

Nuisances physiques au travail

Ce dossier donne un aperçu des différents facteurs ou agents physiques qui constituent l'environnement des salariés, et qui peuvent avoir des répercussions sur les conditions de travail ou sur la santé des personnes exposées : le bruit, les vibrations, l'électricité, les rayonnements, la température et les pressions extrêmes.

Mise à jour : 20/08/2005

Préambule

La démarche de prévention
Valeurs limites d'exposition

Le bruit

Les vibrations

La chaleur et le froid

La pression

Milieu hyperbare
Altitude

L'électricité

Les rayonnements

Les champs électromagnétiques
Les rayonnements optiques

Infrarouges
Visibles
Ultraviolets
Lasers

La radioactivité et les rayonnements ionisants

■ Préambule

Les agents physiques peuvent agir sur le corps humain, qui s'adapte en permanence à son environnement. Il peut s'agir d'une réponse normale des cellules, des tissus ou des organes à une stimulation (par exemple, les infrarouges chauffent la peau). Les facultés de réaction du corps peuvent être dépassées dans certains cas : contraintes fortes, exposition de longue durée ou très intense (exemple : le coup de soleil). Dans certaines conditions, la santé de la personne exposée peut être menacée.

□ La démarche de prévention

La démarche de prévention obéit à des principes généraux figurant à l'article L. 4121-2 du Code du travail :

- **Eviter les risques ;**
- **Evaluer les risques** qui ne peuvent pas être évités ;
- **Combattre les risques à la source ;**
- **Adapter le travail à l'homme**, 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 (...);
- Tenir compte de l'état d'évolution de la technique ;
- **Remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui est moins dangereux ;**
- **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 (...)** ;
- **Prendre des mesures de protection collective** en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle ;
- **Donner les instructions appropriées aux travailleurs.**

Ce dossier ne peut être compris que dans le cadre du respect de la réglementation et en particulier de ces principes.

□ Les valeurs limites d'exposition

Certaines activités professionnelles exposent le travailleur à des agents physiques qui peuvent être dommageables pour sa santé. Une exposition nulle étant pratiquement impossible à mettre en œuvre, on prévient les risques en réduisant le plus possible cette exposition et en fixant une limite à celle-ci. On définit donc des seuils à ne pas dépasser : les valeurs limites d'exposition professionnelle.

Des valeurs limites d'exposition (VLE) aux agents physiques sont proposées ou imposées dans les domaines suivants :

- vibrations (transmises à l'ensemble du corps ou aux membres supérieurs) ;
- bruit, infrasons, ultrasons ;
- ambiances thermiques chaude et froide ;

- champs magnétiques et électriques ;
- rayonnements ultraviolet, visible et proche infrarouge ;
- lasers (exposition de la peau et des yeux).

Ces valeurs sont tirées selon le cas des dispositions réglementaires françaises ou européennes, des normes françaises ou internationales, de recommandations nationales ou internationales.

Pour en savoir plus sur les VLE, consultez le dossier web correspondant.

[Retour au Sommaire](#)

■ Le bruit

Le bruit est un problème qui concerne tout le monde, dans l'environnement domestique comme dans l'environnement de travail. Il est à l'origine de nombreuses surdités mais aussi d'autres pathologies (stress, fatigue). De multiples moyens d'action peuvent être mis en place sur le lieu de travail pour limiter l'exposition des salariés.



Insonorisation par encoffrement d'un tour à commande numérique

□ Définitions

■ Qu'est ce que le bruit ?

Le bruit est une vibration de l'air qui se propage en ondes acoustiques à des fréquences variables.

Echelle des fréquences sonores	
Infrason	< 20 Hz
Son audible (par l'homme)	20 à 20 000 Hz dont les fréquences de la parole : 100 à 6 000 Hz
Ultrason	> 20 000 Hz

Il provoque une sensation auditive qui peut être plaisante (bruit de la mer, chant des oiseaux, etc.) mais qui est bien souvent désagréable, gênante, voire nocive.

■ Niveaux de bruit

On mesure physiquement le niveau du bruit en décibels (dB). Mais pour prendre en compte la subjectivité de l'oreille humaine, on utilise un décibel physiologique appelé décibel A, noté dB(A).

- 0 dB(A) : bruit le plus faible qu'une oreille peut percevoir
- 50 dB(A) : niveau habituel de conversation
- 85 dB(A) : seuil de nocivité
- 120 dB(A) : seuil de douleur

Attention ! Les niveaux sonores ne s'ajoutent pas, ils se "composent".

Si une machine produit 80 dB(A), alors :

- 2 machines produisent 83 dB(A)
- 3 machines produisent 85 dB(A)
- 5 machines produisent 87 dB(A)
- 10 machines produisent 90 dB(A)

Lorsque 2 machines fonctionnent simultanément, le fait d'en arrêter une diminue le niveau de bruit de 3 dB(A) seulement.

■ Niveaux d'exposition au bruit

Le seuil de nocivité de 85dB(A) est valable pour une exposition quotidienne de 8 heures. Un niveau de bruit supérieur peut être subi sans dommage pour l'ouïe si sa durée est courte.

Le niveau de bruit auquel les travailleurs sont soumis peut varier au cours de la journée. Il est donc indispensable de prendre en compte le temps d'exposition aux différents niveaux de bruit. Des durées limites d'exposition quotidienne à une phase bruyante ont été définies.

Durées limites d'exposition quotidienne au bruit	
Niveau sonore en dB(A)	Durée d'exposition maximale
85	8h
88	4h
91	2h
94	1h
97	30min
100	15 min
103	7,5 min

De nombreux métiers exposent régulièrement au bruit. A cela, on peut ajouter le bruit

environnemental que les salariés subissent en dehors de leur travail : loisirs et transports bruyants, troubles de voisinage, etc.

☐ Effets du bruit

L'exposition prolongée à des niveaux de bruits intenses conduit progressivement à une surdité irréversible. Dans ce cas, la chirurgie n'est actuellement d'aucun secours.

Il peut y avoir d'autres effets néfastes que la surdité, suite à une exposition intense ou prolongée au bruit :

- perte d'intelligibilité dans la communication parlée,
- fatigue, altération du sommeil,
- augmentation du stress,
- irritabilité voire agressivité,
- réduction des capacités cognitives,
- augmentation de la tension artérielle...

Les effets du bruit sur les performances dépendent des paramètres physiques du bruit, de sa prévisibilité, de la nature et de l'exigence de la tâche, de la durée de l'exposition, de la possibilité de contrôler le bruit, de la sensibilité de l'individu, voire de la présence d'autres nuisances.

▪ La surdité professionnelle

L'exposition à des bruits intenses est nocive. Lorsqu'elle est de courte durée, l'oreille peut récupérer. Plus elle se prolonge et se répète, plus l'oreille interne est atteinte. Les premiers signes sont souvent des acouphènes transitoires (bourdonnements et/ou sifflements d'oreille). Au fur et à mesure que les cellules ciliées de l'oreille interne sont détruites, la capacité auditive du sujet baisse, à commencer par les fréquences situées autour de 4 000 Hz. Ce phénomène est irréversible.

Stades de la surdité		
1er stade	surdité légère	Le sujet ne se rend pas compte de sa perte auditive car les fréquences de la parole sont peu touchées.
2e stade	surdité moyenne	Les fréquences aiguës de la conversation sont touchées, le sujet devient "dur d'oreille" et ne comprend plus distinctement ce qui se dit.
3e stade	surdité profonde et irréversible	

La surdité due au bruit est parfois associée et souvent confondue à celle due à l'âge, qui affecte d'abord les fréquences élevées.

En France en 2003, plus de 3 millions de personnes étaient exposées de manière prolongée à des bruits intenses, dépassant 85 dB(A), sur leur lieu de travail.

La surdité professionnelle s'apprécie selon des critères médicaux, professionnels et administratifs précis, qui sont stipulés dans le tableau n° 42 des maladies professionnelles du régime général et le tableau n° 46 du régime agricole.

Surdités reconnues en 2003 (par secteur d'activité du régime général)	
Comités techniques nationaux (CTN)	Surdités reconnues
Métallurgie	201
BTP	108
Bois, Textile, Vêtement...	57
Chimie, Caoutchouc, Plasturgie	11
Transports, Livre, Communication...	16
Autres	239
TOTAL	632

Source : CNAMTS

☐ Moyens d'action contre le bruit

Le bruit fait l'objet d'une réglementation qui vise à informer et protéger les travailleurs.

