

Hygiène et sécurité au travail

1. Réglementation et législation de la sécurité

1.1. Introduction

L'hygiène, la sécurité et les conditions de travail sont des notions récentes puisqu'elles sont apparues au XIXème siècle avec le développement industriel qui constituera le noyau dur autour duquel se construira progressivement le droit du travail; avec des premières mesures de protection au bénéfice des travailleurs les plus fragiles: les femmes et les enfants.



On regroupe sous cette appellation une multitude de disciplines qui ont toutes pour but de supprimer ou tout au moins de limiter les effets nuisibles des activités humaines sur l'être humain et sur son environnement.

1.2. Généralités

La protection de la santé au travail des salariés de droit privé (entreprises, associations,...) et des fonctionnaires (fonction publique d'état, collectivités territoriales, hôpitaux), est devenue, avec la prise de conscience du public face aux risques, une notion incontournable.

Toute situation de travail engendre des dangers plus ou moins prononcés pour l'employé (salarié ou stagiaire). Afin de réduire au minimum la matérialisation de ces dangers (d'en diminuer la fréquence et la gravité) de nombreux acteurs agissent dans et hors du lieu de travail.

Le nouveau code du travail, en vigueur depuis le 1er mai 2008, a créé une nouvelle partie relative à la santé et à la sécurité au travail.

1.3. Organisation (en France)

1.3.1. Les acteurs de l'entreprise

Les acteurs dans l'entreprise de la santé et de la sécurité au travail sont:

-En premier lieu l'**employeur** (gérant, président, directeur de l'établissement,...) qui doit assurer la sécurité et protéger la santé de son personnel. Pour cela, il met en place une démarche de prévention des risques pour toutes les activités de son entreprise à tous les niveaux de la hiérarchie.

En cas d'accident du travail ou de maladie professionnelle, la responsabilité civile de l'employeur est automatique. Une indemnisation forfaitaire, non intégrale, est versée à la victime.

Toutefois une réparation complémentaire peut être obtenue si la faute inexcusable de l'employeur est reconnue.



La responsabilité pénale de l'employeur peut être aussi recherchée, par exemple, en cas de non-respect des textes réglementaires en santé et sécurité au travail du code du travail, ou bien en cas d'accident grave ou mortel.

-Le **médecin du travail**, salarié d'un service autonome ou d'un service inter-entreprises, conseille l'employeur, les salariés et leurs représentants, en matière de prévention des risques professionnels. Sa mission principale est la surveillance médicale du personnel (en vue de la détermination de l'aptitude médicale au poste de travail). Il doit également consacrer un tiers de son temps à l'étude des postes de travail dans l'entreprise.



© Dessin de Jean-Charles Bauer / INRS

-L'**infirmière** d'entreprise (ou infirmière du travail) et l'**Intervenant en Prévention des Risques professionnels** (IPRP) assistent le médecin du travail dans ses missions. L'IPRP peut appartenir au service de santé au travail. Il peut également être un acteur externe à l'entreprise.



Excepté pour le personnel des CRAM, de l'OPPBTP et des ARACT qui est IPRP de droit, les IPRP sont habilités par une commission inter-régionale. L'IPRP a été mis en place dans le cadre de la loi sur la pluridisciplinarité des services de santé au travail. L'habilitation distingue des compétences techniques, organisationnelles ou médicales en matière de santé et de sécurité au travail.

-Le **fonctionnel sécurité** est rarement délégataire de la responsabilité de l'employeur en matière de sécurité et de la santé au travail du personnel. Son rôle est plus généralement de conseiller l'employeur, l'encadrement et les salariés.

De nombreuses appellations existent: responsable sécurité, animateur sécurité, ingénieur sécurité... Il agit en lien avec le médecin du travail. Il définit la politique sécurité et les plans d'actions à mener. C'est lui qui va établir les consignes de sécurité, analyser les situations de travail et proposer des plans d'actions de prévention (information, sensibilisation des personnes, veille technique...).

En plus de sa mission en santé et sécurité au travail, il assure fréquemment d'autres missions en environnement ou en qualité (QSE).

Ce préventeur hygiène, sécurité, environnement et conditions de travail est généralement issu d'une formation universitaire technologique de 2 à 5 ans. Ces missions peuvent inclure la gestion du risque incendie, l'amélioration des conditions d'exécution des tâches (ergonomie), les conseils en matière de santé, sécurité et conditions de travail, l'analyse des accidents du travail et des maladies professionnelles et le choix des équipements de protection individuelle (EPI), ou bien encore la gestion des déchets.

-L'**encadrement** est souvent le responsable en matière de santé et de sécurité au travail. Il veille à l'application des consignes de sécurité sur le terrain.

-Les **salariés** sont responsables de leur propre sécurité ainsi que celle de leurs collègues pouvant être affectés par leurs actions, dans la mesure de leurs connaissances (formations, informations) et des moyens mis à leur disposition.



Ils sont responsables de l'application des consignes de sécurité édictées par l'employeur qui s'appliquent à eux. Le code du travail précise que cette responsabilité ne diminue pas celle de l'employeur. Ils participent à la politique de prévention de l'entreprise.

-Le **CHSCT** (Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail) est l'institution représentative du personnel en charge de la sécurité et de la santé au travail dans les entreprises de plus de 49 salariés (50 et au delà). En pratique, il sert souvent de contre-pouvoir à la direction en ce qui concerne la mise en place de mesures liées à la sécurité et aux conditions de travail.



Il a pour mission :

-De contribuer à la protection de la santé physique et mentale et de la sécurité des travailleurs de l'établissement et de ceux mis à sa disposition par une entreprise extérieure ;

-De contribuer à l'amélioration des conditions de travail, notamment en vue de faciliter l'accès des femmes à tous les emplois et de répondre aux problèmes liés à la maternité ;

-De veiller à l'observation des prescriptions légales prises en ces matières." (art. L. 4612-1 et suivant du nouveau code du travail français).

1.3.2. Les acteurs hors de l'entreprise

-L'**inspecteur** ou le **contrôleur du travail** de l'inspection du travail. Leur mission est de veiller à l'application de la réglementation du travail, notamment en matière de santé et de sécurité au travail.

-L'**ingénieur conseil** ou le **contrôleur de sécurité** des services prévention des organismes de Sécurité Sociale (Caisses Régionales d'Assurance Maladie). Leur mission est de prévenir les risques d'accidents du travail et de maladie professionnelle des salariés du régime général et des travailleurs indépendants en conseillant les entreprises.

Pour remplir cette mission ils ont à leur disposition une palette d'outils de contrôle et de conseil: enquête en cas d'accident du travail ou de maladie professionnelle, réalisation de mesures physiques ou chimiques, préconisations techniques ou organisationnelles, incitations financières (aides financières simplifiées, contrats de prévention, ristournes, majoration du taux de cotisation accidents du travail).

Leurs interlocuteurs habituels sont l'employeur, les représentants des salariés (CHSCT), le médecin du travail.

-les organismes de contrôle technique qui vérifient la conformité réglementaire des équipements de travail.

-les organismes de conseil et de formation spécialisés en matière de santé et de sécurité au travail.

1.4. Dispositifs législatifs et référentiels de management de la santé et de la sécurité au travail

1.4.1. Conventions internationales et textes européens

Conventions et recommandations de l'OIT sur la santé et la sécurité au travail. Ces conventions sont applicables si elles ont été ratifiées par la France.

Directives de l'Union européenne et règlements. Les Directives Européennes sont de deux types :

-Les Directives de mise sur le marché ("économiques") définissent la conception des produits, par exemple la directive "machine" 2006/42/CE. Ces directives permettent une harmonisation du niveau de sécurité et la libre circulation des biens dans les 27 pays de l'Union Européenne.

-Les Directives réglementant les conditions de travail ("sociales") qui définissent l'utilisation des produits et l'organisation du travail, par exemple directive cadre relative à l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs.

La réglementation européenne est à l'origine de la majorité de la réglementation française en matière de sécurité et de santé au travail. Le lien suivant présente les principaux textes européens.

1.4.2. Dispositif législatif en France

La principale source de droit français en matière de santé et de sécurité au travail est la quatrième partie du code du travail intitulée **Santé et sécurité au travail**. Cette quatrième partie est découpée de la manière suivante:

Livre I: Dispositions générales

Livre II: Dispositions applicables aux lieux de travail

Livre III: Équipements de travail et moyens de protection

Livre IV: Prévention de certains risques d'exposition

Livre V: Prévention des risques liés à certaines activités ou opérations

Livre VI: Institutions et organismes de prévention. Le Titre I concerne le Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de travail (CHSCT)

Livre VII: Contrôle

Livre VIII: Dispositions relatives à l'outre-mer

Dans le livre I sont présentés les principes généraux de prévention qui découlent directement de la directive cadre européenne 89/391/CEE relative à l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs. L'employeur met en œuvre les mesures de prévention sur le fondement des principes généraux de prévention suivants :

1-Éviter les risques;

2-Évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités;

3-Combattre les risques à la source;

4-Adapter le travail à l'homme, 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 d'évolution de la technique;

6-Remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui est moins dangereux;

7-Planifier la prévention en y intégrant, dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants, notamment les risques liés au harcèlement moral, tel qu'il est défini à l'article L. 1152-1;

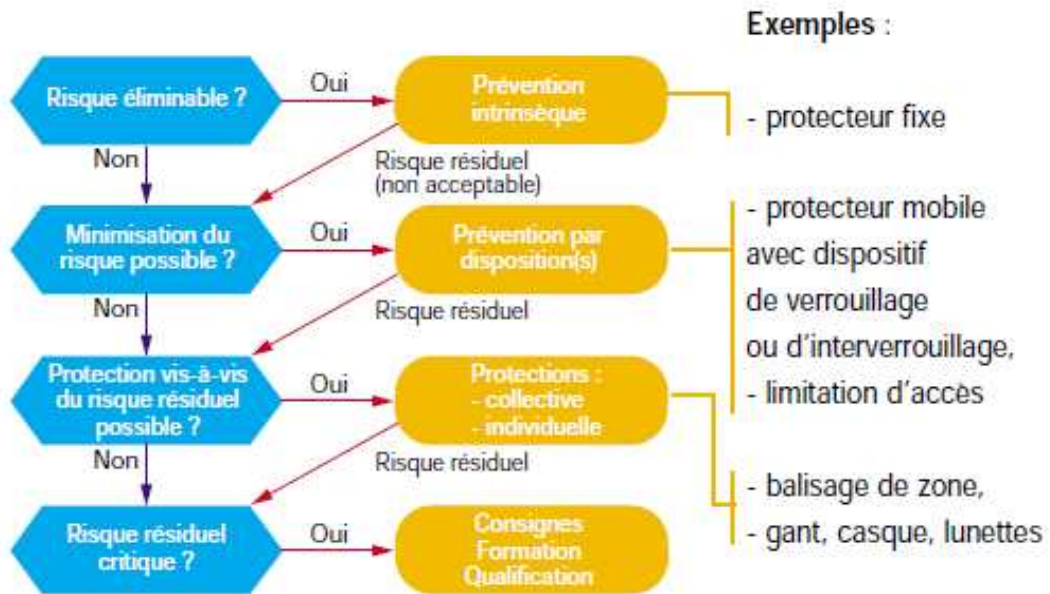
8-Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle;

9-Donner les instructions appropriées aux travailleurs.

Le titre I du livre VI mentionné ci-dessus regroupe les articles relatifs à l'organisation et aux missions du CHSCT. Il décrit:

- les conditions de mise en place,
- les attributions,
- la composition et la désignation
- le fonctionnement

Exemple de démarche de préventions des risques selon EN292-1



1.4.3. Référentiels internationaux, européens ou nationaux

-ILO-OHS 2001: Principes directeurs concernant les systèmes de gestion de la sécurité et de la santé au travail - Référentiel international de l'OIT (Organisation internationale du travail) qui a été validé par les états et les partenaires sociaux (employeurs et salariés) au niveau international.

-HB 211 en 2002 en Australie, Z10 en 2005 aux États-Unis, Z1000 au Canada... Ces deux dernières normes nationales font référence à l'ILO-OSH.

-BS 8800 1996 Guide des systèmes de management de la santé et de la sécurité au travail - Norme britannique très complète - 90 pages (version 2004), payant.

-OHSAS18001:2007 Systèmes de management de la santé et de la sécurité au travail - Norme britannique très inspirée de l'ISO 14001 - 13 pages - Cette nouvelle version s'est sensiblement rapprochée du référentiel international l'ILO-OSH 2001. Cette nouvelle version est passée d'une spécification à un véritable référentiel national, payant.

-MASE 2004: Référentiel français initié dans les années 1990 par Shell - Étang de Berre - Manuel d'Amélioration de la Sécurité des Entreprises. Ce système est plutôt orienté vers la politique de prévention des entreprises extérieures.

1.5. La réglementation européenne des machines

1.5.1. Introduction

Les directives européennes concernant les machines ont pour objet de :

- promouvoir l'harmonisation et l'amélioration du milieu du travail pour **protéger la santé et la sécurité du personnel**
- permettre la **libre circulation des produits au sein de l'union européenne** avec un niveau élevé de sécurité et de santé.

1.5.2. Les directives de base

La réglementation européenne repose sur **2 directives** :

Textes de référence	<p align="center"><u>Directive sociale</u> s'appliquant aux utilisateurs des machines</p>	<p align="center"><u>Directive "Machines"</u> s'appliquant aux constructeurs de machines (Construction de machines neuves ou rénovation)</p>
	<p>Directive <u>89/655/CEE</u> transposée en droit français :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lois <u>91-1414</u> du 31-12-91 - Article <u>L.233-5-1</u> du code du travail - Décret <u>93-40</u> du 11-03-93 : Prescriptions techniques applicables aux machines en service ou cédées d'occasion - Décret <u>93-41</u> : <ul style="list-style-type: none"> - Précisions sur les mesure d'organisation et les conditions d'utilisation des équipements de travail - Précisions sur l'obligation : <ul style="list-style-type: none"> - de former les opérateurs aux postes de travail - fournir les consignes interdisant de procéder à des opérations dangereuses . 	<p>Directive <u>89/392/CEE</u> du 14-06-89 modifiée et remplacée par la directive <u>98/37/CE</u> du 22-06-98 transposée en droit français :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lois <u>91-1414</u> du 31-12-91 - Article <u>L.233-5</u> du code du travail indiquant qu'il est interdit d'exposer, de mettre en vente, de vendre, d'importer, de céder à quel titre que ce soit, de mettre à disposition ou de louer des machines qui ne seraient pas conformes à certaines règles (Règles précisées par les décrets cités ci-dessous) . - Décret <u>92-765</u> : Champs d'application des nouvelles dispositions (Machines concernées par la directive) - Décret <u>92-766</u> : Procédures de certification - Décret <u>92-767</u> : Règles à suivre pour la conception des machines

Nota : Les exigences techniques fixées par chaque directive s'expriment aux travers de règles techniques à respecter :

a. dès la **conception des machines** et lors de leur fabrication

ou

b. afin de pouvoir **utiliser une machine en prenant un minimum de risque.**

Elles visent à garantir la sécurité et la santé des personnes exposées lors de la mise en place, l'utilisation, les réglages et la maintenance de la machine.

Elles sont formulées en terme d'objectifs à atteindre et sont réparties en 2 catégories :

a. Règles techniques communes à toutes les machines.

b. Règles techniques complémentaires à appliquer aux machines présentant des risques spécifiques ou liés à des contraintes d'exploitation (Hygiène alimentaires par exemple).

1.5.3. La directive sociale

Le décret 93-40 du 11-03-93 fixe les prescriptions techniques auxquelles doivent satisfaire les machines et équipements de travail en service dans les entreprises ou vendues d'occasion.

Ces prescriptions s'appliquent :

- à toutes les **machines en service dans les entreprises au 1^{er} janvier 1993 et qui seront maintenues en service après le 1^{er} janvier 1997**
- aux **machines d'occasion mises sur le marché depuis le 15 janvier 1993.**

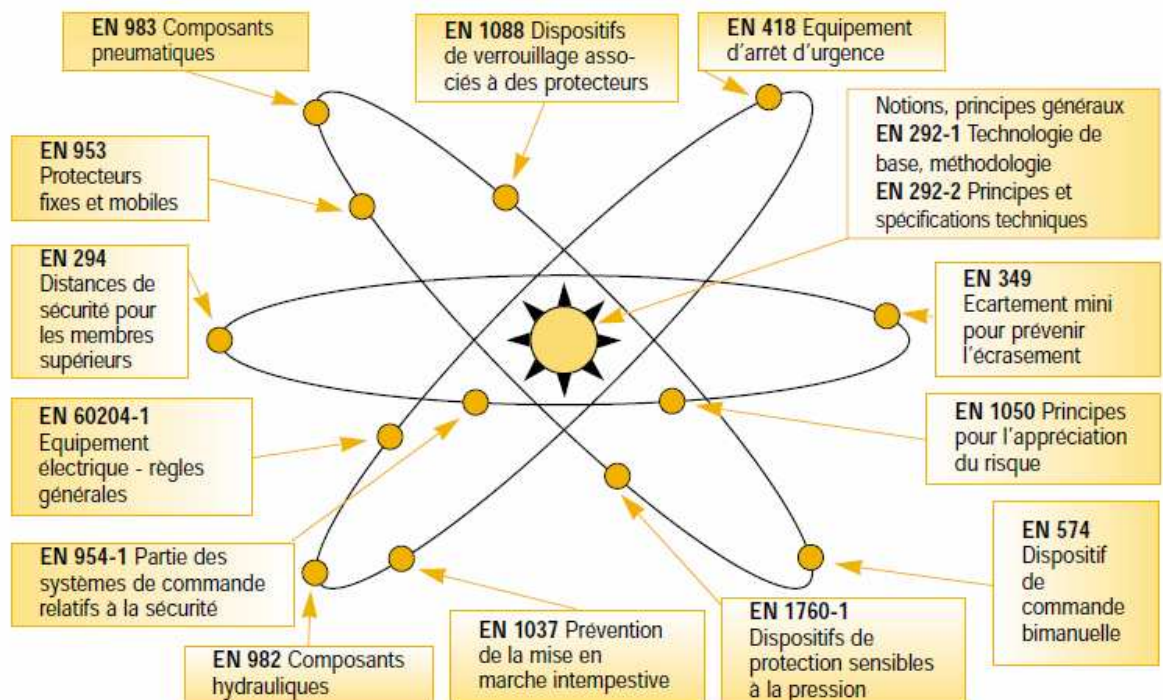
Les prescriptions sont définies dans les **articles R.233-15 à R.233-30 du code du travail.**

Nota : Les prescriptions relatives aux articles R.233-15 à R.233-30 sont explicitées dans une note documentaire (ED 770) publiée par l'I.N.R.S. (Institut National de Recherche et de Sécurité) en mars 1995 .

1.5.4. La directive machine

Le respect des exigences de la directive 98/37/CE par les concepteurs et fabricants de machines nécessite l'utilisation de normes européennes harmonisées spécifiques transposant en termes techniques les exigences essentielles de sécurité.

Principales normes exploitables dans le cadre de la directive "Machines" :



Obligations du constructeur de machines :

Chaque constructeur a l'**obligation d'effectuer une analyse des risques engendrés par la machine** en projet. Il doit ensuite concevoir et construire la machine en prenant en compte cette analyse.

Remarque: Le constructeur doit ainsi intégrer la notion de sécurité dès les premières étapes du projet.

Le fabricant est tenu de **constituer un dossier technique de la machine construite** pouvant être mis à disposition des autorités nationales (Inspection du travail, instances juridiques, etc . . .) à tout moment.

1.5.5. Certification machine

Quelle que soit la machine, la certification se traduit par :

- l'**aposition du marquage "CE" sur la machine**
- la remise à l'acheteur d'une **déclaration CE de conformité**.

Nota : La certification est valable dans l'ensemble des pays constituant l'union européenne.

La certification peut être réalisée :

a. à l'**initiative du fabricant** ⇒ **Autocertification**

ou

b. après examen par un **organisme tiers** notifié au plan européen (Ex: APAVE, VERITAS, etc . . .) pour les **machines à haut risque** (Machines énumérées à l'article R.233-86 de la directive "Machines") ⇒ **Examen de type CE** .

Nota : Toute modification de la machine doit entraîner une approbation de la part de l'organisme notifié.

2. L'hygiène en entreprise

2.1. Les produits d'hygiène cutanée en milieu de travail

L'hygiène, au sens large du terme, est définie comme étant l'ensemble des principes et pratiques visant à préserver et améliorer la santé. La préservation de l'intégrité de la peau passe prioritairement par des mesures d'amélioration des conditions de travail. L'hygiène corporelle est, néanmoins, un complément indispensable aux mesures de protection collective et individuelle.

Le terme de produit d'hygiène corporelle recouvre trois catégories de produits :

- les produits de nettoyage cutané dont les fonctions sont d'enlever ou de neutraliser les salissures provenant de l'environnement et les résidus des fonctions naturelles de la peau (sudation, desquamation ...). On trouvera les savons, les détergents et savons d'atelier avec ou sans solvant.
- les produits antiseptiques qui permettent de décontaminer la peau
- les produits préservant les propriétés de la peau que sont les crèmes protectrices et les crèmes de soin

2.2. Les produits de nettoyage cutané : savons et détergents

Le produit nettoyant doit permettre d'ôter les salissures sous une forme rinçable à l'eau tout en préservant les propriétés fondamentales de la peau. Aussi, le produit sera adapté au type de salissure.

L'utilisation de solvants est à proscrire pour le nettoyage de la peau en raison du dessèchement et de l'irritation qu'ils provoquent ainsi que des risques de dermatoses ou autres atteintes à la santé (intoxication par voie cutanée ...)

Ils se présentent sous la forme de préparations plus ou moins moussantes dont les principes actifs sont l'eau et des tensioactifs permettant de solubiliser les salissures.

Ils contiennent aussi divers additifs permettant d'augmenter l'efficacité ou le confort : conservateurs, corps gras, agents gommants ...

Dans la plupart des situations de travail, pour des salissures moyennes du corps, il est recommandé d'utiliser un **savon doux** à faible concentration en principes actifs (teneur en tensioactifs inférieure à 10%), sans solvant et à pH neutre (6,5 à 7,5).

ESTESOL®



Produit de nettoyage cutané liquide pour salissures légères.

Description

ESTESOL® est un produit de nettoyage cutané liquide, ayant une bonne compatibilité cutanée et à fort pouvoir nettoyant. Il nettoie en profondeur toutes les salissures légères qui peuvent être éliminées sans recourir à des produits contenant des charges ou des solvants. Bactériostatique.

Indications

Élimination des salissures légères (poussières et substances grasses). ESTESOL® peut être utilisé sur l'ensemble du corps.

Conseils d'utilisation

- Appliquer un peu d'ESTESOL® sur les parties sales.
- Lorsque les salissures se détachent, continuer le lavage avec un peu d'eau.
- Rincer les salissures et l'ESTESOL® abondamment.
- Sécher soigneusement.

Description du produit

Liquide transparent, visqueux, de couleur vert clair.

Pour des salissures tenaces sur les mains, il sera nécessaire d'utiliser des **détergents ou savons d'atelier** spécialement conçus pour les situations de travail en usine ou atelier.

Ces produits nettoyants présenteront des concentrations en principes actifs supérieures aux savons doux (teneur en tensioactifs de 8 à 20%), un pH légèrement alcalin (en maintenant la limite réglementaire de 0.05% pour l'alcalinité) et seront, éventuellement, additionnés de charges à effet mécanique et de solvants à une concentration inférieure à 30%.



Produit de nettoyage des mains avec charge pour les salissures très importantes

Description

SOLOPOL[®] est un produit de nettoyage des mains avec charge, faiblement acide, offrant une efficacité de nettoyage importante, ainsi qu'une très bonne compatibilité cutanée. SOLOPOL[®] ne contient ni savon ni solvant. Bactériostatique.

Indications

Elimination des salissures très importantes telles que : huiles minérales, huiles usagées, lubrifiants, graphite, poussières métalliques, suie.

Les charges à effet mécanique sont des produits minéraux ou organiques, inertes chimiquement qui auront une action micro abrasive de par leur forme de microbilles ne présentant pas d'angle vif.

Les solvants ainsi que tous les autres composants utilisés dans ces produits nettoyants sont non toxiques et non irritants.

Les spectres d'efficacité des produits nettoyants ne sont pas déterminés par les méthodes normalisées, il est donc nécessaire d'effectuer des essais comparatifs des différents produits proposés par les fournisseurs directement dans les ateliers concernés.

2.3. Les antiseptiques

Les produits antiseptiques permettent de décontaminer la peau après une exposition microbienne (activité bactéricide et/ou sporicide et/ou fongicide et/ou virucide) dans le cadre d'industries agroalimentaires ou dans le secteur médical, par exemples.



Ne possédant pas de propriétés lavantes, ils doivent être appliqués sur une peau propre après un lavage simple (eau - savon). Néanmoins, certaines solutions antiseptiques

commercialisées se présentent sous la forme de solutions lavantes.

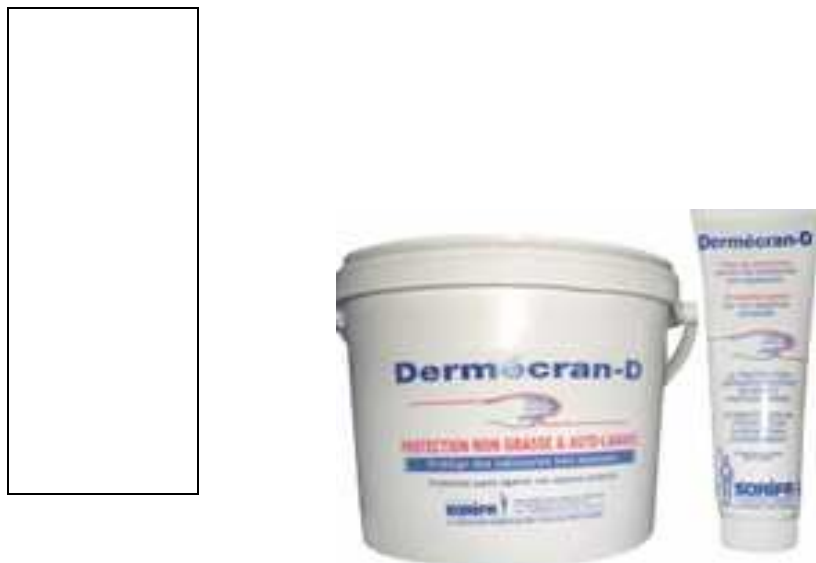
L'efficacité des solutions antiseptiques est validée par des méthodes normalisées et il est nécessaire, lors de l'achat, de préciser au fournisseur le niveau d'antiseptie requis ainsi que les micro-organismes visés. L'action de ces produits ne se prolonge pas après application.

2.4. Les produits de préservation cutanée

Cette terminologie regroupe les crèmes protectrices à usage professionnel ainsi que les produits de soin de la peau. Ce sont des émulsions, c'est à dire une dispersion stable de deux phases non miscibles entre elles (huile dans eau ou eau dans huile). Ces émulsions peuvent contenir divers additifs qui renforcent certaines propriétés physiques telles que la viscosité, la résistance à l'eau...

2.4.1. Les crèmes protectrices

Une crème protectrice est destinée à être appliquée sur la peau avant le travail afin de prévenir ou limiter les effets cutanés de contact des mains avec certaines substances salissantes et, éventuellement, faciliter le nettoyage de la peau. Il s'agit d'émulsions de forte viscosité qui, selon leur composition, limiteront les effets d'un contact avec des substances hydrosolubles (détergents, encres...) ou liposolubles (graisses, peintures...).



La protection apportée n'est valable que pour des usages précis et pour une durée limitée. En aucun cas, l'usage de ces produits ne peut se substituer aux mesures de protection collective ou individuelle et ne dispense pas du port de gants appropriés à une situation de travail.

Ces crèmes n'assurent aucune protection vis à vis des micro-organismes dangereux et des produits dangereux par contact avec la peau (à titre indicatif et non exhaustif, on peut noter les produits classés R27 "très toxique par contact avec la peau", R24 "toxique par contact avec la peau", R21 "nocif par contact avec la peau", R34 "provoque des brûlures" selon la réglementation relative à l'étiquetage des substances dangereuses).

Il faut préciser que les crèmes protectrices ne résistent pas à l'abrasion, un simple essuyage avec une serviette permet d'éliminer la crème.

Sur des postes de travail à faible risques mais fortes salissures, les crèmes protectrices permettent d'éviter l'incrustation de graisses pas exemple.

L'appellation "crème barrière" peut être admise mais l'appellation "gant liquide" est à proscrire car elle entraîne une perception erronée de la protection apportée.

Une analyse des risques et des produits utilisés au poste de travail est une étape préalable et indispensable au choix d'une crème de protection. Il est nécessaire d'obtenir, de la part du fournisseur, un mode d'emploi complet précisant clairement le type de produits contre lesquels la crème protège.

2.4.2. Les produits de soin

De façon préventive ou curative, de nombreux produits cosmétiques permettent de maintenir les vertus essentielles de la peau. Appliqués après le nettoyage, ils permettent d'hydrater la peau et d'éviter gerçures, crevasses, rougeurs...

2.5. Que dit la réglementation

L'arrêté du 1^{er} août 1967, modifié par l'arrêté du 24 juillet 1974 relatif aux détergents d'ateliers et savons mis à la disposition du personnel des entreprises, précise que les savons mis à la disposition du personnel pour le lavage du corps doivent être des savons d'acides gras dont l'alcalinité exprimée en Na₂O ne doit pas dépasser 0,05 %.

Des mesures d'hygiène plus contraignantes que celles prescrites par le Code du travail peuvent être exigées pour deux raisons :

- le renforcement de la protection du travailleur lorsque les produits avec lesquels il est en contact, peuvent entraîner des risques importants pour sa santé (allergie, intoxication...),
- l'assurance de la qualité du produit qui est en contact avec les mains de l'opérateur (lorsqu'une contamination peut être provoquée par ce dernier).

Il existe une série de normes françaises qui précisent les méthodes d'essai utilisables pour doser les composants des savons.

[NF T 60-300 " Vocabulaire ", NF T 60-303 " Détermination de la teneur en matières insolubles dans l'éthanol ", NF T 60-304 " Détermination de la teneur en alcali total et en matière grasse totale ", NF T 60-305 - Dosage de l'eau et des matières volatiles ", NF T 60-306 " Détermination de la teneur en alcalin libre caustique ", NF T 60-307 et NF T 60-312 " Dosage des chlorures ", NF T 60-308 " Détermination de la teneur en alcali libre total ", NF T 60-309 " Détermination de la teneur en matières insaponifiables et en matières insaponifiées " (saponifier : transformer en savon), NF T 60-310 " Dosage du glycérol ".]

L'arrêté du 1^{er} août 1967 modifié par l'arrêté du 24 juillet 1974 relatif aux détergents d'ateliers et savons mis à la disposition du personnel des entreprises, précise que ces détergents et savons d'atelier doivent être conformes à l'une de ces deux normes :

- NF T 73-101 : Détergents d'atelier sans solvant pour le lavage des mains - Spécifications – Essais
- NF T 73-102 : Détergents d'atelier avec solvant pour le lavage des mains - Spécifications – Essais

Ceux-ci doivent porter, sur leur contenant, la référence de la norme à laquelle ils sont conformes (NF T 73-101 ou NF T 73-102), ainsi que le nom (ou la raison sociale) et l'adresse du fabricant (ou du responsable de la mise sur le marché).

Dans le cas de détergents contenant des solvants, il faut signaler en complément : le nom et la quantité de la ou des substances solvantes entrant dans la composition ainsi qu'éventuellement la nature des substances ou des corps gras compensateurs de l'action dégraissante des solvants.

La circulaire DRT 89/6 du 27 février 1989 précise les avertissements que doivent diffuser les distributeurs de " crèmes barrières " et les consignes que doivent édicter les utilisateurs de ces produits.

2.6. Les moyens d'essuyage et de séchage

La phase de séchage ou d'essuyage des mains, qui succède à la phase de lavage et de rinçage, est importante.

En effet, l'humidité résiduelle présente à la surface de la peau ou dans les interstices peut entraîner la prolifération de micro-organismes (champignons, bactéries...) présents sur la peau entraînant éventuellement l'apparition de mycoses ou d'autres infections.

Considérant que l'essuyage et le séchage ont des efficacités équivalentes, quand ils sont convenablement effectués, il convient essentiellement de bien dimensionner le moyen choisi (consommation quotidienne d'essuie-mains, nombre de sèche-mains utiles...) afin de respecter les dispositions du Code du travail.

2.6.1. Les moyens d'essuyage

Les moyens d'essuyage des mains sont multiples :

- essuie-mains unique textile,
- essuie-mains textile présenté en distributeur,
- essuie-mains en papier ou en non-tissé.

L'utilisation d'un essuie-main unique textile (torchon, anneau sans fin) pour l'ensemble du personnel est à bannir. En effet, celui-ci reste humide et souillé, et contamine de nouveau les mains lors de l'essuyage.



Les essuie-mains textiles en distributeurs permettent l'usage d'un segment de tissu propre pour chaque utilisateur, et rembobinent les parties humides et sales.

Ils sont concernés par la norme NF G 33-003 qui fixe les caractéristiques nécessaires auxquelles doivent répondre les essuie-mains textiles en distributeurs et qui spécifie les conditions de prestations des services de location-entretien.

Les essuie-mains en papier ou en non tissés sont des produits à usage unique distribués par des appareils spécifiques.

Ils se présentent soit en paquets de formats pliés, soit en rouleaux prédécoupés ou non.

Pour être satisfaisant, leur usage doit répondre aux qualités fixées par la norme NF Q 34 003 qui fixe leurs caractéristiques, c'est-à-dire taux de crêpage, grammage, type de cellulose, résistances mécaniques et capacité d'absorption.



L'usage d'essuie-mains jetables implique la fourniture d'un récipient permettant de recevoir les produits usagés, ainsi que de tenir compte des réapprovisionnements fréquents (coût à examiner).

Concernant l'essuyage corporel après une douche, il est impératif que le chef d'établissement assure, soit la fourniture d'une serviette propre à chaque utilisateur, soit le dédommagement du salarié qui se procure lui-même ses serviettes textiles.

2.6.2. Les moyens de séchage

Les sèche-mains électriques permettent un séchage correct des mains si l'opération s'effectue selon les prescriptions d'emploi (temps de séchage de quelques minutes).

Les appareils à détection de présence des mains sont préférables à ceux s'actionnant avec un bouton poussoir, car ils évitent une éventuelle contamination entre les utilisateurs successifs.



Leur usage n'est pas recommandé dans le cas de risques infectieux car le flux d'air chaud entraîne une dispersion dans l'atmosphère des micro-organismes présents sur l'utilisateur, l'appareil lui-même ou son environnement (mur, sol...).

De plus, dans le cas d'un usage fréquent, ils pourraient provoquer un dessèchement de la peau. La norme NF C 73-823 définit les caractéristiques auxquelles doit répondre un sèche-mains pour garantir la sécurité électrique de l'utilisateur et de l'installation.

2.6.3. Que dit la réglementation

" Des moyens d'essuyage ou de séchage appropriés sont mis à la disposition des travailleurs. Ils sont entretenus et changés à chaque fois que cela est nécessaire " (article R 232-2-3 du Code du travail).

