Mise à jour : 17 août 2018

https://lc.cx/AHUv

Risques et sécurité

en physique-chimie

Introduction

Risques optiques

Risques électriques

Risques liés à la pression et à la température

Image d'une plume en lumière blanche par strioscopie

©Laboratoire de physique Fermat

Risques et sécurité en physique-chimie

Éduquer à la responsabilité

L'enseignement de physique-chimie comporte par essence des temps de pratique expérimentale où les élèves réalisent, seuls ou en groupe, mais toujours sous la responsabilité d'un professeur, des tâches nécessitant l'utilisation de substances, matériels ou équipements spécifiques.

Ce document, à visée pédagogique, s'adresse aux enseignants de physique-chimie et personnels de laboratoire qui doivent :
- assurer les conditions de sécurité des personnes et des installations dans toutes les situations professionnelles les concernant, y compris en présence d'élèves ;
- exercer leur activité dans les meilleures conditions ;
- contribuer à une éducation à la responsabilité des élèves, en les rendant acteurs de leur propre sécurité et de celle des autres : la formation à la prévention des risques est utile à tout futur citoyen éclairé et responsable.

Ce document apporte plus particulièrement des éléments sur la prévention des risques dans des activités où des élèves et personnels peuvent être confrontés aux :
- risques optiques ;
- risques électriques ;
- risques liés aux conditions de pression et de température.

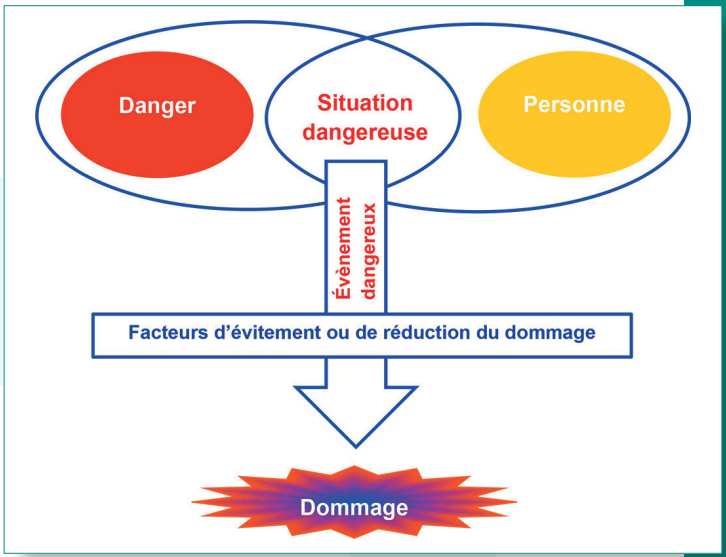
Ce document s'inscrit également dans la politique de sécurité collective des établissements scolaires. Il prend en compte les évolutions réglementaires et matérielles liées à la prévention et à la protection. Cependant, il est utile de consulter en complément d'autres ressources institutionnelles disponibles sur le sujet :
- eduscol.education.fr/physique-chimie/sinformer/environnement-professionnel/risques-et-securite-en-physique-chimie.html,
- education.gouv.fr/ons/pid31805/l-observatoire-national-de-la-securite-et-de-l-accessibilite-des-etablissements-d-enseignement.html,
- inrs.fr.

Quels sont les acteurs de la sécurité au sein de l'établissement ?

- le chef d'établissement, responsable de la sécurité des personnes et des biens ;
- l'adjoint gestionnaire ;
- l'assistant de prévention ;
- les directeurs délégués aux formations professionnelles et technologiques (DDFPT) ;
- les enseignants dont le coordonnateur de discipline ;
- les personnels de laboratoire ;
- les élèves et étudiants.

Dangers et risques

Pour mener des activités expérimentales en toute sécurité, il convient d'identifier les dangers, de s'interroger sur les modalités et fréquences d'exposition à ces dangers et de prendre des dispositions proportionnées et appropriées.
Le danger est la propriété ou la capacité intrinsèque d'une substance, d'un équipement, d'une méthode de travail de causer un dommage pour les biens ou la santé des personnes.
Un risque est la probabilité qu'une personne subisse un préjudice ou des effets nocifs pour sa santé en cas d'exposition à un danger.



Source : sensibilirisques.site.ac-strasbourg.fr

Comment la prévention des risques s'organise-t-elle ?

Elle repose sur :
- l'identification des dangers des substances et matériels utilisés ;
- le respect des règles de mise en œuvre lors des activités, l'application des bonnes pratiques ;
- l'utilisation d'équipements de protection collective adaptés ;
- l'utilisation d'équipements de protection individuelle adaptés ;
- l'information et la formation au risque en physique-chimie.

Démarche pour l'analyse des risques et la mise en place de mesures de prévention

Analyse des risques

1. Identification des dangers
2. Analyse des différentes opérations
3. Hiérarchisation des risques
   - en fonction de la fréquence d'exposition
   - en fonction de la gravité des dommages possibles

Mise en place des mesures de prévention

1. Action sur le danger
   - le supprimer
   - le diminuer
2. Action sur la situation
   - modifier l'organisation du travail
   - signaler la situation
   - former l'opérateur
   - contrôler le respect des consignes
3. Action sur l'opérateur
   - diminuer la fréquence d'exposition
   - limiter le nombre de personnes exposées
   - isoler l'opérateur du danger
4. Action sur la gravité des dommages
   - utiliser des équipements de protection collective adaptés
   - utiliser des équipements de protection individuelle adaptés

Le document unique d'évaluation des risques professionnnels [DUERP]

■ Évaluer les risques professionnels, c'est identifier, analyser et hiérarchiser les risques professionnels auxquels sont soumis les personnels afin de permettre de définir des actions de prévention appropriées.

Le DU (DUER ou DUERP), réalisé et mis à jour annuellement sous la responsabilité du chef d'établissement, répertorie l'ensemble des risques professionnels auxquels sont exposés les personnels.