Le succès d'une action de réduction du bruit dépend pour une large part de la pertinence de l'analyse des situations de travail réelles des opérateurs exposés.

Moyens d'action, classés par ordre d'efficacité décroissante :

- Action sur la machine (réduction à la source, encoffrement), cabine insonorisée pour le personnel ;
- Traitement acoustique des parois et du plafond du local, écrans acoustiques entre la machine et les opérateurs, éloignement des opérateurs ;
- En dernier recours : réduction de la durée d'exposition au bruit, protection individuelle (casque, bouchons d'oreille).

En vertu d'une directive européenne, les machines doivent être conçues et construites de telle sorte que les risques liés aux émissions sonores soient réduits à un minimum. Les constructeurs doivent déclarer les émissions sonores des machines pour que les acheteurs éventuels puissent non seulement choisir le matériel le moins dangereux, mais aussi calculer l'impact du bruit sur le lieu de travail et aider à planifier les mesures de prévention.

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), il est 10 fois moins coûteux de rendre moins bruyants les procédés qui engendrent du bruit que d'installer un écran d'insonorisation.

Pour en savoir plus sur le bruit, consultez le dossier correspondant.

[Retour au Sommaire](#)

■ Les vibrations

Ce chapitre s'intéresse aux mouvements et aux secousses mécaniques transmis directement au corps des opérateurs en contact avec une machine ou du matériel vibrant. On estime qu'en France 1,5 million de travailleurs répartis dans de nombreuses professions sont exposés régulièrement à des vibrations.



Brise-béton

□ Effets des vibrations

On distingue les vibrations transmises à l'ensemble du corps des vibrations transmises au système main-bras :

- Lorsqu'un travailleur manipule une machine vibrante tenue à la main, l'exposition produit des effets sur le(s) membre(s) en contact avec la machine. C'est ce qu'on appelle une exposition aux vibrations transmises aux membres supérieurs.
- Lorsqu'un travailleur est assis ou debout sur un plancher ou un siège vibrant, l'exposition produit des effets sur tout le corps. C'est ce qu'on appelle une exposition aux vibrations globales du corps.

Les vibrations peuvent être inconfortables, gêner l'exécution de tâches et à la longue entraîner des pathologies.

Les effets des vibrations dépendent de leur niveau d'accélération (exprimé en m/s^2), de leur fréquence (exprimée en Hz), de la durée de l'exposition et de la partie du corps qui reçoit l'énergie de vibration.

■ Syndrome des vibrations

Les vibrations transmises aux membres supérieurs provoquent à moyen terme un ensemble de symptômes appelé "syndrome des vibrations". Selon les individus et le matériel utilisé, les premiers troubles peuvent apparaître de plusieurs mois à plusieurs années après le début de l'exposition.

Symptômes du syndrome des vibrations :

- ┆ Crises de blanchiment douloureux des phalanges en cas d'exposition au froid et/ou à l'humidité (phénomène de Raynaud),
- ┆ Moindre sensation du toucher, du chaud et du froid,
- ┆ Douleurs dans les bras et les mains,
- ┆ Gêne fonctionnelle des articulations (coude, poignet, main),

A long terme, ce syndrome peut devenir irréversible.

Pour en savoir plus, consultez :

┆ LASFARGUES G. "Effets vasculaires et neurologiques des vibrations transmises au système main-bras". Etudes et enquêtes. TF 21. INRS, 1990, 10 p. (format pdf)

■ Vibrations et lombalgies

Les enquêtes épidémiologiques démontrent que la combinaison de la position assise prolongée et de l'exposition aux vibrations augmente le risque de troubles de la colonne vertébrale. Les symptômes les plus fréquemment rapportés sont les lombalgies, les excroissances osseuses et les hernies discales.

L'association exposition de l'ensemble du corps à des vibrations au long cours et ports de charges fréquents majore le risque de lombalgies. Cette association a été retrouvée dans plusieurs études épidémiologiques portant notamment sur des conducteurs d'engins, des caristes et des chauffeurs-livreurs.

Certaines lombalgies dues aux vibrations peuvent être reconnues au titre de maladie professionnelle. Elles font l'objet, depuis 1999, de 2 tableaux de maladies professionnelles : les tableaux n° 97 du régime général, et n° 57 du régime agricole. Elles font partie des maladies professionnelles reconnues les plus courantes.

Pour en savoir plus, consultez :

- ┆ SAINT-EVE P. ; DONATI P. "Prévention des risques dorso-lombaires liés à la conduite de chariots élévateurs". TC 45. INRS, 1993, 8 p.
- ┆ Les lombalgies (dossier web INRS)

□ Moyens d'action

La directive européenne 2002/44/CE du 25 juin 2002 a fixé des prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux vibrations a été publiée en juin 2002. Elle a été transposée en droit français par le décret n° 2005-746 du 4 juillet 2005 et l'arrêté ministériel du 6 juillet 2005.

Le décret "vibrations" définit pour les opérateurs exposés à des vibrations, les limites suivantes :

- Une valeur d'exposition journalière déclenchant des actions de prévention ("valeur d'action"), rapportée à une période de 8 heures, est fixée à $0,5 m/s^2$ pour les vibrations

transmises à l'ensemble du corps, et à 2,5 m/s² pour les vibrations transmises aux membres supérieurs.

Lorsque ces valeurs sont dépassées, l'employeur doit établir et mettre en œuvre un programme de mesures techniques et organisationnelles visant à réduire au minimum l'exposition aux vibrations (choix d'équipements de travail produisant moins de vibrations, de méthodes de travail alternatives, d'équipements auxiliaires réduisant les risques de lésion, limitation de la durée d'exposition...).

■ Une valeur limite d'exposition journalière rapportée à une période de 8 heures à ne dépasser en aucun cas ("valeur plafond") est fixée à 1,15 m/s² pour les vibrations transmises à l'ensemble du corps et à 5 m/s² pour les vibrations transmises aux membres supérieurs.

Si, en dépit des mesures prises par l'employeur pour réduire les risques dus aux vibrations, ces valeurs limites d'exposition sont dépassées, l'employeur doit prendre immédiatement des mesures pour ramener l'exposition en-dessous de celles-ci.

On peut dans certains cas éliminer les vibrations en adoptant une organisation du travail différente ou en modifiant les techniques de production, voire réduire la durée d'exposition.

Pour protéger les travailleurs contre les effets des vibrations transmises aux membres supérieurs, il faudra également :

- Choisir des machines traitées contre les vibrations et correctement entretenues,
- Minimiser le couplage entre la machine et l'opérateur par une bonne opération de la machine et des postures confortables,
- Maintenir une température suffisante, en particulier pour les mains.

Pour protéger les travailleurs contre les effets des vibrations transmises au corps entier, on peut aussi :

- réduire les vibrations à la source en nivelant les surfaces de roulement, en choisissant l'engin adapté à la tâche et aux conditions des sols ;
- diminuer la transmission des vibrations aux opérateurs en intercalant des dispositifs de suspension entre la source et la personne tels que des pneus plus souples, une suspension basse fréquence du châssis ou de la cabine, des sièges suspendus adaptés aux caractéristiques dynamiques des véhicules ;
- optimiser la posture des opérateurs de façon à diminuer la pression intradiscale au niveau lombaire en soutenant le dos correctement par un siège facilement réglable (inclinaison du dossier, appui lombaire, etc.) en facilitant la rotation du buste pour les opérateurs (dossier ne montant pas plus haut que les omoplates, assises tournantes, aides visuelles, etc.).

Pour en savoir plus sur les vibrations, consultez les brochures suivantes :

- "La main en danger. Syndrome des vibrations". INRS, ED 863. 2001, 12 p.
- "Vibrations, plein le dos. Conducteurs d'engins mobiles". INRS, ED 864. 2001, 12 p.
- "Guide de bonnes pratiques en matière de vibrations globales du corps". Guide consultatif de bonnes pratiques en vue de l'application de la directive 2002/44/EC relative aux exigences minimales d'hygiène et sécurité pour l'exposition des employés aux risques résultant d'agents physiques (vibrations). 2006, 65 p. (fichier pdf, 1 Mo)
- "Guide de bonnes pratiques en matière de vibrations mains-bras". Guide consultatif de bonnes pratiques en vue de l'application de la directive 2002/44/EC relative aux exigences minimales d'hygiène et sécurité pour l'exposition des employés aux risques résultant d'agents physiques (vibrations). 2006, 62 p. (fichier pdf, 1 Mo)

[Retour au Sommaire](#)

■ La chaleur et le froid

Certains métiers obligent le travail par des températures extrêmes : dans les hauts-fourneaux, dans les chambres froides... D'autres exposent aux intempéries, et donc à des périodes froides ou chaudes. Ce chapitre ne donnera que des informations très générales et n'abordera pas les températures de confort.