3. Les accidents du travail

3.1. Introduction

La définition de l'accident du travail est donnée par l'article L411-1 du Code de la sécurité sociale qui dit que "est considéré comme accident de travail, quelle qu'en soit la cause, l'accident survenu par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou non travaillant, à quelque titre ou en quelque lieu que ce soit, pour un ou plusieurs employeurs ou chefs d'entreprise".

La chambre sociale de la cour de cassation a précisé en outre que "l'accident du travail est légalement caractérisé par l'action violente et soudaine d'une cause extérieure, provoquant au cours du travail une lésion de l'organisme humain".

Sont également considérés comme accident du travail les accidents survenant au cours des déplacements professionnels et/ou sur le trajet habituel du salarié pour se rendre au travail, à la cantine...

Dans la fonction publique, on parle d'accident de service, accident contracté en service.

3.2. Les professions exercées

Toutes les professions sont exposées mais certaines plus que d'autres notamment le secteur du bâtiment, des pierres, des industries du bois, du transport et de la manutention, de la métallurgie, et certaines populations : nouveaux embauchés, intérimaires, CDD.

On utilise habituellement 2 critères pour analyser les accidents de travail par branche professionnelle et/ou par entreprise :

- le taux de fréquence = nombre d'accidents avec arrêt x 1 000 000 / nombre de salariés x nombre d'heures annuelles de t ou encore :

$$\text{Taux de fréquence} = \frac{\text{Nombre d'accidents avec arrêt X 1 000 000}}{\text{Nombre d'heures travaillées}}$$

Le **nombre d'heures travaillées** est obtenu en multipliant :

effectif équivalent temps plein de l'entreprise X nombre d'heures de travail effectuées chaque année par une personne à temps plein.

Par exemple :

Le **nombre d'heures de travail annuelles** pour un salarié qui effectue **35 heures par semaine, 47 semaines par an** (dans la mesure où il bénéficie de 5 semaines de congé par an) sera de: 47 X 35, soient **1645 heures** pour un salarié temps plein de cette entreprise.

On peut aussi parler d'indice de fréquence :

L'**indice de fréquence**, c'est le nombre d'accidents pour 1 000 salariés.

L'indice de fréquence est égal au nombre d'accidents avec arrêt supérieur à 24 H, divisé par le nombre de salariés, multiplié par 1 000

Indice de fréquence = nombre d'accidents avec arrêt x 1 000 / nombre de salariés

- le taux de gravité = nombre de journées perdues x 1 000 / nombre d'heures travaillées.

Le taux de gravité représente le nombre de journées indemnisées pour 1000 heures travaillées, c'est-à-dire le nombre de journées perdues par incapacité temporaire pour 1 000 heures travaillées.

3.3. Description des accidents du travail

La caisse nationale d'assurance maladie a proposé dans sa fiche de déclaration les éléments descriptifs suivants :

- **Accident de travail : élément matériel**

- Accident par chariot automoteur
- Appareil de levage et de manutention (chariot)
- Appareil de levage, amarrage, préhension
- Accident de la circulation
- Accident par conduite d'engin
- Agression
- Atmosphère contrôlée
- Bris de verre
- Chute de la charge
- Chute de cheval
- Chute de hauteur
- Chute de plain-pied
- Chute avec dénivellation
- Corps étranger et lésion oculaire (projection de corps étrangers dans les yeux)
- Risque cutané
- Risque toxique respiratoire
- Traumatisme par animal
- Traumatisme par arme et/ou explosif
- Traumatisme par chute d'objet
 - Objet en cours de manipulation
 - Objet en cours de transport manuel
 - Objet en mouvement accidentel
- Traumatisme par machines

- **Accident de travail : nature des lésions**

- Amputation
- Brûlure, brûlure par caustique, brûlure thermique
- Contusion
- Ecrasement

- Electrocution
- Entorse
- Fracture
- Fêlure
- Gerçures
- Intoxication au CO2
- Intoxication au SO2
- Lumbago
- Luxation
- Noyade
- Piqûre d'insectes
- Piqûre de végétaux
- Piqûre de serpent
- Piqûre septique
- Plaie
- Plaie par outils

- **Accident de travail : siège de la lésion**

- Tête (yeux exceptés)
- Yeux
- Membre supérieur (mains exceptées)
- Main
- Tronc
- Membre inférieur (pieds exceptés)
- Pied
- Localisations multiples
- Sièges internes

Cette classification permet des études comparatives lorsque les renseignements fournis sont fiables.

A côté des lésions physiques peuvent exister des lésions psychologiques, telles celles résultant d'une agression sur le lieu de travail.

3.4. Risques pouvant être associés

- L'apparition d'une pathologie ultérieure : ulcère de stress post traumatique, syndrome de Brooke après une intoxication aiguë, phobie...
- L'aggravation d'un handicap bien compensé : perte de l'oeil sain chez un borgne entraînant une cécité...
- La découverte d'une maladie professionnelle : lombalgie d'effort révélant une hernie discale (tableau des maladies professionnelles n° 98)...

3.4.1. Réparation

Pour avoir droit aux prestations particulières liées à l'accident de travail des démarches sont obligatoires :

- **La victime** doit déclarer l'accident à son employeur dans les 24 heures.

- **L'employeur** doit déclarer l'accident à la caisse d'assurance maladie dans les 48 heures. Pour les accidents bénins cette déclaration peut être remplacée par l'inscription dans le registre de déclaration des accidents du travail bénins. Il doit remettre à l'accidenté les 3 volets d'accident du travail qui lui permettront des soins gratuits. L'employeur peut contester la réalité de l'accident auprès de sa caisse d'assurance maladie mais ne peut pas refuser la remise des volets d'accident du travail

- **Le médecin traitant** doit prescrire les soins et éventuellement l'arrêt de travail et établir un certificat médical initial descriptif des lésions.

- **La caisse d'assurance maladie** doit informer la victime de la réception de son dossier complet. Elle dispose d'un délai de 30 jours pour statuer avec un délai complémentaire de 2 mois en cas de nécessité d'enquête complémentaire. Elle doit également informer l'employeur, le médecin du travail et le médecin traitant de la déclaration et du déroulement de la procédure.

La reconnaissance d'un accident du travail ouvre droit dans l'immédiat :

- **A des prestations en nature** c'est à dire à la gratuité des soins sur présentation des volets n°2 au praticien ou à l'auxiliaire et/ou du volet n° 3 pour le pharmacien ou l'établissement

- **A des prestations en espèces** c'est à dire au versement :
 - D'indemnités journalières par la sécurité sociale :

Celles ci sont dues dès le premier jour de l'arrêt de travail et non après les 3 jours de délai de carence comme pour un arrêt de travail ordinaire.

Elles sont calculées sur la base du salaire de la dernière paye antérieure à la date de l'accident.

Elles sont fixées à la moitié du salaire journalier de base pendant les 28 premiers

jours puis aux 2/3.

Elles sont dues jusqu'à la reprise du travail ou jusqu'à la consolidation.

- D'indemnités complémentaires par l'employeur :

Dans la plupart des conventions collectives les indemnités journalières de la sécurité sociale sont complétées par l'employeur pour assurer le maintien intégral du salaire.

Il arrive que certains employeurs fassent expertiser leur salariés par des médecins privés. Si l'expertise du médecin privé conclut que l'arrêt de travail n'est plus justifié les employeurs peuvent supprimer cette part complémentaire. A l'interdiction de licenciement pendant toute la période d'arrêt de travail.

A la fin de l'arrêt de travail et/ou des soins :

- La fin des arrêts de travail et/ou des soins doit donner lieu à un certificat final descriptif délivré par le médecin traitant. Cependant la caisse d'assurance maladie (ou l'employeur dans la fonction publique) peut faire expertiser la salarié pour fixer une date de guérison ou de consolidation. Les indemnités journalières ne sont plus versées à compter de cette date. Par contre la prise en charge des soins reste possible.
- Si le salarié est guéri (ou consolidé sans séquelles), il reprend son travail à son ancien poste.
- Si le salarié présente des séquelles de son accident, il a une incapacité permanente partielle (IPP) qui sera évaluée par le médecin conseil de sa caisse dans le secteur privé ou par expertise dans le secteur public.
 - Si le taux d'IPP est inférieur à 10% le salarié touchera un capital qui est calculé en % de son salaire antérieur et de son taux d'IPP.
 - Si le taux d'IPP est supérieur à 10% le salarié touchera une rente calculée ainsi :
 - Pour une IPP < 50% la rente versée est calculée sur la moyenne mensuelle des 12 derniers mois x par le taux d'IPP / 2 (par exemple salaire moyen mensuel de 1000 euros avec IPP de 40% = rente mensuelle de 200 euros).
 - Pour une IPP > 50% la rente versée se calcule de la façon suivante : $2 \times (\text{taux d'IPP} - 50) + 25\%$ (par exemple salaire moyen mensuel 1000 euros avec IPP de 70% = $2 \times (70-50) + 25 = 65\%$).
 - Lorsque la victime a besoin de l'assistance d'une tierce personne la rente est majorée de 40%.

- Si le salarié ne peut pas reprendre son travail à son poste antérieur il doit bénéficier d'un reclassement professionnel de la part de son employeur. S'il est licencié, il a droit au doublement de ses indemnités de licenciement.

Ultérieurement :

- Dans certains cas des soins peuvent être poursuivis et pris en charge après la période de consolidation pour éviter une aggravation des lésions.
- Il peut apparaître après guérison ou consolidation une aggravation ou une rechute nécessitant des nouveaux soins et/ou un arrêt de travail. Le salarié doit alors demander une nouvelle feuille d'accident de travail à sa caisse pour bénéficier d'une prise en charge (éventuellement après expertise de la caisse).

3.4.2. Surveillance médicale

- Une visite médicale annuelle de surveillance médicale renforcée est prévue pour certaines catégories de salariés considérés comme plus vulnérables (article R4624-19 du Code du travail sur la surveillance médicale renforcée des travailleurs) :
 - Travailleurs de moins de 18 ans
 - Femmes enceintes
 - Mères dans les six mois qui suivent leur accouchement et pendant la durée de leur allaitement
 - Travailleurs handicapés
 - Salariés qui viennent de changer de type d'activité ou d'entrer en France, pendant une période de 18 mois à compter de leur nouvelle affectation
 - Salariés affectés à certains travaux comportant des exigences ou des risques particuliers
- Une visite médicale obligatoire est également prévue après un accident de travail :
 - Article R4624-21 du Code du travail : Une **visite de reprise** est obligatoire pour les salariés après une absence d'au moins huit jours pour cause d'accident de travail
 - Article R4624-22 du Code du travail : L'examen de reprise a pour objet d'apprécier l'aptitude médicale du salarié à reprendre son ancien emploi, la nécessité d'une adaptation des conditions de travail ou d'une réadaptation du

salarié ou éventuellement de l'une et de l'autre de ces mesures. Cet examen a lieu lors de la reprise du travail et au plus tard dans un délai de huit jours.

- Il peut y avoir des **visites de pré reprise** (article R4624-23) :
 - En vue de faciliter la recherche des mesures nécessaires, lorsqu'une modification de l'aptitude au travail est prévisible, un examen médical de pré reprise préalable à la reprise du travail peut être sollicité à l'initiative du salarié, du médecin traitant ou du médecin conseil des organismes de sécurité sociale, préalablement à la reprise du travail. L'avis du médecin du travail est sollicité à nouveau lors de la reprise effective de l'activité professionnelle.

3.4.3. Prévention technique collective

- Respect de la réglementation sur les temps de travail et de repos
- Identification des situations dangereuses
- Respect de la réglementation sur le maintien en bon état de fonctionnement des équipements de travail
- Elaboration et diffusion des consignes de sécurité pour chaque poste
- Charge de travail qui ne pousse pas à la faute pour tenir les objectifs
- Charge de travail progressive pour les nouveaux arrivants avec contrôle de la qualité du travail et du respect des consignes de sécurité

3.4.4. Formation-information-sensibilisation

- Formation à la sécurité du personnel de l'entreprise
- Formation à la sécurité à prévoir impérativement pour les nouveaux arrivants et pour les intérimaires car cette population est la plus touchée par les accidents de travail
- Contrôle de l'application des mesures
- Lutte contre l'alcoolisme, le tabagisme, les erreurs alimentaires

3.4.5. Prévention individuelle

- Mise à disposition d'équipement individuel de protection en bon état en fonction des risques

- Contrôler le port de l'EPI

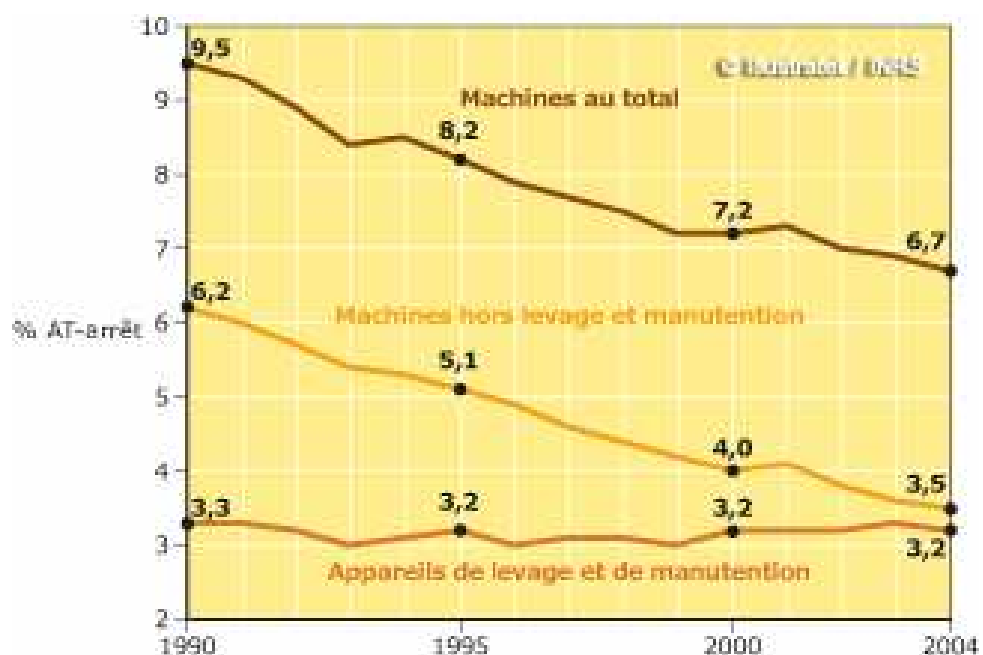
- **En prévention secondaire :**

- Analyse des accidents et réalisation de l'arbre des causes pour corriger les dysfonctionnements
 - Majoration des cotisations accident de travail/maladie professionnelle par les CRAM en fonction des accidents déclarés
- **En prévention tertiaire** : assurer le retour du salarié dans de bonnes conditions et pour cela :
 - Préparer ce retour dans l'entreprise, qu'il s'agisse du même poste ou d'un poste différent en raison de la nécessité d'un reclassement, sous des formes diverses selon les cas : prise de nouvelles, présentation à l'équipe, visite des lieux...
 - Prévoir un retour progressif au travail soit dans le cadre d'un mi-temps thérapeutique, soit en limitant au début la charge de travail
 - Aménager le poste de travail en concertation avec le salarié, l'ergonome, les autres salariés...
 - Assurer une formation à la sécurité

3.4.6. Evolution des AT

De 1990 à 2004, les accidents du travail avec arrêt dus aux machines ont été réduits de 36 % environ.

En ce qui concerne les machines hors appareils de levage et de manutention, au cours de cette période, le nombre des accidents avec arrêt a été réduit de moitié, portant leur nombre à près de 24 500 en 2004. Une évolution similaire est observée s'agissant des accidents graves et des décès (24 en 2004).



Les Comités techniques nationaux les plus touchés par les accidents dus aux machines en 2004 sont :

l'alimentation (24,9 % des accidents du travail avec arrêt),

les services de santé et travail temporaire (16,1 %)

la métallurgie (14,6 %),

le bâtiment et les travaux-publics (12 %),

le transport, l'énergie, le livre et la communication (11,2 %).

La répartition des accidents 2004, par type de machines et par équipement de manutention ou de levage, est présentée dans les deux tableaux ci-dessous.

Les appareils de levage et manutention constituent une part très importante de l'accidentologie « Machines ».

Machines hors levage et manutention	AT-arrêt	AT-IP	Décès
Organes de transmission	793	154	2
Machines à broyer	131	25	0
Machines à malaxer	395	57	2
Machines à cribler, tamiser	83	7	0
Presses mécaniques et pilons	489	106	1
Machines à presser, mouler	501	105	1
Machines à cylindres	531	100	1
Machines à couper (sauf scies)	1878	148	0
Scies	6970	759	1
Machines à percer...métaux	1 470	176	1
Machines à percer...le bois	1 075	300	0
Machines à meuler, poncer	1 438	130	1
Machines et matériel à souder	2 164	35	0
Machines à riveter, coudre	470	20	0
Machines à remplir, emballer	829	85	0
Machine à effiloche, battre	24	4	0
Machines de filature, tissage	199	21	0
Matériel et engins de terrassement	951	175	11
Autres machines	1 524	223	3
Machines non précisées	2 398	338	0
Total pour l'année 2004	24 313	2 968	24

4. Les risques en entreprise

4.1. Définition

Selon EN292-1 et EN 1050

Domage : lésion physique ou atteinte à la santé ou aux biens.

Danger : source de préjudice ou de dommage potentiel.

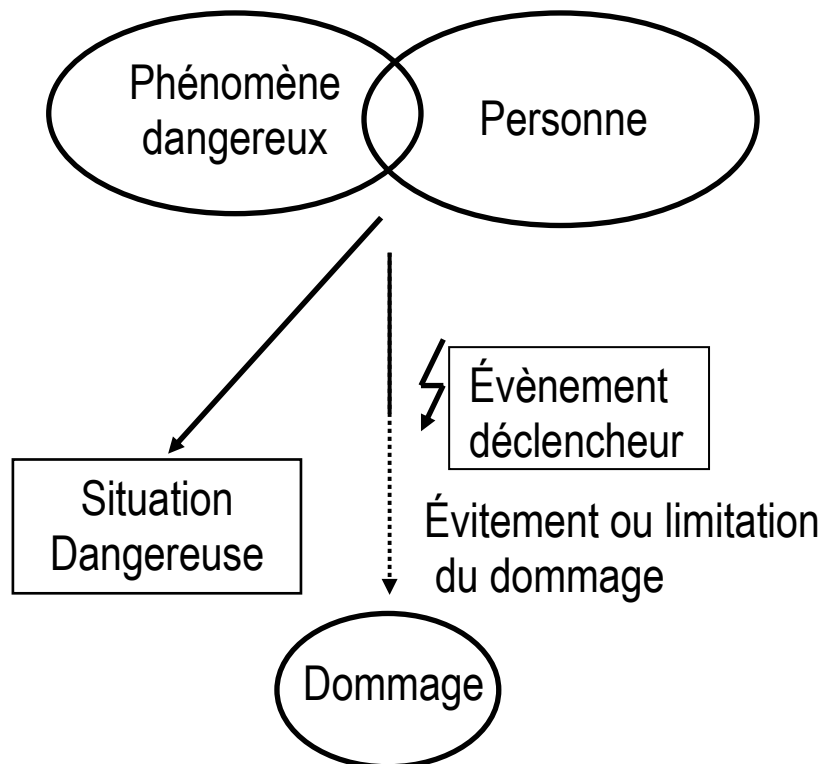
Risque : combinaison de la probabilité et de la gravité d'une lésion ou d'une atteinte à la santé.

Phénomène dangereux : cause capable de provoquer une lésion ou atteinte à la santé.

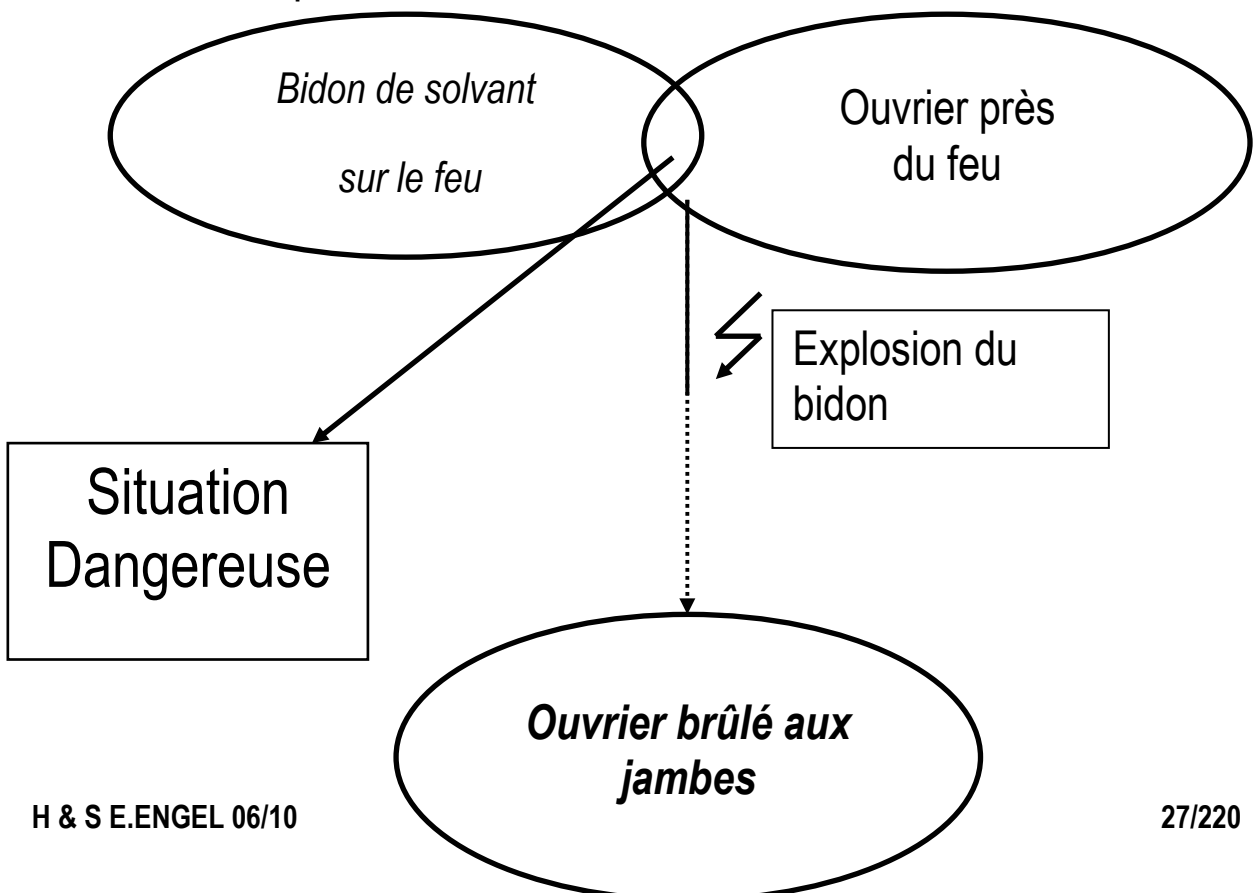
Mesure de sécurité : moyen qui élimine un phénomène dangereux ou réduit un risque.

Evènement déclencheur : évènement ultime qui amène le dommage.

4.2. Modélisation du risque

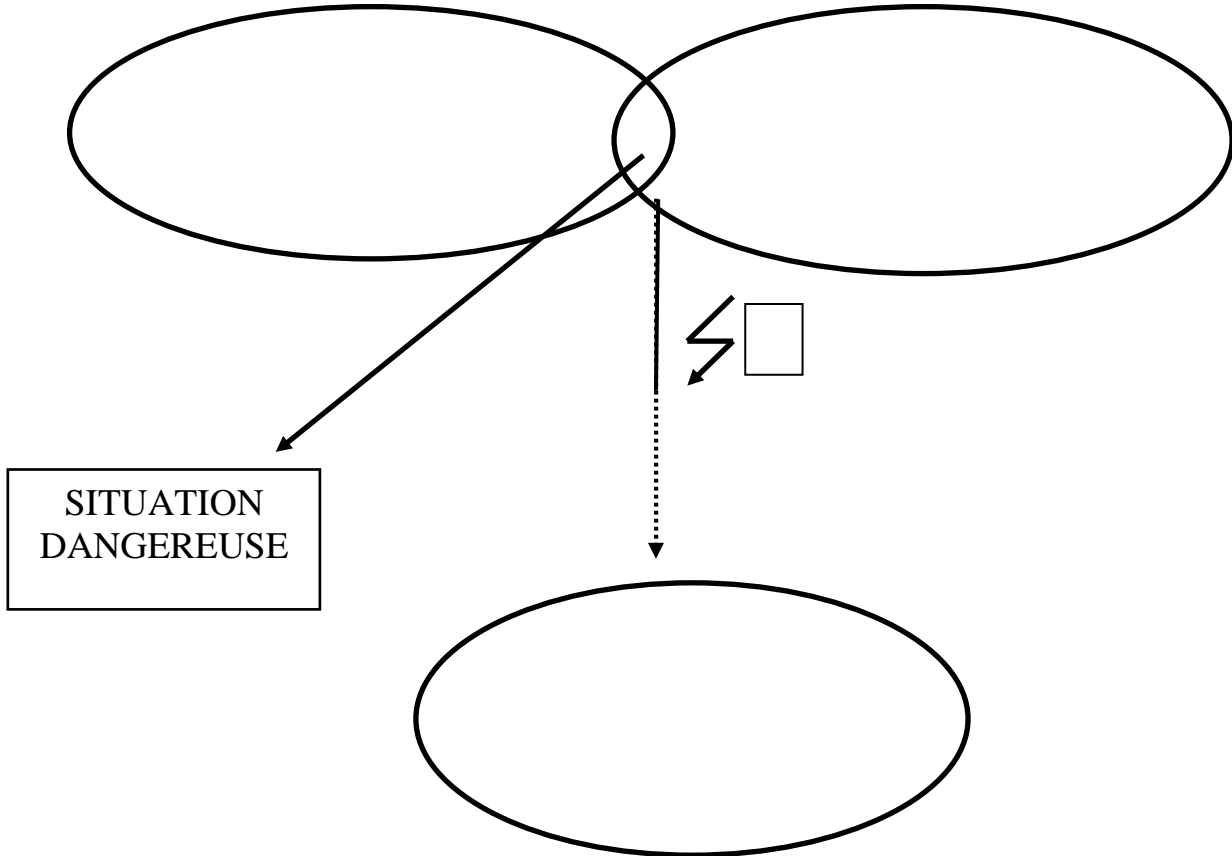


4.2.1. Exemple

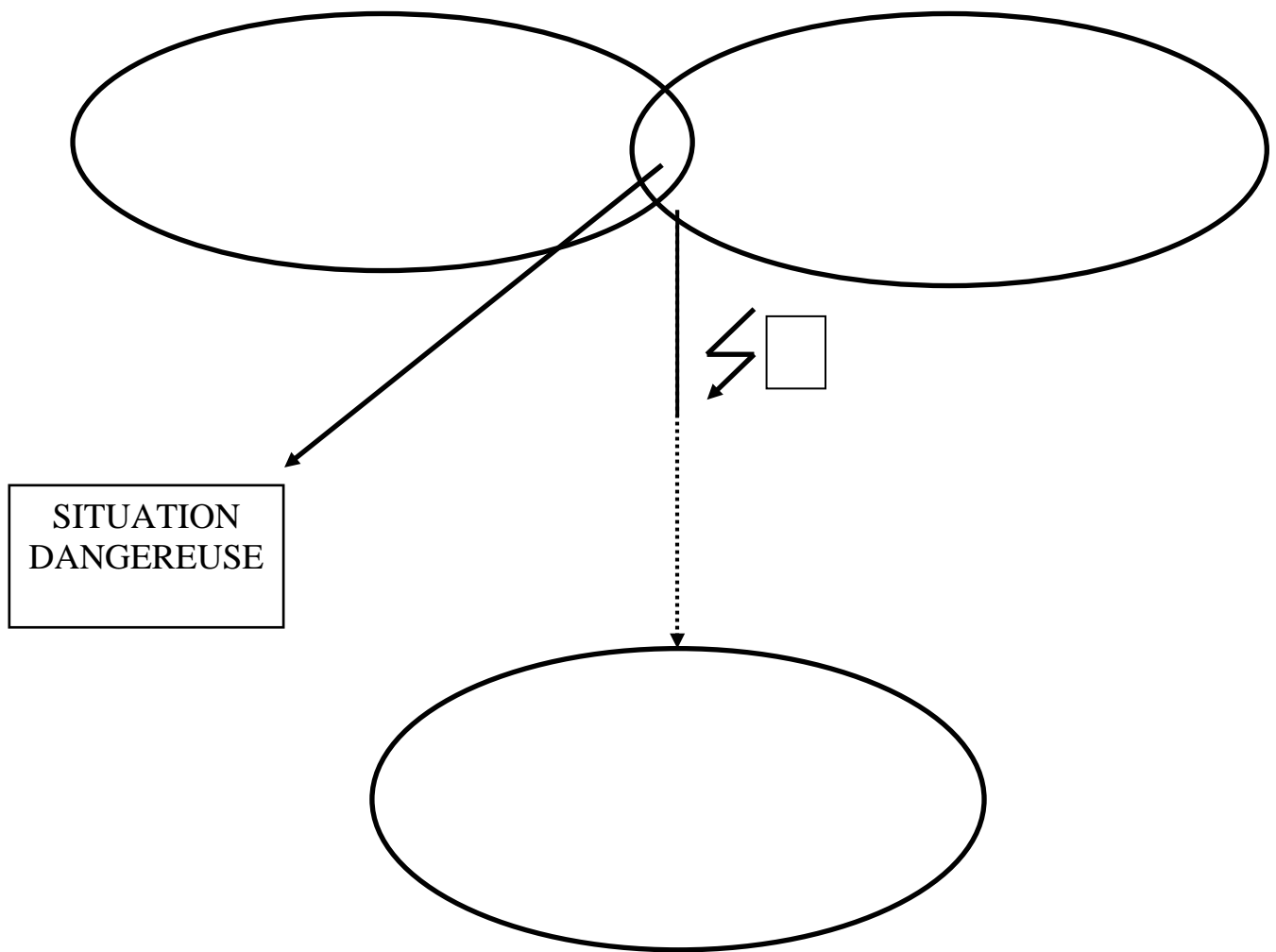


4.2.2. Exercices

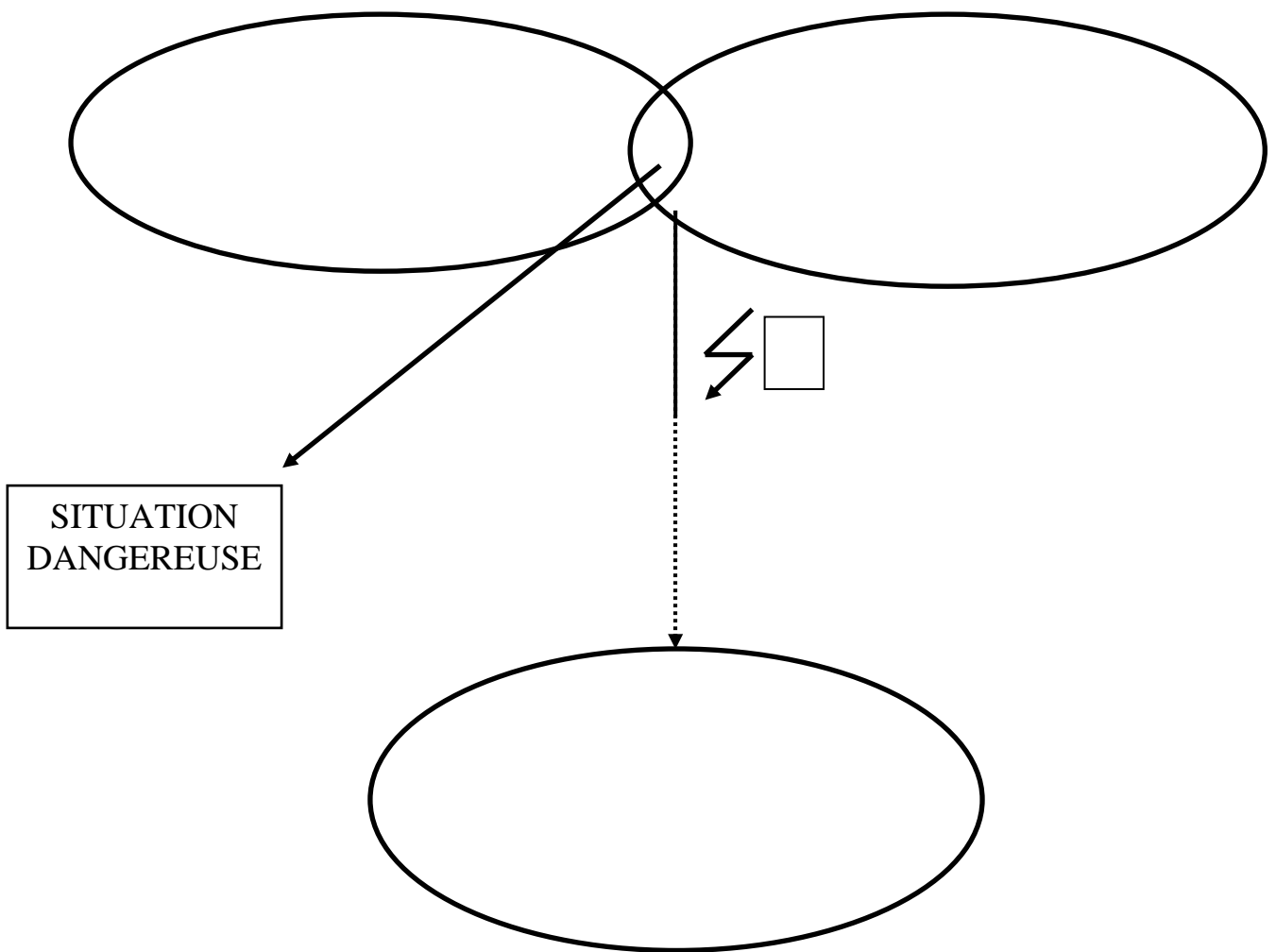
- 1- Monsieur Martin travaille au fond d'une tranchée en terre de 3 mètres de profondeur. Il dégage de la terre tombée au fond de la tranchée gênant la pose du blindage. Un engin lourd conduit par monsieur Durand passe au bord de la tranchée et l'a fait s'écrouler. Monsieur Martin est enseveli



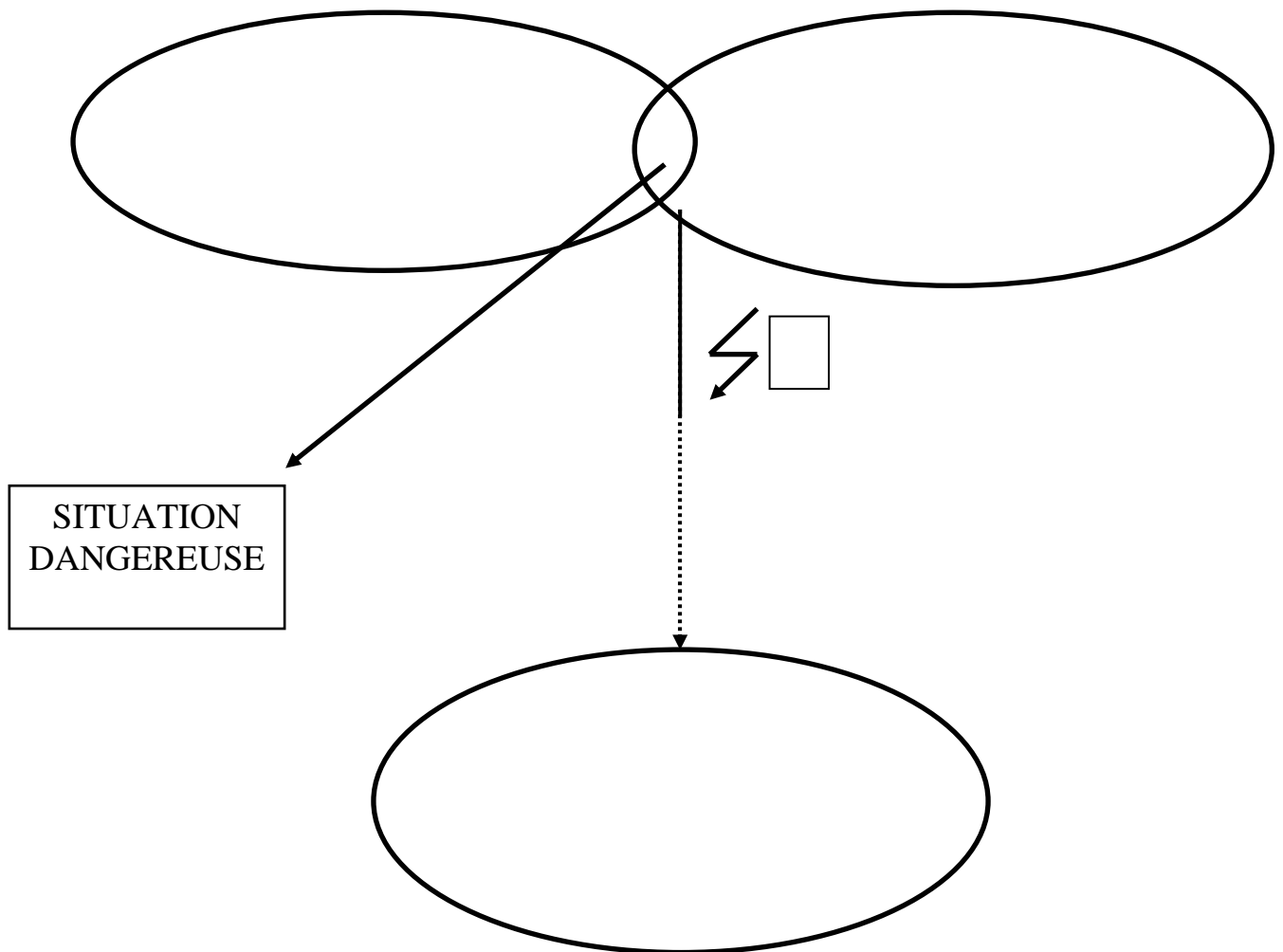
- 2- Trois salariés d'une entreprise de nettoyage de locaux assurent la remise en état d'un appartement pour un cabinet immobilier. Un des ouvriers, monsieur Durand, intérimaire depuis 3 mois, enlève dans une cuisine non aérée, des taches de peinture restées sur le carrelage du sol. Pour cela il utilise un produit de nettoyage contenant du chlorure de méthyle et du méthanol. A genoux sur le carrelage de la cuisine il répand du produit et essaie de gratter les taches. Après 2 heures de travail, l'intérimaire ressent un malaise dû à une intoxication.