La conception du DUERP, qui a vocation à faire une synthèse de ces risques pour proposer des solutions, s'inscrit dans une approche globale et dynamique : évaluation des risques, rédaction du DUERP, plan annuel de prévention, rapport annuel de prévention des risques professionnels et d'amélioration des conditions de travail.

L'élaboration du document unique d'évaluation des risques et sa mise à jour sont une obligation de l'employeur (article R. 4121-1 du code du travail). Ils engagent la responsabilité juridique du chef d'établissement. Pour autant, cette évaluation comporte un inventaire des risques identifiés dans chaque unité de travail de l'établissement : enseignants et personnels de laboratoire de sciences doivent donc être impliqués et responsabilisés dans le cadre d'une rédaction collective.

Les mesures de prévention doivent s'inscrire dans le respect des principes généraux de prévention prévus à l'article L. 4121-2 du Code du travail, qui s'applique à la fonction publique et s'impose à tous les employeurs, établissements publics compris.

1. Éviter les risques.
2. Évaluer les risques qui ne peuvent être évités.
3. Combattre les risques à la source.
4. Adapter le travail à la personne, en particulier en ce qui concerne la conception des postes de travail ainsi que le choix des équipements de travail et des méthodes de travail et de production, en vue notamment de limiter le travail monotone et le travail cadencé et de réduire les effets de ceux-ci sur la santé.
5. Tenir compte de l'état de l'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, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants, notamment les risques liés au harcèlement moral et au harcèlement sexuel, tels qu'ils sont définis aux articles L.1152-1 et L.1153-1, ainsi que ceux liés aux agissements sexistes définis à l'article L.1142-2-1.
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.

■ Des liens concernant le document unique :

Document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP) – MEN 2016-2017

L'évaluation des risques professionnels (DUERP) dans les établissements du second degré

Préconisations de la CCHSCT en matière de DUERP

Brochure INRS ED 887 : Évaluation des risques professionnels, questions-réponses sur le document unique

Risques optiques

Les lasers

Au même titre que les applications des lasers sont multiples (stockage d'information, télécommunications, mesures, traitement ou découpe de matériaux…), il existe de nombreux types de dispositifs (lasers à gaz, colorants, solides, semi-conducteurs dans les diodes laser…) permettant d'émettre un rayonnement laser dont les avantages principaux sont la directivité, la cohérence, la puissance surfacique.

Origine du danger

Dans le cadre général d'utilisation des lasers, il est important de garder en mémoire que l'origine du danger vient du fait que :

- le rayonnement émis n'est pas toujours visible : les rayons ultraviolets ont principalement des effets photochimiques (photokératites, photoconjonctivites), tandis que les rayons infrarouges ont des effets thermiques (brûlure de la rétine) ;
- le rayonnement est plus intense et donc plus dangereux lorsqu'il est focalisé : à ce titre, comme le montre le tableau ci-dessous, on classe les lasers en fonction de leur dangerosité en prenant en compte l'éventualité d'une focalisation.

Description des classes de laser		Protection	EPI	Mesures préventives
Classe 1	Sans danger dans des conditions raisonnablement prévisibles	Pas obligatoire	Pas obligatoire	Inutiles en cas d'usage normal
Classe 1M	Sans danger pour l'œil nu ; peuvent être dangereux si l'utilisateur emploie un instrument optique	Localisée ou par enceinte	Pas obligatoire	Empêcher l'usage d'instruments optiques grossissants, réglables ou de collimateurs
Classe 2	Sans danger en cas d'exposition de courte durée ; protection de l'oeil grâce aux réflexes naturels	Pas obligatoire	Pas obligatoire	Ne pas fixer le regard dans le faisceau
Classe 2M	Sans danger pour l'œil nu en cas d'exposition de courte durée ; peuvent être dangereux si l'utlisateur emploie un instrument optique	Localisée ou par enveloppe protectrice	Pas obligatoire	Ne pas fixer le regard dans le faisceau. Empêcher l'usage d'instruments optiques grossissants, réglables ou de collimateurs
Classe 3R	Risques de lésions relativement faibles ; peuvent toutefois être dangereux en cas d'usage incorrect par une personne non qualifiée	Enceinte	Dépend des risques établis	Empêcher toute exposition directe de l'oeil
Classe 3B	Vision directe dangereuse	Enceinte + verrouillage	Obligatoire	Empêcher toute exposition de l'œil et de la peau au faisceau. Protéger contre les réflexions involontaires
Classe 4	Dangereuse pour les yeux et la peau ; risque d'incendie	Enceinte + verrouillage	Obligatoire	Empêcher toute exposition directe de l'œil et de la peau au faisceau et aux réflexions diffuses

Usages dans l'enseignement - Situations à risque

Observation directe d'un faisceau laser de classe 1M ou 2M focalisé à travers une lentille convergente.

Consignes de prévention et conseils de prudence

- Se limiter à l'utilisation de lasers de classes 1 ou 2 : l'utilisation de lunettes de protection n'est pas nécessaire dans ce cas. Le réflexe naturel d'obturation de l'œil, appelé réflexe palpébral, d'environ 0,25 s, est suffisant pour éviter les lésions.
- Signaler la zone du faisceau laser par un étiquetage ATTENTION LASER et un symbole de danger approprié.
- Éviter de placer les faisceaux à hauteur des yeux (les élèves manipulent debout).
- Éviter la présence de surfaces réfléchissantes (paillasses en verre, miroirs, montres, pièces métalliques, lisses/brillantes) dans le trajet du faisceau. Bloquer les réflexions éventuelles en direction des voisins ou confiner le trajet du faisceau.
- Ne pas placer d'éléments optiques focalisant le faisceau en des endroits où il est possible de mettre l'œil.

