



HAL
open science

Méthodologie d'évaluation semi-quantitative du risque chimique en établissement de soins

Adèle Berrubé, Luc Mosqueron, Dorothée Cavereau, Jean-Pierre Gangneux,
Olivier Thomas

► **To cite this version:**

Adèle Berrubé, Luc Mosqueron, Dorothée Cavereau, Jean-Pierre Gangneux, Olivier Thomas. Méthodologie d'évaluation semi-quantitative du risque chimique en établissement de soins. *Environnement, Risques & Santé*, 2013, 12 (6), pp.508-520. 10.1684/ers.2013.0659 . hal-00952349

HAL Id: hal-00952349

<https://univ-rennes.hal.science/hal-00952349>

Submitted on 6 Jan 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

Méthodologie d'évaluation semi-quantitative du risque chimique en établissement de soins

ADÈLE BERRUBÉ¹
LUC MOSQUERON¹
DOROTHÉE CAVEREAU¹
JEAN-PIERRE GANGNEUX²
OLIVIER THOMAS³

¹ Veolia Environnement-
Recherche et Innovation
Pôle « Évaluation et veille
sanitaire »
10, rue Jacques-Daguerre
92500 Rueil-Malmaison
France
<adele.berrube@veolia.
com>
<luc.mosqueron@veolia.
com>
<dorothee.cavereau
@veolia.com>

² CHU de Rennes
Inserm U1085-IRSET
Université Rennes 1
Laboratoire de
parasitologie-mycologie
2, rue Henri-le-Guilloux
35000 Rennes
France
<Jean-Pierre.Gangneux@u-
niv-rennes1.fr>

³ EHESP
Laboratoire d'étude et de
recherche en
environnement-santé
Avenue du Professeur-
Léon-Bernard
35043 Rennes
France
<olivier.thomas@ehesp.fr>

Résumé. La diversité des produits chimiques utilisés en établissement de santé (détergents-désinfectants, solutions hydro-alcooliques, médicaments, etc.) et l'évolution récente de la réglementation sur la qualité de l'air intérieur (QAI) dans les établissements recevant du public (ERP) requièrent une meilleure connaissance du risque chimique dans cet environnement particulier. Dans ce contexte, une méthodologie d'évaluation semi-quantitative du risque chimique (ESQRC) a été élaborée afin de hiérarchiser le risque par inhalation selon les secteurs d'activités et les agents chimiques. Basée sur une approche similaire à celle qui est usuellement mise en œuvre en milieu professionnel, la méthodologie développée s'appuie sur la définition de classes d'exposition et de classes de danger dont la combinaison génère une matrice de risque. Quatre critères ont été retenus pour déterminer la classe d'exposition : quantité et fréquence d'utilisation de l'agent chimique, capacité à se retrouver dans l'air et nature des équipements de protection collective (EPC) associés à chaque zone. De même, la classe de danger a été établie à partir de quatre critères : classement cancérigène, mutagène et reprotoxique (CMR), existence de valeurs toxicologiques de référence (VTR), de valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) et de phrases de risque. La méthodologie proposée a été testée dans le centre hospitalier universitaire (CHU) de Rennes, sur cinq secteurs d'activité spécifiques où une enquête dédiée a permis de recueillir les informations nécessaires. Les résultats de la hiérarchisation témoignent d'une spécificité spatiale du risque chimique. Parmi les locaux étudiés, le laboratoire de parasitologie-mycologie et la chambre d'hospitalisation apparaissent comme deux zones prioritaires en termes de risque chimique. Les détergents-désinfectants, compte tenu de leur large utilisation dans le milieu hospitalier et de la volatilité de certains composants (alcools), contribuent à une élévation des niveaux de risque dans l'ensemble des zones. Le modèle s'avère donc discriminant en termes de zones et de substances.

Mots clés : évaluation des risques ; hôpitaux ; qualité de l'air intérieur ; pollution de l'air.

Abstract

Methodology for semi-quantitative chemical risk assessments in healthcare facilities

The diversity of chemicals used in hospitals (detergents-disinfectants, alcohol-based hand sanitizers, drugs, etc.) and recent developments in indoor air quality regulation of public-access buildings require a better understanding of chemical risks in this particular environment. We developed a methodology for semi-quantitative chemical risk assessments in this environment to prioritize inhalation risks by sector and chemical. This methodology is based on a similar approach in the workplace that defines classes of exposures and of hazards. Their combination produces a risk matrix. Four criteria were used to determine the exposure classes: quantity and frequency of the chemical's use, volatility (vapor pressure), and the type of collective protective equipment associated with each area. The hazard class is also derived from four criteria: classification as carcinogenic, mutagenic, or toxic to reproduction, the existence of a toxicity reference value, occupational exposure limit values, and risk phrases (official risk descriptions, on labels,

data sheets, etc). This methodology was tested in the Rennes University Hospital (Rennes, France) in five different hospital areas, with a specific survey undertaken to collect data about chemicals in each area. The results show the spatial specificity of chemical risks. Among the various sites analysed, the chemical risks of two require priority attention: the parasitology-mycology laboratory and patients' rooms. Because of their wide use in the hospital and the volatility of some of their components (alcohols), detergents-disinfectants contribute to increasing risk levels in all areas. The model is therefore discriminatory in terms of areas and substances.

Key words: air pollution; air quality, indoor; hospitals; risk assessment.

Dans le cadre de la loi Grenelle 2, les pouvoirs publics français ont récemment mis en œuvre une réglementation visant à une obligation de surveillance de la qualité de l'air intérieur (QAI) dans certains établissements recevant du public (ERP) afin de limiter les risques chimiques pour la santé des occupants [1]. L'application de cette surveillance dans les structures sociales et médicosociales rattachées aux établissements de santé et dans les structures de soins de longue durée de ces établissements est prévue à l'horizon 2023.

À ce jour, l'exposition du personnel hospitalier aux agents chimiques reste mal connue [2, 3]. Pourtant, les établissements de soins représentent un environnement spécifique du fait notamment de l'utilisation d'une large variété de produits chimiques (détergents-désinfectants, solutions hydro-alcooliques, médicaments, gaz anesthésiques, etc.) dont la nature, la quantité et les lieux d'utilisation sont modulés par les activités exercées [4-7]. S'ils sont inhalés, certains agents chimiques constitutifs de ces produits (formaldéhyde, peroxyde d'hydrogène, isopropanol, etc.) peuvent générer des effets néfastes sur la santé.

Afin d'identifier les situations exposantes, les hiérarchiser puis proposer, si nécessaire, des mesures visant à réduire le risque pour la santé du personnel hospitalier, une amélioration des connaissances apparaît nécessaire. Face à la multiplicité des produits utilisés, des outils de première approche, telle que l'évaluation semi-quantitative du risque chimique (ESQRC) utilisée en milieu professionnel, permettent d'acquérir des connaissances sur les niveaux d'exposition et de risque aux agents chimiques à partir de critères simples et facilement accessibles [8].

Bien qu'aucune méthode universelle n'existe à ce jour, différents organismes et groupes de travail ont proposé des outils s'appuyant sur des scores (ou indices) de danger et des scores d'exposition [8-10]. Ces scores sont définis sur la base de différents critères simples permettant de caractériser le potentiel dangereux de l'agent chimique (phrases de risque, pictogrammes, etc.) et d'estimer l'exposition (fréquence, quantité, durée d'utilisation, etc.). La combinaison de ces scores conduit à un niveau de risque auquel est associé un niveau de priorité d'action. L'analyse des méthodes existantes a permis de mettre en lumière certaines de leurs limites. Ainsi, des

critères jugés pertinents pour caractériser les niveaux d'exposition par inhalation, tels que la capacité d'un agent chimique à se retrouver dans l'air ou encore ses quantités et fréquences d'utilisation, ne sont pas systématiquement retenus. L'analyse du danger se limite généralement à la prise en compte de peu de critères (phrases de risque, pictogrammes, etc.) alors que des critères sanitaires plus pertinents mériteraient d'être introduits (valeurs toxicologiques de référence [VTR], classement cancérigène, mutagène et reprotoxique [CMR]). Enfin, certaines méthodes sont parfois difficiles à mettre en œuvre car elles requièrent des niveaux d'information difficilement accessibles sur le terrain tels que le niveau de performance d'un dispositif de traitement de l'air.

