réglementation et évaluation des risques en travaux pratiques de chimie

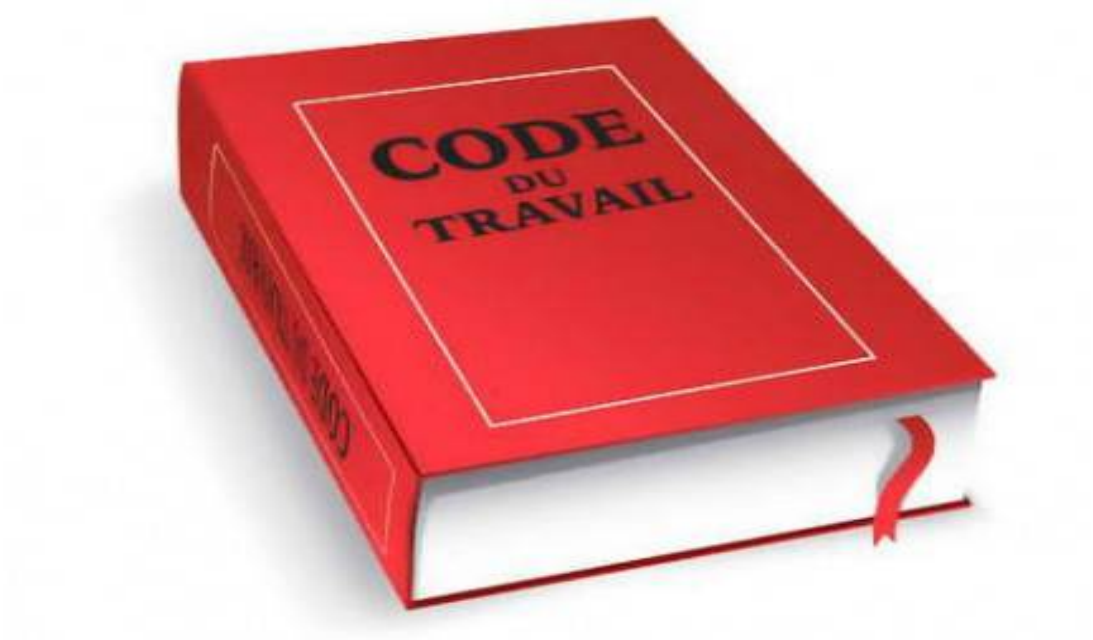
publié le 15.02.23 |par edith antonot, patrice gutehrlé

ce premier article du dossier « sécurité en travaux pratiques de chimie » met en lumière la réglementation à laquelle sont soumises les séances de travaux pratiques au collège et au lycée et explique comment chercher des informations sur les risques encourus lors de la manipulation de produits chimiques.

1. réglementation applicable dans les salles de travaux pratiques de lycée ou collège

la santé et la sécurité dans les établissements d'enseignement sont régies par 4 codes :

- **le code de la santé publique ;**
- **le code de l'environnement ;**
- **le code de la construction et de l'habitation (arrêté du 25 juin 1980 portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (erp)) ;**
- **le code du travail.**



le code du travail en matière de santé et de sécurité au travail s'applique dans la fonction publique d'état et précise les obligations de l'employeur et des travailleurs, les règles relatives aux activités exercées, l'organisation de la prévention des risques professionnels.

certains articles sont plus particulièrement intéressants :

- **article l.4121-1 : l'employeur prend les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs. […]**
- **article l.4121-3 : l'employeur, compte tenu de la nature des activités de l'établissement, évalue les risques pour la santé et la sécurité des travailleurs […] à la suite de cette évaluation, l'employeur met en œuvre les actions de prévention ainsi que les méthodes de travail et de production […]**
- **article r.4121-3-1 : […] l'employeur transcrit et met à jour dans un document unique les résultats de l'évaluation des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs […]. les résultats de cette évaluation débouchent […] sur un programme annuel de prévention des risques professionnels et d'amélioration des conditions de travail […]**
- **article l.4122-1 : […] il incombe à chaque travailleur de prendre soin, en fonction de sa formation et selon ses possibilités, de sa santé et de sa sécurité ainsi que de celles des autres personnes concernées par ses actes ou ses omissions au travail. […]**
- **article l.4153-8 : il est interdit d'employer des travailleurs de moins de dix-huit ans à certaines catégories de travaux les exposant à des risques pour leur santé, leur sécurité, leur moralité ou excédant leurs forces. […]**
- **article l.4153-9 : par dérogation aux dispositions de l'article l. 4153-8, les travailleurs de moins de dix-huit ans ne peuvent être employés à certaines catégories de travaux mentionnés à ce même article que sous certaines conditions déterminées par voie réglementaire.**
- **articles d.4153-15 à d.4153- 52 précisant les travaux interdits aux jeunes âgés d'au moins quinze ans et de moins de dix-huit ans en application des articles l.4153-8 et l.4153-9 : travaux impliquant la préparation, l'emploi, la manipulation ou l'exposition à des agents chimiques dangereux définis aux articles r.4412-3 et r. 4412-60 (sauf comburants, dangereux pour l'environnement).**

