

Réseau inter-CHU d'échange et de mutualisation des informations en médecine du travail des personnels des établissements de santé

Evaluation des Risques Chimiques en établissements de santé

Thème piloté par le CHU de Grenoble
CHU participants : Brest, Limoges, Lyon, Reims

GUIDES METHODOLOGIQUES

RISQUES CHIMIQUES EN ETABLISSEMENTS DE SANTE

2^{ème} partie : méthode d'évaluation



SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| I . INTRODUCTION / OBJECTIFS / REGLEMENTATION | 3 |
| II. DEFINITIONS..... | 4 |
| III. METHODOLOGIE | 4 |
| III.1. Types d'évaluations | 4 |
| III.2. Etapes | 5 |
| III.3. Validation | 6 |
| III.4. Limites | 6 |
| IV. PRESENTATION DE LA METHODE | 7 |
| IV.1. Caractérisation et hiérarchisation des dangers | 7 |
| IV.2. Evaluation de l'exposition des agents | 9 |
| IV.3. Hiérarchisation des risques chimiques | 10 |
| V. DISCUSSION / CONCLUSION..... | 11 |
| V. EXEMPLE D'APPLICATION : ANALYSE BIOLOGIQUE EN LABORATOIRE D'HEMATOLOGIE..... | 12 |

Développement d'une méthode d'évaluation des risques chimiques adaptée aux établissements de santé

I. INTRODUCTION / OBJECTIFS / REGLEMENTATION

Bien que l'évaluation des risques sanitaires professionnels fasse partie des obligations de l'employeur depuis 1991, trois textes sont venus récemment renforcer la réglementation :

- le *Décret n°2001-1016* qui impose aux chefs d'entreprise la rédaction d'un document unique faisant la synthèse de l'évaluation des risques professionnels menée dans leur établissement ;
- le *Décret n°2001-97* qui élargit aux substances mutagènes et reprotoxiques les obligations de l'employeur déjà applicables pour les substances cancérogènes ;
- le *Décret n°2003-1254* relatif à la prévention du risque chimique, explicité par la circulaire DRT n°12 du 24 mai 2006, qui précise les éléments à prendre en compte lors de l'évaluation des risques d'exposition aux agents chimiques dangereux (ACD).

L'objectif de ces deux derniers textes législatifs est de « renforcer la prévention des risques susceptibles d'entraîner des conséquences sur la santé et la sécurité des travailleurs qui se trouvent exposés, dans le cadre de leur activité professionnelle, à des agents chimiques ». Ces 2 décrets sont explicités dans une circulaire :

- ⇒ Circulaire DRT n°12 du 24 mai 2006 relative aux règles générales de prévention du risque chimique et aux règles particulières à prendre contre les risques d'exposition aux agents cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction

S'agissant des risques chimiques au sein des hôpitaux, force est de constater la très grande diversité des produits et des situations de travail pouvant exposer le personnel à des agents chimiques dangereux :

- laboratoires de biologie médicale : solvants, acides, bases, colorants, réactifs, kits de diagnostic,...
- unités de soins : produits détergents, désinfectants, produits d'entretien, produits de désinfection des matériels chirurgicaux,...
- pharmacies : médicaments cytostatiques,
- blocs opératoires : gaz anesthésiques volatils,
- services techniques : solvants, colles, déchets chimiques...

Ces activités recouvrent des situations de travail très différentes les unes des autres qui doivent néanmoins pouvoir bénéficier d'une seule et même méthode d'évaluation des risques chimiques. Parmi les spécificités du secteur hospitalier, en termes de manipulation de produits chimiques, figure le très grand nombre de produits utilisés (plusieurs centaines de produits commerciaux par laboratoire par exemple), leur fréquence importante d'utilisation (manipulation quotidienne d'agents anticancéreux ou de gaz anesthésiques par exemple) et les faibles quantités de substances utilisées, en comparaison avec d'autres secteurs d'activité.

Afin d'aider les établissements de santé dans leur démarche d'évaluation et de gestion des risques chimiques et de leur proposer une méthode qui soit adaptée aux spécificités des hôpitaux, deux guides sont créés et mis à leur disposition :

- ce guide présente une méthodologie d'évaluation validée par 5 Centres Hospitaliers Universitaires (CHU) sur la période 2005-2007. La méthode

d'évaluation présentée permet le recensement des agents chimiques dangereux, l'identification des situations d'exposition à risque et la hiérarchisation des actions de prévention à mettre en place.

- un deuxième guide (« *Risques chimiques en établissements de santé – 1^{ère} partie : mise en place de la démarche* »), non inclus dans ce document, émet des recommandations pour mettre en place de la démarche d'évaluation des risques chimiques.

II. DEFINITIONS

Il est nécessaire de rappeler ici un certain nombre de définitions utiles à la compréhension de la méthode.