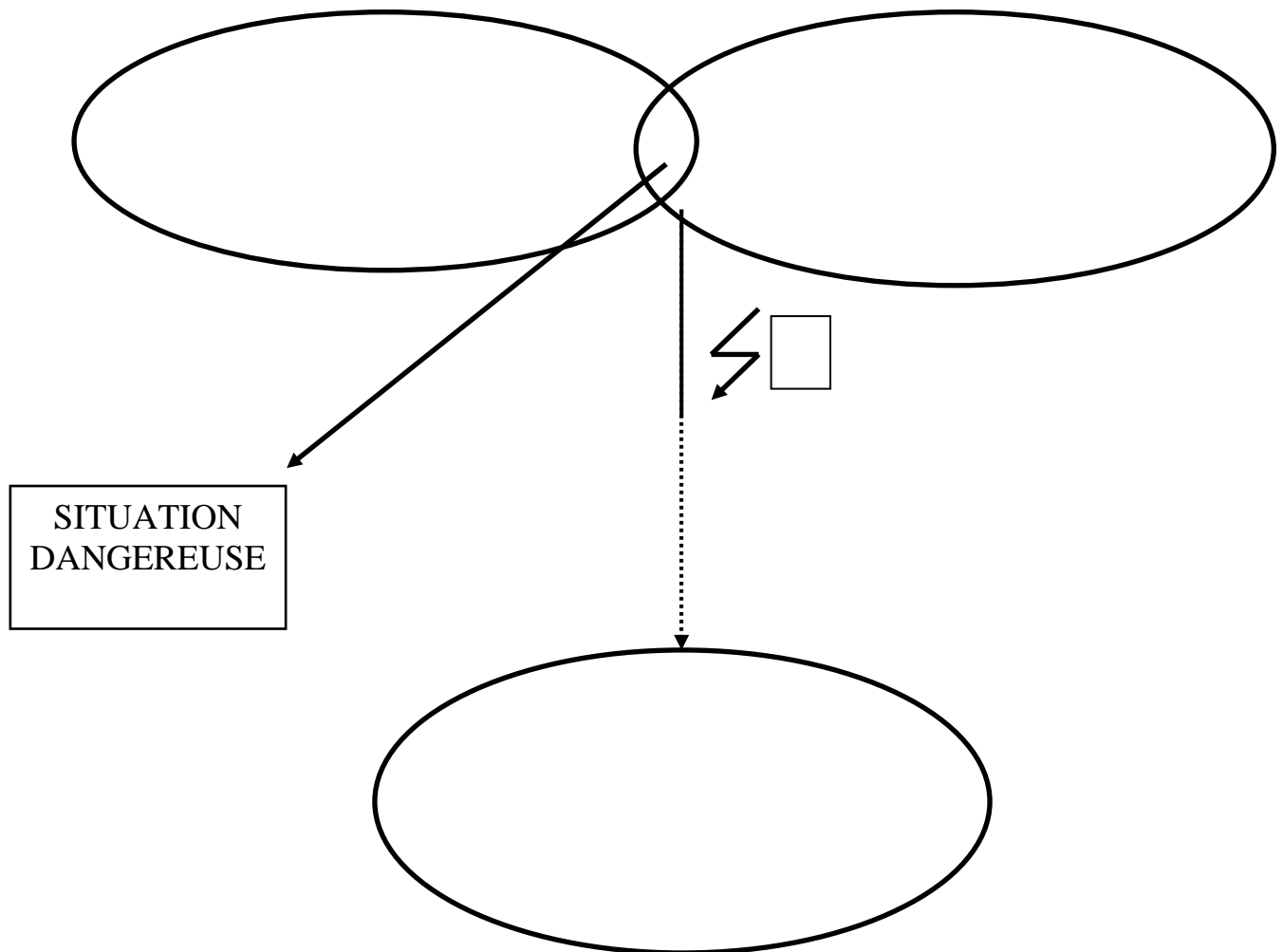
3- Monsieur Toulisse travaille dans une entreprise de travaux publics. Il travaille en ce moment sur un chantier de réparation d'une conduite de tout à l'égout. En retard il arrive ce matin à 8h30, son chef de chantier, un peu énervé, lui demande de prendre le gros compresseur et le marteau piqueur qui a un niveau sonore de 112 dBA. A 16 heures, Bernard Toulisse utilisait toujours le même marteau piqueur sans son casque et il a mal aux oreilles.



4-Monsieur Dupont travaille sur un chantier du bâtiment. La construction de l'immeuble en est au 7^{eme} niveau, des ouvriers posent les vitres... L'immeuble n'est pas équipé de filet de récupération. Ce jour là Monsieur Dupont s'est réveillé en retard. Pressé de commencer son travail (nivellement du sol proche de la façade), il oublie de mettre son casque et ne met pas ses chaussures de sécurité. Tout à coup, un poseur de fenêtre laisse tomber un montant et M. Dupont le reçoit sur la tête.



5- Monsieur Marland vient d'être nommé à un nouveau poste de travail. Il est nécessaire de graisser périodiquement les engrenages du tour qu'il utilise. Afin d'effectuer cette opération, Monsieur Marland ouvre le carter de transmission et dépose de la graisse sur les engrenages en mouvement à l'aide d'une spatule. La spatule se coince dans les engrenages, se brise et les éclats sont projetés sur le visage de M. Marland.



4.3. Les différents types de risque

4.3.1. Le risque mécanique

Le risque mécanique est le risque lié à une défaillance humaine ou technique à l'occasion de l'utilisation d'une machine fixe ou mobile ou d'un équipement de travail.

Des textes définissent les principes de conception de machines sûres et les vérifications périodiques nécessaires au maintien de leur fonctionnement en sécurité.

4.3.1.1. Les professions exposées

Le risque mécanique concerne l'ensemble des travailleurs travaillant sur machine : agriculteurs, ouvriers et techniciens, agents de réparation et de maintenance.

4.3.1.2. Description, évaluation du risque

Le risque est présent aux différents stades de la vie de la machine ou de l'équipement :

conception

installation

essai

réglage

utilisation en production

circulation pour les véhicules

maintenance et entretien

réparation

nettoyage

Le risque mécanique peut prendre plusieurs formes :

Un dysfonctionnement mécanique d'une machine ou d'un véhicule peut être responsable sur du matériel ou des personnes de :

coincement (d'une pièce, d'un doigt, d'un membre...)

pincement

entraînement (d'une pièce, d'un vêtement, d'une chevelure...)

cisaillement

écrasement

projection : de liquide, de vapeur, de poussières, de pièces détachées, de la pièce en cours d'usinage, de copeaux...

choc (par un véhicule ou sa charge)

Les facteurs à prendre en compte :

- la forme: éléments coupants, arêtes vives
- la disposition relative des pièces en mouvement
- la masse et la stabilité (chute)
- la masse et la vitesse (énergie cinétique)
- l'accélération
- la résistance mécanique (rupture, éclatement, flexion)
- l'énergie potentielle (ressorts, éléments élastiques, gaz et liquides sous pression)

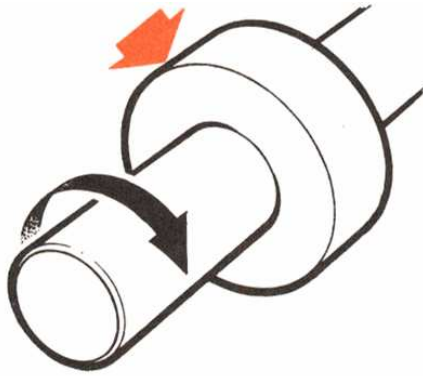
Entraînement :

Paramètres à considérer:

- couple
- diamètre
- inertie (masse + vitesse)
- forme, état de surface
- accessibilité

Exemples :

- accouplement
- broche
- plateau



- barre ...

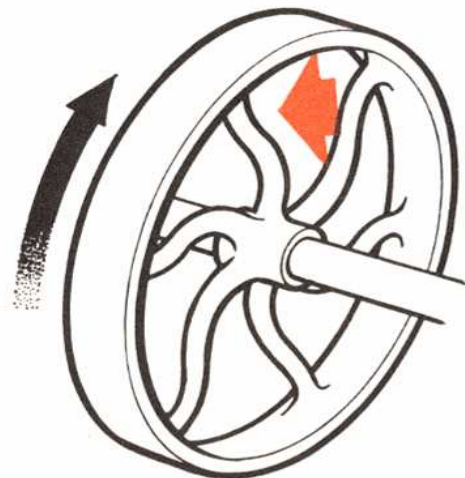
Choc, écrasement, cisaillement, entraînement, sectionnement :

Paramètres à considérer:

- couple
- dimension des ouvertures, saillies
- distance entre parties entre tournante et fixe
- diamètre, forme
- accessibilité

Exemples :

- poulies, volant
- clavette vis d'arrêt
- ventilateur
- bras de mélangeur...





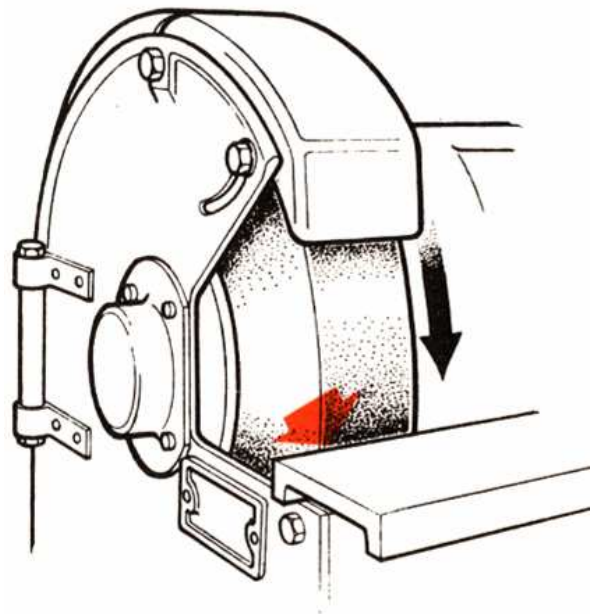
Entraînement, sectionnement, brûlure, projection

Paramètres à considérer:

- couple
- inertie (masse + vitesse)
- matériau (cohésion, homogénéité)
- balourd
- distances entre partie fixe et tournante
- accessibilité

Exemples :

- tronçonneuse
- rectifieuse
- meuleuse



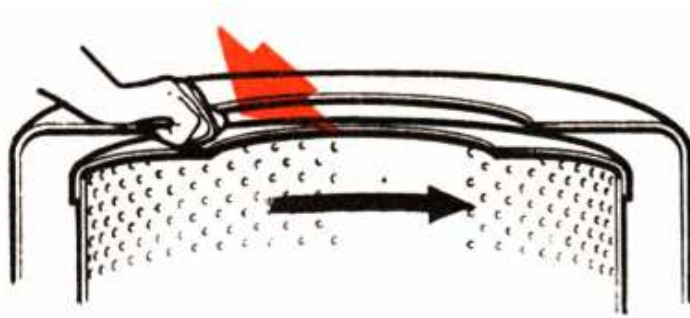
Entraînement, cisaillement

Paramètres à considérer:

- couple
- inertie (masse + vitesse)
- dimensions
- jeu

Exemples :

- centrifugeuse
- essoreuse



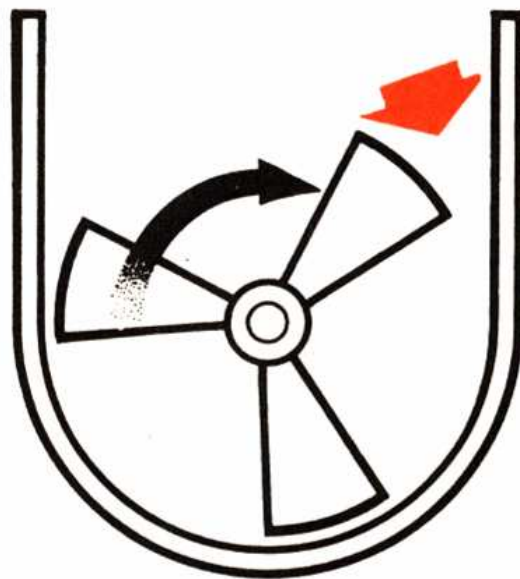
Choc, entraînement, sectionnement

Paramètres à considérer:

- couple
- inertie (masse + vitesse)
- dimensions
- jeu
- accessibilité

Exemples :

- malaxeur
- mélangeur
- hachoir



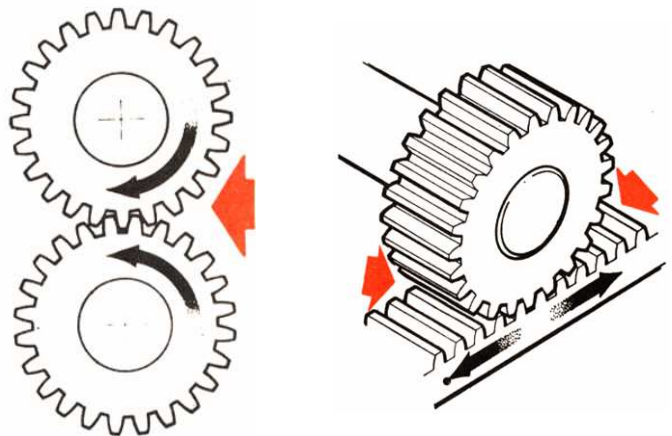
Ecrasement, entraînement, brûlure

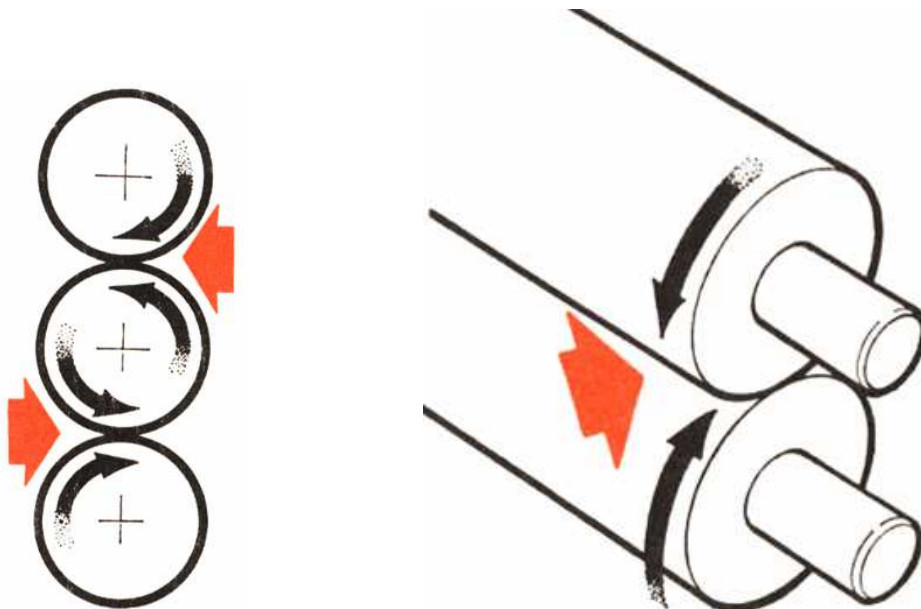
Paramètres à considérer:

- couple
- inertie (masse + vitesse)
- dimensions, écartements
- matériau, température
- forme, état de surface
- accessibilité

Exemples :

- engrenage, crémaillère
- laminoir, cylindre malaxeur
- convoyeur à rouleaux
- machine d'impression





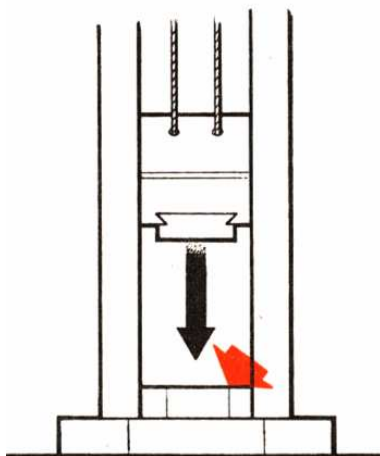
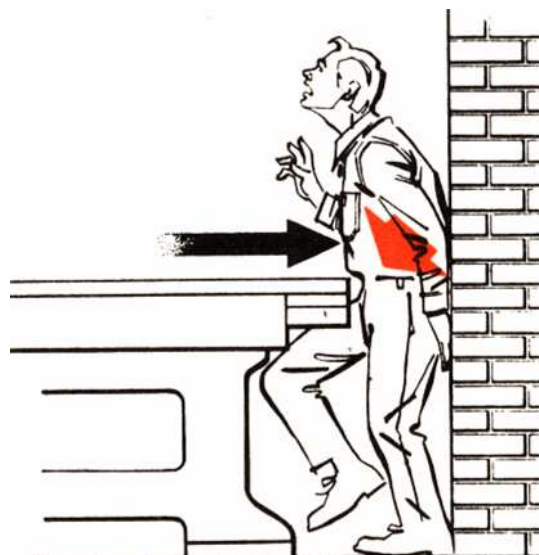
Ecrasement, cisaillement, chocs

Paramètres à considérer:

- couple
- inertie (masse + vitesse)
- écartement mini et maxi
- recul des pièces

Exemples :

- machines à bois
- presses
- machine de moulage
- unité d'avance



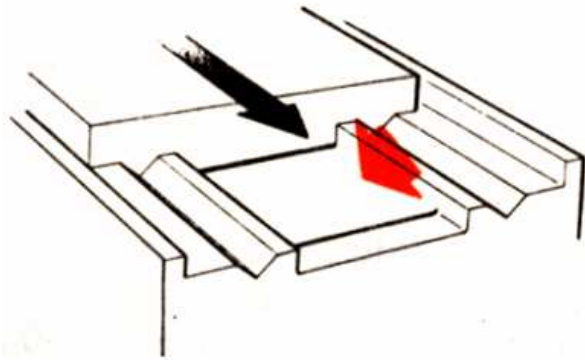
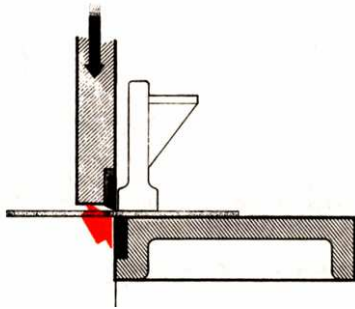
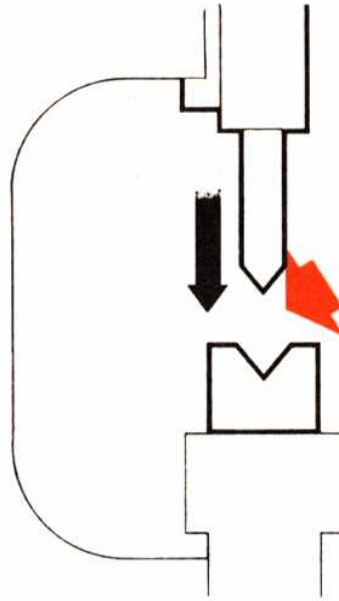
Cisaillement, sectionnement, entraînement, écrasement, chocs

Paramètres à considérer:

- force
- inertie (masse + vitesse)
- écartement mini et maxi
- accessibilité

Exemples :

- cisaille
- presse plieuse
- brocheuse
- unité d'avance



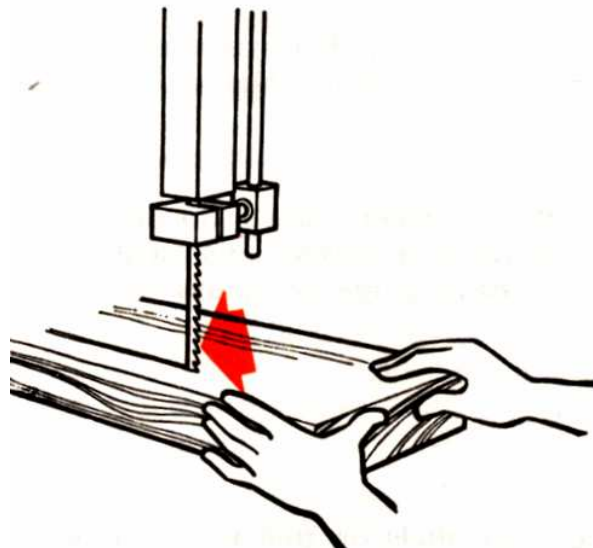
Coupure, sectionnement

Paramètres à considérer:

- vitesse
- vitesse d'amenage
- forme des pièces

Exemple :

- scie à ruban



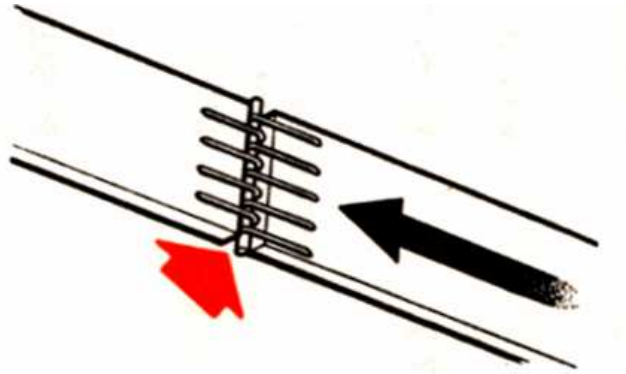
Entraînement, brûlure, piqûre

Paramètres à considérer:

- force
- vitesse
- forme, état de surface

Exemple :

- ponceuse à bande
- agrafe de courroie



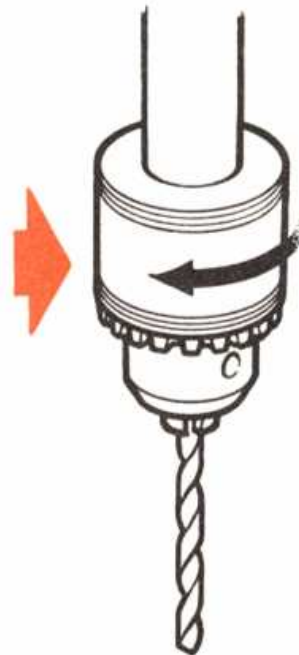
Entraînement, arrachement, choc

Paramètres à considérer:

- couple
- inertie
- diamètre, forme
- état de surface, accessibilité

Exemple :

- vis d'archimède
- broche
- mandrin



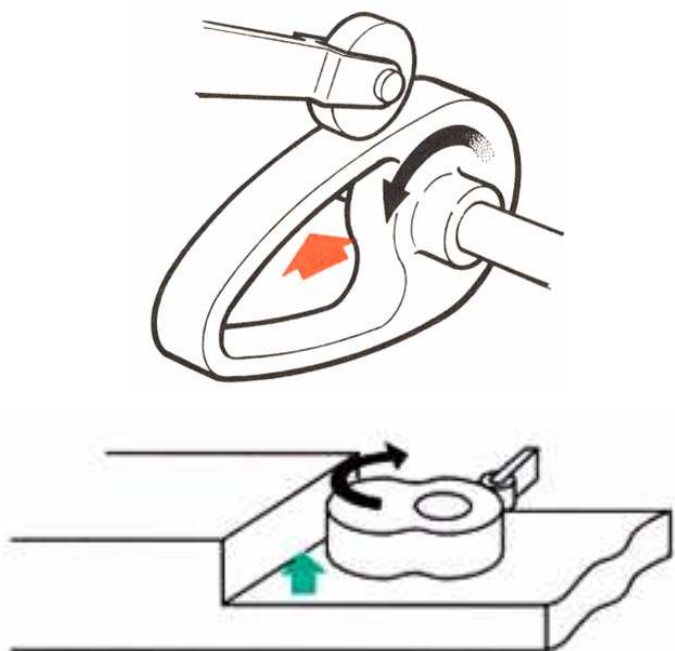
Choc, écrasement, entraînement

Paramètres à considérer:

- disposition relative
- fréquence de mouvement
- force, amplitude
- dimension des ouvertures
- dimension partie tournante

Exemple :

- arbre à cames
- excentrique



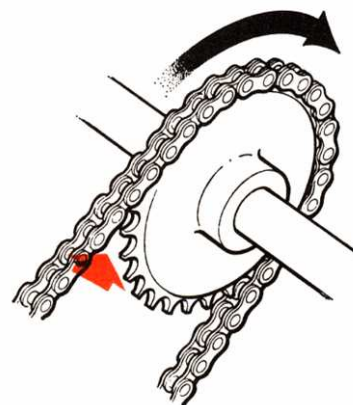
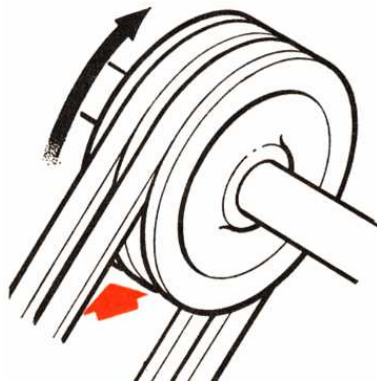
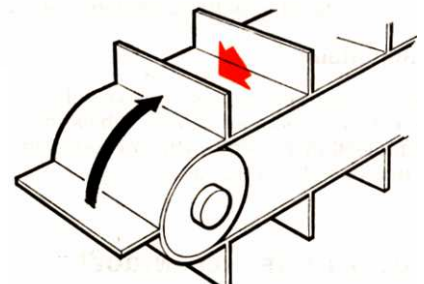
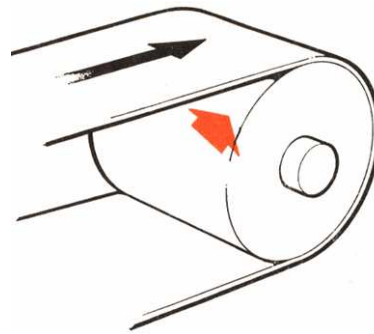
Ecrasement, entraînement, choc, arrachement, sectionnement

Paramètres à considérer:

- couple, tension
- dimensions
- force, vitesse
- forme

Exemple :

- transporteur à bandes
- transporteur à auges
- poulies et courroies
- tapis roulant
- roue à chaîne



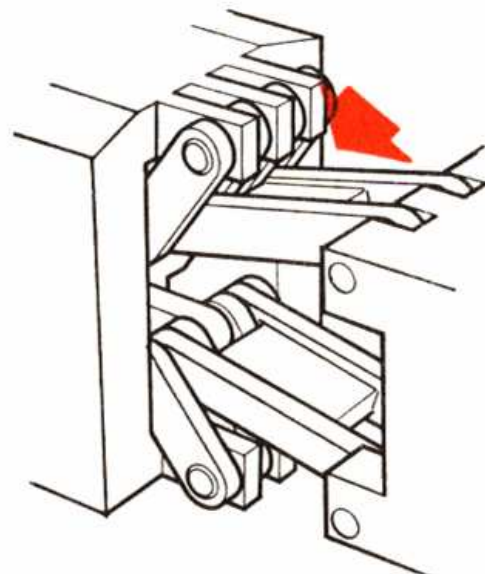
Choc, cisaillement, écrasement, entraînement

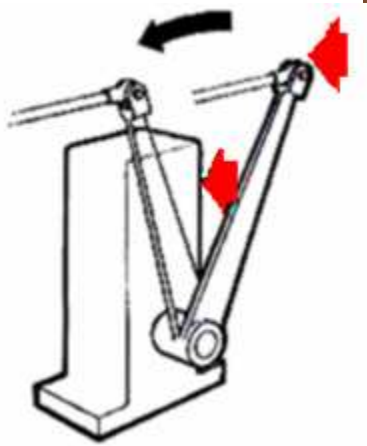
Paramètres à considérer:

- fréquence
- dimensions
- force
- amplitude, jeu

Exemple :

- bielle manivelle
- bras d'amenage





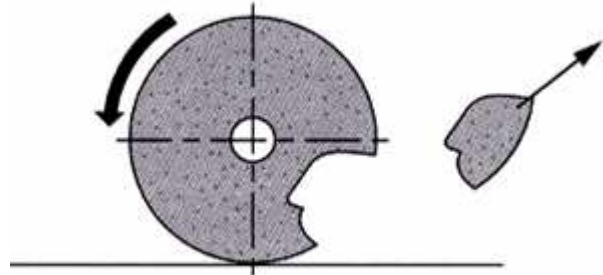
Choc, projection

Paramètres à considérer:

- matériau (cohésion, homogénéité)
- balourd
- pression
- inertie

Exemple :

- meule
- denture rapportée
- disque de tronçonnage



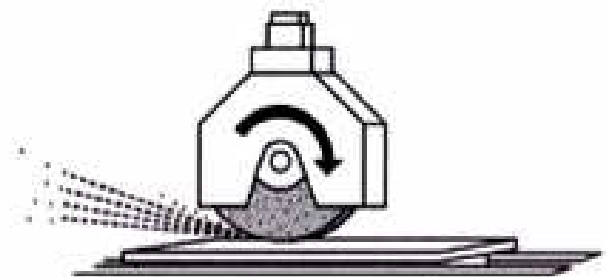
Brûlure, entraînement, choc, projection, perforation

Paramètres à considérer:

- matériau (cohésion, homogénéité)
- volume
- température
- inertie
- pression

Exemple :

- pistolet de scellement
- meule
- conduite hydraulique
- cloueuse



Risques

Entraînement du personnel par la bande



Causes

Vêtements amples
Non consignation avant travaux



Conséquences

Prévention

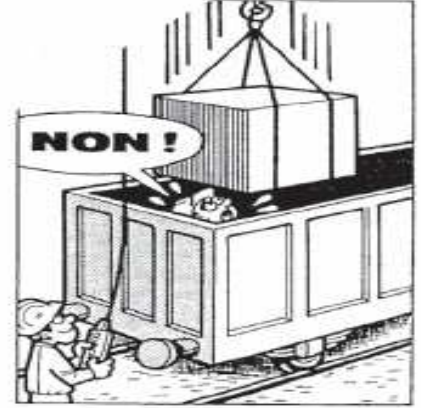
Risques

Coincement du personnel entre une paroi fixe et la charge



Causes

[Empty box for causes]



Conséquences

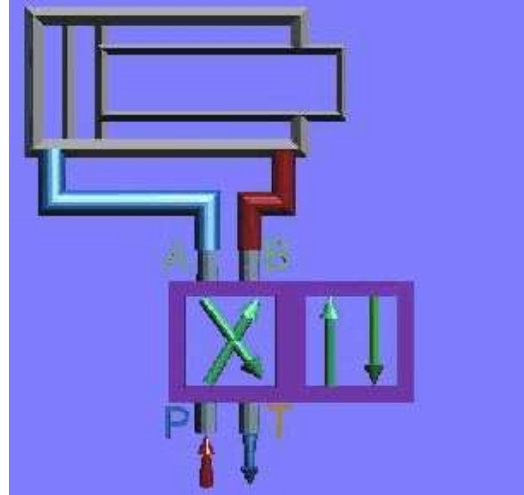
[Empty box for consequences]

Prévention

[Empty box for prevention measures]

4.3.2. Le risque hydraulique

Il n'existe pas de réglementation spécifique relative à la mise en œuvre des composants hydrauliques.



Toutefois, les normes suivantes doivent être prises en considération :

NF E 04-056 - Transmission hydrauliques et pneumatiques - représentation symbolique fonctionnelle des appareils et accessoires.

NF E 48-350 - Recommandation pour la mise en service, l'utilisation et l'entretien des pompes, moteurs et variateurs hydrauliques.

NF E 48-201 - Transmissions hydrauliques - Règles à l'usage des constructeurs et des utilisateurs.



Les installations hydrauliques dans l'industrie ont toujours été considérées comme des sous-ensembles fiables et robustes ne nécessitant qu'une maintenance réduite.

Beaucoup de ces process ont vieilli. Les systèmes deviennent vétustes ou obsolètes et ne continue à fonctionner parfois que par le bon vouloir de la fée hydraulique.

4.3.2.1. La prévention

Les personnes qui ont monté ces machines à l'époque, et on peut parfois parler en demi-siècle, ne sont plus dans l'entreprise pour pouvoir faire profiter aux nouveaux de leur expérience et de leur historique de la machine qui elle est toujours en place.

