

Évolution des pratiques hygiène et sécurité dans les laboratoires de chimie (1982-2002)

Florence Kotzyba-Hibert

Abstract Evolution of safety practices in chemistry laboratories (1982-2002)

This article presents the analysis of a survey that was achieved with chemists working in public research laboratories (CNRS-University). The purpose of this survey was to compare past and present laboratory practices in chemistry to evaluate the influence of prevention on its evolution. Over the last two decades, the use of individual and collective protections has increased, the knowledge of first aid practice has spread and the management of toxic waste has been improved. However, other practices still have to be changed concerning the use and management of carcinogenic compounds and material, the habit to work alone and the insufficient use of incident's logbook. This local investigation might be extended to laboratories working on others topics (biology, physics, radioactivity) in different public laboratories and might represent a useful tool of risk assessment for chemists during experiments, with the aim of adopting preventive measures.

Mots-clés Hygiène et sécurité, laboratoire de chimie, évolution des pratiques, évaluation des risques, prévention.

Key-words Safety, chemical laboratory, practice evolution, risk assessment, preventive measures.

Un questionnaire [1] a été soumis à des chimistes expérimentés dans le but de comparer les pratiques d'hier et d'aujourd'hui en matière d'hygiène et sécurité, et de mesurer la prise en compte de la prévention sur l'évolution des pratiques de laboratoire.

Les thèmes suivants ont été abordés, chaque thème étant étayé par plusieurs questions (105 au total) :

- le chimiste dans son laboratoire : les protections collectives,
- le chimiste dans son laboratoire : les protections individuelles,
- le chimiste face à la mise en œuvre de toute expérience,
- le chimiste et les solvants utilisés lors des expériences,
- le chimiste et les produits chimiques utilisés lors des expériences,
- le chimiste face à une situation d'urgence,
- le chimiste face à l'élimination des déchets chimiques.

Cet article fait le bilan, point par point, des réponses obtenues et analyse l'évolution des pratiques au cours des vingt dernières années dans des laboratoires de chimie organique répartis sur différents campus universitaires de Strasbourg.

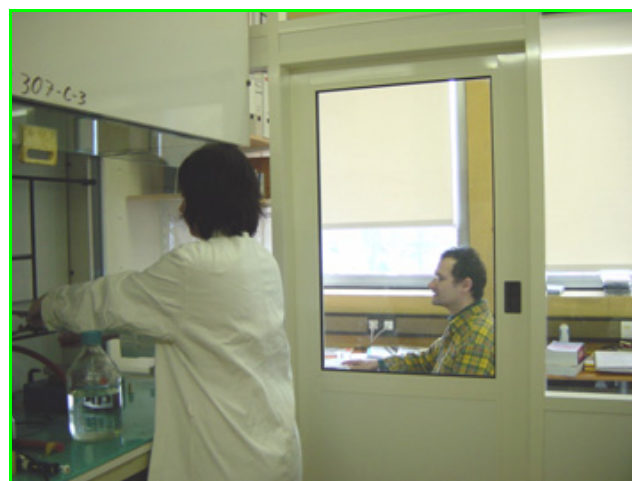
Le chimiste dans son laboratoire : les protections collectives

- Malgré un réel effort, les bureaux de la moitié des expérimentateurs sont encore situés dans les salles d'expérimentation (55/93) [2]. Il subsiste encore quelques chimistes qui fument (3/64) et mangent (11/31) dans les laboratoires.

- Pour réaliser ses expériences, le chimiste dispose d'une paillasse (83/80) et d'une sorbonne personnelle (72/64) [3]. Lorsque l'expérience présente un risque, il manipule plus qu'avant sous sa sorbonne pour réaliser les colonnes de

chromatographie liquide (82/55), les distillations (86/76) et autant qu'avant pour réaliser les réactions à chaud (90/90).

- Il stocke davantage ses produits chimiques dans des locaux spéciaux ventilés (60/11) ou des armoires ventilées (80/4). Ce stockage est effectué, comme par le passé, en fonction des caractéristiques physico-chimiques des produits : acide/base (81/74), froid ou température ambiante



Isolation d'espaces bureaux par rapport aux salles d'expérimentation.

