

# ÉVALUATION SEMI-QUANTITATIVE DU RISQUE CHIMIQUE AU LABORATOIRE NATIONAL DE LA SANTE DE BAMAKO, MALI

## SEMI-QUANTITATIVE ASSESSMENT OF CHEMICAL RISKS AT THE NATIONAL HEALTH LABORATORY IN BAMAKO, MALI

TIDIANE DIALLO<sup>1,2\*</sup>, ABDOURAHAMANE DIARA<sup>1,3</sup>, CHEICK ABOU COULIBALY<sup>4</sup>, SEYDOU MOUSSA COULIBALY<sup>2</sup>, BENOIT YARANGA KOUMARE<sup>1,2</sup>, ABABACAR MAÏGA<sup>1,3</sup>.

<sup>1</sup>Faculté de Pharmacie de Bamako, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali.

<sup>2</sup>Laboratoire National de la Santé de Bamako, Mali.

<sup>3</sup>Institut National en Santé Publique, Bamako-Mali.

<sup>4</sup>Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie de Bamako, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali.

\* **Auteur correspondant** : Dr Tidiane Diallo, Maître Assistant en Toxicologie, Faculté de Pharmacie, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali. B.P : 1805, Téléphone : 00223 76 19 19 89, Email : tidiallo2017@gmail.com

### Résumé

Selon l'OMS, 8% des décès survenus dans le monde résultent de l'exposition à des produits chimiques. Chaque laboratoire doit disposer des moyens d'évaluation et de prévention des risques chimiques afin d'éviter les maladies et les accidents professionnels. L'objectif de l'étude était d'évaluer les risques chimiques pour la santé des travailleurs liés à la manipulation des réactifs au Laboratoire National de la Santé de Bamako, Mali.

La méthodologie était basée sur les principes du guide d'évaluation des risques chimiques en établissement de santé élaboré par cinq centres hospitaliers universitaires en France. Notre étude nous a permis d'identifier les réactifs à danger faible, intermédiaire et élevé. Ainsi le programme de priorité pour la prévention et la protection sera élaboré pour les réactifs à danger élevé : l'acétone, l'acétonitrile, l'acide acétique glacial, l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique, l'acide phosphorique, l'acide sulfurique, l'ammoniac, l'ammonium cerium (IV), le chloroforme, le chlorure ferrique, l'éthanol, l'éther de pétrole, l'hydroxyde de potassium, l'hydroxyde de sodium, le méthanol, le n-hexane, le nitrate d'argent, et le violet cristallisé. Le respect des bonnes pratiques de laboratoire permettra de prévenir les risques chimiques tout en maintenant l'état de santé des travailleurs.

**Mots clés** : Evaluation, Risque chimique, Laboratoire, Mali

### Abstract

According to the WHO, 8% of deaths worldwide result from chemical exposure. Each laboratory must have the means to evaluate and prevent chemical hazards in order to prevent occupational diseases and accidents. To assess the chemical risks to the health of workers related to the handling of reagents at the National Laboratory of Health of Bamako, Mali. The methodology it was based on the principles of the chemical risk assessment guide for health facilities developed by five university hospitals in France. Our study identified low, intermediate and high hazard reagents. Thus the priority programme for prevention and protection will be drawn up for the intermediate and high danger reagents: acetone, acetonitrile, glacial acetic acid, hydrochloric acid, nitric acid, phosphoric acid, sulphuric acid, ammonia, ammonium cerium (IV), chloroform, ferric chloride, ethanol, petroleum ether, potassium hydroxide, sodium hydroxide, methanol, n-hexane, silver nitrate, and crystallized violet.

Compliance with good laboratory practices will prevent chemical hazards while maintaining the health status of workers.

**Keywords**: Assessment, Chemical risk, Laboratory, Mali

## 1. Introduction

Selon l'Organisation Internationale du Travail, le terme produit chimique s'applique aux éléments et composés chimiques, et à leurs mélanges, qu'ils soient naturels ou synthétiques, tels que ceux obtenus par des procédés de production (OIT, 2014).

Selon l'OMS, plus de 8% des décès survenus dans le monde résultent de l'exposition à des produits chimiques (OMS, 2011). Ainsi, environ 30% des maladies professionnelles reconnues en Europe seraient d'origine chimique (INRS, 2018).