□ Principes généraux

La sensation de chaleur ou de froid dépend des facteurs suivants :

- la température de l'air,
- l'humidité de l'air,
- la présence d'objets chauds ou froids dans l'environnement immédiat,
- les mouvements de l'air (aération, ventilation).

Plusieurs méthodes de mesure de l'exposition à la chaleur en milieu de travail prennent en considération l'ensemble de ces facteurs. La mesure la plus couramment utilisée est l'indice WBGT : Wet Bulb Globe Temperature (ou température au globe et au thermomètre mouillé). Cette méthode est étroitement liée à la réponse du corps humain face à la chaleur.

Un organisme humain en bonne santé maintient une température interne constante d'environ 37°C. Une fluctuation de moins de 1°C selon l'heure de la journée, le niveau d'activité physique et l'état émotif est normale. Cependant, le maintien de cette température interne coûte de l'énergie à l'organisme. Un écart de plus de 1°C est le signe d'une pathologie ou d'une incapacité des mécanismes physiologiques de thermorégulation à réagir aux conditions thermiques ambiantes.

Les transferts de chaleur entre l'organisme et l'environnement se produisent essentiellement par rayonnement, convection et évaporation de la sueur. L'organisme dissipe aussi une petite quantité de chaleur par conduction et par la respiration.

- Rayonnement : transfert de chaleur entre l'organisme et des objets chauds (métal en fusion, chaudière, canalisations de vapeur, etc.), ou des objets froids (surfaces métalliques refroidies, etc.), sans qu'il y ait contact entre les deux.
- Convection : transfert de chaleur entre l'organisme et l'environnement (air ou eau) au contact de l'air et de la peau. Il y a gain de chaleur pour l'organisme lorsque l'air ambiant est chaud, et perte de chaleur lorsque l'air ambiant est froid. Ce transfert de chaleur augmente avec la vitesse de déplacement de l'air et avec la différence entre la température de l'air et celle de la peau.

- » Evaporation de la sueur : refroidissement de l'organisme qui s'accroît en présence de vent et d'une faible humidité relative. Dans les ambiances de travail chaudes et humides, le refroidissement de l'organisme par évaporation de la sueur est limité par le degré de saturation de l'air en vapeur d'eau. Dans les ambiances de travail chaudes et sèches, ce mécanisme de refroidissement est limité par la quantité de sueur sécrétée par l'organisme.
- » Conduction : l'organisme reçoit ou perd de la chaleur par contact direct avec des objets chauds ou des objets froids.
- » Respiration : l'air inspiré est réchauffé dans les voies respiratoires et les poumons et il entraîne la chaleur acquise au moment de l'expiration.

□ La chaleur

Dans les fonderies, les aciéries, les hauts-fourneaux, etc., la principale source de chaleur est la matière (métal ou verre) en fusion. Pour les travaux qui se déroulent à l'extérieur, comme le bâtiment, les travaux publics ou les travaux agricoles, le soleil est la principale source de chaleur. Si bien que les travailleurs exposés à la chaleur sont très nombreux, surtout en été.

Dans les buanderies, les cuisines de restaurants et les conserveries, la très forte humidité rend l'ambiance encore plus difficile à supporter.

» Effets des ambiances chaudes

Lorsque la température ambiante augmente, la température corporelle a tendance à augmenter. L'organisme réagit en augmentant le débit sanguin cutané et en activant les glandes sudoripares. Il augmente ainsi le transfert de chaleur vers l'environnement. Dans une ambiance chaude très sévère, le gain de chaleur dépasse la perte et la température corporelle augmente, ce qui induit des risques pour la santé. En effet, des températures ambiantes trop élevées peuvent accabler les mécanismes de thermorégulation de l'organisme et provoquer des troubles graves (coup de chaleur, déshydratation...). Si la chaleur vient du soleil, elle est associée à un rayonnement ultraviolet et infrarouge.

» Moyens d'action contre la chaleur

Le corps s'habitue à une nouvelle ambiance thermique par un phénomène nommé l'acclimatation. L'acclimatation complète à la chaleur se fait généralement en 6 ou 7 jours.

Mesures techniques :

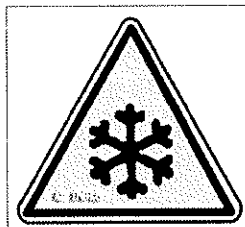
- Réduire la production de chaleur métabolique en mécanisant les tâches.
- Éliminer l'exposition à la chaleur émise par des surfaces chaudes : calorifuger ces surfaces ; utiliser des écrans ou des revêtements réfléchissants ainsi que des dispositifs de commande à distance.
- Réduire l'apport de chaleur par convection : réduire la température ambiante ; augmenter la vitesse de circulation de l'air si la température de l'air est inférieure à 35°C ; augmenter la ventilation ; aménager des cabines d'observation climatisées.
- Augmenter le taux d'évaporation sudorale : réduire le taux d'humidité ; installer un ventilateur pour favoriser les mouvements d'air.
- Bien choisir les vêtements de travail : favoriser le port de vêtements amples qui permettent l'évaporation de la sueur tout en freinant la diffusion par rayonnement de la chaleur du corps. Enfiler une veste de refroidissement ou une combinaison de protection avant les expositions à des conditions extrêmes. Prévoir un couvre-chef en cas d'exposition prolongée au soleil.

Mesures organisationnelles :

- Permettre une période d'acclimatation suffisante avant le passage au travail à plein régime.
- Réduire le temps d'exposition et prévoir de fréquentes pauses.
- Aménager des aires de repos ombragées ou climatisées.
- Prévoir une source d'eau potable réfrigérée (10-15°C) et inciter les salariés à boire souvent.
- Si possible, laisser les travailleurs adopter leurs propres rythmes de travail.
- Établir une procédure d'urgence en cas de malaise liés à l'exposition à la chaleur.

Pour en savoir plus sur le travail par de fortes chaleur en été, consultez le dossier correspondant.

□ Le froid



Panneau basse température

On estime à environ 100 000 le nombre de personnes travaillant en ambiances froides (températures inférieures à 10°C), principalement dans l'industrie alimentaire. Il s'agit soit de manutentionnaires, soit d'opérateurs affectés à la transformation du produit (découpe ou préparation). Ils travaillent soit en chambre climatisée (0 à 10°C), soit en chambre froide (-30 à 0°C).

» Effets des ambiances froides

Dans l'industrie agroalimentaire, l'astreinte thermique des salariés exposés au froid se traduit essentiellement par un refroidissement des extrémités (pieds et mains), plus ou moins rapide selon les individus.

Celui-ci engendre une baisse de la dextérité qui survient dès que la température cutanée du dos de la main est inférieure à 24°C. L'opérateur étant moins agile, le risque d'accident augmente.

» Moyens d'action contre le froid

Le vêtement est un moyen de protection essentiel contre le froid. La tenue vestimentaire la plus efficace est composée de 3 couches propres, sèches et en bon état. Cependant, elle ne fait que diminuer l'intensité des flux de chaleur perdue et ne dispense pas des pauses pour permettre le réchauffement du salarié.

Autres mesures contre le froid :

- Aménager des pauses d'au moins 20 minutes dans un local chauffé (au moins 20°C) proposant des boissons chaudes.
- Limiter la vitesse de circulation de l'air en présence des salariés.

- Choisir des outils comprenant des manches isolés.
- Choisir des gants et des chaussures de sécurité isolants.

Pour en savoir plus, consultez notre dossier "travail au froid".

[Retour au Sommaire](#)

▣ La pression

Certaines activités professionnelles exposent à des pressions inhabituelles. Ce sont essentiellement : le travail en caisson hyperbare, la plongée sous-marine et le travail en altitude. Ces pressions peuvent être à l'origine d'accidents ou de pathologies qui peuvent être prévenus par des précautions diverses.

Au sol, l'organisme est soumis à une pression appelée "pression atmosphérique" (P) qui résulte du poids de l'atmosphère terrestre et dont l'unité internationale est le pascal (Pa).

Sous l'eau, la pression à laquelle est soumise le corps est plus forte, alors qu'en altitude elle diminue.