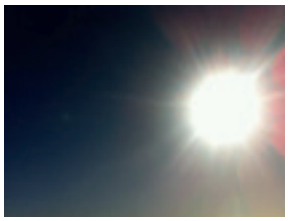
Références

- Normes : EN 2017 - EN 208 - EN 60825-1/A2
- Brochure INRS ED 6071
- Guide à caractère non contraignant pour la mise en œuvre de la directive 2006/25/CE sur les rayonnements optiques artificiels
- Mémento du CEA

Comparaison avec le rayonnement solaire

Afin de comprendre les risques liés aux rayonnements optiques artificiels, il peut être intéressant de faire une comparaison avec le rayonnement solaire, dont le spectre large et intense est également dangereux.

Attention Soleil



L'intensité lumineuse émise par le Soleil au zénith est de l'ordre de 1 000 $W.m^{-2}$, ce qui correspond à un laser de 1 mW (laser de classe 2) de 1 mm^2 de section.
Il est donc aussi dangereux de regarder directement le Soleil que de placer son œil dans la direction d'un faisceau laser de classe 2 ; heureusement, le réflexe palpébral nous amène rapidement à détourner le regard.

Attention éclipses de Soleil

© : https://Lucnix.be

Il est tentant d'observer le phénomène d'éclipse solaire sans protection, car il ne provoque pas d'éblouissement comme l'observation directe.
Pourtant, il faut absolument s'en abstenir, sous peine de lésions irréversibles en l'espace de quelques secondes : brûlure de la rétine par les rayons IR ; inflammation de la cornée par les rayons UV.
Pour observer une éclipse solaire, il est donc indispensable de porter des lunettes à éclipses agréées, qui filtrent totalement les rayonnements IR et UV.
Cependant, une observation indirecte d'une éclipse solaire peut être réalisée sans danger par projection avec un télescope, ou de manière plus simple avec une feuille d'aluminium orientée vers le Soleil et préalablement percée d'un trou d'environ 1 mm de diamètre avec une aiguille. On place ensuite une feuille blanche jouant le rôle d'écran à environ 50 cm du trou.

Diodes électroluminescentes (DEL)

Bon marché, polyvalentes et très efficientes sur le plan énergétique, les diodes électroluminescentes sont de plus en plus présentes dans notre quotidien et dans les salles de classe puisqu'elles remplacent progressivement toutes les sources lumineuses à filament et certaines lampes fluorescentes. Il convient d'être informé sur les risques qu'elles peuvent comporter lorsque les rayonnements émis sont intenses et situés dans le proche UV.

Origine du danger

Les DEL (ou LED en anglais) émettent une lumière enrichie en bleu, ce qui correspond à l'émission de rayonnements à des longueurs d'ondes courtes (de 350 à 500 nm environ) dans une proportion plus importante que dans les autres types de lampes.

Chez l'être humain, la lumière bleue a des effets physiologiques qui, à des niveaux de luminance élevés, peuvent entraîner des atteintes de la rétine. L'exposition à la lumière bleue pourrait être un des facteurs à l'origine de certaines pathologies telles que la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA).

La norme NF62471 définit quatre groupes de dangerosité pour les sources de rayonnements optiques liés à la durée d'exposition maximale admissible de l'œil à la lumière :

- GR0 - groupe de risque 0 : pas de risque quel que soit le temps d'observation de la source ;
- GR1 - groupe de risque 1 (risque faible) : durée d'exposition maximale de 10 000 s (3 heures) ;
- GR2 - groupe de risque 2 (risque modéré) : durée d'exposition maximale de 100 s ;
- GR3 - groupe de risque 3 (risque élevé) : durée d'exposition maximale de 0,25 s.

Afin de limiter les risques de lésions de l'œil, **il est recommandé d'utiliser des DEL ou des luminaires à DEL classés GR0 ou GR1 selon cette norme**. Lorsque le risque photobiologique dépasse le groupe GR1, un marquage du classement des lampes et luminaires s'impose. On notera qu'en fin de journée, une exposition aux sources de lumière enrichies en bleu peut entraîner un décalage de l'horloge biologique et retarder l'endormissement.

Usages dans l'enseignement - situations à risque

Utilisation prolongée d'une lampe blanche à DEL sans diffuseur.

Consignes de prévention et conseils de prudence

- Signaler la zone du faisceau DEL par un étiquetage et un symbole de danger approprié.
- Se limiter aux DEL de groupe GR0 et GR1, qui ne sont pas dangereuses dans des conditions normales d'utilisation avec des diffuseurs pour éviter la vision directe. À noter : existence d'un risque pour les enfants en bas âge et les personnes présentant des pathologies particulières.

Références

- Normes : NF 62471, CEI/TR 62778, AFNOR 2014
- Brochure INRS RST - QR 113 (lumière bleue)

Autres sources de rayonnement

Il existe d'autres sources de rayonnement utilisées au laboratoire qui présentent un risque potentiel, notamment à cause de l'émission de rayonnement ultra-violet (UV) : les lampes spectrales au mercure et les lampes UV utilisées en chromatographie.

Origine du danger

Le rayonnement UV non visible peut présenter un danger lors d'une exposition prolongée, suivant le type d'appareil émetteur.

Usages dans l'enseignement - situations à risque

- Observation directe et prolongée de lampes spectrales haute pression au mercure.
- Observation directe et prolongée de lampes UV (chromatographie sur couche mince).

Consignes de prévention et conseils de prudence

- Signaler la zone de manipulation de la lampe spectrale ou de la lampe UV par un étiquetage et un symbole de danger approprié.

- Lampes spectrales : vérifier que le verre protecteur est intact et que l'éclairage est hors du champ de vision. Lors de l'utilisation avec un goniomètre par exemple, on accolera la lampe au collimateur.
- Lampes UV pour révélation en chromatographie sur couche mince (CCM) : imposer le port de lunettes de protection spécifiques (norme EN170) et réaliser un étiquetage approprié.

