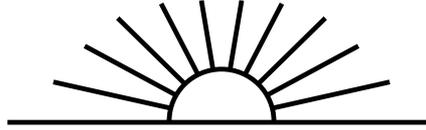


ÉTUDE COMPARATIVE DES MÉTHODES DE LAVAGE DES ACCIDENTS DE SOUDE A PROPOS DE 45 OBSERVATIONS



*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.

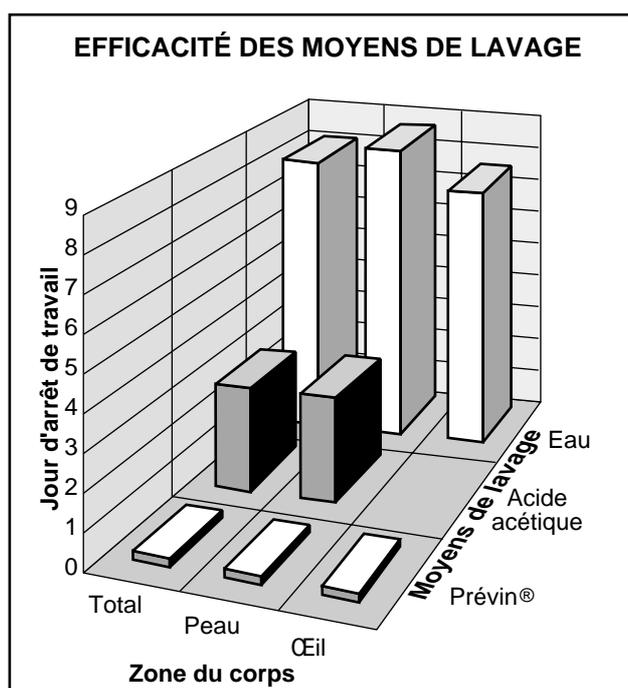
V.3 Conclusion

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.1 Données

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

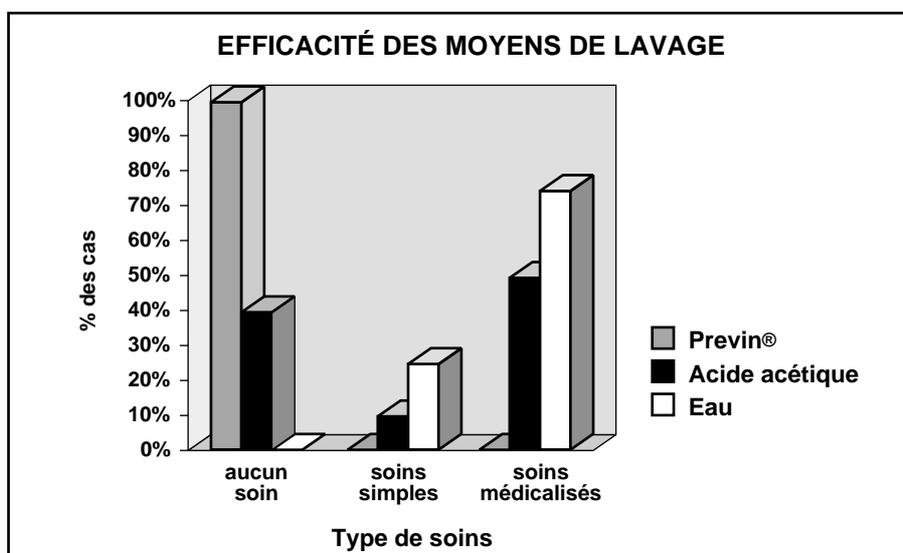
Tableau n°9 : Calcul par la méthode de Schwartz de la probabilité que les classes soient équivalentes

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.

	Pas de différence significative			
	Prévin®	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 ± 0,4	2,91 J ± 4,3	8 J ± 8,12
Aucun soin	100% ± 15%	15% ± 0%	0 ± 15%
Soins simples	0 ± 15%	15% ± 80%	25% ± 15%
Soins médicalisés	0 ± 15%	15% ± 20%	75% ± 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 trouver 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 Monatsblätter 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. Aungenheilkd. 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