Un espace bureau, isolé de la salle d'expérimentation, a été créé par cloisonnement de la partie fenêtre du laboratoire. Le cloisonnement permet une isolation phonique et atmosphérique par rapport à l'activité chimique. A noter que les cloisons et ouvertures doivent être réalisées selon les normes de sécurité incendie en vigueur et que cette solution est à adopter lorsque l'exiguïté des locaux ne permet pas de consacrer une pièce séparée aux bureaux des expérimentateurs.

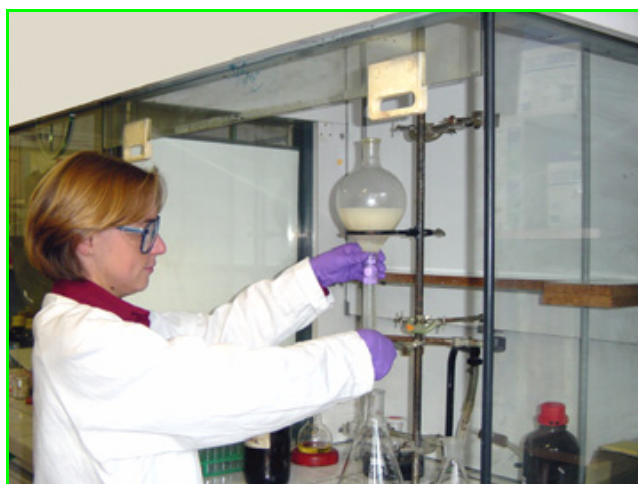
La vitre de la sorbonne, baissée pendant les manipulations à 40 cm de hauteur, est remontée sur ce cliché pour des raisons techniques de meilleure visibilité de l'opération en cours.

(96/89), milieu anhydre ou non (81/72). Par contre, seulement un quart des chimistes prend en compte le caractère CMR [4] du produit pour le stockage (27/15). Il reste encore des produits chimiques stockés sur les paillasse (46/70) et sous les sorbonnes où le manipulateur travaille (69/83).

- Le chimiste pèse toujours ses produits sur une balance située sur la paillasse (89/100), même s'il est plus vigilant lorsque les produits sont toxiques (sous sorbonne : 66/65).
- Les réfrigérateurs et congélateurs sont plus souvent sécurisés (84/45), les bouteilles de gaz sont attachées presque en totalité (97/81).
- L'évaporation des solvants à l'évaporateur rotatif se fait toujours sur la paillasse (73/75), mais on commence à les sécuriser contre les risques d'implosion/explosion (27/4) : ajouts de filets ou inclusion d'office à l'achat (film plastique).
- En cas de risque d'explosion, certains chimistes, mais pas tous, disposent d'un écran mobile de protection (63/56).

L'environnement du chimiste dans son laboratoire : protections individuelles

- La blouse est portée presque systématiquement dans la salle d'expérimentation (87/77), ainsi que les lunettes de protection (94/45).
- Pour les personnes porteuses de verre de correction, peu portent des surlunettes (16/0) ou des lunettes de protection équipées de verres correcteurs (16/20) [5].
- Pour manipuler, on utilise plus souvent des gants de protection (80/64), majoritairement en latex (95/86) [6]. En 2002, les autres types de gants utilisés alternativement sont les gants nitriles (26 %) et les gants de ménage (74 %, largement utilisés pour laver la verrerie). On change souvent de gants (75/68).
- Pour manipuler des produits pulvérulents, on n'utilise pas suffisamment de masques anti-poussières (38/23).
- Pour transvaser des solvants usagés dans des cuves, avant enlèvement par une entreprise spécialisée, on n'utilise



Protections collectives (sorbonne) et individuelles (blouse, gants, lunettes).

L'expérimentatrice réalise une extraction sous la sorbonne peu encombrée et ventilée selon les normes en vigueur (protection collective).

Elle porte une blouse, des lunettes de protection avec coques latérales et des gants nitriles, conseillés pour la plupart des manipulations en chimie (protections individuelles).