Sur la base de cette analyse, une méthode d'ESQRC par inhalation spécifique aux établissements de soins a été développée et testée au Centre hospitalier universitaire (CHU) de Rennes. Les données nécessaires à l'ESQRC ont été obtenues lors d'une enquête menée *in situ* [11]. Cinq secteurs du CHU ont été sélectionnés sur la base de la diversité de leurs activités, de la nature des produits chimiques manipulés et de leur représentativité du milieu hospitalier : le laboratoire de parasitologie-mycologie (composé de six pièces), une chambre d'hospitalisation et une salle des soins infirmiers du service de neurochirurgie, une unité de désinfection d'endoscopes et le hall d'accueil, ce dernier étant retenu comme point de comparaison.

S'inscrivant dans un projet plus global (projet AICHA¹) intégrant une campagne de mesures, les résultats de ce travail de hiérarchisation ont permis de guider le choix des substances à rechercher en priorité. Le projet AICHA, dont les résultats sont présentés par ailleurs [12], est une étude de faisabilité destinée à améliorer les connaissances sur le niveau d'exposition à la pollution de l'air intérieur des personnels et patients dans un établissement de soins, sur la base de mesures d'ambiance.

Le présent article décrit la méthode d'ESQRC proposée et les principaux résultats. Il n'aborde pas les

¹ AICHA : Air Intérieur et pollution Chimique dans les HôpitAux : étude de faisabilité de l'évaluation de l'exposition professionnelle du personnel hospitalier. Projet Anses, convention EST-2010/2/113.

éventuelles procédures de gestion du risque chimique qui pourraient être suggérées au regard des résultats exploratoires.

Matériel et méthode

La méthode d'ESQRC est basée sur une matrice de risque chimique dont les entrées sont la « classe de danger », d'une part, et la « classe d'exposition », d'autre part, chacune d'elle étant comprise entre 1 et 5. Le croisement des classes conduit à un niveau de risque jugé faible, modéré ou élevé. L'attribution des classes pour chaque agent chimique est réalisée à partir des données de terrain recensées via un inventaire des produits chimiques et de leurs modalités d'utilisation. La démarche d'ESQRC a été déclinée pour chacun des cinq secteurs du CHU de Rennes sélectionnés.

Inventaire des données

L'inventaire des agents chimiques utilisés et les données permettant d'évaluer l'exposition du personnel soignant sont le résultat d'entretiens individuels menés auprès du personnel du CHU de Rennes. Les modalités d'usage (quantité, fréquence, forme d'utilisation, nature des équipements de protection, etc.) des produits chimiques employés dans chacun des cinq secteurs d'activités ont ainsi été obtenues à partir de fiches de recueil de données élaborées spécifiquement [11]. Les différents personnels interviewés travaillaient soit aux services achats centraux, soit étaient en activité directement dans les zones investiguées (infirmiers, par exemple) ou bien encore étaient en charge de l'exploitation des systèmes de traitement de l'air.

Hierarchisation du risque chimique

Analyse des dangers

Identification des substances chimiques

Le nom commercial du produit et le nom du fournisseur sont deux informations nécessaires pour accéder à la fiche de données de sécurité (FDS) d'un produit chimique. Les différents agents chimiques et leurs proportions dans la préparation font partie des informations fournies dans une FDS. Les substances indiquées dans une FDS le sont selon différents critères tels que le type de préparation (dangereuse ou non), la concentration de l'agent chimique dans la préparation, l'existence d'une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) et la présence d'un danger pour la santé et/ou l'environnement [13]. Pour un produit commercial donné, l'ESQRC

ne peut être appliquée qu'aux agents chimiques renseignés dans la FDS.

Définition des classes de danger

Quatre critères ont été retenus pour caractériser les dangers liés aux agents chimiques recensés : le classement CMR, les VTR, les VLEP et les phrases de risque. La méthode ayant été développée en 2011, elle fait référence aux phrases de risque de l'ancienne classification et non de la classification actuellement en vigueur. À chacun de ces quatre critères, un score de 0 à 3 a été attribué selon les règles présentées ci-après. La somme des scores de chacun des critères détermine le score global de danger (équation (1)), proportionnel au caractère dangereux de l'agent chimique, compris entre 0 et 12 (*tableau 1*) :

$$\text{SCORE}_{\text{DANGER}} = \text{SCORE}_{\text{CMR}} + \text{SCORE}_{\text{VTR}} + \text{SCORE}_{\text{VLEP}} + \text{SCORE}_{\text{PhraseRisque}} \quad (1)$$

En fonction du $\text{SCORE}_{\text{DANGER}}$, une « classe » de danger, comprise entre 1 et 5, est attribuée à chaque substance (*tableau 2*). La distribution des scores de danger de l'ensemble des agents chimiques recensés conduit à 11 paliers de scores compris entre 0 et 12 (*figure 1*). La classe 1 est attribuée aux substances dont le $\text{SCORE}_{\text{DANGER}}$ est de 0 (absence de données). Les quatre autres classes ont été définies de façon à obtenir une répartition équitable du nombre de substances individuelles dans chaque classe.

Concernant le potentiel CMR ($\text{SCORE}_{\text{CMR}}$), l'Union européenne (UE), le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) et l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (US EPA) ont été retenus pour déterminer le classement CMR de l'agent chimique. Quatre scores sont proposés en fonction du « degré de certitude » lié à la cancérogénicité de l'agent chimique. Le $\text{SCORE}_{\text{CMR}}$, 1, 2 ou 3, est attribué dès lors qu'au moins une des instances citées ci-dessus a qualifié le caractère CMR de « possible », « probable » ou « avéré » :

- $\text{SCORE}_{\text{CMR}} = 3$: caractère CMR « avéré » ;
- $\text{SCORE}_{\text{CMR}} = 2$: caractère CMR « probable » ;
- $\text{SCORE}_{\text{CMR}} = 1$: caractère CMR « possible » ;
- $\text{SCORE}_{\text{CMR}} = 0$: absence de classement CMR établi.

Les VTR relatives à la voie d'inhalation (aiguës et chroniques) ont été répertoriées à partir des six bases de données internationales recommandées par la circulaire DGS/SD. 7B n° 2006-234 du 30/05/06 de la direction générale de la Santé (DGS) [14] : *United States - Environmental Protection Agency (US EPA), United States - Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)*, Organisation mondiale de la santé/*International Programme on Chemical Safety (OMS/IPCS)*, Santé Canada, *Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu*. Institut national de la santé publique et de l'Environnement - Pays-Bas (RIVM) et *Office of Environmental Health Hazard Assessment [antenne californienne de l'US EPA] (OEHHA)*. Reprenant les recommandations de la circulaire vis-à-vis du choix des

Tableau 1. Scores des quatre critères de danger (classement cancérogène, mutagène et reprotoxique [CMR], valeur toxicologique de référence [VTR], valeur limite d'exposition professionnelle [VLEP] et phrase de risque) en fonction de la nature des données.

Table 1. Scores of the four hazard criteria (carcinogenic, mutagenic and reprotoxic (CMR) classification, toxicity reference value (TRV), occupational exposure limit value (OEL), and risk phrases) according to the type of data.