- agent chimique : « tout élément ou composé chimique, soit en l'état, soit au sein d'une préparation, tel qu'il se présente à l'état naturel ou tel qu'il est produit, utilisé ou libéré, notamment sous forme de déchet, du fait d'une activité professionnelle, qu'il soit ou non produit intentionnellement et qu'il soit ou non mis sur le marché ».
- agent chimique dangereux :
 - « tout agent chimique qui satisfait aux critères de classement des substances ou préparations dangereuses tels que définis à l'article R.231-51,
 - tout agent chimique qui, bien que ne satisfaisant pas aux critères de classement, en l'état ou au sein d'une préparation, peut présenter un risque pour la sécurité et la santé des travailleurs en raison de ses propriétés physico-chimiques, chimiques ou toxicologiques et des modalités de sa présence sur le lieu de travail ou de son utilisation ».
- danger : « propriété intrinsèque d'une substance dangereuse de pouvoir provoquer des dommages pour la santé humaine et/ou l'environnement ».
- exposition : « ensemble des conditions de contact entre un agent chimique et un individu, susceptibles d'entraîner des effets pour la santé de ce dernier ».
- risque : « probabilité d'un dommage dans les conditions d'utilisation et/ou d'exposition. Le risque se caractérise habituellement par une probabilité et une gravité ».

III. METHODOLOGIE

III.1. Types d'évaluations

L'évaluation des risques chimiques peut être conduite :

- de manière quantitative, par la mesure des niveaux d'exposition aux agents chimiques dans divers milieux (atmosphère, milieux biologiques),
- de manière semi-quantitative par l'estimation de niveaux de risque en fonction des conditions d'exposition.

Bien que moins précise et ne constituant pas la méthode d'évaluation de référence pour les agents chimiques dangereux (ACD) et les agents CMR de catégorie 1 et 2 (évaluation quantitative obligatoire), il est décidé d'utiliser une méthode semi-quantitative, basée sur le calcul d'indices de risque.

Ce type de méthode présente en effet l'avantage d'une simplicité d'utilisation et permet une évaluation plus exhaustive de l'exposition aux très nombreux produits chimiques utilisés en milieu hospitalier. De plus, elle simplifie l'inventaire des agents chimiques dangereux à évaluation quantitative obligatoire qui peuvent exister dans un établissement en l'état ou au sein d'une préparation chimique.

III.2. Etapes

Après étude bibliographique des principales méthodes d'évaluation des risques chimiques (ERC) utilisées dans différents secteurs industriels, une méthode semi-quantitative est développée et comporte trois étapes :

*** Identification, caractérisation et hiérarchisation des dangers :**

L'identification consiste à recenser l'ensemble des agents chimiques utilisés au sein de l'établissement, qu'ils soient sous forme gazeuse (gaz anesthésiques par ex.), solide (poudres) ou liquides (solvants, peintures, désinfectants,...).

Dans la caractérisation des dangers des produits chimiques, il est décidé d'utiliser les phrases de risque (phrases R) comme principales sources d'informations car elles sont facilement accessibles et permettent la caractérisation des dangers physico-chimiques, environnementaux et toxicologiques.

Parmi les différentes sources d'informations permettant d'avoir accès aux phrases R associées aux produits chimiques dangereux, les sources suivantes sont utilisées par ordre de priorité :

- **fiches de données de sécurité (FDS)** (obligatoires d'après le Code du Travail article R.231-53, Arrêté du 5 janvier 1993, modifié par l'Arrêté du 9 Novembre 2004, fixant les modalités d'élaboration et de diffusion des FDS) de chaque produit commercial, obtenues à partir des sites internet des fournisseurs ou demandées par courrier,

Remarque : la « Circulaire DRT n°13 du 24 mai 2006 relative à l'emballage et l'étiquetage des substances et préparations dangereuses, ainsi qu'à la fiche de données de sécurité (FDS) » précise le contenu, les modalités de transmission et les destinataires des fiches de données de sécurité.

- **site internet européen ECB** (European Chemical Bureau <http://ecb.jrc.it/classification-labelling/search-classlab>) de classification et étiquetage, lequel précise la liste et l'étiquetage réglementaire des agents chimiques dangereux (Annexe I de la Directive Européenne 67/548/CEE et mises à jour) et des préparations (Directive Européenne 1999/45/CEE),
- **fiches toxicologiques** diffusées par l'INRS (Institut National de Recherche et Sécurité <http://www.inrs.fr>),
- **Arrêté du 9 novembre 2004** définissant les critères de classification et les conditions d'étiquetage et d'emballage des préparations dangereuses et transposant la Directive 1999/45/CE du parlement européen et du conseil du 31 mai 1999, concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, à l'emballage et à l'étiquetage des préparations dangereuses.

La caractérisation des dangers vise à identifier non seulement la nature du danger (physico-chimique, toxicologique, environnemental), le type d'effet redouté (effet local, effet

général, effet CMR) mais également les voies de pénétration préférentielles des substances dans l'organisme (respiratoire, cutanée, orale).

