une échelle le potentiel énergétique pour une réaction élémentaire donnée. De part et d'autre, on va mettre l'entité donneuse (à droite) et l'accepteur (à gauche).

Ici le potentiel donneur le plus important est placé en bas à droite de l'échelle et à droite alors que le potentiel accepteur le plus grand en haut et à gauche.



Dans le schéma qui suit, sont placés d'un même côté, les oxydants, les accepteurs et les bases, et de l'autre côté, les donneurs, les réducteurs et les acides.



On voit que, sur la zone de réaction du xénobiotique, est portée en abscisse la densité du réactif ; elle représente les espèces que va pouvoir trouver l'agresseur au sein des tissus de l'organisme, c'est-à-dire les substrats qu'il va pouvoir consommer. Le donneur, réducteur ou acide va pouvoir réagir avec les espèces situées au dessus. Alors que de l'autre côté, les accepteurs, bases et oxydants vont pouvoir réagir les substrats en dessous.

Les deux lobes sur le schéma représentent la densité de réactif, de constituants de l'organisme que va pouvoir consommer l'agresseur.

L'acide va pouvoir consommer toutes les espèces qui seront au dessus de lui dans cette zone.

De même, une base donnée pourra consommer tous les pouvoirs en dessous sur l'échelle de potentiel.

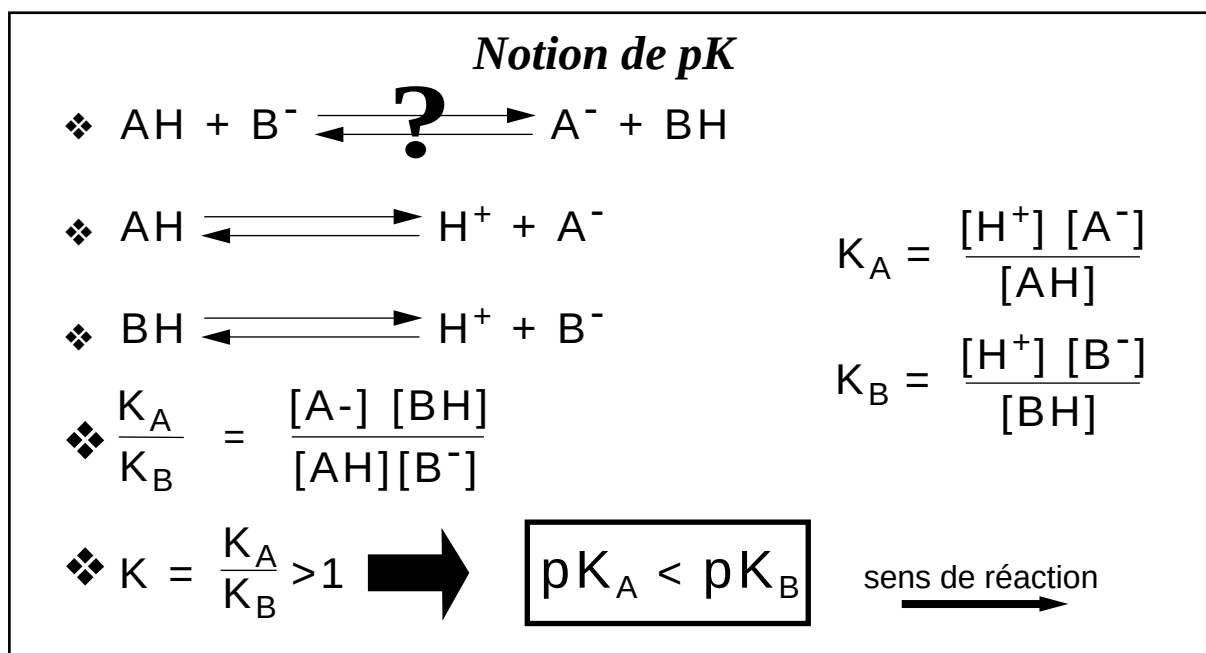
Pour mieux expliquer le choix de classification et d'échelle de potentiel, nous traiterons ici le cas des corrosifs et des irritants (acides/bases). Ceci appelle à la notion de pK, valeur intrinsèque du produit ou de son danger, le pH étant plutôt l'indication du risque encouru lors de l'utilisation du produit.

C'est pourquoi il serait intéressant de remarquer qu'au niveau des fiches de données de sécurité, on utilise beaucoup le pH et non pas le critère qui indique la dangerosité du produit.

Explication de la notion de pK_A

Supposons que l'on veuille savoir si une espèce donnée peut consommer une autre au niveau de l'organisme.

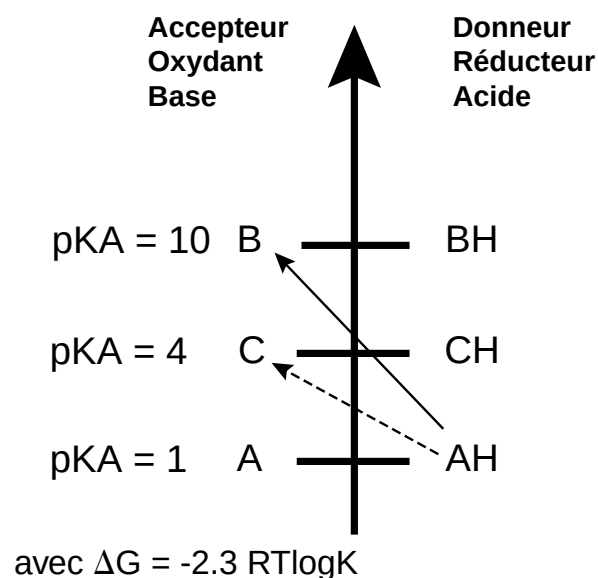
Exemple : un acide AH peut-il réagir avec la base B⁻? Dans quel sens peut se faire ce type de réaction?



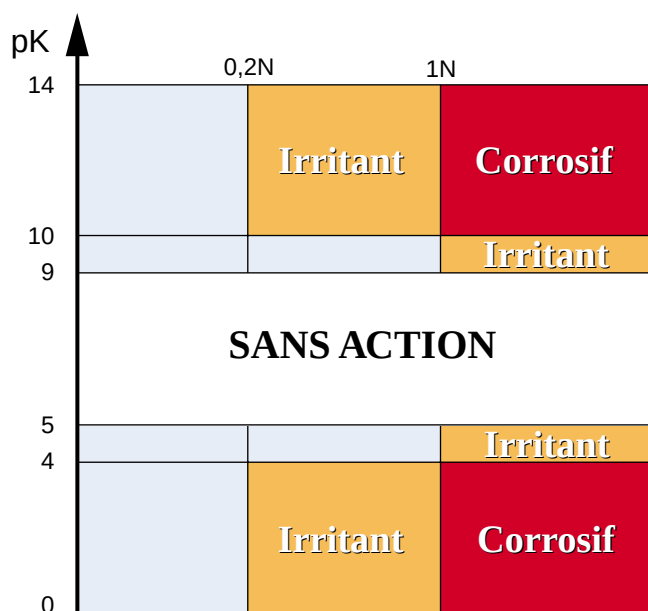
Pour cela, il suffit d'étudier les équations de dissociations des acides AH et BH avec leurs constantes de dissociations. Le rapport de ces constantes permet de donner la faisabilité de la réaction (avec pK = - log K).

Ainsi si pK_A < pK_B, la réaction se fera de gauche à droite, c'est-à-dire on aura une réaction entre AH et B⁻ qui donne A⁻ + BH. Lorsque l'on a fixé cette notion de pK, on peut à nouveau porter le potentiel énergétique de la réaction élémentaire donnée et on va pouvoir examiner en détail les espèces qui vont pouvoir être consommées. Par exemple, un acide AH va pouvoir réagir avec tous les substrats placés au dessus de lui.

Formalisation universelle de l'énergie



L'acide va commencer par consommer B et ainsi de suite pour toutes les bases situées entre B et A. Nous aboutissons à un nouveau tableau, qui représente le potentiel agresseur du xénobiotique, où nous avons porté le pKa en fonction de la concentration de l'agresseur.



Nous avons utilisé pour les domaines des concentrations les travaux du professeur REIM⁽¹⁾ concernant les projections oculaires avec de la soude pour fixer les limites entre les différentes zones. Dans ce tableau, apparaissent, selon son potentiel agressif, des zones de non action du xénobiotique, des zones où il sera irritant et d'autres zones où il sera corrosif.

⁽¹⁾ Reim M.; Schmidt-Martens, F.W. Hörster, B. Scheidhauer, E. Ber. Dtssch. Ophtalmol. Ges. 77, 749-759 (1980)
Reim M.; Schmidt-Martens, F.W. Klin. Mbl. Augenheilk. 181, 1-9.

Les acides forts ont des pK proches de 0. Par exemple, l'acide trichloroacétique a un pK de 0.66 est corrosif.

Imaginons une base forte, son pKa sera élevé, donc corrosive.

Un domaine intéressant de ce tableau correspond aux zones de pK moyen, autour de 4-5, comme l'acide acétique (pK = 4.76).

L'acide acétique présente des zones de non action du type "vinaigre". Lorsque cet acide est en concentration plus importante, il devient irritant, voire corrosif. Nous connaissons tous la gravité des brûlures avec l'acide acétique glacial.

On peut également retenir de ce schéma qu'un acide fort en faible concentration peut présenter le même type de brûlure qu'un acide avec un pK moyen, dit acide faible, en forte concentration.

Voici quelques exemples d'acides carboxyliques où nous avons introduit des halogènes par ordre d'électronégativité croissante du haut vers le bas.

acides	formule développée	pK _A
acide acétique	CH ₃ -COOH	4.76
acide iodoacétique	I-CH ₂ -COOH	3.16
acide bromoacétique	Br-CH ₂ -COOH	2.9
acide chloroacétique	Cl-CH ₂ -COOH	2.87
acide fluoroacétique	F-CH ₂ -COOH	2.57

On observe dans cette série une chute de la valeur du pK spectaculaire puisque l'on passe d'un pK_A de 4.76 pour l'acide acétique à un pK_A de 2.57 pour l'acide fluoroacétique.

Il est évident que le danger à concentration égale, de ces deux acides ne sera pas le même, l'acide fluoroacétique présentera un danger plus important que l'acide acétique.

Dans une deuxième série d'acides carboxyliques, on a introduit un nombre de chlores croissant, ce qui a pour conséquence de diminuer très fortement pK_A.

acides	formule développée	pK _A
acide acétique	CH ₃ -COOH	4.76
acide chloroacétique	Cl-CH ₂ -COOH	2.87
acide dichloroacétique	H-CCl ₂ -COOH	1.25
acide trichloroacétique	Cl ₃ C-COOH	0.66

Dans une troisième série d'acides carboxyliques, nous avons augmenté la chaîne aliphatiques en α de la fonction carboxylique. Lorsque le nombre de carbones augmentent, le pK_A de l'acide augmente donc le danger qu'il présente diminue.

acides	formule développée	pK _A
acide formique	H-COOH	3.75
acide acétique	CH ₃ -COOH	4.76
acide propionique	CH ₃ -CH ₂ -COOH	4.87
acide butyrique	H ₃ C-CH ₂ -CH ₂ -COOH	4.81
acide valérique	H ₃ C-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -COOH	4.82

Au delà de 3 carbones, l'influence de l'allongement de la chaîne carbonée s'affaiblit considérablement jusqu'à devenir nulle.

Ces trois séries d'acides carboxyliques montrent que la nature des éléments ou des groupes d'atomes autour du site actif (qui est dans ce cas la fonction acide) va pouvoir influencer le potentiel agresseur du xénobiotique.

En chimie, l'ensemble de ces effets inhérents au caractère des atomes ou groupes d'atomes s'appellent les effets électroniques.

Ces effets électroniques sont de deux types :

- les effets inductifs,
- les effets mésomères.

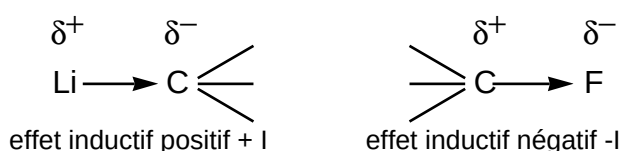
La conséquence globale étant les effets potentialisateurs d'une molécule, d'un agresseur en plus des sites actifs.

La définition des effets inductifs : ce sont des effets qui portent sur les doublets σ , c'est-à-dire les doublets mis en commun lors de la formation d'une liaison covalente (liaison simple).

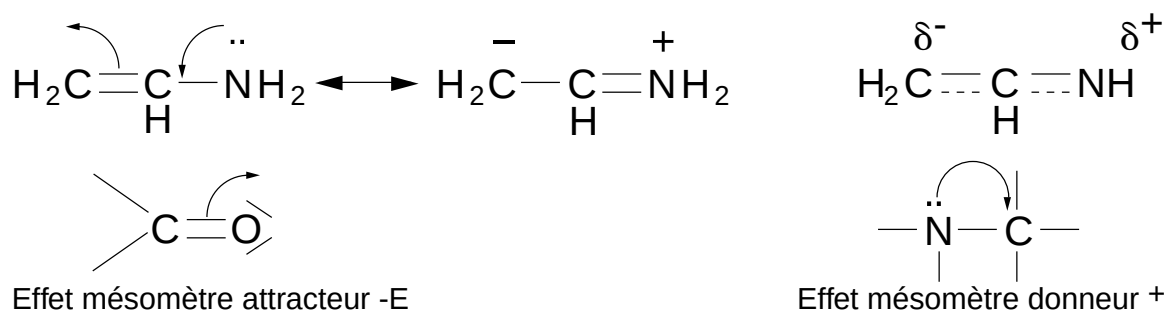
Selon la nature de l'atome ou du groupe d'atomes adjacent au site actif :

- l'effet inductif peut être positif ou +I, c'est-à-dire l'atome ou le groupe d'atomes aura tendance à pousser vers ce site actif ces électrons mis en commun dans la liaison covalente. Ex : lithium.
- l'effet inductif peut être négatif ou -I, l'atome ou le groupe d'atomes aura tendance à attirer vers lui les électrons mis en commun dans la liaison. Ex : fluor.

Il en suit qu'il existe des charges délocalisées δ^+ ou δ^- , sur le lithium, le fluor ou le carbone adjacent sur ce schéma suivant :



Les autres effets électroniques sont les effets qui impliquent les doublets Π , c'est-à-dire les doublets des doubles liaisons se trouvant dans les substrats et leurs formes limites.



Par exemple, dans une vinylamine, il existe un doublet non liant sur l'azote qui peut se délocaliser de part en part ; il apparaît donc des charges délocalisées représentées dans la forme limite. La fonction amine a donc un effet mésomère donneur +E.

Alors que dans une fonction carbonyle, l'oxygène a tendance à attirer vers lui les doublets électroniques. L'effet mésomère dans ce cas est dit attracteur ou -E.

En terme de potentiel corrosif, nous pouvons résumer l'influence des effets électroniques mésomères et inductifs de la manière suivante.

effet	-	+
inductif	négatif ➡ facilite l'ionisation des acides carboxyliques, augmente l'acidité	positif ➡ augmente la force des bases
mésomère	attracteur ➡ diminue la force des bases	donneur ➡ augmente le pouvoir des acides

BILAN CHIMIQUE

A partir d'une réaction élémentaire entre le site actif de l'agresseur et les constituants de l'organisme, il existe un couple donneur-accepteur et une énergie qui détermine la faisabilité de la réaction ainsi que des effets électroniques qui vont jouer sur le potentiel agressif du xénobiotique. L'ensemble de ces données, couple donneur-accepteur, énergie, effets électroniques constituent les fondements de la toxicologie réflexive.

BILAN MEDICAL

Le but de cette nouvelle approche par la toxicologie réflexive est de construire un protocole unique de soins en réalisant :

- une évaluation prédictive de la Toxicologie et une échelle de classement des xénobiotiques,
- une initiation à la méthode d'encadrement.

La méthode par encadrement consistera, à partir de substrats voisins du xénobiotique (en terme de formule chimique), d'évaluer le potentiel agresseur du xénobiotique et de pouvoir prédire sa toxicologie.

DÉCONTAMINATION DES RADIONUCLÉIDES : ÉTUDE A L'AIDE DE MODÈLES DE PEAU.

GERASIMO Patrick

Laboratoire de Contrôle Radiotoxicologique, Service de protection radiologique des Armées.

Le dépôt sur la peau de radioélément peut être à l'origine d'un syndrome très grave appelé "brûlures radiologiques". Ce syndrome est caractérisé par la douleur, l'œdème, et l'érythème. le délai d'apparition après le contact est de quelques jours à quelques semaines.

Le dépôt sur la peau du radioélément implique un premier contact entre celui ci et la peau. Ce premier contact se réalise au niveau du Stratum Corneum. C'est là que le radioélément va s'accumuler si rien n'est entrepris pour l'éliminer.

Même si elle se laisse difficilement pénétrer, la peau peut néanmoins constituer une voie de passage : en effet certains corps radioactif peuvent avoir des propriétés physico-chimiques qui le rendent capable de franchir cette membrane.

Le but de notre travail est de montrer comment éliminer le radioélément à l'aide de produits de lavage, en évitant de le faire passer dans le milieu intérieur.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

La photographie (*figure 1*) montre comment se déroulent les manipulations.



Représentation d'une cellule de diffusion statique de type Franz

La surface d'application est de 0,64 cm²
Le volume du compartiment récepteur est de 4 ml environ

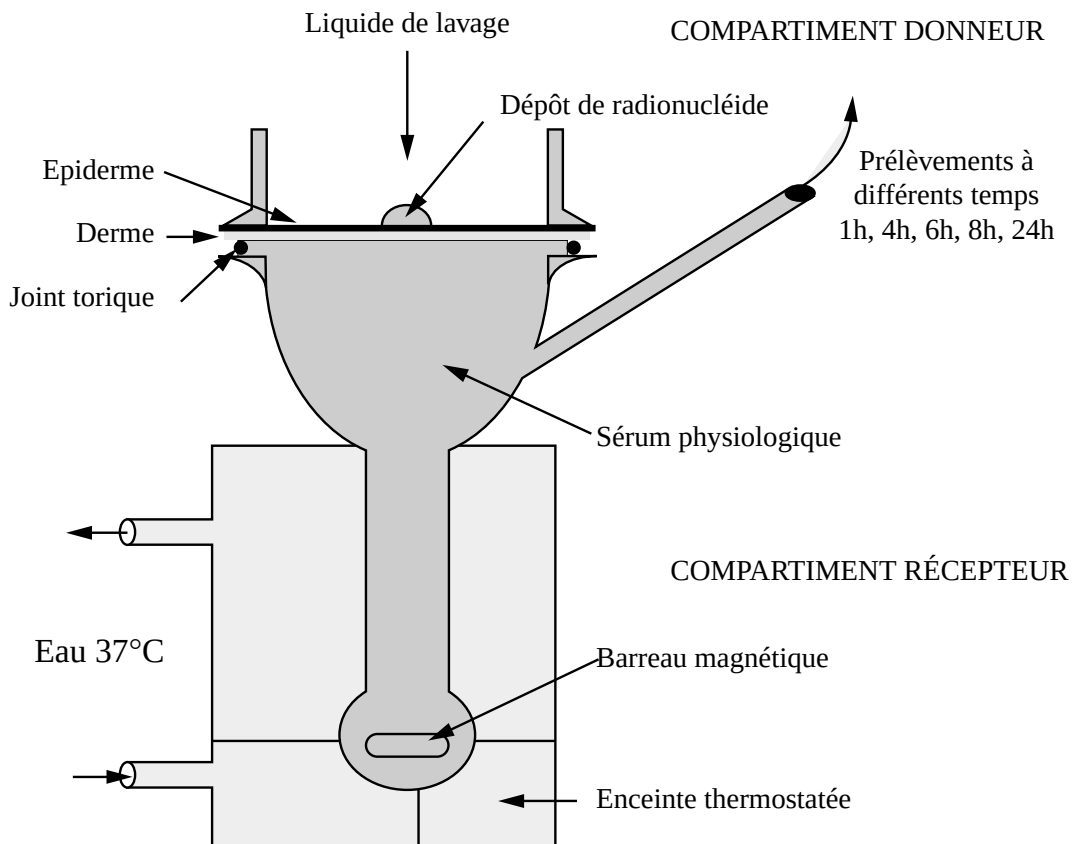


Figure 2

Absorption percutanée en cellule de diffusion (figure 2)

Des biopsies de peau sont placées en cellule de diffusion de Franz. La face épidermique est maintenue horizontalement entre les deux parties de la cellule dont la surface interne est égale à 0,64 m². Deux compartiments sont ainsi délimités de part et d'autre de la biopsie :

- l'un épidermique, constitué par le cône de verre déposé à la surface supérieure de la peau.
- l'autre dermique, sur la face inférieure du tégument, formant un réservoir de 4 cm³ à orifice cylindrique et porteur d'un tube latéral pour les prélèvements. Les deux éléments sont maintenus en place par l'intermédiaire d'un clamp. L'étanchéité est assurée par un joint torique en Téflon.

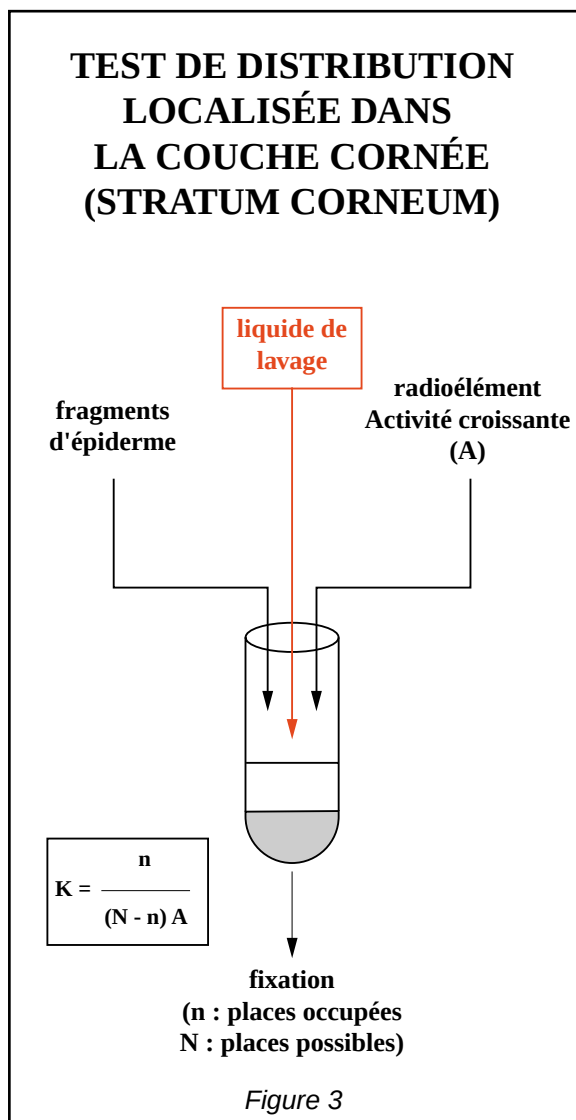
Le compartiment inférieur est rempli d'un liquide de survie (sérum physiologique à 9 g/l additionné de sérum albumine à 15 g/l).