On rappelle que la teinte des verres de lunettes de protection n'est pas liée au degré de protection dans l'UV.

Réglementation : Code du travail articles R.4452-1 à R.4452-31 sur la prévention des risques d'exposition aux rayonnements optiques artificiels

Référence

- Guide à caractère non contraignant pour la mise en œuvre de la directive 2006/25/CE sur les rayonnements optiques artificiels

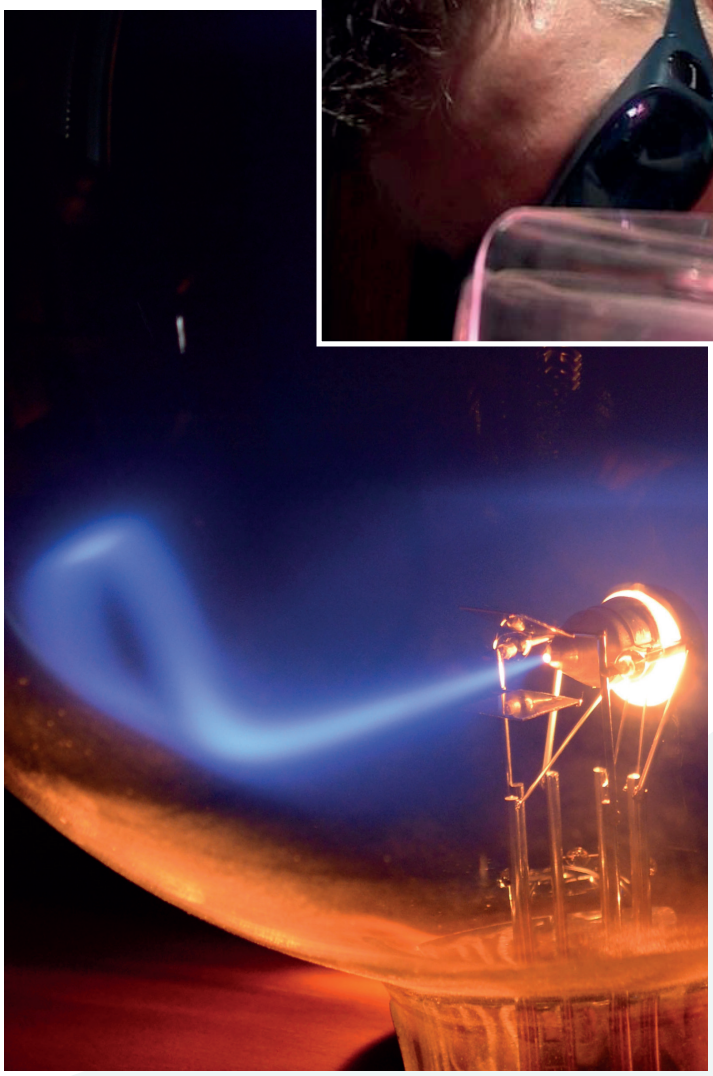
Attention soleil

Le spectre du rayonnement émis par le Soleil comprend une partie de rayonnements ultra-violets, dont l'intensité augmente de 10 à 12 % par 1000 mètres d'altitude. Par ailleurs, la présence de neige augmente fortement l'albédo en réfléchissant jusqu'à 80 % des rayons UV incidents, ce qui explique la nécessité de porter des lunettes de soleil "anti-UV" en montagne.

©Photo : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:06March-Sunshine_07.jpg

©Laboratoire de physique Fermat

EPI en voie professionnelle
©Francis Fortier



Canon à électrons
©Laboratoire de physique Fermat

Risques électriques

Si les accidents liés aux risques d'origine électrique sont relativement peu nombreux de manière générale, le niveau de gravité constaté est souvent élevé. On appelle électrisation le passage d'un courant électrique dans le corps humain. Elle peut causer des brûlures, des troubles cardiaques et des lésions de tissus ou d'organes. L'électrocution désigne exclusivement une électrisation entraînant le décès.

Origine du danger

Les situations à risque sont :
- **les amorçages,** c'est-à-dire des mises sous tension qui provoquent, selon la puissance électrique en jeu, des étincelles ou des arcs électriques ;
- **les courts-circuits** dont les effets sont également liés à la puissance électrique en jeu ;
- **les surcharges,** c'est-à-dire le passage d'une intensité supérieure à l'intensité admissible dans le circuit entraînant un échauffement excessif des conducteurs ;
- **les contacts** directs ou indirects avec une pièce conductrice portée à un potentiel différent de celui de la personne exposée.

Les effets physiopathologiques dangereux dépendent de l'intensité et de la durée de passage du courant électrique traversant le corps humain.

La modélisation du comportement électrique du corps humain

Les tissus du corps humain peuvent être modélisés par une succession de résistances et de capacités, le tout constituant une impédance (norme CEI/TS 60479-2).
La valeur de l'impédance du corps humain dépend de nombreux facteurs : la valeur de la tension appliquée, la durée de contact, la présence d'humidité, la surface de contact, la pression de contact, la trajectoire du courant, l'état de la surface de contact, la morphologie, l'âge, la fatigue, le port de chaussures, la résistance électrique du sol, etc.

Tension de contact en V	Valeurs de l'impédance totale Z_T (Ω) du corps humain qui ne sont pas dépassées par	
	50 % de la population	95 % de la population
25	169 000	317 725
50	136 000	250 250
100	40 000	70 400
200	**5 400**	8 650

Impédance totale du corps humain Z_T (valeurs arrondies à 25 Ω) pour un trajet de courant main à main, des surfaces de contact faibles, dans des conditions sèches, pour des tensions en courant alternatif 50/60 Hz.

Exemple : l'impédance totale du corps humain Z_T, en prenant en compte l'impédance de la peau, est d'environ 5400 Ω à 200V/50Hz pour une peau sèche et un trajet de main à main. Par application de la loi d'Ohm, on trouve une valeur d'intensité de 37 mA, potentiellement mortelle.