*** Evaluation de l'exposition du personnel :**

L'exposition des personnels aux agents chimiques dangereux est caractérisée par la prise en compte de divers facteurs permettant d'en estimer l'intensité (de manière semi-quantitative). Pour les activités professionnelles impliquant la manipulation d'un ou plusieurs produits dangereux, des observations de terrain doivent permettre de recueillir les informations nécessaires au renseignement de ces critères.

La méthode validée doit prendre en compte deux types de variables : l'intensité de l'exposition et l'efficacité des moyens de protection utilisés en fonction des différentes voies d'absorption des produits.

*** Calcul des indices de risques :**

Pour chaque type de danger il est décidé que l'estimation du niveau de risque (sous la forme d'un indice) prenne en compte tant le niveau de danger du produit que l'intensité de l'exposition et l'efficacité des moyens de protection en rapport avec la voie d'absorption du produit.

A partir de ces indices de risques, doivent pouvoir être définis trois niveaux de risque :

- niveau de risque faible,
- niveau de risque intermédiaire, acceptable sous réserve de précautions appropriées,
- niveau de risque élevé (priorités d'action).

Les situations de travail associés à un niveau de risque élevé devraient faire l'objet de propositions rapides de prévention / protection, en complément du recours à d'autres approches permettant de caractériser le risque de façon plus précise (métrologies atmosphériques et/ou biologiques).

III.3. Validation

La présente méthode d'évaluation a été validée par :

- sa confrontation avec d'autres méthodes semi-quantitatives utilisées en secteur industriel et vérification de sa cohérence,
- son utilisation simultanée dans les laboratoires d'hématologie hospitalière de 5 CHU (Brest, Grenoble, Limoges, Lyon, Reims) en 2006 et 2007.

Les différents critères utilisés pour caractériser les dangers et l'exposition ont été testés et critiqués par les 5 CHU utilisateurs et confrontés aux jugements des médecins du travail en fonction de leur connaissance des postes de travail étudiés.

III.4. Limites

Seuls les dangers toxicologiques sont pris en compte dans cette démarche. Les dangers physico-chimiques et environnementaux sont identifiés mais ne font pas l'objet d'une hiérarchisation des risques.

Dans la caractérisation des dangers, les phrases de risque combinées ne sont pas utilisées pour l'instant mais sont considérées comme la succession de phrases uniques (ex : la phrase combinée R39/23/24/25 est considérée comme équivalente aux phrases R39, R23, R24, R25).

Dans un souci de simplification de la démarche, les propriétés physico-chimiques n'ont pas été prises en compte mais devraient être étudiées car elles sont susceptibles d'influencer l'intensité de l'exposition des individus.

La présente méthode n'est pas adaptée à l'estimation d'un niveau de risque associé aux étapes automatiques (réaction biologique en automate par exemple).

Seul un secteur d'activité (laboratoires de biologie) a fait l'objet d'une utilisation par les membres du groupe de travail ; l'extension de son usage à d'autres services (pharmacie, unités de soin, techniques) est nécessaire afin de s'assurer de sa reproductibilité réelle vis-à-vis des différents métiers exercés en établissements de santé.

IV. PRESENTATION DE LA METHODE

Le développement de la méthode semi-quantitative de calcul d'indices de risque passe par trois étapes successives :

IV.1. Caractérisation et hiérarchisation des dangers :

L'algorithme des dangers toxicologiques présenté dans les 2 tableaux ci-dessous est défini à partir des phrases R des FDS. Il permet de classer les produits en fonction de leurs effets sur la santé, de leurs voies de pénétration dans l'organisme mais aussi en fonction de la gravité de ces effets.

| Effets sur la santé | | | |
|---|-----------------|-----------------|----------------------------|
| <u>Toxicité locale</u> | | | |
| Voie de pénétration | Niveau 1 | Niveau 2 | Niveau 3 |
| Respiratoire (Lresp) | -- | R34 R37 | R35 |
| Cutanée (Lcut) | R38 R66 | R34 | R35 |
| Oculaire (Loc) | R36 | R34 | R35 R41 |
| <u>Toxicité systémique non CMR</u> | | | |
| Voie de pénétration | Niveau 1 | Niveau 2 | Niveau 3 |
| Respiratoire (Sresp) | R20 R67 | R23 R29 R31 | R26 R32 R33 R39 R42 R48 |
| Cutanée (Scut) | R21 | R24 R43 | R27 R33 R39 R48 |
| Orale (Soral) | R22 R65 | R25 | R28 R33 R39 R48 |
| <u>Toxicité CMR</u> | | | |
| Type d'effet | Niveau 1 | Niveau 2 | Niveau 3 |
| Cancérogène (C) | -- | R40 | R45 R49 |
| Mutagène (M) | -- | R68 | R46 |
| Reprotoxique (R) | -- | R62 R63 R64 | R60 R61 |

Les produits CMR de niveau 3 correspondent aux produits C, M, R de catégorie 1 et 2 de la législation européenne.