La détermination des dangers et effets sur la santé des nouvelles substances y compris les produits de substitution fait l'objet d'études toxicologiques, soit sur l'animal, soit sur des systèmes expérimentaux. Les effets toxiques recherchés concernent prioritairement l'effet cancérigène, mutagène, reprotoxiques (CMR), allergisant, neurotoxique, ototoxique (INRS, 2018).

Au Mali, les produits chimiques sont constitués essentiellement de pesticides et d'engrais chimiques pour l'agriculture, de produits pharmaceutiques pour la santé humaine et animale et de produits chimiques pour les besoins de consommation des unités industrielles, des laboratoires d'analyses physico-chimiques, biologiques, minières et artisanales. La principale option d'élimination des produits chimiques et déchets est la mise en décharge à même le sol. La plupart des décharges sont anarchiques et incontrôlées (MEA, 2009). L'usage de ces produits chimiques peut engendrer plusieurs maladies et accidents : cancers, l'asthme, des allergies, explosions, incendies, ... (INRS, 2018).

Chaque laboratoire doit disposer des moyens d'évaluation et de prévention des risques chimiques afin d'éviter les maladies et accidents professionnels. C'est ainsi que nous avons initié la présente étude au service contrôle qualité des médicaments (SCQM) du Laboratoire National de la Santé (LNS) du Mali dans le but de préserver l'état de santé des travailleurs. Notre étude est une première sur l'évaluation du risque chimique au LNS, elle va contribuer à l'amélioration des conditions de travail et l'état de santé des travailleurs à travers la mise en évidence des risques chimiques liés à la manipulation des produits chimiques (réactifs).

Nous nous sommes fixé comme objectif d'évaluer les risques chimiques pour la santé des travailleurs liés à la manipulation des réactifs au service contrôle qualité des médicaments du LNS de Bamako, Mali.

## 2. Matériel et méthodes

Notre étude a été réalisée au sein du Service Contrôle Qualité des Médicaments (SCQM), du LNS, Mali. Le LNS est une structure publique à Caractère Scientifique et Technologique. Le LNS utilise des dizaines de produits chimiques (réactifs) dans ces activités de contrôle qualité.

Il s'agissait d'une étude prospective, transversale descriptive sur l'évaluation semi-quantitative du risque sanitaire lié à la manipulation des réactifs chez les travailleurs au SCQM du LNS de Bamako, Mali. L'étude s'est déroulée d'octobre 2018 à janvier 2019.

Nous avons réalisé un échantillonnage par inclusion de tous les produits chimiques utilisés au SCQM du LNS de Bamako, Mali. Nous avons procédé à un inventaire des produits chimiques

existant dans le service. Durant l'inventaire, les produits ont été triés en fonction de leur classe chimique, de leurs conditions et fréquences d'utilisation.

Pour mieux clarifier nos résultats, nous avons pris en compte les paramètres ci-dessous :

- **l'identification du produit** : le nom du produit, le numéro CAS, les risques R, la nature, l'état. Le numéro CAS et les risques R ont été obtenus à l'aide de la base des données de la fiche toxicologique (INRS, 2018).
- **les conditions d'exposition aux produits** : la forme et quantité utilisée, voies d'exposition fréquence d'utilisation, mode d'exposition, risque d'accident, moyen de prévention.
- **hiérarchisation des risques** : classification du danger et de l'exposition.

Les données ont été collectées conformément au principe d'évaluation semi-quantitative du guide d'évaluation des risques chimiques en établissement de santé élaboré par cinq centres hospitaliers universitaires en France (Brest, Grenoble, Limoges, Lyon et Reins) (Persoons et al. 2005).

L'indice de risque (IR) est évalué à partir de l'indice de danger, l'indice d'exposition et l'indice de protection.

Ainsi :

- Indice de danger (ID) est déterminé à par la formule :  $ID = 10^{\text{niveau de danger}}$ 
  - Indices de danger local (IDL) : IDLresp, IDLcut, IDLoc ;
  - Indices de danger systémique non CMR : IDScut, IDSresp ;
  - Indices de danger systémique CMR : IDC, IDM, IDR ;
- Indice d'exposition est :  
 $IE = 0.1 * (\text{niveau de fréquence}) * (\text{niveau de quantité})$
- Indice de protection (IP) :  $IP = 10^{-(\text{niveau de protection}-1)}$

L'IP est appliqué aux mesures de protection respiratoire, cutanée, et oculaire.