L'ensemble est placé dans une enceinte thermostatée à 37°C.

Adsorption à la couche cornée de l'épiderme (figure 3)

Dans un tube à essai de 5ml, environ 100 mg de d'épiderme en poudre exactement pesés sont mis en suspension dans une solution de de radioélément. L'ensemble est amené à pH = 7 par addition de soude.

La quantité de radioélément adsorbée par les fragments de couche cornée est déterminée en fonction de l'activité A de ce radioélément introduite dans le milieu d'incubation. Si l'on suppose que le radioélément se fixe à la peau en une pellicule monomoléculaire, on peut obtenir l'équation de cette courbe. A la surface de la peau, il y a N places possibles et il y a n places prises par le radioélément. Il reste (N - n) places libres.



L'équation d'adsorption s'écrit :

Place occupée = place libre + radioélément en solution

la constante d'équilibre K est donnée par :

$$K = \frac{n}{(N - n) A}$$

le nombre de places disponibles étant grand devant le nombre de places occupées, le terme (N - n) peut être considéré comme constant. en remplaçant n par q, q étant la quantité de radioactivité fixée par les fragments de couche cornée, on retrouve la formule de Freundlich :

$$q = K A^a$$

a est un coefficient qui varie entre 0 et 1.

K représente alors la constante d'équilibre de répartition du radioélément entre la solution et la couche cornée. On la détermine expérimentalement en utilisant différentes valeurs de radioactivité.

Cette constante est modifiée si dans le milieu se trouve un produit capable de modifier l'adsorption.

Les radioéléments utilisés appartiennent à trois familles chimiques :

- 1) **les alcalins** : radioélément utilisé, le césium.
- 2) **les alcalino-terreux** : radioélément utilisé, le strontium.
- 3) **les métaux de transition** : radioélément utilisé, le plutonium.

Produits de lavage expérimentés :

- eau distillée
- soluté tensioactive anionique, savon neutre du Service de Santé des Armées
- soluté tensioactif cationique, solution à 20 % de cetrimide
- soluté tensioactif anionique, solution à 30 % d'alkyl-sulfonate
- solution à 25 % de DTPA (fournisseur : Pharmacie Centrale des Armées)
- solution hypertonique amphotère Diphotérine® fournisseur laboratoire Prevor.

RÉSULTATS

Action d'un lavage à l'eau

L'eau peut avoir une action décontaminante sur la peau, du fait de ses propriétés dissolvantes. Un lavage à l'eau est suffisant pour traiter les contaminations par le césium ou le strontium, puisque respectivement 71% et 59 % de la radioactivité sont entraînés. Mais il n'en est pas toujours ainsi : l'action de l'eau sur le plutonium est faible, moins de 10 % de la radioactivité sont entraînés. Dans ce dernier cas, il faut donc faire appel à des produits spécifiques pour réaliser une décontamination efficace (*figure 4*).

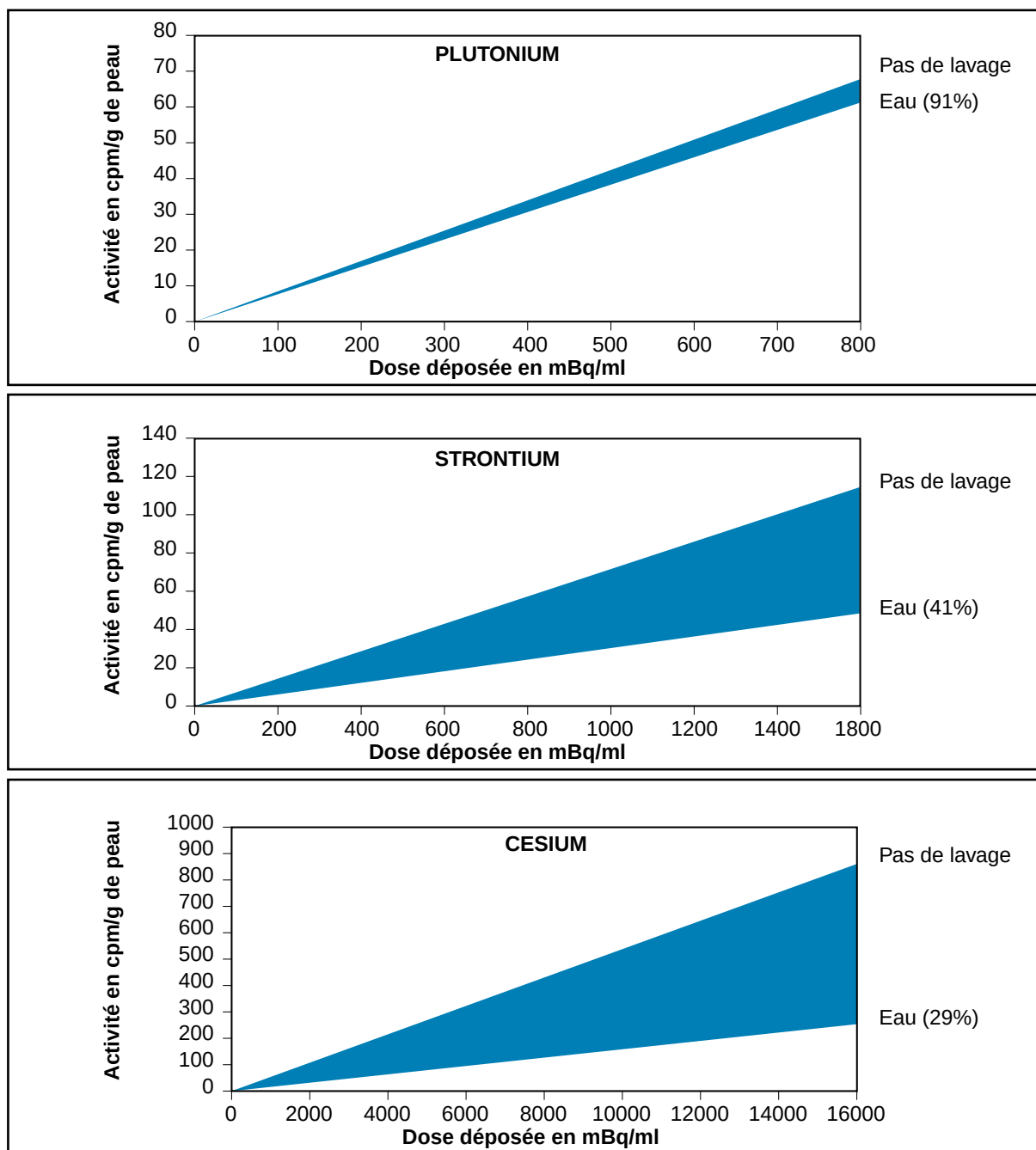
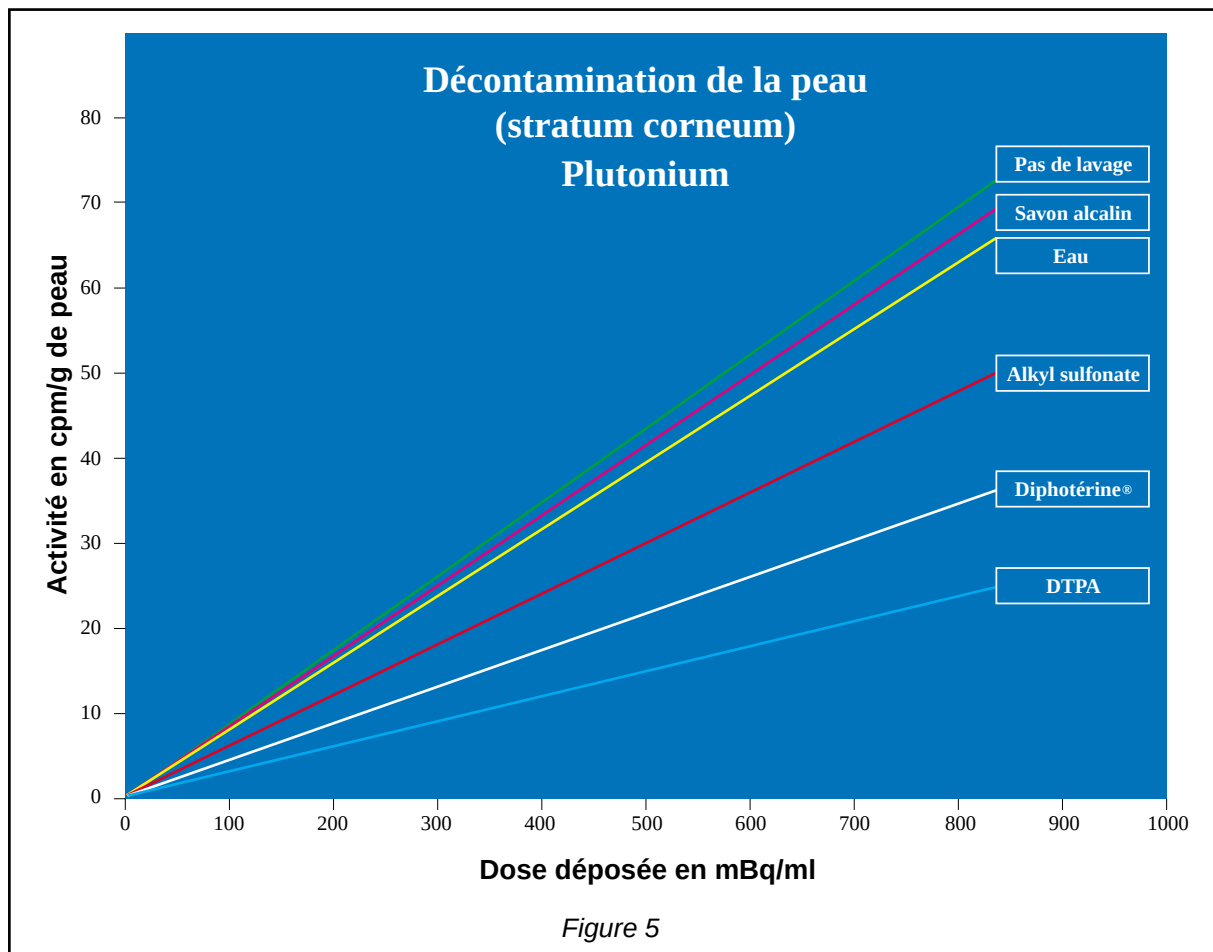


Figure 3 - Lavage de peau (stratum corneum) par l'eau

Action de différents produits sur des fragments d'épiderme contaminés par le plutonium.

La figure 5 donne les représentations graphiques des adsorptions par la couche cornée en fonction de la radioactivité placée dans le milieu d'incubation. On constate que l'adsorption est proportionnelle à la quantité de radioélément présente dans le milieu. Qu'il y ait traitement ou non, les équations sont toujours des droites du type $q = K.A$, avec a égal à 1.

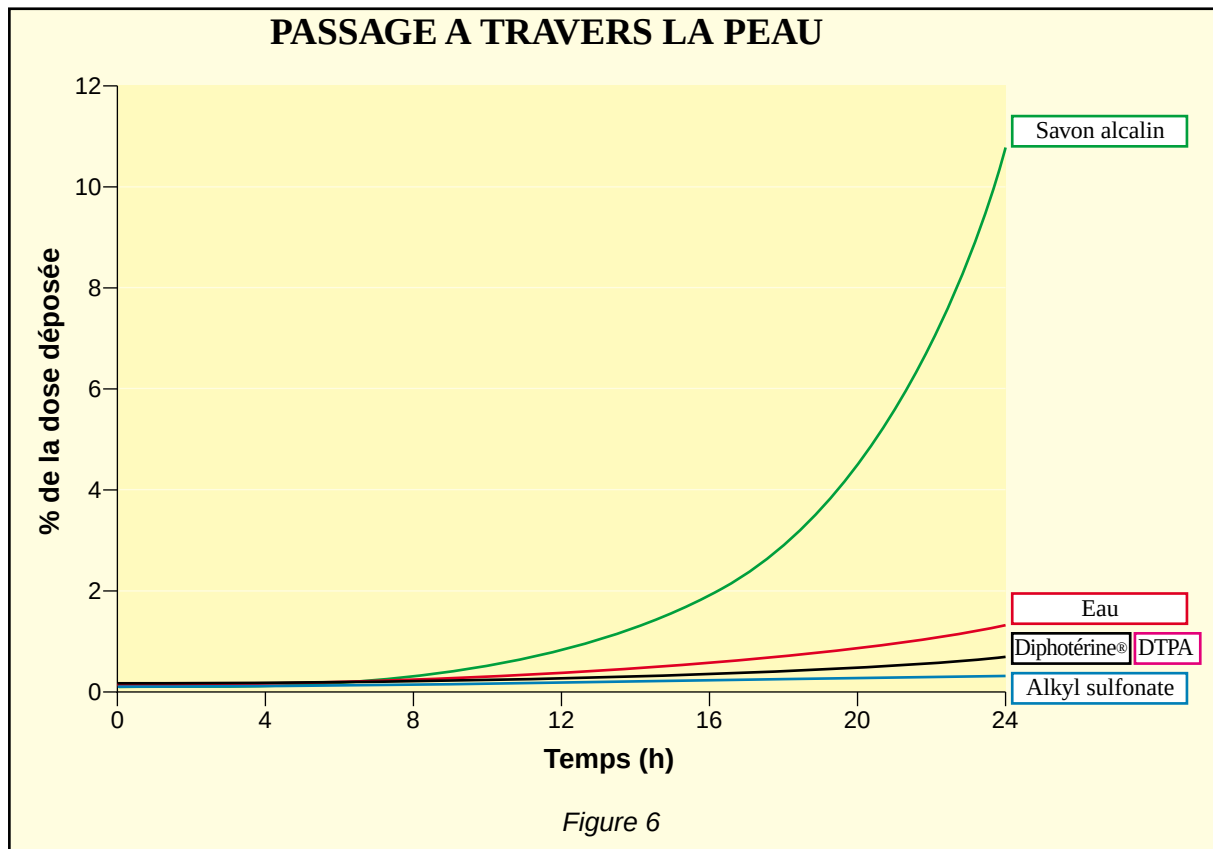
Plus la pente d'une droite est faible, plus le traitement de décontamination est efficace. Le savon comme l'eau n'a pas d'action, les détergents tensioactifs, qu'il s'agisse d'ammonium quaternaire ou de sulfonate ont une efficacité moyenne. Une action décontaminante sera obtenue avec la solution hypertonique amphotère (Diphotérine®) ou avec celle du DTPA, réduction du coefficient a d'un facteur 2.



Absorption percutanée en cellule de diffusion

La peau saine est normalement très peu perméable au plutonium (moins de 1% en 24 heures). La figure 6 montre qu'effectivement ce passage est faible. Aucun des traitements ne le modifie, sauf si du savon est utilisé et dans ces conditions, le passage peut atteindre 10 %, au bout de 24 heures.

Il faut signaler cependant que durant les premières heures de contact (environ 6 heures), l'absorption reste négligeable de l'ordre de 0,01% quel que soit le produit utilisé.



DISCUSSION ET CONCLUSION

Le phénomène essentiel lors d'une contamination de la peau est le premier contact entre l'élément radioactif et l'assise la plus externe de la peau, la couche cornée. La couche cornée est formée de cellules kératinisées aplaties et entourées de lipides, principalement de cholestérol, d'acides gras libres et de cires. Ces lipides forment une sorte de ciment qui unit les cellules kératinisées à la manière des briques d'un mur. La protection exercée par la peau est liée à l'intégrité de ce ciment.

C'est la raison pour laquelle un contact prolongé entre le savon et la peau favorise la pénétration du toxique : en effet le savon solubilise les salissures grasses, il agit de la même façon avec les lipides intercellulaires de la couche cornée, ce qui finit par détériorer l'assise.

Le plutonium a des propriétés particulières : il est capable de former des produits d'hydrolyse polymérisés, dès que le pH est supérieur à 1. Ces polymères s'adsorbent sur tous les supports avec lesquels ils sont en contact. C'est ce qui explique pourquoi un lavage à l'eau ou au savon n'est pas suffisant pour enlever le plutonium de la peau, à la différence du césium et du strontium.

Les détergents à groupements ammonium quaternaire ou sulfonate interviennent de façon non spécifique en modifiant les attractions entre particules radioactives et couches cornée, du fait de leurs propriétés tensioactives.

L'efficacité maximale est atteinte avec la diphotérine® et avec la solution de DTPA, sans doute, en raison des actions hypertoniques et complexantes qu'exercent ses solutions.

RÉFLEXION SUR LA CLASSIFICATION FONCTIONNELLE DES PRODUITS CHIMIQUES EN TOXICOLOGIE

François BURGHER,
Médecin du travail, Responsable des formations Prévor

Objectif : apporter aux professionnels de la toxicologie des outils et une méthode permettant de prévoir les effets superficiels et internes des produits chimiques.

A – Limites de la toxicologie descriptive

Nous disposons d'une masse impressionnante de données bibliographiques pour plus de douze millions de molécules. Mais en pratique, on a cependant souvent du mal à évaluer la dangerosité et à prendre une décision thérapeutique ou préventive face :

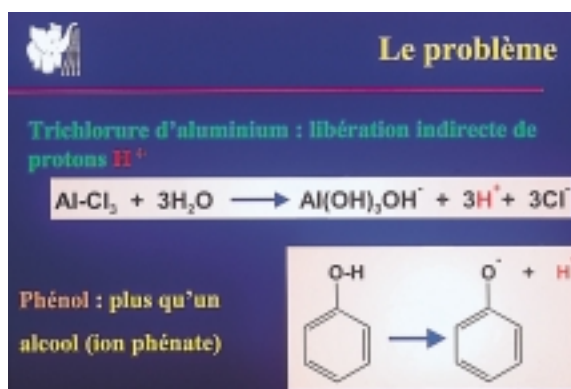
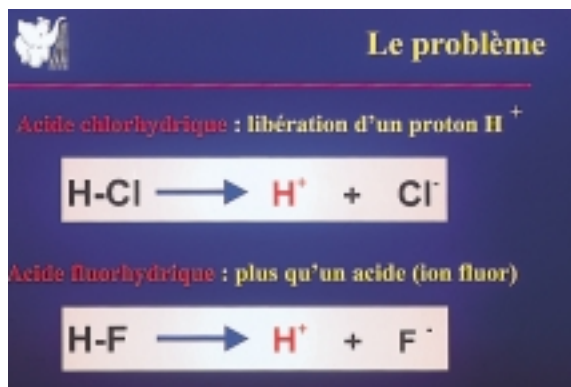
- à une molécule un peu différente de celle précisément décrite,
- à un intermédiaire de fabrication plus ou moins bien identifié,
- à une molécule non encore documentée (plus de 4 millions à ce jour)
- ou encore face à des mélanges de substances.

B - Comment reconsidérer la question ?

Les classifications usuelles peuvent se révéler insuffisantes. Par exemple, sous le même nom «acide» sont rangées des substances telles que l'acide sulfurique très corrosif, l'acide citrique, simple irritant, l'acide tartrique suspecté d'effet mutagène et l'acide ascorbique, sans aucun effet superficiel.

A l'inverse, des corps non classés sous l'appellation «acide» peuvent donner des brûlures comme des acides !

- L'acide chlorhydrique est un acide fort par libération directe d'un proton H^+
- L'acide fluorhydrique ne peut pas être considéré comme un simple acide : en plus de la production de proton, l'ion fluor est responsable d'une réaction de complexation expliquant la pathologie spécifique de l'HF.
- Le trichlorure d'aluminium brûle aussi la peau. Or ce n'est pas directement un donneur de proton, mais un accepteur d'hydroxyle (acide au sens de Lewis).



- Le phénol a l'apparence d'un alcool et pas celle d'un acide. Pourtant, il est aussi responsable de brûlures en agissant à la fois comme un acide (libération de proton) et comme générateur d'ion phénate qui possède sa réactivité propre.

Ce qui est capital et commun pour expliquer les risques de brûlure de contact est donc ici la potentialité réactive élémentaire acide. C'est elle qui est responsable de l'effet unique observé à partir de molécules appartenant à des familles fort différentes.

Le toxicologue, à l'évidence, a donc besoin d'une classification essentiellement fondée sur les propriétés réactives des corps chimiques

C - Que proposons-nous concrètement ?

Toutes les idées que nous allons développer sont le résultat d'une étude préliminaire sur plus de 5000 molécules.

1 - Une classification réactive fonctionnelle des xénobiotiques.

Elle fait appel à un nombre très restreint de réactions «élémentaires» :

- **acido-basique**
- **oxydo-réduction**
- **substitution**
- **addition**
- **complexation**
- **effet de solvatation.**

Chaque classe de réaction «élémentaire» sous-tend un type particulier «d'agressivité».

Pour des molécules présentant des sites réactionnels multiples, le problème se présente avec un degré de complexité supplémentaire mais n'est pas radicalement différent.

La connaissance de la classification fonctionnelle par type de réaction rend possible l'établissement de tableaux récapitulatifs simples et puissants.

Nos propositions

	Acide	Base	Oxyda	Réduc	Complex	SE	SH	AN	AE	Solv
Alcane				++						+++
Alcène			++	++	++		++	++	++	
Alcyne			++		++		++	++	++	
Alcool	+	+	++				+++	++		+++
Cétone			++		+		+++	++	+++	++
Aldéhyde			++	++	+		+++	++	+++	++
Acide	++		++		+		+++	++	+++	++

2 - Une échelle de niveaux énergétiques pour chaque type de réaction

A l'intérieur de chaque classe «élémentaire», une échelle va permettre d'expliquer la force des réactions et donc l'intensité des effets toxicologiques primaires. A la base, il s'agit du delta G réactionnel de la thermodynamique (énergie libérable au cours de la réaction chimique).

On peut mesurer l'importance des effets toxicologiques en fonction des niveaux énergétiques :

- **Energie forte** : agression superficielle maximum (corrosion) in situ et consommation totale du réactif.
- **Energie moyenne** : pas de réaction en surface, d'où possibilité de pénétration et de transport vers une cible biologique interne.

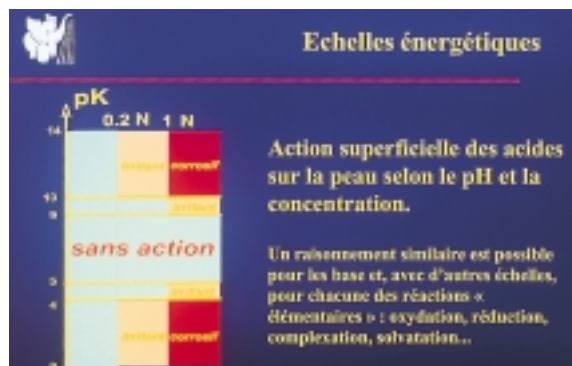
- **Energie faible** : absence d'effet.