Cet algorithme comporte ainsi 2 entrées :

- 9 types de danger :
 - effet local par voie d'absorption respiratoire (Lresp) cutanée (Lcut) ou oculaire (Loc),
 - effet systémique non CMR par voie d'absorption respiratoire (Sresp), cutanée (Scut) ou orale (Soral),
 - effet cancérigène (C), mutagène (M) et reprotoxique (R).
- 3 niveaux de danger :
 - peu dangereux (niveau 1),
 - dangereux (niveau 2),
 - très dangereux (niveau 3).

Les produits CMR certains ou probables (catégories 1 et 2 de l'Union européenne (UE)) sont tous classés en niveau 3, les CMR suspectés (catégorie 3 de l'UE) étant classés en niveau 2. Les produits ne comportant aucune phrase R sont classés implicitement en niveau 0 c'est-à-dire sans danger.

Pour les phrases R concernant les effets locaux ou systémiques sans précision de la voie d'absorption, celles-ci sont incluses dans les 3 types de danger. Pour les CMR, les effets sont considérés comme pouvant être entraînés tant par une absorption respiratoire que cutanée.

Pour chaque type de danger est calculé un indice de danger (ID) qui servira au calcul des indices de risque. Cet indice de danger est égal au niveau de danger porté à la puissance de 10 selon la formule suivante : $ID = 10^{(\text{niveau du danger})}$.

A chaque produit sont donc associés 9 indices de danger :

- indices de danger d'effet local par voies respiratoire (IDLresp), cutanée (IDLcut) et oculaire (IDLoc),
- indices de danger d'effet systémique non CMR par voies respiratoire (IDSresp), cutanée (IDScut) et orale (IDSoral),
- indices de danger d'effet cancérigène (IDC), mutagène (IDM), reprotoxique (IDR).

Le niveau global de danger d'un produit retenu pour la suite de l'ERC correspond au niveau maximal des 9 indices de dangers toxicologiques.

Exemple : le persulfate d'ammonium à 10% qui comporte les phrases R8, R22, R36/37/38, R42/43 est classé Lresp2, Lcut1, Loc1, Sresp3, Scut2, Soral1, C0, M0, R0. Son niveau global de danger est 3.

| Produit/ Indices de danger | IDLresp | IDLcut | IDLoc | IDSresp | IDScut | IDSoral | IDC | IDM | IDR | Niveau de danger global |
|-------------------------------|---------|--------|-------|---------|--------|---------|-----|-----|-----|-------------------------|
| Persulfate d'ammonium | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |

Pour les **dangers physico-chimiques** (feu, explosion, incompatibilité) et **environnementaux**, les produits sont classés dangereux dès lors qu'ils comportent au moins une phrase R, et non dangereux s'ils n'en possèdent pas.

Dans la présente méthodologie, aucune évaluation d'exposition ni calcul d'indices de risques ne sont par la suite réalisés pour ces produits.

| Effets physico-chimiques et environnementaux | | |
|---|-----------------|--|
| Dangers physico-chimiques | | |
| | Niveau 0 | Niveau 1 |
| F - Feu | -- | R7 R8 R11 R12 R15 R17 R18 R30 |
| E - Explosion | -- | R1 R2 R3 R4 R5 R6 R9 R16 R18 R19 R44 |
| S - Stabilité | -- | R14 R29 R31 R32 |
| Dangers environnementaux | | |
| | Niveau 0 | Niveau 1 |
| Environnement | -- | R50 R51 R52 R53 R54 R55 R56 R57 R58 R59 |

IV.2. Evaluation de l'exposition des individus

Parmi les nombreux critères d'estimation de l'exposition pouvant être utilisés dans une méthode semi-quantitative d'évaluation des risques chimiques, il est décidé de retenir les variables suivantes :

- **fréquence de manipulation,**
- **quantités utilisées,**
- utilisation (ou port) et efficacité des **équipements de protection** des voies respiratoire, cutanée et oculaire.

Certaines de ces variables (fréquence de la tâche et quantité de produit utilisé) sont utilisées dans tous les cas, les variables spécifiques d'une voie de pénétration (équipements de protection) ne sont prises en compte que si le produit utilisé possède un danger par ces voies de pénétration.

Un **indice d'exposition (IE)** est calculé à partir des niveaux de fréquence et de quantité selon la formule : $IE = 0,1 \times \text{niveau de fréquence} \times \text{niveau de la quantité}$.

Si le calcul donne la valeur 0.9, l'IE est considéré comme égal à 1. De ce fait, l'indice d'exposition varie entre 0,1 (exposition très faible) et 1 (exposition maximale).

| Intensité d'exposition | | |
|-------------------------------|--------|---|
| Type de variable | Niveau | Signification |
| <i>Fréquence</i> | 1 | Moins d'une fois par semaine |
| | 2 | Une ou plusieurs fois par semaine |
| | 3 | Une ou plusieurs fois par jour |
| <i>Quantité</i> | 1 | Moins de 10 ml ou 10 g |
| | 2 | Entre 10 et 100 ml ou entre 10 et 100 g |
| | 3 | Plus de 100 ml ou 100 g |

Un **indice de protection (IP)** est calculé pour chaque moyen de protection en portant les niveaux de l'efficacité des moyens de protection à la puissance de 10 selon la formule suivante : $IP = 10^{-(niveau\ de\ protection-1)}$.