La formule générale de l'indice de risque est :  $IR = (ID) * (IE) * (IP)$

Les risques sont classés selon trois niveaux de priorité :

- niveau de risque faible si  $IR < 4$  ;
- niveau de risque intermédiaire si  $4 \leq IR < 40$  ;
- niveau de risque élevé (priorité d'action) nécessitant des actions correctives si  $IR \geq 40$ .

La saisie a été réalisée avec le logiciel Microsoft Office Word et tableur Excel 2010.

### 3. Résultats

Durant notre étude, nous avons inventorié 79 produits chimiques dans le SCQM du LNS de Bamako, Mali. Le tableau I, nous donne la répartition des 25 produits chimiques les plus utilisés qui ont constitué notre échantillon en fonction de la toxicité systémique non CMR.

**Tableau I : Toxicité systémique non CMR des produits selon les phrases R**

Voies de pénétration	Niveau 1	Niveau 2	Niveau3
<b>Respiratoire Sresp</b>	Chloroforme	Méthanol	Méthanol
	Diéthyl Ether		Chloroforme
	Ethanol		n-hexane
	n-hexane		
	Acétate d'Éthyle		
	Acétone		
	Ether de pétrole		
	Propanol		
<b>Cutanée Scut</b>	Acétonitrile	Méthanol	Chloroforme
	Ethanol		Méthanol n-hexane
<b>Orale Soral</b>	Ammoniaque	Méthanol	Méthanol
	Chloroforme	Nitrite de Sodium	Chloroforme
	Diéthyl Ether		n-hexane
	Ethanol		
	Ferroïne		
	Hydroxyde de Potassium		
	Violet cristallisé		
	Chlorure Ferrique		
	Ether de pétrole		
n-hexane			

Parmi les substances étudiées, l'acide acétique glacial, l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique, l'acide perchlorique, l'acide phosphorique, l'acide sulfurique, l'ammonium cérium (IV), l'hydroxyde de sodium et le nitrate d'argent n'ont pas présentés de danger pour la toxicité systémique non CMR.

Le tableau II présente les produits ayant un effet CMR sur la santé sont au moins du niveau 2 c'est-à-dire sont classés comme dangereux ou très dangereux.

**Tableau II : Toxicité CMR des produits en fonction des phrases R**

Type d'effet	Niveau intermédiaire	Niveau élevé
<b>Cancérogène C</b>	Violet cristallisé	Chloroforme
		Ethanol
<b>Reprotoxique R</b>	Aucun	n-hexane

Les produits à risque cancérogènes étaient : violet cristallisé (risque intermédiaire), le chloroforme et l'éthanol (risque élevé). Le n-hexane avait un risque reprotoxique élevé. Aucun produit chimique n'était mutagène.

La classification des produits par niveau de risque a été faite conformément aux indices de danger local (respiratoire, cutané et oculaire), au risque systémique non CMR (respiratoire et cutané)

**Tableau III : Classification des produits par niveau de risque élevé**

Danger	Indice de danger local			Systémique non CMR		Systémique CMR	
	Resp	Cut	Oc	Resp	Cut	Cancérigène	Reprotoxique
Elevé	Acide Acétique Glacial	-	Acide Acétique Glacial	Chloroforme	-	Chloroforme	n-hexane
	Acide nitrique		Acide chlorhydrique	Méthanol		Ethanol	
	Acide Perchlorique		Acide nitrique				
	Acide sulfurique		Acide Perchlorique				
	Hydroxyde de Potassium		Acide sulfurique				
	Hydroxyde de sodium		Chlorure Ferrique				
			Hydroxyde de Potassium				
			Hydroxyde de sodium				
		Violet cristallisé					

Le présentait un risque systémique non CMR et systémique CMR.

#### 4. Discussion

Durant notre étude, nous avons inventorié 79 produits chimiques. Notre échantillon était constitué par des formulations basiques (28%), acides (24%), alcooliques (12%) de l'effectif. L'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique étaient les acides les plus utilisées avec respectivement 410 mL et 275mL. L'ammoniaque était la base la plus utilisée avec 110mL, contrairement au violet cristallisé qui était le moins utilisé avec 14mg. L'Ether de pétrole et Méthanol étaient les produits les plus utilisés de l'ensemble des produits chimiques avec 550mL une ou plusieurs fois par jour. L'Acétonitrile est utilisé pour les identifications et dosages en Chromatographie Liquide Haute Performance avec un volume de 550mL une ou plusieurs fois par semaine.