La vitre de la sorbonne, baissée pendant les manipulations à 40 cm de hauteur, est remontée sur ce cliché pour des raisons techniques de meilleure visibilité de l'opération en cours.

pas suffisamment de masques à cartouches adaptées (28/6) et la vérification de la validité de la cartouche est insuffisante (46/16).

Le chimiste face à la mise en œuvre de toute expérience

- Avant de réaliser une nouvelle expérience, le manipulateur dégage son poste de travail (80/77), il note ses expériences au préalable dans un cahier (100/93) et son collègue le plus proche est informé (96/100). La plupart des chimistes identifient les expériences en cours par affichage au-dessus du poste de travail (73/45).
- Les expériences qui se poursuivent la nuit sont signalées sur le plan de travail (65/35), mais très peu à l'entrée de la salle (26/15). Elles sont insuffisamment sécurisées par contrôle des organes de coupure des fluides (26/19).
- Même si le phénomène décroît, certains chimistes manipulent encore seuls au laboratoire (38/80) pour réaliser des expériences à risques comme des distillations (44/72), des réactions à chaud (44/78) et l'évaporation des solvants (62/96).

Le chimiste et les solvants utilisés lors des expériences

- Le chimiste utilise encore ponctuellement le chloroforme (54/87), le benzène (43/69), le méthanol (82/97) et l'hexane (82/87). Cependant, il les remplace quand c'est possible : le chloroforme par le chlorure de méthylène (76/64) et le benzène par le toluène (76/71), en particulier comme éluant de chromatographie liquide. Le remplacement du méthanol (par l'éthanol) (40/25) et de l'hexane (par l'heptane) (26/7) reste plus difficile en raison de propriétés physico-chimiques différentes et du coût de l'heptane.
- Les manipulateurs savent, pour un tiers d'entre eux seulement, que la quantité de solvant autorisée dans la salle d'expérimentation est limitée (30/3), mais ne savent pas quelle est cette quantité. Ils fractionnent moins leurs solvants (28/43) et le font plus couramment dans des récipients correctement étiquetés (82/65).
- Ils lavent leur verrerie eux-mêmes (90/96) et le tiers des usagers dispose maintenant d'un évier ventilé (36/6) (voir photo page suivante).
- L'évaporation des solvants se fait toujours en grande majorité à la trompe à eau (95/100) ou à la pompe à palettes (52/77) lorsque nécessaire. Des pompes à membrane spéciales ont fait leur apparition dans les laboratoires (50/5) permettant d'économiser l'eau et de condenser plus efficacement les solvants.

Le chimiste et les produits chimiques utilisés lors des expériences

- Lorsque le chimiste utilise un nouveau produit, il lit les consignes sur l'étiquette (87/77), il consulte un peu moins sa fiche pratique de sécurité (60/45), ainsi que les phrases de risques R et conseils de prudence S (53/35). Il choisira, à rendement équivalent, le protocole qui utilise les solvants et produits chimiques les moins dangereux (93/76).
- Il fractionne peu les produits chimiques (22/12) et le fait dans des récipients correctement étiquetés (66/30).
- Il connaît peu les reprotoxiques manipulés au laboratoire (35/11). La chimiste, en tant que femme, connaît mal les risques dus à la manipulation des reprotoxiques (37/22) et



L'évier ventilé.

L'expérimentatrice lave sa verrerie sous un évier ventilé. Elle est équipée de protections individuelles (blouse, lunettes, gants type « ménage » peu onéreux et résistants à l'acétone) et déverse ses solvants de rinçage dans un bidon situé sous l'évier grâce à un entonnoir placé au fond de la sorbonne.

La vitre de la sorbonne, baissée pendant les manipulations à 40 cm de hauteur, est remontée sur ce cliché pour des raisons techniques de meilleure visibilité de l'opération en cours.

les premiers gestes à faire pour le secourir (58/38). Le nombre de chimistes possédant la formation SST (sauveteur secouriste du travail) est cependant encore trop faible au regard des risques encourus dans les laboratoires (38/34) et ceux formés ne sont pas suffisamment recyclés (24/8).