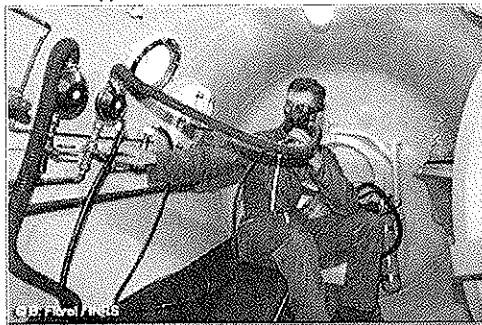
La pression mesurée par rapport au vide s'appelle la pression absolue.

La pression relative est la pression qui s'exerce en un lieu mesurée par rapport à la pression atmosphérique locale.

On utilise la relation approximative suivante :

Pression absolue = pression relative + pression atmosphérique

▣ Milieu hyperbare



Caisson hyperbare

Un milieu est dit hyperbare si sa pression est supérieure à celle de l'atmosphère au niveau de la mer (10^5 Pa).

L'exposition aux milieux hyperbares concerne les plongeurs mais aussi un nombre croissant de techniciens et de soignants qui interviennent dans des locaux où la pression a été artificiellement augmentée (caissons hyperbares, têtes de tunnelier, enceintes de confinement des réacteurs nucléaires...). De telles activités exigent l'obtention d'un certificat d'aptitude à l'hyperbarie.

▣ Effets d'une pression élevée

Qu'elle soit pratiquée en milieu humide ou sec, l'hyperbarie est concernée par les risques barotraumatiques. Ces derniers résultent des variations de volumes que subissent les cavités gazeuses de l'organisme (les oreilles, les sinus et surtout les poumons). L'augmentation de pression entraîne une déformation du tympan pouvant aller jusqu'à la rupture. Multipliées, ces mises en pression sont susceptibles d'occasionner des lésions, couvertes par le tableau des maladies professionnelles n° 29.

Maladies professionnelles liées au travail dans un milieu où la pression est supérieure à la pression atmosphérique (tableau n° 29) :

- Nécrose osseuse de l'épaule, la hanche ou le genou,
- Syndrome vertigineux,
- Otite moyenne subaiguë ou chronique,
- Hypoacousie par lésion cochléaire irréversible.

Les risques biochimiques sont souvent ignorés. Or, plus un gaz est comprimé, plus sa toxicité augmente. Si bien qu'un gaz respiré en surface sans problème peut devenir mortel en hyperbarie. Chaque gaz sous pression a un seuil de toxicité :

- l'oxygène pur sous pression provoque des convulsions annoncées par des crampes, des nausées, des vertiges, ou de la tachycardie,
- l'azote sous pression provoque des troubles de la vigilance et n'est pas employable au-delà de - 50 m car il provoque l'ivresse des profondeurs,
- le gaz carbonique, même en traces, devient dangereux en hyperbarie. Il est responsable de céphalées, de vomissements, de congestions de la face,
- l'hélium, utilisé dès qu'on doit descendre à - 50 m, peut provoquer des tremblements, des secousses musculaires, des vertiges, des nausées, des anomalies de l'électroencéphalogramme (syndrome nerveux des hautes pressions).

Les accidents de décompression sont liés à la dissolution des gaz neutres (azote, hélium) dans les tissus, une dissolution qui est fonction des profondeurs et des temps d'intervention.

Le traitement de l'accident de décompression doit se faire en caisson hyperbare si des paliers sont nécessaires.

Les accidents biophysiques sont fréquents. Il s'agit pour la plupart de "bends" : accidents qui intéressent l'appareil locomoteur et qui se traduisent par des douleurs musculo-ostéoarticulaires. Ces bends sont provoqués par la formation de bulles de gaz inerte dans les tissus périarticulaires.

Rappelons aussi que le risque d'incendie grandit lorsque la pression de l'oxygène

augmente. Les consignes de sécurité anti-incendie sont donc très strictes en milieu hyperbare sec.

▬ Les accidents de plongée

La noyade est la conséquence de 5 à 8 % des accidents de plongée.

Les accidents peuvent être d'origine mécanique ou biochimique. La phase la plus dangereuse est la remontée, où le plongeur doit respecter des paliers de décompression.

▬ Effets à long terme

Ils peuvent survenir après plusieurs mois ou années d'expositions parfois courtes, mais classiquement il faut plusieurs mois de travail régulier en hyperbarie. Il peut n'y avoir jamais eu d'accident aigu.

Description clinique : gêne fonctionnelle, douleur sourde, puis raideur, limitation de l'amplitude des mouvements, atrophie musculaire.

L'évolution est imprévisible (mais la poursuite du travail en hyperbarie aggrave les choses). Ces affections sont devenues rares chez les travailleurs, en raison d'une prévention adaptée.

▬ Moyens d'action en milieu hyperbare

La prévention repose sur :

- ▬ une formation initiale préalable à la prise de poste,
- ▬ le respect des tables de plongées qui indiquent les temps à prendre à chaque palier de décompression,
- ▬ un très fort encadrement législatif de ces travaux.

□ Altitude

Le développement du tourisme en montagne et en haute montagne entraîne la multiplication des métiers de l'altitude, que ce soit de façon saisonnière ou permanente. Or, à mesure que l'altitude augmente, la pression totale et la pression partielle de l'oxygène diminuent, ce qui entraîne une hypoxie : le sang est de moins en moins oxygéné. Les conséquences peuvent varier de troubles du sommeil à des vertiges, en passant par une réduction des performances physiques ou des problèmes cardiovasculaires. S'il est vrai que le risque augmente avec l'altitude, certaines personnes sensibles peuvent éprouver des symptômes du "mal aigu des montagnes" (MAM) dès qu'elles atteignent 2 500 m.

Qui dit altitude dit aussi froid, humidité et forte exposition aux rayonnements solaires, et en particulier aux ultraviolets (UV).



Entretien d'un téléski

Variations de la pression atmosphérique et de la température en fonction de l'altitude		
Altitude (m)	Pression (%)	Température (°C)
Niveau mer	100	15
1 000	95	12,4
2 000	78	2
3 000	69	- 4,5
4 000	61	- 11
5 000	53	- 17,5

Il est possible de classer les altitudes en fonction du risque croissant de problèmes de santé :

- ▬ haute altitude : 1 500 à 3 500 m,
- ▬ très haute altitude : 3 500 à 5 500 m
- ▬ altitude extrême : > 5 500 m.

Les altitudes extrêmes ne se rencontrent pas en Europe. Les travailleurs de montagne se situent en général en haute altitude.

Les affections spécifiques causées par l'altitude résultent d'un seul et même phénomène. Le moins grave est le mal aigu des montagnes (MAM), suivi de ses 2 complications, l'œdème pulmonaire de haute altitude (OPHA) et l'œdème cérébral de haute altitude (OCHA). L'altitude peut également aggraver des maladies sous-jacentes, en particulier les maladies cardio-respiratoires. Ces affections ont d'autant plus de risque de survenir que l'ascension est rapide.

L'acclimatation est le processus par lequel les individus s'adaptent graduellement à l'hypoxie. Ce phénomène améliore la performance et, en fin de compte, la survie à des altitudes extrêmes. Le temps d'acclimatation est d'environ une semaine à 2 000 m, puis d'une semaine par 700 m supplémentaires.

▬ Moyens d'action

La méthode la plus sûre est l'ascension progressive : éviter une ascension rapide jusqu'aux altitudes supérieures à 3 000 m, passer de 2 à 3 nuits à une altitude de 2 500 à 3 000 mètres avant de poursuivre l'ascension, etc.

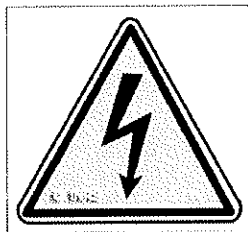
Des excursions d'une journée à une altitude supérieure suivies d'un retour à une altitude inférieure pour la nuit facilite l'acclimatation.

L'exercice modéré (marche...) favorise l'acclimatation, mais un exercice intense doit être évité, en particulier au cours des 2 premiers jours en altitude.

Il est indispensable que des secouristes formés aux malaises liés à l'altitude soient en permanence présents sur les lieux de travail et qu'un plan d'évacuation d'urgence soit élaboré.

[Retour au Sommaire](#)

■ L'électricité



Panneau danger électrique

Tout salarié est amené à travailler avec du matériel électrique. Ce qui implique que toute entreprise peut être confrontée à un accident d'origine électrique. Dans les faits, on observe peu d'accidents du travail d'origine électrique, étant donné la réglementation et les normes en vigueur ; mais ceux qui ont lieu sont en général lourds de conséquences.