en résumé :

- **sont expressément visés les élèves mineurs d'au moins 15 ans, des lycées technologiques ou professionnels, des établissements régionaux d'enseignement adapté (erea) inscrits dans un cursus de formation validé par un diplôme professionnalisant :**
  - **en apprentissage ;**
  - **en contrat de professionnalisation ;**
  - **en cap, bac professionnel ou technologique, brevet professionnel, brevet de technicien supérieur ;**
  - **en établissement ou service d'aide par le travail ;**
  - **licence professionnelle ;**
  - **diplôme d'ingénieur.**
- **l'interdiction est absolue pour les autres élèves ou autres classes ne s'inscrivant pas dans un cursus de formation validé par un diplôme professionnalisant.**
- **l'utilisation d'agents chimiques cmr est formellement interdite pour tous les élèves mineurs, sans possibilité de déroger.**
- **les agents chimiques pouvant être utilisés par tous les élèves sans dérogation sont les comburants et agents chimiques dangereux pour l'environnement. les autres produits dangereux doivent être substitués ou dilués de manière à perdre leur caractère dangereux.**

2. le document unique d'évaluation des risques professionnels

la méthodologie à mettre en œuvre dans un établissement scolaire pour la rédaction et la mise à jour du document unique d'évaluation des risques professionnels (duerp) est la suivante :

- **constitution d'une équipe (comité de pilotage) ;**
- **travail préparatoire (recherche et distribution des fiches métiers ou autres ressources facilitant l'identification des dangers) ;**
- **participation des personnels pour identifier les dangers dans leurs unités de travail ;**
- **évaluation des risques puis rédaction du duerp et définition des moyens de prévention à mettre en œuvre ;**
- **en commission d'hygiène et sécurité (chs) (ou au au conseil d'administration (ca) si l'établissement n'a pas de commission hygiène et sécurité), présentation du duerp et proposition de plan annuel d'actions de prévention ;**
- **validation du duerp au conseil d'administration ;**
- **mise en œuvre du plan annuel d'actions de prévention ;**
- **mise à jour annuelle du duerp.**

suite à la rédaction du duerp, l'employeur propose des mesures de prévention conformément aux neuf principes généraux de prévention énoncés dans l'article l.4121-2 du code du travail :

1. **éviter les risques ;**
2. **évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités ;**
3. **combattre les risques à la source ;**
4. **adapter le travail à l'homme […] ;**
5. **tenir compte de l'état d'évolution de la technique ;**
6. **remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui est moins dangereux ;**
7. **planifier la prévention en y intégrant, dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail […];**
8. **prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle ;**
9. **donner les instructions appropriées aux travailleurs.**

3. recherche d'information sur les dangers liés aux substances et aux mélanges utilisés

3.1. les sources d'information

tout fournisseur de produit chimique est tenu de fournir avec le produit chimique une étiquette qui donnera un certain nombre d'informations relatives au produit

(pictogrammes de danger, mention d'avertissement, mentions de danger et conseils de prudence) ainsi qu'une fiche de données de sécurité (fds), plus complète, qui fournira par exemple des informations concernant les conditions de stockage à respecter.



figure 1 - l'institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (inrs) est une association loi 1901, à but non lucratif.

auteur(s)/autrice(s) : inrs source : inrs

par ailleurs le site de l'institut national de recherche et de sécurité inrs [1] est à consulter car il propose :