En cas de projections oculaires, le chimiste dispose plus souvent d'un rince-œil à proximité (76/52). En cas de brûlure thermique ou chimique, il dispose d'une douche (93/91), mais encore trop peu disposent d'une douche tempérée à proximité (45/30).

- En cas de déversement accidentel d'un produit, l'expérimentateur connaît un peu mieux le protocole pour décontaminer et nettoyer (57/46).

- Lorsque surviennent des incidents et accidents au laboratoire, ils sont plus régulièrement notés dans un registre de sécurité (58/10), mais c'est encore insuffisant.

- La majorité des chimistes savent qu'ils doivent être convoqués périodiquement par leur médecin de prévention (89/79), et ceci à raison d'une visite tous les ans (84/67).

Le chimiste face à l'élimination des déchets

Le chimiste gère ses déchets comme suit :

- Les produits chimiques inutilisés ne sont plus jetés à l'évier (8/48), mais détruits quand c'est possible (68/38) et surtout collectés et éliminés par une société spécialisée (96/46) [7].

- Les solvants usagés ne sont pratiquement plus jetés à l'évier (8/61), mais collectés et éliminés par une société spécialisée (100/52).

- Les phases aqueuses acide/base sont encore jetées à l'évier (46/83) après neutralisation (81/69), peu collectées et éliminées par une société spécialisée (4/0).

- Les résidus de colonne de chromatographie sont moins souvent jetés à la poubelle directement (25/78), mais encore

n'avertit pas automatiquement son médecin en cas de grossesse (40/43).

- Même si l'on observe une forte diminution, on utilise encore des matériaux en amiante dans les laboratoires (25/72) comme des chauffe-ballons (25/89), des plaques de bec bunsen (9/75) ; les gants isolants en amiante ont cependant disparu (0/50).

Le chimiste face à une situation d'urgence

- Dans les salles d'expérimentation, les règles et procédures d'urgence sont davantage affichées (61/36). En cas de feu, le chimiste sait qui alerter (93/97) et sait utiliser les extincteurs appropriés (86/83) : il connaît mieux les consignes à appliquer avant l'évacuation (83/61).

- En cas de malaise ou d'accident d'un collègue, plus d'expérimentateurs connaissent

les premiers gestes à faire pour le secourir (58/38). Le nombre de chimistes possédant la formation SST (sauveteur secouriste du travail) est cependant encore trop faible au regard des risques encourus dans les laboratoires (38/34) et ceux formés ne sont pas suffisamment recyclés (24/8).

- Les produits chimiques inutilisés ne sont plus jetés à l'évier (8/48), mais détruits quand c'est possible (68/38) et surtout collectés et éliminés par une société spécialisée (96/46) [7].

- Les solvants usagés ne sont pratiquement plus jetés à l'évier (8/61), mais collectés et éliminés par une société spécialisée (100/52).

- Les phases aqueuses acide/base sont encore jetées à l'évier (46/83) après neutralisation (81/69), peu collectées et éliminées par une société spécialisée (4/0).

- Les résidus de colonne de chromatographie sont moins souvent jetés à la poubelle directement (25/78), mais encore

Conclusion

Le but de cette étude était de mettre en avant la prise en compte de la prévention et de la connaissance des risques sur l'évolution des pratiques de laboratoire.

De réels efforts ont été réalisés dans les laboratoires. Ainsi, on peut noter que le chimiste manipule essentiellement sous une sorbonne, que la majorité dispose d'une sorbonne personnelle, que les produits chimiques sont stockés dans des armoires ou locaux ventilés, qu'on utilise beaucoup plus les protections individuelles (blouse, lunettes, gants), qu'on identifie mieux ses expériences à risques, qu'on maîtrise mieux les consignes et gestes de premiers secours, qu'on gère mieux l'élimination de ses déchets.