Scores		Classement CMR	VTR	VLEP	Phrases de risque	
0		Absence	Absence	Absence	Absence	
1	UE	3	Instance émettrice : OMS/ IPCS et/ou Santé Canada et/ou RIVM et/ou OEHHA	Absence de VLEP émise par la France et l'UE mais VLEP disponible dans un pays	R37 R67 R42 R36/37 R36/37/38 R347/38 R42/43 ↳ Mots clés : « irritant », « somnolence et vertige », « sensibilisation »	
	CIRC	2B				L'agent pourrait être cancérogène pour l'homme
	US EPA	C				Cancérogène possible pour l'homme
2	UE	2	Instance émettrice : ATSDR	Absence de VLEP émise par la France et l'UE mais VLEP disponible dans au moins deux pays	R20 R23 R20/21 R20/21/22 R20/22 R23/24 R23/24/25 R23/25 ↳ Mots clés : « nocif », « toxique »	
	CIRC	2A				L'agent est probablement cancérogène pour l'homme
	US EPA	B1				Substance probablement cancérogène pour l'homme
	US EPA	B2				Substance probablement cancérogène pour l'homme
3	UE	1	Instance émettrice : US EPA	VLEP émise par la France et/ou l'UE	R26 R33 R40 R60 R63 R26/27 R26/27/28 R26/28 R39/23/24/25 R48/20/21/22 R48/20 R61 R45 ↳ Mots clés : « très toxique », « effets irréversibles », « effets graves », « peut altérer la fertilité », « risque possible pendant la grossesse », « risque pendant la grossesse », « peut provoquer le cancer »	
	CIRC	1				L'agent est cancérogène pour l'homme
	US EPA	A				Substance cancérogène pour l'homme

CMR : cancérogène, mutagène et reprotoxique ; VTR : valeur toxicologique de référence ; VLEP : valeur limite d'exposition professionnelle ; UE : Union européenne ; CIRC : Centre international de recherche sur le cancer ; US EPA : Agence de protection de l'environnement des États-Unis.

instances à privilégier pour sélectionner les VTR non cancérogènes, quatre scores ($SCORE_{VTR}$) ont été proposés :

- $SCORE_{VTR} = 3$: US EPA ;
- $SCORE_{VTR} = 2$: ATSDR ;
- $SCORE_{VTR} = 1$: OMS/IPCS et/ou Santé Canada et/ou RIVM et/ou OEHHA ;
- $SCORE_{VTR} = 0$: aucune VTR disponible.

Tableau 2. Association classe de danger/score de danger.

Table 2. Association between hazard class and hazard score.

Score de danger	Classe de danger
0	1
1	2
2 et 3	3
4 et 5	4
> 5	5

Un $SCORE_{VTR}$ est attribué à chaque agent chimique selon la disponibilité des VTR. Si, pour une même substance, plusieurs instances, dont l'US EPA, ont émis une VTR, un $SCORE_{VTR}$ de 3 est à appliquer.

Les VLEP ont quant à elles été renseignées à partir de la base de données « GESTIS » de l'Institut allemand de la santé et de la sécurité au travail de l'assurance sociale allemande des accidents (IFA) qui recense la majeure partie des VLEP disponibles au niveau international [15]. Quatre scores de VLEP ($SCORE_{VLEP}$) sont proposés sur un principe analogue à celui qui est retenu pour les VTR :

- $SCORE_{VLEP} = 3$: VLEP française et/ou émise par l'UE disponible(s) ;
- $SCORE_{VLEP} = 2$: absence de VLEP française ou émise par l'UE mais VLEP disponible dans au moins deux pays ;
- $SCORE_{VLEP} = 1$: absence de VLEP en France et en UE mais VLEP disponible dans un pays ;
- $SCORE_{VLEP} = 0$: absence de VLEP.

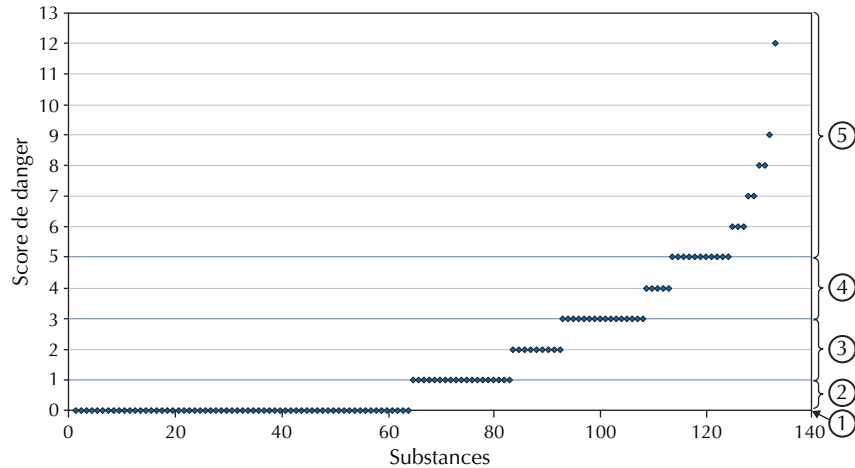


Figure 1. Distribution des scores de danger et définition des classes de danger.

Figure 1. Distribution of hazard scores and definition of hazard classes.

Il s'agit ici d'attribuer plus de poids aux substances pouvant être soumises à la réglementation française et/ou européenne. L'existence de VLEP non émises par la France ou l'UE justifie l'attribution d'un score dans la mesure où une attention est portée sur cette substance dans certains pays. En effet, il est fréquent que des pays tels que le Canada, la Suède, ou encore la Belgique, soient précurseurs et précèdent la France et l'UE dans la proposition de VLEP, d'où la pertinence de prendre en considération leurs avancées sur le sujet.

Les phrases de risque de l'ancienne classification des agents chimiques ont été recensées à partir de leurs FDS, des fiches toxicologiques de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) [16] et de la base de données de l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) [17]. Seules les phrases de risque relatives aux effets par inhalation et aux effets CMR ont été retenues. Quatre scores de « phrase de risque » ($SCORE_{\text{PhraseRisque}}$) sont déterminés sur la base de mots clés :

- $SCORE_{\text{PhraseRisque}} = 3$: présence d'au moins un des mots clés suivants dans les phrases de risque : « très toxique », « effets irréversibles », « effets graves », « peut altérer la fertilité », « risque possible pendant la grossesse », « risque pendant la grossesse », « peut provoquer le cancer » ;
- $SCORE_{\text{PhraseRisque}} = 2$: présence des mots clés « nocif » et/ou « toxique » ;
- $SCORE_{\text{PhraseRisque}} = 1$: présence des mots clés « irritant », « somnolence et vertige », « sensibilisation » ;
- $SCORE_{\text{PhraseRisque}} = 0$: aucune phrase de risque relative à la voie d'inhalation ou au caractère CMR.

Analyse de l'exposition

Définition des classes d'exposition

Quatre critères permettant de caractériser l'exposition ont été retenus : quantité et fréquence d'utilisation de l'agent chimique, capacité à se retrouver dans l'air et nature des équipements de protection collective (EPC). Le score d'exposition est obtenu par la multiplication des scores de chacun des quatre critères :

$$SCORE_{\text{EXPO}} = SCORE_{\text{QUANTITÉ}} \times SCORE_{\text{FRÉQUENCE}} \times SCORE_{\text{CAPAİR}} \times SCORE_{\text{EPC}} \quad (2)$$

À la différence du score de danger, des facteurs multiplicatifs entre les scores des critères d'exposition ont été introduits pour calculer le score d'exposition. Cette méthode de calcul permet de pondérer l'exposition lorsqu'un dispositif de traitement de l'air existe dans la zone ou lorsque le composé présente une capacité de présence limitée dans l'air.