Illustrons ce concept pour les acides. On peut établir expérimentalement sur l'œil de lapin un tableau prédisant la corrosion, l'irritation ou l'absence d'effet en fonction du pK (logarithme de la valeur de la constante de dissociation) et de la normalité de la solution.

Ce qui est vrai pour les acides l'est aussi pour les bases et pour tous les autres types de réactions «élémentaires».

Universellement, pour toute réaction chimique entre un xénobiotique et des constituants cellulaires, des niveaux énergétiques réactionnels sont toujours positionnables sur des échelles adaptées (pK, potentiel rédox, enthalpie libre et delta G, coefficient de partage...).

Dans certains cas, en l'absence de repères chiffrés précisément décrits, il nous faut provisoirement contourner l'obstacle en utilisant la méthode de raisonnement par encadrement.

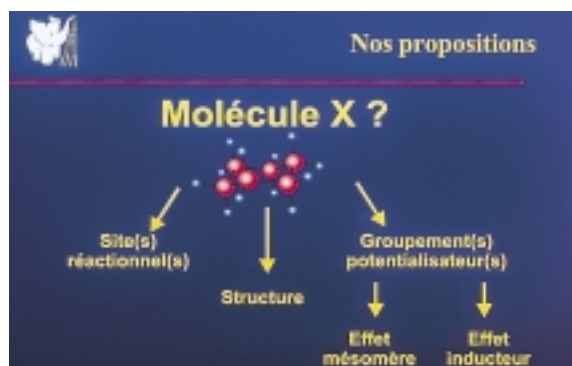
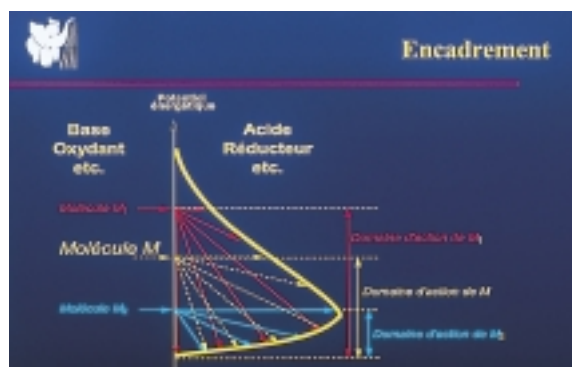


3 - Méthode de déterminations comparative d'effets toxicologiques « par encadrement »

Pour rechercher la toxicologie d'une molécule M , on choisit deux molécules M_1 et M_2 dont la structure, mais surtout dont les sites réactionnels sont de type comparables. Si le potentiel énergétique de M_1 est inférieur à celui de M , et celui de M_2 supérieur à celui de M , les symptômes créés par M seront obligatoirement encadrés par ceux de M_1 et de M_2 .

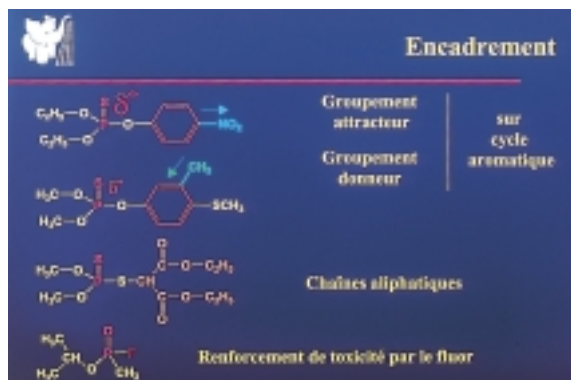
Au cours de notre comparaison, nous tenons naturellement le plus grand compte des effets potentialisateurs inductifs et mésomères qui modulent l'intensité de l'expression spécifique des groupements réactionnels « élémentaires ». L'effet inductif, attracteur ou donneur, fragilise ou renforce des liaisons moléculaires covalentes en les polarisant (mobilisation des doublets électroniques engagés). L'effet mésomère, lui, joue sur la délocalisation d'un doublet engagé dans une double liaison (déplacement électronique statique).

Par cette méthode, nous pouvons aller « du connu au prévisible et du certain au probable ».



4 - Une preuve expérimentale

Analyse de la toxicité comparative de 4 organophosphorés (le parathion, le fenthion, le malathion et le sarin). L'examen détaillé de leur structure chimique réactionnelle permet d'expliquer très précisément l'importance des différences de DL50 (dose létale 50) observées par voie orale chez le rat mâle : respectivement de 14, 230, 1000 et 0.42 mg/kg.



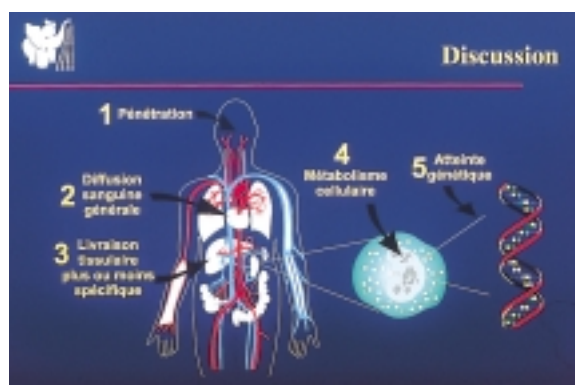
D - Discussion

L'outil que représente la classification par mécanismes réactionnels a été testé sur plus de 5000 molécules parmi les plus toxiques et les plus corrosives. Pour chacune, on a étudié le type de réactivité « élémentaire » et le delta G réactionnel. On en a déduit une méthode qui permet d'avoir des critères objectifs d'évaluation des données toxicologiques primaires.

En l'absence de données chiffrées précises disponibles sur la force des énergies de certaines réactions, on peut appliquer une méthode par encadrement pour prévoir l'importance des effets toxicologiques.

Pour les atteintes corrosives et irritantes superficielles, nous sommes très au point. Cependant, notre première approche reste encore un peu réductrice. Les effets internes à l'organisme, sont plus complexes à évaluer que les phénomènes superficiels. Sans remettre en cause notre raisonnement, cela nous oblige à mieux étudier et à classer aussi les phénomènes de biocinétique lors des différentes étapes successives entre le contact superficiel initial et l'arrivée du xénobiotique sur son site réactionnel ultime :

- mode de pénétration (avec notamment caractère hydrophile ou lipophile et taille de la molécule),
- moyens de transport systémique,
- possibilité de stockage,
- distribution vers les organes cibles,
- bio-transformations éventuelles,
- répartition au sein des organites sub-cellulaires (mitochondries, noyau...).



Ainsi, pour les toxiques et les nocifs internes, il est encore trop tôt pour se prononcer sur la fiabilité de la méthodologie. C'est pour cela que le laboratoire a engagé un vaste programme de recherche en partenariat avec l'U.I.I.S.C.1 (Unité d'Intervention et d'Instruction de la Sécurité Civile). Deux années supplémentaires seront nécessaires au balayage de 60 000 nouvelles molécules avant de conclure et de présenter des résultats définitifs.

E - Conclusion

Tous les professionnels qui doivent prendre des responsabilités en matière de toxicologie ont besoin d'obtenir une meilleure prévision des effets des produits chimiques. Au lieu de connaître exclusivement la toxicité descriptive de chaque molécule, fondée sur la classification de leur structure propre, ils devraient avoir à disposition, en instantané, et pour tous les produits auxquels ils sont susceptibles d'être confrontés, les trois données complémentaires suivantes :

- 1 - **Données physico-chimiques** de base avec notamment des précisions éclairant sur les possibilités de transport.
- 2 - **Type de réaction « élémentaire »** auquel la molécule appartient.
- 3 - **Niveau énergétique de la réaction** pour se positionner très précisément sur une échelle comparative.

La prévision des effets toxicologiques superficiels est maintenant possible avec précision. Pour les effets internes, la méthode par encadrement permet des comparaisons dynamiques à partir de données bibliographiques établies.

L'évolution idéale, dans un avenir proche, consisterait donc à mettre à disposition, sur les fiches de données de sécurité réglementaires de tous les produits, ces trois renseignements supplémentaires.

Il serait alors possible, pour un xénobiotique, de déduire directement sa toxicité potentielle et ses effets sur l'organisme. De tels outils, élaborés en commun par des chimistes, des médecins, et des professionnels de la prévention, appliqués à un nombre considérable de molécules (avec un accès informatisé), pourraient rendre à l'avenir de précieux services :

- dans toutes les situations toxicologiques critiques,
- pour l'étude des mélanges ou
- pour le choix de molécules de remplacement (cas des solvants industriels par exemple).

LA BRÛLURE CHIMIQUE DANS LES MÉTIERS DU NETTOYAGE ET DU CIMENT. RÉALITÉ ET PRÉVENTION

Professeur C. GERAUT

Chef de Service de Médecine du Travail et de Pathologie Professionnelle – (CHU Nantes).

Depuis plusieurs années de nombreux cas de brûlures chimiques a minima sont examinées dans le service de dermatologie professionnelle du CHU de Nantes.

Cette communication a pour but d'attirer l'attention sur deux professions défavorisées dans lesquelles on note une augmentation des brûlures chimiques. Les personnes travaillant dans les milieux professionnels du nettoyage et du ciment ont souvent un diagnostic tardif. Le diagnostic n'est pas toujours fait, du fait d'une confusion avec des dermites eczématiformes.

Les métiers du nettoyage :

Treize cas ont été admis dans le service lors des deux dernières années. Les personnes concernées travaillaient dans le nettoyage de locaux de restauration, et effectuaient des tâches de nettoyage dans l'agro-alimentaire. On a pu noter l'intensité des brûlures chimiques du fait de l'utilisation, au nettoyeur haute pression, de produits dont le pH se situait pour certains entre 0 et 1 et, pour d'autres, entre 13 et 14. On note également des brûlures chimiques en boulangerie chez les apprentis, ainsi qu'en laiterie et en fromagerie. Les professionnels du nettoyage ne sont souvent pas informés de la toxicité et du caractère corrosif des produits utilisés.

On note le caractère particulièrement corrosif des produits à four avec des pH aux environs de 14. Les fiches de données de sécurité dont nous disposons ont été vérifiées, mais bien souvent les chiffres trouvés dans le service étaient plus élevés.

Dans les métiers du nettoyage industriel, ces produits sont pulvérisés sans précautions. Il s'agit souvent de potasse ou de soude contenues dans des nettoyeurs de sols, murs, plafonds, ayant pour nom argosol, hélisol, sanomat...

Les brûlures chimiques dans les métiers du ciment :

Quatre cas ont été observés. Il s'agit souvent d'intérimaires avec des brûlures situées au niveau des jambes, des extrémités des doigts, là où les sujets ne se méfient pas ; brûlures également des avant-bras, des cuisses et des jambes. A cause de l'utilisation du ciment à prise rapide, depuis quelques années, on a des brûlures très impressionnantes, avec séquelles cutanées et cicatrices. Ces brûlures existent surtout chez les apprentis et ceux qui ne font pas de ciment de façon régulière. Il y a des mauvais gestes professionnels contre lesquels il est nécessaire de lutter.

Au niveau de la prévention :

- ne pas lisser le ciment avec les doigts,
- ne pas s'agenouiller dans ce que l'on croit être de l'eau et qui est en fait du ciment non pris,
- prendre une douche après le travail.

Il est très important de prescrire des ordonnances de prévention comportant à la fois des vêtements de travail imperméables, des gants, des bottes, mais aussi des crèmes protectrices pour éviter l'action de ces produits (ceux de nettoyage et de ciments à prises rapide ou très alcalins), le port de gants suffisamment grands pour éviter projections ou passages sous les gants.

ÉTUDE DE CAS

Dr. Peter Dolfen

Brûlure chimique d'un opérateur (C.J., m, 42 ans) avec un vernis chaud pour fil métallique, contenant du crésol, le 22/08/1995.

Le produit : le vernis pour fil métallique sert à recouvrir des fils de cuivre soumis à une forte contrainte thermique, destinés à être utilisés dans des composants électriques et électroniques.

Des vernis pour fil métallique de ce type sont utilisés dans des transformateurs, des induits ou des stators de moteurs électriques et dans des composants électroniques supportant une température élevée. La teneur en vernis de ces produits est d'environ 40 %.

Pour appliquer ce type de vernis pour fil métallique et lui conférer ses fonctions, on utilise généralement comme solvant le crésol, qui est également responsable de l'activité biologique du vernis pour fil métallique.

Le crésol (synonymes : méthylphénol, hydroxytoluène) est un mélange de trois isomères du crésol, qui sont obtenus à partir d'huile lourde de goudron de houille. Ils ne sont que très peu solubles dans l'eau. Autrefois, par traitement avec du savon de potasse, on préparait une solution de savon de crésol, qui formait un mélange limpide avec l'eau et présentait des propriétés désinfectantes. Le lysol qui, pendant longtemps, a souvent servi de poison "à la mode" pour les suicides, était également une solution de savon de crésol. 50-100 g de lysol ingéré se révèlent mortels. L'absorption de solutions de ce type contenant du crésol peut également avoir lieu à travers une peau saine, un peu comme pour des agents antiparasitaires, en quantité tellement élevée qu'il en résulte des empoisonnements graves. Rien que le contact de surfaces dermiques relativement petites, comme celle d'une main ou d'un bras, avec du phénol ou du crésol peut être gravement nuisible pour la santé et peut même entraîner la mort. Au contact de la peau, les crésols ont une action localement corrosive et, par résorption, une action entraînant une paralysie centrale. En outre, des lésions du foie et des reins, des hémorragies et des méthémoglobinémies ont été observées.

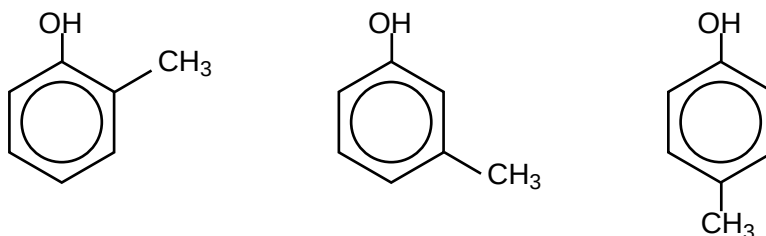


Figure 1 Formule développée des trois isomères du crésol



Figure 2 : Polyéthylèneglycol 400 en bouteille de décontamination

Les isomères du crésol

La limite actuelle en Allemagne pour tous les isomères est de 5 ppm soit 22 mg/m^3 , H (les produits sont absorbés par la peau en particulier sous forme liquide et diluée).

Antidote : le polyéthylèneglycol 400 est recommandé dans la littérature, en particulier en cas de contact avec la peau. Pour une décontamination immédiate sur le lieu de l'accident, on doit disposer d'un mélange de polyéthylèneglycol 300 et d'alcool dans une bouteille sous pression. (Figure 2)

L'ACCIDENT

Déroulement de l'accident : lors de la fixation d'un tuyau sur un filtre, du vernis chaud pour fil métallique, à environ 40° , contenant du crésol, a jailli et s'est répandu sur la cuisse gauche et le poignet d'un opérateur.

Mesures immédiates sur le lieu de l'accident : sur le lieu de l'accident, l'opérateur a tout de suite été déshabillé par ses collègues de travail et lavé de manière usuelle avec la solution PEG/éthanol décrite. Ensuite, il s'est rendu immédiatement au service médical de l'entreprise.

Résultat de l'examen local : brûlure chimique étendue de $35 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ sous la forme d'une rougeur (dermatite) de la peau de la cuisse gauche. On n'observe pas de vésiculation (Figures 3 et 4).



Figure 3 : Résultat de l'examen local : brûlure étendue de $35 \times 20 \text{ cm}$



Figure 4 : Résultat de l'examen local : cuisse

Petites brûlures chimiques de forme angulaire sur le poignet gauche, sur lesquelles on peut déjà observer deux petites cloques (brûlure au deuxième degré).

Traitement médical ultérieur : les zones dermiques brûlées ont été ensuite traitées avec deux bouteilles de Previn TAD, puis encore décontaminées pendant une demi-heure par application de serviettes de lin imprégnées de polyéthylèneglycol. - Le but de cette décontamination est d'extraire les produits qui ont pénétré dans la peau, grâce à l'action hygroscopique du polyéthylèneglycol appliqué. De plus, on offre ainsi aux composés aromatiques qui ont pénétré un moyen de solubilisation pour permettre la diffusion en retour. Par changement répété de la serviette imprégnée de polyéthylèneglycol, on dispose toujours d'un moyen dans lequel règne une concentration nulle pour la diffusion en retour. - Ensuite, on a traité la peau sur une surface étendue avec un médicament à usage externe contenant des corticoïdes (nous avons utilisé Dermatop® de la société Casella) pour réduire au minimum la réaction dermique. On a appliqué un pansement stérile sur les surfaces brûlées. Les jours suivants, les pansements aux corticoïdes ont été renouvelés quotidiennement. Ensuite, le traitement a été poursuivi à l'aide d'un médicament à usage externe contenant du panthénol (Bépanthène).

Par ailleurs, le jour de l'accident ainsi que le jour suivant, on a effectué une analyse du sang : la numération formule sanguine notamment de la lignée rouge et les taux de leucocytes, de plaquettes, d'électrolytes, de substances pouvant être éliminées par l'urine et de paramètres hépatiques étaient normaux. On n'a observé aucune modification. Le taux élevé de SGPT (transaminase glutamique pyruvique sérique), qui atteint la valeur limite de 23 U/l, s'est révélé chez cet opérateur tout aussi élevé lors d'analyses effectuées antérieurement et ultérieurement. Le jour suivant celui de la contamination, on a envoyé l'urine de l'opérateur dans un institut spécialisé pour rechercher, par chromatographie, la présence d'ortocrésol, de métacrésol et de paracrésol. Les résultats de l'analyse se trouvent en-dessous de la limite de détection (en-dessous de 1 mg/l).

ÉVOLUTION :

Aucune conséquence générale sur l'organisme n'a été observée dans la phase qui a suivi la décontamination ni à un moment quelconque du traitement. Les brûlures dermiques de surface étendue ont nettement dégonflé en deux jours, les surfaces ayant également diminué. Grâce au traitement, on a pu maintenir la brûlure chimique au stade du premier degré et **on n'a pas observé la vésiculation qui se serait produite sans traitement. Après quatre semaines, on a observé une Restitutio ad integrum.**

CONSÉQUENCE :

Dans ce cas de brûlure chimique, le Previn TAD, dont on disposait sous forme d'échantillon, était utilisé pour la première fois, en plus du plan d'action par ailleurs standardisé. Grâce à ce traitement, la brûlure chimique a été limitée au stade I, or en général elle atteint le stade II, celui de la vésiculation. En outre, dans les quatre semaines, on a observé une Restitutio ad integrum alors qu'en général, il reste une pigmentation dermique persistant plus longtemps dans la zone dermique brûlée. A la suite de ces résultats positifs et de leur

confirmation lors de brûlures chimiques ultérieures, également petites, nous avons inscrit le traitement au Previn TAD comme étape standard dans notre programme de décontamination pour brûlures chimiques provoquées par du vernis pour fil métallique.

**Décontamination et traitement
des brûlures chimiques provoquées par du vernis
pour fil métallique**

- 1. Décontamination immédiate au moyen d'un mélange polyéthylèneglycol/éthanol sur le lieu de travail**
- 2. Traitement au Previn TAD**
- 3. Hydro-extraction et diffusion en retour à l'aide d'une serviette imprégnée de polyéthylèneglycol**
- 4. Soins ultérieurs avec un médicament à usage externe contenant de la cortisone.**

RÉSUMÉ :

Au cours d'un accident, du vernis chaud pour fil métallique s'est répandu sur une surface étendue de la cuisse gauche d'un opérateur (40 % de crésol). Le patient a été soumis à un traitement standardisé comprenant les étapes suivantes :

- ❶** Décontamination immédiate au moyen d'un mélange polyéthylèneglycol/éthanol sur le lieu de travail,
- ❷** Traitement au Previn TAD,
- ❸** Hydro-extraction et diffusion en retour à l'aide d'une serviette imprégnée de polyéthylèneglycol,
- ❹** Soins ultérieurs avec un médicament à usage externe contenant de la cortisone.

Grâce à cette thérapie, la brûlure chimique a pu être maintenue au stade du premier degré. Après quatre semaines, on a observé une Restitutio ad integrum. Une résorption mesurable des produits chimiques a pu être évitée.

Grâce au Previn TAD utilisé pour la première fois lors de cet accident, les résultats du traitement de cette brûlure chimique se sont révélés exceptionnellement bons. Par conséquent, nous avons inscrit cette préparation dans le schéma de traitement standard.

DES SOINS A LA PRÉVENTION DE LA BRÛLURE CHIMIQUE, UNE CHAÎNE DE SOINS RESPONSABLE

Dr NEHLES

Mannesmannröhren - Werke AG, Remscheid.

Mme Matamoros de la société Prevor m'a demandé de rédiger un rapport concernant un accident provoqué par de l'acide fluorhydrique à 40 %. L'incident s'est produit il y a environ deux ans dans les usines de fabrication de tubes de Mannesmann à Remscheid. J'y exerce depuis plusieurs années la fonction de médecin du travail. Permettez moi d'abord de vous présenter nos produits, leur fabrication et surtout, les raisons pour lesquelles nous travaillons avec des acides tels que les acides fluorhydrique, sulfurique, phosphorique et nitrique.

A Remscheid, on produit des tubes de précision sans soudure, en acier au carbone et en acier inoxydable. Les tubes en acier au carbone sont utilisés essentiellement dans les machines, les automobiles, le bâtiment et en partie dans les centrales électriques. Dans les machines et les automobiles, ces tubes sont utilisés pour former des pistons, cylindres, amortisseurs, axes et paliers à billes. Dans le bâtiment, on utilise ces tubes pour la construction de halls, de ponts, d'échafaudages et de rampes d'escalier. Dans les centrales électriques, on les utilise pour les conduites d'eau, les évaporateurs et les échangeurs caloriques. Nous produisons pour l'industrie chimique des tubes haute pression à paroi extrêmement épaisse, utilisés par exemple dans la fabrication de polyéthylène ; ces tubes résistent à des pressions allant jusqu'à 2000 bar et à des températures élevées. Les tubes en acier inoxydable sont mis en oeuvre dans l'industrie chimique, dans les centrales électriques, et aussi en tant que matériau résistant aux températures élevées dans les centrales électriques traditionnelles, dans l'industrie automobile et dans la construction d'usines. Il convient de différencier l'austénite normale à faible teneur en nickel de l'austénite à plus forte teneur en nickel et des tubes en nickel pur, qui résistent même aux acides les plus agressifs. Des tubes en acier inoxydable à forte teneur en nickel sont utilisés dans les pots d'échappement des voitures de luxe telles que les Porsche, Jaguar, Mercedes et autres. Ces pots d'échappement sont encore utilisés alors que ceux des autres voitures sont déjà mis au rebut. Bien entendu, c'est une question de prix. Les tubes en acier inoxydables sont nettement plus coûteux que ceux en acier au carbone. Je vais expliquer maintenant pourquoi nous devons décaper les tubes.