Trois indices de protection sont ainsi calculés :

- Indice de Protection de la voie respiratoire (IPresp),
- Indice de protection de la voie cutanée (IPcut),
- Indice de protection de la voie oculaire (IPoc).

| Efficacité des moyens de protection | | |
|--|--------|---------------------------------------|
| Type de variable | Niveau | Signification |
| Protection respiratoire | 1 | Climatisation ou ventilation générale |
| | 2 | Sorbonne non conforme aux normes |
| | 2 | Sorbonne conforme mal utilisée |
| | 2 | Aspiration à la source |
| | 3 | Sorbonne conforme bien utilisée |
| Protection cutanée | 1 | Pas de gants |
| | 2 | Crème barrière ou gants mal adaptés |
| | 3 | Gants adaptés |
| Protection oculaire | 1 | Pas de protection |
| | 2 | Vitre de sorbonne baissée |
| | 3 | Lunettes de sécurité ou écran facial |

IV.3. Hiérarchisation des risques chimiques

Pour chaque tâche d'une activité nécessitant l'utilisation d'un ou plusieurs produits dangereux sont calculés des indices de risques (IR) en tenant compte :

- ⇒ des indices de dangers (IDLresp, IDLcut, IDLoc, IDSresp, IDScut, IDSoral, IDC, IDM, IDR),
- ⇒ de l'indice d'exposition (IE),
- ⇒ des indices de protection correspondant aux voies d'absorption (IPresp, IPcut, IPoc).

La formule générale est : $IR = ID \times IE \times IP$ et les détails des formules en fonction des effets étudiés et des voies potentielles d'exposition sont décrits dans le tableau ci-dessous.

| Type d'effet | Indice de Risque | Formule de calcul |
|--|------------------|-----------------------|
| Effet local par voie respiratoire | IRLresp | IDLresp x IE x IPresp |
| Effet local par voie cutanée | IRLcut | IDLcut x IE x IPcut |
| Effet local par voie oculaire | IRLoc | IDLoc x IE x IPoc |
| Effet systémique par voie respiratoire | IRSresp | IDSresp x IE x IPresp |
| Effet systémique par voie cutanée | IRScut | IDScut x IE x IPcut |

| | | |
|--|---------|-------------------|
| Effet cancérigène par voie respiratoire | IRCresp | IDC x IE x IPresp |
| Effet cancérigène par voie cutanée | IRCcut | IDC x IE x IPcut |
| Effet mutagène par voie respiratoire | IRMresp | IDM x IE x IPresp |
| Effet mutagène par voie cutanée | IRMcut | IDM x IE x IPcut |
| Effet reprotoxique par voie respiratoire | IRRresp | IDR x IE x IPresp |
| Effet reprotoxique par voie cutanée | IRRcut | IDR x IE x IPcut |

Pour les effets systémiques non CMR survenant après absorption orale, aucun IR n'est calculé car cette voie d'absorption n'est pas retrouvée classiquement en milieu professionnel. Pour les produits CMR, 2 indices de risque sont calculés par type d'effet en fonction de la voie d'absorption qui est respiratoire et/ou cutanée.

Au total, 11 indices de risque sont calculés dont les valeurs varient entre 0,001 (risque minimal) et 1000 (risque maximal).

Les risques sont classés selon 3 niveaux de priorité :

- niveau de risque faible si $IR < 4$;
- niveau de risque intermédiaire (acceptable sous réserve de précautions appropriées) si $4 \leq IR < 40$;
- niveau de risque élevé (priorités d'action) nécessitant des actions correctives si $IR \geq 40$.

| Niveau de risque | 0,001 - 3 | 4 - 30 | 40 - 1000 |
|-------------------------|-----------|---|-----------|
| Acceptabilité du risque | faible | Intermédiaire (acceptable sous réserves) | élevé |

V. DISCUSSION / CONCLUSION

Le choix d'utiliser une méthode d'évaluation semi-quantitative est une nécessité pour hiérarchiser les risques le plus précisément possible. Elle constitue l'étape préliminaire à la mise en place d'une évaluation quantitative des expositions par des mesurages atmosphériques ou/et une surveillance biologique. En effet, bien qu'étant plus précise, l'évaluation quantitative des expositions ne peut pas être utilisée en première intention car elle répond à une méthodologie impliquant un coût humain et financier non négligeable.

Le grand nombre de produits chimiques manipulés dans les établissements de santé (laboratoires de biologie, pharmacies) impose la mise en place dans un premier temps de cette approche semi-quantitative qui pourra être complétée par des mesurages annuels pour les produits CMR ou pour préciser l'acceptabilité du risque.