Compte tenu des gammes de scores accordées à chaque critère ($SCORE_{\text{QUANTITÉ}}$ de 1 à 5 ; $SCORE_{\text{FRÉQUENCE}}$ de 1 à 4 ; $SCORE_{\text{CAPAİR}}$ de 0,1 à 10 et $SCORE_{\text{EPC}}$ de 0,1 à 1), le score total d'exposition ($SCORE_{\text{EXPO}}$) est compris entre 0,01 et 200. Plus le score est élevé, plus l'exposition est importante. L'attribution des scores a été établie sur la base de méthodes existantes (INRS, Union des industries chimiques [UIC] et CHU de Grenoble [8-10]). La distribution des scores d'exposition permet ensuite de définir cinq « classes » d'exposition (figure 2). Les paliers entre

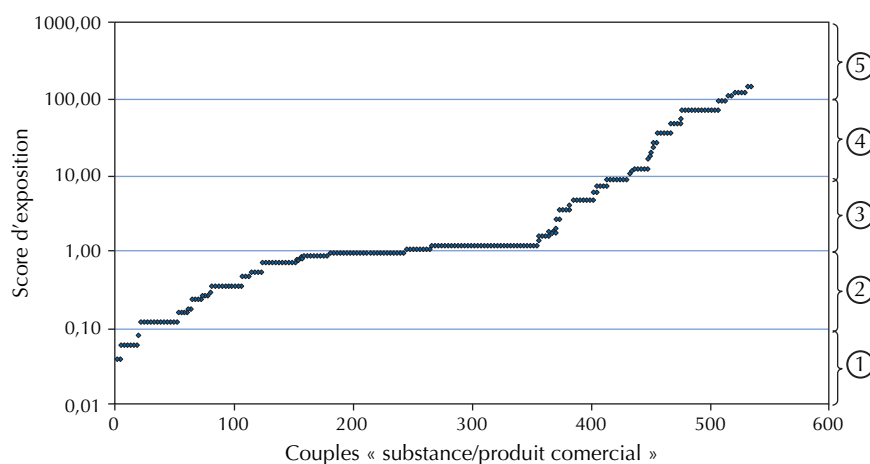


Figure 2. Distribution des scores d'exposition pour l'élaboration des classes d'exposition.

Figure 2. Distribution of exposure scores for the development of exposure classes.

les classes d'exposition correspondent aux multiples de 10 compris entre 0,01 et 200 (tableau 3).

La quantité utilisée de chaque agent chimique est obtenue en multipliant la proportion de l'agent chimique dans la préparation, renseignée à partir de la FDS, par la quantité de la préparation utilisée, renseignée par l'enquête *in situ* :

$$Q_{\text{agent chimique}} = P_{\text{agent chimique}} \times Q_{\text{produit commercial}} \quad (3)$$

- $Q_{\text{agent chimique}}$: quantité de l'agent chimique consommé (kg ou L) ;
- $P_{\text{agent chimique}}$: proportion de l'agent chimique dans le produit commercial (%) ;
- $Q_{\text{produit commercial}}$: quantité de produit commercial consommée (kg ou L).

Pour établir des scores de quantités, un référentiel de temps unique doit être défini pour tous les produits chimiques, comme le préconise l'INRS dans sa note

Tableau 3. Association classe d'exposition/score d'exposition.

Table 3. Association between exposure class and exposure score.

Score d'exposition	Classe d'exposition
$\leq 0,1$	1
$0,1 < \leq 1$	2
$1 < \leq 10$	3
$10 < \leq 100$	4
> 100	5

documentaire sur la méthodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique [8]. L'unité de temps retenue est le mois (quantité utilisée par mois). Les scores de quantités ($SCORE_{\text{QUANTITÉ}}$) sont ensuite définis à partir de la distribution des quantités de substances utilisées (figure 3). Les percentiles 20, 40, 60 et 80 de cette distribution permettent de définir les quatre paliers délimitant chacun des scores. Cette méthode permet ainsi d'adapter les scores de quantités aux données recensées. Selon les quantités utilisées mensuellement, les scores de quantités retenus sont les suivants :

- $SCORE_{\text{QUANTITÉ}} = 5$: ≥ 100 L ou kg ;
- $SCORE_{\text{QUANTITÉ}} = 4$: $5 \leq < 100$ L ou kg ;
- $SCORE_{\text{QUANTITÉ}} = 3$: $1 \leq < 5$ L ou kg ;
- $SCORE_{\text{QUANTITÉ}} = 2$: $0,1 \leq < 1$ L ou kg ;
- $SCORE_{\text{QUANTITÉ}} = 1$: $0 < < 0,1$ L ou kg.

Les scores de fréquence ($SCORE_{\text{FRÉQUENCE}}$) ont été élaborés à partir des deux approches proposées dans le guide méthodologique d'évaluation des risques chimiques élaboré par le CHU de Grenoble et le guide de l'UIC [9, 10] :

- $SCORE_{\text{FRÉQUENCE}} = 4$: produit commercial utilisé tous les jours (une ou plusieurs fois par jour) ;
- $SCORE_{\text{FRÉQUENCE}} = 3$: produit commercial utilisé de façon hebdomadaire (une à plusieurs fois par semaine) ;
- $SCORE_{\text{FRÉQUENCE}} = 2$: produit commercial utilisé mensuellement (une à plusieurs fois par mois) ;
- $SCORE_{\text{FRÉQUENCE}} = 1$: produit commercial utilisé annuellement (une à plusieurs fois par an).

Le type d'EPC ($SCORE_{\text{EPC}}$) a été intégré à la méthodologie sur la base de quatre critères qualitatifs. Il est considéré dans cette approche qu'un dispositif de

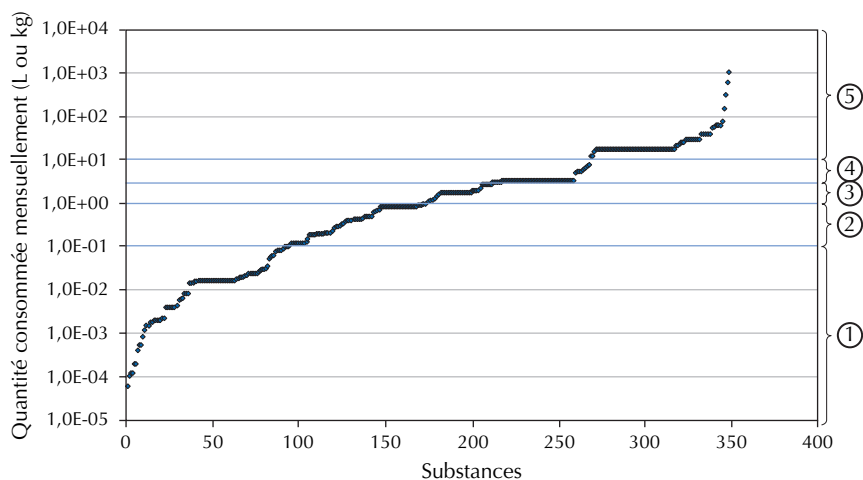


Figure 3. Distribution des quantités consommées mensuellement des agents chimiques et définition des scores de quantité.

Figure 3. Distribution of chemicals consumed monthly and development of quantity scores.

traitement de l'air doit réduire l'exposition, ou *a minima*, ne pas la modifier. Selon le type d'équipement présent dans la zone considérée, les scores suivants ont été attribués :

- SCORE_{EPC} = 1 : présence d'une simple ventilation naturelle ;
- SCORE_{EPC} = 0,9 : présence d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux ;
- SCORE_{EPC} = 0,6 : présence d'une VMC double flux ;
- SCORE_{EPC} = 0,1 : présence d'un captage local, d'une sorbonne ou d'une enceinte fermée.

Inspirés de la méthode de l'INRS [8], ces SCORE_{EPC} ont été adaptés aux types de dispositifs de traitement de l'air retrouvés à l'hôpital.

La capacité de l'agent chimique à se retrouver dans l'air est exprimée à travers un score (SCORE_{CAPAIR}) établi selon une approche dérivée de celle qui est proposée par l'INRS [8], reposant sur l'état physique de la substance (solide, liquide, gaz ou aérosol) et/ou sa température d'ébullition. Les mêmes paliers de température d'ébullition que ceux que propose l'INRS ont été utilisés, la valeur proposée pour les scores étant la suivante :

- SCORE_{CAPAIR} = 0,1 : état solide ou état liquide avec une température d'ébullition supérieure à 150 °C ;
- SCORE_{CAPAIR} = 1 : état liquide avec une température d'ébullition comprise entre 80 et 150 °C ;
- SCORE_{CAPAIR} = 10 : état gazeux ou aérosols ou état liquide avec une température d'ébullition inférieure à 80 °C.