□ Effets de l'électricité

■ Electrifications

Lors d'un accident d'origine électrique, il arrive qu'une personne soit électrisée, c'est-à-dire que le courant électrique lui traverse le corps. En milieu de travail, de tels accidents du travail sont rares mais souvent graves : chaque année une dizaine de travailleurs meurent électrocutés.

Le courant suit le chemin le plus court entre le point d'entrée et le point de sortie et peut donc endommager tous les organes qui se trouvent sur son passage.

Principaux effets du courant électrique sur l'homme :

- Stimulation/inhibition des phénomènes électriques cellulaires : contractions musculaires, téτανisation, fibrillation ventriculaire qui peuvent entraîner un arrêt circulatoire et/ou respiratoire.
- Brûlures électriques de la peau et des yeux (en cas d'arc électrique) mais aussi des organes internes (nécrose des muscles, thrombose des petits vaisseaux...).

■ Incendie

Un incendie sur trois serait d'origine électrique.

□ Moyens d'action

■ Prévention des accidents d'origine électrique

Mesures de sécurité pour les installations électriques :

- Protection contre les contacts directs par isolation des parties actives, éloignement, mise en place d'obstacles, présence d'un disjoncteur ou d'un fusible.
- Protection contre les contacts indirects par mise en terre des masses avec coupure automatique de l'alimentation, par l'emploi d'une très basse tension de sécurité (TBTS) et/ou par une double isolation.

Mesures de sécurité pour le matériel électrique :

- Classes de matériels électriques (0, I, II, III)
- Degrés de protection du matériel électrique (IP)

Le matériel électrique doit toujours être utilisé avec soin, en veillant à ne pas le détériorer par des chocs, une immersion ou un échauffement excessif. Signaler toute détérioration à un électricien.

Lors d'interventions réalisées à proximité de lignes basse tension, l'utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI) est obligatoire. Pour la haute tension, aucun équipement individuel n'est suffisant, c'est pourquoi les intervenants doivent obligatoirement se tenir éloignés des pièces sous tension.

Le degré de protection d'un EPI et le domaine de tension pour lequel il est conçu est souvent signalé par une classe. Les outils aussi doivent être isolés et isolants.

Pour intervenir sur quelque installation électrique que ce soit, il est nécessaire de posséder une habilitation délivrée par le chef d'établissement. Cette habilitation est la reconnaissance d'une qualification. Elle légitime la capacité d'une personne à effectuer des opérations en toute sécurité et à connaître la conduite à tenir en cas d'accident. Il existe plusieurs niveaux d'habilitation.

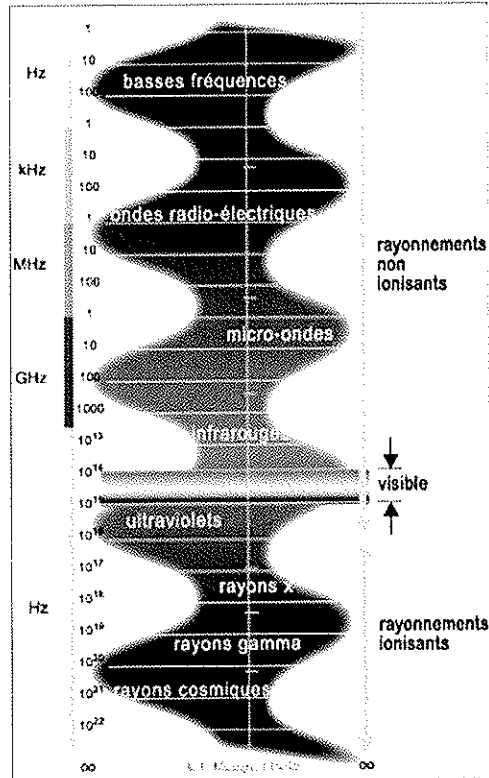
Pour en savoir plus, consultez le dossier correspondant.

Retour au Sommaire

■ Les rayonnements

Ce chapitre traite de l'ensemble des rayonnements non ionisants et ionisants : champs électromagnétiques de basse fréquence (très basses fréquences, ondes radio et micro-ondes), rayonnements optiques (infrarouges, visible et ultraviolets) et radioactivité (rayonnements alpha, bêta, gamma, X, neutronique...).

Ces rayonnements peuvent paraître très différents mais ils ont en commun leur nature physique : ce sont à la fois des ondes et des flux de particules énergétiques. Toutefois, leurs dangers sont caractérisés par des grandeurs différentes.



Le spectre des fréquences des ondes électromagnétiques

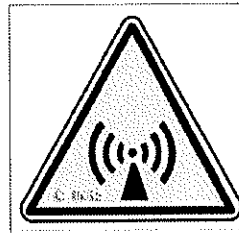
□ Les champs électromagnétiques

■ Définitions

Un champ électromagnétique apparaît dès lors que des charges électriques sont en mouvement. Ces ondes se déplacent à la vitesse de la lumière.

Bien que généralement non perceptibles par l'œil humain, des champs électromagnétiques sont partout présents dans notre environnement. Toute installation électrique peut en effet créer dans son voisinage un champ électrique, un champ magnétique et/ou un champ électromagnétique, combinaison des deux.

Ce sous-chapitre traitera des champs électromagnétiques de très basse fréquence (ELF), des ondes radio et des micro-ondes (ou hyperfréquences).



Panneau radiations non ionisantes

■ Champs électromagnétiques de très basse fréquence (ELF)

- Tout fil électrique sous tension produit un champ électrique dans son voisinage. L'intensité du champ électrique se mesure en volts par mètre (V/m). Ce champ existe même si aucun courant ne circule. A une distance donnée du fil, le champ est d'autant plus intense que la tension est plus élevée. C'est à proximité immédiate de charges électriques ou d'un conducteur sous tension que le champ électrique est le plus élevé et son intensité diminue rapidement avec la distance.

- Les champs magnétiques sont provoqués par le déplacement de charges électriques. L'intensité d'un champ magnétique se mesure en ampères par mètre (A/m), toutefois dans la recherche et les applications techniques, il est plus courant d'utiliser une autre grandeur liée à celle-ci, la densité de flux magnétique, qui s'exprime en teslas (T) ou plus communément en microteslas (μT). Contrairement au champ électrique, le champ magnétique n'apparaît que lorsqu'un appareil électrique est allumé et que le courant passe.

Les champs électrique et magnétique ELF coexistent donc dans l'environnement de tout appareil électrique en fonctionnement. Ils sont particulièrement importants à proximité des lignes électriques à haute et à basse tension, à des appareils de soudage électrique, ainsi que dans l'électrometallurgie et les industries de l'électrochloration.

Comparaison des propriétés des champs électriques et magnétiques	
Champs électriques	Champs magnétiques
La mise sous tension d'un conducteur crée un champ électrique.	Le passage d'un courant électrique crée un champ magnétique.
Ce champ se mesure en volts par mètre (V/m).	Ce champ se mesure en ampères par mètre (A/m). On utilise souvent une autre grandeur, la densité de flux magnétique, qui s'exprime en microteslas (μT).
Le champ électrique peut exister même lorsque un appareil électrique est éteint.	Dès que l'on allume un appareil électrique et que le courant passe, un champ magnétique apparaît.

L'intensité du champ diminue lorsque la distance à la source augmente.

La plupart des matériaux de construction protègent un peu contre les champs électriques.	La plupart des matériaux courants sont incapables de réduire l'intensité d'un champ magnétique.
------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------

• Radiofréquences et hyperfréquences

Les hyperfréquences sont également appelées micro-ondes ou ondes radar.

Champ électrique et champ magnétique sont d'autant plus liés et se propagent d'autant plus que leur fréquence augmente. On mesure la densité de puissance de l'onde électromagnétique en watts par mètre carré (W/m²).

C'est ce phénomène de propagation qui est utilisé dans les applications radio et hyperfréquences courantes : radiodiffusion, télévision, téléphonie mobile, radars, etc.

Les sources industrielles de radiofréquences se rencontrent dans le secteur du bois (séchage, formage, collage) et du textile (séchage, découpage, formage, moulage, soudage), mais aussi dans la sidérurgie (électrothermie par induction).

Les sources des hyperfréquences se rencontrent dans les secteurs de l'agroalimentaire et du caoutchouc, avec l'usage de fours industriels.

• Effets

Les champs électromagnétiques peuvent entraîner des réactions du corps susceptibles d'avoir un effet sur la santé des personnes les plus exposées :

Effets directs (qui dépendent essentiellement de la fréquence du champ) :

- Fréquence comprise entre 0 et 10 MHz : ces champs donnent naissance, dans l'organisme, à des courants induits, qui, si leur intensité est suffisante, sont capables de stimuler le système nerveux.