Le décapage est principalement utilisé pour le nettoyage des tubes en acier inoxydable. Pour la fabrication des tubes en acier inoxydable, on chauffe à 1150°C un bloc d'acier inoxydable percé au milieu et on le soumet au pressage. Dans cette opération de pressage, on utilise comme lubrifiant une fine poudre de verre. Après le pressage, le verre se dépose sur le tube sous la forme d'une pellicule. Cette couche de verre est éliminée par pulvérisation avec un produit ferritique. Ce produit se dépose sur le tube sous la forme d'une fine couche invisible,

et lorsqu'il y reste, il entraîne la corrosion du tube en acier inoxydable. Ce produit ferritique est éliminé par décapage. Ensuite, le tube nettoyé est soumis au formage ultérieur par le procédé d'emboutissage ou d'étirage. Après ce formage à froid, pour que le tube retrouve ses caractéristiques mécaniques initiales, il doit subir un recuit. Cette opération est réalisée dans un four à recuit ou un four à recuit par oxydation. Sur les tubes recuits par oxydation, il se forme après le recuit une couche de calamine qui ne peut être éliminée que par décapage ou par pulvérisation et décapage. Si l'on n'élimine pas cette calamine, des défauts de surface apparaissent sur le tube lors de sa transformation ultérieure.

Dans nos ateliers, nous avons diverses cuves de décapage ouvertes et fermées. Ces cuves contiennent de l'acide phosphorique pour le dégraissage des tubes en acier au carbone, de l'acide sulfurique pour le décalaminage des tubes en acier au carbone ou un mélange acide nitrique-acide fluorhydrique pour le nettoyage de la surface des tubes en acier inoxydable. Afin d'accélérer l'opération de décapage, on chauffe les bains à des températures de 40 à 70°C. Les opérateurs sont donc soumis non seulement au risque des accidents provoqués par les acides, mais aussi à celui des blessures d'origine thermique.

Le premier cliché représente une cuve ouverte contenant un mélange d'acide nitrique et d'acide fluorhydrique ; à côté, on voit un bain de lavage dans lequel les tubes sont immergés après décapage. Les deuxième et troisième clichés représentent un faisceau de tubes en acier inoxydable que l'on vient de sortir du bain de décapage. Les quatrième et cinquième clichés représentent les vapeurs de décapage qui sont éliminées à 90 % par aspiration. Le sixième cliché représente des tubes en acier inoxydable finis qui sont ensuite emballés dans des caisses et expédiés aux clients. Le septième : cet écriteau est accroché sur notre nouvel autoclave de décapage dans l'atelier de pressage d'acier inoxydable. Il comporte toutes les informations et instructions importantes concernant les matières dangereuses, en particulier les mesures d'urgence en cas d'accident provoqué par un acide. Le huitième : on y voit au premier plan l'autoclave de décapage ouvert et un opérateur qui sort du bain un faisceau de tubes en acier inoxydable à l'aide d'un appareil de levage à télécommande. A l'arrière-plan, on voit le grand réservoir pour le mélange d'acides (rouge) et les trois silos verts pour l'eau de lavage. Pendant le processus de décapage proprement dit, qui dure environ quinze minutes, le système est fermé. Un mélange acide nitrique-acide fluorhydrique est pompé depuis le silo rouge dans les cuves et après l'opération de décapage, il est ramené par pompage dans ce réservoir par un circuit séparé, dans lequel sont montés des filtres. Ensuite, l'eau de rinçage est introduite dans les cuves toujours couvertes, puis elle est évacuée par pompage. Les tubes ainsi lavés sont débarrassés des acides et de leurs résidus. Une ou deux fois par semaine, tout le système est nettoyé et les mélanges d'acides sont régénérés. C'est là que s'est produit l'accident le 11/08/1995. Les clichés 11 et 12 représentent le récipient dans lequel l'acide fluorhydrique à 40 % a été livré par le fournisseur. Etant donné qu'antérieurement, des graves brûlures ont été provoquées par l'acide fluorhydrique à 70 % dans toutes les usines de fabrication de tubes de Mannesmann, nous préférons utiliser depuis six ans l'acide à 40 %, moins dangereux. A l'aide de la pompe

immergée ayant une capacité de 100 litre par minute, Monsieur C... (cliché suivant) devait pomper l'acide fluorhydrique dans les cuves. On peut voir le tuyau jaune d'alimentation des cuves. Le cliché suivant montre la pompe et le raccord, visible sur le cliché sous forme d'écrou-chapeau, en rouge. Le cliché suivant représente un opérateur portant un vêtement de protection anti-acide réglementaire, comportant tablier, gants et lunettes. Le raccord entre la pompe et le tuyau a lâché pour une raison inconnue et l'acide fluorhydrique a éclaboussé le visage et les yeux de l'opérateur, malgré les lunettes de protection épousant étroitement le visage ; le cou et le thorax ont été également atteints. Immédiatement à côté de l'installation de décapage se trouve- cliché suivant - le poste de premier secours, avec le flacon de lavage oculaire de Prevor et la douche portable anti-acide fluorhydrique de Prevor. Un opérateur se trouvant à proximité a remarqué l'accident, a aussitôt arrêté la pompe, pris la douche anti-acide fluorhydrique et a arrosé Monsieur C... avec la solution. Les vêtements imprégnés avec l'acide fluorhydrique ont été ôtés aussi rapidement que possible. Ensuite, l'opérateur a appliqué le lavage oculaire. Monsieur C... a été amené aussi rapidement que possible à l'aide d'une voiture électrique à notre poste de secours. Celui-ci est équipé à chaque niveau d'un équipement de secours. Là, Monsieur C... a été à nouveau arrosé de solution anti-acide fluorhydrique et subi un lavage oculaire. L'accidenté a été amené alors en ambulance au service d'urgence d'une clinique voisine. Il a été examiné par un médecin traumatologue, un dermatologue et un ophtalmologue. On n'a constaté de dommage ni sur la peau, ni dans les yeux. Monsieur C... est resté pendant quelques heures en observation à la clinique. Le lendemain, il a été déclaré apte à reprendre le travail.

Le fait que cette chaîne de secours ait aussi bien fonctionné, nous le devons aussi à l'action de Mme Matamoros qui, quelques semaines auparavant, a formé tous les opérateurs travaillant dans l'unité de décapage à l'utilisation des solutions anti-acides. Cette coopération doit être mentionnée ici encore une fois, car elle n'est pas aussi évidente que cela.

Les derniers clichés représentent Monsieur C... aujourd'hui. Il n'a subi aucun dommage à la suite de cet accident du travail. Un examen oculaire effectué il y a quelques jours a donné comme résultat, pour les deux yeux, 1,0 pour la vision de près comme pour la vision de loin. Bien entendu, cet accident a été très instructif et a permis d'ajouter sous le casque, un écran en matière plastique qui protège les yeux et le visage des projections d'acide avec une sécurité absolue.

En résumé, on peut affirmer que ces dernières années, depuis que nous utilisons les produits de la société Prevor, nous n'avons plus eu d'arrêts de travail causés par des projections d'acide. Sur les premiers clichés, vous avez pu voir des cuves ouvertes. Celles-ci sont soumises au moins une fois par semaine à un déschlammage. A cet effet, les opérateurs munis de vêtements de protection anti-acide doivent pénétrer dans les cuves vides et éliminer mécaniquement les boues de décapage. Même au cours de cette opération dangereuse, aucun accident entraînant un arrêt de travail ne s'est produit. Je me souviens très bien du temps où je pulvérisait du gluconate de calcium sur des brûlures provoquées par de l'acide fluorhydrique et où souvent, de tels accidents étaient suivis d'arrêts de travail.

Permettez-moi pour finir encore une remarque. L'auditoire demande souvent aux experts : que devons nous faire après un accident par acide?

Etonnamment, la réponse est toujours : laver à l'eau, laver...

Fort de mon expérience, je leur dis : utiliser immédiatement la solution anti-acide de Prevor. Vos opérateurs accidentés vous en seront reconnaissants. Dépassez les idées reçues et faites confiance à mon expérience.

ÉTUDE COMPARATIVE DE L'EFFICACITÉ DES PREMIERS SOINS DANS LES BRÛLURES CHIMIQUES SUR 185 ACCIDENTS

Docteur M. GIRARD
MDT – Usine Rhône Poulenc (La Rochelle)

Mise en place
d'un nouveau protocole
de traitement
des accidents chimiques
sur un site industriel

Installation de la Diphotérine®
sur le site Rhône-Poulenc
Vitry La Rochelle

Étude et résultats
de 197 accidents

Le document qui va suivre traite de la présentation de la mise en place d'un protocole de traitement des accidents chimiques sur le site Rhône Poulenc de La Rochelle .

Ce protocole a été testé sur 195 accidents depuis 1987. Cette année là, deux accidents majeurs ont eu lieu :

■ Un jeune homme de 27 ans a été douché lors d'une rupture de canalisation par de l'acide nitrique concentré chaud. Après lavage précoce et prolongé à l'eau cet homme présentait des brûlures multiples au niveau du crâne, du tronc et de l'ensemble du corps. La cornée de l'œil gauche avait un aspect blanchâtre, l'œil droit était hyperhémique. Cet homme a donc été évacué sur l'hôpital. Quelques semaines plus tard une taie cornéenne persistait sur l'œil gauche, l'acuité visuelle était nulle. Une obstruction du canal lacrymal était notée à droite avec hypertension du globe oculaire droit et une acuité visuelle à 2/10^{ème}. Quelques mois plus tard une greffe de cornée est tentée sur l'œil gauche et se solde par un rejet du greffon à 6 mois. Sur l'œil droit on constate toujours une hyper-tension du globe oculaire et l'acuité visuelle n'a pas bougé, elle est toujours à 2/10^{ème}.

Projection oculaire
acide nitrique chaud et
concentré

lavage à l'eau 15 mn



œil gauche : greffe (rejet 6 mois plus tard)
œil droit : hypertension oculaire

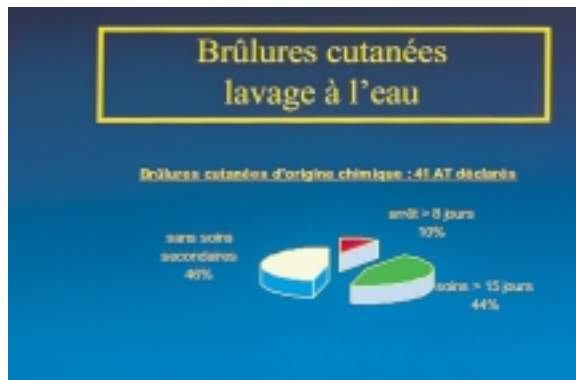
Projection cutanée
soude concentrée

lavage à l'eau 15 mn



greffe cutanée fesse droite
bonne cicatrisation

■ Le deuxième accident concerne un homme de 43 ans atteint sur le dos et la fesse droite par une projection de condensat de soude. Là encore, le lavage à l'eau est précoce et prolongé, malheureusement 48 heures après l'accident il existe une nécrose importante de la fesse droite nécessitant une greffe.



Le constat des accidents sur site est que sur 41 accidents par brûlure cutanée d'origine chimique, 4 ont donné lieu à un arrêt de travail supérieur ou égal à 8 jours soit 10% des arrêts de travail, 18 accidents ont nécessité des soins médicalisés avec délivrance de carnet de soin pendant au moins une quinzaine de jours ; et 19 accidents n'ont pas nécessité d'autres soins que ceux donnés directement à l'infirmerie. .

Objectif : diminuer les accidents et leurs conséquences

- 1- Par la prévention
Renforcement des EPI
- 2- Par l'amélioration des soins
La Diphotérine = l'alternative au lavage à l'eau

Devant ce constat deux actions sont alors conduites en parallèle. L'objectif étant de diminuer le nombre d'accidents et leurs conséquences.

Ces deux actions consistaient d'une part en une campagne intensive sur la prévention, sur la nécessité du port des protections individuelles. Le port des lunettes de sécurité est rendu obligatoire et permanent ainsi que le port des gants, des combinaisons antiacide et il y a sensibilisation des opérateurs aux risques de la manipulation des produits chimiques.

En même temps il est décidé une étude comparative entre l'eau et la Diphotérine®. Un atelier pilote qui est choisi pour une période de un an est créé. Cet atelier est équipé

1989 Premiers essais de la Diphotérine Mise en place d'un nouveau protocole

- 1-un atelier de fabrication pilote
Lave-Œil
DAP
- 2-consultation médicale systématique

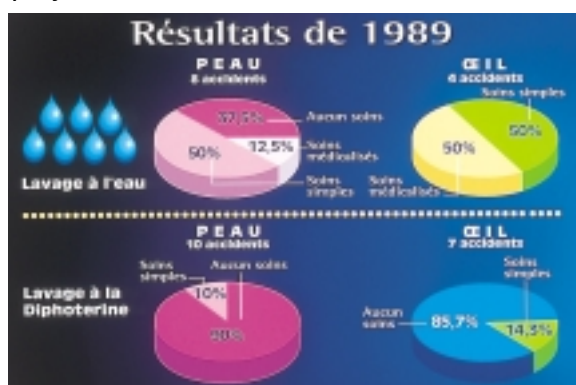
de lavage à la Diphotérine, lave-œil à poste fixe et douches auto-portable. Cependant tous les postes de lavage à l'eau sont maintenus. La Diphotérine® et son mode d'action sont alors présentés et expliqués à l'ensemble des partenaires concernés. Le CHS, les secouristes puis les opérateurs des ateliers concernés ainsi que les ophtalmologistes de la ville et du centre hospitalier de La Rochelle sont également invités à une réunion d'information sur la Diphotérine®.

Un protocole de suivi systématique est défini : après toutes projections chimiques dans l'œil quel que soit le type de lavage utilisé eau ou Diphotérine® une consultation spécialisée devra être effectuée. Au niveau de la peau toute brûlure d'origine chimique quelle que soit sa gravité sera systématiquement suivie à l'infirmerie au jour J1, J2, J3 et J8.

Les résultats après cette année :

Nette diminution des accidents de 41 accidents par brûlure cutanée en 1987 on passe à 18 accidents en 1989 et de 28 accidents aux yeux à 11 en 1989.

La diminution est essentiellement due aux ports des équipements de protection individuelle. Pour les résultats comparatifs entre l'eau et la Diphotérine® il y a eu 18 accidents de projections cutanées, 8 ont été lavés à l'eau et 10 à la Diphotérine®.



Sur les 8 lavés à l'eau 3 n'ont nécessité aucun soin secondaire soit 37,5% des accidents. 4 accidents ont nécessité des soins simples à l'infirmerie sous forme de pansements. Et 1 accident a nécessité une délivrance de carnet de soin avec suivi médicalisé, soit 12,5% des accidents.

Pour les 10 projections lavées à la Diphotérine® dans 9 cas, soit 90% des cas il n'y a eu aucun soin, et dans 1 cas un simple soin à l'infirmerie.

Pour les yeux sur les 11 projections oculaires survenues en 1989, 4 ont été lavées à l'eau et 7 à la Diphotérine®. Dans les 4 lavées à l'eau, 2 ont nécessité des soins simples à l'infirmerie et 2 ont nécessité des soins médicalisés avec délivrance d'un carnet de soins. En ce qui concerne les lavages à la Diphotérine® sur les 7 projections, 6 n'ont nécessité aucun soin soit 71,4%, et 1 a nécessité des soins simples à l'infirmerie soit 28,6%.

Depuis 1990

Généralisation de la Diphotérine tout en maintenant l'eau

Pour les interventions à risques :

- sprays portables
- lave-yeux individuels portables

Équipement permanent :

- au moins 1 DAP dans chaque atelier
- au moins 1 lave-œil à chaque étage

Dans le même temps, poursuite de la sensibilisation

- les secouristes : formation, recyclage
- information lors de chaque arrivée à un poste nouveau
- affichage permanent des consignes dans les ateliers

Depuis fin 1989 la Diphotérine® a été généralisée sur l'ensemble du site. Tous les ateliers sont équipés de lave-œil et douche auto-portable, pour chaque intervention à risques les opérateurs sont munis de spray portable ou de lave-œil portable qu'ils portent dans la poche ou à la ceinture. Dans le même temps a été intensifiée la sensibilisation au niveau des secouristes sur l'utilisation et la manière d'utiliser la Diphotérine®, cette sensibilisation a été également faite auprès des nouveaux embauchés, des intérimaires, des stagiaires, de chaque opérateur qui change d'atelier ainsi qu'aux entreprises extérieures qui interviennent sur le site dans des zones à risques. Le rappel à tous de la nécessité absolue de passer à

l'infirmerie après toute projection chimique a été fait. Les postes de lavage à eau ont été maintenus. La consigne est que lorsqu'un lavage est commencé à la Diphotérine® il faut le poursuivre à la Diphotérine®. Par contre si l'opérateur n'a pas de Diphotérine® sur lui et que le poste de lavage le plus près est un lavage à l'eau, il faut utiliser l'eau et continuer à l'eau.

1989

	peau		yeux	
	Lavage à l'eau 15 mn	Lavage Diphotérine	Lavage à l'eau 15 mn	Lavage Diphotérine
Aucun soins	8	10	4	7
Soins simples à l'infirmerie	3	9	0	6
Soins médicalisés	4	1	2	1
Soins médicalisés	3	0	2	0

1996

	Peau		Yeux	
	Lavage à l'eau 15 mn	Lavage Diphotérine	Lavage à l'eau 15 mn	Lavage Diphotérine
Aucun soins	7	1	1	3
Soins simples à l'infirmerie	7	0	0	0
Soins médicalisés	7	1	0	3
Soins médicalisés	7	0	1	0

Entre 1989 et 1996 il a été noté une différence significative de la gravité des accidents après le lavage à la Diphotérine®. En 1987 environ 5% d'arrêts de travail et 25% de soins



Conclusion

- les ATA : plus de 7% en 89
0% en 96
- les accidents nécessitant des soins secondaires : plus de 25% en 89
3,3% en 96

médicalisés, en 1989 on note une augmentation des soins médicalisés dus au fait que l'institutionnalisation de la consultation systématique spécialisée pour toute agression chimique dans l'œil a été rappelée, ce qui augmente les soins médicalisés. Depuis 1989 il n'y a plus d'arrêt de travail et on note une très forte diminution des soins médicalisés.

Comment utiliser la Diphotérine

Pour obtenir un résultat optimal, il faut :

- agir vite (moins de 3 mn)
- effectuer un lavage prolongé = utiliser tout le conditionnement à chaque lavage
- projection d'acide fluorhydrique = utiliser l'Hexafluorine.

consignes d'urgence

Déshabiller-Laver
avec la Diphotérine

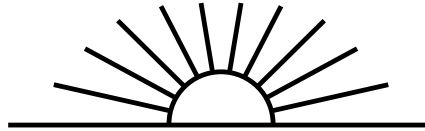
Toujours utiliser tout le conditionnement

Ne jamais retarder un lavage

Passage à l'infirmerie obligatoire

Les conseils d'utilisation pour la Diphotérine® sont d'agir vite en moins de 3 minutes, d'utiliser tout le conditionnement, même si la douleur a cessé, de déshabiller et laver à la Diphotérine® et passer obligatoirement à l'infirmerie.

ÉTUDE COMPARATIVE DES MÉTHODES DE LAVAGE DES ACCIDENTS DE SOUDE A PROPOS DE 45 OBSERVATIONS



Martinswerk GmbH, 50127 Bergheim

Docteur Konrad (Médecin)

Monsieur Uellner (Ingénieur de sécurité) - Monsieur Theisen (Infirmier)

Docteur Kullack (Service de Protection de l'environnement)

I Présentation de l'étude

II Efficacité et fonctionnement de la Prévin®

III Méthodologie

IV Résultats

IV.1 Répartition

IV.2 Produits en cause

V Evolution des arrêts de travail

V.1 Données

V.2 Analyse

V.3 Conclusion

VI Evolution de l'implantation des soins

VI.1 Données

VI.2 Analyse

VII Conclusion

VII.1 Classement de l'efficacité des méthodes de lavage

VII.2 Efficacité relative de l'eau

VII.3 Choix du protocole d'urgence chez Martinswerk

I Présentation de l'étude

La société Allemande MARTINSWERK (groupe ALUSUISSE-LONZA), située à BERGHEIM, fabrique de l'oxyde et de l'hydroxyde d'aluminium. La soude joue un rôle important dans les procédés de fabrication. On la retrouve sous diverses formes (solide et liquide) et à différentes températures. Sa concentration varie dans l'usine de 600 gr/l à 40 gr/l, ce qui représente une base avec un pH supérieur à 14.

Les brûlures basiques sont parmi les plus graves et malgré l'ensemble des mesures de sécurité, les projections chimiques représentent un risque grave. Outre le port de protections, la gravité des brûlures doit être diminuée par des moyens d'urgence efficaces.

Contrairement aux acides¹⁻²⁻³ qui coagulent les protéines et limitent ainsi leur action, les bases vont solubiliser la kératine et pénétrer à l'intérieur des tissus sous-jacents en hydrolysant les protéines et en saponifiant les graisses. Les ions OH⁻ toujours disponibles après avoir provoqué l'hydrolyse pourront provoquer des dégâts plus en profondeur. La brûlure basique n'est donc pas auto-limitée. De plus, il semble que par un mécanisme actuellement mal expliqué les bases stimulent secondairement la réponse fibroblastique et provoquent une cicatrice fibreuse hypertrophique (par exemple au niveau de l'oesophage dans les brûlures par ingestion de soude).

La société PREVOR propose une solution de lavage permettant l'élimination rapide et totale de l'agent caustique et ceci quel que soit l'agent. De nombreux résultats, tant in vitro que sur l'animal, ont permis de montrer que si la Prévin® était utilisée suffisamment vite, elle lavait rapidement les projections supprimant la plupart des conséquences des accidents (soins secondaires, arrêt de travail et séquelles irréversibles).

L'évaluation de l'efficacité des moyens d'urgence permet l'adoption de protocoles. Une fois certifiés, ces protocoles sont généralisés dans l'entreprise afin de diminuer l'ensemble des conséquences des accidents.

C'est dans ce cadre que cette étude a été réalisée. Cette évaluation repose sur la comparaison entre les résultats obtenus par les anciens protocoles et les nouvelles techniques proposées par la société PREVOR.