Les températures d'ébullition peuvent être obtenues à partir des FDS, des fiches toxicologiques de l'INRS [5] ou de la base de données de l'ECHA [6].

Matrice du risque chimique

La matrice est extraite de la méthodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique proposée par l'INRS [8]. Le croisement de la classe d'exposition avec la classe de danger, toutes deux comprises entre 1 et 5, conduit à un niveau de risque auquel est associée une priorité d'action (figure 4). Trois niveaux de priorité sont retenus : élevé, modéré et faible.

Résultats

Inventaire des produits chimiques

L'inventaire des produits chimiques a permis de recenser, pour les cinq zones d'activités étudiées, 112 produits commerciaux et 125 substances distinctes (figure 5). Parmi ces 125 substances, 28 sont présentes dans au moins deux produits commerciaux. Les deux substances les plus redondantes, qui apparaissent respectivement dans 14 et 11 produits commerciaux, sont l'éthanol et l'isopropanol.

Les achats des détergents-désinfectants et des solutions hydro-alcooliques étant centralisés et gérés par appel d'offre global pour l'ensemble du CHU, leur variété est relativement limitée. L'entretien du laboratoire et du hall d'accueil par un prestataire contribue toutefois à l'augmentation du nombre de détergents-désinfectants. Toutes zones confondues, 16 détergents-désinfectants et quatre solutions hydro-alcooliques ont été répertoriés.

L'activité spécifique du laboratoire, associée à l'utilisation de nombreux solvants, colorants et réactifs, participe

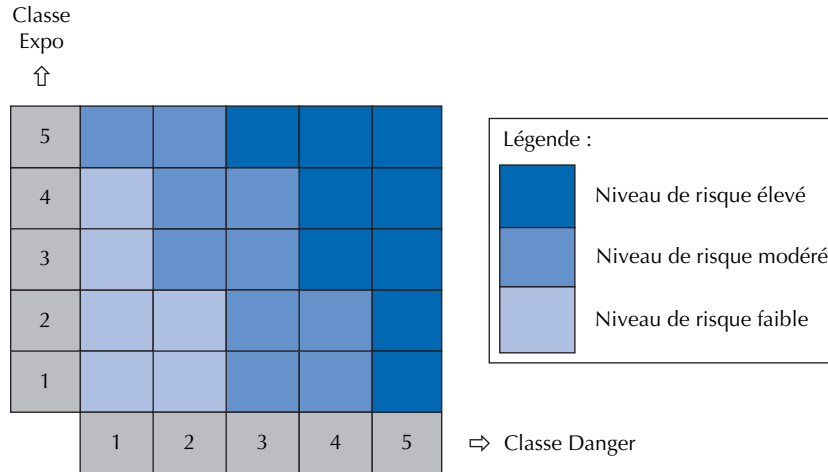


Figure 4. Matrice des risques à trois niveaux (faible, modéré, élevé), extraite de la méthodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) [8].

Figure 4. Risk matrix with three levels (low, moderate, high) from INRS chemical risk assessment methodology [8].

à hauteur de 71 % de l'ensemble des produits recensés. De nombreux produits de laboratoire étant composés d'une unique substance, le nombre de substances est proche de celui des produits commerciaux (73 *versus* 80).

Seuls 25 médicaments et antiseptiques ont été identifiés en salle des soins infirmiers et en chambre d'hospitalisation. Ce faible chiffre est dû à la restriction de l'étude aux produits susceptibles d'être inhalés, qui

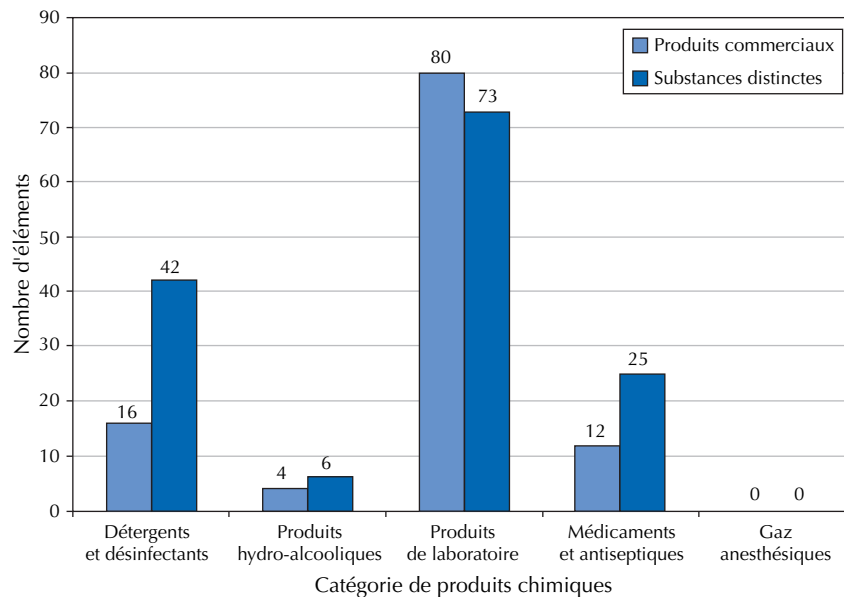


Figure 5. Nombre de produits commerciaux et de substances distinctes par catégorie de produits chimiques.

Figure 5. Number of commercial products and substances per chemical category.

exclut les médicaments administrés par voie orale ou intraveineuse. Les médicaments et antiseptiques étant généralement constitués de plusieurs substances (le principe actif et les excipients), le nombre de substances est environ deux fois plus important que celui des produits commerciaux (25 *versus* 12). Davantage de médicaments ont été dénombrés en chambre d'hospitalisation car, dans le service investigué, les médicaments administrés sous forme d'aérosols sont principalement préparés directement au lit du patient.

Enfin, aucun gaz anesthésique n'a été recensé dans les zones investiguées.

Hiérarchisation du risque chimique

Danger

Sur les 125 substances recensées, 47 % sont concernées par la classe de danger 1 (associée à un SCORE_{DANGER} de 0, ce qui signifie une absence de classement CMR, de VTR, de VLEP et de phrase de risque). Il n'est donc pas possible d'estimer le niveau de risque avec l'approche retenue pour près de la moitié des substances utilisées.

Les autres substances sont quant à elles réparties en proportions homogènes dans les classes 2, 3 et 4 avec respectivement 18, 20 et 13 % des substances.

Seules 9 substances (soit 7 % du total) ont une classe de danger de 5, ce qui signifie que les données présentent une certaine robustesse. Parmi ces 9 substances, l'acide chlorhydrique est retrouvé dans un médicament (excipient) en chambre d'hospitalisation mais également comme réactif dans le laboratoire. Les 8 autres substances sont quant à elles exclusivement retrouvées dans le laboratoire : formaldéhyde, toluène, phénol, xylène, tétraborate de sodium, méthanol, acétone et 1-bromopropane.

Exposition

Selon les quantités, les fréquences, les formes d'utilisation (liquide, gaz, etc.) ou encore les dispositifs de traitement de l'air, qui peuvent différer d'une zone à l'autre, une même substance commune à deux produits commerciaux peut ne pas se voir attribuer systématiquement la même classe d'exposition. En conséquence, les classes d'exposition sont attribuées à chaque couple « substance/produit commercial » au sein d'une zone.

Plus de 500 couples ont ainsi été recensés sur l'ensemble des cinq secteurs d'activité objets de l'enquête. La majorité des couples est classée dans les catégories 2 et 3 (près de 75 %). Moins de 10 % des couples sont retrouvés dans la classe d'exposition 5, qui correspond au plus fort niveau d'exposition. Les expositions les plus fortes concernent, à l'exception d'une substance (le chlorure de didécylméthylammonium), uniquement des alcools : isopropanol, propan-1,2,3-triol, éthanol et méthanol. Elles sont rencontrées dans

l'ensemble des secteurs d'activité, à l'exception de l'unité de désinfection des endoscopes et du hall d'accueil, où la présence d'une VMC double flux (score de 0,6) conduit à une diminution de l'exposition théorique.