- Fréquence entre 100 kHz et 10 GHz : une exposition aux ondes radio ou aux hyperfréquences entraîne un échauffement des tissus et, si l'intensité des ondes est élevée, des brûlures superficielles ou profondes.

Effets indirects :

- Courants de contact avec des objets conducteurs placés dans le champ
- Effet sur les implants conducteurs passifs et actifs
- Etincelles provoquées par les courants de contact ou des courants induits et augmentant le risque incendie
- Mise en mouvement d'objets métalliques par les champs magnétiques (aimants) à partir de 3 mT.

Il est reconnu que les champs électromagnétiques peuvent faire réagir le corps humain sans que cela ait de conséquence pour la santé. Ce sont les effets dits "non spécifiques". Les personnes travaillant de façon habituelle et prolongée près des sources d'ondes électromagnétiques se plaignent souvent de :

- Fatigue,
- Irritabilité,
- Pertes de mémoire,
- Troubles du sommeil,
- Maux de tête,
- Vertiges.

Toutefois, les recherches scientifiques qui ont été conduites n'ont pas, jusqu'à présent, permis de confirmer que la présence d'émetteurs ou d'ondes étaient bien la cause de ces symptômes.

Les sujets humains ne réagissent pas de manière uniforme lorsqu'ils sont exposés à un champ électromagnétique.

Il est indubitable qu'une exposition de courte durée à des champs électromagnétiques très intenses peut être dangereuse pour la santé. Les craintes qui se manifestent concernent surtout les éventuels effets à long terme que pourrait avoir une exposition à des champs électromagnétiques d'intensité inférieure au seuil d'apparition de réactions biologiques aiguës.

Les utilisateurs de téléphones portables sont exposés à des champs dont l'intensité est beaucoup plus élevée que dans l'environnement normal. Toutefois, il n'a pas été démontré que l'intensité de ces champs, si élevée qu'elle soit, produise un effet sanitaire. De nombreuses incertitudes scientifiques demeurent et il est recommandé d'avoir une utilisation raisonnable et maîtrisée du téléphone mobile.

Le risque le plus patent reste celui de la compatibilité électromagnétique avec les implants tels que les stimulateurs cardiaques. Ce risque est cependant minime pour les appareils de technologie récente et peut être aisément prévenu par éloignement de la zone d'implantation (le thorax).

• Moyens d'action contre les champs électromagnétiques

La Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP), organisation non gouvernementale officiellement reconnue par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), a émis des recommandations.

L'INRS a repris ces recommandations dans les notes documentaires ND 2143 et ND 2184. L'application des recommandations de l'ICNIRP suppose l'identification des sources de champs, leur caractérisation précise, ainsi que la détermination de l'exposition des travailleurs.

Dans ces documents :

- Les restrictions de base concernent les grandeurs actives au niveau des tissus (donc internes au corps). Ce sont les seules véritables limites à respecter mais elles sont très difficiles à mesurer.
- Les niveaux de référence sont des valeurs externes accessibles à la mesure.
- Si tous les niveaux de référence sont respectés, alors les restrictions de base le sont.
- Si l'un des niveaux de référence n'est pas respecté, alors il faut :
 - soit prendre des mesures pour réduire ou éliminer l'exposition des travailleurs,

- soit démontrer par le calcul que les restrictions de base sont respectées.

L'Union européenne a publié le 30 avril 2004 la directive 2004/40/CE concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques). Cette directive reprend à son compte les recommandations de l'ICNIRP et les associe aux principes généraux de prévention en milieu de travail. Il convient de noter l'évolution terminologique suivante :

- Les niveaux de référence de l'ICNIRP deviennent, au sens de la directive, des valeurs déclenchant l'action,
- Les restrictions de base de l'ICNIRP deviennent, au sens de la directive, des valeurs limites d'exposition à respecter dans tous les cas.

Cette directive doit être transposée par les Etats membres dans leurs réglementations nationales d'ici le 30 avril 2012.

Mesures possibles pour réduire ou éliminer l'exposition des travailleurs :

- La réduction à la source

Pour réduire l'émission à la source, il est possible de jouer sur la conception des installations (intégration d'un blindage), sur le réglage des machines (diminution de la puissance) et sur leur entretien (nettoyage des joints, changement des portes et capots, vérification de leur efficacité).

- La réduction de l'exposition

Les champs électromagnétiques décroissent rapidement avec la distance, l'éloignement de l'opérateur par rapport à la source est la meilleure protection. La commande à distance peut être une solution.

Pour les hautes fréquences, il est possible de réduire l'exposition (et par conséquent les effets thermiques), en réduisant le temps où l'opérateur est soumis au champ grâce à des cadences différentes ou à une rotation du personnel.

- La protection individuelle

Quand tous les moyens de protection ont été recherchés et seulement en dernier recours, il est possible d'utiliser des vêtements de protection. Ces vêtements sont efficaces uniquement pour certains champs électriques : ils ne protègent pas contre les champs magnétiques basses fréquences.

Ces recommandations, mais aussi l'information, la formation et le suivi médical des salariés exposés sont prévus dans un projet de directive européenne.

Pour en savoir plus sur les champs et ondes électromagnétiques, consultez les documents INRS suivants:

- Collection des fiches Champs électromagnétiques

- HERRAULT J., DONATI P., "Soudage par résistance - Cartographie du champ magnétique et prévention". ND 2252. Note documentaire parue dans Hygiène et sécurité du travail. 2006, 12 p. (fichier pdf)

- "Guide pour l'établissement des limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques. Champs alternatifs (de fréquence variable dans le temps jusqu'à 300 GHz)". ND 2143. Note documentaire parue dans Hygiène et sécurité du travail. 2003, 8 p. (fichier pdf)

- "Guide pour l'établissement des limites d'exposition aux champs magnétiques statiques". ND 2184. Note documentaire parue dans Hygiène et sécurité du travail. 2003, 8 p. (fichier pdf)

☐ **Les rayonnements optiques**

La lumière a une double nature ondulatoire et corpusculaire : c'est à la fois une onde électromagnétique et un flux de particules d'énergie, les photons. Cette double nature lui confère des propriétés particulières : interaction avec la matière, propagation, formation des images.

On caractérise plus volontiers les rayonnements optiques par leur longueur d'onde (plutôt que par leur fréquence) :

- Ultraviolets : 10 à 400 nm
- Visible : 400 à 780 nm
- Infrarouges : 780 nm à 1 mm

Selon sa longueur d'onde, la lumière apparaît à l'œil humain de couleur différente. Le soleil émet une lumière blanche caractérisée par des rayonnements dans le visible, mais aussi dans l'ultraviolet et l'infrarouge.

■ **Les infrarouges (IR)**

- Effets des IR

Les IR se manifestent par un dégagement de chaleur au niveau des corps qui les absorbent. Tout corps chaud émet des IR. L'absorption des IR par le corps entraîne un réchauffement qui peut être agréable mais peut aussi brûler. Les yeux y sont particulièrement sensibles : les IR ayant une longueur d'onde inférieure à 2 000 nm peuvent provoquer des cataractes (opacification du cristallin).

Le cristallin de l'œil est particulièrement sensible aux rayons infrarouges émis par le métal chauffé au rouge, du fait qu'il est dépourvu de capteurs de chaleur et de vaisseaux sanguins pouvant servir à le refroidir. Ainsi, les souffleurs de verre, les fondeurs, les forgerons et les conducteurs de fours à verre sont souvent atteints de cataractes après de longues années de pratique du métier (tableau des maladies professionnelles n° 71).

- Moyens d'action

Les salariés dont les yeux sont les plus exposés aux IR travaillent dans l'industrie du verre ou de la métallurgie, où ils manipulent du verre ou du métal en fusion. Pour se protéger efficacement, ils doivent porter un écran facial comportant un dépôt métallique sur la face externe. Les lunettes munies de filtres verts ne protègent que les opérateurs travaillant à plus de 1,5 m de la source d'IR.

Concernant le risque de brûlure ou de coup de chaleur, consultez le chapitre "la chaleur".

« Les rayonnements visibles

- Effets des rayonnements visibles

En milieu de travail, le principal risque lié aux rayonnements visibles est l'éblouissement par une source de lumière naturelle ou artificielle. L'éblouissement peut entraîner une fatigue visuelle et posturale.

La rétine peut être endommagée en cas d'exposition accidentelle de l'œil à des lampes à arc ou au soleil pendant une durée supérieure à un dixième de seconde.