A la suite de l'inventaire, nous avons entamé l'évaluation semi quantitative des risques chimiques qui constitue le préalable de toute démarche de prévention des risques chimiques. Elle se déroule en 4 étapes (INRS, 2008).

##### 4.1 Caractérisation et Hiérarchisation des dangers

Elle a consisté à la classification des produits en fonction de leurs effets sur la santé, leurs voies de pénétration dans l'organisme ainsi que la gravité de ces effets aux phrases de risque « phrases R » (Persoons et al. 2005). Cette méthode ne prend pas en compte l'évaluation des

dangers physico-chimiques et environnementaux. Nos résultats ont mis en exergue six produits dont le niveau de toxicité locale était élevé : acide acétique glacial, acide nitrique, acide perchlorique, acide sulfurique, hydroxyde de potassium et hydroxyde de sodium. Le chlorure ferrique et le violet cristallisé ont une toxicité élevée pour la voie oculaire (CNESST, 2018).

La toxicité locale de ces substances a été décrite dans plusieurs études. Selon les résultats d'expertise toxicologique de la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail, l'acide acétique glacial présente des dangers de toxicité lors des expositions par inhalation, contacts oculaire et cutanée (CNESST, 2018).

Une exposition directe à une concentration suffisamment élevée d'acide nitrique peut induire des effets locaux sur la peau, les yeux, le tractus respiratoire et le tractus gastro-intestinal (NIOSH, 2017). L'acide perchlorique est un caustique puissant responsable de lésions sévères des tissus avec lesquels il entre en contact (INRS, 2008).

L'acide sulfurique est toxique, surtout par inhalation de l'aérosol ; les particules de taille moyenne (1ppm) sont les plus toxiques. Il est fortement irritant ou corrosif pour le tractus respiratoire et le tractus gastro-intestinal selon la voie d'exposition ; pur, il est corrosif pour la peau et les yeux (PNUE, 2005 ; ATSDR, 1998). La toxicité aiguë de l'hydroxyde de potassium est modérée, essentiellement due à ses propriétés corrosives, la gravité des lésions dépend de la quantité appliquée, de la concentration de la solution et du temps de contact (PNUE, 2005). L'hydroxyde de sodium et ses solutions aqueuses sont caustiques pour la peau ou toute muqueuse avec laquelle ils entrent en contact. Chez l'animal, une solution de soude à 5% est corrosive pour la peau ; au niveau oculaire, les concentrations corrosives sont de l'ordre de 1,2 à 2% (INRS, 2012).

Selon le Règlement n° 2015/830/UE de la Commission Européenne, le violet cristallisé n'est pas classé comme corrosif ou irritant pour la peau mais provoque de graves lésions oculaires dont un danger de cécité (CE, 2016).

Nos résultats ont mis en évidence un fort niveau de toxicité systémique non CMR respiratoire, cutanée et orale du méthanol (tableau I). D'autres études ont décrit des signes neurologiques (ébrioité, céphalées...) et une irritation digestive ou respiratoire selon la voie d'exposition lors de l'exposition aiguë au méthanol. L'intoxication se caractérise surtout par une acidose métabolique et des troubles visuels pouvant conduire à la cécité. Les projections dans l'œil peuvent induire une irritation superficielle. En cas d'exposition répétée, des céphalées et des troubles visuels ont été décrits (INRS, 2018 ; Nelson BK et al., 1985).

L'exposition à certains agents chimiques dangereux peut nuire à la fonction de reproduction, au développement de l'embryon, du fœtus ou de l'enfant allaité. Il convient en particulier de sensibiliser les femmes à l'intérêt de déclarer leur grossesse précocement afin d'être soustraites aux risques d'exposition à ces agents. Ainsi durant notre étude, nous avons trouvé des risques cancérigènes pour trois produits (tableau II) : l'éthanol, le chloroforme et le violet cristallisé. Selon l'évaluation du Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC, 2010), il existe des preuves suffisantes de la cancérogénicité de l'éthanol chez l'animal. Selon CIRC l'éthanol dans les boissons alcoolisées est classé dans le groupe 1 des agents cancérigènes pour l'homme. Il n'y a pas de donnée concernant les risques cancérigènes liés à l'inhalation répétée d'éthanol. Certains effets surviennent pour des doses faibles et il convient d'y prêter attention en cas d'exposition importante possible (CIRC, 2010).