Certaines pratiques sont à revoir, en particulier concernant les cancérigènes, mutagènes et reprotoxiques (CMR) qui sont encore utilisés (matériaux en amiante ou solvants comme le benzène, le chloroforme), ou dont le manipulateur évalue mal le risque (pesée, stockage des produits chimiques CMR, reprotoxicité pour les jeunes expérimentatrices...). La nouvelle réglementation concernant les CMR doit être mise en place rapidement dans les laboratoires de recherche publics [8].

La moitié des manipulateurs ont leur bureau encore localisé dans les salles d'expérimentation. Le travail isolé, en particulier le soir et le week-end, existe encore largement pour réaliser des expériences à risque. Les expériences de nuit sont mal balisées et mal sécurisées. Le registre de sécurité est sous-employé, même si la moitié des expérimentateurs l'utilise régulièrement. Le nombre de chimistes formés au secourisme est encore insuffisant, même s'il est en progression.

Cette étude réalisée sur un petit nombre de chimistes n'est représentative que des pratiques locales : elle n'a pas l'ambition de refléter la réalité dans tous les laboratoires de recherche de chimie organique. Dans cette optique, elle devrait être élargie à un plus grand nombre de chimistes et à d'autres sites. Elle reflète néanmoins les grandes tendances que l'on retrouve dans les laboratoires de recherche publics, lorsque l'on discute avec différents acteurs de la prévention [9].

Dans tous les cas, ce questionnaire dans sa version 2003 [10] peut être un outil d'évaluation des risques pour les acteurs de la prévention dans les laboratoires de chimie, en particulier pour les ACMO [11]. Il peut en effet servir à améliorer les conditions de travail, à changer certaines pratiques dangereuses qui subsistent dans les laboratoires et, *in fine*, à prévenir incidents et accidents pour le bénéfice de tous.

Remerciements

Je tiens à remercier André Picot et Jean Ducret pour la dynamique qu'ils ont su créer au cours de l'école thématique « le risque chimique en laboratoire de recherche » (Dolleren, 16-23/06/2000), où différents acteurs de la prévention en matière d'hygiène et sécurité (inspecteurs et ingénieurs hygiène et sécurité, médecins de prévention, infirmières et ACGMO CNRS, université) ont pu se rencontrer et échanger leurs expériences.

Un remerciement aux préventeurs qui m'ont aidée à optimiser ce questionnaire au cours de l'action nationale de formation du CNRS « le risque chimique en laboratoire de recherche » (La Londe les Maures, 19-23/11/2001).

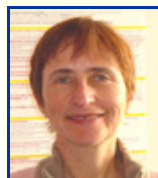
Un grand merci à tous les chimistes strasbourgeois qui ont bien voulu consacrer un peu de leur temps pour répondre aux 105 questions avec franchise.

Notes

- [1] Les résultats d'une première enquête (2001) ont été exposés lors de « l'action nationale sur les risques chimiques en laboratoire » (La Londe les Maures, 19-23/11/2001). Un travail collectif au cours de cette formation a permis de compléter et d'essayer d'optimiser ce questionnaire. Il a été soumis à un échantillonnage de chimistes strasbourgeois expérimentés (35 de plus de 15 ans d'ancienneté) travaillant dans différents laboratoires de recherche publics (CNRS-université). Les résultats de cette deuxième enquête (2002) sont exposés dans cet article.
- [2] (X/Y) correspond à X : pourcentage de réponses positives à la question posée pour les pratiques en 2002, Y : pourcentage de réponses positives à la question posée pour les pratiques en 1982.
- [3] Les sorbonnes utilisées doivent être contrôlées périodiquement pour s'assurer que les mesures de confinement sont aux normes (la mesure de la vitesse d'air extrait doit être de 0,5 m/s et en aucun point inférieure à 0,4 m/s).
- [4] CMR : cancérigènes, mutagènes et reprotoxiques (anciennement génotoxiques). Pour information, consulter le dossier sur les « risques

liés à la manipulation des produits cancérigènes » réalisé avec l'aide du classement du CIRC de Lyon (Centre International de Recherche sur le Cancer), dans le cadre de l'association Toxicologie-CNAM par André Picot, Jean-Claude Zerbib, Marcel Castegnaro et Josyane Guéry (réactualisation mars 2002, téléchargeable sur le site atctoxicologie.ifrance.com).