- **des fiches toxicologiques ;**
- **des dossiers sur les risques chimiques, sur les agents chimiques cmr ;**
- **des brochures sur le mémento du règlement clp (ed 6207), sur les laboratoires d'enseignement en chimie (ed 1506), sur la fiche de données de sécurité (ed 954), sur la substitution des agents chimiques dangereux (ed 6004) ;**
- **des affiches comme celle des 9 pictogrammes de danger (a 746) ;**
- **un espace de formation en ligne avec une autoformation gratuite « acquérir les notions de base sur les produits chimiques ».**



auteur(s)/autrice(s) : echa source : echa

le site de l'agence européenne des produits chimiques (echa pour *european chemicals agency*) [2] est très utile lorsque l'on veut disposer de ressources mises à jour récemment ou lorsque l'on cherche des informations sur les mélanges que sont souvent les solutions aqueuses utilisées en travaux pratiques.

les fiches de prévention de l'observatoire national de la sécurité et de l'accessibilité des établissements d'enseignement [3] sont également une source d'information intéressante sur l'utilisation des produits chimiques, la gestion des déchets, les fiches de données de sécurité, les équipements de protection individuelle, le document unique d'évaluation des risques professionnels….

3.2. la nécessité de ne pas se limiter aux pictogrammes de danger

un même pictogramme de danger correspond à plusieurs catégories de danger. prenons l'exemple de l'hexane et du cyclohexane (tableau 1).



hexane	*cyclohexane*
h225 - liquide et vapeurs très inflammables.	**h225 - liquide et vapeurs très inflammables.**
h304 - peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires.	**h304 - peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires.**
h315 - provoque une irritation cutanée.	**h315 - provoque une irritation cutanée.**
h336 - peut provoquer somnolence ou vertiges.	**h336 - peut provoquer somnolence ou vertiges.**
h361f - susceptible de nuire à la fertilité.	**h410 - très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.**
h373 - risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée.	
h411 - toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.	

3.3. le cas des solutions aqueuses préparées au laboratoire

quels pictogrammes, quelles mentions de danger placer sur l'étiquette d'une solution aqueuse préparée au laboratoire ?

prenons l'exemple d'une solution d'hydroxyde de sodium à 0,10 mol.l^{-1}.

si on recherche des informations dans les fiches de données de sécurité de solutions commerciales d'hydroxyde de sodium à 0,10 mol.l^{-1}, on trouve des informations

contradictoires (tableau 2) :

extraits de fiches de sécurité pour une solution de naoh à 0,10 mol/l

fiche de sécurité sordalab (28 novembre 2017)	fiche de sécurité jeulin (8 novembre 2019)	fiche de sécurité vwr (29 octobre2021)
n'est pas une substance ni un mélange dangereux conformément au règlement (ce) 1272/2008	h319 - provoque une sévère irritation des yeux h315 - peut provoquer une irritation cutanée	h290 - peut être corrosif pour les métaux

il est nécessaire dans ce cas de chercher des informations sur le site de l'agence européenne des produits chimiques [2]. à partir du numéro cas de l'hydroxyde de sodium (1310-73-2), on obtient ainsi l'affichage de la figure 2 :



figure 2 - résultat d'une recherche sur le site echa à partir du numéro cas

en cliquant sur le nom de la substance, on voit apparaître la carte d'information sur la substance (substance infocard), puis en bas de l'infocard, dans la rubrique « key datasets », en cliquant sur c & l inventory, on voit apparaître dans la rubrique « summary of classification and labelling », les limites de concentration spécifiques relatives aux solutions d'hydroxyde de sodium :

- **eye irrit ; h319 : 0,5 % ≤ c < 2 % ;**
- **skin corr. 1a ; h314 : c ≥ 5 % ;**
- **skin corr. 1b ; h314 : 2 % ≤ c < 5 % ;**
- **skin irrit. 2 ; h315 : 0,5 % ≤ c < 2 %.**

les valeurs numériques indiquées correspondent à des pourcentages massiques. une solution d'hydroxyde de sodium à 0,10 mol.l^{-1} correspond à un pourcentage massique en naoh voisin de 0,4 % . il n'y a donc pas de pictogramme, ni de mention de danger à mettre sur son flacon et elle sera manipulée sans gants.

pour un certain nombre d'acides et de bases usuels, on trouvera, comme pour l'hydroxyde de sodium, sur le site de l'agence européenne des produits chimiques, les

limites de concentration spécifiques en-dessous desquelles les solutions ne seront pas considérées comme des agents chimiques dangereux (acd) et on peut calculer la concentration en quantité de matière correspondante (voir tableau 3).