II Efficacité et fonctionnement de la Prévin®

La Prévin® est une solution amphotère légèrement hypertonique. Son pouvoir de liaison, avec des corps aussi différents que les acides ou les bases, lui permet de neutraliser les effets caustiques avant que ceux-ci n'aient le temps d'agir sur la peau ou sur l'oeil. L'intérêt de la solution a été déjà montré sur le lapin⁴⁻⁵. En effet, si après une projection chimique, celle-ci est lavée suffisamment vite (moins d'une minute après l'accident), le produit chimique est totalement lavé avant que des lésions n'apparaissent.

De nombreuses autres études réalisées ont montré que l'eau n'était pas toujours efficace. L'efficacité devient rapidement limitée lorsque la concentration du caustique s'élève au-dessus de 1N (REIM)⁶⁻⁷. THIEL² et LAUX⁸ ont montré que l'utilisation de solutions tampons était plus efficace que l'eau.

III Méthodologie

Chaque poste de travail est équipé de moyens d'urgence et l'infirmier possède le matériel nécessaire à un deuxième lavage ainsi qu'à un soin médical. Jusqu'en 1992, l'équipement des postes de travail était constitué de douches à eau de la société Barikos ainsi que des flacons contenant de l'acide acétique à 3% (pour les brûlures de la peau). Des poches d'Isogutt* (pour les brûlures oculaires) se trouvaient à l'infirmier chez le gardien, ainsi qu'au cabinet médical.

A partir de 1993, la solution Prévin®** est utilisée aussi bien dans les ateliers que dans l'infirmier. Les ateliers à risques sont équipés de DAP (douches autonomes portables), de LIS (lav'oeil individuel stérilisé) et de MICRO-DAP (spray pour la peau). L'infirmier possède une DAP et plusieurs MICRO-DAP. En outre, dans les services à risque très élevé chaque homme porte une MICRO-DAP accrochée à sa ceinture.

L'étude reprend les accidents de 1991 à 1993. Les données sur les accidents sont extraites d'un registre d'accidents et ces informations sont complétées par le dossier du salarié et par les carnets de soins de l'infirmier. 42 accidents dont 3 simultanément oculaires et corporels fournissent 45 observations.

Pour chaque accident, on a repris les données suivantes :

1 Description de l'accident

- *localisation* : oeil, jambe, bras, face...
- *type* : oculaire ou/et corporel
- *étendue* : l'étendue a été calculée par la règle des 9 (règle de Wallace)
- *produit chimique* en cause

2 Description des soins

Les soins ont été divisés en 3 catégories :

- *Le lavage primaire* : lavage en urgence effectué directement sur les lieux de l'accident (dans un délai de quelques minutes)
- *Le lavage secondaire* : lavage effectué à l'infirmier
- *Les soins secondaires* : qui sont effectués pendant les jours qui suivent témoignent de la gravité de l'accident et/ou d'un lavage insuffisant.

Un lavage d'urgence de qualité ne devrait pas nécessiter de soins secondaires.

Nous avons noté 6 classes de lavage primaire et secondaire :

- Prévin® ,
- Eau,
- Isogutt®***
- Acide acétique,
- Inconnu,
- Retardé (lavage primaire non effectué).

Les soins secondaires ont été divisés en 3 catégories :

- Aucun,
- Simple : lorsqu'il s'agissait de soins de type crème ou goutte,
- Médicalisé : lorsque le patient avait été transporté chez le médecin de ville ou à l'hôpital et qu'il avait eu des soins intensifs.

* La solution Isogutt est un tampon Phosphate

** La solution PRÉVIN® fabriquée par la société PREVOR s'appelle également dans d'autres pays DIPHOTÉRINE®

*** Uniquement utilisé par l'infirmier alerté.

L'étude s'intéresse à la variation des conséquences d'un accident chimique en fonction du lavage. Les conséquences sont codifiées par deux critères indépendants : le nombre de jours d'arrêt de travail et le type de soins secondaires pratiqués.

IV Résultats

On trouve tout d'abord une atteinte prépondérante au niveau de la peau des accidents.

IV.1 Répartition

29 accidents sur la peau représentant une surface moyenne de 10%
16 accidents oculaires

IV.2 Produits en cause

34 soude
3 soude chaude
2 paillettes de soude
3 hydroxyde d'aluminium liquide
2 hydroxyde d'aluminium solide
1 produit de nettoyage basique

L'ensemble des accidents est donc homogène, et tous étant dus à des produits très basiques à pH >14.

Moyen de lavage	Lavage atelier	Lavage infirmerie
Eau	4	2
Prévin®	11	3
Acide acétique	11	3
Isogutt	3	2
Retardé	12	1
Inconnu	4	6

Tableau n°1 : répartition des soins dans l'entreprise

V Évolution des arrêts de travail

V.1 Données

Le nombre de cas, la moyenne et l'écart type du nombre de jours avec des arrêts de travail donnent les résultats suivants :

Méthode de lavage	Nombre de cas	Moyenne des arrêts de travail	Ecart type : S
Eau	4	8	8,12
Prévin®	11	0,18	0,40
Acide acétique	11	2,91	4,25
Isogutt	3	0,33	0,58
Retardé	12	3,83	3,66
Inconnu	4	0	0

Tableau n°2 : Durée des arrêts de travail en fonction de la méthode de lavage primaire

Méthode de lavage	Accident cutané			Accident oculaire		
	Nombre	Journée	S	Nombre	Journée	S
Eau	2	8,5	9,19	2	7,5	10,61
Prévin®	3	0,33	0,58	8	0,12	0,35
Acide acétique	11	2,91	4,25	-	-	-
Isogutt	-	-	-	3	0,33	0,58
Retardé	10	4	4	2	3	1,41
Inconnu	3	0	0	1	0	-

Tableau n°3 : Durée des arrêts de travail en fonction de la localisation et de la méthode de lavage

V.2 Analyse

La grandeur de l'échantillon demande une série de tests spécifiques qui tiennent compte de la taille. On utilise le test F de la variance et le test de Student-Fischer pour la moyenne.

L'étude consiste à vérifier si l'écart des journées d'arrêt de travail est dû au type de lavage ou seulement aux variations aléatoires.

Pour cela, on teste l'hypothèse que la différence entre les séries n'est due qu'aux variations aléatoires du tirage. On vérifie d'abord la variance pour évaluer la différence de dispersion, puis la moyenne avec le test de Student-Fischer. Une variance différente ne suffit pas pour conclure que les séries sont différentes. Dans le cas des variances différentes, on calcule une variance pondérée pour effectuer le test des moyennes. Les décisions de rejet ou d'acceptation de l'hypothèse seront prises en fonction du tableau de décisions :

		Ecart type - Test de F	
		Homogène	Non homogène
Moyenne	Comparable	Pas de différence statistique due au lavage	Pas de décision
Test de Student-Fischer	Différente	Différence due au lavage	

Tableau n°4 : arbre de décision

Le risque considéré est le risque d'erreur à 5%, la précision, quand il y a différence, est donnée par la valeur de t de la loi de Student-Fischer. Le risque d'erreur est donné par la lecture de t dans la table de Student-Fischer.

Comparaison	Test de la variance			Test de la moyenne			Décision
	F Calcul	F 5%	Résultat/Variance	t Calcul	t 5%	Moyenne	
Eau/retardée	2,22	3,59	Homogène	1,45	2,14	Comparable	Pas de différence statistique
Eau/Acide acétique	1,91	3,71	Homogène	1,62	2,16	Comparable	Pas de différence statistique
Eau/Isogutt	14	19	Homogène	1,59	2,57	Comparable	Pas de différence statistique
Eau/Prévin®	20,3	3,71	Différente risque d'erreur = 0,01%	3,42	2,16	Différence	Différence risque d'erreur 0,46%
Prévin®/Acide acétique	10,63	2,98	Différente risque d'erreur = 0,04%	3,02	2,12	Différence	Différence risque d'erreur = 4,7%
Prévin®/Isogutt	1,45	4,10	Homogène	0,53	2,18	Comparable	Pas de différence statistique

Tableau n°5 : Comparaison des méthodes de lavage par l'étude du nombre de jours de travail. Test de Fischer et test de Student-Fischer

Le rejet de l'hypothèse d'équivalence entre le lavage à l'eau et la Prévin®, le lavage avec de l'acide acétique et la Prévin® permet de considérer les différences comme significatives. Le mauvais résultat statistique de l'Isogutt ne permet aucune conclusion sur son efficacité malgré une bonne moyenne.

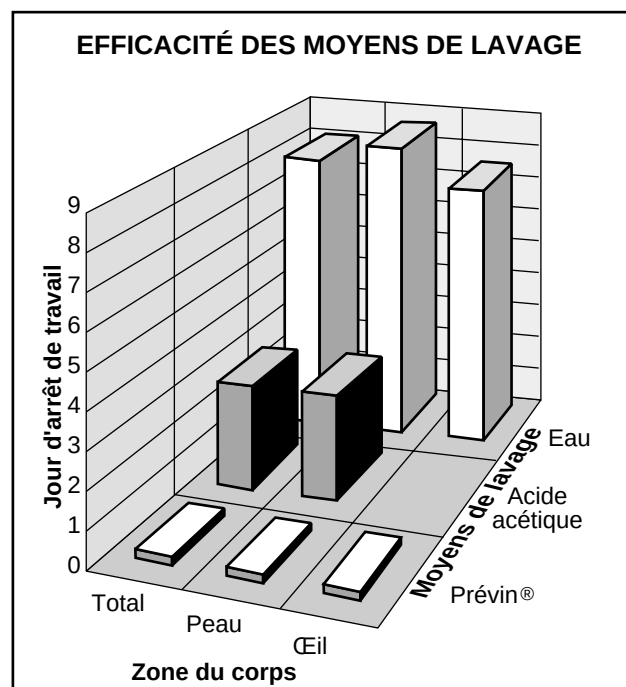
V.3 Conclusion

Les résultats permettent de classer avec un risque d'erreur inférieur à 5% et ce malgré un faible échantillonnage, l'efficacité des moyens de lavage en fonction des journées d'arrêt de travail.

	Journées	S
Prévin®	0,18	± 0,18
Acide acétique	2,91	± 4,25
Eau	8	± 8,12

Tableau n°6 : Classement de l'efficacité des moyens de lavage
(risque d'erreur inférieur à 5%)

Les calculs présentés ici sont identiques aux séries plus spécifiques corporelles et oculaires et donnent le même résultat.



Graphique I « JOURNÉE D'ARRÊT DE TRAVAIL »

VI Evolution de l'implantation des soins

VI.1Données

Pour chaque type de soins, on reporte le nombre de cas n'ayant pas nécessité de soins secondaires, ayant nécessité de simples soins ou ayant nécessité des soins médicalisés.

Moyen de Lavage	Nombre		
	Pas de soins secondaires	Soins simples	Soins médicalisés
Eau	0	1	3
Prévin®	11	0	0
Acide acétique	0	8	2
Isogutt	-	-	-
Retardé	1	3	8
Inconnu	0	3	0

Tableau n°7 : Répartition des soins en fonction du lavage

VI.2 Analyse

L'analyse des petits échantillons demande des calculs précis. Nous avons repris la méthode décrite par Schwartz⁹, qui consiste à calculer la probabilité d'obtenir entre 2 groupes une différence dans chaque classe égale ou supérieure à celle observée. Si cette probabilité est inférieure à 5%, la différence entre les séries est significative.

Pour appliquer cette méthode, on réalise 2 sous-ensembles de deux classes chacun. Le premier ensemble est constitué de la classe «pas de soin» et la réunion des deux classes «soins simples» et «soins médicalisés». Le deuxième ensemble est constitué de la réunion des classes «pas de soin» et «soins simples» et de la classe «soins médicalisés».

Pour chaque groupe, on calcule que chaque série soit la représentation statistique d'une même famille, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de différence due à la méthode de lavage. Si cette probabilité est inférieure à 5%, il y a rejet de l'hypothèse et la méthode de lavage donne des résultats significativement différents.

Les 2 tableaux à évaluer sont donc :

	Groupe 1		Groupe 2	
	Pas de soin	Soins	Soins légers	Soins médicalisés
Eau	0	4	1	3
Prévin®	11	0	11	0
Acide acétique	8	2	0	10
Retardé	1	11	4	8

Tableau n°8 : Etude de l'efficacité du lavage suivant la qualité des soins

Probabilité que la différence soit due au hasard	Groupe 1		Groupe 2	
	Pas de soin/soin	Différence	Faibles soins/ Soins médicalisés	Différence
Eau/Prévin®	0,15%	Significative	1,76%	Significative
Eau/Acide acétique	1%	Significative	29%	Non significative
Prévin®/Acide acétique	21%	Non significative	10 ⁻⁶	Significative
Eau/Retard	63%	Non significative	75%	Non significative
Prévin®/Retard	10 ⁻⁶	Significative	10 ⁻⁶	Significative

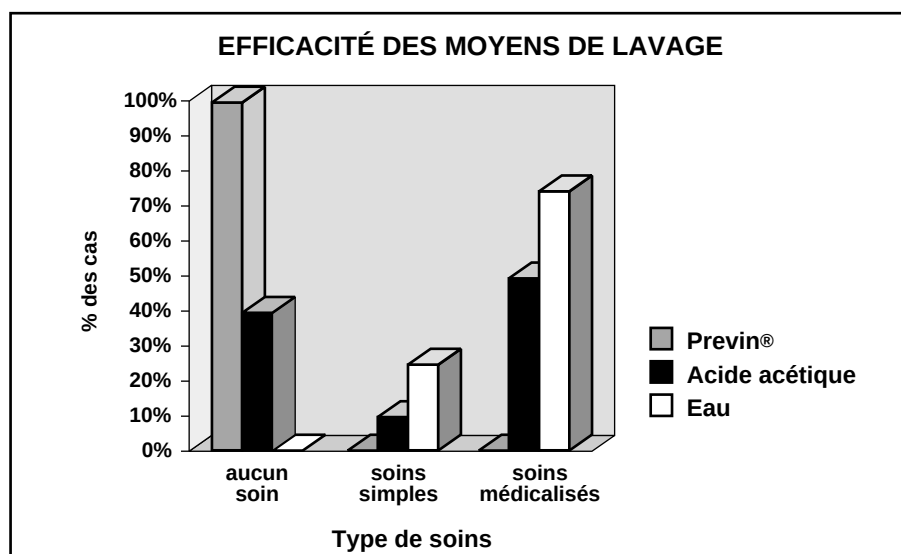
Tableau n°9 : Calcul par la méthode de Schwartz de la probabilité que les classes soient équivalentes

Les tests effectués montrent une différence significative entre les résultats obtenus par la Prévin®, l'acide acétique et l'eau. Nous pouvons ainsi classer les méthodes de lavage en fonction des résultats obtenus sur la qualité des soins nécessaires après le lavage d'urgence.

Ce classement corrobore exactement celui trouvé en étudiant la répartition des journées de travail.

	Prévin®	Pas de différence significative		
		Acide acétique	Eau	Retardé
Aucun soin	100% ± 15%	0% ± 15%	0 ± 15%	8% ± 15%
Soins simples	0 ± 15%	80% ± 15%	25% ± 15%	25% ± 15%
Soins médicalisés	0 ± 15%	20% ± 15%	75% ± 15%	67% ± 15%

Tableau n°10 : Classement de l'efficacité du lavage primaire en fonction de la qualité des soins secondaires



Graphique n°2. Répartition des soins secondaires en fonction du lavage primaire

Evolution des accidents avec lavage retardé

Il y a 12 cas d'accidents ayant eu un lavage retardé dont 10 sur la peau et 2 sur l'oeil. Leur nombre et leur répartition ne permettent pas un traitement significatif. Cependant, il nous a semblé utile de les présenter. Ces cas correspondent à 11 cas de soude et 1 hydrate d'aluminium. On peut constater que lorsque le lavage est retardé, la Prévin® n'a pas de meilleure efficacité que l'eau. L'importance des soins constatés, en complète contradiction avec la première série, prouve, s'il en était encore besoin, de l'importance de la précocité du lavage.

Moyens de lavage	Lavage infirmerie	Journées d'arrêt de travail
Eau	1	3
Prévin®	1	2
Isogutt	3	6,67
Inconnu	5	3

Tableau n°11 : Répartition des durées d'arrêts de travail dans les lavages retardés

VII Conclusion

VII.1 Classement de l'efficacité des méthodes de lavage

	Prévin®	Acide acétique	Eau
Journées d'arrêt de travail	0,18 J $\pm$ 0,4	2,91 J $\pm$ 4,3	8 J $\pm$ 8,12
Aucun soin	100% $\pm$ 15%	15% $\pm$ 0%	0 $\pm$ 15%
Soins simples	0 $\pm$ 15%	15% $\pm$ 80%	25% $\pm$ 15%
Soins médicalisés	0 $\pm$ 15%	15% $\pm$ 20%	75% $\pm$ 15%

Tableau n°12 : Classement de l'efficacité des méthodes de lavage

Le risque d'erreur que la différence ne soit pas significative est inférieure à 0,46% pour les journées d'arrêt de travail et à 1,76% pour le type de soins.

VII.2 Efficacité relative de l'eau

La variabilité importante des résultats obtenus par le lavage à l'eau confirme l'étude de Reim qui montrait que le résultat du lavage à l'eau dépendait de la concentration dans le cas des bases. Pour une concentration inférieure à 1N, l'eau pouvait être efficace, pour une concentration supérieure à 1N, des soins médicalisés étaient toujours nécessaires. Cette variabilité importante pourrait provenir de la variation de concentration de la soude qui pourrait se trouvant juste à la limite d'efficacité de l'eau décrite par Reim.

VII.3 Choix du protocole d'urgence* chez Martinswerk

Cette étude comparative sur 3 ans montre que la Prévin® permet une réduction importante des arrêts de travail.

Au cours de cette étude, nous n'avons eu aucun soin supplémentaire à effectuer après un accident de soude lavé avec la Prévin®.

En conséquence, nous avons adopté et généralisé un protocole d'urgence après un accident chimique basé sur l'utilisation immédiate de la Prévin®.

De plus, nous avons organisé une formation mettant en avant l'importance de la rapidité du lavage.

Accident chimique, peau ou œil
Déshabiller si nécessaire
Laver immédiatement avec la Prévin®
Transporter à l'infirmerie pour contrôle

Tableau 13 : Protocole d'urgence chez Martinswerk

* Dérivé des directives internes suivant §20 de Gefahrstoffverordnung

Bibliographie

1 Pereleux, A. (1986)

Les brûlures chimiques oculaires. Bull, Soc. belge Ophtal. 217, 35-43

2 Thiel R. (1965) :

Behandlung von Verätzungen. Klinische Monatblätter für Augenheilkunde 146
Band 4 Heft 581-587

3 Ranard G., Hirsh H., Pouliquen Y. (1978)

Corneal changes due to alkali burns. Trans Ophtal. Soc. U.K. 98, 379-382

4 Josset P., Pelosse B., Blomet J., Saraux H. (1986) :

Intérêt d'une solution isotonique amphotère dans le traitement précoce des brûlures chimiques basiques cornéo-conjonctivales. Bull Soc. Opht. France 6-7, LXXXVI.

5 Josset P., Meyer M-C., Blomet J. (1988) :

Pénétration d'un toxique dans la cornée, étude expérimentale et simulation informatique. Annale du Symposium International de toxicologie Industrielle.

6 Reim M., Schmidt-Martens (1982) :

Behandlung von Verätzungen. Klin. Mbl. Augenheilkd. 181

7 Reim M. (1982) :

Die akute Verätzung des Auges und ihre Behandlung. Münch. med. Wschr. 36, 124

8 Laux U., Roth H.W., Krey H., Steinhardt B. (1975) :

Die Wasserstoffionenkonzentration des Kammerwassers nach Alkaliverätzungen der Hornhaut und deren therapeutische Beeinflussbarkeit. Eine Tierexperimentelle Studie. Albrecht von Graefe's Archiv. Klin. Exp. Ophtal. 195, 1, 33-40

9 Schwartz D. :

Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 4^{ème} édition parue chez Flammarion, Médecins-Sciences.

10 Bolkova A., Cejkova J. (1984) :

Relationship between various concentrations of NaOH and metabolic effects in experimentally burned rabbit cornea. A biochemical and histochemical Study. Graefe's Archive Clin. Exp. Ophtal 222, 86-89

INTÉGRATION DE LA DIPHOTÉRINE DANS UN CENTRE DE PRODUCTION AUTOMOBILES

P. MATERN - C. BENNADJA - Dr. G. BRETON



Automobiles Peugeot-Poissy

*Intégration de la Diphotérine® dans un
centre de production automobiles*

P. Matern - C. Bennadja - Dr G. Breton



De l'importance des 10 premières secondes

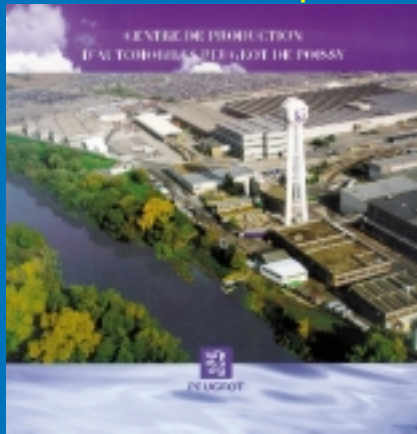
La Baule - Octobre 1997

Au cours de cette communication, je vais vous exposer une démarche d'analyse réalisée sur le centre de production Automobiles Peugeot de Poissy. Cette démarche visait à améliorer les conditions de premiers secours en cas de projection oculaire de produits chimiques.



Le centre de production

Conjuguer industrialisation et prévention des risques professionnels



- 9000 salariés.
- 170 hectares.
- 200 métiers.
- plus de 1200 produits chimiques utilisés.

Une gestion stricte du risque chimique

Implanté le long de la Seine, le centre de production d'Automobiles Peugeot de Poissy, qui regroupe près de 9000 salariés sur plus de 170 ha, est particulièrement soucieux de la prévention des risques professionnels.

En effet, ce sont plus de 200 métiers différents que l'on retrouve sur le centre. Cette grande diversité d'activités induit par ce fait une diversité encore plus grande quant aux différents produits chimiques rencontrés. Plus de 1200 produits chimiques sont en effet présents sur le site avec des risques propres à chacun d'eux.

Dans un souci de prévention, une procédure interne au groupe PSA définit précisément les mesures de sécurité découlant du binôme produit chimique - poste de travail. Ce dernier point est très important puisque les risques propres d'un produit peuvent être augmentés en fonction de l'environnement physique du poste de travail. Je pense notamment à un produit inflammable qui est susceptible d'être utilisé dans un environnement présentant des étincelles.