- [5] Les lunettes de vue représentent des protections insuffisantes face aux risques de projections accidentelles : la protection englobante assurée par des surlunettes est indispensable.
- [6] L'utilisation systématique et presque toujours inappropriée des gants latex est préoccupante. Une information nuancée doit être réalisée auprès des utilisateurs pour leur indiquer quel type de gants utiliser pour quelle type d'expérience. Par ailleurs, le port de gants doit être réservé aux expériences présentant des risques réels de contact pour le manipulateur et en aucun cas être porté sans discernement du matin au soir : risques d'allergie et de contamination chimique au laboratoire si les gants ne sont pas changés régulièrement.
- [7] La société spécialisée qui collecte et élimine les déchets doit fournir à son client producteur de déchets un bordereau de suivi des déchets indispensable en cas de contrôle.
- [8] Décret du 1^{er} février 2001 (CMR).
- [9] Les différents acteurs de la prévention peuvent se regrouper au sein de l'ADHYS (Association de Développement de l'Hygiène et la Sécurité) dans les organismes de recherche publics ; à consulter : www.adhys.org.
- [10] La version 2003 est disponible sur demande à kotzyba@bioorga.u-strasbg.fr. Une enquête du même type pourrait être réalisée sur l'évolution des pratiques dans les laboratoires de biologie, sachant que de nouveaux risques sont apparus, en particulier avec la biologie moléculaire.
- [11] ACGMO : agent chargé de la mise en œuvre des règles d'hygiène et de sécurité au CNRS et/ou à l'université.



Florence Kotzyba-Hibert

est chargée de recherche CNRS, ACGMO [11] de l'UMR 7514 et présidente du CHS de l'université Louis Pasteur*.

* Laboratoire de chimie bioorganique, UMR 7514 CNRS, Faculté de pharmacie, Université Louis Pasteur, BP 24, 67401 Illkirch Cedex.
E-mail : kotzyba@bioorga.u-strasbg.fr

Devenez Hygiéniste du travail et de l'environnement

L'Institut d'Hygiène Industrielle et de l'Environnement (IHIE) du Cnam vous propose une formation multidisciplinaire validée par un **diplôme (niveau Bac+5)** du Conservatoire national des arts et métiers (Cnam).

C'est une **formation professionnalisante** de 1363 heures comprenant :

- Des enseignements théoriques et pratiques organisés en 5 modules capitalisables totalisant 663 heures et dispensés par des enseignants universitaires et professionnels,
- Une mission en entreprise (stage pratique) de 700 heures assurant un bon apprentissage de la mise en œuvre des connaissances acquises.

Niveau requis pour accéder à la formation Hyten de l'IHIE :

- Bac + 4 scientifique ou technique minimum, ou
- Bac + 2 scientifique et validation des acquis de l'expérience.

Renseignements et inscriptions :

Cnam - Ihie Nord

Avenue des Facultés
80025 AMIENS cedex 01
Tél. 03 22 33 65 68
dossanto@cnam.fr

Cnam - Ihie Ouest

122 rue de Frémur
BP 240
49002 ANGERS cedex 01
Tél. 02 41 66 10 60
ihie@cnam-paysdelaloire.fr

Cnam - Ihie Rhône Alpes

181 av. J. Jaurès
BP 7058
69348 LYON cedex 07
Tél. 04 78 61 95 62
Catherine.ygnace@cnam.fr

Cnam - Ihie Paca

Place des Abattoirs,
360 Chemin de la Madrague Ville,
13344 Marseille Cdx 15
Tél. 04 91 60 79 02
cossierat@cnam.fr

Cnam - Ihie Paris

292 rue St-Martin
75141 PARIS Cedex 141
Tél. 01 53 01 80 62
Ihie@cnam.fr
<http://www.cnam.fr/instituts/ihie>

CONSERVATOIRE
NATIONAL
DES ARTS
ET MÉTIERS

I.H.I.E.