Les nouveaux techniciens de maintenance ne sont pas de spécialistes de l'hydraulique et la technique hydraulique reste rebutante à bien de futurs techniciens.

Tout ces constats pour confirmer que l'entretien des installation hydrauliques demeure une opération bien souvent occasionnelle lorsque la fiabilité de la partie opérative hydraulique ne permet plus un bon fonctionnement de la machine dans son ensemble.

Ces interventions hydrauliques si louables soient-elles ne rentrent pas dans une politique de maintenance à long terme.

4.3.2.2. Les principales causes d'accidents

1. Fuite d'huile sous pression

Lorsque une tuyauterie rigide ou flexible vient à rompre, le danger sera moins important que s'il se produit une micro-fuite. La vitesse traversant une section très faible peut dépasser la vitesse du son.

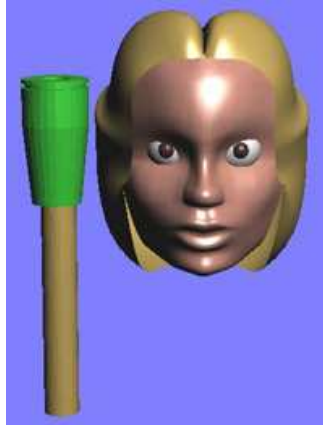
L'huile se vaporise et devient une véritable aiguille. Elle peut traverser des gants en cuir et venir se loger, par injection, dans la main.

Le risque est grand et lorsque l'accident arrive, il nécessite l'intervention des services d'urgence médicale.

L'infection du corps touché est immédiate. L'huile minérale provoque des nécroses dans les tissus humains ; les blessures à la main nécessiteront des interventions chirurgicales délicates telles que greffes de la peau, sans pour autant éviter des séquelles résiduelles.

L'huile chaude atteint des températures d'au moins 70°C voir plus dans certains cas. Les brûlures sont possibles en contact directe avec l'huile ou par contact avec une pièce chaude soumise au laminage de l'huile.

La vaporisation de l'huile peut entraîner des lésions pulmonaires. Les émanations sont dangereuses et doivent être signalées.



Le contact avec les yeux peut provoquer des irritations.

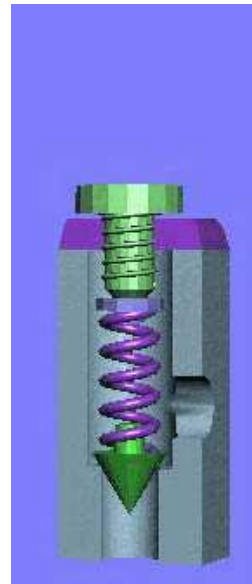
Certaines personnes sont sensibles à certaines huiles qui peuvent déclencher des allergies : démangeaison, rougeur sur les mains ou le visage.

2. Rupture d'un composant du circuit

La destruction mécanique d'un organe hydraulique peut se faire par rupture du carter qui le constitue, par sectionnement de l'arbre de transmission ou par éclatement d'une pièce.

Sous l'effet de la surpression, la pièce métallique qui n'aura pas résisté à la contrainte mécanique de traction ou de torsion peut éclater et être éjecté de son logement comme une véritable balle de fusil.

Le flexible qui éclate peut être entraîné dans un mouvement de battement dangereux.



3. Le mouvement intempestif

La charge suspendue supportée par un vérin hydraulique n'a pas été consignée.

La mise en marche de la nouvelle machine a été faite sans vérifier que le limiteur de pression n'était pas taré ou que les limiteurs de débit étaient fermés, le vérin ou le moteur se mettent en mouvement.

Dans les cas les moins graves, il peut y avoir destruction partiel ou totale des sous ensembles mécaniques voisins.

Mais si un opérateur ou technicien de maintenance se trouvent à proximité des organes en mouvement intempestif, il y a un risque majeur d'accident par coincement ou cisaillement.



Autre cas, l'arrêt d'urgence de l'installation a été enclenché. La machine s'est arrêtée dans un état indéterminé. Lors du déblocage de l'arrêt d'urgence, le cycle ne reprend pas dans un ordre logique.

La machine n'est plus sous contrôle. Il faut revoir la gestion des modes de marche et d'arrêt.

Défaut de conception : le vérin hydraulique vertical supporte une charge suspendue. Il y a obligation de maintenir la masse en suspension. Il faut que le vérin soit équipé d'un clapet anti-retour piloté.

4. Non respect des procédures de sécurité

L'opérateur, conducteur de ligne ou conducteur de machine ne respecte pas les procédures écrites réglementant l'utilisation ou l'intervention sur une machine équipée de matériel hydraulique. Le dépannage a lieu dans la précipitation.

La production des pièces en temps et en heure doit être assurée.

Certaines des règles de sécurité sont omises ou ne sont pas respectées à la lettre. L'accident semble éminent.

5. Méconnaissance des risques liés à la transmission et l'utilisation des fluides sous pression

Les opérateurs intervenants à proximité des installations hydrauliques ne sont pas informés des risques.

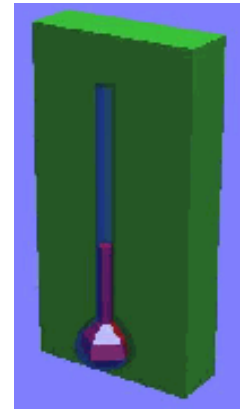
Ils ne connaissent pas les règles de sécurité liées à l'utilisation ou à la manipulation des appareils hydrauliques.

Ils ne savent pas détecter les signes d'un risque hydraulique.

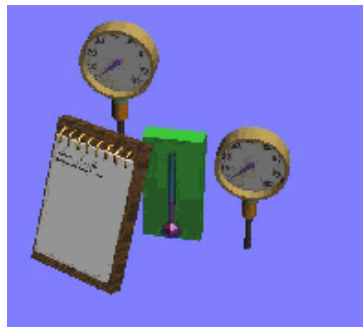
Les techniciens de maintenance ne sont pas formés à la technologie hydraulique. Ils interviennent sur les machines sans formation préalable.

4.3.2.3. Les mesures de prévention

Connaître les paramètres de fonctionnement initiaux : température optimale de l'huile, puissance, pression, débit, vitesse de déplacement, temps de cycle des actionneurs, pression admissible de colmatage des filtres, etc.



Noter et les relever à intervalles réguliers les valeurs des paramètres de fonctionnement afin de pouvoir détecter certaines dérives.



Les appareils de sécurité doivent être plombés et le rester : limiteur de pression, soupape de sûreté des accumulateurs, limiteur de couple ou de charge, conjoncteur-disjoncteur, etc.

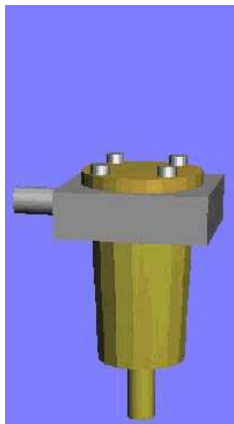
Veiller au bon entretien des accumulateurs et les faire vérifier et éprouver en fonction de leur capacité à intervalles réguliers par un organisme agréé (Apave, Véritas..)



N'employer que des huiles réservées à un usage hydraulique.



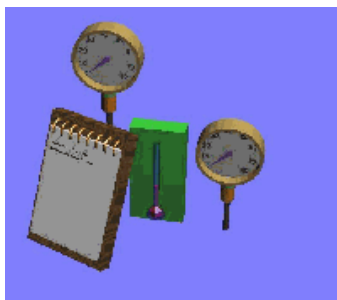
Remplacer les cartouches de filtration en respectant les périodicités préconisées par le constructeur et après toute pollution accidentelle du circuit.



Contrôler la température de l'huile qui ne doit pas dépasser 70° à 80°C.

Contrôler régulièrement la pression de fonctionnement. En cas de doutes sur des phénomènes de coup de bélier, faire vérifier par une analyse en continu la pression de l'huile sur un cycle complet de fonctionnement de la machine ou sur une période plus longue si le défaut est fugitif.

Choisir des manomètres dits de sécurité spécialement conçu pour résister aux chocs et aux surpressions.



Ne confier la fabrication des flexibles qu'à des sous-traitants qualifiés (sociétés spécialisées, fabricant de machines...). Ne pas employer des flexibles de substitution si l'on n'en connaît pas exactement les caractéristiques d'utilisation.



Surveiller régulièrement les flexibles afin de vérifier qu'ils ne frottent pas sur une arête vive ou une paroi chaude, que sa robe n'est pas attaquée par des produits chimiques agressifs extérieurs à l'installation, que ses raccords ne sont pas desserrés consécutivement à des vibrations, que leur montage est correctement réalisé.



Toujours vérifier la consignation de la machine et procéder dans l'ordre en respectant les phases : séparation, condamnation, dissipation et vérification pour les parties électrique et hydraulique.

Il est indispensable de vérifier que l'énergie potentielle d'un accumulateur a été dissipée et ne puisse plus causer un mouvement dangereux. Il faut donc veiller à sa décharge (bloc de sécurité incorporé), ainsi qu'à celle des vérins.



Mettre au point mort ou au repos tous les appareils et actionneurs susceptibles de conserver une énergie potentielle.

4.3.3. Le risque pneumatique

Lorsque vous décidez d'utiliser de l'air comprimé, vous choisissez une source capable d'emmagasiner de grandes quantités d'énergie. C'est pourquoi certaines précautions doivent être prises pour éviter les accidents.

Il convient de respecter les pressions de service maximales autorisées, la température, la charge, etc. et de ne pas les dépasser.

L'air comprimé ne doit pas entrer en contact direct avec la peau.

Des règles de sécurité concernant l'utilisation de l'air comprimé font l'objet de mesures dans un certain nombre de pays.

A l'heure actuelle, les Etats-Unis, la Suisse et la France, ont déterminé des limites sur le soufflage d'air comprimé auquel la peau peut être directement exposée.

Les opérateurs se servent souvent de pistolets de soufflage pour se débarrasser des poussières et des saletés après une journée de travail.

L'utilisation d'air comprimé comporte le risque que de l'air soit poussé à travers la peau, pénètre dans le sang et occasionne une embolie.

L'air peut également faire pénétrer des produits toxiques (solvants, huiles, etc...) à travers la peau.

Les restrictions imposées font suite à un certain nombre d'accidents mortels.

Aux États Unis, la sécurité sur les lieux de travail est réglementée par l'OSHA. L'OSHA (Occupational Safety and Health Administration) correspond à l'inspection du travail. L'utilisation de l'air comprimé est régie par l'art. 1910.242 b de l'OSHA, qui stipule que la pression d'air comprimé en contact direct avec la peau ne doit pas excéder 210 kPa (30 psi).

En Suisse, la SUVA a imposé des restrictions similaires.

En outre, l'art. 1910.242 b stipule qu'une méthode ou un équipement doivent être prévus pour empêcher un éclat ou une particule, quelle que soit sa taille, d'être projeté dans l'œil ou contre la peau de l'opérateur ou d'un collègue de travail.

Cette protection contre les déchets peut être séparée de la buse, comme lorsque des boucliers ou des barrières sont utilisés.

En règle générale, l'utilisation de cônes de soufflage garantit une protection adéquate à l'opérateur, mais des écrans, déflecteurs ou boucliers peuvent s'avérer nécessaires pour éviter que les collègues de travail soient exposés à des projections d'éclats ou de particules.

4.3.4. Les risques de chute d'objet

4.3.4.1. Introduction

Les chutes d'objets peuvent survenir :

- Soit au moment de leur manutention : dépose ou prise de la charge
- Soit au moment de la manutention d'une autre charge qui va déséquilibrer le stockage et provoquer la chute d'un autre objet mal fixé
- Soit par glissement ou effondrement à partir d'un système de stockage mal conçu ou inadapté, de travaux en tranchées, talus, mines, de travaux de démolitions, d'un tremblement de terre...)
- Soit par effraction ou ouverture d'un arrimage mal réalisé ou à la suite d'un accident : notamment pour toutes les charges transportées par route ou voie ferrée.

4.3.4.2. Professions exercées

Toutes les professions sont concernées mais certaines plus que d'autres. Parmi les situations à risque citons :

- Les ateliers de fabrication de produits alimentaires
- Les personnes appelées à se déplacer dans un environnement mal éclairé : déplacement et/ou travail de nuit en extérieur, travail en dépôt, en entrepôt
- Les personnes se déplaçant dans un environnement nouveau (entreprises extérieures, CDD, intérimaires)
- Les personnes travaillant dans des locaux encombrés
- Les personnes intervenant pour l'entretien, le nettoyage, les vérifications, les interventions sur des ouvrages mal accessibles
- Le personnel exerçant des activités de manutention manuelle ou mécanisée
- Les personnes travaillant en hauteur : BTP, nettoyage
- Les transporteurs routiers
- Les déménageurs
- Les dockers

4.3.4.3. Description, évaluation du risque

Dans les opérations de manutention la chute de charge survient lorsque sa prise n'est plus assurée :

- soit par le manutentionnaire
- soit par l'opérateur sur chariot automoteur, appareil de levage, appareil de manutention, système d'amarrage ou préhension

La chute de la charge peut également être accidentelle :

- déséquilibre ou effondrement d'une zone de stockage
- chute sur la voie publique en cours de transport

Les chutes de charges peuvent entraîner des traumatismes par contusions pour les opérateurs ou les personnes à proximité.

Elles entraînent aussi des dégâts matériels :

- pour la charge elle-même à l'occasion de sa chute : bris, déformation, endommagement des produits, déconditionnement...
- et des dégâts collatéraux : choc pouvant entraîner des chutes en série, déstabilisation des racks, déconditionnement et/ou mélange intempestif de produits

Les risques seront d'autant plus grands que :

- la stabilité des étagères de rangements n'est pas assurée
- le gerbage en hauteur est trop important et sans étagères intermédiaires
- l'éclairage est insuffisant pour une bonne appréciation des distances
- les sols sont en mauvais état
- l'opérateur manque de place pour manoeuvrer
- l'opérateur est pressé
- l'opérateur est insuffisamment formé
- l'arrimage des charges est mal réalisé
- le conducteur doit effectuer une manoeuvre brutale

Les risques qui peuvent associés au risque de chute d'objets sont :

- Le travail en hauteur
- La manutention
- Le risque mécanique
- Le risque routier

4.3.5. Les risques de la manutention manuelle

4.3.5.1. Introduction

Quelques définitions :

- Manutention manuelle : toute opération exigeant l'effort physique d'un ou plusieurs travailleurs
- Transport manuel : portage sur une certaine distance d'une charge à une ou plusieurs personnes
- Manutention manuelle au poste de travail : manutention au poste de travail sans déplacement de l'opérateur avec la charge ou déplacement sur une distance inférieure à deux mètres
- Poste pénible : poste où la rotation du personnel est importante ou nécessaire, où une alternance avec d'autres opérations moins contraignantes est impérative, où les risques d'accidents lombaires ou d'affection ostéoarticulaire sont réels, où l'on a constaté un fort absentéisme etc...
- En France, un peu plus de 30% des accidents du travail ont pour origine la manutention manuelle.
- Les lombalgies sont responsables de nombreux et longs arrêts de travail.
- Les soins aux "rhumatisants" absorbent environ 10% du budget social, et les lombosciatiques représentent près de la moitié de ces affections

4.3.5.2. Professions exercées

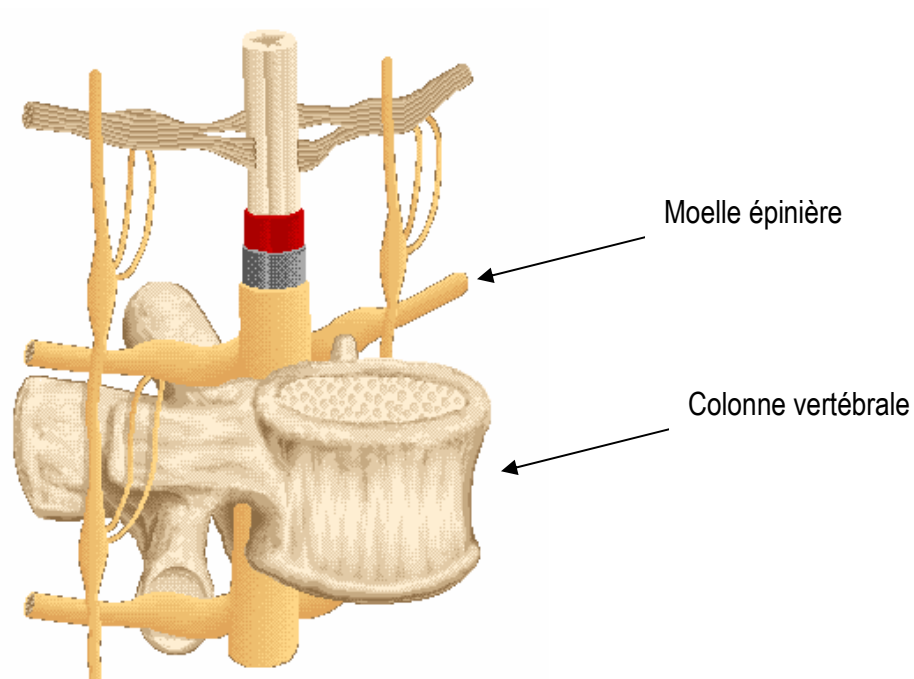
Presque toutes les entreprises sont concernées par les manutentions manuelles mais les accidents du travail sont particulièrement fréquents dans certains secteurs :

- BTP
- Interprofessionnel
- Métallurgie
- Alimentation

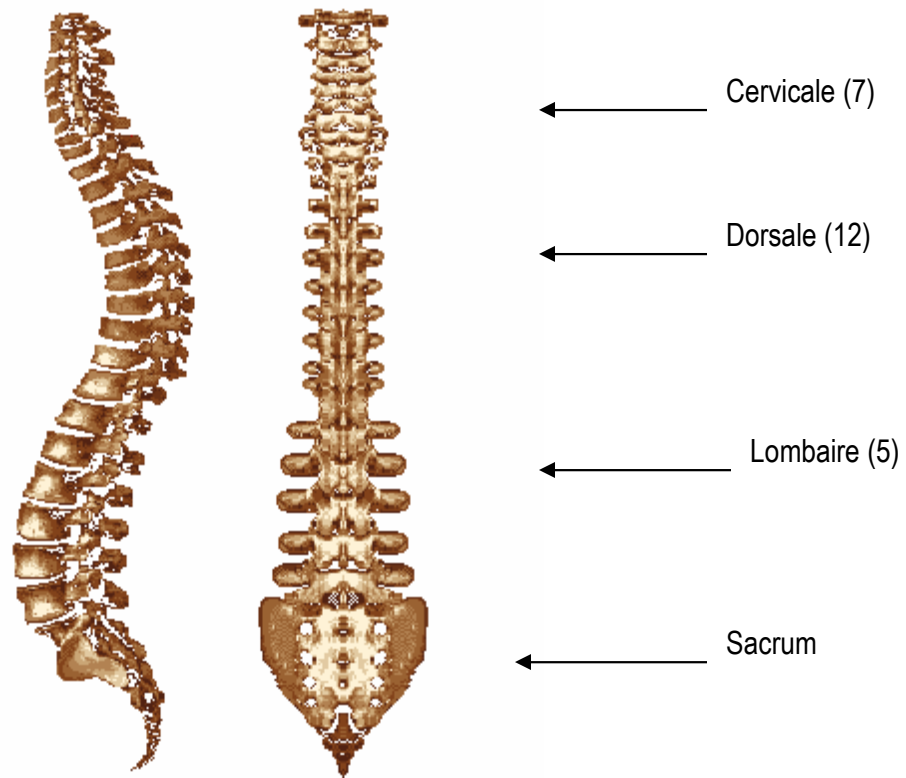
4.3.5.3. Description, évaluation du risque

Définissons dans un premier temps le rôle de la colonne vertébrale :

- Protéger la moelle épinière



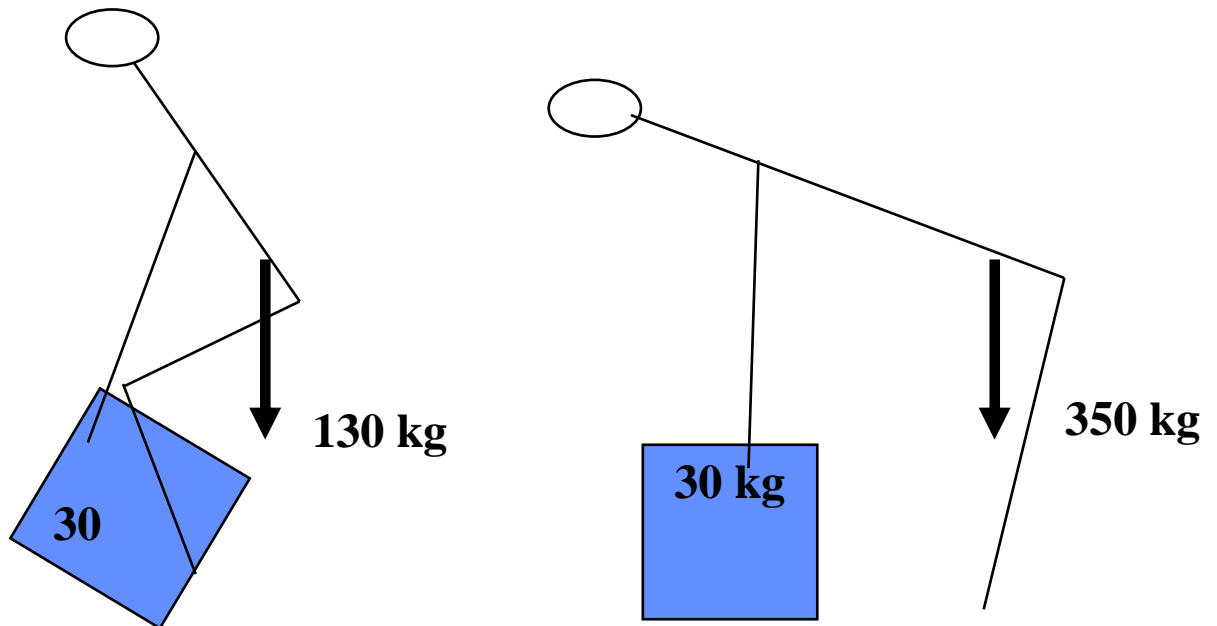
- Pilier de la partie supérieure du corps, de nombreux muscles, os, nerfs y sont rattachés.



- Les vertèbres sont séparées entre elles par un disque qui possède un centre interne appelé noyau pulpeux et un anneau externe fibreux.
- Ces disques peuvent subir des tensions ou pressions inhabituelles liées à de mauvaises positions ou le port de charges lourdes.
- Il peut en résulter une pression sur les nerfs spinaux voisins pouvant donner : sciatique, névralgie, et en cas de rupture du disque une hernie discale.

Lorsque la manutention manuelle ne peut être évitée, l'employeur doit évaluer, si possible préalablement, les risques que font encourir les opérations de manutention pour la sécurité et la santé des travailleurs et organiser les postes de travail de façon à éviter ou à réduire les risques.

Notamment dorso-lombaires, en mettant en particulier à la disposition des travailleurs des aides mécaniques ou, à défaut de pouvoir les mettre en oeuvre, les accessoires de préhension propres à rendre leur tâche plus sûre et moins pénible.



Particularités de la physiologie féminine :

- La musculature constitue environ 35% du poids de la femme contre 45% chez l'homme
- A poids et âge égaux la force musculaire de la femme est inférieure de 25% à celle de l'homme
- Au niveau des lombaires la force de la femme ne représente que 54% de celle de l'homme
- Le métabolisme féminin étant moins élevé sa résistance à l'effort est environ 83% celle de l'homme
- Les cycles menstruels et la grossesse influent sur la fatigue et sur la capacité d'effort

Certains facteurs peuvent aggraver la pénibilité de la manutention manuelle :

- Facteurs liés à la charge :
 - poids, taille et forme de la charge ; charge située en hauteur ou à déposer en hauteur
 - trop lourde ou trop grande
 - encombrante ou difficile à saisir
 - en équilibre instable
 - contenu risque de se déplacer
 - doit être manipulée à distance du tronc
 - doit être manipulée avec une flexion ou torsion du tronc
 - peut entraîner des lésions du fait de son aspect et/ou de sa consistance

- Facteurs liés à l'effort physique :
 - trop important
 - réalisé par un mouvement de torsion du tronc
 - réalisé par un mouvement de rotation du tronc
 - entraîne un mouvement brusque de la charge
 - accompli en position instable

- Facteurs liés aux locaux de travail :
 - espace de travail exigu
 - sol inégal, glissant, instable, en dénivelé, encombré, en mauvais état
 - ne permettant pas une manipulation à hauteur ou posture sûre



- Facteurs d'ambiance :
 - ambiance froide (entrepôt frigorifique) ou chaude (fonderie),
 - intempéries,
 - bruit,
 - humidité

- Facteurs organisationnels :
 - cadences imposées par la machine non modulables par l'opérateur
 - gestes répétitifs,
 - travail dans l'urgence,
 - travail posté, travail de nuit
 - efforts physiques trop fréquents ou prolongés
 - période de repos ou récupération insuffisante

- Facteurs propres à l'individu:
 - inaptitude ou antécédents physiques
 - inadéquation des vêtements, chaussures ...
 - connaissance ou formation insuffisante
 - excès de zèle
 - méconnaissance de ses capacités

Afin d'évaluer la capacité d'adaptation à l'effort du salarié, notamment pour les postes les plus pénibles, le médecin du travail pourra :

Procéder à un enregistrement de la fréquence cardiaque : toute augmentation de plus de trente battements par minute rapportée à la fréquence de repos est un indicateur de charge de travail physique déjà important.

A défaut, réaliser une épreuve de Brouha : à pratiquer après la séquence estimée la plus représentative de la pénibilité du poste ; étudie la récupération de la charge de travail et permet d'apprécier la pénibilité du poste.

4.3.5.4. Limites du port de charge, en fonction de l'âge et du sexe

- Port de charges pour les **garçons**:
 - De **14 ou 15 ans**: 15 kg.
 - De **16 ou 17 ans**: 20 kg
- Port de charges pour les **filles**:
 - De **14 ou 15 ans**: 8 kg.
 - De **16 ou 17 ans**: 10 kg
- Port de charges pour les **femmes** (>18 ans):
La limite à ne pas dépasser est **25 kg au maximum**,
- Port de charges pour les **hommes** (>18 ans):
La limite à ne pas dépasser est de **55 kg au maximum**.
Les hommes ne peuvent porter des charges supérieures à **55 kg**, que s'ils sont reconnus aptes à le faire, par le médecin du travail.
- Attention tout de même, à la quantité portée en une journée :

Important :

En aucun cas un travailleur ne peut porter un poids supérieur à 105 kg.

- En effet l'article **R. 231-72** du **code du travail** précise:

«Lorsque le recours à la manutention manuelle est inévitable, et que les aides mécaniques ne peuvent pas être mises en oeuvre, un travailleur ne peut être admis à porter d'une façon habituelle des charges supérieures à **55 kg**, qu'à condition d'y avoir été reconnu apte par le médecin du travail, sans que ces charges puissent être supérieures à **105 kg**».

- Port de charge pour un travailleur qui monte à une échelle :

Un travailleur qui monte à une **échelle** ne peut porter plus de **30 kg** conformément à l'arrêté du 21 septembre 1982.

- Limites d'effort en cas d'utilisation de moyens de manutention à traction manuelle :

La **recommandation R. 367 de la CNAM** indique les **limites d'effort** à ne pas dépasser en cas d'utilisation de transpalettes manuels, dans le transport et les commerces de l'alimentation.

Elle sert également de référence pour d'autres secteurs d'activité professionnelle.

Conformément à la recommandation R. 367 de la CNAM:

Ne pas dépasser en translation horizontale un effort de (en déplacement unitaire) :

- **25 kg** pour un **homme** (soit une charge maximale de 600 kg sur le transpalette)
- et de **15 kg** pour une **femme** (soit une charge maximale de 360 kg sur le transpalette)

Pour ces valeurs, il est prudent de faire aider l'opérateur par un tiers au démarrage.

Les Normes AFNOR (Association Française de NORmalisation Norme X35-109) précisent quant à elles, les limites acceptables en manutention manuelle en fonction de l'âge et du sexe :

En port répétitif : (Par exemple pour une charge maximale de 25 kg, tonnage de 50kg/min soit 3t/h)

Sexe & Age	Charge maximale
Homme 18 / 45 ans	25 kg
Homme 45 / 65 ans	20 kg
Femme 18 / 45 ans	12,5 kg
Homme 16 / 18 ans	12,5 kg
Femme 45 / 65 ans	10 kg
Femme 16 / 18 ans	10 kg

Ces limites sont en général retenues dans les entreprises afin de concilier le rendement et la santé des opérateurs.

Pour une utilisation correspondant à la fois à des **distances supérieures à 30 mètres** et à des **durées supérieures à 3 heures par jour**, utiliser des moyens de manutention à translation électrique.

4.3.5.5. Tableaux récapitulatifs des limitations

Âge et sexe	Tonnage maximal transporté sur 10 m (kg/min)	Coefficients de correction (CC)
Hommes 18-45 ans	50	1
Hommes 45-65 ans	40	0,8
Femmes 18-45 et Hommes 15-18 ans	25	0,5
Femmes 15-18 et 45-65 ans	20	0,4

Distance (m)	Tonnage maximal transporté (kg/min)	Coefficients de correction (CC)
20	25	0,5
10	50	1
4	100	2
2	150	3
1	200	4

Caractéristiques de la tâche	Tonnage maximal transporté sur 10 m (kg/min)	Coefficients de correction (CC)
Transport seul dans les conditions de référence	50	1
Soulèvement à partir du sol, transport et dépose	25	0,5
Transport dans des conditions défavorables	25	0,5

4.3.5.6. Exemple de calcul

Soit un groupe d'hommes âgés de 40 à 58 ans travaillant à décharger un camion rempli de caisses. La distance à parcourir est de 15 mètres. Il n'y a pas d'abri et le sol est souvent glissant. Quelles sont les limitations ergonomiques de port manuel de charges à respecter?

- 1- La masse unitaire pour le groupe d'hommes considéré : 20 kg
- 2- La valeur du cc est de 0,8 (Homme de 45 à 65 ans)
- 3- La distance à parcourir de 15 m donne un cc entre 0,5 et 1, soit 0,75.
- 4- Les conditions défavorables (sol glissant, conditions météorologiques) imposent un cc de 0,5.

Ce qui nous donne :

$$50\text{kg/min} \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 0,5 = 15\text{kg/min}$$

Le sujet disposera donc de :

$20\text{kg (masse unitaire)} / 15\text{kg} \cdot \text{min}^{-1} = 1,333333 \text{ min} = \mathbf{1\text{min et } 20\text{s}}$ pour accomplir un cycle complet comportant un port de charge sur une distance de 15 m et un retour à vide sur la même distance.

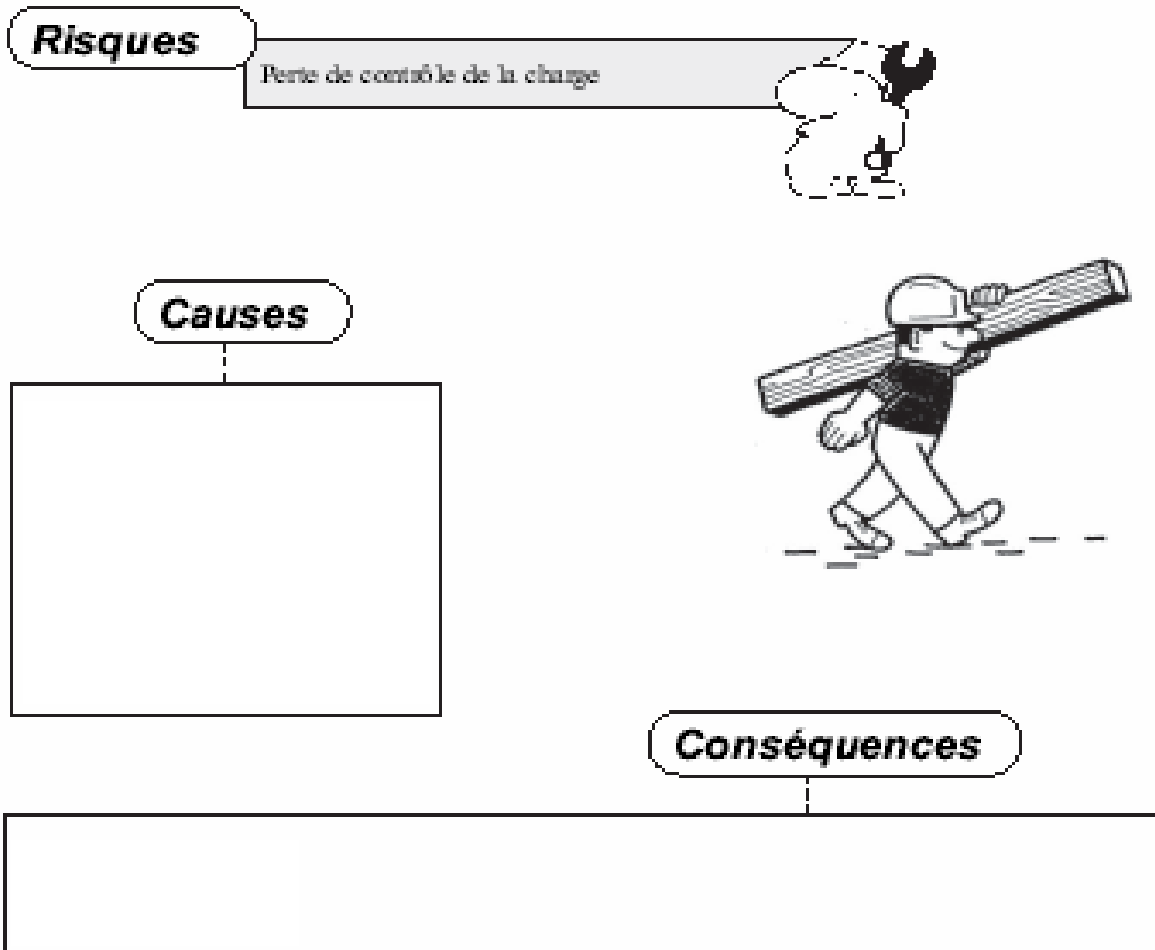
Dans le cas où il y aurait encore un soulèvement du sol :

$$50\text{kg/min} \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 7,5 \text{ kg/min}$$

Le sujet disposera donc de :

20kg (masse unitaire)/7,5 kg/min=2,66666 min= **2 min et 40s** pour accomplir un cycle complet comportant un port de charge sur une distance de 15 m et un retour à vide sur la même distance.

4.3.5.7. Etude de cas



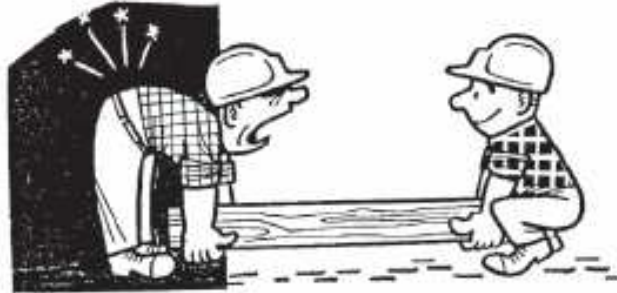
Prévention :

Risques

Affections dorsales



Causes



Conséquences

Prévention :

4.3.6. Les risques de la manutention mécanique

4.3.6.1. Définition

La manutention mécanique permet d'éviter les risques propres à la manutention manuelle.