Les essais sur la souris et le rat ont montré que le chloroforme provoquait des tumeurs sur de nombreux organes (Kirsch-Volders M. *et al.* 1984). Le violet cristallisé est considéré comme cancérigène suspecté sans preuves suffisantes (CE, 2016). Le risque reprotoxique a été obtenu uniquement avec le n-hexane. Le n-hexane a été classé par la Commission Européenne en tant que toxique pour la reproduction de catégorie 2, ce qui signifie que la substance soulève des préoccupations en matière de reproduction humaine en raison du risque éventuel d'altération de la fertilité (Nylen P, *et al.* 1989). Aucun de nos réactifs n'avait un risque mutagène.

#### **4.2 Évaluation de l'exposition des individus**

L'usage des moyens de protection collective et les équipements de protection individuelle (appareils de protection respiratoire, gants, lunettes, vêtements de protection...) adaptés aux risques est une obligation pour tout manipulateur de produit chimique. Il est tenu également d'en assurer l'entretien et de les remplacer si besoin. L'usage inapproprié de ces moyens de protection peut entraîner des dommages sanitaires. Durant notre étude, nous avons notés uniquement l'usage correct des moyens de protection cutanée. Par ailleurs, l'indice d'exposition était élevé pour l'acide chlorhydrique, l'éther de pétrole, éthanol et méthanol avec un indice de 0,9. Vu le caractère volatil de ces produits, des risques d'exposition intermédiaires et élevés ont été prouvé lors de notre étude par ces produits.

#### **4.3 Hiérarchisation des risques chimiques**

Elle nous a permis d'identifier les réactifs à danger faible, intermédiaire et élevé en fonction des indices de danger. Ainsi le programme de priorité pour la prévention et la protection sera élaboré pour les réactifs à danger intermédiaire et élevé qui sont : l'acétone, l'acétonitrile, l'acide acétique glacial, l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique, l'acide phosphorique, l'acide sulfurique, l'ammoniaque, l'ammonium cerium (IV), le chloroforme, le chlorure ferrique, l'éthanol, l'éther de pétrole, l'hydroxyde de potassium, l'hydroxyde de sodium, le méthanol, le n-hexane, le nitrate d'argent, et le violet cristallisé.

Ce plan d'action consiste à la mise en pratique des bonnes pratiques de laboratoire et de suivre la mise en œuvre des mesures de prévention et leur efficacité dans la réduction du risque.

#### **5. Conclusion**

Omniprésents sur les lieux dans les laboratoires d'analyse, les produits chimiques passent parfois inaperçus. De nombreux produits chimiques peuvent avoir des effets sur l'homme et son environnement. Notre étude a permis de faire ressortir le caractère dangereux de nombreux produits qui étaient utilisés banalement et sans mesure de protection adéquat. Ces dangers peuvent aller d'une simple brûlure à des risques de cancer. Ainsi la mise en application du plan d'action permettra de prévenir les accidents ainsi que les maladies liés à l'usage des produits chimiques.

#### **Références**

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry): Toxicological Profile for Sulfur Trioxide and Sulfuric Acid, 1998, Toxprofile Tp117. Consulté le 30 novembre 2018 sur l'URL : <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp117.pdf>

CE (Commission Européenne) : Règlement n° 2015/830/UE. Fiche de données de sécurité : Violet cristallisé, version 2.0 fr 2016. Consulté le 22 janvier 2019 sur l'URL : [https://www.carlroth.com/downloads/sdb/fr/T/SDB\\_T123\\_LU\\_FR.pdf](https://www.carlroth.com/downloads/sdb/fr/T/SDB_T123_LU_FR.pdf)

CNESST (Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail) : Fiche complète de l'acide acétique glacial : propriétés toxicologiques. Consulté le 05 Novembre 2018 sur l'URL : [https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no\\_produit=521](https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=521)

CNESST (Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail) : Fiche complète du chlorure ferrique : propriétés toxicologiques. Consulté le 02 février 2019, sur l'URL : [https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no\\_produit=652248](https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=652248)

IARC (International Agency for Research on Cancer): Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Human Alcohol Consumption and Ethyl Carbamate In: IARC monographs. Vol. 96, 2010. Lyon, France. file:///C:/Users/User/Downloads/mono96-1.pdf

IARC (International Agency for Research on Cancer): Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Alcohol drinking. Vol.44. ISBN-13. 978-92-832-1244-7. Online : file:///C:/Users/User/Downloads/mono71.pdf