La réglementation

La réglementation définit des domaines de tension pour lesquels les risques et les précautions diffèrent.

Le domaine de très basse tension TBT correspond à des valeurs nominales de tensions **inférieures aux limites de tensions dangereuses* :**
- **50 V en courant alternatif ;**
- **120 V en courant continu.**

Il existe des cas particuliers pour lesquels ces valeurs peuvent présenter un danger.

Les appareils utilisés par les élèves délivrent des tensions dont les valeurs nominales sont inférieures aux précédentes :
- **≤ 25 V en courant alternatif ;**
- **≤ 60 V en courant continu.**

Cependant, les appareils sont branchés sur le secteur. Les installations électriques sont classées en domaine BT (réseau domestique 220 V) et doivent être protégées par plusieurs DDR, dispositifs différentiels à courant résiduel (assignés généralement à 30 mA).

Les “locaux” réservés aux électriciens sont signalés par un pictogramme et sont fermés et verrouillés. Leur accès est réservé aux personnes habilitées.

Exemples :

Le local dans lequel se trouvent des armoires électriques

Le coffret électrique dans une salle de classe

Consignes de prévention et conseils de prudence

La prévention du risque électrique porte sur les installations, la conformité aux normes du matériel électrique, la protection des personnes et le respect des obligations spécifiques des enseignants et des chefs d’établissement.
Les installations de distribution électrique et les appareillages doivent être systématiquement contrôlés par un organisme agréé lors de leur mise en service, puis chaque année par une personne qualifiée.

Mise en conformité du matériel électrique

Il faut utiliser un matériel certifié par l’une des trois normalisations suivantes et conçu pour l’utilisation qui en est faite :
- Norme internationale : la CEI
- Norme européenne : le CENELEC
- Norme française : l’UTE

CE NF

Classe	0	I	II	III
Symbole	Absence			

La norme NF EN 61140 répartit les matériels électrotechniques en quatre classes en fonction de leur conception du point de vue sécurité.

Classe 0 : pas de symbole : isolation principale mais pas de borne de mise à la terre.
Exemple : une lampe de bureau métallique alimentée par un câble souple à deux conducteurs.
Les appareils de classe 0 sont à proscrire.

Classe 1: le matériel possède une isolation principale et une borne de terre.
En cas de défaut d'isolation, la sécurité est assurée par un dispositif de coupure de l'alimentation électrique (disjoncteur différentiel).

Classe 2: le matériel possède une isolation principale, sans borne de terre. La sécurité est assurée par une deuxième isolation.

Classe 3: la protection est assurée par l'alimentation en très basse tension. Le transformateur d'alimentation possède une isolation principale renforcée, sans prise de terre.

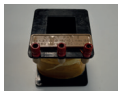
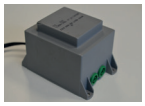
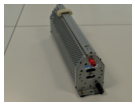
Pour des équipements anciens non marqués, il faut vérifier la présence d'une borne de terre pour les appareils de classe I et la présence d'une double isolation pour les appareils de classe II.

Il est interdit de supprimer la liaison à la terre d'un appareil de classe I.

Les câbles de raccordement doivent être adaptés en tension, en intensité et à la classe de l'appareil.

Le professeur ou le personnel de laboratoire doit effectuer des vérifications visuelles simples.
L'équipement suspect ou défectueux :
- est immédiatement retiré du service ;
- porte la mention "NE PAS UTILISER" ;
- est gardé en sécurité jusqu'à ce qu'il soit examiné par une personne compétente ;
- est éventuellement jeté en respectant la procédure de collecte des déchets.

Mise en conformité – les incontournables

À REMPLACER	À UTILISER	Commentaires
		Les cordons de sécurité classés IP2X (cordons avec fourreau de protection non rétractable, NF EN 60529/A2) remplacent les fils à fiches bananes nues 4 mm.
		Les douilles bananes de sécurité double puits remplacent les anciennes douilles bananes.
	 	Seuls les transformateurs moulés sont autorisés. Les bobines et rhéostats sont protégés par des carters.
		Ne pas utiliser de cavaliers de la dimension d'une prise électrique à moins qu'ils ne soient de sécurité.
		Les blocs de multiprises sont aux normes.
		Les prises électriques doivent être d'un type à obturateurs intégrés ("éclipses"). Dans la mesure du possible, les appareils électriques utilisés en activités expérimentales sont déjà branchés sur le secteur avant l'arrivée des élèves. Le nombre de prises électriques doit être égal à celui des appareils à brancher.

Adopter les bons réflexes

- Toujours débrancher les appareils en tirant sur la fiche et non sur le fil.
- Ne jamais intervenir sur une prise électrique endommagée sans avoir le niveau d'habilitation adéquat.
- Ne jamais laisser une rallonge branchée à une prise sans qu'elle soit reliée à un appareil électrique.
- Ne jamais utiliser le câble d'alimentation pour tirer ou déplacer un appareil électrique.
- Ne jamais toucher à un fil dénudé dont on ne perçoit qu'une extrémité.
- Ne jamais toucher une prise avec les mains mouillées.
- Ne pas utiliser plusieurs multiprises en série en guise de rallonge.

Le professeur repère toujours l'emplacement du bouton d'arrêt d'urgence ("coup de poing") dans la salle.
En cas d'accident, couper immédiatement le courant et prévenir les secours ; s'assurer que la remise sous tension ne peut pas être réalisée.

Habilitation électrique

Les opérations sur des installations ou sur des matériels électriques ne peuvent être effectuées que par des personnes habilitées.
Une formation à l'habilitation électrique doit être proposée aux personnels de laboratoire amenés à remplacer des fusibles ou des interrupteurs, rechercher des pannes …
L'habilitation - délivrée par le chef d'établissement - spécifie la nature des opérations autorisées.