Elle fait appel à l'utilisation d'appareils de levage et de transport : palans, poulies, transpalettes, chariots automoteurs à conducteur porté, etc.

Le code du travail indique :

- > les différentes vérifications nécessaires : à la mise en service, périodiques, de conformité, après une interruption...
- > les formations obligatoires, préalables à toute utilisation et réactualisées chaque fois que nécessaire
- > l'obligation pour l'employeur de délivrer une autorisation de conduite pour certains de ces appareils (chariots automoteurs, transpalettes, plate-forme élévatrice, ponts roulants...)

> l'obligation pour l'employeur de mettre à disposition du personnel des équipements de protection individuelle

4.3.6.2. Evaluation du risque

Pour la manutention mécanique

- > Les caractéristiques de la charge.
- > Le mode de fixation de la charge : arrimage absent ou insuffisant, charge mal répartie.
- > Les moyens de manutention : mauvaise utilisation, entretien et vérifications insuffisants, utilisation d'engins inadaptés.
- > Le port de protections individuelles.
- > Les facteurs humains : information et formation insuffisantes.
- > L'environnement : état du sol, encombrement, éclairage, ambiance...

Elle pourra éviter la survenue d'accidents tels que :

- > les chutes de charges,
- > les heurts,
- > les coincements,

4.3.6.3. Les bonnes questions pour prévenir les risques

Avez-vous l'habilitation délivrée par votre employeur ?

- > Formation (théorique et pratique).
- > Contrôle des connaissances et du savoir-faire.
- > Visite médicale (aptitude physique et psychotechnique).
- > Connaissance des lieux et des consignes spécifiques de votre lieu de travail.

Votre appareil est-il adapté à votre tâche ?

- > Nature de l'appareil.
- > Caractéristiques (hauteur de levée, inclinaison, charge...).
- > Accessoires (élingue, câble, potence, éperon...).

Votre appareil est-il entretenu et contrôlé régulièrement ?

- > Vérification par un organisme agréé avant la première utilisation (et pour une remise en service après un arrêt prolongé).
- > Puis trois types de vérifications doivent être réalisées :
 - par le personnel habilité, avant chaque utilisation (freins, niveau d'huile, avertisseur sonore et lumineux, câbles, vérins...),

- par une société de maintenance qui assure un entretien régulier de l'installation et de ses accessoires,
- par un organisme agréé qui procède aux contrôles périodiques obligatoires. Leur périodicité est définie par la réglementation et varie suivant le type d'appareil. Quelques exemples de périodicité selon les appareils ou accessoires :
 - appareils de levage mus mécaniquement (pont roulant, treuil, portique...) : annuelle
 - appareils mus à bras : annuelle
 - chariots automoteurs à conducteur porté : semestrielle
 - pont élévateur pour véhicule : annuelle

Avez-vous un registre de sécurité pour y consigner les vérifications ?

- > Date de l'intervention.
- > Nature.
- > Nom de l'intervenant.
- > Observations et signalement de toute anomalie.

Connaissez-vous les caractéristiques de votre charge ?

- > Poids et taille (stabilité de la charge sur l'appareil).
- > Nature (matières dangereuses).
- > Emballage et signalétique.

Connaissez-vous l'itinéraire à emprunter ?

- > Circulation interne sur votre site.
- > Nature du sol, plan incliné, encombrement, hauteur et largeur de passage, bruit, éclairage...

Comment prendre, transporter, déposer votre charge ?

- > Fixation correcte de la charge.
- > Absence d'obstacle pendant l'opération.
- > Bonne visibilité lors de la manoeuvre.
- > Respect des consignes de manoeuvre.
- > Signalisation de la charge complémentaire pour tout nouvel accessoire utilisé (éperon, potence, pinces, rallonges de fourche).

Avez-vous les bons équipements de protection individuelle ?

- > Vêtements adaptés, chaussures de sécurité, gants, et si nécessaires casque, protection auditive...

4.3.6.4. Etude de cas

Risques

Rupture d'élingue



Causes

[Empty rectangular box for causes]



Conséquences

[Empty rectangular box for consequences]

Prévention :

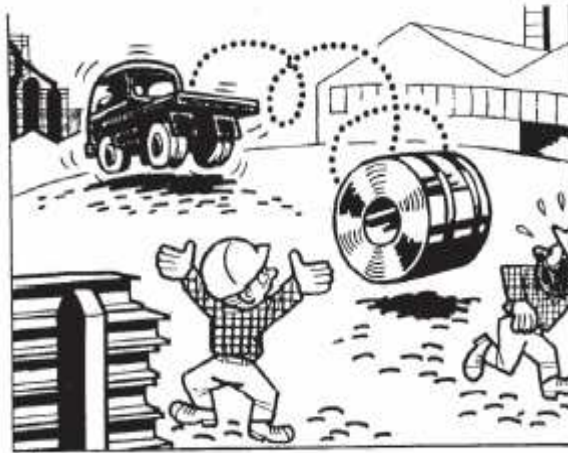
Risques

Chute de charge d'un véhicule ou d'un engin de manutention (chariot)



Causes

[Empty box for causes]



Conséquences

[Empty box for consequences]

Prévention :

Risques

Perte de charge (en cours de levage ou de déplacement)



Causes

[Empty rectangular box for listing causes]



Conséquences

[Empty rectangular box for listing consequences]

Prévention :

4.3.7. Le bruit

4.3.7.1. Des bruits qui courent

Un son est une vibration acoustique, c'est-à-dire un mouvement des particules d'un milieu (l'air, par exemple) capable d'éveiller une sensation auditive.

La vitesse de propagation du son dépend du milieu : dans l'air, elle est de 340 m/s, dans l'eau 1 500 m/s, dans l'acier 6 000 m/s.

Matériaux	Célérité du son (m/s)
Air	343
Eau	1480
Glace	3200
Verre	5300
Acier	5600 à 5900
Plomb	1200
Titane	4950
PVC (mou)	2000
PVC (dur)	2400
Béton	3100
Hêtre	3300
Granite	6200

Un son devient un bruit lorsque la sensation auditive devient désagréable ou gênante.

En 1987, la Direction des Relations du Travail (DRT) et le Service des Etudes et de la Statistique (SES) du ministère des affaires sociales et de l'emploi ont fait une enquête nationale visant à améliorer la connaissance des risques professionnels auxquels sont exposés les salariés.

Cette enquête, réalisée à partir de questionnaires remplis par les médecins du travail lors des examens médicaux systématiques, est connue sous le nom de SUMER (SURveillance MEDicale des Risques).

En ce qui concerne le bruit, les résultats font apparaître que :

- 13% des salariés sont exposés à des bruits supérieurs à 85 dB(A) ; ce pourcentage atteint 28% dans la population ouvrière.
- 34% des ouvriers déclarent ne pas entendre une personne qui leur parle à voix normale à une distance de 2 ou 3 m.

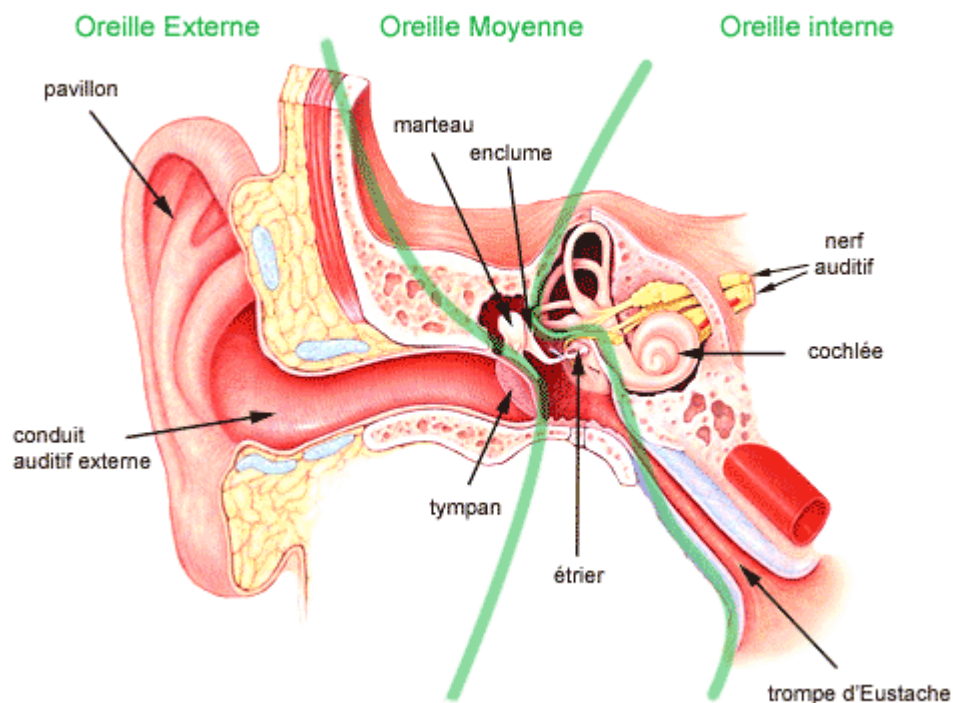
Ces résultats montrent l'importance de l'exposition professionnelle au bruit et notamment celle de la population ouvrière.

En 2003, près d'un tiers des salariés sont exposés à des nuisances sonores, d'après une enquête nationale sur les expositions professionnelles. Les salariés intérimaires sont parmi les plus exposés et peuvent échapper à la surveillance des médecins du travail.



4.3.7.2. Les trois oreilles

4.3.7.2.1. Anatomie et fonctionnement de l'oreille



L'oreille se compose de 3 parties : l'**oreille externe**, l'**oreille moyenne** et l'**oreille interne**.

L'oreille externe comprend le **pavillon** et le **conduit auditif**, d'un diamètre de 6 à 8 mm et de 27 mm de longueur, dont le rôle est de canaliser le bruit.

Ce conduit aboutit à une membrane tendue, le **tympán**, dont la surface est de l'ordre de 50 à 60 mm². Le tympán se déforme sous l'action du bruit.

L'oreille moyenne est constituée d'une cavité de 1 à 2 cm³, remplie d'air, creusée à l'intérieur de l'os temporal.

La **chaîne d'osselets**, le **marteau**, l'**enclume** et l'**étrier**, est suspendue dans cette cavité par des ligaments. Elle transmet les vibrations que lui applique le tympán à l'oreille interne.

Le rôle des osselets est d'assurer une bonne adaptation entre le milieu aérien de l'oreille externe et le milieu liquide de l'oreille interne. Ils agissent à la manière d'un levier transformant des mouvements de faible force et de grande amplitude en mouvements de force plus importante et d'amplitude moindre.

La cavité de l'oreille moyenne est mise en communication avec l'air ambiant lors des mouvements de déglutition par l'intermédiaire de la trompe d'Eustache qui débouche dans l'arrière-nez, ce qui permet d'égaliser la pression de chaque côté du tympán.

Enfin, de petits muscles agissant sur le marteau et l'étrier peuvent modifier la raideur et assurer une certaine protection de l'ouïe.

L'oreille interne comprend le **limaçon** (ou **cochlée**), d'une longueur de 3,5 cm environ, enroulé sur lui-même en deux spires et demie. Il est divisé sur sa longueur en rampes séparées par des membranes.

Les déplacements de l'étrier produisent des mouvements de ces membranes qui sont détectés par des cellules sensorielles (les cellules ciliées) au nombre de 20 000. Celles-ci délivrent un influx nerveux recueilli par le nerf auditif qui le transmet au cerveau.

4.3.7.2.2. Grandeurs caractéristiques

-Décibel et décibel(A)

Pour évaluer physiquement les niveaux sonores, on utilise une unité particulière : le décibel, noté dB.

Pour évaluer les niveaux sonores perçus, il est nécessaire de tenir compte de la sensibilité toute particulière de l'oreille humaine, ce qui conduit à utiliser un décibel pondéré :

le décibel(A), noté dB(A).



Les niveaux sonores sont mesurés avec un sonomètre.

dans la vie quotidienne	niveau sonore	au travail	les effets	
décollage d'une fusée	180			risque avéré pour l'audition
turbo réacteur	140			
coup de fusil	130	banc d'essai moteur	seuil de la douleur	
formule 1	120	marteau piqueur		
orchestre musique pop	110	atelier chaudronnerie		
passage d'un train	100	scie circulaire		
walkman à fond	90	ponceuse	présomption de risque pour l'audition	
	85			
radio à fond	80	machine à tailler les outillages		pas de risque pour l'audition
restaurant bruyant	70	bureau avec machines à écrire	travail de bureau difficile	
conversation animée	60	bureau bruyant		
conversation calme	50	grand bureau calme	travail intellectuel pénible	
appartement tranquille	40	petit bureau calme		
promenade en forêt	30			
campagne paisible	20			

studio d'enregistrement	10		
silence	0		seuil d'audibilité

Exemples de niveaux sonores

-Règles d'addition des niveaux sonores

Les décibels, basés sur une échelle logarithmique, ne s'additionnent pas. Il faut suivre une règle de composition en utilisant soit le tableau des équivalences, soit le diagramme des équivalences.

différence entre les 2 niveaux sonores	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
valeur à ajouter au niveau le plus élevé	3	2,5	2,1	1,8	1,4	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2

tableau des équivalences

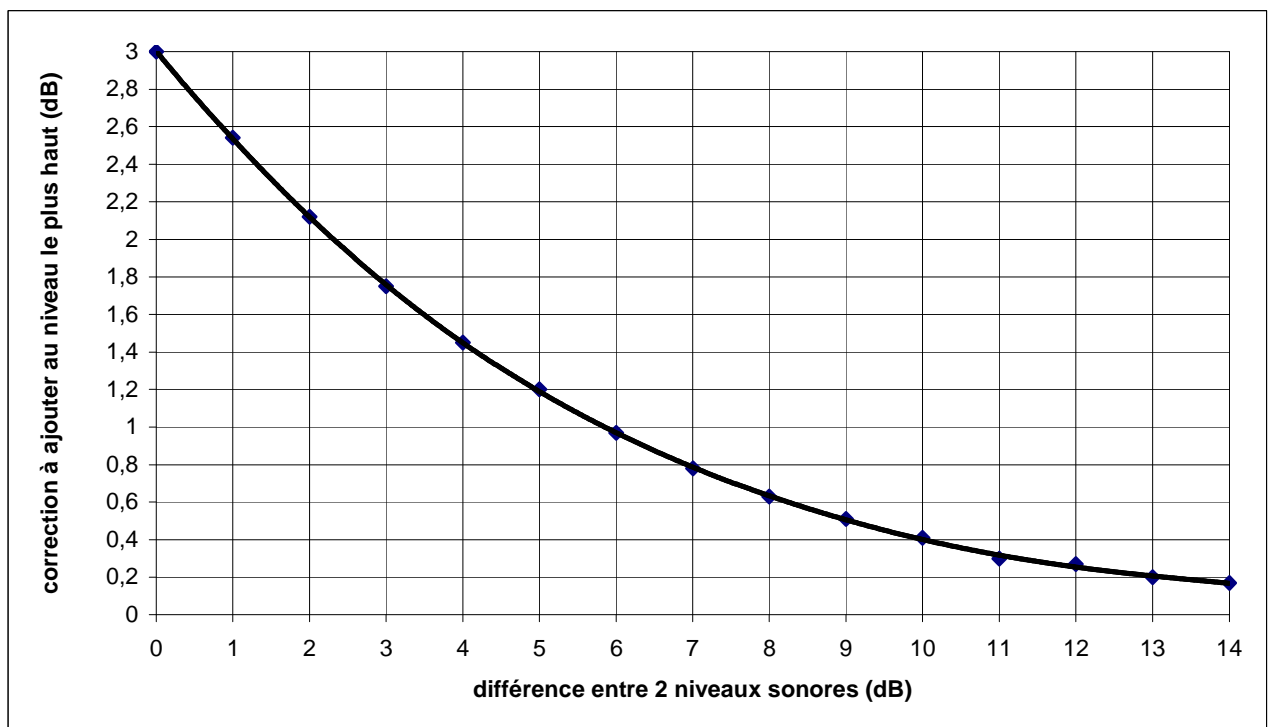


diagramme des équivalences

exemple : Lorsque 2 machines produisant respectivement 81 et 87 dB(A) fonctionnent simultanément, le niveau sonore résultant est : $87 + 1 = 88$ dB(A).

Ce résultat peut se vérifier par rapport à la formule suivante :

$$L_{total} = 10 \log(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots)$$

remarques :

- 1) Lorsque l'écart de niveau entre 2 machines est supérieur à 10 dB(A), le niveau sonore résultant est égal à celui de la machine la plus bruyante. Le fait d'arrêter la moins bruyante ne change donc rien au niveau sonore.
- 2) Lorsque 10 machines fonctionnent simultanément, le fait d'en arrêter 9 diminue le niveau sonore de 10 dB(A) seulement.
- 3) Si une machine produit 80 dB(A), alors :
 - 2 machines produisent 83 dB(A)
 - 3 machines produisent 85 dB(A)
 - 4 machines produisent 86 dB(A)
 - 5 machines produisent 87 dB(A)
 - 6 machines produisent 88 dB(A)
 - 10 machines produisent 90 dB(A)

Relation en commun : $L_{total} = L_{initial} + 10 \log(\text{nb machine})$

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

-Fréquence

La fréquence est la grandeur qui permet d'évaluer le caractère grave ou aigu d'un son. L'unité utilisée est le Hertz, noté Hz.

-Domaines de niveau et de fréquence

domaines de niveau :

Au dessous d'un certain niveau, **0 dB(A)** environ pour une oreille jeune, le son n'est pas audible.

Au-delà d'un niveau de **120 dB(A)** environ, on franchit le seuil de la douleur.

domaines de fréquences :

Les sons trop graves, au-dessous de **20 Hz** environ, ne sont pas perçus : c'est le domaine des infrasons.

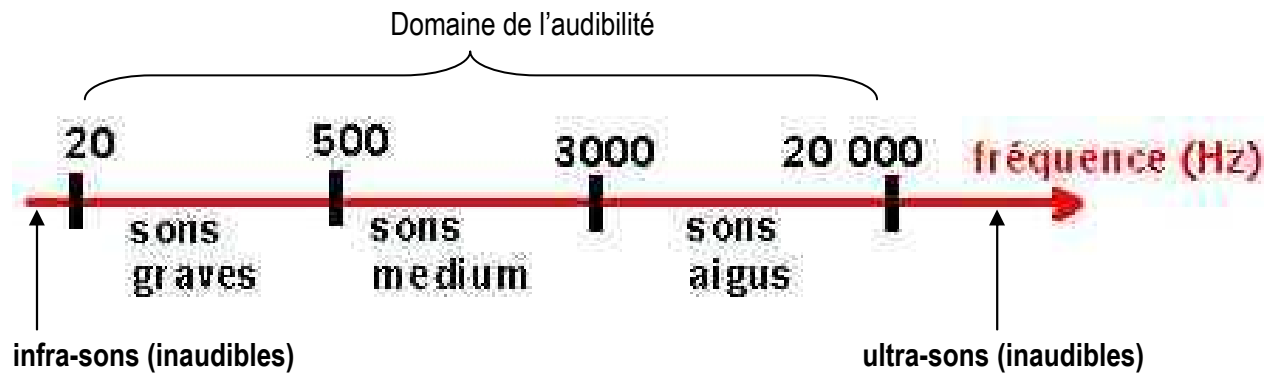
Les sons trop aigus, au dessus de **20 000 Hz** environ, ne sont pas perçus non plus : ce sont les ultrasons.

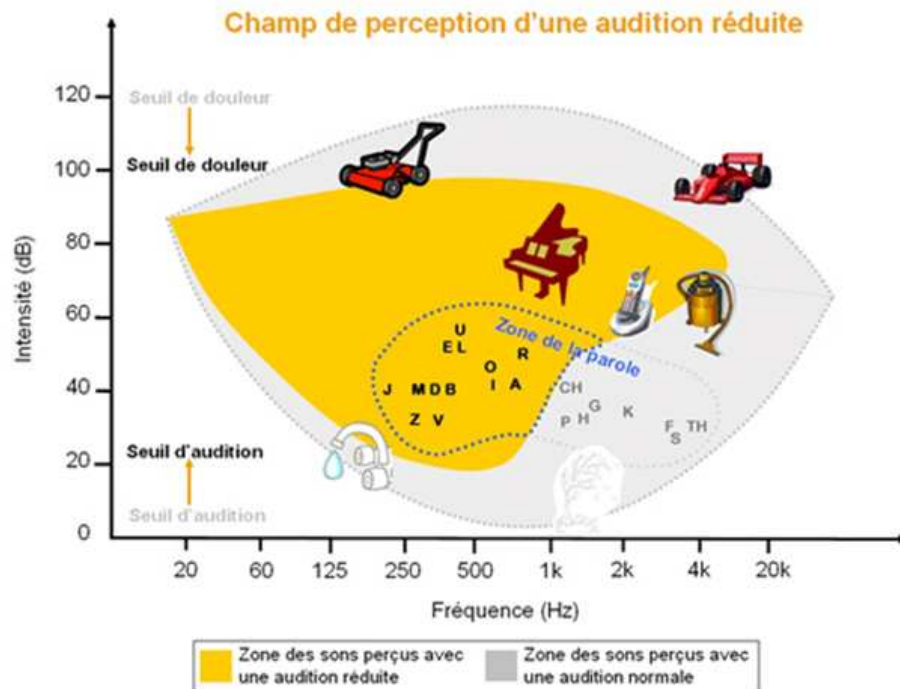
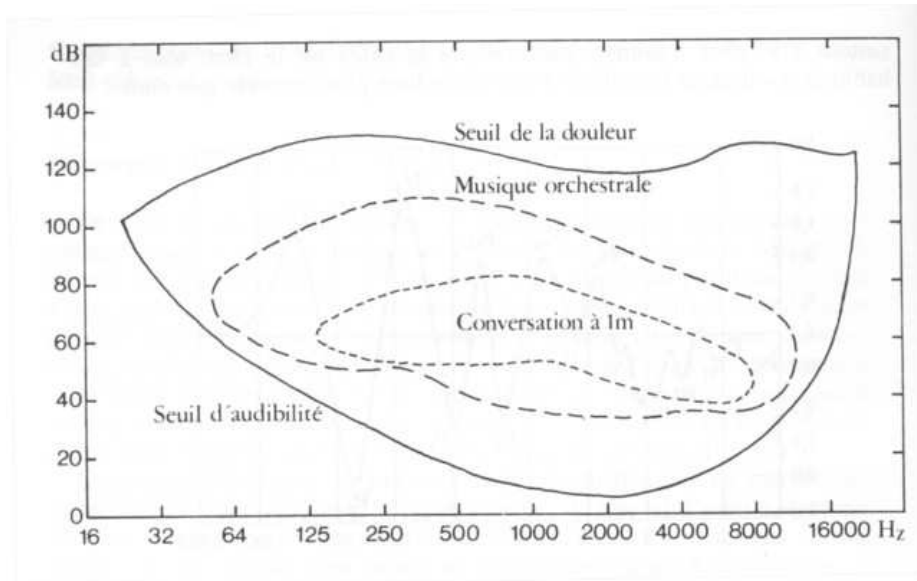
Les sons compris entre 20 et 400 Hz sont dits graves.

Les sons compris entre 400 et 2 000 Hz sont dits médiums.

Les sons compris entre 2 000 et 20 000 Hz sont dits aigus.

remarque : La voix est un ensemble de sons de fréquences comprises entre 250 et 3 500 Hz.





Le champ auditif humain

4.3.7.2.3. Effets du bruit

Les effets du bruit sur l'homme sont classés en 2 catégories : les effets auditifs et les effets extra-auditifs.

a) Les effets auditifs

On en distingue trois : la surdité, la fatigue auditive et l'effet de masque.

La **surdité** est un déficit auditif permanent dû à l'action prolongée du bruit. Ce sont les cellules auditives, logées dans le limaçon, qui sont irréversiblement détruites sous l'effet du bruit.

La surdité évolue généralement en 4 phases :

- Les premiers temps de l'exposition au bruit, de légers troubles, tels que sifflements et sensation d'oreille bouchée, apparaissent. Le déficit est peu important, généralement localisé à 4 000 Hz. Le sujet ne se rend pas compte de ce déficit auditif.
- Il y a aggravation du déficit auditif à 4 000 Hz et aux fréquences supérieures. Les fréquences conversationnelles (de 500 à 2 000 Hz) ne sont pas touchées et le sujet ne s'aperçoit de rien.
- Le sujet commence à être gêné dans les communications verbales. Des sifflements peuvent apparaître. La fréquence 2 000 Hz est touchée.
- Les sifflements deviennent importants et gênants. La conversation devient très difficile.

La **fatigue auditive** est caractérisée par l'ensemble des perturbations temporaires consécutives à l'exposition au bruit. La principale perturbation est un déficit auditif qui disparaît après une période de repos.

L'**effet de masque** est le phénomène par lequel un son utile, la parole par exemple, n'est plus perçu du fait de l'existence simultanée d'un bruit masquant.

b) Les effets extra-auditifs

Le bruit a des effets sur le comportement : irritabilité, difficulté à se concentrer.

Le bruit a également d'autres effets sur la santé : stress, troubles du sommeil, fatigue générale.

4.3.7.3. Avec le temps

4.3.7.3.1. Le niveau d'exposition sonore quotidien

La réglementation utilise le niveau d'exposition sonore quotidienne $L_{ex,d}$ pour fixer les valeurs limites d'exposition. Le $L_{ex,d}$ est le niveau de bruit que recevrait un salarié pendant 8 heures par rapport au niveau qu'il reçoit effectivement à son poste de travail pendant la durée réelle d'exposition.

Les risques sont les mêmes dans les 2 cas.

exemple : Un salarié exposé à 98 dB(A) pendant 4 h a un $L_{ex,d} = 95$ dB(A), c'est-à-dire que son exposition est équivalente à une exposition de 95 dB(A) pendant 8 h.

	1mn	5mn	15mn	30mn	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h
80,0	53,2	60,2	64,9	68,0	71,0	74,0	75,7	77,0	78,0	78,8	79,4	80,0	80,5
81,0	54,2	61,2	65,9	69,0	72,0	75,0	76,7	78,0	79,0	79,8	80,4	81,0	81,5
82,0	55,2	62,2	66,9	70,0	73,0	76,0	77,7	79,0	80,0	80,8	81,4	82,0	82,5
83,0	56,2	63,2	67,9	71,0	74,0	77,0	78,7	80,0	81,0	81,8	82,4	83,0	83,5
84,0	57,2	64,2	68,9	72,0	75,0	78,0	79,7	81,0	82,0	82,8	83,4	84,0	84,5
85,0	58,2	65,2	69,9	73,0	76,0	79,0	80,7	82,0	83,0	83,8	84,4	85,0	85,5
86,0	59,2	66,2	70,9	74,0	77,0	80,0	81,7	83,0	84,0	84,8	85,4	86,0	86,5
87,0	60,2	67,2	71,9	75,0	78,0	81,0	82,7	84,0	85,0	85,8	86,4	87,0	87,5
88,0	61,2	68,2	72,9	76,0	79,0	82,0	83,7	85,0	86,0	86,8	87,4	88,0	88,5
89,0	62,2	69,2	73,9	77,0	80,0	83,0	84,7	86,0	87,0	87,8	88,4	89,0	89,5
90,0	63,2	70,2	74,9	78,0	81,0	84,0	85,7	87,0	88,0	88,8	89,4	90,0	90,5
91,0	64,2	71,2	75,9	79,0	82,0	85,0	86,7	88,0	89,0	89,8	90,4	91,0	91,5
92,0	65,2	72,2	76,9	80,0	83,0	86,0	87,7	89,0	90,0	90,8	91,4	92,0	92,5
93,0	66,2	73,2	77,9	81,0	84,0	87,0	88,7	90,0	91,0	91,8	92,4	93,0	93,5
94,0	67,2	74,2	78,9	82,0	85,0	88,0	89,7	91,0	92,0	92,8	93,4	94,0	94,5
95,0	68,2	75,2	79,9	83,0	86,0	89,0	90,7	92,0	93,0	93,8	94,4	95,0	95,5
96,0	69,2	76,2	80,9	84,0	87,0	90,0	91,7	93,0	94,0	94,8	95,4	96,0	96,5
97,0	70,2	77,2	81,9	85,0	88,0	91,0	92,7	94,0	95,0	95,8	96,4	97,0	97,5
98,0	71,2	78,2	82,9	86,0	89,0	92,0	93,7	95,0	96,0	96,8	97,4	98,0	98,5
99,0	72,2	79,2	83,9	87,0	90,0	93,0	94,7	96,0	97,0	97,8	98,4	99,0	99,5
100,0	73,2	80,2	84,9	88,0	91,0	94,0	95,7	97,0	98,0	98,8	99,4	100,0	100,5
101,0	74,2	81,2	85,9	89,0	92,0	95,0	96,7	98,0	99,0	99,8	100,4	101,0	101,5
102,0	75,2	82,2	86,9	90,0	93,0	96,0	97,7	99,0	100,0	100,8	101,4	102,0	102,5
103,0	76,2	83,2	87,9	91,0	94,0	97,0	98,7	100,0	101,0	101,8	102,4	103,0	103,5
104,0	77,2	84,2	88,9	92,0	95,0	98,0	99,7	101,0	102,0	102,8	103,4	104,0	104,5
105,0	78,2	85,2	89,9	93,0	96,0	99,0	100,7	102,0	103,0	103,8	104,4	105,0	105,5
106,0	79,2	86,2	90,9	94,0	97,0	100,0	101,7	103,0	104,0	104,8	105,4	106,0	106,5
107,0	80,2	87,2	91,9	95,0	98,0	101,0	102,7	104,0	105,0	105,8	106,4	107,0	107,5
108,0	81,2	88,2	92,9	96,0	99,0	102,0	103,7	105,0	106,0	106,8	107,4	108,0	108,5
109,0	82,2	89,2	93,9	97,0	100,0	103,0	104,7	106,0	107,0	107,8	108,4	109,0	109,5
110,0	83,2	90,2	94,9	98,0	101,0	104,0	105,7	107,0	108,0	108,8	109,4	110,0	110,5
111,0	84,2	91,2	95,9	99,0	102,0	105,0	106,7	108,0	109,0	109,8	110,4	111,0	111,5
112,0	85,2	92,2	96,9	100,0	103,0	106,0	107,7	109,0	110,0	110,8	111,4	112,0	112,5
113,0	86,2	93,2	97,9	101,0	104,0	107,0	108,7	110,0	111,0	111,8	112,4	113,0	113,5
114,0	87,2	94,2	98,9	102,0	105,0	108,0	109,7	111,0	112,0	112,8	113,4	114,0	114,5
115,0	88,2	95,2	99,9	103,0	106,0	109,0	110,7	112,0	113,0	113,8	114,4	115,0	115,5
116,0	89,2	96,2	100,9	104,0	107,0	110,0	111,7	113,0	114,0	114,8	115,4	116,0	116,5
117,0	90,2	97,2	101,9	105,0	108,0	111,0	112,7	114,0	115,0	115,8	116,4	117,0	117,5
118,0	91,2	98,2	102,9	106,0	109,0	112,0	113,7	115,0	116,0	116,8	117,4	118,0	118,5
119,0	92,2	99,2	103,9	107,0	110,0	113,0	114,7	116,0	117,0	117,8	118,4	119,0	119,5
120,0	93,2	100,2	104,9	108,0	111,0	114,0	115,7	117,0	118,0	118,8	119,4	120,0	120,5
121,0	94,2	101,2	105,9	109,0	112,0	115,0	116,7	118,0	119,0	119,8	120,4	121,0	121,5
122,0	95,2	102,2	106,9	110,0	113,0	116,0	117,7	119,0	120,0	120,8	121,4	122,0	122,5
123,0	96,2	103,2	107,9	111,0	114,0	117,0	118,7	120,0	121,0	121,8	122,4	123,0	123,5
124,0	97,2	104,2	108,9	112,0	115,0	118,0	119,7	121,0	122,0	122,8	123,4	124,0	124,5
125,0	98,2	105,2	109,9	113,0	116,0	119,0	120,7	122,0	123,0	123,8	124,4	125,0	125,5

Tableau du niveau d'exposition sonore quotidienne $L_{ex,d}$

remarque: Les résultats du tableau peuvent être retrouvés par le calcul :

$$L_{ex,d} = L_{Aeq,T_d} + 10 \log \left(\frac{T_d}{T_0} \right)$$

4.3.7.3.2. Le niveau de pression acoustique de crête

Le niveau de pression acoustique de crête, noté L_{pc} , permet d'évaluer les risques d'atteinte de l'audition provoquée par les bruits impulsionnels (chocs, martèlement).

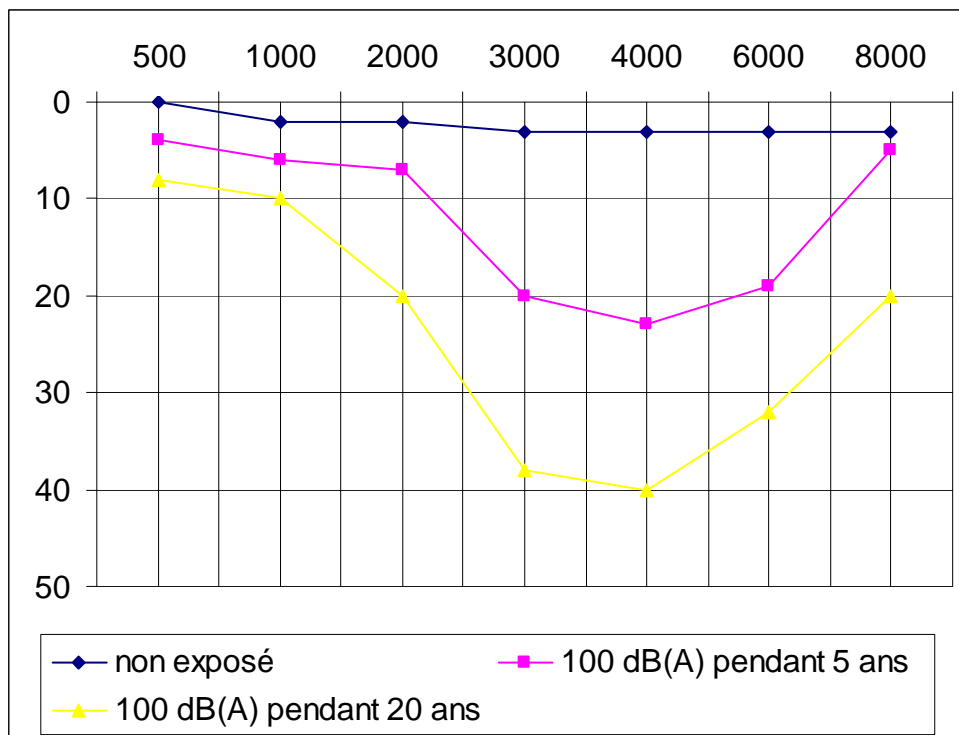
Le L_{pc} est la valeur maximale atteinte par la pression acoustique lors de la survenue d'un bruit impulsionnel.