INRS (Institut National Recherche et de Sécurité) : Hazardous Substances Data Bank. Perchloric acid solution. BGIA GESTIS. Consulté le 05 novembre 2018 sur l'URL : [www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX\\_141-1/FicheTox\\_141.pdf](http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX_141-1/FicheTox_141.pdf)

INRS (Institut National Recherche et de Sécurité) : Santé et sécurité au travail. Base de données des Fiches Toxicologique du Sodium hydroxide. Consulté le 05 novembre 2018 sur l'URL : [https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX\\_20](https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_20)

INRS (Institut National Recherche et de Sécurité) : Santé et sécurité au travail. Base de données des Fiches Toxicologique. Consulté le 05 novembre 2018 sur l'URL : [http://www.inrs.fr/header/recherche.html?queryStr=Fiche+toxicologique&inputStr=queryStr%3DFiche+toxicologique&rows=10&page=1&currentpage=1&trif=&triv=&killfiltres=&face\\_tte\\_typedocument=Fiche+Toxicologique&facette\\_date=datefo%3A%5BNOW%2FYEAR-5YEARS+TO+\\*%5D&valid\\_affiner=](http://www.inrs.fr/header/recherche.html?queryStr=Fiche+toxicologique&inputStr=queryStr%3DFiche+toxicologique&rows=10&page=1&currentpage=1&trif=&triv=&killfiltres=&face_tte_typedocument=Fiche+Toxicologique&facette_date=datefo%3A%5BNOW%2FYEAR-5YEARS+TO+*%5D&valid_affiner=)

INRS (Institut National Recherche et de Sécurité) : Santé et Sécurité au travail. Principes généraux de la démarche de prévention. Consulté le 15 octobre 2018 sur l'URL : <http://www.inrs.fr/demarche/principes-generaux/introduction.html>



INRS (Institut National Recherche et de Sécurité) : Santé et Sécurité au travail, risques chimique. Consulté le 25 octobre 2018 sur l'URL : [www.inrs.fr/risques/chimiques.html](http://www.inrs.fr/risques/chimiques.html)

INRS (Institut National Recherche et de Sécurité) : Méthanol. In, DEMETER. Documents pour l'évaluation médicale des produits toxiques vis-à-vis de la reproduction. DEM 048, 2010. Consultable sur l'URL : [www.inrs.fr/Demeter](http://www.inrs.fr/Demeter)

Kirsch-Volders M. 1984: Mutagenicity, carcinogenicity and teratogenicity of industrial pollutants. New York, Londres, Plenum Press, pp. 281-324.

MEA (Ministère de l'environnement et de l'assainissement) : Profil national des capacités de gestion des produits chimiques au Mali. Consulté le 22 octobre 2018 sur l'URL : [http://cwm.unitar.org/national-profiles/publications/cw/np/np\\_pdf/Mali\\_National\\_Profile\\_2010.pdf](http://cwm.unitar.org/national-profiles/publications/cw/np/np_pdf/Mali_National_Profile_2010.pdf)

Nelson BK et al. 1985: Teratological assessment of méthanol and ethanol at high inhalation levels in rats. *Fundamental and Applied Toxicology*. (5) : 727-736.

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health): Immediately dangerous to life or health (IDLH) value profile: Nitrogen dioxide. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication 2017-202. Consulté le 15 Novembre 2018 sur l'URL : <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2017-202/pdfs/2017-202.pdf>

Nylen P, Ebendal T, Eriksdotter-Nilsson M et al. (1989): Testicular atrophy and loss of nerve growth factor-immunoreactivity germ cell line in rats exposed to n-hexane and a protective effect of simultaneous exposure to toluene or xylene. *Arch Toxicol* 63:296-307.

OIT (Organisation Internationale du Travail) : La sécurité et la santé dans l'utilisation des produits chimiques au travail. Rapport de la Journée mondiale de la sécurité et de la santé au travail 2014.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé) : Une étude concernant l'impact des produits chimiques sur la santé. Février 2011. Consulté le 19 octobre 2018 sur l'URL : <http://www.euro.who.int/fr/home/sections/news/news>

Persoons et al 2005 : 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

PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) : Rapport d'évaluation initiale des produits chimiques : Acide Sulfurique. février 2005. Consulté le 05 novembre 2018 sur l'URL : <https://www.cancer-environnement.fr/LinkClick.aspx?fileticket=muU9uSExCX0%3D&tabid=367&mid=1955>

Conflit d'intérêt : aucun