De plus l'intérêt du calcul d'indices de risque réside dans sa possible automatisation une fois les critères précisément définis. Une maquette informatique d'aide à l'évaluation des risques chimiques, reprenant la même méthode, fait partie des livrables du groupe de travail (« maquette informatique d'aide à l'évaluation des risques chimiques en établissements de santé »).

Cette application facilite la saisie des informations relatives aux dangers des produits et aux conditions d'exposition et permet le calcul automatique des différents indices de danger,

exposition et risque. Diverses sorties informatiques rendent possibles la diffusion et l'échange des données d'évaluation.

A la différence d'autres démarches d'évaluation appliquées depuis plusieurs années dans divers secteurs d'activité, cette méthodologie manque encore de recul. Seule son application dans plusieurs établissements de santé et à plusieurs métiers hospitaliers (médicaux, médico-techniques et techniques), permettra de s'assurer de sa cohérence et de sa compréhensibilité par tous.

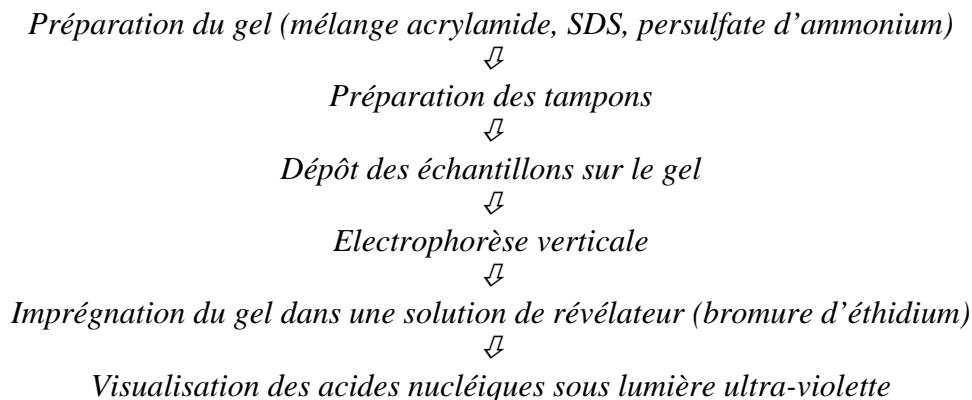
Remarque : les utilisateurs de la méthode peuvent se référer à l'article suivant décrivant la méthode :

Persoons R., Dumas L., Stoklov M., Maitre A. Développement d'une nouvelle méthode d'évaluation des risques chimiques : application dans les laboratoires hospitaliers. Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement, 66(4) :326-334, 2005.

V. EXEMPLE D'APPLICATION : ANALYSE BIOLOGIQUE EN LABORATOIRE D'HEMATOLOGIE

L'exemple qui suit présente les résultats de l'évaluation semi-quantitative des risques chimiques à l'occasion de l'analyse « électrophorèse en gel d'acrylamide » effectué dans un laboratoire d'hématologie.

Le déroulement de cette analyse nécessite les étapes suivantes :



Les différents tableaux ci-dessous présentent successivement :

- la caractérisation des dangers des produits chimiques manipulés lors de cette analyse, globalement sous forme d'indices de danger et triés en fonction de leurs effets,
- l'estimation des risques chimiques associés à l'exposition aux produits chimiques dangereux, sous la forme d'indices de risque.

| Produits | Substances (%) | N°CAS | Dangers | Pictogrammes | Niveau de danger global | Indices Danger environnemental | Indices Danger physico-chimique | | | Indices Danger toxicologique | | | | | | | | |
|---|--|-----------------------|--|--------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----|-----|------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|-----|-----|-----|
| | | | Phrases R | | | | Local | | | Systémique NON CMR | | | CMR | | | | | |
| | | | | | | | Feu | Exp | Inc | IDLresp | IDLcut | IDLloc | ISresp | IScut | ISoral | IDC | IDM | IDR |
| ACIDE PERCHLORIQUE 70% RECTAPUR | Acide perchlorique (70) | 7601-90-3 | 35, 5, 8 | O, C | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ACRYLAMIDE BIS ACRYLAMIDE 40% | | 79-06-1 / 110-26-9 | 26, 27, 28, 36, 38, 43, 45, 46, 48, 62 | T, N | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| AMMONIUM PERSULFATE | Persulfate d'ammonium (100) | 7727-54-0 | 22, 36, 37, 38, 42, 43, 8 | Xn, O | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| BLEU DE COOMASSIE BRILLANT R250 | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| EDTA | Ethylene diamine tetraacetique (100) | 6381-92-6 | 22 | Xn | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ETALON DE CALCIUM (CACL2) | Acide chlorhydrique (5-10) | 7647-01-0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| METHANOL | Méthanol (100) | 67-56-1 | 11, 23, 24, 25, 39 | F, T | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| P-AMINOPHENYLMERCURIC ACETATE (APMA) | | 6283-24-5 | 26, 27, 28, 33, 50, 53 | T+, N | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| SODIUM AZIDE SIGMAULTRA (NaN3) | Azoture de sodium (100) | 26628-22-8 | 28, 32, 50, 53 | T+, N | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| SODIUM DODECYL SULFATE 20% (SDS) | Sodium dodecyl sulfate (20) | 151-21-3 | 36, 37, 38 | Xi | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SODIUM DODECYL SULFATE RECTAPUR | Sodium dodecyl sulfate (>98) | 151-21-3 | 11, 21, 22, 36, 37, 38 | Xn, F | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| SODIUM HYDROXYDE SOLUTION 1N | Hydroxyde de sodium (4) | 1310-73-2 | 34 | C | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TAMPON TRIS-HCL | | | 36, 37, 38 | T | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TEMED | n,n,n',n'tetramethylet hylenediamine () | 110-18-9 | 11, 20, 22, 34 | F, C | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| TRITON X-100 SIGMAULTRA | p-tertiary-octylphenoxy polyethyl alcohol () | 9002-93-1 | 22, 41 | Xn | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Exemple d'évaluation en laboratoire d'hématologie : caractérisation des dangers des produits chimiques