Risque chimique

La figure 6 présente le nombre de couples « substance/produit commercial » par niveau de risque pour chacune des zones investiguées, toutes catégories de produits chimiques confondues.

Le laboratoire est la zone pour laquelle le plus de couples « substance/produit commercial » à niveau de risque élevé est retrouvé (jusqu'à 23 couples pour l'une des six pièces constituant le laboratoire). Bon nombre de ces substances sont concernées par un niveau de danger le plus élevé (toluène, xylène, méthanol, phénol, tétraborate de disodium, acide chlorhydrique, acétone, 1-bromopropane), ce qui génère automatiquement un niveau de risque élevé.

La chambre d'hospitalisation est également caractérisée par un nombre important (14) de couples à niveau de risque élevé. La variété des produits chimiques susceptibles d'y être utilisés (détergents-désinfectants, médicaments et solutions hydro-alcooliques) et l'influence limitée de la VMC simple flux en termes de réduction des niveaux d'exposition (le SCORE_{EPC} de 0,9 réduit peu le score global d'exposition) contribuent à ce résultat.

Dans la salle des soins infirmiers, on observe moins de couples à niveau de risque élevé (11). Cela s'explique notamment par la spécificité du service étudié où de nombreux médicaments sont directement préparés au lit du patient et donc en dehors de la salle de soins infirmiers.

Bien que l'unité de désinfection soit caractérisée par une plus grande variété de détergents-désinfectants que les autres zones (neuf au total), la présence de captages locaux, d'enceintes fermées et d'une VMC double flux permet de réduire l'exposition et donc les niveaux de risque. Ainsi, seuls six couples à niveau de risque élevé ont été recensés et trois substances seulement sont concernées : peroxyde d'hydrogène (présent dans deux produits commerciaux différents), acide acétique et isopropanol (présent dans trois produits commerciaux).

Enfin, seuls deux couples à niveau de risque élevé ont été mis en évidence dans le hall d'accueil du fait du faible nombre de produits utilisés dans cette zone et de la présence d'une VMC double flux. Pour les deux couples, il s'agit de la même substance : l'isopropanol.

De nombreux couples à niveau de risque élevé, associés aux détergents-désinfectants, ont été retrouvés dans toutes les zones. Les substances associées à ces couples appartiennent, pour la majorité d'entre elles, à la famille des alcools (éthanol, propan-1-ol, isopropanol et propan-1,2,3-triol), caractérisée par une volatilité élevée. Il s'avère que les détergents-désinfectants, compte tenu des règles d'hygiène requises en milieu hospitalier, sont

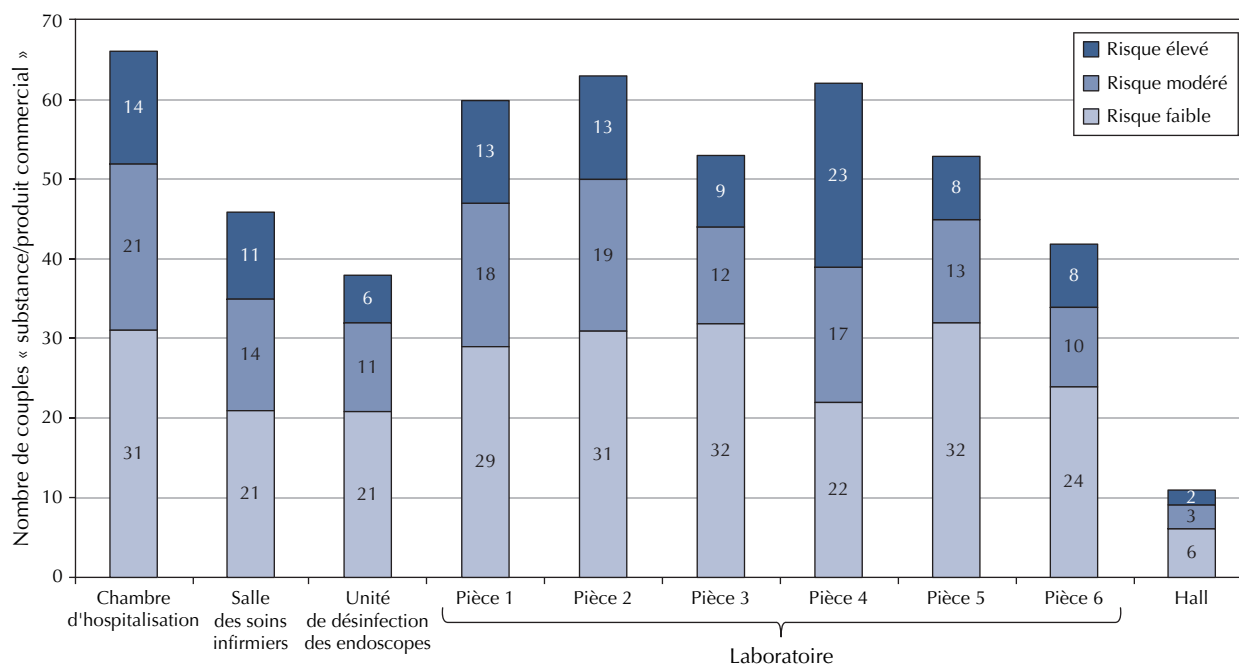


Figure 6. Nombre de couples « substance/produit commercial » par niveau de risque pour chaque secteur d'activité, toutes catégories de produits chimiques confondues.

Figure 6. Number of "substance/commercial product" pairs per risk level for each activity sector, all chemical categories combined.

fréquemment utilisés, ce qui contribue également à l'augmentation des niveaux d'exposition. Trois de ces alcools (éthanol, propan-1-ol et isopropanol) sont également retrouvés avec un niveau de risque élevé dans les solutions hydro-alcooliques. Sur un total de 16 substances associées à un niveau de risque élevé, huit sont exclusivement associées à des produits de laboratoire (tétraborate de disodium, 1-bromopropane, formaldéhyde, toluène, xylène, acétone, phénol, méthanol), ce qui souligne une spécificité géographique de la pollution chimique. Enfin, pour la catégorie des médicaments, seules deux substances, l'éthanol (principe actif) et l'acide chlorhydrique (excipient), conduisent à un niveau de risque élevé.

Discussion

Importance de l'enquête *in situ*

L'application de la méthode de hiérarchisation proposée repose sur une étape préalable d'enquête de terrain visant principalement à collecter, de manière exhaustive et précise, les informations sur « l'exposition » aux substances chimiques au sein d'un établissement de

soin. Le retour d'expérience montre que, dans un hôpital, la mise en œuvre de ce genre d'enquête s'avère longue (environ un mois pour l'investigation des cinq secteurs d'activité) et requiert la mobilisation d'un nombre important d'acteurs dont l'adhésion au projet est un prérequis indispensable à la réussite de la hiérarchisation. La principale difficulté d'une application de la méthode proposée à un nombre élargi d'établissements repose vraisemblablement sur la mise en œuvre de cette enquête initiale, en particulier dans les établissements de grande taille.

Spécificité des secteurs d'activité

La méthodologie d'ESQRC a été déployée auprès de cinq secteurs d'activité du CHU de Rennes, identiques à ceux qui avaient été choisis pour le projet plus global AICHA afin de permettre une comparaison entre les résultats de l'ESQRC et ceux de la campagne de mesures. Parmi ces cinq secteurs, une chambre d'hospitalisation et une salle des soins infirmiers du service de neurochirurgie ont été investiguées. Le choix de ce service n'est pas sans conséquence sur les résultats puisque les pathologies associées à ce secteur requièrent l'utilisation plus spécifique de médicaments administrés directement

par voies orale ou intraveineuse (ne nécessitant pas de préparation et de phase de volatilisation des produits). Il est donc probable que le risque chimique associé aux médicaments soit moins important dans ce service plutôt qu'un autre. Ce cas d'étude tend à montrer que les résultats obtenus ne sont pas extrapolables d'un service à l'autre compte tenu des spécificités de chacun.