Le décret du 21 avril 1988 et la circulaire du 6 mai 1988 fixe les valeurs limites d'exposition au bruit en milieu professionnel :

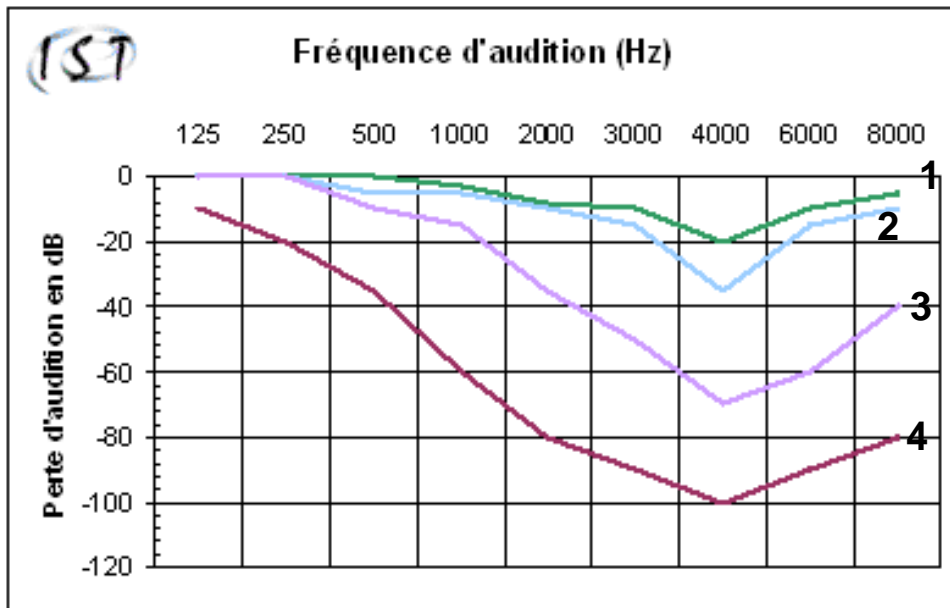
- Pour $L_{ex,d} < 85$ dB(A) et $L_{pc} < 135$ dB, le risque pour l'audition est supposé inexistant.
- Pour $L_{ex,d} \geq 90$ dB(A) ou $L_{pc} \geq 140$ dB, le risque pour l'audition est avéré.

4.3.7.4. L'oreille écoutée

Un audiogramme est la courbe de la sensibilité d'une oreille aux divers sons. Il indique la perte auditive à différentes fréquences d'audition, c'est-à-dire l'affaiblissement en décibels de la perception des sons.



Exemple d'audiogramme



- 1 Courbe normale**
- 2 Baisse visible à 4000 Hz**
- 3 La baisse atteint 2000 Hz**
- 4 La surdité est importante et irréversible**

L'arrêté du 31 janvier sur la protection des travailleurs contre le bruit stipule que le médecin du travail doit effectuer un suivi audiométrique individuel des salariés exposés à plus de 85 dB(A) et fournir aux partenaires de l'entreprise des renseignements quantitatifs collectifs permettant l'amélioration de la prévention.

Pour évaluer le risque auditif global du personnel exposé à des niveaux de bruit supérieurs à 85 dB(A), le médecin tient compte de paramètres tels que le sexe, l'âge, l'ancienneté dans la profession ...

2 indicateurs d'atteinte auditive sont utilisés :

- L'indicateur précoce d'alerte (IPA) est calculé sur les fréquences audiométriques sensibles : 3 kHz, 4 kHz et 6kHz. Il permet ainsi la détection précoce du risque de handicap auditif. Ce calcul permet d'établir des statistiques qui servent d'indicateurs pour une population soumise au même risque.

L'IPA permet de détecter un risque avant d'arriver à des pertes d'audition importantes pouvant donner lieu à des déclarations en maladie professionnelles. Ces résultats collectifs (moyenne des IPA pour un groupe de salariés) peuvent être donnés à titre d'indicateur à l'entreprise et servent à évaluer les niveaux d'exposition pour une population donnée et mettre en oeuvre des actions de prévention.

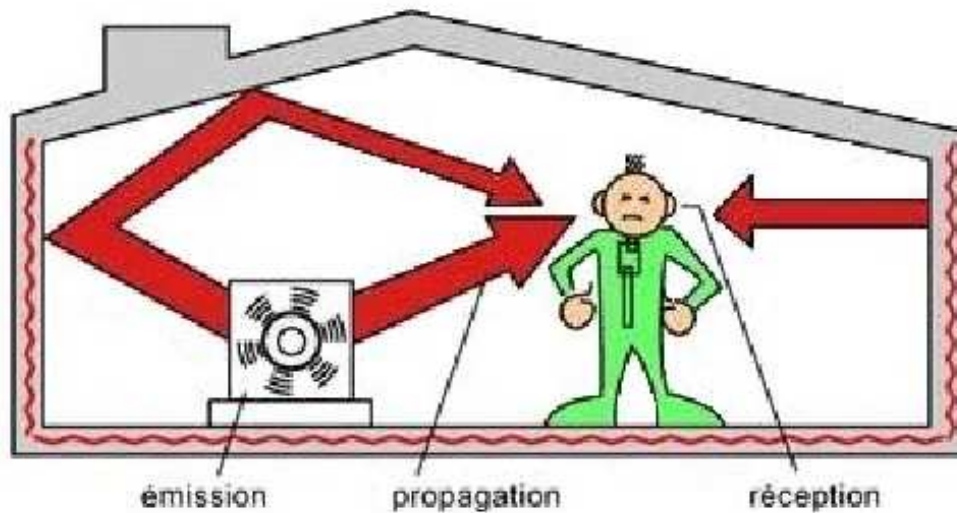
$$IPA = (d_{3000} + d_{4000} + d_{6000}) / 3$$

- Le déficit audiométrique (D), évalué selon le tableau n°42 des maladies professionnelles, permet de situer un déficit par rapport au seuil à partir duquel la surdité professionnelle est indemnisable :

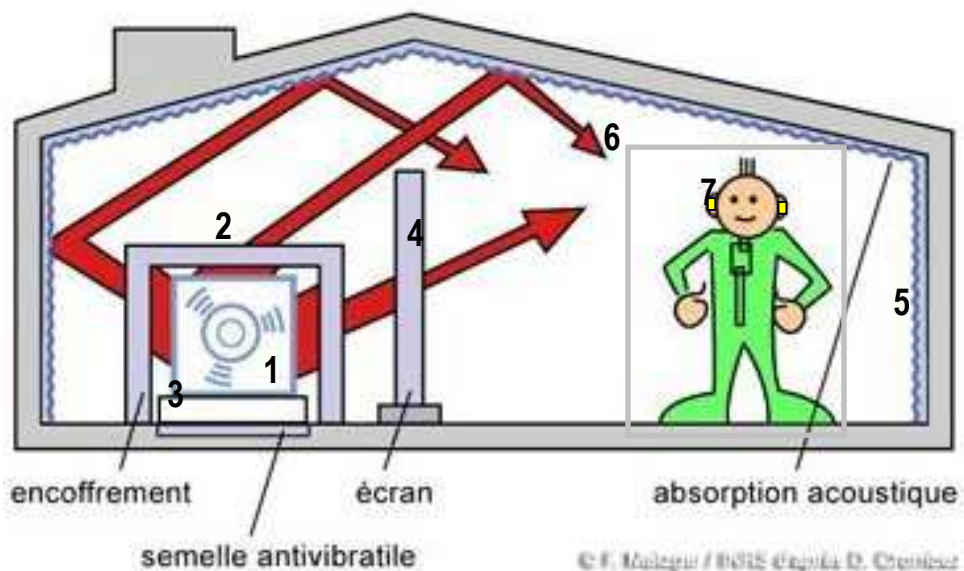
$$D = \frac{2d_{500} + 4d_{1000} + 3d_{2000} + d_{4000}}{10}$$

4.3.7.5. Les lois du silence

Les moyens de prévention des nuisances liées au bruit en milieu professionnel peuvent être regroupés en 4 catégories : la réduction à la source, la protection collective, les mesures d'organisation du travail et la protection individuelle.



Avant



Après

Les différents moyens de prévention sont :

- 1- Réduction du bruit à la source
- 2- Encoffrement
- 3- Isolation antivibratile
- 4- Ecran
- 5- Traitement acoustique
- 6- Cabine insonorisée
- 7- Protection individuelle

1) La réduction à la source

Elle vise à réduire l'émission de bruit à la source en intégrant des dispositifs silencieux lors de la conception des machines ou en modifiant des machines existantes. Les gains peuvent être importants.

exemple : Sur une machine à trier les petites pièces, on a remplacé les liaisons mécaniques rigides par des liaisons souples, abaissant ainsi le niveau sonore de 17 dB(A).

2) La protection collective

Elle vise à réduire le bruit au cours de sa propagation pour protéger collectivement le personnel exposé.

L'encoffrement, réalisé à l'aide d'un matériau lourd, permet de diminuer le niveau sonore de 15 à 20 dB(A).

L'isolation antivibratile, placé entre la machine et le sol, permet de réduire les bruits dus aux vibrations mécaniques de 3 à 5 dB(A).

Les écrans, placé entre la machine et l'opérateur, permettent de limiter la propagation directe du son. Ils réduisent de 5 à 10 dB(A) le niveau sonore.

Le traitement acoustique consiste à revêtir la plus grande partie des plafonds et des murs d'un matériau léger absorbant les bruits et diminuant ainsi le niveau sonore de 5 à 10 dB(A).

Les cabines insonorisées si l'activité le permet.

3) Les mesures d'organisation du travail

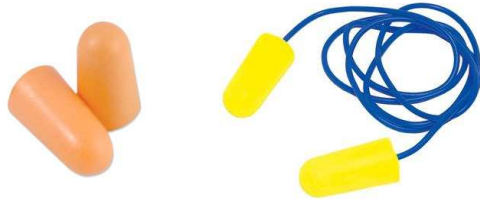
La réduction du temps d'exposition : Elle doit être importante pour être efficace.

L'accroissement de l'éloignement entre les opérateurs et les sources : Il doit être important pour être efficace.

4) La protection individuelle

Elle est réalisée par le port de bouchons d'oreilles ou de casques.
Suivant leur constitution, ils ont une efficacité variant de 15 à 25 dB(A).

Ils doivent être confortables car s'ils ne sont pas portés en permanence, leur efficacité peut être considérablement réduite.



Bouchons classiques



Casques



Bouchons moulés

EXERCICES

exercice 1 :

En utilisant soit le tableau, soit le diagramme, calculez le niveau sonore produit par :

- 1) 2 machines de 78 et 85 dB(A),
- 2) 3 machines de 70, 75 et 84 dB(A),
- 3) 4 machines de 67, 75, 79 et 80 dB(A).

exercice 2 :

Le tableau ci-dessous donne le nombre de maladies professionnelles et le nombre de surdités reconnues pour les années de 1985 à 1995 :

année	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
nombre de maladies reconnues	4611	4085	3531	3972	4032	4417	5080	6533	6598	7500	8390
nombre de surdités reconnues	1269	1052	906	959	738	793	791	941	763	751	777

- 1) Calculez, en pourcentage, la part des surdités par rapport au nombre de maladies reconnues de 1985 à 1995.
- 2) Tracez le graphe représentant ce pourcentage en fonction des années.
- 3) Commentez ce graphe.

exercice 3 :

- 1) En utilisant le tableau de niveau d'exposition sonore quotidien, déterminez le niveau d'exposition sonore quotidien d'un opérateur exposé à un niveau continu de 100 dB(A) pendant 2 heures.
- 2) Retrouvez ce résultat par le calcul.

exercice 4 :

- 1) Déterminez les durées maximales d'exposition sonore à ne pas dépasser dans un atelier de façon à ce que le niveau d'exposition sonore quotidien ne dépasse pas 85 dB(A).

niveau sonore en dB(A)	85	88	91	94	97	100
durée d'exposition quotidienne maximale	8 h					

- 2) Retrouvez ces résultats par le calcul.

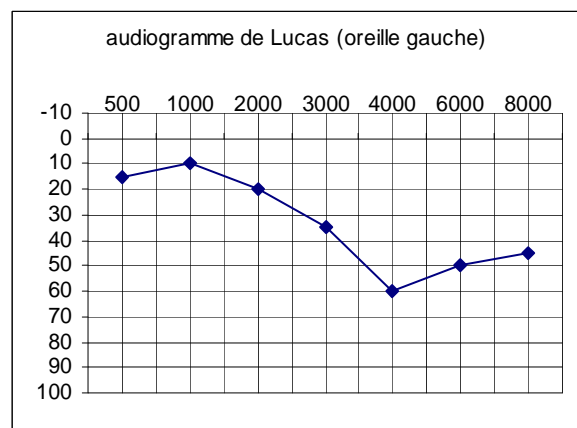
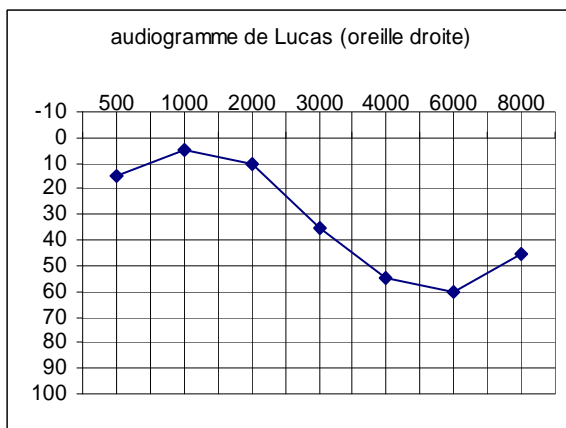
exercice 5 :

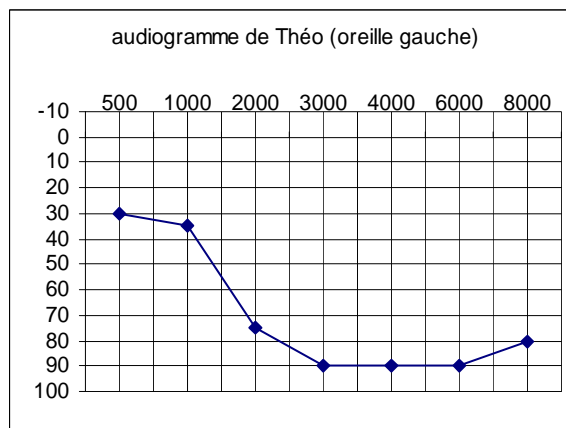
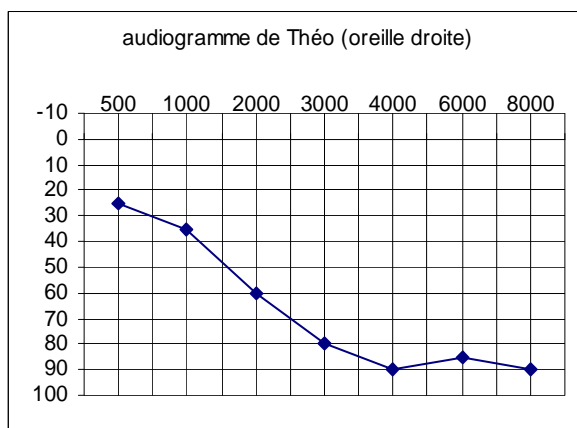
- 1) Dans quelles limites de pertes auditives considère-t-on que l'audition est normale ?
- 2) Quelle est la zone des fréquences conversationnelles ?
- 3) Quelle est la fréquence touchée en premier lors des surdités professionnelles ?
- 4) Le sujet touché s'en aperçoit-il ? Pourquoi ?

exercice 6 :

Voici les audiogrammes réalisés sur chacune des oreilles de 2 ouvriers, Lucas et Théo.

- 1) Calculez leur déficit audiométrique.
- 2) Ce déficit est-il indemnisable au titre du tableau n°42 des maladies professionnelles.





exercice 7 :

En vous référant aux articles de R. 232-8-1 à R.232-8-6 du code du travail (décret du 21 avril 1988) :

- 1) Indiquez à partir de quelle valeur de niveau de bruit l'employeur est légalement obligé d'établir un programme de réduction de bruit.
- 2) Précisez le rôle du médecin du travail vis-à-vis des travailleurs concernés.
- 3) Repérer les obligations de l'employeur en ce qui concerne les dispositifs de protection de l'oreille.

4.3.8. Le risque électrique

4.3.8.1. Introduction

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. Connaître et appliquer les principes de base de la sécurité électrique permettra à chaque salarié de limiter les risques dans son entreprise.

4.3.8.2. Principes généraux à connaître

L'électricité est un phénomène directement lié à la structure de la matière. Il faut se souvenir que les atomes sont formés d'un noyau (positif) autour duquel tournent un ou plusieurs électrons (négatifs). Les atomes sont électriquement neutres, c'est-à-dire qu'ils contiennent autant de charges positives que de charges négatives.

- Formation de l'électricité statique et de l'électricité dynamique
 - Electricité statique : en frottant l'un contre l'autre deux matériaux isolants, on contraint une partie des électrons de l'un à quitter leurs atomes et à s'accumuler à la surface de l'autre. Les atomes ayant cédé des électrons sont chargés positivement, et ceux qui en ont accepté sont chargés négativement. Ces charges demeureront momentanément sur la surface des corps (durant quelques secondes à plusieurs mois selon les matériaux)

et les conditions environnementales). Ces charges électriques constituent ce que l'on appelle de l'électricité statique. La quantité d'électricité formée est en général très faible. Plus un corps est conducteur, moins il est propice à une telle accumulation de charges.

- L'électricité dynamique est constituée par un flux d'électrons libres circulant dans une seule direction. Pour créer un tel flux, il faut utiliser un matériau conducteur relié à ses extrémités à un générateur (pile, dynamo, accumulateur, alternateur).

- Éléments constitutifs d'un circuit électrique

De manière générale, un circuit électrique est constitué de :

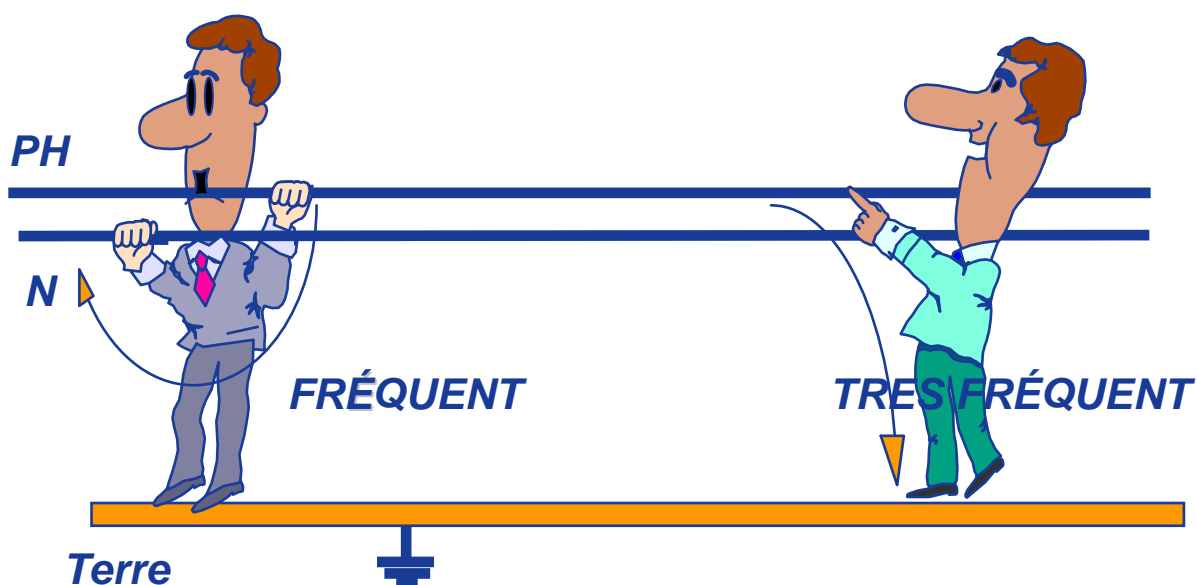
- un générateur de courant continu (un seul sens) ou alternatif (2 sens),
- des fils conducteurs reliés aux bornes du générateur,
- un ou plusieurs récepteurs.

L'électricité ne peut circuler que si ce circuit est fermé. D'où l'intérêt de mettre en place des dispositifs permettant de l'interrompre (interrupteurs ou disjoncteurs).

- Le contact direct et indirect

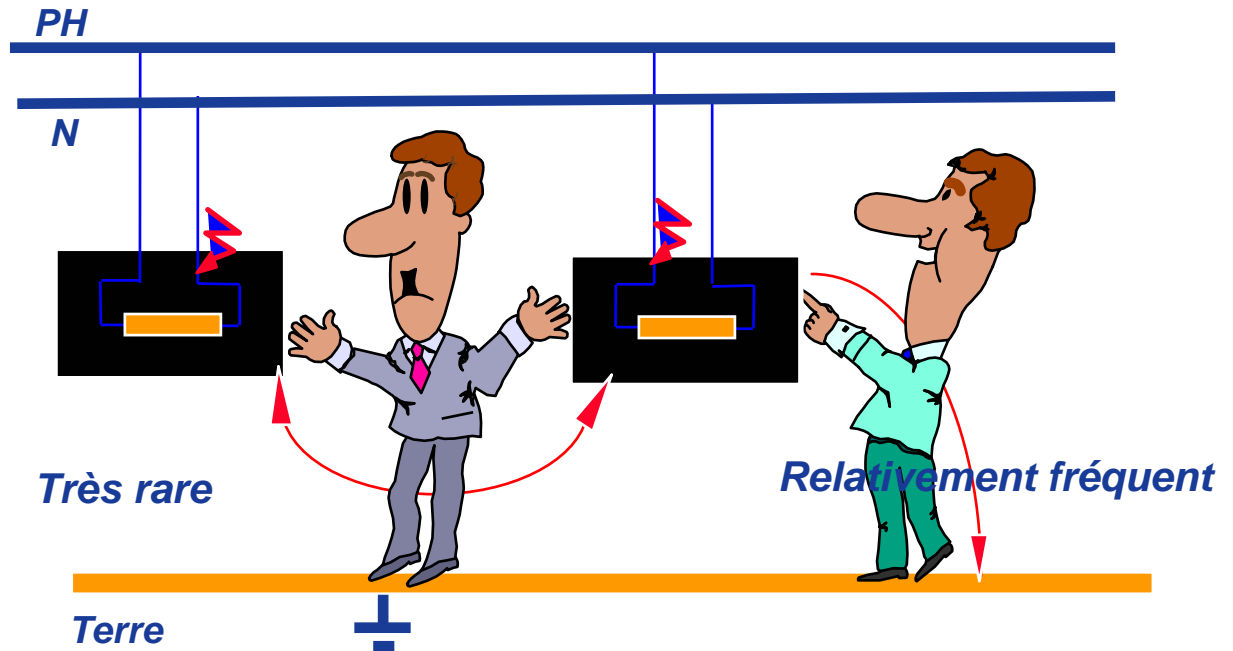
Le risque électrique peut causer des lésions ou la mort par le choc électrique ou brûlure pouvant résulter:

- du contact de personnes avec des parties actives, c'est à dire des parties normalement sous tension :



→ contact direct (45% des accidents)

- des parties qui sont devenues actives accidentellement en particulier à cause d'un défaut d'isolement :



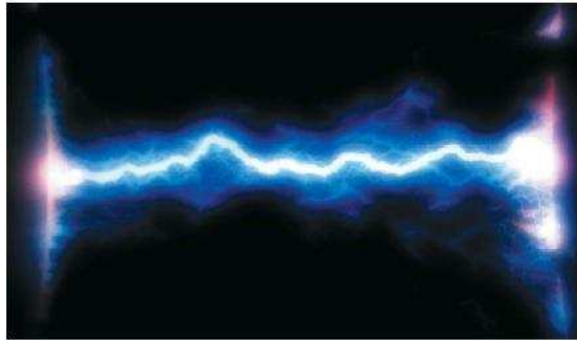
→ contact indirect (20% des accidents)

- Qu'est ce qu'un arc électrique ?

Un arc électrique est susceptible d'apparaître lorsque l'on ouvre ou que l'on ferme un circuit. En effet, sous l'influence de la tension électrique créée entre les extrémités des conducteurs que l'on sépare ou que l'on approche, les électrons libres sortent du métal et heurtent violemment les molécules d'air de l'espace interstitiel.

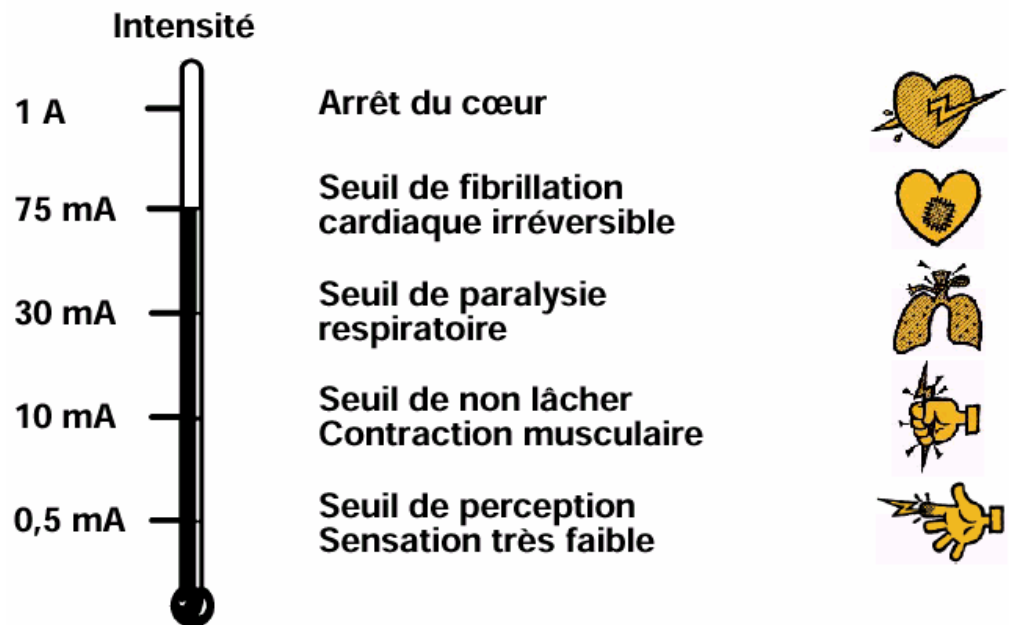
Cela a pour conséquence d'arracher des électrons aux atomes de l'air et de le rendre subitement conducteur. Ce phénomène s'accompagne d'une projection de particules métalliques en fusion (plus de 3 000°C). C'est l'arc électrique.

D'une manière générale, **les arcs électriques peuvent jaillir entre deux conducteurs ou deux récepteurs voisins portés à des potentiels différents** lorsque la couche qui les sépare n'est pas assez épaisse ou que sa qualité d'isolation a été diminuée.



La liaison qui en découle est d'abord invisible (courant de fuite) puis visible (arc électrique). Les éclairs qu'on observe pendant les orages sont des arcs électriques entre deux nuages ou entre un nuage et la Terre.

- Les effets du passage du courant
 - Courant Alternatif



- Courant continu



- le risque de fibrillation cardiaque est 3,75 fois plus petit
- le moment le plus dangereux est la mise sous tension et la coupure du courant
- les brûlures sont plus profondes
- phénomène d'électrolyse.

4.3.8.3. Accidents d'origine électrique

Electrisations et électrocutions

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.

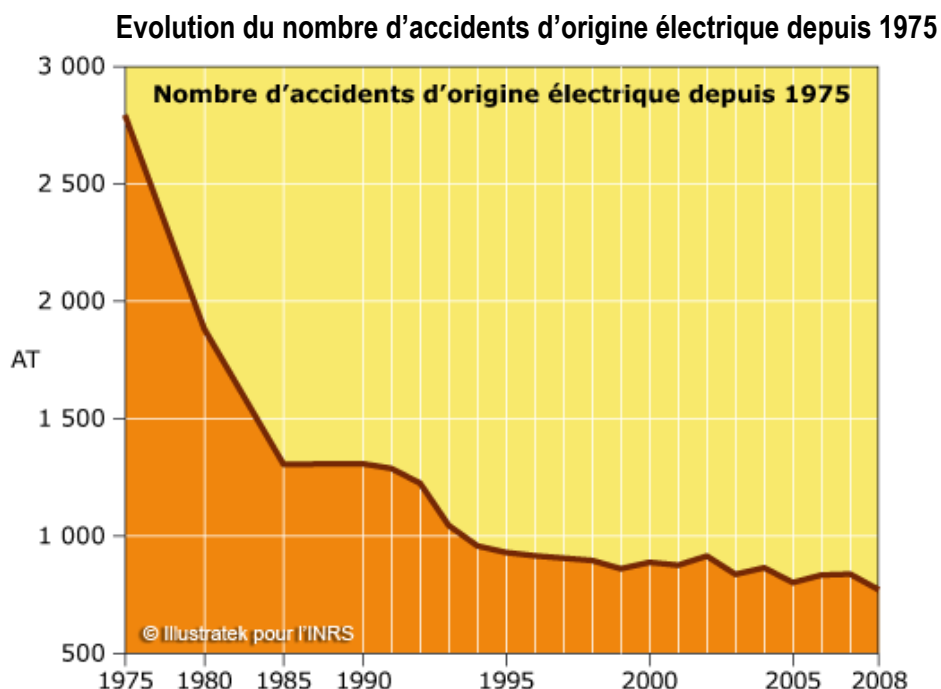
l'électrocution: décès → **32%**

l'électrification: → **36%**

– réaction du corps due à un contact accidentel avec l'électricité (choc électrique)

les brûlures: → **42%**

Les organes du corps humain sont très fragiles : le cerveau, les poumons, le cœur, le foie, les reins, ils sont 40 fois moins résistant que la peau.



Le temps d'intervention des premiers secours est déterminant dans l'évolution de l'état de santé des accidentés. C'est pourquoi il est indispensable que les personnes travaillant à proximité d'installations électriques sous tension aient des notions de secourisme. Page suivante l'évolution des accidents électriques.

Accidents dus à l'électricité			
Année	AT-arrêt	AT - IP	Décès
2008	771	82	9
2007	838	838	11
2006	834	74	11
2005	802	90	5
2004	865	79	22
2003	837	87	6
2002	915	97	8
2001	876	69	16
2000	888	84	12
1999	861	81	11
1998	896	89	9
1997	906	86	17
1996	916	99	19
1995	930	122	12
1990	1 308	177	35
1985	1 306	185	42
1980	1 883	247	50
1975	2 793	360	67

Principales causes des accidents électriques :

- mauvais état des isolants : dégât mécanique, désagrégation ou usure ;
- modifications sans contrôle : modification ou extension d'une installation électrique par une personne non compétente ;
- recherche du prix le plus bas sans souci de conformité : le choix d'un prix compétitif se fait parfois au détriment de la qualité ;
- non-respect des distances de garde par rapport aux ouvrages électriques ;
- inadaptation aux usages : il faut surtout éviter d'utiliser une installation pour une destination non prévue à l'origine.

L'électrisation peut se produire par contact direct (avec une partie active) ou indirect (avec une masse mise accidentellement sous tension). Le courant ne passe que si le circuit est fermé c'est-à-dire s'il y a :

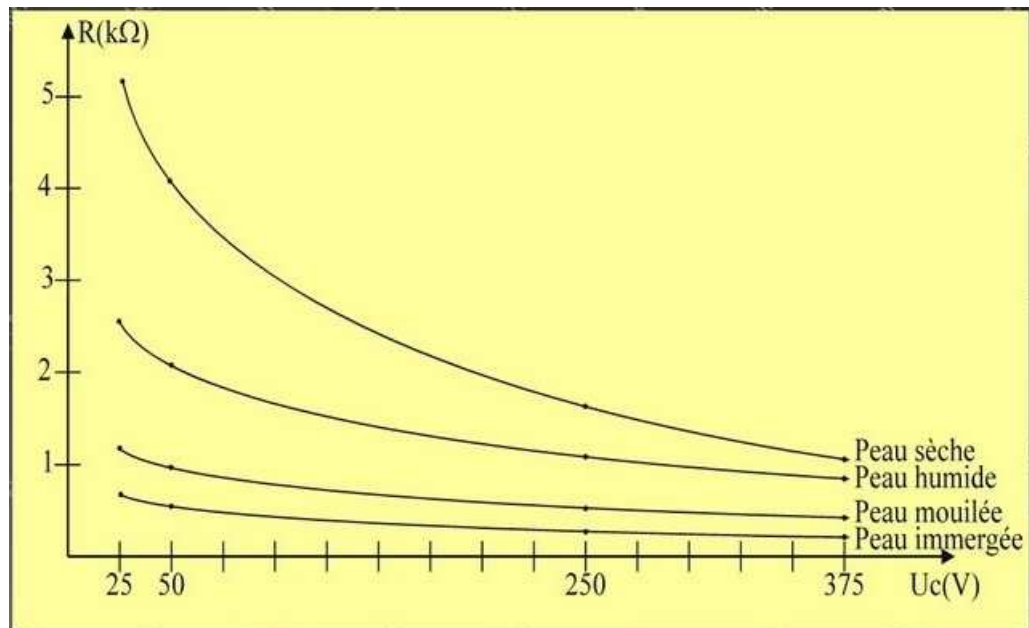
- Soit deux points de contact avec des pièces sous tension,
- Soit un point de contact avec une pièce sous tension et un autre avec la terre.

Dommmages corporels dus à l'électricité :

La gravité d'une électrisation dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels on peut citer :

- L'intensité du courant (danger à partir de 5 mA),
- La durée du passage du courant,
- La surface de la zone de contact,
- La trajectoire du courant,
- L'état de la peau (sèche, humide, mouillée),
- La nature du sol.

L'état de la peau va avoir un impacte direct sur la résistance du corps humain.



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, tétanisation, 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...)

Effets du courant électrique sur l'homme	
Intensités (mA)	Effets
0,5	Perception cutanée
5	Secousse électrique
10	Contracture entraînant une incapacité à lâcher prise
25	Tétanisation des muscles respiratoires (asphyxie au-delà de 3 min)
40 (pendant 5 s)	Fibrillation ventriculaire
50 (pendant 1 s)	Fibrillation ventriculaire
2 000	Inhibition des centres nerveux

Secourir une personne électrisée

Les premières minutes qui suivent l'accident sont très importantes pour les chances de survie, c'est pourquoi il importe d'agir vite. Dans tous les cas, il faut commencer par couper le courant sans toucher le corps de la victime (par un interrupteur, un disjoncteur, en débranchant la prise...).

La rapidité d'intervention des secours est déterminante.



Si une telle coupure ne peut être réalisée rapidement, il faut libérer l'accidenté du contact avec les parties sous tension en prenant garde à ce que personne d'autre ne puisse s'électriser.

Ensuite, il faut appeler les secours : un sauveteur secouriste du travail puis le SAMU et/ou les pompiers. Il ne faut pas perdre de vue la victime tant que les secours ne sont pas arrivés. L'arrêt de la respiration devrait entraîner au plus vite un bouche-à-bouche, voire un massage cardiaque.

4.3.8.4. Les incendies d'origine électrique

Un incendie sur cinq serait d'origine électrique.

Pour que survienne un incendie d'origine électrique, il faut qu'il y ait simultanément :

- une source de chaleur ou une étincelle,
- un comburant (l'oxygène de l'air),
- un combustible.