Produits dangereux : toxicité locale

| Voie Respiratoire | |
|-------------------|----------------------------------|
| Niveau 3 | ACIDE PERCHLORIQUE 70% RECTAPUR |
| Niveau 2 | AMMONIUM PERSULFATE |
| | SODIUM DODECYL SULFATE 20% (SDS) |
| | SODIUM DODECYLE SULFATE RECTAPUR |
| | SODIUM HYDROXYDE SOLUTION 1N |
| | TAMPON TRIS-HCL |
| | TEMED |
| Voie Cutanée | |
| Niveau 3 | ACIDE PERCHLORIQUE 70% RECTAPUR |
| Niveau 2 | SODIUM HYDROXYDE SOLUTION 1N |
| | TEMED |
| Niveau 1 | ACRYLAMIDE BIS ACRYLAMIDE 40% |
| | AMMONIUM PERSULFATE |
| | SODIUM DODECYL SULFATE 20% (SDS) |
| | SODIUM DODECYLE SULFATE RECTAPUR |
| | TAMPON TRIS-HCL |
| Voie Oculaire | |
| Niveau 3 | ACIDE PERCHLORIQUE 70% RECTAPUR |
| | TRITON X-100 SIGMAULTRA |
| Niveau 2 | SODIUM HYDROXYDE SOLUTION 1N |
| | TEMED |
| Niveau 1 | ACRYLAMIDE BIS ACRYLAMIDE 40% |
| | AMMONIUM PERSULFATE |
| | SODIUM DODECYL SULFATE 20% (SDS) |
| | SODIUM DODECYLE SULFATE RECTAPUR |
| | TAMPON TRIS-HCL |

Produits dangereux : toxicité systémique non CMR

| Voie Respiratoire | |
|-------------------|--------------------------------------|
| Niveau 3 | ACRYLAMIDE BIS ACRYLAMIDE 40% |
| | AMMONIUM PERSULFATE |
| | P-AMINOPHENYLMERCURIC ACETATE (APMA) |
| | SODIUM AZIDE SIGMAULTRA (NaN3) |
| | METHANOL |
| Niveau 1 | TEMED |
| Voie Cutanée | |
| Niveau 3 | ACRYLAMIDE BIS ACRYLAMIDE 40% |
| | P-AMINOPHENYLMERCURIC ACETATE (APMA) |
| | METHANOL |
| Niveau 2 | AMMONIUM PERSULFATE |
| Niveau 1 | SODIUM DODECYLE SULFATE RECTAPUR |
| Voie orale | |
| Niveau 3 | ACRYLAMIDE BIS ACRYLAMIDE 40% |
| | P-AMINOPHENYLMERCURIC ACETATE (APMA) |
| | SODIUM AZIDE SIGMAULTRA (NaN3) |
| Niveau 1 | METHANOL |
| | AMMONIUM PERSULFATE |
| | EDTA |
| | SODIUM DODECYLE SULFATE RECTAPUR |
| | TRITON X-100 SIGMAULTRA |

Produits dangereux : toxicité CMR

| Cancérogène | |
|--------------|-------------------------------|
| Niveau 3 | ACRYLAMIDE BIS ACRYLAMIDE 40% |
| Mutagène | |
| Niveau 3 | ACRYLAMIDE BIS ACRYLAMIDE 40% |
| Reprotoxique | |
| Niveau 2 | ACRYLAMIDE BIS ACRYLAMIDE 40% |