Limite des informations toxicologiques

Afin d'augmenter le pouvoir discriminant de la méthode, le potentiel « dangereux » d'une substance chimique se base sur la prise en compte de quatre critères : classement CMR, VTR, VLEP et phrases de risque (de l'ancienne classification), auxquels un « poids égal » a été attribué.

Afin d'évaluer l'intérêt de cette approche, le modèle a été testé en considérant la classification CLP (*Classification, Labelling and Packaging*) comme seul critère de danger, selon les attributions suivantes :

- Classe_{Danger} = 5 : présence des mots clés « mutagène », « cancérigène », « toxique » – catégories 1A, 1B ;
- Classe_{Danger} = 4 : présence des mots clés « mutagène », « cancérigène », « toxique » – catégorie 2 ;
- Classe_{Danger} = 3 : présence des mots clés « toxicité aiguë » – catégories 1, 2 et 3 ;
- Classe_{Danger} = 2 : présence des mots clés « toxicité aiguë » – catégorie 4 et/ou des mots clés « irritation », « sensibilisation » « nocif » ;
- Classe_{Danger} = 1 : aucune mention de danger.

Les résultats de la simulation montrent que la seule prise en compte du classement CLP n'est pas suffisamment discriminante puisque de nombreuses substances se voient attribuer une classe de danger inférieure à celle qui est déterminée à partir de la méthode basée sur la prise en compte des quatre critères. Par exemple, une Classe_{Danger} de 2 est attribuée au xylène (« nocif par inhalation » [H 332]) alors que la prise en compte des quatre critères lui confère une classe de danger maximale de 5 compte tenu de l'existence de VTR et de VLEP.

En outre, parmi les neuf substances classées en classe de danger 5, seuls le tétraborate de sodium et le 1-bromopropane n'ont pas de VTR. Bien que le 1-bromopropane dispose du SCORE_{VLEP} le plus faible (= 1), son SCORE_{CMR} (= 2) est différenciant et contribue à une augmentation de son score global de danger. Trois de ces neuf substances ont par ailleurs un SCORE_{PhraseRisque} inférieur à 3 qui, seul pris en compte, n'aurait pas permis de leur attribuer une classe de danger maximale. Ces exceptions montrent bien que la construction d'un SCORE_{DANGER} combinant quatre critères augmente le pouvoir discriminant de l'approche.

Toutefois, rappelons que pour près de 50 % des substances identifiées, aucune information toxicologique n'est disponible pour les quatre critères retenus (attribution par défaut d'un score de danger de 0), ce qui conduit

à classer toutes ces substances avec un niveau de risque faible ou modéré et induit une potentielle sous-estimation du risque chimique. L'acquisition de connaissances toxicologiques constitue donc un levier important pour augmenter le pouvoir discriminant d'une hiérarchisation en milieu hospitalier.

Adaptation des critères d'exposition à partir des données du terrain

La collecte des données du terrain a permis d'affiner le choix des paramètres les plus pertinents à prendre en compte pour hiérarchiser les risques (critères de danger et critères d'exposition) tout en s'adaptant au niveau d'information disponible sur le terrain. Par exemple, pour simplifier l'application de la méthodologie, les débits d'extraction des EPC n'ont pas été retenus pour l'élaboration des « SCORES_{EPC} » car leur connaissance requiert du matériel de mesure spécifique. Toutefois, l'enquête de terrain semble indiquer que les débits sont implicitement intégrés à la méthodologie puisque, par exemple, les zones concernées par une VMC simple flux (chambre d'hospitalisation, salle des soins infirmiers et laboratoire) présentent des débits d'extraction inférieurs à 70 m³/h tandis que les zones équipées de centrales de traitement de l'air double flux (unité de désinfection des endoscopes et hall d'accueil) présentent des débits d'extraction supérieurs à 700 m³/h. Ainsi, malgré le fait que les débits d'extraction ne soient pas inclus dans la méthode, la distinction « simple flux » versus « double flux » les intègre indirectement. Autre exemple, pour simplifier la démarche et limiter les conversions d'unités, il a été décidé d'attribuer des « SCORES_{QUANTITÉ} » identiques que les quantités soient exprimées en kilogramme ou en litre, autrement dit sous l'hypothèse qu'un litre d'une substance donnée a une masse de 1 kg.

Choix des scores d'exposition

En outre, les scores ont été inégalement attribués aux différents critères afin d'associer un « poids » plus important à certains d'entre eux. Ainsi, le « SCORE_{CAPAIR} » peut atteindre un maximum de 10 tandis que les valeurs maximales de « SCORE_{QUANTITÉ} », « SCORE_{FRÉQUENCE} », « SCORE_{EPC} » sont respectivement de 5, 4 et 1. La capacité de la substance à se retrouver dans l'air étant un élément essentiel dans la perspective d'une exposition par inhalation, il a été délibérément choisi d'accorder un « poids » plus important à ce paramètre, d'autant plus que les paliers de température sont issus d'une méthode solide proposée par l'INRS [8]. Les résultats montrent ainsi que l'attribution d'une classe d'exposition 5 est avant tout liée à des scores de fréquence et de quantité élevés ainsi qu'à un score maximal de capacité à se retrouver dans l'air. Cela signifie que les couples concernés sont soit des

gaz, soit des aérosols, soit des liquides dont la température d'ébullition est inférieure à 80 °C.

L'influence des EPC étant moins maîtrisée, le choix a été de conserver une approche protectrice en les fixant volontairement bas (compris entre 0,1 et 1) pour, d'une part, lui conférer un pouvoir de discrimination plus faible comparé aux autres paramètres pris en compte et, d'autre part, limiter l'incertitude liée à la prise en compte d'un paramètre mal maîtrisé. Il semblerait pertinent d'étudier plus en avant l'influence des EPC sur les niveaux d'exposition pour leur attribuer un « poids » plus réaliste. Globalement, le classement en termes d'exposition est avant tout lié à la capacité des agents chimiques à se retrouver dans l'air et, dans une moindre mesure, aux quantités et fréquences d'utilisation. Selon les règles de hiérarchisation retenues et les EPC rencontrés dans l'établissement hospitalier observé dans l'enquête, l'influence du score d'EPC sur le classement global d'exposition semble moins forte que celles des autres paramètres. Près de 75 % des couples « substance/produit commercial » appartiennent ainsi aux classes d'exposition 2 et 3. La méthode s'avère donc discriminante pour les couples les plus volatils et utilisés en grandes quantités.

Hypothèses

L'absence ou l'imprécision de certaines données lors de la collecte de l'information a nécessité le recours à des hypothèses pour permettre l'établissement d'une classe d'exposition pour certains agents chimiques (détergents-désinfectants, solutions hydro-alcooliques et médicaments dans la chambre et la salle des soins infirmiers). De manière systématique, les hypothèses formulées visent, dans une approche protectrice, à majorer l'estimation de l'exposition (et donc au final des risques associés) en attribuant des scores maximaux aux items concernés par l'imprécision. De ce fait, pour certains couples « substance/produit commercial », le risque chimique a probablement été surestimé. Par exemple, il peut arriver que les centrales d'achat renseignent les quantités de produit à l'échelle d'un secteur ou d'un service entier (service de neurochirurgie, par exemple), sans que le détail d'utilisation du produit pour chaque zone constitutive du secteur ne soit accessible (chambre ou salle des soins infirmiers, par exemple). Différents scénarios sont envisageables pour s'approcher de la réalité d'utilisation des produits dans chacune des zones. Si un produit est utilisé uniformément (en quantité et en fréquence) dans l'ensemble des zones du secteur, alors la quantité utilisée à l'échelle du secteur peut être divisée par le nombre de zones concernées ou la surface au sol pour connaître la quantité relative à chaque zone. Si ce n'est pas le cas, une approche protectrice doit être privilégiée en attribuant la quantité utilisée dans le secteur à chacune des zones.