limites de concentration spécifiques pour le classement comme acd

naoh (mol.l^{-1})	koh (mol.l^{-1})	nh_3 (mol.l^{-1})	hcl (mol.l^{-1})	h_2so_4 (mol.l^{-1})	hno_3 (mol.l^{-1})	ch_3cooh (mol.l^{-1})
0,13	0,09	0,06	2,90	0,50	0,80	1,17

si on ne dispose pas de limites de concentration spécifiques, on pourra utiliser les valeurs seuils génériques suivantes, exprimées en pourcentage massique, indiquées dans le mémento du règlement clp (ed 6207, inrs , p 18-19 et 143) . la catégorie est liée à la durée nécessaire pour que la lésion apparaisse.

- toxicité aigüe
  - cat. 1 à 3 : 0,1 %
  - cat. 4 : 1 %
- corrosion / irritation cutanée : 1 %
- lésions oculaires graves/irritation oculaire : 1 %
- dangereux pour le milieu aquatique :
  - toxicité aigüe, cat. 1 : 0,1 %
  - toxicité chronique, cat 1 : 0,1 %
  - toxicité chronique, cat 2 à 4 : 1 %

cependant, dans le cas de mélanges comme les solutions aqueuses acides ou basiques, on utilisera plutôt la valeur du ph pour le classement : un mélange correspondant à un ph inférieur à 2 ou supérieur à 11,5 est classé corrosif de catégorie 1a.

4. bibliographie et netographie

[1] site de l'inrs

[2] site de l'echa

[3] site de l'observatoire national de la sécurité et de l'accessibilité des établissements d'enseignement

[4] la maîtrise de la protection entre vos mains

[5] fiche de données de sécurité sur l'hydroxyde de sodium

[6] fiche de données de sécurité sur le cyclohexane

[7] i. wetzel, « titrage direct des ions chlorures par argentimétrie et sans ion chromate : la méthode de fajans », *bull. un. phys.*, vol. 96, n° 841 (1), p. 365-369, février 2002.

[8] e. antonot, « la sécurité en travaux pratiques de chimie », novembre 2014 :

[9] m. miramond et m. giulianetti, « analyse d'un parfum par chromatographie d'adsorption », *bull. un. phys.*, vol. 80, n° 684, p. 865-870, mai 1986.

[10] académie d'amiens, tp chimie n° 5, synthèse et identification d'un arôme de lavande

[11] f. canaud et m.-o. martineu, « aspic, lavande et lavandin », *bull. un. phys.*, vol. 90, n° 789 (1), p. 1941-1950, décembre 1996.

[12] académie de versailles, groupe de travail stl, document élève - seconde, « synthèse de l'un des constituants de l'huile essentielle de lavande », année scolaire 2019-2020 :

[13] académie d'aix-marseille, lycée paul cézanne, seconde, tp chimie n° 4, « synthèse et identification d'un arôme de lavande », 2005 :

[14] olympiades nationales de la chimie, « synthèse de l'acétate de linalyle », 2013 :

[11] how to make a crystal snow globe with benzoic acid crystals

[12] e. antonot, « toxicité du permanganate de potassium », *bull. un. prof. phys. chim.*, vol. 115, n° 1039, p. 1137-1142, décembre 2021.

CRÉDITS

AUTEUR(S)/AUTRICE(S)

edith antonot

edith antonot est professeure agrégée de chimie, retraitée depuis septembre 2020. elle a enseigné en section de technicien supérieur métiers de la chimie à metz et a écrit plusieurs articles dans le bup consacrés à la chimie expérimentale et à la sécurité en tp.

patrice gutehrlé

patrice gutehrlé fut enseignant en électrotechnique de 1996 à 2013 au lycée henri nominé de sarreguemines, principalement en bts electrotechnique.
à partir de 2013, il assure la mission de conseiller de prévention départemental 2nd degré pour les collèges, dans les départements de meuse et moselle.
depuis 2019, il est conseiller de prévention académique de l'académie de nancy-metz.

RELECTURE SCIENTIFIQUE

claire vilain

responsable éditoriale de culturesciences-chimie

RELECTURE SCIENTIFIQUE ET MISE EN LIGNE

emma monnier

stagiaire au sein de l'équipe éditoriale du site culturesciences-chimie

PARTENAIRE(S)

les articles de ce dossier ont été préalablement publiés dans le bup, revue de l'union des professeurs de physique et chimie.

union des professeurs de physique et chimie