Exemple d'évaluation en laboratoire d'hématologie : électrophorèse en gel d'acrylamide

| Description | | | Exposition | | Protection | | | Indices de Risque toxicologique | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|------------|----------|--------------|---------|----------|---------------------------------|--------|-------|--------------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | | | Fréquence | Quantité | Respiratoire | Cutanée | Oculaire | Local | | | Systémique NON CMR | | C | | M | | R | |
| Etape | Sous étape | Produit | | | | | | IRLresp | IRLcut | IRLoc | IRSresp | IRScut | IRCresp | IRCcut | IRMresp | IRMcut | IRRresp | IRRcut |
| Préparation réactifs et étalons | Dilution du sodium dodécyl sulfate | SODIUM DODECYLE SULFATE RECTAPUR | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | | 0,02 | 0,2 | | | | | | | | |
| | Dilution du méthanol | METHANOL CHROMANORM | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | | | | 30 | 300 | | | | | | |
| Préparation du gel d'acrylamide | Dilution de l'acrylamide | ACRYLAMIDE BIS ACRYLAMIDE 40% | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | | 0,02 | 2 | 200 | 2 | 200 | 2 | 200 | 2 | 20 | 0,2 |
| | | | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | | 0,02 | 2 | 200 | 2 | 200 | 2 | 200 | 2 | 20 | 0,2 |
| | Préparation du gel d'acrylamide | SODIUM DODECYL SULFATE 20% (SDS) | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 20 | 0,02 | 2 | | | | | | | | |
| | | AMMONIUM PERSULFATE | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 20 | 0,02 | 2 | 200 | 0,2 | | | | | | |
| | | TEMED | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 20 | 0,2 | 20 | 2 | | | | | | | |
| | Préparation du gel de stacking | TAMPON TRIS-HCL | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 20 | 0,02 | 2 | | | | | | | | |
| ACRYLAMIDE BIS ACRYLAMIDE 40% | | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | | 0,02 | 2 | 200 | 2 | 200 | 2 | 200 | 2 | 20 | 0,2 | |
| AMMONIUM PERSULFATE | | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 20 | 0,02 | 2 | 200 | 0,2 | | | | | | | |
| SODIUM DODECYL SULFATE 20% (SDS) | | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 20 | 0,02 | 2 | | | | | | | | | |
| Préparation de l'APMA | P-AMINOPHENYLMERCURIC ACETATE (APMA) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | | 100 | 100 | | | | | | | |
| | SODIUM HYDROXYDE SOLUTION 1N | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 10 | | | | | | | | | |
| Tampon incubation APMA | TAMPON TRIS-HCL | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 20 | 2 | 2 | | | | | | | | | |
| | TRITON X-100 SIGMAULTRA | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | | | 20 | | | | | | | | | |
| | SODIUM AZIDE SIGMAULTRA | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | | | | 10 | | | | | | | | |
| Bleu de coomassie | METHANOL RP NORMAPUR | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | | | | 300 | 300 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|--|---|---|---|---|---|----|------|---|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|--|
| | Sample buffer 10 x | DITHIOTHREITOL MOLECULAR BIOLOGY REAGENT | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| | | SODIUM DODECYL SULFATE 20% (SDS) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| | Préparation Triton X-100 | TRITON X-100 SIGMAULTRA | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | | | | 100 | | | | | | | | |
| | | TAMPON TRIS-HCL | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 20 | 0,02 | 2 | | | | | | | | | |
| Analyse | Lavage au Triton | TRITON X-100 SIGMAULTRA | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | | 200 | | | | | | | | |
| | | TAMPON TRIS-HCL | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 40 | 4 | 4 | | | | | | | | | |
| | Coloration et aspiration au bleu de coomassie | METHANOL RP NORMAPUR | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | | | | | 400 | 400 | | | | | | |

L'évaluation des risques chimiques met en évidence :

- des niveaux de risque élevés d'**effets CMR** concernant l'exposition à l'acrylamide lors des étapes « dilution de l'acrylamide », « préparation de l'acrylamide » et « préparation du gel de stacking ». Le risque est mis en évidence par voie respiratoire en raison de l'absence de protection respiratoire lors de la réalisation de ces étapes.
- des niveaux de risque élevés d'**effets systémiques** concernant l'exposition au méthanol, persulfate d'ammonium et APMA lors de diverses étapes. Le risque est caractérisé soit par voie respiratoire, soit par voie cutanée, en fonction des moyens de protection utilisés lors de ces étapes.
- des niveaux de risque intermédiaires d'**effets locaux** concernant l'exposition au SDS, persulfate d'ammonium, hydroxyde de sodium et TEMED.

A la suite de cette évaluation, les mesures de prévention ou protection qui peuvent être proposées sont les suivantes :

* réflexion sur la possible substitution de l'acrylamide par une autre substance moins dangereuse,

* utilisation d'acrylamide :

- si possible sous forme de gel,
- à défaut manipulation de l'acrylamide liquide sous un équipement de protection collective efficace (hotte chimique ou sorbonne) recommandée même si cette substance est très peu volatile, dans la mesure où il s'agit d'une substance CMR (Carc cat2, Mut cat2, Repr cat3 CEE),

* amélioration des protections respiratoires (étape « coloration au bleu de coomassie ») ou cutanées (étape « dilution du méthanol ») lors de la manipulation de méthanol,

* contrôle de l'efficacité des systèmes d'extraction des polluants utilisés.