Réglementation : Code du travail - articles R.4544-9 à R.4544-11
Référence : Brochure INRS ED6127 L'habilitation électrique

La réglementation en électricité

Vérification du matériel
1. Modalités (périodicité rapports-registres)
– Arrêté du 10/10/2000
– Arrêté du 26/12/2011
2. Organisme accrédité ou personne qualifiée
– Arrêté du 21/12/2011
– Arrêté du 22/12/2011

Prévention des risques électriques dans les lieux de travail
– Décret n° 2010-1018 ; Circulaire n° DGT2012/12 du 09/10/2012 ; Référentiel de formation à la pré-
vention des risques d'origine électrique (juin 2013)
– Code du travail – articles R4544-1 à R4544-11

Nombre de personnes habilitées pour les opérations sur les installations électriques ou dans leur voisinage
– Arrêté 26 avril 2012

Réglementation des jeunes travailleurs
– Décret n° 2013-915
– Instruction interministérielle n° DGT/CT1/DGEFP/DPJJ/DGESCO/DGCS/DGER/DAFSL/2016/273 du 7 septembre 2016 - Fiche 6 : Les travaux exposant à un risque d'origine électrique

Fonction et responsabilité du chef d'établissement
– Guide juridique du chef d'établissement - Fiche 18 : La sécurité et fiche 34 : La surveillance
– Code de l'éducation D. 421-150

Publication INRS

ED 828	Principales vérifications périodiques (2011)
TS728 page24	Risque électrique. Avoir prise sur la prévention (2012)
ED 325	Accidents d'origine électrique (réimpression 2012)
ED 6177	Travailler en sécurité face au risque électrique (2014)
ED 885	La signalisation de santé et de sécurité au travail (2015)
ED 6127	L'habilitation électrique (2015)
ED 6187	La prévention du risque électrique (2015)
ED 6293	Signalisation de santé et de sécurité - Règlementation (2017)

Liens

- inrs.fr/risques/electriques.html
- eduscol.education.fr/sti/ressources_pedagogiques/prevention-des-risques-electriques-supports-de-formation#fichiers-liens

Risques liés à la pression et à la température

Protection obligatoire de la vue

Protection obligatoire du corps

Danger surface chaude

Danger basses températures

Les mesures de pression et de température sont fréquentes en physique-chimie. Toutefois, certains appareils et certaines manipulations peuvent présenter des risques.

Les dommages encourus sont le plus souvent des brûlures et des blessures par projection.
Pour toute manipulation présentant des risques liés à la température, on porte une blouse en coton, des chaussures fermées et on s'attache les cheveux si nécessaire.
Pour toute manipulation présentant des risques liés à la pression, on porte une blouse et des lunettes ou sur-lunettes de protection contre la projection de particules (norme EN166 FT).

Les brûlures

Risques : brûlures thermiques

La gravité d'une brûlure cutanée dépend de la température et de la durée d'exposition. Le refroidissement immédiat (15 minutes sous l'eau à 15 °C) est la première mesure à prendre en cas de brûlure. Appeler le 15 (ou le 112) en cas de brûlure profonde ou en cas de doute sur la gravité des dommages.

Type de brûlure	Exemples de situations à risque	Symptômes	Évolution
Brûlure au 1er degré	15 min à une température cutanée de 48 °C 3 s à 60 °C 1 s à 70 °C	Érythème	Guérison en 48 heures
Brûlure au 2e degré superficielle	10 s pour une température cutanée de 70 °C 10 s dans l'eau à 85 °C 2 s à 2 cm d'une ampoule de 100 W	Cloque, socle suintant, douleur	Guérison en 15 jours
Brûlure au 2e degré profonde		Cloque avec anesthésie partielle	Guérison en 3 semaines avec cicatrice apparente
Brûlure au 3e degré		Peau blanche ou brune avec anesthésie totale	Nécessité de greffe

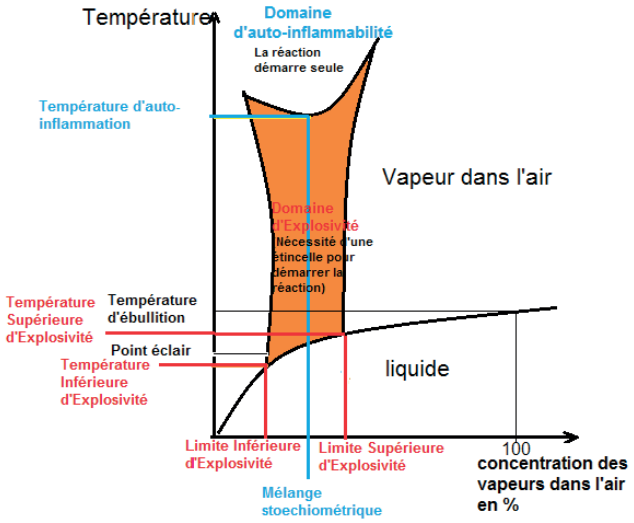
Sources : Rapport 2008 - Institut de Veille Sanitaire - CH Pays d'Aix - Dr Baldesi

Les domaines d'explosivité et d'auto-inflammabilité des liquides

Risques : explosion, implosion lors des manipulations à haute ou basse pression

Le chauffage d'un liquide organique dans l'air présente un risque lorsqu'on atteint sa température d'auto-inflammation (température à partir de laquelle les vapeurs d'une substance s'enflamment spontanément ; à titre d'exemple, cette température est de l'ordre de 350° C pour les huiles végétales).

Au-dessus du point éclair (par exemple 17 °C pour l'éthanol à 95 %), les vapeurs dégagées par un liquide peuvent s'enflammer en présence d'une flamme ou si une étincelle est produite, y compris par électricité statique.



Les valeurs du point éclair (PE), de la température d'auto-inflammation (TAI), des limites inférieures et supérieures d'explosivité (LIE/LSE) sont disponibles sur les fiches de sécurité des produits.