Les principales causes d'incendies d'origine électrique sont :

- L'échauffement des câbles dû à une surcharge ;
- Le court-circuit entraînant un arc électrique ;
- Un défaut d'isolement conduisant à une circulation anormale du courant entre récepteurs et masse ou entre récepteur et terre ;
- Des contacts défectueux (de type connexion mal serrée ou oxydée) entraînant une résistance anormale et un échauffement ;
- La foudre ;
- Une décharge électrostatique

Certains facteurs peuvent aggraver les échauffements :

- Une ventilation insuffisante,
- L'accumulation de poussière ou de dépôts de graisse,
- Le stockage de matériaux inflammables à proximité d'installations électriques,

- L'empilage des câbles empêchant l'évacuation de la chaleur,
- Le maintien en fonctionnements d'appareils ayant subi des courts-circuits.

Conduite à tenir face à un incendie d'origine électrique

- Donner l'alerte,
- Mettre hors tension l'installation, et éventuellement les installations voisines,
- Fermer les portes et les fenêtres,
- Attaquer le feu à la base à l'aide d'un extincteur adapté (dioxyde de carbone, eau en jet pulvérisé, poudre).
- Après l'extinction de l'incendie, évacuer les gaz toxiques en aérant.

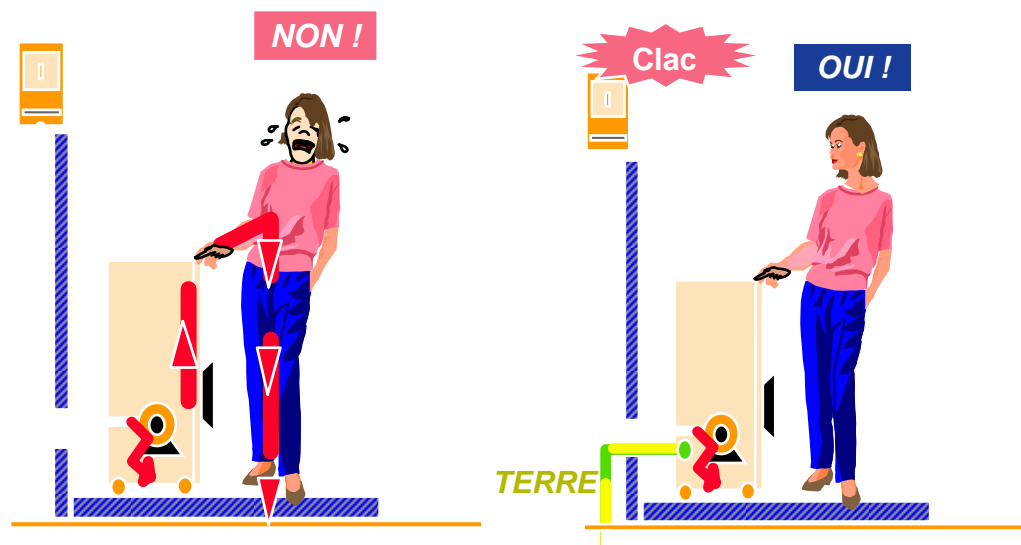
4.3.8.5. Prévention des accidents d'origine électrique

4.3.8.5.1. Mesures de sécurité pour les installations électriques

➤ Protection contre les contacts directs

Il existe plusieurs moyens de prévenir les contacts directs de l'homme avec des parties actives (pièces normalement sous tension) des installations électriques :

- par isolation des parties actives : celles-ci doivent être totalement recouvertes d'un isolant qui ne peut être enlevé que par destruction ;
- par des enveloppes (boîtiers, armoires...) ne pouvant être ouvertes qu'à l'aide d'une clé ou d'un outil ;
- par éloignement : la distance d'éloignement dépendant de l'environnement (chantier, locaux réservés à la production...) et de la valeur de tension ;
- par la mise en place d'obstacles : ces obstacles doivent avoir un degré de protection (voir plus loin) minimal de :
 - IP2x ou IPxxB en basse tension
 - IP3x ou IPxxC en haute tension
- par coupure automatique :



➤ Protection contre les contacts indirects

Il existe plusieurs moyens de prévenir les contacts dits "indirects" c'est à dire ceux qui impliquent des masses métalliques mises accidentellement sous tension :

- par mise en terre des masses avec coupure automatique de l'alimentation : les schémas de liaison à la terre sont aussi appelés "régimes du neutre". Ils sont notamment définis par la norme NF C 15-100.
- par l'emploi d'une très basse tension de sécurité (TBTS) ou de protection (TBTP)

Valeurs maximales de la tension en TBTS (courant alternatif, à l'intérieur des locaux) :

Milieu sec	U < 50 V
Milieu humide	U < 25 V
Milieu mouillé	U < 12 V


- par une double isolation ou une isolation renforcée.


➤ Protection contre les surintensités

L'existence au sein du circuit d'un disjoncteur, d'un relais ou d'un fusible permet de réduire le danger en ouvrant le circuit lorsque le courant dépasse une valeur donnée pendant un temps déterminé (en cas de court-circuit ou de surcharge).

➤ Classes de matériels électriques

Le matériel électrique doit être compatible avec la tension d'alimentation. La norme NF EN 61140 (C 20-030) répartit les matériels électrotechniques en quatre classes en fonction de leur conception du point de vue sécurité : l'isolation entre les parties actives (normalement sous tension) et les parties accessibles (masses métalliques), la possibilité ou non de relier les parties métalliques accessibles à la terre.

Les classes des matériels électriques			
Classes	Caractéristiques	Emploi	Symbole
0	isolation principale pas de possibilité de relier les masses entre elles ou à la terre	Utilisation interdite sur les <u>lieux de travail</u> .	Pas de symbole
I	isolation principale masses reliées entre elles et à la terre	Utilisation possible sur les lieux de travail pour les machines fixes	

II	isolation renforcée (ou double isolation) masses non reliées à la terre	Utilisation possible sur les lieux de travail pour les machines non fixes	
III	alimentation en très basse tension de sécurité (TBTS) ou de protection masses non reliées à la terre alimentation sécurisée (transformateur de sécurité)	Obligatoire sur les appareils portatifs, non fixes en milieu confiné humide ou mouillé	Indication de la tension nominale (maximale)

➤ Degrés de protection du matériel électrique

Les degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques de tension assignée inférieure ou égale à 72,5 kV sont définis par la norme française NF EN 60529.

Pour symboliser le degré de protection procuré par une enveloppe, il est fait usage des lettres "IP" (International Protection) suivies de 2 chiffres et de une ou plusieurs lettres. Plus un chiffre du code IP est grand, meilleure est la protection.

Degrés de protection des matériels électriques				
	1er chiffre	2ème chiffre	Lettre additionnelle	Lettre(s) supplémentaire(s)
IP	Compris entre 0 et 6	Compris entre 0 et 8	A, B, C ou D	H, M, S ou W
	Protection contre les corps solides	Protection contre l'eau	Accès aux parties dangereuses	Informations supplémentaires spécifiques

Exemple :

IP 34 C			
IP	3	4	C
Appareil protégé contre :	La pénétration de corps solides d'un diamètre supérieur ou égal à 2,5 mm	La pénétration des projections d'eau	Les contacts directs avec un outil d'un diamètre de 2,5 mm et de 100 mm de long

4.3.8.5.2. Mesures de sécurité lors de l'utilisation du matériel électrique

Le matériel électrique doit toujours être utilisé avec soin, en veillant à ne pas le détériorer par des chocs, une immersion, un échauffement excessif... L'utilisateur de ce matériel est tenu d'en surveiller l'état apparent et de signaler toute détérioration à un électricien.



Précautions concernant les fils et les prises électriques

- protéger les fils conducteurs du risque d'écrasement en ne les déroulant pas en travers du passage d'un véhicule,
- débrancher les appareils en tirant sur la fiche et non sur le fil,
- ne jamais bricoler une prise électrique endommagée,
- ne jamais laisser une rallonge branchée à une prise sans qu'elle soit reliée à un appareil électrique,
- ne jamais utiliser un fil 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.

Équipements de protection individuelle

Lors d'interventions réalisées à proximité de lignes basse tension, le port de protections individuelles 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.

Les équipements de protection individuelle (EPI) sont personnels.

Ils ne peuvent être attribués à un nouveau titulaire qu'après avoir été nettoyés, désinfectés et vérifiés.

Les EPI doivent être conformes aux exigences essentielles de sécurité et santé de la directive



EPI pour les interventions sous tension

européenne 89/686/CEE dite "directive EPI") et faire l'objet du marquage de conformité CE.

Aucun objet conducteur (bijou, montre...) ne doit être porté simultanément.

Principaux équipements de protection individuelle contre le risque électrique

- Combinaison de travail en coton ou en matériau similaire,
- Chaussures ou bottes isolantes de sécurité conformes à la norme NF EN 345,
- Gants isolants conformes à la norme NF EN 60 903 et marqués d'un triangle double,
- Casque isolant et antichoc conforme à la norme NF EN 397,
- Ecran facial anti-UV pour la protection contre les arcs électriques et les courts-circuits conforme à la norme NF EN 166,
- Protèges-bras isolants conformes à la norme NF EN 60 984

Le degré de protection d'un EPI et le domaine de tension pour lequel il est conçu est souvent signalé par une classe. Chaque type d'EPI peut avoir des classes différentes : par exemple il existe 6 classes de gants isolants.

Tableau récapitulatif

Classe	Longueurs disponibles	Catégories	Épaisseur (mm) *	Tailles disponibles	Couleur de l'emballage
00	28/36 cm	AZC	0.5	8-9-10-11	Beige
0	36/41 cm	AZC	1.0	8-9-10-11	Rouge
1	36/41 cm	AZC	1.5	8-9-10-11	Blanc
2	36/41 cm	RC	2.3	8-9-10-11	Jaune
3	36/41 cm	RC	2.9	8-9-10-11	Vert
4	41 cm	RC	3.6	9-10-11	Orange

*l'obtention de catégorie(s) autorise une surépaisseur de 0.6 mm

Signification des lettres de catégories :

A : Acide - Z : Ozone - H : Huile - C : Très basses températures - R :

A+Z+H



Exigences électriques (essais de série et sur prélèvement en courant alternatif)

Classe	Tension max. d'utilisation (volts)	Tension d'épreuve (volts)	Tension de tenue (volts)
00	500	2 500	5 000
0	1 000	5 000	10 000
1	7 500	10 000	20 000
2	17 000	20 000	30 000
3	26 500	30 000	40 000
4	36 000	40 000	50 000

- Dans le choix d'une classe, il est important de définir la tension nominale du réseau qui ne doit pas être supérieure à la tension maximale d'utilisation. Pour les réseaux polyphasés, la tension nominale du réseau est la tension entre phases.

- La tension d'épreuve est la tension appliquée sur les gants lors des essais individuels de série.
- La tension de tenue est la tension appliquée lors des essais de validation après un conditionnement des gants pendant 16 heures dans l'eau et après un test de 3 minutes à la tension d'épreuve.

Les outils aussi doivent être isolés et isolants. Les outils à main isolés ou isolants utilisés en basse tension doivent être conformes à la norme NF EN 60 900.

4.3.8.5.3. Mesures de sécurité lors des interventions en basse tension

Une intervention est une opération d'ordre électrique de courte durée réalisée sur une installation, un équipement ou une machine.

La notion d'intervention est limitée à la basse tension, c'est-à-dire jusqu'à une tension de 1 000 V en courant alternatif (et 1 500 V en courant continu). La publication UTE C 18-510 qui précise les normes et la réglementation dans ce domaine définit 3 types d'intervention en présence de tension :

- les interventions de dépannage,
- les interventions de connexion ou de déconnexion,
- les interventions de remplacement de fusibles, de lampes...

Une intervention ne peut être effectuée que par un électricien habilité.

Avant toute intervention, l'électricien doit se procurer les documents relatifs à l'ouvrage concerné.

Signaler un local ou une intervention

Les locaux dont l'accès est réservé aux électriciens doivent comporter un triangle d'avertissement du danger électrique conformément à la réglementation (voir dossier pictogrammes).

Lors de l'ouverture d'une armoire électrique présentant des pièces actives nues sous tension accessibles, il faut installer un balisage de sécurité à au moins un mètre de l'ouverture. Ce balisage ne doit pas pouvoir être franchi par inadvertance.

Les seules commandes autorisées pour le personnel de production non habilité sont celles qui sont prévues à l'extérieur des tableaux et armoires électriques.



Triangle d'avertissement du danger électrique

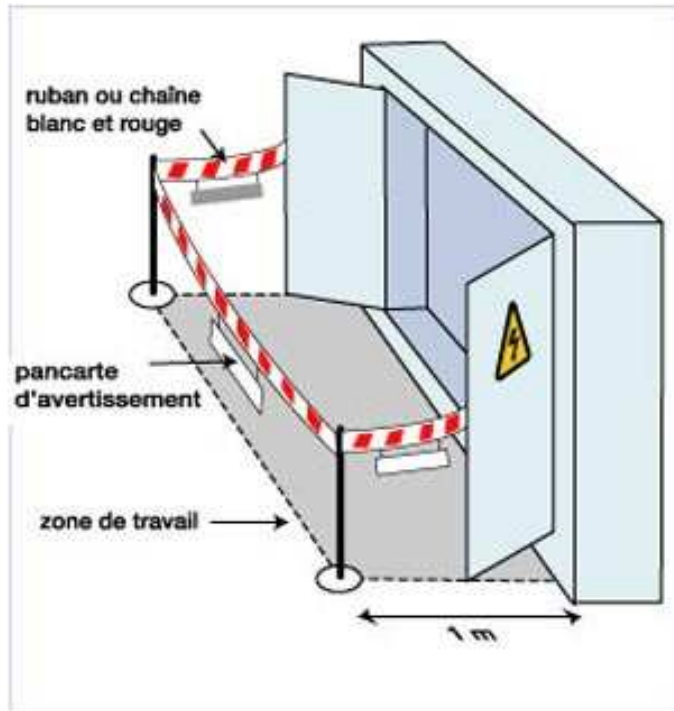
- Consignation d'une installation électrique

Les travaux effectués hors tension sont les seuls présentant une sécurité totale vis-à-vis du risque électrique, à condition que l'on soit sûr que toute tension est effectivement supprimée et qu'elle le reste.

Pour cela, il faut appliquer la procédure de consignation.

Consigner une installation électrique c'est :

- séparer cette installation de toute source de tension,
- interdire toute remise sous tension en condamnant les appareils de séparation en position ouverte,
- identifier,
- vérifier.



Balisage autour d'une armoire électrique ouverte

© BRTE

Toute consignation doit être signalée par une pancarte bien visible.

➤ Travaux au voisinage de pièces nues sous tension

Dans le domaine basse tension, lorsque la distance de travail avec des pièces nues sous tension est inférieure à 30 cm, les travaux sont dits "au voisinage".

Dans ce cas, des mesures de protection particulières doivent être prises pour éviter les conséquences d'un contact accidentel avec une pièce sous tension.

Plusieurs méthodes peuvent être mises en oeuvre :

- interposer des obstacles efficaces entre l'opérateur et les pièces nues sous tension,
- isoler les pièces nues sous tension,
- considérer ces travaux comme sous tension et en respecter la procédure,
- confier les travaux à un personnel habilité disposant de l'outillage et de l'équipement de protection individuelle nécessaires.

➤ Vérification des installations

La vérification est une opération destinée à contrôler la conformité d'un ouvrage électrique aux dispositions réglementaires et normatives en vigueur.

Elle doit avoir lieu :

- au moment de la mise en service, périodiquement,
- sur mise en demeure par l'inspection du travail.

La tenue d'un registre de vérification des installations électriques permet de contrôler si toutes les vérifications prévues ont été effectuées et par qui.

Mesure de grandeurs électriques

Le personnel devant mesurer une ou plusieurs grandeurs électriques doit :

- être habilité pour réaliser des mesures,
- utiliser les équipements de protection individuelle adaptés,
- ne pas porter d'objets métalliques,
- utiliser des appareils de mesure adaptés aux tensions qui peuvent être rencontrées,
- choisir l'échelle de mesure la plus grande (sauf si la valeur approximative est connue).

➤ Habilitation des intervenants

Pour intervenir sur une installation électrique, 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 en fonction de :

- la nature des opérations (dépannage, raccordement, essais, vérifications, consignations, nettoyages),
- la nature des opérations (d'ordre électrique ou non),
- la tension des installations (basse tension, haute tension),
- les conditions dans lesquelles sont réalisées ces opérations (hors tension, au voisinage ou sous tension).

La nature d'une habilitation est symbolisée par lettres et un indice numérique (voir plus loin).

Avant d'être habilité le salarié doit avoir été formé. La formation à opérer en sécurité sur un ouvrage électrique vise uniquement à apprendre et à faire comprendre aux salariés concernés les risques encourus ainsi que les méthodes à acquérir pour les prévenir. Elle n'a pas pour but d'enseigner l'électricité.

Pour les opérations hors tension ou à proximité de pièces nues sous tension, un contenu type de formation est proposé par l'INRS (cf. "L'habilitation en électricité. Démarche en vue de l'habilitation du personnel" réf. ED 998).

Les formations théoriques doivent être suivies par des stages pratiques puis par une évaluation.

Le personnel devant exécuter des travaux sous tension doit suivre, au préalable, une formation spécifique dans l'un des centres agréés par le Comité des travaux sous tension.

Avant d'être habilité le salarié doit avoir été déclaré apte.

Pour habilitier une personne, le chef d'établissement doit tenir compte de l'avis du médecin du travail.

Sur le plan réglementaire, il n'existe pas de critères d'aptitude médicale ni de contre-indication à la pratique d'un métier soumis au risque électrique.

L'aptitude est déterminée par le médecin du travail.

Cependant, le médecin du travail doit être vigilant sur les points suivants :

- Les problèmes dorsolombaires (TMS),
- Les problèmes cardiovasculaires,
- Les problèmes visuels, en particulier la vision des couleurs.

L'habilitation d'un salarié prend la forme d'un titre. L'habilitation est symbolisée de manière conventionnelle par une ou plusieurs lettres complétées par un indice numérique.

La première lettre caractérise le domaine de tension concerné.

La deuxième lettre, si elle existe, précise la nature des opérations que le titulaire peut effectuer, le chiffre précise la catégorie du titulaire.

Système de classification des habilitations électriques :

1ère lettre : domaine de tension :
B : basse tension, H : haute tension

Indice : personnel :
0 : non électricien
1 : électricien
2 : chargé de travaux Néant : travaux hors tension

2ème lettre : nature des opérations :
T : travaux sous tension
V : travaux au voisinage
C : consignation
R : intervention
N : nettoyage sous tension
NB : Cette classification est détaillée dans la publication UTE C18-510

Ces symboles sont précisés sur le titre d'habilitation dont le titulaire doit disposer pendant ses heures de travail. Les habilitations doivent être revues annuellement.

Pour délivrer une habilitation, l'employeur doit s'être assuré que :

- Le salarié a suivi une formation adaptée aux travaux à effectuer,
- Le salarié a bien assimilé cette formation attestée par un contrôle des connaissances,
- Le salarié a éventuellement suivi une formation de recyclage,
- L'aptitude médicale délivrée par le médecin du travail tient compte des risques particuliers auxquels le salarié sera exposé,
- Le salarié possède un recueil des consignes de sécurité, éventuellement complété par des instructions de sécurité particulière.

Selon la réglementation en vigueur, il est interdit de confier aux mineurs des travaux d'ordre électrique dans lesquels la tension dépasse 250 V en courant alternatif ou 600 V en courant continu.

Des dérogations peuvent cependant être accordées à titre individuel par l'Inspection du travail après avis d'un médecin.

Glossaire

- Conducteur

Dans les matériaux conducteurs, comme les métaux, les électrons libres circulent de façon aléatoire. Un matériau est considéré comme un bon conducteur si sa résistance est faible. Le corps humain et la Terre sont de mauvais conducteurs. L'eau conduit l'électricité si elle est impure (ce qui est presque toujours le cas). Par extension on nomme "conducteurs" les fils qui conduisent l'électricité dans un circuit.

- Consignation

Ensemble des dispositions permettant de mettre et de maintenir en sécurité un matériel ou une installation de façon qu'un changement d'état (fermeture du circuit électrique) soit impossible sans l'intervention de la personne habilitée ayant procédé à la consignation.

- Courant alternatif

Avec un générateur de courant alternatif (comme la distribution EDF), le courant change de sens périodiquement en fonction de la fréquence. En France, la fréquence est de 50 Hz, c'est à dire que le courant change de sens 100 fois chaque seconde.

- Courant continu

Avec un générateur de courant continu (pile, batterie, dynamo), le courant circule toujours de la borne positive vers la borne négative.

- Domaines de tension

Les principaux domaines de tension sont la haute tension et la basse tension. Ce sont des valeurs de tension qui définissent leurs limites, mais ces limites sont variables selon la nature du courant et les conditions environnementales.

En courant alternatif et à l'intérieur des locaux les domaines de tension sont :

Haute tension : $U > 1\ 000\text{ V}$
Basse tension : $50 < U \leq 1\ 000\text{ V}$
Très basse tension (TBT) : $U \leq 50\text{ V}$

- Électrisation

Manifestations physiopathologiques dues au passage du courant électrique à travers le corps humain.

- Électrocution

Mort consécutive au passage du courant électrique à travers le corps humain.

- Isolant

Au contraire des matériaux conducteurs, les isolants électriques ne possèdent pas d'électrons libres. L'air, les matières plastiques, le caoutchouc et le verre sont des isolants. Cependant, dans certaines conditions, les isolants peuvent devenir de mauvais conducteurs. C'est le cas si l'isolant renferme trop d'impuretés, s'il est soumis à une température élevée, s'il est mouillé...

- Masse

Partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée directement ou indirectement par un personne et qui n'est normalement pas sous tension mais peut le devenir en cas de défaut d'isolement.

- Prise de terre

Conducteur enterré assurant une liaison électrique avec la terre. Les masses des machines fixes doivent être reliées à la terre par une telle prise.

- Résistance

Tous les corps opposent une résistance au passage du courant électrique. Les bons conducteurs peuvent cependant avoir une résistance négligeable (exemple : les fils électriques). La résistance s'exprime en ohm.

4.3.9. Le risque incendie

4.3.9.1. Introduction

L'incendie est une combustion qui se développe généralement d'une manière désordonnée et incontrôlée.

Les incendies peuvent avoir plusieurs origines :

- Causes humaines : électricité, produits inflammables, cigarette, négligence, ignorance, malveillance (attentats, incendies criminels)

- Causes naturelles : foudre, soleil, fermentation
- Causes énergétiques : courts-circuits, réactions chimiques, étincelles, frottements

En milieu professionnel une des causes fréquentes est liée à la fabrication, l'utilisation, le conditionnement ou le transport de substances dangereuses telles que définies dans l'article R4411-6 du Code du travail qui précise, entre autres, les catégories de substances et préparations dangereuses suivantes :

- Comburantes : substances et préparations qui, au contact d'autres substances, notamment inflammables, présentent une réaction fortement exothermique (réaction chimique avec production de chaleur)
- Extrêmement inflammables : substances et préparations liquides dont le point d'éclair est extrêmement bas et le point d'ébullition bas, ainsi que substances et préparations gazeuses qui, à température et pression ambiantes, sont inflammables à l'air
- Facilement inflammables : substances et préparations :
 - qui peuvent s'échauffer au point de s'enflammer à l'air à température ambiante sans apport d'énergie
 - à l'état solide, qui peuvent s'enflammer facilement par une brève action d'une source d'inflammation et continuer à brûler ou à se consumer après l'éloignement de cette source
 - à l'état liquide, dont le point d'éclair est très bas ;
 - ou qui, au contact de l'eau ou de l'air humide, produisent des gaz extrêmement inflammables en quantités dangereuses
- Inflammables : substances et préparations liquides, dont le point d'éclair est bas

4.3.9.2. Les classes de feux

On distingue 4 classes de feux :

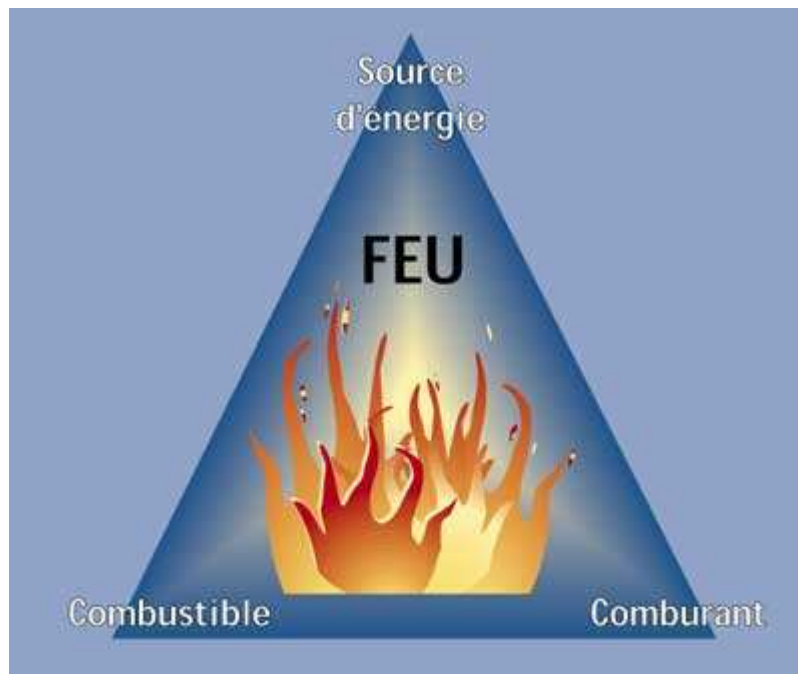
- Classe A : feux de matériaux solides (cellulose, bois, tissus, papiers, etc.) dont la combustion se fait généralement avec formation de braises. Ces feux sont aussi dits "feux secs"
Extinction par eau pulvérisée ou à jet plein ; extincteurs à poudre polyvalente
- Classe B : feux de liquides et de solides liquéfiables : produits pétroliers, alcools, solvants organiques, huiles, graisses. Ces feux sont aussi dits "feux gras"
Extinction par étouffement (sable) ou par extincteurs à poudre, à mousse, à neige carbonique, à halogénés, à eau pulvérisée

- Classe C : feux de gaz : méthane, butane, propane, gaz de ville, etc...
Couper impérativement le circuit de gaz avant de tenter son extinction (sinon risque d'explosion) avant l'utilisation d'extincteurs à poudre, à mousse, à neige carbonique, à halogénés
- Classe D : feux de métaux : sodium, magnésium, aluminium, uranium, etc...
Extincteurs à poudre ou à liquides spéciaux ou par étouffement (sable, matériau pulvérulent sec)

4.3.9.3. Le triangle du feu

Trois conditions doivent être réunies simultanément pour qu'une combustion soit possible :

- Combustible : Matière capable de se consumer (bois, plastique, charbon, essence, butane, papier...)
- Comburant : Corps qui se combinant avec un combustible permet la combustion (oxygène, air...)
- Source d'énergie : Énergie nécessaire au démarrage de la réaction chimique de combustion (une étincelle, un frottement...).



- Le risque est donc général mais il doit être particulièrement craint :
 - sur les lieux de réception de ces produits
 - sur les lieux de stockage de ces produits
 - dans les ateliers, laboratoires, garages, chaufferies où sont utilisés ces produits
 - ainsi que dans les lieux au voisinage de ces activités.

4.3.9.4. Les moyens de prévention

La **prévention incendie** cherche d'abord à supprimer les causes de déclenchement puis à assurer la sécurité des individus ; elle facilitera l'intervention des secours extérieurs et visera à limiter l'importance des dégâts.

La suppression des causes de déclenchement et de propagation d'incendie passe par la prise en compte de mesures concernant :

➤ **la conception et la construction des bâtiments :**

- **implantation** des bâtiments pour permettre l'évacuation rapide des personnes et faciliter l'accès des équipes de secours,
- **tenue au feu** des structures pour permettre à celles-ci de rester stables, au moins pendant l'évacuation des personnes,
- **choix des matériaux** pour limiter les émissions de gaz et fumées toxiques en cas d'incendie,
- **isolement, séparation et distances de sécurité** pour empêcher (ou limiter) la propagation de l'incendie,
- **issues et dégagements,**
- **alarmes,**
- **désenfumage.**

➤ **les produits :**

- utilisation, si possible, de produits moins inflammables,
- limitation des quantités dans les ateliers.

➤ **les matériels :**

- emploi de matériel électrique de sûreté,
- capotage des zones d'émission de produits inflammables.

➤ **l'organisation du travail :**

- établissement des **consignes générales,**
- établissement des procédures d'intervention (**permis de feu, ...**),

- sensibilisation de l'ensemble du personnel au risque incendie ; entraînement du personnel au maniement des moyens d'extinction ; exercices périodiques d'évacuation ; information des nouveaux embauchés ; etc.,
- surveillance des zones sensibles.

L'incendie n'est pas le résultat du hasard et peut être évité en mettant en œuvre les mesures de prévention adaptées à chaque type de lieux de travail.

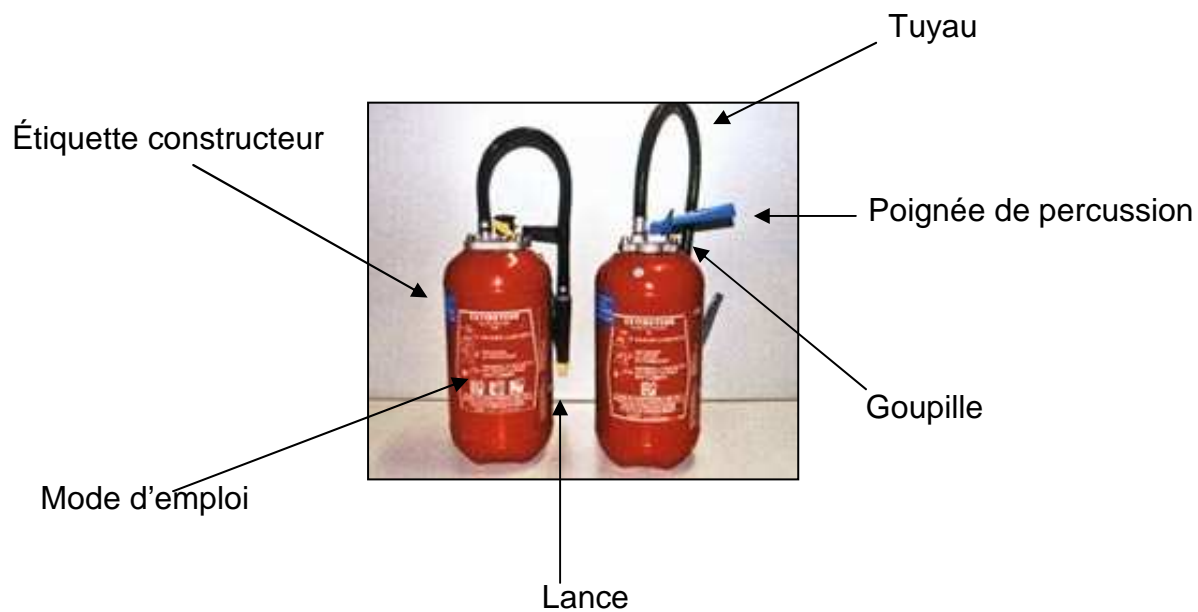
4.3.9.5. Les agents extincteurs

4.3.9.5.1. Généralités

Dès qu'un feu se déclare, des moyens qualitatifs et quantitatifs doivent permettre son extinction le plus rapidement possible.

Pour ce faire, on emploie un certain nombre d'agents extincteurs qui peuvent être utilisés de diverses façons.

Descriptif général de l'extincteur :



Les agents extincteurs les plus couramment utilisés à l'heure actuelle sont les suivants:

- l'eau (avec ou sans additifs, en jet plein ou pulvérisé),
- la mousse
- le gaz carbonique (dioxyde de carbone),
- les poudres,
- les hydrocarbures halogénés (halons) - (bientôt supprimés).

4.3.9.5.2. Procédés d'extinction

On peut agir sur le comburant en diminuant la teneur en oxygène de l'air :

c'est l'**ETOUFFEMENT**



On peut agir sur le combustible et le comburant en les séparant par une barrière mécanique étanche:

c'est l'**ISOLEMENT**



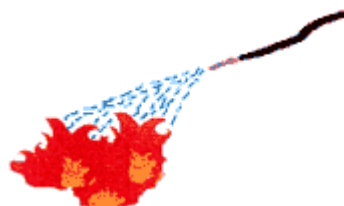
On peut agir sur le combustible en bloquant les centres actifs:

c'est l'**INHIBITION**



On peut également agir sur l'énergie d'activation :

c'est le **REFROIDISSEMENT**



4.3.9.5.3. Les différents agents d'extinction

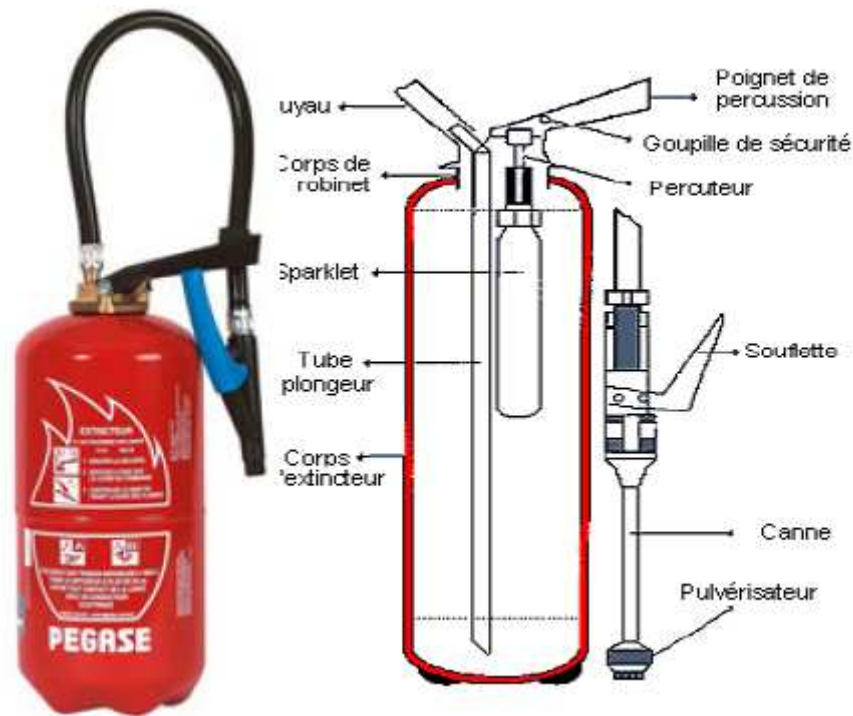
❖ L'eau

C'est le produit extincteur le plus simple, le plus répandu et le moins coûteux. L'eau est réservée aux feux de classe A.

L'eau pure est inefficace sur les feux de classe B, sauf pour les liquides inflammables dont le point d'éclair est supérieur à 100°C.

Elle est dangereuse sur ceux de classe D.

Utilisée en jet plein, l'eau conduit l'électricité. Des précautions sont à prendre contre le gel.



L'eau est un produit extincteur qui agit par refroidissement principalement. En effet, un gramme d'eau liquide à 15°C libère 622 calories pour se transformer en vapeur.