Autre exemple, pour préserver le secret industriel, il est fréquent que les concentrations des agents chimiques dans une FDS soient encadrées dans une fourchette de concentrations. Dans l'objectif d'adopter une démarche protectrice, le choix a été fait de retenir systématiquement la valeur maximale de façon à maximiser la quantité consommée. La même approche protectrice a été retenue lorsque la quantité ou la fréquence d'utilisation d'un produit n'a pu être renseignée sur le terrain avec suffisamment de précision en leur attribuant par défaut des scores maximaux.

Une analyse de sensibilité des résultats a toutefois permis de démontrer que ces hypothèses n'influencent pas significativement le niveau de risque étant donné que plusieurs critères contribuent à l'élaboration de la classe d'exposition. À titre d'exemple, tous les autres critères étant identiques, un score de quantité fixé à 5 mais qui serait en réalité de 1 génère une variation maximale de la classe d'exposition de un rang. Cela est illustré par l'exemple suivant :

$SCORE_{QUANTITÉ-réel} = 1 ;$ $SCORE_{QUANTITÉ-hypothétique} = 5$	$SCORE_{FRÉQUENCE} = 4 ;$ $SCORE_{CAPAİR} = 10 ;$ $SCORE_{EPC} = 1$
$SCORE_{EXPO} = SCORE_{QUANTITÉ} \times SCORE_{FRÉQUENCE}$ $\times SCORE_{CAPAİR} \times SCORE_{EPC}$	
$SCORE_{EXPO-réel} = 1 \times 4 \times 10 \times 1 = 40 \rightarrow$ Classe d'exposition 4	
$SCORE_{EXPO-hypothèse} = 5 \times 4 \times 10 \times 1 = 200 \rightarrow$ Classe d'exposition 5	

Les hypothèses formulées et le choix des « poids » attribués à chacun des critères influencent donc de manière mesurée l'estimation du niveau de risque final et les niveaux de priorité associés. Au regard de l'accès et du niveau d'information disponible en milieu hospitalier, la méthode proposée apparaît donc suffisamment robuste dans une démarche préliminaire de hiérarchisation des risques chimiques liés à l'inhalation chez le personnel hospitalier.

Conclusion

Une hiérarchisation du risque par secteur d'activité et par substance a ainsi été rendue possible et les résultats de cette première enquête soutiennent l'hypothèse initiale d'une variabilité spatiale du risque chimique en milieu hospitalier. En effet, 23 couples « substance/produit commercial » ont été recensés dans l'une des pièces du laboratoire contre seulement deux dans le hall d'accueil. La majorité des substances associées à un niveau de risque élevé concerne la famille des alcools dont la présence est essentiellement due aux détergents-désinfectants et aux solutions hydro-alcooliques. Bien que les résultats de cet éta-

blissement pilote ne soient pas extrapolables à d'autres hôpitaux dans la mesure où les produits utilisés diffèrent et les méthodes d'utilisation également, l'utilisation ubiquitaire des détergents-désinfectants et des solutions hydro-alcooliques dans les établissements de soins peut être associée à une problématique « alcool » globale.

Le modèle s'avère donc discriminant en termes de zones et de substances, mais se heurte au manque d'informations toxicologiques qui limite ce pouvoir discriminant.

Par ailleurs, la méthode proposée ne permet pas d'appréhender le risque global lié à l'exposition simultanée à un mélange complexe de substances chimiques. Elle reste limitée à une approche « substance par substance ».

Malgré ces limites, le déploiement de cette méthode à l'ensemble des secteurs d'un établissement de soins, et à plusieurs établissements, devrait permettre d'identifier les secteurs d'activité à plus fort risque en vue de proposer des mesures de gestion globales. ■

Remerciements et autres mentions

Nous tenons à remercier tout particulièrement l'ensemble du personnel hospitalier du CHU de Rennes et du personnel de DALKIA pour leur implication dans ce projet et pour la qualité des informations qui nous a été fournie, nous permettant ainsi de proposer cette méthodologie d'ESQRC spécifique du milieu hospitalier.

Financement : Veolia Environnement-Recherche et Innovation ; **conflits d'intérêts :** aucun.

Références

1. Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (MEDDTL). *Mesures pour améliorer la qualité de l'air intérieur*. Dossier de presse. 2012. Consulté le 25/07/2013 : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DP_Etiquette_COV_et_qualite_de_l_air_interieur.pdf
2. Berrubé A, Cavereau D, Mosqueron L. La qualité de l'air intérieur dans les hôpitaux. *Air pur* 2011 ; 80 : 31-8.
3. Mosqueron L, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses). Qualité de l'air dans les hôpitaux : vers une meilleure connaissance de la contamination chimique. *Bulletin de Veille Scientifique* 2010 ; 10 : 69-71.
4. Bessonneau V, Clément M, Thomas O. Can intensive use of alcohol-based hand rubs lead to passive alcoholization? *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2010 ; 7 : 3038-50.
5. Verdun-Esquer C. *Risques professionnels liés à l'emploi des produits détergents et désinfectants*. 2004. Consulté le 25/07/2013 : <http://www.thxmedical.com/telechargement/RISQUES%20PROFESSIONNELS%20&%20DESINFECTANTS.pdf>
6. Bello A, Quinn MM, Perry MJ, Milton DK. Characterization of occupational exposures to cleaning products used for common cleaning tasks – a pilot study of hospital cleaners. *Environmental Health* 2009 ; 8 : 1-11.
7. Carles M, Dulbecco F, Raucoules-Aimé M. *La pollution au bloc opératoire : évaluation et maîtrise des risques*. Nice : CHU, Département Anesthésie-Réanimation, 2005.
8. Vincent R, Bonthoux F, Mallet G, Iparraguirre JF, Rio S, Institut national de recherche et de sécurité (INRS). Méthodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique : un outil d'aide à la décision. *Cahiers de Notes Documentaires Hygiène et Sécurité du Travail* 2005 ; (ND 2233-200-05) : 39-62.
9. Union des industries chimiques (UIC), département technique. Évaluation et prévention des risques professionnels liés aux agents chimiques. (DT 80 révision 1). Paris : Chimie Promotion (CP).
10. Réseau inter-CHU d'échange et de mutualisation des informations en médecine du travail des personnels des établissements de santé. *Évaluation des risques chimiques en établissements de santé*. Thème piloté par le CHU de Grenoble, CHU participants : Brest, Limoges, Lyon, Reims. Guides méthodologiques. Risques chimiques en établissements de santé, 2^e partie : méthode d'évaluation. 2007.
11. Berrubé A. *Cartographie du risque chimique par inhalation dans le milieu hospitalier. Faisabilité de la mise en œuvre par une enquête in situ*. Mémoire ingénieur du génie sanitaire, École des hautes études en santé publique (EHESP), Rennes, 2011.
12. Bessonneau V, Mosqueron L, Berrubé A, et al. VOC contamination in hospital, from stationary sampling of a large panel of compounds, in view of healthcare worker and patient exposure assessment. *PLoS ONE* 2013 ; 8 : e55535 : 1-14. Consulté le 25/07/2013 : <http://www.plosone.org/article/doi/10.1371/journal.pone.0055535&representation=PDF>
13. Mardirossian A, Institut national de recherche et de sécurité (INRS). *La fiche de données de sécurité*. Aide mémoire technique ED 954. Paris : INRS, 2012.
14. Circulaire DGS/SD. 7B n° 2006-234 du 30/05/06 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact. Consultée le 25/07/2013 : http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/7401
15. Base de données de l'IFA « GESTIS ». Consultée le 25/07/2013 : http://limitvalue.ifa.dguv.de/Webform_gw.aspx
16. Base de données des fiches toxicologiques de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS). Consultée le 25/07/2013 : <http://www.inrs.fr/accueil/produits/bdd/recherche-fichetox-criteres.html>
17. Base de données de l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA). Consultée le 25/07/2013 : <http://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/registered-substances>.