Un mauvais éclairage a également des conséquences psychologiques. Le manque de lumière solaire est directement responsable de certains états dépressifs. Le travail en focal aveugle peut aussi être psychologiquement pénible.

Le cas des lasers est traité plus loin.

- Moyens d'action

Selon la tâche, l'éclairage du poste de travail doit être compris entre 300 et 1 000 lux. Dès la conception des lieux de travail, il faut veiller à limiter l'éblouissement direct ou indirect (réfléchissement sur une surface lisse et brillante). L'éclairage final à chaque poste de travail dépend de nombreux facteurs :

- Apport de la lumière du jour,
- Choix des luminaires,
- Couleurs,
- Géométrie du local,
- Implantation des postes...

Pour en savoir plus sur l'éclairage, consultez les fiches pratiques suivantes :

- "L'éclairage naturel". ED 82. INRS, 1999, 4 p. (format pdf)
- "Eclairage artificiel au poste de travail". ED 85. INRS, 1999, 4 p. (format pdf)

Des réflexes d'évitement empêchent normalement la vision directe des sources de lumière pendant une longue période. Cette protection naturelle est efficace contre les atteintes rétinienne.

Pour en savoir plus sur les rayonnements visibles, consultez :

HEE G. ; MEREAU P. "Les rayonnements visibles dans la palette des rayonnements électromagnétiques. Données physiques et impact biologique". Extrait de *Les rayonnements optiques et les couleurs : faits et effets. Secrétariat d'Etat à l'Industrie, Commission des recherches scientifiques et techniques sur la sécurité et la santé dans les industries extractives (CORSS) et INRS, 1998, pp. 5-14 (format pdf, 2 Mo)*

« Les ultraviolets (UV)

La lumière du soleil constitue la principale source de rayons UV. Cependant, l'atmosphère empêche tout UV dont la longueur d'onde est inférieure à 290 nm d'atteindre le niveau du sol. Les arcs à souder et les lampes halogènes en émettent aussi beaucoup.

Les rayons UV sont largement utilisés dans les procédés industriels ainsi que dans les domaines médical et dentaire pour atteindre divers objectifs, comme :

- détruire les bactéries,
- créer un effet fluorescent,
- administrer une photothérapie,
- bronzer.

Selon l'objectif visé, on a recours à des rayons UV de différentes longueurs d'onde et intensités.

- Effets des UV

A forte dose, les UV sont dangereux pour la peau et pour les yeux, à court et à long terme.

- Les effets des UV sur la peau sont bien connus : ce sont les "coups de soleil", le vieillissement accéléré de la peau et la cancérogénicité.
- Une courte exposition des yeux aux UV peut entraîner toutes sortes de manifestations associées sous le terme de "coup d'arc", et qui vont du larmolement à la conjonctivite et peuvent durer 24h. L'exposition répétée à de fortes doses d'UV peut entraîner une cataracte.

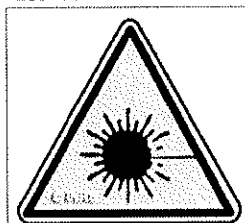
- Moyens d'action contre les UV

Le verre arrête les UV, si bien que les UV solaires ne pénètrent presque jamais dans les locaux de travail. Par contre, les salariés travaillant dehors sont exposés aux UV tant qu'il fait jour, et d'autant plus qu'il y a de surfaces réfléchissantes (sable, eau, neige...). La peau n'est efficacement protégée que si elle est couverte de tissu. Les zones exposées peuvent être protégées à l'aide d'une crème solaire.

Le choix de la protection oculaire dépend du type et de l'intensité de la source de rayons UV.

Etant donné que les lampes halogènes émettent beaucoup d'UV, il est dangereux de les utiliser sans leur verre de protection.

« Les lasers



Panneau rayonnement laser

Le terme "laser" est un acronyme issu de l'expression anglaise "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" (amplification de lumière par émission stimulée de rayonnement).

Le laser produit et amplifie une onde lumineuse. La lumière produite par le laser est monochromatique, c'est-à-dire d'une couleur correspondant à une seule longueur d'onde définie, qui peut être dans l'infrarouge, le visible ou l'ultraviolet.

• Effets

Le risque laser dépend du cheminement du faisceau dans le local où il est produit et de ses possibilités de réflexion et de diffusion. D'où l'intérêt de ne pas l'entourer de surfaces lisses et brillantes.

L'œil est l'organe le plus susceptible de subir des lésions causées par un faisceau laser. Le risque de lésions dépend de la puissance et de la longueur d'onde du faisceau laser. La fermeture réflexe des paupières offre un certain degré de protection. Cependant, la lumière laser visible peut être assez intense pour causer des dommages en un temps plus court qu'un clignement des yeux. Un faisceau laser infrarouge, invisible, n'est pas susceptible de provoquer le réflexe de clignement des yeux ni la contraction de la pupille, de sorte que les risques de lésions sont plus grands que dans le cas d'un faisceau de lumière visible de même intensité.

L'emplacement de la lésion dépend de la nature optique du faisceau laser :

- Les lasers émettant dans l'ultraviolet peuvent provoquer une conjonctivite, voire une cataracte.
- Les lasers émettant dans le visible et le proche infrarouge convergent sur la rétine, de sorte que les lésions qu'ils produisent sont des brûlures rétinienne irréversibles.
- Le rayonnement infrarouge est absorbé dans la cornée, et il peut provoquer des dommages cornéens ainsi que la cécité.

Le risque de dommages à la peau dépend du type de laser, de la puissance du faisceau laser et de la durée de l'exposition. Les dommages provoqués peuvent aller de la brûlure localisée à la lésion profonde.

Rappelons que les lasers peuvent aussi entraîner des risques électriques (lien vers le chapitre "électricité"), électromagnétiques (lien vers le chapitre "champs électro-magnétiques") et chimiques.

• Moyens d'action

Chaque laser a une classe, indiquée par le constructeur, qui donne une idée de sa dangerosité. Jusqu'au 1er janvier 2004, les classes applicables étaient :

- Classe 1 : laser considéré comme sans danger dans toutes les conditions d'utilisation prévisibles
- Classe 2 : laser émettant un rayonnement visible
- Classe 3A : laser sans danger pour la vision à l'œil nu
- Classe 3B : laser dont la vision directe du faisceau est toujours dangereuse
- Classe 4 : laser capable de produire des réflexions diffuses dangereuses

Les classes de lasers ont été redéfinies par la norme EN 60825-1/A2 (en anglais). Les nouvelles classes, qui sont obligatoires depuis le 1er juillet 2005 sont : 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B et 4. Cette norme précise aussi les mentions à apposer sur les appareils pour chaque classe de laser.

Chaque appareil laser comprend des mécanismes techniques intégrés, par exemple un capot de protection, visant à prévenir l'exposition accidentelle. Cependant, il faut porter des lunettes de protection lorsqu'on utilise un laser d'une classe élevée.

S'il y a un risque d'approcher les mains de zones non protégées du parcours d'un faisceau laser puissant, il faut porter des gants de protection ininflammables.

Pour en savoir plus sur les lasers, consultez :

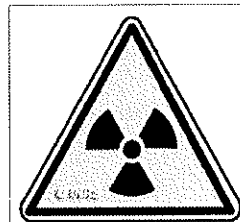
• HEE G. ; MEREAU P. "Le point des connaissances sur les lasers". ED 5009. INRS, 2000, 4 p. (format pdf).

• HEE G. ; BALTU I. ; MAYER A. "Les lasers. Risques et prévention". ND 2093. INRS, 1998, 18 p. (format pdf)

□ La radioactivité et les rayonnements ionisants

Certains secteurs d'activité peuvent être exposés à des sources radioactives, et par conséquent à des rayonnements ionisants : le secteur médical (radiothérapie, radiodiagnostic), l'industrie nucléaire (extraction, fabrication, utilisation et retraitement du combustible, stockage et traitement des déchets) et d'autres secteurs très variés. En effet, aujourd'hui, de nombreuses techniques utilisant des sources radioactives ont des applications industrielles et sont très répandues : radiographie, analyse et contrôle, jauges et traceurs, désinfection ou stérilisation par irradiation, conservation des aliments, chimie sous rayonnement, détection de masses métalliques dans les aéroports, etc.

Ce chapitre rappelle les notions essentielles à connaître dans le domaine des rayonnements ionisants et de la radioprotection. Pour plus d'informations, consultez notre dossier complet sur le sujet.