L'existant

- *Formalisation stricte des règles de sécurité sur une fiche destinée à l'utilisateur.*
- *Le lavage oculaire : Un impératif pour la majorité des produits employés en atelier.*
- *Une obligation qualité.*

1- Cette procédure se caractérise sur le terrain par une formalisation stricte des règles de sécurité sur une fiche destinée à l'utilisateur du produit et décrivant entre autre les mesures de premiers secours en cas d'accident.

2- La majorité des produits utilisés sur le centre de production nécessitant un lavage oculaire en cas de projection, de dispositifs de premier secours alimentés en eau de ville avaient été mis en place sur l'ensemble du site.

3- Par ailleurs, dans le cadre d'une mise en application des normes ISO 9000, les besoins exprimés sur les fiches utilisateurs en matériels de premiers secours font l'objet d'audits réguliers quant à leur adéquation sur le terrain.

Or l'environnement industriel de nos ateliers (poussières, salissures) nous ont conduit à revoir notre politique en matière de premiers soins oculaires. Un groupe de travail a donc été créé entre l'équipe médicale d'une part et la structure prévention d'autre part.



Les objectifs du groupe de travail

- *Obtenir une meilleure prise en charge des accidents aux yeux dès leur apparition.*
- *Obtenir plus de souplesse quant à l'évolution de nos ateliers en termes de réorganisation.*

Les objectifs fixés par le groupe étaient les suivants :

1- Obtenir une meilleure prise en charge des accidents aux yeux dès leur apparition. Pour ce faire nous cherchions à obtenir un matériel répondant mieux à notre environnement industriel en termes d'hygiène.

2- Obtenir plus de souplesse quant à l'évolution de nos ateliers en termes de réorganisation. En effet, en raison des impératifs commerciaux du marché, des modifications régulières de nos véhicules ont lieu en moyenne tous les quatre ans (création de nouveaux modèles, restyling de modèles existants). Ces modifications entraînent des réorganisations régulières de nos ateliers ainsi que des modifications ou des déplacements de postes de travail et donc des dispositifs de premiers secours associés à ces postes.



Rince-œil à eau de ville



■ Inconvénients

- Propreté laissant largement à désirer
- Absence de stérilité
- Nettoyage et maintenance quasi inexistant car ils n'appartiennent «à personne».

En fonction de ces différents éléments une analyse de l'existant à été réalisée sur nos rince-œil à l'eau de ville et les inconvénients propres à ce matériel ont été listés.

Vous constatez aisément sur ces photos que nos rince-œil présentent un état de propreté laissant largement à désirer, ce qui engendre une absence de stérilité, donc risque d'infection oculaire. En effet ces rince-œil n'ayant pas été placés sous la responsabilité d'un service particulier, le nettoyage et la maintenance en sont quasi inexistant.

Ceci rejoignant les propos tenus par le Dr FALCY lors de son intervention d'hier.



Rince-œil à eau de ville



- *Inconvénients
(suite)*

- Fuites permanentes
- Vanne d'alimentation toujours fermée donc inutilisable en cas d'urgence
- Servent à «tout» (café,...).

Cette maintenance étant peu ou pas réalisée, le matériel présente des fuites quasi-permanentes.

Ces fuites obligent alors les opérateurs à fermer la vanne d'alimentation en eau située au-dessus du rince-œil, le rendant ainsi inutilisable en cas d'urgence.

Par ailleurs, l'utilisation du rince-œil n'est pas toujours intuitive pour tous les opérateurs et la fonction d'origine est souvent détournée pour le transformer en mini lavabo.



Rince-œil à eau de ville



- *Inconvénients*
(suite)

- Nécessitent une alimentation en eau et une évacuation.

Du fait du raccordement sur le réseau de la ville, ces rince-œil nécessitent une alimentation en eau et une évacuation qui n'est pas toujours réalisable techniquement.

Si l'on observe le rince-œil présenté sur la photo, on constate que dans certains cas l'évacuation en eau n'est pas raccordée à l'égout. Quand on sait que les préconisations de durée pour un lavage oculaire à l'eau sont en moyenne de 15 mn, on comprend aisément les risques liés à une inondation potentielle. D'autant plus lorsque l'on se trouve, comme représenté sur cette vue, en présence d'appareillages électriques.

Par ailleurs, comme l'évoquait hier le Dr FALCY, il semble utopique dans certaines régions d'effectuer un lavage oculaire de 15 mn dans de l'eau pouvant avoisiner les 10°C.



Les différents produits essayés

- *Pochettes souples de 500ml de Diphotérine®.*
- *"Lav'oeil" mural à deux flacons de 500 ml de Diphotérine®.*

Suite à ces différents constats nous avons étudié la possibilité d'utiliser des lav'œils à base de solution de Diphotérine®.

1- Dans un premier temps nous avons mis à l'essai des pochettes souples de 500ml. Ce matériel ne correspondait pas à nos besoins, certains ateliers générant de grosses quantités d'étincelles susceptibles de percer les pochettes plastiques.

2- Nous avons donc opté par la suite pour des lav'œils muraux avec structure métallique de protection et flacons verres.



Lav'œil mural à la Diphotérine®



● Avantages

- Stérilité.
- Toujours opérationnel.
- Coffret métallique étanche.
- Coffret métallique repérable.
- Utilisation aisée.
- 1 flacon d'avance.

Ces appareils (représentés sur ces deux photos) ont présenté immédiatement les avantages suivants :

- 1- Stérilité de la solution (contrairement aux rince-œils à eau de ville, comme nous l'avons vu précédemment).
- 2- Système toujours opérationnel ne nécessitant aucun branchement ni raccordement.
- 3- Coffret métallique étanche protégeant les flacons d'éventuelles projections d'étincelles rencontrées dans certains ateliers.
- 4- Le coffret, de par sa couleur orange, est facilement repérable.
- 5- L'utilisation du système est aisée. En effet, il suffit à l'accidenté de vider la totalité du flacon pour assurer un lavage oculaire correct. Ceci, contrairement à un lavage à l'eau où la durée de 15 mn est difficilement contrôlable.
- 6 - Le secteur dispose, en permanence, d'un flacon d'avance ce qui le rend immédiatement disponible pour une seconde utilisation.



Lav'œil mural à la Diphotérine®

■ *Contraintes :*



- *Renouvellement périodique des flacons de Diphotérine®.*
 - *Tous les 6 mois pour les flacons percutés.*
 - *Tous les ans pour les flacons non percutés.*
- *Renouvellement après accident des flacons de Diphotérine®.*
- *Emplacement stratégique.*

Néanmoins ce système ne présente pas que des avantages et un certain nombre de contraintes doivent être intégrées lors de la mise en place :

1- Première contrainte : assurer le renouvellement périodique des flacons de Diphotérine®.

- Tous les 6 mois pour les flacons percutés.
- Tous les ans pour les flacons non percutés.

Pour éliminer cette contrainte, le service médical, qui est par ailleurs habitué à gérer les dates de péremption de ses produits pharmaceutiques, prendra en charge ce renouvellement.

2- Deuxième contrainte : assurer un renouvellement après utilisation par l'accidenté.

Pour éliminer cette autre contrainte, il y a obligation pour l'accidenté de venir chercher son flacon de rechange à l'infirmerie rendant ainsi l'examen médical systématique.

3- La mise en place de chaque "Lav'œil" doit se faire à un emplacement stratégique en rapport avec le risque de projection. Il doit être connu précisément des infirmières. Et enfin, l'accès au Lav'œil doit être aisé.



Pour conclure

- *Mise en évidence de l'inadéquation entre les moyens de premiers secours et les contraintes technico-organisationnelles du terrain.*
- *Utilisation simplifiée pour l'opérateur.*
- *Recul insuffisant pour apprécier l'efficacité propre de la solution de Diphotérine®.*

1- Cette étude nous a permis de mettre en évidence l'inadéquation entre nos moyens de premiers secours et les contraintes technico-organisationnelles de nos ateliers. Les moyens qui ont été mis en œuvre pour répondre à ces différents problèmes semblent donner satisfaction.

2- Ce matériel est d'une utilisation simple pour l'opérateur car il lui est facile de contrôler l'efficacité du lavage. La notion de temps (15mn pour un lavage classique) est ici remplacée par une notion beaucoup plus contrôlable : l'utilisation complète du flacon.

3- En revanche, l'efficacité propre de la solution de Diphotérine® par rapport à un lavage oculaire à base d'eau de ville ne peut être évaluée du fait de l'installation récente du dispositif.

MISSION DES ORGANISMES DE PRÉVENTION - Les organismes chargés de l'assurance Accident.

Markus Flock,
Docteur en sciences naturelles, Ingénieur chimiste
BAD Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH,
Herbert-Rabius-Str. 1, 53227 Bonn, Allemagne

INTRODUCTION

Les organismes chargés de l'assurance accident ont pour mission d'œuvrer par tous les moyens pour la prévention des accidents. Nous allons exposer ci-après comment cette mission de prévention peut être remplie pour des accidents provoqués par des produits chimiques et leurs conséquences.

Le système des organismes chargés de l'assurance accident

En République Fédérale Allemande, l'assurance obligatoire contre les accidents représente un des cinq piliers (assurance vieillesse, assurance chômage, assurance maladie, assurance invalidité, assurance accident) de la protection sociale. Depuis la promulgation de la première loi au monde instituant l'assurance accident en l'année 1884, 35 organismes chargés de l'assurance accident des différentes branches de l'industrie, 54 compagnies d'assurance accident des collectivités publiques et 21 organismes chargés de l'assurance accident agricoles garantissent l'assurance accident pour toutes les personnes en activité, aussi bien dans le secteur privé que dans le secteur public. Les organismes chargés de l'assurance accident sont réunis au sein de la Fédération des Organismes chargés de l'assurance accident (HVBG). Les compagnies d'assurance accident des collectivités publiques sont réunies en une fédération, la BAGUV. Il en va de même pour les organismes chargés de l'assurance accident agricoles.

Les prestations des organismes chargés de l'assurance accident

Les organismes chargés de l'assurance accident prennent en charge les conséquences des accidents du travail, des accidents sur le trajet et les maladies professionnelles. Les coûts de l'assurance incombent uniquement à l'employeur, qui est tenu de s'affilier à l'organisme chargé de l'assurance accident qualifié.

En cas de dommages, les organismes chargés de l'assurance accident prennent en charge les coûts du traitement médical, les pertes de revenus, la réinsertion professionnelle et sociale et les pensions.

Les organismes chargés de l'assurance accident ne prennent pas en charge les arrêts de travail. A cet effet, selon la qualification de l'accidenté et l'origine, la charge supportée par l'entreprise est de l'ordre de 500 DM à 1000 DM par jour et par accidenté.

Afin que les conséquences d'un accident soient aussi faibles que possible, les organismes chargés de l'assurance accident gèrent 12 cliniques et des services particuliers dans des hôpitaux. Ces cliniques mettent l'accent sur la rééducation des victimes d'accidents après des interventions chirurgicales et orthopédiques.

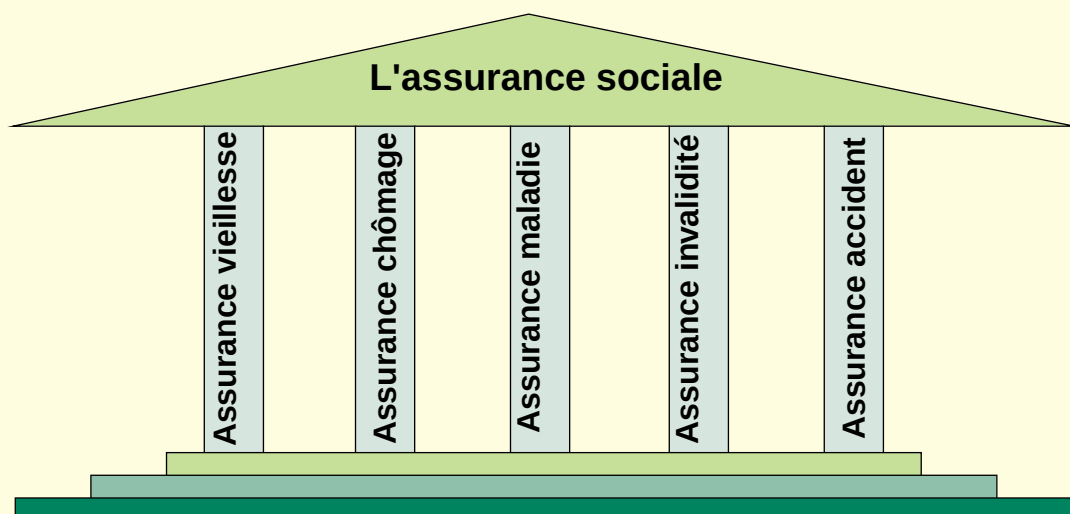
**Markus Flock, Docteur en sciences naturelles,
Ingénieur chimiste
BAD Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH**

■ **Missions des organismes de prévention**

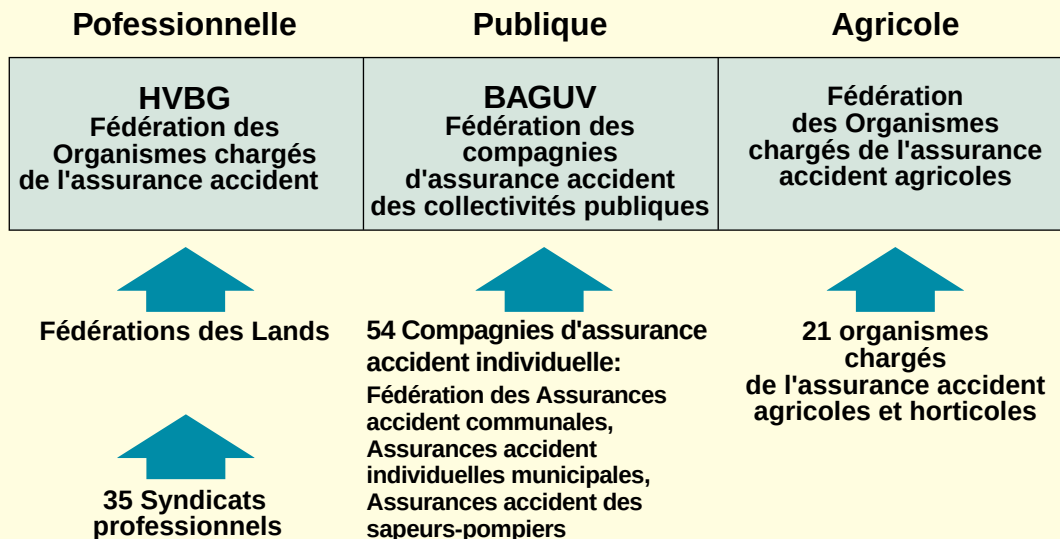
Les organismes chargés de l'assurance accident

Les organismes chargés de l'assurance accident ont pour mission d'oeuvrer par tous les moyens pour la prévention des accidents.

L'assurance sociale en RFA



La compagnie d'assurance



La prévention

Afin que le nombre des accidents et par conséquent, l'indemnisation des accidentés soient aussi faibles que possible, les organismes chargés de l'assurance accident s'efforcent de mettre en oeuvre des mesures préventives pour éviter les accidents et réduire leurs suites à un niveau minimum. A cet effet, les organismes chargés de l'assurance accident éditent des recueils contenant des instructions qui doivent être suivies par les employeurs aussi bien que par les travailleurs. Ils élaborent en outre des directives, des notifications et des bulletins à afficher sur le lieu de travail, qui représentent l'état de la technique et des connaissances.

Pour mettre en pratique la prévention, tous les employeurs s'engagent à s'adjoindre les services d'un médecin d'entreprise et d'un ingénieur sécurité. Les entreprises qui ne veulent ou ne peuvent engager un médecin du travail et un ingénieur sécurité peuvent s'adresser à un organisme inter-entreprises, tel que la société BAD GmbH. Cette prise en charge comprend également le conseil aux entreprises pour l'organisation des premiers secours et la définition des mesures de protection en cas d'exposition à des matières dangereuses.

Les règles de premiers secours

L'élaboration de dispositions communes à tous les organismes chargés de l'assurance accident incombe aux commissions spécialisées de la Fédération, qui s'appuient sur les travaux de leur propre institut de recherche. Les questions de premiers secours sont confiées à une commission spécialisée, à laquelle participent des experts des organismes chargés de l'assurance accident et des experts des ONG (Croix-Rouge allemande, Ordre de Malte, Fédération des travailleurs-infirmiers volontaires, Ordre de Saint Jean) pour élaborer le contenu et le matériel de la formation aux premiers secours.

Un décret concernant la prévention des accidents du travail (UVV 109) oblige chaque employeur à s'assurer de ce que

- les dispositifs nécessaires aux premiers secours (espaces sanitaires, matériel de premiers secours, appareils de sauvetage) sont accessibles

- le personnel nécessaire (secouristes et infirmiers) est opérationnel.

Le décret définit le nombre de secouristes formés qui doit être disponible dans l'entreprise et les procédures d'entretien du matériel de premiers secours.

La directive "Premiers secours en cas d'accident provoqué par des produits chimiques"

La Commission de premiers secours a élaboré une directive pour les "Premiers secours en cas d'accident provoqué par des produits chimiques" qui représente les dispositions minimales à prendre en cas d'accident provoqué par des produits chimiques.

Depuis sa dernière révision en 1989, cette directive contient les mesures de premiers secours concernant 40 différents groupes de substances et substances individuelles (*tableau 1*) :

	Yeux	Peau	Système respiratoire	Système digestif
Acide chlorhydrique Acide nitrique Acide sulfurique Acide formique Acide acétique	Eau	Eau	Oxygène Dexaméthasone	Eau, ne pas faire vomir
Hydroxyde de sodium Hydroxyde de potassium	Eau	-	Oxygène	Eau, ne pas faire vomir
Ammoniac	Eau	Eau	Oxygène	Eau, ne pas faire vomir
Arsenic et composés de l'arsenic	Eau	Eau	Oxygène	Eau, ne pas faire vomir
Peroxyde d'hydrogène	Eau	Eau	Oxygène	Eau, ne pas faire vomir
Hydrocarbures halogénés	Eau	-	Oxygène	Faire vomir, charbon, Sulfate de magnésium en solution
Cyanure de potassium, Cyanure d'hydrogène	Eau	Eau	Oxygène	Faire vomir, charbon
Chlore	-	-	Oxygène, Dexaméthasone	-
Vapeurs nitreuses	-	-	Oxygène, Dexa-méthasone	Pas de boisson
Acide fluorhydrique	Eau	Eau, Gluconate de calcium sous forme de gel ou de solution à 20 %	Oxygène, Dexa-méthasone	Ne pas faire vomir, Solution de gluconate de calcium
Tétraéthylplomb	Eau	Pétrole, puis eau et savon	-	Faire vomir, charbon
Mercure, composés du mercure	Eau	Décontamination mécanique	Oxygène	Faire vomir, charbon

**Tableau 1 Extrait du règlement ZH1/175
"Premiers secours en cas d'accident provoqué par des produits chimiques"**

Prévention

■ Les règles de prévention

- Dispositions pour la prévention des accidents	
- Directives	Lois, ordonnances
- Bulletins	
- Instructions affichées sur le lieu de travail	Etat de la technique et des connaissances

■ Inspection technique

- Contrôle de l'observation des règles de prévention
- Conseils sur les questions de sécurité au travail
- Problème: manque de personnel, les petites entreprises ne sont souvent pas contrôlées.

■ Formation et développement des

- Professionnels de la sécurité
- Chargés de mission de sécurité
- Employeurs
- Comités d'entreprise.

■ Motivation par des actions de promotion et à travers des médias

Instructions et règles de premiers secours

■ Elaboration de règles par la Commission de premiers secours de la Fédération des syndicats professionnels

- Mission : élaboration du contenu de la formation aux premiers secours et du matériel nécessaire à cet effet
- Membres de la Commission
 - *Experts des organismes chargés de l'assurance accident
 - *Experts des ONG (Croix-Rouge allemande, Ordre de Malte, Fédération des travailleurs-infirmiers volontaires, Ordre de Saint Jean)

■ Un décret concernant la prévention des accidents (VBG 109) va obliger chaque employeur à s'assurer de ce que

- les dispositifs nécessaires aux premiers secours (espaces sanitaires, matériel de premiers secours, appareils de sauvetage) sont accessibles
- le personnel nécessaire (secouristes et infirmiers) est opérationnel.
- Le décret concernant la prévention des accidents définit le nombre de secouristes formés qui doit être disponible dans l'entreprise et les procédures d'entretien du matériel de premiers secours.

Premiers secours en cas d'accident provoqué par des produits chimiques

Directive ZH1/175

- **Mesures de premiers secours pour 40 différents groupes de substances et substances individuelles**
- **Disposition minimale**
- **Situation en 1989
(acides et bases : règles pratiquement inchangées depuis 1984)**
- En plus de cette directive valable pour tous les organismes chargés de l'assurance accident, il existe des dispositions particulières pour des produits chimiques définis, tels que l'acide fluorhydrique (éditées par l'Organisme chargé de l'assurance accident des industries chimiques)
Les indications concernant les premiers secours sont essentiellement identiques à celles de la directive ZH1/175.

Autres moyens d'information utilisés par les organismes chargés de l'assurance accident concernant les premiers secours en cas d'accident provoqué par des matières dangereuses

La Fédération des Organismes chargés de l'assurance accident a créé une banque de données (ZeSP) que peuvent consulter les entreprises affiliées. On y trouve des informations sur environ 1000 produits chimiques, y compris les premiers secours à pratiquer. Les données sont issues de la littérature.

Il existe en outre une série d'autres banques de données qui ont été développées en partie en coopération avec les organismes chargés de l'assurance accident. Ces banques de données sont disponibles soit sous forme de support papier, soit sous forme de CD-ROM.

En prenant comme exemple l'acide sulfurique, un tableau présente les mesures de première urgence proposées par ces banques de données.

Autres réglementations concernant la prévention en cas d'accident provoqué par des produits chimiques

En principe, toute personne pouvant être en contact avec des produits chimiques est informée par son entreprise des premiers secours à apporter en cas d'accident. A cet effet, le fabricant doit fournir les informations sur des fiches de sécurité. Il existe en outre un grand nombre de références dans la littérature (sous forme de support papier ou informatique) dans lesquelles on trouve des indications concernant les premiers secours, qui sont généralement en accord avec les directives des organismes chargés de l'assurance accident.

Système d'information utilisé par les organismes chargés de l'assurance accident concernant les produits dangereux

GESTIS

- **Projet de proposition commun des organismes chargés de l'assurance accident pour la mise en commun décentralisée des données concernant les produits dangereux**
- **Constitué par 4 banques centrales de données du HVBG :**
 - Banque centrale de données contenant des informations sur les substances et produits dangereux
 - Documentation sur le lieu de travail sur les données techniques concernant les substances dangereuses
 - Documentation sur les maladies professionnelles, comportant tous les cas recensés par les organismes chargés de l'assurance accident
 - Littérature concernant les substances dangereuses
- **et d'autres banques de données décentralisées au niveau de chaque organisme chargé de l'assurance accident**
 - Matières dangereuses dans l'industrie du verre
 - Matières dangereuses dans l'industrie du bâtiment.