Un liquide inflammable chauffé atteint rapidement son domaine d'explosivité et peut engendrer des blessures par projection et/ou des brûlures.

Hautes et basses températures

Usages dans l'enseignement - situations à risque

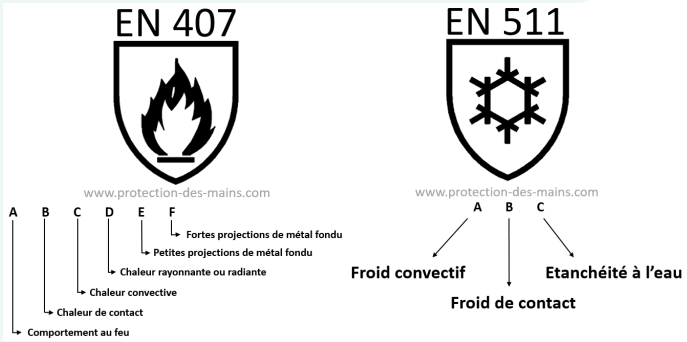
- Appareils chauffants sans flamme avec une possibilité de contact avec la surface chaude : plaque chauffante, bec électrique, bain de sable, banc Kofler, étuve, four, chauffe-ballon.
- Dispositif utilisé pour étudier un autre phénomène physique mais échauffé par effet Joule (lampe halogène, à incandescence, à plasma, bobinages…).
- Manipulation de liquides ou solides chauds : bouilloire, liquide sortant d'un four à micro-ondes, bain-marie ou bain d'huile, solides sortant de l'étuve, …
- Manipulation de liquides ou solides froids : utilisation de carboglace ou d'azote liquide lors de démonstrations…

Consignes de prévention et conseils de prudence

- Signaler les surfaces pouvant présenter des risques par les pictogrammes appropriés.
- Privilégier un appareil présentant un témoin clignotant lorsque la surface est chaude.
- Privilégier un appareil présentant un thermostat pour éviter les surchauffes.
- Ne pas manipuler de liquide inflammable près d'une surface chaude. Veiller à limiter l'emploi de liquide combustible.
- Ne pas chauffer un liquide au-dessus de son point d'auto-inflammation.
- Ne pas chauffer un liquide inflammable sans équipement de recondensation des vapeurs.
- Pour le refroidissement ou la congélation de liquide inflammable, utiliser uniquement des réfrigérateurs ou des congélateurs de sécurité.

Montage pour chauffage : plaque chauffante et bain d'huile

– Privilégier la manipulation de bouilloires par l'enseignant pour limiter le déplacement des élèves avec du liquide chaud.
– Ne pas manipuler avec des gants en matière thermoplastique près d'une surface chaude ou d'un récipient chaud.
– Utiliser des gants de protection contre la chaleur (NF EN407), contre le froid (NF EN511) ou des pinces adaptées.



Hautes et basses pressions

Usages dans l'enseignement - situations à risque

– Basse pression : cloche à vide, évaporateur rotatif, trompe à vide, filtration sur Büchner, distillation sous pression réduite…
– Haute pression : dégagement de gaz en milieu clos, mesure de pression…
– Utilisation de gaz sous pression : étude des états physiques de la matière, utilisation de gaz inerte pour l'analyse, aérosol d'air sec…

Consignes de prévention et conseils de prudence

Évaporateur rotatif

– Vérifier l'état des récipients à mettre sous pression (haute ou basse). La verrerie doit être sans éclat et obligatoirement en verre borosilicaté et en privilégiant les formes arrondies pour répartir les pressions de façon la plus homogène possible.
– Fixer toujours les parties pouvant imploser ou exploser (fiole à vide, bouteille de gaz…). Il existe des fioles à vide en polypropylène résistant à un « vide » de 0,04 bar.
– Adapter le choix des pompes électriques à la pression désirée.
– Assurer une remise à la pression atmosphérique de façon contrôlée et non soudaine.
– Manipuler derrière un pare-éclats (écran en plexiglas ou vitre d'une sorbonne) ou équiper les pièces de verrerie à risques d'un film ou d'un filet anti-éclats.

– Fixer les bouteilles de gaz à un râtelier ou à un chariot mobile ; à noter que la détention de bouteille de gaz à l'intérieur de locaux est très réglementée.
– Ne jamais forcer sur le robinet d'une bouteille et toujours l'ouvrir doucement.
– Ne jamais manipuler une bouteille en la soulevant par le détendeur, ou le robinet mais utiliser la poignée de manutention.
– Vérifier que le détendeur n'est plus sous pression pendant le stockage.
– Ne jamais utiliser de graisse sur le détendeur.
– Manipuler les aérosols par impulsions brèves (attention au risque de brûlure par le froid).

La surpression brutale a des effets dévastateurs :
- 0,1 bar : bris de vitre et dommage structurel ;
- 0,3 bar : rupture du tympan ;
- 1 bar : lésions graves aux oreilles et aux poumons.

Références

INRS ED 1506	Laboratoires d'enseignement en chimie (2015)
INRS ED 885	La signalisation de santé et de sécurité au travail (2015)
INRS ED 911	Les mélanges explosifs (2004)
INRS ED 67	Les générateurs d'aérosols : mieux les connaître, mieux les utiliser (2015)
INRS ED 6293	Signalisation de santé et de sécurité (2017)
INRS ED 5001	Point de connaissance : explosion sur le lieu de travail (2013)
INRS ED 6077	Les équipements de protection individuelle (EPI) (2013)

Réglementation concernant les bouteilles de gaz (butane et propane) dans les EPLE

- L'utilisation de brûleurs installés sur des cartouches de gaz n'est pas autorisée dans les salles d'enseignement.
- 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), articles GZ4 à GZ8, et arrêté du 4 juin 1982 modifié portant approbation des dispositions complétant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les ERP (types R et X), articles R10 à R12.
- https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=160F0B94EDC890F8365B1B32790A2D5C.tplgfr30s_3?cidTexte=JORFTEXT000000290033&dateTexte=20180527