Panneau Attention radiations ionisantes

• Définitions

La radioactivité est un phénomène naturel lié à la structure de la matière. Certains atomes (radioéléments) sont instables, et émettent des rayonnements ionisants. Il peut s'agir de :

- substances radioactives naturelles (uranium, radium, radon),
- substances radioactives artificielles (californium, américium, plutonium).

Les rayonnements émis par ces radioéléments sont dits ionisants car, par leur interaction avec la matière, ils peuvent l'ioniser c'est-à-dire enlever un ou plusieurs électrons à ses atomes.

Généralement, **un radioélément émet plusieurs types de rayonnements ionisants à la fois** (alpha, bêta, gamma, X, neutronique). L'activité d'une substance radioactive (émission de rayonnements) diminue avec le temps (de quelques jours à plusieurs millions

d'années, selon le radioélément considéré).

Les grandeurs et unités internationales utilisées aujourd'hui dans ce domaine sont :

- le becquerel (Bq), mesurant l'activité d'un corps radioactif ;
- le gray (Gy), mesurant la dose absorbée par un organisme vivant ;
- le sievert (Sv), mesurant la dose équivalente et la dose efficace, auxquelles un organisme vivant ou un organe / tissu peuvent être exposés.

« Effets sur la santé

Les expositions d'origine professionnelle aux rayonnements ionisants peuvent se produire dans les cas suivants :

- utilisation de matières contenant naturellement des radioéléments (et utilisées pour d'autres propriétés que leur radioactivité) ;
- utilisation de sources de rayonnements ionisants (dans les conditions normales) ;
- travail en présence ou à proximité de sources de rayonnements ionisants ;
- accident ou incident, dont les principales causes sont des défaillances du matériel (fuites radioactives) ou un manque de formation des personnels utilisateur du matériel.

Selon les circonstances, cette exposition peut être externe (avec ou sans contact cutané) ou interne (ingestion, inhalation ou pénétration par contact de substances radioactives).

La majorité des expositions d'origine professionnelle sont des expositions externes. L'exposition reçue par l'organisme dépend alors de :

- la nature du rayonnement (activité et nature du radioélément) ;
- la distance à la source : plus l'organisme est éloigné de la source d'exposition, moins la dose absorbée sera forte (varie en fonction inverse du carré de la distance) ;
- la durée de l'exposition ;
- l'épaisseur et la composition des écrans éventuels.

Les différents modes d'exposition à des substances radioactives ou aux rayonnements ionisants

Exposition externe sans contact cutané

La source radioactive du rayonnement est située à distance de l'organisme (exposition globale ou localisée). L'irradiation est dans ce cas en rapport avec le pouvoir de pénétration dans le corps des divers rayonnements émis par la source. De ce fait, sont surtout à prendre en compte les rayonnements gamma, X et neutroniques. Les rayonnements bêta n'entraînent pas d'irradiation en profondeur du corps humain. Les rayonnements alpha ne peuvent en aucun cas entraîner d'exposition externe, car ils ne passent pas la barrière cutanée.

Exposition externe par contact cutané

Il y a irradiation par dépôt sur la peau de corps radioactifs. Par rapport au cas précédent, le contact cutané avec un radioélément peut induire une exposition interne par pénétration du radioélément à travers la peau (altération cutanée, plaie, ou plus rarement à travers une peau saine).

Exposition interne

Les substances radioactives ont pénétré dans l'organisme soit par inhalation (gaz, aérosols), par ingestion, par voie oculaire ou par voie percutanée (altération cutanée, plaie, ou plus rarement à travers une peau saine). Après pénétration dans l'organisme, l'exposition interne de l'organisme se poursuivra tant que la substance radioactive n'aura pas été éliminée naturellement par l'organisme et que celle-ci continuera d'émettre des particules ionisantes. Les rayonnements alpha sont dans ce cas les plus dangereux pour la santé (ils sont très ionisants et sont ceux qui induisent le plus d'effets dans la matière biologique environnante).

Le mode d'exposition aux rayonnements ionisants a énormément d'importance sur la nature et l'importance de leurs effets sur l'organisme, qui sont de deux types : les effets à court terme et les effets à long terme.

Les effets déterministes, à court ou moyen terme, sont liés directement aux lésions cellulaires. Un seuil d'apparition a été défini pour ces effets (stérilité masculine temporaire observée à partir de 0,15 Gy d'exposition à des rayonnements gamma ou X). Les effets déterministes aigus se manifestent le plus souvent de quelques heures à quelques jours après l'exposition. En cas d'irradiation globale du corps humain, le pronostic vital est lié à l'importance de l'atteinte des tissus les plus radiosensibles (moelle osseuse, tube digestif). **Pour des rayonnements gamma ou X, à partir de 4,5 Gy, la moitié des accidents par irradiation, en l'absence de traitement, sont mortels.**

Les effets à long terme et aléatoires (ou stochastiques) apparaissent plusieurs années après l'exposition. Ce **sont les cancers et les anomalies génétiques**. Il n'a pas été possible de mettre en évidence l'existence d'un seuil pour ces effets aléatoires. **Par prudence, on considère que toute dose, aussi faible soit-elle, peut entraîner un risque accru de cancer.** C'est l'hypothèse "d'absence de seuil".

Toute la radioprotection (prévention de l'exposition aux rayonnements ionisants) est fondée sur la reconnaissance de cette hypothèse "d'absence d'effets de seuil".

« Moyens d'action

La radioprotection est basée sur trois idées maîtresses :

- la justification : l'utilisation de rayonnements ionisants doit apporter un bénéfice par rapport au risque radiologique ;
- l'optimisation : maintenir les expositions ou les probabilités d'exposition aussi basses que raisonnablement possible, compte tenu des impératifs techniques et économiques (principe ALARA "as low as reasonably achievable") ;
- la limitation des doses individuelles, respectant les valeurs limites réglementaires, basée sur deux principes :
 - exclure les effets déterministes, en maintenant les doses inférieures aux seuils

connus (protection absolue) ;
- réduire les effets stochastiques pour lesquels il n'existe pas de seuil. A cette fin, les connaissances relatives aux fortes expositions ont été extrapolées pour les faibles expositions.

En pratique, la radioprotection est mise en œuvre par des mesures qui peuvent être administratives, organisationnelles, et/ou techniques en matière d'organisation du travail et des conditions de travail.

Principes généraux de radioprotection

Rendre impossible l'exposition par contact, inhalation ou ingestion de matières radioactives par le confinement des matières (boîte à gants, enceinte confinée), l'assainissement de l'atmosphère des locaux de travail ou le port de protection individuelle

Limiter ou rendre impossible l'exposition aux rayonnements émis par des matières ou des appareils, en maîtrisant la durée de l'exposition, en travaillant le plus possible à distance et en utilisant des moyens de protection (écrans, équipements de protection individuelle adaptés)

Rappelons qu'une réglementation très stricte a été établie pour la protection des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants : protection des travailleurs (y compris les travailleurs non salariés), protection du public et de l'environnement, protection des patients, protection des personnels des unités d'intervention d'urgence.

La réglementation concernant le monde du travail porte notamment sur :

- le classement du personnel,
- la définition de zones de travail,
- le suivi médical des personnes potentiellement exposées,
- la responsabilité de l'employeur,
- la désignation de personnes compétentes,
- le contrôle des expositions par dosimétrie,
- la traçabilité complète des matières radioactives,
- la maîtrise des rejets dans l'environnement.

La réglementation fixe aussi des valeurs limites d'exposition aux rayonnements ionisants. En cas d'exposition, le respect de ces valeurs exclut l'apparition d'effets déterministes et réduit au minimum l'apparition des effets aléatoires tels que le cancer.

Signalons que les affections provoquées par les expositions professionnelles aux rayonnements ionisants sont couvertes par les tableaux des maladies professionnelles n° 6 (régime général de la Sécurité sociale) et n° 20 (régime agricole).

Les textes fondamentaux portant sur la radioprotection, que les décideurs doivent prendre en compte sont :

- le Code de la Santé publique (Chapitre 3 : Rayonnements ionisants - Articles L. 1333-1 à L. 1333-17 et R. 1333-1 à R. 1333-93) ;
- le Code du Travail (dispositions générales : L. 4111-1 à L. 4111-6 ; prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants : L. 4451-1, L. 4451-2 et R. 4451-1 à R. 4457-14 ; dispositions particulières aux femmes enceintes et aux jeunes travailleurs : D. 4152-4 à D. 4152-7, D. 4153-33, D. 4153-34).

Deux organismes français sont importants à signaler : l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

Pour en savoir plus sur les rayonnements ionisants, consultez le dossier correspondant.

Retour au Sommaire