Les banques centrales de données concernant les substances et les produits

ZeSP

- **Informations sur environ 6000 substances et 16500 produits**
- **Informations complètes sur environ 1000 substances**
- **Données contenues**
 - Données d'identification
 - Données physico-chimiques
 - Données toxicologiques et concernant la médecine du travail
 - Utilisation de
 - * mesures de protection
 - * mesures en cas d'incendies et d'accidents
 - * mesures de première urgence
 - * déchets
 - Dispositions légales
- **Les données sont issues de la littérature et validées par des spécialistes.**
 - Matières dangereuses dans l'industrie du bâtiment.

Principales sources de la littérature

- **Kühn-Birett**
Fiches de données concernant les principales substances dangereuses (seulement les substances pures)
- **Welzbacher**
Fiches de données concernant les principales substances dangereuses (seulement les substances pures, le docteur Welzbacher est un des principaux collaborateurs de la Fédération des Organismes chargés de l'assurance accident)
- **Hommel**
Fiches de données concernant les principales substances dangereuses (seulement les substances pures, ouvrage de référence des sapeurs-pompiers pour des mesures à prendre en cas d'accidents)
- **GISBAU**
Banque de données de l'organisme chargé de l'assurance accident de l'industrie du bâtiment concernant les principales matières utilisées dans ce secteur (substances et produits)
- **SIGEDA**
Banque de données spécialisée de la société Siemens AG concernant les principales matières utilisées dans les industries métallurgique et électrique (substances et produits)
- **Daunderer**
Ouvrage de référence concernant la toxicologie clinique.

Tableau comparatif des premiers secours préconisés en cas d'accident provoqué par de l'acide sulfurique (>85%)

Source	Support	Yeux	Peau	Système respiratoire	Systèmes digestif
Bulletin des syndicats professionnels	Papier	Eau	Eau	Oxygène, Dexaméthasone	Ne pas faire vomir, eau
Hommel	Papier, classeur à feuilles mobiles	Eau	Eau	-	Lait mélangé avec des oeufs crus
Kühn-Birett	Papier, classeur à feuilles mobiles	Chibro-kerakaine, eau, gouttes d'Isogutt	Eau	Air frais, Dexaméthasone	Eau avec du charbon actif, ne pas faire vomir
Welzbacher	Papier classeur à feuilles mobiles	Eau	Eau et savon	Dexaméthasone	Eau, ne pas faire vomir
SIGEDA	CD-ROM	Eau	Eau, polyéthylène-glycol 400	Air frais	Eau, ne pas faire vomir
GISBAU	CD-ROM	Eau ou solution de lavage oculaire	Eau et savon	Air frais,	Eau ne pas faire vomir, pas de lait !
Daunderer	Papier, classeur à feuilles mobiles	Solution de lavage oculaire Isogutt	Polyéthylèneglycol 400	Oxygène	Eau ou autres liquides (pas d'alcool)

Résumé

- En RFA, il existe un grand nombre de compagnies d'assurance qui ont toutes pour mission la prévention.
- Lors de l'élaboration de dispositions homogènes, il est difficile de tenir compte de toutes les opinions, de sorte que l'ajustement à l'état de la technique ne peut se faire que lentement.
- Les dispositions et règles actuelles concernant les premiers secours ne prennent pas du tout en compte les développements des années 90.
- Les dispositions actuelles constituent des mesures minimales. Si des employeurs souhaitent mettre en oeuvre une prévention plus complète, ils peuvent le faire. Toutefois, ils doivent alors étudier eux-mêmes l'état de la technique qui est basé sur la littérature spécialisée.

LES FORUMS

ACTES DU 1er CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA BAULE, 1997

Allocution d'ouverture du Président

Dr. Raftopoulos : Mesdames, Messieurs, j'ai le grand honneur de vous saluer à l'occasion de ce 1er Congrès International se tenant à La Baule, ce merveilleux site de la côte atlantique. Le sujet qui nous réunit pour la première fois est l'action des substances chimiques, notamment leur action provoquant des lésions tissulaires.

Je suis très heureux de pouvoir remercier mon ami de longue date, Joël Blomet qui est à l'origine de ce congrès. Depuis de nombreuses années, il a œuvré inlassablement à enrichir la science d'innovations, utilisées aujourd'hui dans les domaines de la toxicologie, des premiers secours et de la médecine d'urgence.

C'est sous la plume d'un auteur de la Rome antique que jaillit cette pensée : Plus notre aide au nécessiteux est prompte, plus elle est précieuse. Ce concept philosophique s'applique très bien à toutes les stratégies modernes de la médecine d'urgence.

Au cours de cette première expérience, nous allons passer en revue nos connaissances, face à la demande de nos patients et à leur volonté de survivre ; nous allons réexaminer la validité de nos philosophies et stratégies actuelles, si elles nécessitent une révision, et quelle stratégie nous devons choisir pour faire profiter le plus grand nombre des méthodes innovantes.

Les accidents par brûlure chimique sont rares. Les connaissances qui nous permettent aujourd'hui de lutter contre de telles lésions sont anciennes, ce qui ne veut pas dire qu'elles doivent être révisées. Mais l'innovation due à l'initiateur de ce congrès va permettre d'entreprendre, je l'espère, un développement fabuleux. Je souhaite que les congrès suivants puissent nous rassembler ici à nouveau et nous permettent d'observer les résultats confirmant ces perspectives d'avenir.

Dans la société où nous vivons aujourd'hui, dont les ressources sont limitées, où chaque individu revendique le droit à la vie, à la santé et après un accident, à son rétablissement, un problème important est de faire profiter le plus grand nombre des progrès de la science. La médecine d'urgence en est la meilleure illustration. Lorsqu'on sait combien nos connaissances sont étendues en matière de cardiologie, nous permettant d'aider un patient victime d'un infarctus du myocarde, et que l'on voit le nombre étonnamment restreint de personnes qui peuvent en profiter, on comprend combien il est important d'explorer encore plus précisément et plus en profondeur le domaine des brûlures chimiques, pour pouvoir apporter notre aide aussi sûrement que pour un infarctus du myocarde.

Alors qu'aujourd'hui nous savons tous que la thérapie thrombolytique peut abaisser la mortalité jusqu'à 50 % chez des patients atteints d'un infarctus du myocarde, vous allez certainement trouver aussi incompréhensible que moi le fait que seul un très faible pourcentage (entre 10 et 20 % de la population victime d'un infarctus du myocarde) puisse profiter de la chance que constitue la thérapie thrombolytique.

Dans le cas d'une brûlure chimique grave de la peau, des tissus, voire des yeux, cette situation est encore plus dramatique. Nous devons revoir les possibilités actuelles de traiter un œil ou une peau contaminée lors des premiers secours, mais aussi au cours des traitements cliniques ultérieurs ; nous devons tous repenser cela et c'est pourquoi l'arrière-plan de ce congrès devra être cette pensée : Plus notre aide au nécessiteux est prompte, plus elle est précieuse. Analysons ensemble ce que nous donnons, comment nous le donnons et pourquoi nous le donnons.

Je souhaite que ce congrès parvienne aux résultats espérés, permettant de tisser des liens d'amitié.

...

Tous nos remerciements au Général Julien pour son exposé, dans lequel il a souligné à nouveau la nécessité de définir les stratégies que nous devons trouver et réorganiser. J'appelle maintenant l'intervenant suivant, le professeur Baud...

...

Nous remercions le professeur Baud pour son excellente communication, qui nous a présenté une vue d'ensemble de la pharmacocinétique et les domaines de la pharmacotoxicité où nous devons concentrer nos efforts, et a esquissé les contours de nos connaissances actuelles, à l'aide d'exemples concrets.

Question : (...)

Dr. Schrage : L'Éradication d'un agent chimique de la conjonctive oculaire est typiquement une des premières mesures que nous appliquons par exemple dans le cas de particules solides résiduelles, qui restent dans la conjonctive après une brûlure à la chaux par exemple, et c'est également une mesure essentielle. Dans cette mesure, on peut donc répondre à la question par l'affirmative. Pour des brûlures chimiques provoquées par des substances liquides, l'éradication n'arrête pas généralement la propagation dans les tissus, par conséquent, le lavage ou la thérapie par antidote chimique est à choisir en premier.

Dr. Schrage : Je voudrais commenter bièvement le cliché. Nous avons souvent vécu cette expérience à Aix-la-Chapelle et ce que l'on voit ici, c'est typiquement les yeux rouge-feu après brûlure chimique avec ulcération, et la transplantation précoce du limbe nous a très souvent amené à observer qu'elle entraînait une forte cicatrisation. Cette cicatrisation peut être évitée lorsque nous intervenons plus tardivement. Nos plus mauvais résultats obtenus dans les transplantations de limbe concernent les cas d'opération d'urgence. Ma suggestion pour obtenir moins de cicatrices est d'effectuer d'abord un prétraitement approfondi, de réduire l'inflammation et de n'effectuer qu'ensuite la transplantation. Le résultat est alors

meilleur tant pour le patient que pour la clinique. C'est ainsi que nous avons procédé durant ces deux dernières années. Il ne s'agit pas ici non plus d'une intervention d'urgence. D'après nous, le premier traitement de la brûlure est le traitement par lavage et médicamenteux et ensuite, la chirurgie.

A nouveau le Dr. Schrage :

Nous avons réalisé à Aix-la-Chapelle un grand nombre d'opérations de ce type. Nous avons constaté que lorsque nous opérons en urgence au stade inflammatoire, comme dans le cas de cet œil rouge-feu, nous obtenions après l'opération typiquement cette cicatrisation, cet accroissement de l'œil avec le globe oculaire et une complication de la maladie due à la brûlure chimique était générale, mais que l'on pouvait l'éviter dans la transplantation du limbe par le fait qu'on réalisait cette transplantation au stade non inflammatoire. Cette transplantation ne peut pas être réitérée à volonté, et l'on ne peut pas toucher à l'autre œil sans prendre un grand risque. Je ne sais pas quel est le problème qui se pose à vous, Monsieur Gérard, si c'est d'amener vos patients à laisser traiter un œil intact ou si c'est de laisser faire un prélèvement. C'est réellement le plus gros problème auquel nous sommes confrontés lors de notre argumentation vis-à-vis du patient. Il s'agit d'une thérapie tardive, la thérapie aigüe devant intervenir selon nous après lavage, application locale de stéroïdes et bien entendu, excision du limbe, c'est-à-dire la péridectomie. Je vous remercie de votre attention.

Dr. Raftopoulos : La 2ème séance de notre congrès a pour thème : Les aspects cliniques de la brûlure chimique. Nous allons nous consacrer à l'étude de différentes actions spécifiques aux organes, d'un point de vue clinique. Je suis heureux de saluer notre premier intervenant, Monsieur le professeur Reim, qui va parler du traitement des blessures oculaires. Monsieur le professeur, c'est à vous.

Communication du professeur Reim (...)

Dr. Raftopoulos : Monsieur le professeur Reim, je vous remercie pour votre remarquable intervention qui a permis avant tout de sensibiliser les non-ophtalmologues à l'importance des étapes que sont notamment la prévention et les premiers secours. Je donne la parole maintenant à Monsieur le professeur Peters, qui va nous présenter les différentes sortes de brûlures chimiques.

Dr. Raftopoulos : Monsieur le professeur Peters, je vous remercie pour la présentation claire des cas enregistrés dans votre centre de traumatologie. Ici encore, nous avons pu apprécier, en tant que non-spécialistes, combien vos travaux concernant la thérapie sont étendus et combien le coût en est élevé par rapport à celui de la prévention et des nouveaux principes de décontamination, si on les mettait en pratique. Notre troisième intervenant est le professeur Han-Song avec sa communication sur les brûlures pulmonaires ; après cette troisième intervention, je vous invite à participer au débat qui va suivre.

1er Forum :

(Dr. Raftopoulos) : Mesdames et Messieurs, il me paraît très intéressant que l'on puisse échanger des idées sur les différentes considérations et possibilités des différents pays. Nous venons d'apprendre par exemple qu'en France, la loi prévoit un médecin du travail pour 200 employés. En Allemagne, c'est pour 300 employés, mais seulement en cas de risques particuliers, sinon c'est pour 500. En Allemagne, il existe un décret qui prévoit que chaque personne nouvellement embauchée doit suivre une formation. Selon le décret portant sur les matières dangereuses, le responsable des matières dangereuses doit, en Allemagne, procéder à une formation une fois par an. Si l'on suivait ce décret à la lettre, il ne devrait se produire en Allemagne aucun accident. Or, il s'en produit autant qu'en France. Quelle en est la raison? D'un côté, le règlement est certainement pertinent. Mais que voulez vous réglementer si les bases de l'action prévue ne sont pas disponibles. Je veux dire par là que si les connaissances concernant une stratégie et une thérapie modernes ne sont pas répandues à tous les niveaux, la formation telle qu'elle est prévue officiellement ne nous est pas d'une grande utilité. J'estime que le problème principal, alors que nous sommes en train de construire l'Europe, ce sont les énormes différences entre les stratégies nationales. Je suis persuadé que nous devons ultérieurement avoir des discussions particulières sur ce sujet. Nous saurons alors s'il existe en Europe différentes réglementations qui sont apparues ici ou là et que ce congrès a peut-être permis de cristalliser, de sorte que chacun de nous puisse ramener chez lui un nouveau savoir.

(M. Üllner) : On ne devrait pas attendre qu'un décret officiel soit promulgué. Le décret indique quand et qui doit être informé. S'il arrive sur le marché un nouveau produit, que l'on peut utiliser et que l'on a testé avec succès, on n'a pas besoin d'un décret officiel pour l'introduire et former les employés à son utilisation. C'est pourquoi, dans notre entreprise, chaque employé est formé chaque année, au sujet du Previn® par exemple, au lavage oculaire, à la douche corporelle, à la pulvérisation de manière tout à fait pratique. Nous avons obtenu ainsi de très bons résultats.

(M. Blomet) : On voudrait savoir quelle est la méthode à utiliser pour de l'acide fluorhydrique à 5 %.

Communication : Dr. Dolfen (...)

Communication : Dr. Nehles (...)

Dr. Schrage : Nous remercions chaleureusement le Dr. Nehles pour la présentation de ce cas intéressant et pour sa description de la fabrication de l'acier. Il est à noter ici que la chaîne a fonctionné. Déjà sur la première photo, les lunettes de protection en particulier m'ont un peu irrité, et ensuite, la modification des mesures de sécurité sur le lieu de travail de manière à les optimiser est une mesure importante et je pense que si la chaîne fonctionne, les cliniques spécialisées dans le traitement des brûlures chimiques auront, Dieu merci, moins de travail. Je vous remercie de votre attention.

Communication : M. Üllner (...)

Dr. Raftopoulo : Tous nos remerciements à M. Üllner pour son étude comparative, dans laquelle il a présenté l'importante stratégie des premiers secours, preuves à l'appui, et surtout, pour avoir encore une fois souligné que la bonne stratégie conduit à des résultats, qui finalement vont convaincre l'employeur, puisqu'elle touche à son poste le plus important, à savoir la réduction des coûts.

(??) : Merci M. Üllner, c'était très convaincant.

Dr. Schrage : Je demande à Monsieur le docteur Flock de nous parler de la mission des organismes de prévention

Communication : Dr. Flock (...)

Dr. Raftopoulo : Nous remercions le docteur Flock pour cette vue d'ensemble de la si charmante réglementation allemande. Cela nous a ouvert les yeux sur le fait que le règlement seul ne nous fait pas progresser, même dans le domaine des premiers secours. Et étant moi-même un allemand au nom grec, je me permets de faire cette remarque : si en Allemagne nous trouvons un jour un règlement, qui va clarifier le marché allemand des matières dangereuses, du point de vue de la stratégie des premiers secours, nous seront encore en retard sur d'autres réglementations européennes et sur les pratiques usuelles dans ce domaine. Je vous remercie.

Weber (Université d'Ulm) : Quels sont les principaux antidotes que les sapeurs pompiers utilisent pour le traitement d'intoxications par la fumée ou que l'on doit mettre en oeuvre dans le cas d'une intoxication collective. Peut-être quelqu'un du Service civil du groupe de Joël Blomet peut répondre à cette question?

Dr. Raftopoulo : Mesdames et Messieurs, ce premier congrès international m'a ouvert les yeux sur plus d'un point, bien que je ne sois pas venu ici avec des yeux brûlés. Je dois donc remercier en premier Monsieur Joël Blomet qui est à l'origine de ce congrès et qui nous a permis ainsi de nous rencontrer. Je suis convaincu que vos yeux se sont ouverts dans de nombreuses directions et que de nombreuses questions ont pu être traitées. Le fait que lors du premier congrès international, nous n'ayons pas pu apporter des solutions à toutes les questions pratiques, cela s'explique par la nature même du sujet. Je me sens donc fier, heureux et honoré d'avoir participé à ce congrès en tant que président et j'espère bien que nous allons nous retrouver ici ou dans un autre lieu autour du même sujet, car je suis convaincu que la stratégie évoquée ici, la philosophie présentée ici d'une nouvelle conception contre les substances nocives pour les tissus, la stratégie des premiers secours mais aussi le traitement clinique constituent la meilleure voie possible. Je vous remercie encore une fois, vous tous et nos intervenants pour leurs admirables prestations. Je n'oublie pas de remercier ceux qui, de l'équipe Prevor, devant ou dans les coulisses, ont permis de mener à bien ce congrès. Enfin, je remercie les interprètes, indispensables dans un congrès international, pour la tâche qu'elles ont accomplie, qui consistait à interpréter sous la pression ce que l'on ne pouvait, hélas! exprimer dans votre langue.

FORUM : ÉVOLUTION DES BRÛLURES

*Professeur S. BAUX, Professeur J.P. CURTES, Professeur J. LORIOT,
Docteur A. RAFTOPOULO.*

Risques hypertrophiques et carcinologiques des cicatrices de brûlures en fonction de l'agent chimique.

On sait que si une plaie ne guérit pas très bien , il y a toujours de mauvaises cicatrices la plupart du temps il y a des hypertrophies. Avec des vieilles cicatrices, il peut y avoir des cancers mais l'on ne sait pas si c'est lié à un produit chimique.

Les problèmes de cicatrices hypertrophiques ne sont pas spécifiques à la brûlure chimique mais se voient dans toutes les brûlures. Quelquefois la distinction est faite entre chéloïdes et cicatrices hypertrophiques, la distinction est mauvaise :

il y a une maturation des cicatrices qui se produit en 6 mois lorsque la cicatrice est normale, elle demande 2 ans lorsque l'on parle d'hypertrophie et si elle ne se produit jamais on parle alors de chéloïde.

Les phénomènes physico-chimiques de la cicatrice sont les mêmes. Il n'existe pas d'explication valable de ces hypertrophies. On peut prendre pour exemple la race noire qu'on dit plus atteinte que la race blanche. J'ai eu une patiente noire, elle s'était fait percer les oreilles, l'une de ses oreilles est strictement normale, sur l'autre oreille j'ai enlevé une cicatrice hypertrophique qui pesait 1kg et demi. Cette femme camerounaise avait les oreilles aussi noires d'un côté que de l'autre, donc la race n'a pas à intervenir. S'il est vrai que pour la race noire les problèmes sont plus fréquents, la réelle explication est une histoire de trouble de collagène ; cela se passe également dans les muqueuses avec des rétrécissements qui ont le même principe que la rétraction des brûlures cutanées.

L'excision de la brûlure le plus tôt possible est toujours tentante.

Le principe de la brûlure étant que l'évolution de la brûlure quelque soit son origine ou quelle soit a tendance à évoluer, à nécroser, si elle nécrose elle s'infecte et si elle persiste et met trop de temps à cicatriser, elle se rétracte. Ceci est une vérité générale de la brûlure qui survient et que l'on voit apparaître partout.

Ingestion d'eau de Javel que faire ?

Arriver le plus vite possible à l'hôpital, on ne sait pas quoi faire tant qu'il n'y a pas eu de fibroscopie. Tenir compte de l'âge de l'enfant, 7 ans est l'âge de raison, à 7 ans on est capable de se suicider comme un grand. S'agissant d'un accident chez un tout petit il n'est pas forcément nécessaire de faire une fibroscopie, à partir de 7 ans si un enfant se suicide

il ne gardera pas le liquide dans la bouche mais l'avalera d'un seul coup.

Dans l'ingestion de produits caustiques en France l'eau de Javel détient la première place, la dilution de l'eau de Javel est bien sur importante ce produit étant souvent acheté en berlingot est dilué au domicile dans une bouteille . Souvent dans une bouteille d'eau, l'eau de Javel est alors diluée . Le centre antipoison s'informe de la dilution, si elle est concentrée, il faut immédiatement se rendre à l'hôpital, si elle est diluée, une surveillance à domicile est suffisante. Dans plus de 90% des cas il s'agit d'une eau de Javel domestique diluée qui pose assez peu de problèmes en pratique clinique quotidienne.

En fonction de ce que l'enfant a ingéré et s'il n'y a pas plus d'une gorgée de produit très dilué autorisation est donnée aux enfants de boire de l'eau. Mais surtout pas comme de nombreux parents le font encore de boire du lait quelque soit le toxique qui a été pris. Au moindre doute, la consultation médicale est un minimum, sinon l'hospitalisation sans rien prendre.

L'eau de Javel est donc moins un problème que des produits très concentrés comme le Destop ou autre.

Brûlure par fumée d'incendie :

La prise en charge est complexe car elle n'est pas seulement thermique mais également chimique. Chez un patient à intuber et ventiler faut-il d'office faire une fibroscopie avec un lavage à l'eau froide, pour d'une part refroidir la lésion et d'autre part aider à décoller les scories présentes de l'arbre trachéo-bronchiques sachant que cela évolue vers un SDRA et qu'il y a problème avec oxygénation du patient ?