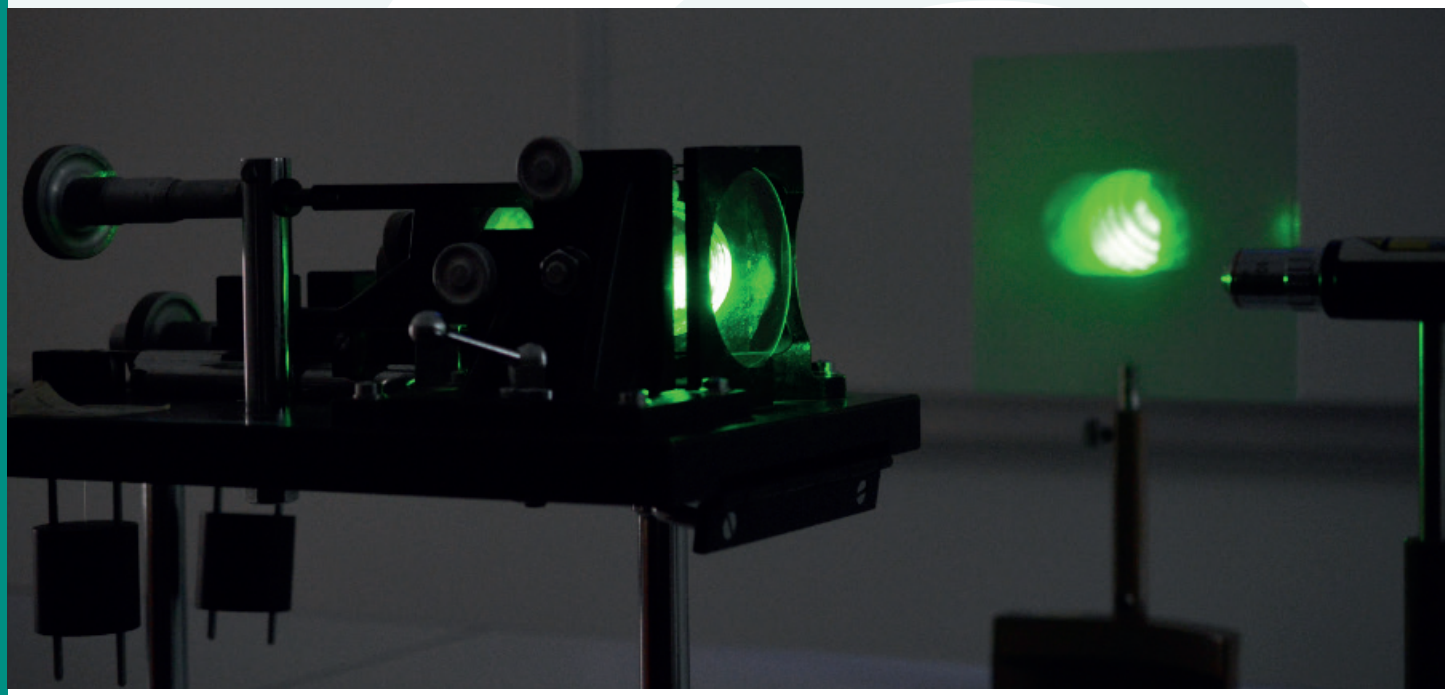
Ce document a été réalisé au sein d'un groupe de travail mis en place par l'IGEN et l'Observatoire, sous la conduite de Monsieur Dominique OBERT, inspecteur général de l'éducation nationale, doyen du groupe physique-chimie et de Mesdames Anne SZYMCZAK et Anne-Marie ROMULUS, inspectrices générales de l'éducation nationale, groupe physique-chimie.

Date de publication : Septembre 2018

Ont participé à son élaboration :

- Édith ANTONOT, professeure agrégée (académie de Nancy-Metz)
- Didier BARTHON, chargé de mission, au titre de l'Observatoire
- Vincent DELAUBERT, professeur agrégé (académie de Paris)
- Francis FORTIER, IA-IPR de physique-chimie (académie de Lille)
- Jean-Philippe FOURNOU, IA-IPR de phisique-chimie (académie de Rouen)
- Alain KOWALSKI, Inspecteur pédagogique en physique chimie au MAA
- Sylvie LOMBARD, professeure certifiée, attachée de laboratoire (académie de Toulouse)
- Jérémy PAUL, IA-IPR de physique-chimie (académie de Toulouse)
- Cécile PERRIN, professeure agrégée, agent de prévention (académie de Toulouse)
- Jacques PRIEUR, IA-IPR de physique-chimie, (académie de Nantes)
- Sylvie SPECTE, conseillère de prévention académique (académie de Rouen)
- Crédit photo : David ARTIGAU - Laboratoire de Physique du lycée Pierre de Fermat de Toulouse

(**Sigles** : **IGEN** Inspection générale de l'éducation nationale ; **IA-IPR** Inspecteur d'académie – Inspecteur pédagogique régional ; **INRS** Institut national de recherche sur la sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ; **MAA** Ministère de l'agriculture et de l'alimentation)



Anneaux d'égale inclinaison obtenus avec un interféromètre de Michelson et un laser vert

©Laboratoire de physique Fermat

OBSERVATOIRE NATIONAL
DE LA SÉCURITÉ ET DE L'ACCESSIBILITÉ
DES ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT

31-35, rue de la Fédération - PARIS 15e
ONS 110, rue de Grenelle 75357 - PARIS 07 SP
Tél. : 01 55 55 70 73
Fax : 01 55 55 64 94
Mél : ons@education.gouv.fr
http://education.gouv.fr/ons

ISSN : 1969-7589
Impression : Ministère de l'éducation nationale
97 rue de Grenelle - Paris 07 SP

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION

IMPRIM'VERT