Pour les critères d'intubation, les problèmes sont à la fois systémique lié à la présence de gaz asphyxiants comme le CO, le CN chez des patients qui font des troubles de la conscience donc il y a plus que des facteurs irritants qui doivent inciter à recourir à l'intubation quand on le pense nécessaire pour des raisons respiratoires. En ce qui concerne l'aspect de la fibroscopie bronchique chez les gens qui ont déjà des suies présentes au niveau de la sphère O.R.L. la fibroscopie bronchique ne risque pas d'apporter d'éléments beaucoup plus importants dans la réalité du diagnostic de l'inhalation. La difficulté est de savoir si sur le plan thermique les lésions sont normalement haut situées et très rapide dans le temps il y a des possibilités de refroidissement spontanées par le fait que l'arbre trachéo-bronchique est humidifié donc se protège malgré tout des lésions thermiques, ainsi la fibroscopie sera toujours réalisée avec un délai trop important par rapport à l'aspect de l'agression thermique. La question est de savoir si laver ou enlever les suies enlève réellement les toxiques. On sait que les suies peuvent servir de vecteur et sont le témoin du fait que les particules toxiques sont probablement entrées en contact avec la muqueuse bronchique et ont déjà provoqués des réactions inflammatoires par la formation de radicaux libres etc. Il est donc vraisemblable que le fait d'enlever des suies n'ait pas un rôle curatif. La fibroscopie bronchique permet d'aspirer le plus gros du matériel qui encombre l'arbre trachéo-bronchique et permet aussi de faire des aspirations protégées pour la fibroscopie.

D'autres points de vue divergent :

80% des centres de grands brûlés qui ont un patient avec inhalation et intubation font une broncoscopie, un lavage pour éliminer les débris.

Les suies n'ont sans doute pas d'innocuité, ce sont des carbones concentrant un certain nombre de toxiques, le chlore et l'acroléine se fixent dessus et on a des particules à libération prolongée, plus on en enlève mieux ça vaut.

La différence entre les brûlures thermiques et les brûlures chimiques est que pour l'une la victime vit ou meurt très rapidement (si la pièce atteint une température très élevée mort immédiate) . A l'inverse lors de brûlures chimiques, l'intoxication est beaucoup plus insidieuse. La brûlure est donc une lésion très dimensionnelle. La destruction massive et immédiate est la brûlure thermique.

La brûlure chimique par des particules aura une rapidité d'action différente selon le toxique. Sur le plan des brûlures respiratoires quand il y a fibroscopie juste après l'arrivée du malade il y a quelquefois une impression assez fausse de bronches relativement peu atteintes. Quand on a eu des suies, on a des bronches qui semblent légèrement inflammatoires, quand on a la curiosité de refaire une fibroscopie quelques heures après on s'aperçoit alors que les dégâts muqueux sont beaucoup plus importants.

Etaient-ils faits lors de la première fibroscopie sans en avoir l'aspect macroscopique ou ne sont-ils apparus qu'après ? là est la question. De toute façon du point de vue endoscopique il y a une évolutivité importante dans les premières heures. La fibroscopie diagnostic est intéressante d'emblée, le pronostic est plus intéressant à la douzième et à la 24^{ème} heure. Il est nécessaire d'apporter une précision sur l'origine des fibroses après une brûlure locale aux yeux. Avec les métaux liquides qui sont répandus dans les yeux, la cicatrice est active plus longtemps qu'avec des alcalins ou des acides. Le pronostic pour les yeux après une brûlure thermique est beaucoup plus mauvais qu'avec les alcalins.

Avec la brûlure par acide, il y a coagulation des protéines et donc la progression des acides n'est pas énorme. Quant il y a excision sur brûlure par acide cela marche relativement bien. Par contre pour une excision sur brûlure par base avec saponification des graisses il y a une continuation, il y a donc moins de précision dans l'excision qui est souvent à renouveler. La différence dépend du mécanisme, il est regrettable qu'il n'y ait pas plus d'expérimentation sur des lésions locales. Cela pourrait être fait de façon précise sur de la peau animale.

La brûlure thermique est un phénomène agressif qui est relativement instantané, même s'il y a absorption de chaleur et qu'il peut y avoir aide par lavage et refroidissement, la constante de temps est relativement réduite.

La constante de temps pour les brûlures chimiques est beaucoup plus longue et peut évoluer quelquefois sur des heures ou des mois, Il faut profiter de ce phénomène temps pour agir et faire quelque chose.

Il faut faire une différence pour l'ingestion qui a passé le carrefour bucco-pharyngé et qui a atteint l'œsophage et l'ingestion qui reste dans la bouche.

Il vaut sans doute mieux raisonner sur cette constante de temps que sur une classification des causticités.

Sur les brûlures oculaires par base il faut savoir qu'actuellement les données physiopathologiques reconnues expliquent la gravité d'une telle brûlure par une cicatrisation non contrôlée. Après une brûlure oculaire il y aurait des phénomènes de détersion qui seraient tellement importants qu'ils ne seraient pas contrebalancés par des phénomènes de réparation tissulaires, de sorte que cliniquement on se retrouve avec des ulcères récidivants qui ne guérissent pas.

La mesure d'un pH tissulaire est celui d'une acidité titrable. S'il y a des H^+ libres ou des OH^- libres qui apparaissent c'est qu'on a dépassé les capacités tampons d'un tissu. C'est donc la mesure d'une acidité ou d'une basicité libre, tout le système tampon a été consommé. Les moyens de protection sont dépassés.

Ce n'est pas parce que l'on retire que l'on améliore. Dans certaines intoxications la mortalité des intoxications par le paraquat est d'autant plus précoce que l'épuration extra rénale avait été elle-même efficace. Simplement car la méthode pour retirer le paraquat est efficace mais l'organisme était tellement inondé de produits que l'on avait beau en retirer on en retirait pas suffisamment. Il faut donc enlever mais enlever suffisamment.

La caractéristique des neuro-toxiques est d'être plutôt à l'état de micro-goutelettes, la décontamination est importante de même les vésicants sont très liposolubles et passent très vite, sont très vite absorbés par la peau. Dans ces cas là ce qu'il faudrait plutôt évoquer c'est l'accélération de métabolisme inactivateur, travailler sur un certain nombre de produits. Il n'y a pas d'essais thérapeutiques valables et transposables à l'homme.

FORUM : LA BRÛLURE CHIMIQUE, UNE URGENCE VITALE

*Professeur J.P. CURTES, Général H. JULIEN, Professeur J. LORIOT,
Docteur A. RAFTOPOULO. Dr. H. Uellner*

Un cultivateur de la région de l'Aisne a sorti un obus, et a été brûlé à l'hypérite, ce cas n'est pas isolé.

Quels sont les produits à usage ménager ou de bricolage qui contiennent encore de l'acide fluorhydrique ?

Il y a effectivement toujours des produits vendus avec de l'acide fluorhydrique, c'est toujours inférieur à 10 %, c'est toujours de la rubigine ou de l'eau écarlate. Récemment encore il y a eu un cas de décès dans la région de Bordeaux, par ingestion volontaire d'eau écarlate fluorhydrique à moins de 20%. Ce n'est évidemment pas le seul type de produit dangereux et caustique vendu dans le commerce.

Est-ce que le port de gant en blanchisserie industrielle est suffisant ?

Le problème des gants est qu'ils doivent être en bon état. Les gants de ménage classiques comportent le risque de perforation qui entraîneront une lacération. Il faut sans doute utiliser des gants plus efficaces.

Quelle attitude avoir pour une projection d'acide fluorhydrique dans l'œil en milieu industriel ?

L'hexafluorine s'est révélé très efficace. Le lavage doit démarrer immédiatement. Il est une étape obligatoire.

Ce produit est manipulé en milieu industriel, le problème est qu'en dehors du milieu industriel on n'a pas toujours le produit disponible.

Nous sommes au cœur de la problématique, de la mission du médecin du travail.

La première mission est de connaître les risques de l'entreprise, non seulement il est très important de former des secouristes mais également de rédiger des consignes très spécifiques en fonction des produits utilisés. En cas d'accident doivent être prévenus, le Samu, le centre anti-poison et le service médical, dans tous les cas de contacts avec produits chimiques. De bons résultats ont été obtenus avec du gel de gluconate de calcium. Les opérateurs doivent être formés pour s'auto-secourir.

Il y a eu une expérience dans une ville du Japon de moyenne importance, une prévention par campagne de journaux et de télévision sur la brûlure a été faite. En un an la quantité de brûlures a baissé de moitié. La campagne a cessé, en deux ans on était revenu au taux initial. Un opérateur formé doit l'être en formation continue.

Conduite à tenir devant une brûlure par goudron solvant, par colle, intérêt du solvant Neutracia, par produit durcisseur avec dépôt de film plastique sur le visage ?

Existe-t-il un parallélisme entre l'importance de l'étendue et de la profondeur de la brûlure et l'importance de l'hypocalcémie ?

Il est nécessaire de comprendre le mécanisme d'action de l'acide fluorhydrique. Le parallélisme n'est pas établi dans la littérature, mais le fait de par les mécanismes d'actions des ions H^+ qui agissent comme acides et des ions F^- qui agissent comme toxiques peuvent nous permettre en fonction des concentrations, donc dose dépendantes, d'émettre des hypothèses sur un parallélisme.

Nous avons expérimenté sur le lapin la relation dose/effet sur les petites brûlures, nous n'avons pas trouvé de relation. Par contre, un accident a eu lieu chez BAYER, avec une surface étendue, il y a eu hypocalcémie immédiate et cela on le trouve avec des produits très concentrés. En ce qui nous concerne, avec l'acide fluorhydrique 70% sur des petites étendues, nous n'avons pas trouvé de dose dépendance.

C'est un signe de gravité, de passage systémique, mais il faut savoir que dans les raisonnements dans les intoxications par acide fluorhydrique et notamment pour la toxicité systémique personne n'a fait des dosages de fluor urinaire. C'est pourtant un moyen simple de quantifier l'importance de la résorption. A partir de là, plus la surface atteinte est grande plus il y a un risque mais l'on ne peut pas faire de symétrie trop simple. Pour les brûlures caustiques de l'œsophage, on peut observer que lors de brûlures graves par les acides on observe une acidose plasmatique qu'on n'observe pas avec les bases. Il y a donc un certain passage, on mesure en fait le passage systémique de ces produits, plus le contact sera important, plus l'intoxication sera grave. C'est une relation dose/effet qui est très lâche.

Pour la présence d'HF dans les produits domestiques, on peut noter les antirouilles mais il y a également deux autres catégories de produits qui sont susceptibles de contenir de l'acide fluorhydrique généralement relativement dilué autour de 15 à 20%, comme les éclaircisseurs pour le bois dont l'un assez connu est le Panamax. Il y a également d'autres produits plus récents comme les produits servant à nettoyer et décaper les jantes de voiture de sport en aluminium.

Rôle du chirurgien en urgence devant une brûlure chimique ?

Qu'est-ce que c'est que l'urgence ? en fait souvent le chirurgien voit le patient au bout de quelques heures, à ce moment là on a eu le temps de se documenter. Lorsque la brûlure paraît très profonde 2^{ème} degré profond ou 3^{ème} il faut exciser et s'il y a antidote utiliser l'antidote, mais c'est plusieurs heures après.

FORUM : CONTRIBUTION DE LA RECHERCHE A LA CHAÎNE DE SOINS

*Professeur F. BAUD, Professeur J. P. CURTES, Professeur J. LORiot,
Professeur C. GERAUD, Professeur R. PEETERS, Docteur A. RAFTOPOULO.*

Caractérisation de l'aspect amphotère du produit.

Il s'agit d'un mécanisme chimique d'attraction. En ce qui concerne les questions de toxicologie secondaire, jusqu'à maintenant la Diphotérine® n'a jamais été proposée en interne, elle a toujours été proposée par voies externes pour des lavages cutanées.

Il n'y a pas eu encore de toxicologie secondaire de faite.

Actuellement on ne peut pas dire que le produit ne pénètre pas, car s'il y a brûlure il y a effraction cutanée et pénétration du produit. Il est indispensable que des études toxicologiques soient faites si un jour le produit est préconisé en thérapeutique et au niveau des premiers soins.

Il y a des étapes fondamentales qui sont brûlées. Dans les traitements toxico-cinétiques on sait très bien comment évaluer ces traitements. On est déjà dans des étapes de réversion de lésions, il y a déjà le problème de la prévention par exemple pour l'ammoniac un développement logique simple serait déjà de voir ce que devient l'ammoniac en présence de la Diphotérine® et de montrer qu'il y a un complexe qui se forme, le caractériser et le quantifier. A partir de là, il y a le problème de la prévention, il faut démontrer que un mélange Diphotérine® ammoniac est capable de prévenir. Même si cela paraît évident cela ne l'est pas, pour une raison simple, l'ammoniac est là une phase gazeuse, alors que la Diphotérine® va être administrée sous forme de micro-particules. Il y a déjà un problème d'interface, un problème physique et de mixité des deux. Cela peut-être résolu sur des considérations physiques mais il faut montrer qu'elle se passe. Ensuite la granulométrie des gouttes, si ce sont des macro-gouttes elles n'iront pas loin dans l'appareil respiratoire. Donc comment un produit qui serait superficiel protégerait d'un produit qui va pénétrer dans le poumon. Il faut montrer la cartographie de la distribution pulmonaire de la Diphotérine® . Il y a donc un tas d'étapes qui sont brûlées avec un risque non négligeable en toxicologie soit de clamer un résultat trop positif ou éventuellement un échec ; qui pourra s'expliquer. Il y a aussi les proportions en jeu dans la réaction, si on n'administre pas suffisamment d'agent complexant par rapport à la quantité de toxiques présente on va aller à l'échec. Lorsqu'il sera administré par voie pulmonaire il sera considéré comme médicament.

Il n'existe aucun dossier d'absorption concernant l'ammoniac .

Ces résultats ont été montrés pour dire que l'on pouvait faire de la recherche sur le sujet. On est pas du tout dans l'optique de dire que cela marche sur le poumon ou l'œsophage.

En 1986 a été publiée une étude sur les bases, les bases et les acides sont bien connues par nous. Nous ne pouvons montrer dix ans de recherche.

A Anvers il y a eu beaucoup d'expérience de lavage à la Diphotérine® pour atteinte de projections par produits chimiques.

Après deux jours les yeux sont plus irrités et plus rouges que avec un lavage à l'eau les yeux étaient infectés.

Effectivement une étude a été faite. Lorsque le protocole n'a pas été respecté des incidents peuvent se produire.

On ne peut mélanger eau et Diphotérine® lors du lavage.

A Atochem Carlin depuis cinq ans, il y a une grande expérience des brûlures chimiques à l'œil. Les projections ont été recensées. L'eau a d'abord été utilisée, puis la Diphotérine® . Il est clair que depuis que la Diphotérine® est utilisée en lavage immédiat, il n'y a plus de séquelles ophtalmologiques, qu'il s'agisse de bases ou d'acide.

Pourquoi l'eau et la Diphotérine® ne vont-ils pas bien ensemble ?

Le mécanisme de la Diphotérine® fait qu'elle a été calculée pour stopper la pénétration des produits chimiques, pas pour les faire retirer. Dans le protocole d'urgence il est montré que si 50 ml de Diphotérine® dans les 10 premières secondes, ou 500 ml dans la première minute on garantit qu'aucun produit chimique ne pénètre. On a mesuré, qu'il y a pénétration à l'intérieur de l'œil dans les 60 à 90 premières secondes. Le but de la Diphotérine® n'est pas d'aller les chercher, c'est d'empêcher qu'elle rentre. A partir du moment où de l'eau est utilisée, on ne peut plus garantir qu'on a la même chose. C'est pour cela que l'on a des irritations secondaires. Si le produit est en profondeur, il faut une quantité 10, 100 ou 1000 fois plus grande, cela dépend du temps d'intervention pour faire ressortir. Utiliser de l'eau au début peut laisser pénétrer le produit et même l'aider.

Attention il y a de l'eau dans le poumon.

Il est évident que la préoccupation qui nous anime est aussi une vérification complète des paramètres biologiques au cours des expérimentations et notamment de mesurer les pH, la diphotérinémie et diphoterinurie pour pouvoir faire les courbes d'élimination. Cela est extrêmement important.

La dispositif est un dispositif médical, qui répond à une directive européenne bien spécifique, qui fait partie de la classe 1 et des produits stériles. Donc il y a une réglementation bien spécifique.

STRATÉGIE DE PRÉVENTION FACE AUX RISQUES CHIMIQUES

*Professeur J.P. CURTES , Professeur C. GERAUD, Professeur F, Professeur J. LORIOT,
Docteur A. RAFTOPOULO, Docteur N. SCHRAGE.*

Plus une molécule est fixée sur une autre plus cette réaction est exothermique alors est-ce que la réaction de la Diphotérine® avec une autre molécule est oui ou non isothermique ?

Ce n'est pas le caractère de force de fixation qui fait la chaleur, mais le caractère de transformation irréversible. Donc quand la Diphotérine® fixe une autre molécule il n'y a pas de dégagement de chaleur. Nous avons mesuré : 10 ml d'acide chlorhydrique 10 N+ 10 ml de soude dizaine donne une élévation de température de 18, 10 ml d'acide chlorhydrique ou 10 ml de soude + 10 ml de Diphotérine® donne 0,5°.

Il faudrait absolument que lors d'accident les gens passent obligatoirement par le service médical.

Un problème qui se pose lors du lavage à la Diphotérine® pour les brûlures oculaires est que certains blessés souffrent de blépharospasmes très violents ce qui fait qu'ils arrivent parfois à l'infirmerie ayant simplement rincé les paupières et pas l'œil, donc il est très important que les gens qui se soignent sur place, passent au service médical pour s'assurer que le rinçage s'est bien effectué. Est-ce qu'une légère anesthésie de l'œil permet de lever le blépharospasme, et n'y a-t-il pas de risques de lavage à la Diphotérine® à ce moment là ? Des expériences ont été faites sur des animaux .

Avec la Diphotérine® dès qu'on ouvre l'œil la douleur cesse.

Le rôle bénéfique de la prévention est important. La recherche de procédés plus sûrs, par exemple si l'on peut introduire un produit à risques directement à partir d'un stockage en vrac dans la cuve de fabrication, on s'épargne une exposition aux risques. Il faut rédiger des protocoles, des modes opératoires qui intègrent la sécurité au fur et à mesure du mode opératoire, cela paraît important de décrire les risques et les moyens de les prévenir au fur et à mesure que l'opérateur parcourt son mode opératoire. Former les opérateurs eux-mêmes à s'auto-secourir. De surveiller l'état et la disponibilité de matériel de première urgence. Chaque jour chez Dupont de Nemours un opérateur tour à tour est responsable de s'assurer du bon état des moyens secours mis à disposition. L'homme ne doit pas perdre sa vie à la gagner.

Concernant les lavages de l'œil à la Diphotérine®, avec les petits lave'œils individuels oranges, pourquoi ne sont-ils pas transparents ? cela permettrait de voir si le blessé ouvre l'œil.

C'est à cause de la stérilisation, elle est faite par phase vapeur, ce qui signifie que le plastique doit être très résistant.

L'acide fluorhydrique sert au décapage des métaux ; à la gravure sur verre et au polissage des métaux.

Qui peut-on appeler en France afin d'obtenir une conduite thérapeutique et/ou préventive devant une brûlure chimique ?

Appeler les centres anti-poison, les réponses bien que livresques peuvent suffire car il y a échange avec d'autres structures.

Nous pouvons également donner un avis, nous ne répondons pas aux appels d'urgences, sauf aux appels de centres anti-poison ou de médecins hospitaliers s'ils veulent un avis, il y a un temps de réponse de deux heures. Nous ne le faisons que sur des produits pas connus car ce n'est pas notre rôle.

Est-ce que les acides et solvants ont été comparés lors des tests d'efficacité sur la Diphotérine[®], comment a-t-il été procédé ? Y a-t-il des molécules pour lesquelles c'est plus efficace ? Existe-t-il une liste où il y a la hiérarchie de l'efficacité en fonction des produits chimiques.

Le point de départ est très sécuritaire, décontaminer les produits dans leur concentration maximale. La décontamination seuil plancher minimal est de 0,1 mole/litre. Il n'y a donc pas d'échelles de valeurs existantes.

Utilisation du gel au gluconate de calcium pour le traitement des brûlures d'acide fluorhydrique.

C'est un traitement qui permet de chélater en précipitant d'une part le fluor par le calcium, et le gluconate qui piège l'ion H^+ . Le protocole au gluconate de calcium est biaisé, on commence avec de l'eau alors que si le gluconate de calcium était utilisé de suite il y aurait beaucoup de temps de gagné. L'Hexafluorine est gagnante car sur les problèmes de constante de réaction elle est 100 fois plus efficace aussi bien en terme d'attraction de fluor et d'acide. En plus le protocole peut-être démarré de suite, à la fois dans l'œil et sur la peau.

Une étude épidémiologique multi-centrique avec plusieurs entreprise, sur l'efficacité comparée gluconate de calcium et hexafluorine recense divers cas dont l'un concerne une personne tombée dans un bac d'acide fluorhydrique : 20 à 30% d'acide sulfurique, 20% ou 30% d'acide nitrique, 10% d'acide fluorhydrique, il a été retiré en moins de 30 secondes, lavé à l'hexafluorine, il y a juste eu un problème à un œil.

Le gel de gluconate guérit bien sur des blessés dont la brûlure n'a pas été prise en charge immédiatement.

Les produits doivent être accompagné de fiches de sécurité claires, mais également les produits doivent être accompagnés des fiches de sécurité qui intègrent les caractéristiques du poste de travail, car il y a interaction entre le poste de travail et le produits qui peuvent créés de nouveaux risques.

En France on a une grande avance sur la qualité des informations qui sont données dans le milieu du travail.

Comment se procurer du gluconate de calcium ?

Maintenant il y a la formule des hôpitaux de Paris, la formule du centre anti-poison de Rennes, il est également possible de faire faire une préparation magistrale à la pharmacie locale.

Dans le milieu industriel il n'est pas rare d'avoir des brûlures mixtes, chimique et thermique voire abrasive, quelle serait la proposition à apporter dans ce genre de situation ?

La Diphotérine® ayant les mêmes propriétés de transport de chaleur que l'eau peut-être utilisée immédiatement en lieu et place de l'eau pour les brûlures chimiques chaudes.

Une brûlure chaude est une brûlure thermique mais avec un deuxième problème gravissime, toutes les réactions sont potentialisées et vont beaucoup plus vite. Il faut donc absorber au plus vite. Des protocoles écrits par PREVOR sont demandés.

Est-ce que en cas de brûlures oculaires mixtes un conditionnement de 500 ml couvre les deux versants de la lésion, effet chimique et thermique ?

Le problème de la brûlure oculaire chimique et thermique est très rare à cause des larmes. Le conditionnement en 500 ml est un dosage prévu pour l'œil.

Pour qu'une norme soit faite elle doit avoir un sens. Aujourd'hui, la Diphotérine® est classée en dispositif médical, c'est à dire un système de lavage, nous ne revendiquons pas pour de nombreuses raisons de changer. Le marché essentiel est celui de l'urgence.

La démarche qui vient d'être entreprise en ce qui concerne la brûlure oesophagienne nous amènera forcément à un médicament. Notre grande chance est que nous faisons pour l'instant de la recherche sans être obligé de commercialiser, aujourd'hui il est beaucoup trop tôt pour donner un avis définitif sur les recherches en cours.