Le phénomène de vaporisation est amélioré si l'on utilise l'eau sous forme pulvérisée.

Pour augmenter la valeur extinctrice de l'eau, on y ajoute des produits tensioactifs ou "mouillants" (additifs). Le mouillant est un produit qui augmente les possibilités de pénétration de l'eau (feux de classe A) et de ce fait il diminue les pertes de liquide par ruissellement.

NOTA: En plus du refroidissement, l'eau dans certains cas, agit par étouffement (vapeur d'eau).

- ❖ L'eau + additif A.F.F.F. (A-3-F = Agent formant flottant)

L'utilisation d'un additif A-3-F permet de déposer un mince film d'eau à la surface des hydrocarbures.

C'est un produit extincteur efficace sur les feux d'hydrocarbures, et bien sûr toujours sur les feux de classe A. Le procédé d'extinction est ici l'isolement du combustible par rapport au comburant. L'effet de refroidissement demeure.

- ❖ La mousse physique

La mousse physique est utilisée pour les extinctions des feux de classe B. La mousse physique est une émulsion constituée de bulles gazeuses enveloppées dans une paroi aqueuse. Cette mousse est obtenue avec de l'eau, de l'émulseur et de l'air.



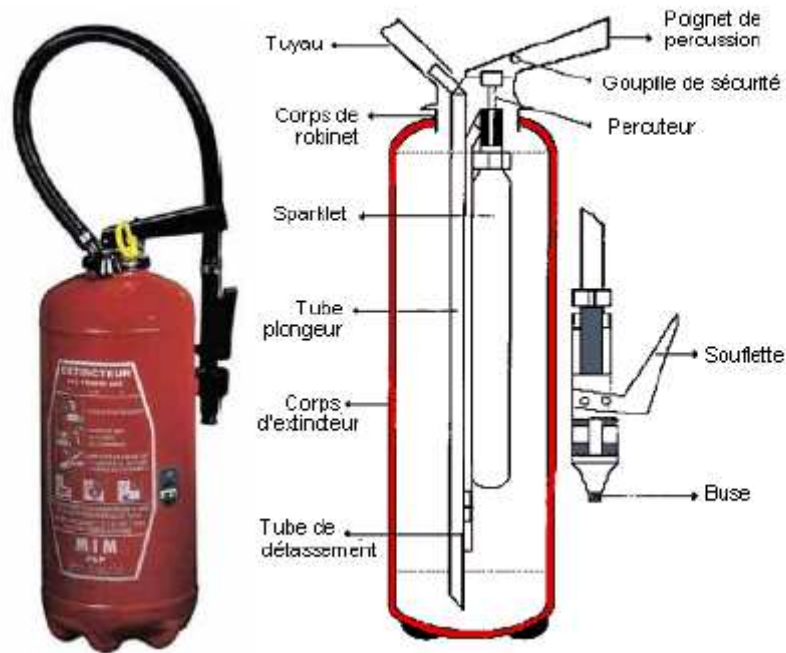
La mousse est un produit extincteur qui agit principalement en formant une barrière mécanique étanche. Le procédé d'extinction est donc l'isolement. Elle a également une action de refroidissement (due à l'eau).

❖ Les poudres

Les poudres sont connues depuis longtemps. Leurs premières applications remontent à la fin du siècle dernier, dans les mines, où on utilisait des poussières de schistes pour éteindre les gaz enflammés à la suite des coups de grisou.

Les poudres sont traitées de façon particulière pour que:

- elles ne se transforment pas en grumeaux ou en blocs (traitement aux stéarates ou aux silicones).
- le nuage obtenu à la sortie de l'appareil ne soit pas trop léger, risquant ainsi d'être emporté par des courants de gaz ou d'air provenant du foyer.
- la fluidité soit suffisante (fluidité proche de celle de l'eau).



Il existe plusieurs sortes de poudres:

- la poudre classique, à base de bicarbonate de soude, traitée aux stéarates de calcium, efficace sur feux de classe B et C.
- la poudre polyvalente ABC, à base de sels ammoniacaux magnésiens, traitée aux silicones, efficace sur feux de classe A - B et C, ou souvent composée de sulfate d'ammonium et phosphate monoammonique.
- les poudres spéciales utilisables pour les feux de métaux légers combustibles (classe D). Ces poudres sont différentes selon le métal à éteindre et sont à base de chlorures alcalins en général, ou sels de potassium.
- les poudres "hautes performances" efficaces sur feux de classe B et C.

Les poudres agissent par isolement / étouffement pour les feux de classe A, par inhibition pour les feux de classe B et C et par étouffement pour les feux de classe D. La poudre ne conduit pas l'électricité.

❖ Le gaz carbonique

Le gaz carbonique est un gaz inerte, encore appelé anhydride carbonique, dioxyde de carbone, neige carbonique; sa formule chimique est CO_2 . Il est réservé aux feux de classe B et C mais surtout pour les feux d'origine électrique.

A l'extérieur ou en milieu ouvert, il n'éteint pas les feux de classe A, il abat les flammes mais reste sans action sur les braises.

pas le gel. Il n'est pas corrosif. On ne doit pas l'entreposer dans les locaux à température élevée.

❖ Les hydrocarbures halogènes (halons)

Il existe des hydrocarbures combustibles et inflammables qui combinés avec les halogénés tels que le fluor, le chlore, le brome et l'iode, deviennent incombustibles et sont utilisés comme agents extincteurs. On les appelle communément "HALONS". Les halons sont efficace sur feux de classe B et ceux d'origine électrique.

A l'extérieur ou en milieu ouvert, ils n'éteignent pas les feux de classe A: ils abattent les flammes mais restent sans action sur les braises. Ce sont des produits extincteurs qui agissent par inhibition.



Certains halons toxiques (bromure de méthyle, tétrachlorure de carbone) ont été interdits par l'arrêté ministériel du 12 octobre 1960. Une liste limitative établie par le Ministère de la Santé Publique, indique les halons qui peuvent être utilisés comme agent extincteur. Les halons sont utilisables en présence de courant électrique.

Ils perdent leur efficacité à des températures importantes car ils se décomposent à 800°C. Ils deviennent alors toxiques et corrosifs.

S'ils sont utilisés à l'intérieur, on doit ventiler énergiquement les locaux après usage. Les plus répandus sont:

- LE DIFLUOROCHLOROBROMOMETHANE (halon 1211: CF_2ClBr)
- LE TRIFLUOROBROMOMETHANE (halon 1301: CF_3Br).

Il existe des agents de remplacement:

- INERGEN (N_2 -52% / Ar -40% / CO_2 -8%)

- ARGONITE (N₂ -50% / Ar -50%)
- TRIFLUOROMETHANE FE-13(CHF₃-100%)
- HEPTAFLUOROPROPANE FM -200 (C₃HF₇ - 100%)

4.3.9.5.3.1. Tableau résumé

Agent extincteur	CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	Feu d'origine électrique	Portée en mètres
Eau pulvérisée	Très efficace	Inefficace	Inefficace	DANGER !	2 à 3 m
Eau pulvérisée + additif	Très efficace	Peu efficace	Inefficace	DANGER !	2 à 3 m
Poudre BC	Inefficace	Très efficace	Très efficace	DEGATS	3 à 4 m
Poudre polyvalente ABC	Peu efficace	Très efficace	Très efficace	DEGATS	3 à 4 m
CO ₂	Inefficace	Efficace	Efficace	Très efficace	Environ 0.5 m
Halons	Inefficace	Efficace	Inefficace	Très efficace	Environ 0.5 m

4.3.10. Le risque thermique

4.3.10.1. Le travail au froid

4.3.10.1.1. Introduction

- Définition :
 - Le travail au froid n'a pas de définition réglementaire. Toutefois le travail pour des températures < 10° peut être considéré comme du travail au froid avec les risques que comporte un bilan thermique négatif pour l'organisme.
- Rappel physiologique :
 - L'homme est un homéotherme, c'est à dire que son organisme réagit pour maintenir sa température centrale stable quel que soit le milieu.
 - Les échanges thermiques entre l'homme et son milieu sont :
 - la conduction : transmission de la chaleur par contact entre le corps et les objets
 - la convection : transmission de la chaleur d'un objet au corps par l'intermédiaire d'un fluide (eau, air...)
 - le rayonnement : transmission de la chaleur d'un corps chaud vers un corps moins chaud par des ondes électromagnétiques

- Et pour rétablir l'équilibre thermique l'organisme fait appel à 3 mécanismes :
 - la vasoconstriction des extrémités pour limiter les échanges
 - la diminution du débit sanguin pour limiter la perte de chaleur cutanée et pulmonaire
 - l'accroissement de la production de chaleur (frisson ou activité musculaire)
- Il y a risque lorsque la capacité d'adaptation de l'organisme humain est dépassée.
- Par ailleurs le refroidissement des extrémités entraîne une baisse de la dextérité pour une température cutanée du dos de la main inférieure à 23 - 25°C.

4.3.10.1.2. Les professions concernées

- En hiver tous les salariés peuvent être exposés au froid de façon saisonnière. La pénibilité du travail sera liée aux conditions d'isolation de leur poste par rapport à la température ambiante et sera majoré sur les postes sédentaires et/ou dans des locaux exposés aux courants d'air.
- Certaines professions sont plus exposées que d'autres aux effets du froid de fait qu'une partie de leur activité se fait directement en extérieur :
 - Travailleurs du BTP
 - Travailleurs agricoles
 - Salariés du transport et VRP
- Enfin un certain nombre de professions travaillent au froid de façon plus ou moins permanente notamment :
 - Métiers de l'alimentation
 - Métiers du froid (installation, entretien, réparation)

4.3.10.1.3. Description et évaluation du risque

- En rapport avec les conditions climatiques :
 - le niveau de température
 - le niveau d'hygrométrie
 - la vitesse de l'air (en mètre/seconde) : elle favorise la déperdition de chaleur par convection

- la température moyenne de rayonnement (mesurée en Kelvin)
- En rapport avec l'activité physique du sujet (mesurée en watt/m² de surface corporelle) :
 - Les risques augmentent avec la sédentarité car l'activité physique produit de la chaleur.
- En fonction du salarié :
 - le manque d'acclimatation
 - l'état de santé
 - les médicaments
 - l'habillement

4.3.10.1.4. Les risques pour la santé

- Hypothermie = abaissement de la température centrale (4 stades de 35°C à < 25°C)
- Gelures = refroidissement local excessif entraînant une congélation au point de contact (3 stades : de l'onglée réversible à la gelure profonde)
- Tout type d'accident lié à la perte de dextérité liée au froid
- Les risques propres de l'activité : glissades, blessures, troubles musculo-squelettiques
- Les risques liés aux produits : azote, ammoniac, fluides réfrigérants
- Les risques associés au froid et notamment le vent, la pluie, la neige, le verglas (risques d'accidents de circulation...)
- Atteintes cutanées : engelures des extrémités, couperose de la face, gerçures
- Syndrome de Raynaud
 - La **maladie de Raynaud** est un état touchant le flux sanguin vers les extrémités telles les doigts, les orteils, le nez et les oreilles en cas d'exposition à des changements de température ou de stress. Elle doit son nom à Maurice Raynaud (1834-1881), un médecin français qui l'a décrite en 1862. Mais souffrir de la maladie ou du syndrome de Raynaud, ce n'est pas seulement avoir les mains ou les pieds froids. Il s'agit d'un trouble chronique de la circulation du sang dans les extrémités, qui survient de façon périodique, en cas d'exposition au froid et, plus rarement, en cas de stress émotionnel. Les parties touchées deviennent soudainement

blanches, froides, insensibles, engourdies, et le patient ressent une vive douleur dans les parties touchées car le sang n'y circule plus.



La maladie touche spécifiquement les extrémités, le plus souvent les doigts (le pouce est généralement épargné) et les orteils, mais aussi dans certains cas, le nez, les lèvres et les lobes d'oreilles. Une crise peut durer de quelques minutes à quelques heures.

- Asthénie (Asthénie, de -sthénie (force, vigueur) et du privatif a- : affaiblissement de l'organisme, fatigue physique. Par extension, elle peut concerner l'état psychique, la libido ou l'intellect. L'asthénie est un symptôme et un motif de consultation médical très fréquent : En médecine générale, **50%** des patients se plaignent d'asthénie.
- Troubles des règles
- Aggravation des pathologies ORL, respiratoire, cardiaque, rhumatologique

4.3.10.1.5. Suppression du risque

- Limitation de la circulation extérieure en cas d'intempéries
- Chauffage des locaux de travail (usine, entrepôts...)

4.3.10.1.6. Protection collective

- Chambres frigorifiques équipées d'une ouverture intérieure
- Supprimer les courant d'air dans les locaux (vitesse de l'air < à 0.20m/s)
- Pausas fréquentes avec mise à disposition de locaux tempérés
- Mise à disposition de boissons chaudes

4.3.10.1.7. Protection individuelle

- Les vêtements : 3 couches sont recommandées : sous vêtement de coton, vêtement de laine, vêtement isolant (anorak, pantalon)
- Les équipements de protections individuelles : gants isolants, chaussures ou bottes, bonnet

4.3.10.1.8. Les conditions de confort thermique

En l'absence de sources de rayonnement importantes (four, soleil), les conditions de confort thermique sont :

- Pour une personne effectuant un travail de bureau et vêtue d'une tenue de travail légère :
 - Température de l'air, 20 à 22°C
 - Vitesse de l'air de l'ordre de 0,1 m/s
 - Humidité relative 50%

- Pour une personne effectuant une activité physique moyenne, debout (exemple travail sur machine) et vêtue d'une tenue de travail légère :
 - Température de l'air, 16 à 18°C
 - Vitesse de l'air de l'ordre de 0,1 m/s
 - Humidité relative 50%

- Pour une personne effectuant une activité physique soutenue (manutention manuelle) et vêtue d'une tenue de travail légère :
 - Température de l'air, 14 à 16°C
 - Vitesse de l'air de l'ordre de 0,2 m/s
 - Humidité relative 50%

4.3.10.2. Le travail à la chaleur

4.3.10.2.1. Introduction

- Définition
 - Le travail à la chaleur n'a pas de définition réglementaire. Toutefois le travail pour des températures > 30° pour une activité sédentaire, et 28° pour un travail nécessitant une activité physique, peut être considéré comme du travail à la chaleur avec les risques que comporte un bilan thermique positif pour l'organisme.

- Rappel physiologique
 - L'homme est un homéotherme, c'est à dire que son organisme réagit pour maintenir sa température centrale stable quel que soit le milieu.

- Les échanges thermiques entre l'homme et son milieu sont :
 - la conduction : transmission de la chaleur par contact entre le corps et les objets
 - la convection : transmission de la chaleur d'un objet au corps par l'intermédiaire d'un fluide (eau, air...)
 - le rayonnement : transmission de la chaleur d'un corps chaud vers un corps moins chaud par des ondes électromagnétiques
- Et pour rétablir l'équilibre thermique l'organisme fait appel à 2 mécanismes :
 - l'augmentation du débit sanguin pour favoriser la perte de chaleur cutanée et pulmonaire
 - la sudation qui favorise le rafraîchissement cutané par évaporation mais entraîne une perte d'eau et de sel
- Il y a risque lorsque la capacité d'adaptation de l'organisme humain est dépassée.
- Par ailleurs l'exposition à la chaleur entraîne un ralentissement psychomoteur avec détérioration de la perception, de la réactivité et de la précision.

4.3.10.2.2. Les professions concernées

- En période de fortes chaleurs (canicule) tous les salariés sont exposés de façon saisonnière. La pénibilité du travail sera liée aux conditions d'isolation de leur poste par rapport à la température ambiante et sera majoré sur les postes avec production de chaleur et/ou nécessitant une activité physique.
- Certaines professions sont plus exposées que d'autres aux effets de la canicule de fait qu'une partie de leur activité se fait directement en extérieur :
 - Travailleurs du BTP
 - Travailleurs agricoles
 - Salariés du transport et VRP
- Enfin un certain nombre de professions travaillent à la chaleur de façon plus ou moins permanente par exemple :
 - Les métiers du textile, de la teinturerie et de la blanchisserie
 - Certains postes industriels : fondeurs, verriers, soudeurs
 - Certains métiers de l'alimentation (boulangers, cuisiniers)
 - Les mineurs
 - Les pompiers

4.3.10.2.3. Description et évaluation du risque

- En rapport avec les niveaux d'exposition :
 - Niveau 1 – Coup de soleil : rougeur et douleur, oedème, vésicules, fièvre, céphalées
 - Niveau 2 - Crampes : spasmes douloureux (jambes et abdomen), transpiration
 - Niveau 3 - Epuisement : forte transpiration, faiblesse, froideur et pâleur de la peau, pouls faible, température normale
 - Niveau 4 - Coup de chaleur : température corporelle $> 40.6^{\circ}\text{C}$, peau sèche et chaude, pouls rapide et fort, perte de conscience possible

- En rapport avec les conditions climatiques :
 - le niveau de température : pas de risque en dessous de 24°C
 - le niveau d'hygrométrie : le risque croît avec le degré d'hygrométrie ; pas de risque jusqu'à 30°C pour une hygrométrie égale à 0 ; début de risque dès 24°C pour une hygrométrie de 100%
 - la vitesse de l'air (en mètre/seconde) : elle favorise la déperdition de chaleur par convection
 - la température moyenne de rayonnement (mesurée en Kelvin)

- En rapport avec l'activité physique du sujet (mesurée en watt/m² de surface corporelle) : les risques augmentent avec l'activité physique car celle-ci produit de la chaleur qui doit être éliminée

- En fonction du salarié :
 - le manque d'acclimatation
 - l'état de santé
 - les médicaments
 - l'habillement

4.3.10.2.4. Les risques pour la santé

- Tous les risques de la climatisation : affections ORL, légionelloses
- Les risques propres de l'activité
- Tout type d'accident aigu lié à la chaleur ou en rapport avec une perte de vigilance.

4.3.10.2.5. Suppression du risque

- Automatisation des tâches en ambiance thermique élevée
- Aides mécaniques à la manutention
- Climatisation des véhicules pour les salariés se déplaçant beaucoup
- Climatisation des locaux

4.3.10.2.6. Protection collective

- Isolation thermique des locaux et des postes : stores, volets, film antisolaire
- Rafraîchissement d'ambiance : humidificateurs, ventilateurs (pour des températures intérieures < à 32°), brumisateurs
- Pauses fréquentes en ambiance rafraîchie
- Aménagement d'horaires
- Mise à disposition d'eau potable

4.3.10.2.7. Protection individuelle

- Pauses, sieste, décalage des heures de travail
- Réhydratation avec prise de sel
- S'assurer que le port des protections individuelles est compatible avec la température
- Au-delà de 34°, évacuation des locaux climatisés en cas de panne (Recommandation de la CNAMTS)
- Hygiène alimentaire :
 - éviter toute consommation de boisson alcoolisée
 - faire des repas légers et fractionnés
 - boire un verre d'eau au moins toutes les 20 minutes
- Vêtement léger, non ajusté et en fibre naturelle

4.3.11. Le risque chimique

4.3.11.1. Introduction

Nous utilisons tous des produits chimiques, que ce soit lors d'activités professionnelles ou domestiques.



On dénombre actuellement sur le marché plus de 100.000 substances pures qui, par mélange, donnent des millions de préparations.

Les produits chimiques sont utiles, voire indispensables, car ils sont actifs. Mais parce qu'ils sont actifs, certains peuvent être dangereux pour le santé.

4.3.11.2. Des produits chimiques partout

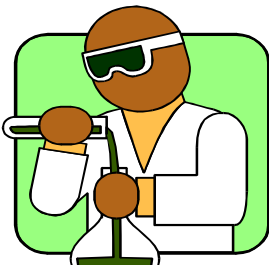
Les produits chimiques sont présents :

- ***Dans tous les secteurs d'activités***



Non seulement dans l'industrie chimique qui les produit, mais dans tous les secteurs d'activités où ils sont utilisés pour leurs propriétés spécifiques, du garage à l'entreprise textile, du laboratoire à la société commerciale, de la grande entreprise à la P.M.E...

- ***A la plupart des postes de travail***



Tout d'abord aux postes qui ont pour vocation de transformer ou d'utiliser les produits chimiques, dans les ateliers, les laboratoires, mais aussi dans les magasins de stockage, les locaux techniques et jusque dans les bureaux des secrétaires où l'on trouve des flacons de correcteur et des tubes de colle qui contiennent souvent des produits nocifs.

- **Sous différentes formes**

Sous forme liquide, solide, gazeuse, dans de gros ou de petits emballages, comme:



- produits de base, dans les opérations de synthèse chimique, l'industrie pharmaceutique, le traitement de surface de métaux, la peinture, la teinture ou le blanchiment des textiles ...

- produits annexes comme solvants, diluants, colle, additifs, fluides d'usinage ...

- produits de nettoyage des locaux, du matériel, du personnel...

- produits d'emballage comme la mousse de polyuréthane...

Les utilisateurs ignorent ou sous-estiment les propriétés dangereuses des produits qu'ils manipulent
- du fait de l'habitude et d'un sentiment d'impunité personnel).

Les premiers effets d'une maladie peuvent apparaître plusieurs années après la période d'utilisation, les pathologies pouvant être évolutives (silicose).

- du fait de la commercialisation.

On trouve facilement dans le commerce des produits très dangereux mais nécessaires du fait de leurs propriétés.

4.3.11.3. Les conséquences du risque chimique

Les conséquences possibles sur la santé de l'homme au travail, lors de la mise en œuvre de produits chimiques, peuvent être de deux natures :

- **les accidents de travail**
- **les maladies professionnelles.**

4.3.11.3.1. L'accident du travail



Il peut survenir dans tous les types d'industries au cours de l'utilisation de substances chimiques ou de produits en contenant, notamment lors de travaux de fabrication, d'opérations d'entretien, de manutentions et de transvasements.

Il se révèle de façon soudaine et brutale et se traduit par :

**un incendie
une explosion
des brûlures
des asphyxies
des intoxications aiguës
des réactions dangereuses**

A. L'incendie

La réaction de combustion à l'origine de l'incendie nécessite la présence simultanée de trois éléments :

- △ un combustible
- △ un comburant
- △ une source d'énergie qui forme le triangle de feu



- Le combustible:

Aliment de l'incendie, c'est un produit susceptible de s'oxyder . C'est le cas du bois, du charbon, des produits pétroliers ainsi que du caoutchouc, des poussières de farine ou d'aluminium, du soufre ...

Certains produits combustibles peuvent s'enflammer vivement et brûler en produisant des flammes. Ce sont les produits Inflammables tels que l'acétone, l'essence, le white spirit ...



Pour caractériser l'inflammabilité des liquides on utilise la notion de Point d'Eclair, température minimale à partir de laquelle ce liquide émet suffisamment de vapeurs pour former avec l'air un mélange pouvant être enflammé, en présence d'une source d'énergie.

Plus le point d'éclair d'un produit liquide est faible, plus le risque d'incendie est important.

La réglementation différencie les liquides en :

- Extrêmement inflammables
~ point d'éclair inférieur à 0°C
Exemples : Essence (pt d'éclair = -20°C); Acétone (pt d'éclair = -17°C);
- Facilement inflammables
~ point d'éclair compris entre 0 et 21°C;
- Inflammables
~ point d'éclair compris entre 21 et 55°C
Exemples : White Spirit (pt d'éclair = +30°C); Gasoil (pt d'éclair = +55°C);

Le risque d'incendie est également important si la température d'auto – inflammation est faible. La **température d'auto – inflammation** est la température minimale nécessaire pour enflammer une substance et **maintenir la combustion**. Elle est donc la température à laquelle la substance s'enflamme d'elle – même sans flamme ni étincelle.

Par exemple, l'**éther éthylique s'enflamme spontanément à 160° C.**

- Le Comburant:

C'est un produit qui favorise ou active la combustion : il s'agit de l'oxygène que l'on trouve pur ou en mélange avec d'autres gaz comme dans l'air, ou encore des produits chimiques oxygénés tels que l'eau oxygénée, les chlorates, les nitrates, les peroxydes...

- La source d'énergie :

La Source d'Énergie est une source d'inflammation capable de produire assez de chaleur pour initier la combustion : la flamme, point chaud, étincelle électrique ou électrostatique, choc ou frottement.

Si l'on supprime un de ses trois facteurs, le risque d'incendie disparaît.

B. L'explosion



Dans certaines conditions, lorsque les produits combustibles sont mélangés à l'air sous forme de gaz, de vapeurs, de brouillard ou de poussières, la réaction de combustion peut être extrêmement rapide, violente et libérer en un court instant une quantité d'énergie élevée : c'est l'explosion. Elle ne peut se produire que si coexistent une source d'inflammation et un mélange explosif.

Les produits combustibles mélangés à l'air ne sont explosifs que dans un domaine de concentration déterminé compris entre la

Limite Inférieure d'Explosibilité (LIE) et la Limite Supérieure d'Explosibilité (LSE).



-En dessous de la LIE, le mélange est trop pauvre en combustible pour former un mélange explosif.

-Au dessus de la LSE, le mélange ne contient pas suffisamment d'oxygène.

-Ces limites d'explosibilité sont fonction de chaque produit.

Si la concentration d'un produit dans l'air est supérieure à la LSE, le risque d'explosion survient en cas d'ouverture d'une porte ou d'une fenêtre. La véritable sécurité consiste à assurer une concentration plus faible que la LIE.

Substances	LIE (% dans l'air)	LSE(% dans l'air)	Point d'éclair (°)
Acétone	2.6	13	-20
Cyclohexane	1.3	8.3	-20
Ethanol	3.3	19	17
Ether éthylique	1.9	36	-45
N – Hexane	1.2	7.5	-22
Méthanol	6	36	11
Sulfure de carbone	1.3	50	-30
Toluène	1.3	7	4
Hydrogène	4	75	Sans objet (gaz)

C. Les brûlures

On distingue les brûlures thermiques des brûlures chimiques.

- **Les brûlures thermiques** sont les conséquences :

- ☞ du contact avec des produits portés à haute température suite à incendie et/ou explosion,

- ☞ du contact avec des liquides cryogéniques (air ou azote liquide...),

- ☞ du contact avec des produits chauds (enrobés bitumineux, vapeurs surchauffées...).

- **Les brûlures chimiques** sont des lésions sévères de la peau, des muqueuses oculaires et respiratoires apparaissent généralement immédiatement au contact :

- ☞ de produits corrosifs tels que les acides concentrés (chlorhydriques, sulfuriques, nitrique, fluorhydrique...) et les alcalins concentrés (soude, potasse...),

- ☞ de produits oxydants forts (eau oxygénée concentrée...),

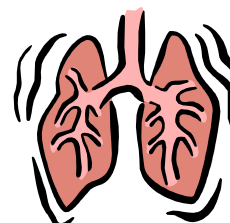
- ☞ de phénol et de chlore...

La gravité des lésions est fonction de la nature des agents chimiques, de leur concentration, de la durée de contact et de la surface du corps atteinte.

D. L'asphyxie

La concentration d'oxygène dans l'air ambiant est de l'ordre de 21%. Elle ne doit jamais être inférieure à 19%.

Ce risque est présent dans les locaux fermés et non ventilés (puits, cuves, silos, réacteurs, sous-sol, galeries de



service, bassins, réservoirs...).

L'asphyxie peut se produire lorsque l'oxygène de l'air a été consommé par combustion, par la respiration, par l'oxydation lente d'un métal (accompagnée de formation de rouille dans le cas du fer, par exemple), ou lorsqu'il se trouve dilué dans ou remplacé par un gaz inerte vis-à-vis de la respiration (azote, dioxyde de carbone)...

E. L'intoxication aiguë

Elle est liée à la toxicité d'une substance.

La toxicité de cette substance sur l'organisme peut engendrer un effet toxique instantané après absorption importante avec comme conséquence la mort.

Exemple : acide cyanhydrique, ammoniacque, chlore.



Ce risque lors de la défaillance technique d'une installation (rupture de canalisation, emballement de réaction, fuite ou ouverture accidentelle d'un récipient...) ou suite à l'ingestion accidentelle, ou volontaire, de produits par exemples conditionnés dans des emballages alimentaires.

F. Les réactions dangereuses

Des produits instables ou incompatibles entre eux sont parfois à l'origine d'accidents.

☞ Des produits instables peuvent donner lieu à des décompositions explosives sous l'effet de la chaleur, d'un choc, de l'humidité, d'impuretés, de catalyseurs (par exemple : nitrocellulose, peroxydes organiques, oxyde d'éthylène) . Certains peuvent s'enflammer spontanément à l'air (produits pyrophoriques tels que le phosphore ou les hydrures).

☞ Des produits incompatibles entre eux peuvent réagir violemment avec des projections, dégagements de vapeurs et de gaz dangereux, inflammation et/ou explosion...

C'est le cas lorsque des produits oxydants et réducteurs entrent en contact (par exemple un mélange d'acide et d'eau de javel produit un dégagement de chlore, gaz toxique), quand on mélange des produits acides et basiques ou lorsque l'on ajoute de l'eau dans un récipient contenant de l'acide. Un important dégagement de chaleur se produit alors avec pour conséquence des projections violentes de produit.

4.3.11.3.2. La maladie professionnelle

La Maladie Professionnelle survient progressivement suite à une exposition plus ou moins prolongée à des produits dangereux, lors de l'exercice habituel de la profession.



Ces maladies sont très diverses et peuvent engendrer des altérations de la santé dont certaines, très graves, peuvent avoir comme conséquence la mort.

Le plus souvent, ces maladies apparaissent après des expositions multiples, répétées, à de faibles doses de produit : c'est l'**intoxication chronique**.

Parfois même elles peuvent apparaître plusieurs mois, voire plusieurs années après la cessation de l'exposition de l'opérateur au produit en cause.

Dans le cas des cancers, ce temps de latence peut être très long (10 ans et plus).

Tableau citant, de manière non exhaustive, diverses maladies **associées à des produits courants.**

MALADIES	ELEMENTS EN CAUSE
Maladies de l'appareil respiratoire (pneumoconioses, asthmes ...)	Poussières de silice, de bois, de coton, de fibres d'amiante, isocyanates organiques...
Maladies de l'appareil circulatoire, du cœur, du sang (leucémies, infarctus, anémies)...	Benzène, plomb, oxyde de carbone, trichloroéthylène, pesticides...
Maladies de la peau et des muqueuses (irritations, ulcérations, eczéma)	Solvants, ciments, résines époxydiques, huiles, graisses, acide fluorhydrique...
Maladies du système nerveux (polynévrites, tremblements, troubles psychiatriques)	n-Hexane, plomb, solvants, mercure, oxyde de carbone...
Maladies des reins, de la vessie, du foie (néphrites, hépatites...)	Tétrachlorure de carbone, plomb, mercure, cadmium, amines aromatiques...
Cancers (cutanés, osseux, broncho-pulmonaires, de la vessie, leucémies ...)	Fibres d'amiante, poussières de bois, benzène, amines aromatiques, arsenic...

Ces risques de maladies professionnelles dues à des produits chimiques dépendent essentiellement :

- de l'état physique des produits (vapeurs, poussières, aérosols, fumés, brouillards), qui conditionnent en partie leur agressivité sur l'organisme humain,
- de leurs caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques,
- du type de contact avec ces produits (inhalation, ingestion, contact cutané),
- de leur voie de pénétration dans l'organisme (voie respiratoire, voie digestive, voie cutanée).

Rappelons que, sur les 98 tableaux de maladies professionnelles actuels, prévus à l'Article R 461-3 du Code de la Sécurité Sociale et annexés à des décrets pris en Conseil d'Etat, 63 concernent des substances chimiques.

4.3.11.3.3. Voies de pénétration dans l'organisme

A. Pénétration par la bouche

Bien sûr les produits chimiques ne sont pas avalés volontairement. Le plus souvent la pénétration par voie digestive (ou ingestion) se produit accidentellement ou par imprudence.

B. Pénétration par la peau

C'est la voie percutanée : les irritants et les corrosifs agissent localement mais d'autres produits solubles dans les graisses franchissent la barrière cutanée et se dispersent dans tout l'organisme où ils provoquent des troubles divers (le benzène par exemple).

C. Pénétration par les poumons

C'est la voie de pénétration la plus fréquente sur le lieu de travail car les polluants peuvent être intimement mélangés à l'air que l'on respire. C'est le cas lors de la manipulation de solvants, colles, peintures, etc...

Une fois inhalés ces produits sont véhiculés par le sang et peuvent provoquer des troubles respiratoires mais aussi toucher d'autres organes.

Hémopathies provoqués par le benzène et tous les produits en renfermant

Désignation des maladies	Délais de prise en charge	Liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer des maladies
<ul style="list-style-type: none"> Affections hématologiques acquises, isolées ou associées, de type hypoplasique, aplasique ou dysplasique : Anémie ; Leuconeutropénie ; Thrombopénie. 	3 ans	Opérations de production, transport et utilisation du benzène et d'autres produits renfermant du benzène, notamment : <ul style="list-style-type: none"> Production, extraction, rectification du benzène et des produits en renfermant ; Emploi du benzène et des produits en renfermant pour la production de leur dérivés, notamment en organosynthèse ; Préparation de carburants renfermant du benzène, transvasement, manipulation de ces carburants, travaux en citernes ; Emplois divers du benzène comme dissolvant des résines naturelles ou synthétiques ; Production et emploi de vernis, peintures, émaux, mastics, encres, colles, produits d'entretien renfermant du benzène ; Fabrication de simili – cuir ;
<ul style="list-style-type: none"> Hypercytoses d'origine myélodysplasique. 	3 ans	
<ul style="list-style-type: none"> Syndrome myéloprolifératif. 	15 ans	
<ul style="list-style-type: none"> Leucémies (sous réserve d'une exposition d'un an). 	15 ans	

		<ul style="list-style-type: none"> • Production, manipulation et emploi des dissolutions de caoutchouc naturel ou synthétique, ou des solvants d'avivage contenant du benzène ; • Autres emplois du benzène ou des produits en renfermant comme agent d'extraction, d'élution, d'imprégnation, d'agglomération ou de nettoyage et comme décapant, dissolvant ou diluant ; • Emploi du benzène comme déshydratant des alcools et autres substances liquides ou solides ; • Emploi du benzène comme dénaturant ou réactif de laboratoire.
--	--	---

4.3.11.3.4. Connaître les risques

Une fois qu'ils ont déchiffré les étiquettes, les utilisateurs se retrouvent souvent perplexes car ils ne comprennent pas toujours ce que peuvent déclencher les produits en question.

Ces produits peuvent être dangereux en portant atteinte à la santé.

Selon leurs caractéristiques, la manière dont ils pénètrent dans le corps et la quantité absorbée, ces produits peuvent altérer plus ou moins gravement la santé.

Certains produits agissent comme des poisons diffusant dans tout le corps par le sang.



Cet empoisonnement peut être brutal : **c'est l'intoxication aiguë**. Elle peut être **mortelle**. Elle peut se produire lors d'utilisation dans des lieux mal ventilés (caves, silos, fosses)

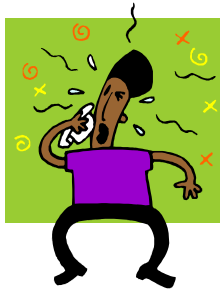
Si l'exposition a lieu pendant de longues périodes ou répétée : **c'est l'intoxication chronique**. Il est à signaler que les effets de cette intoxication ne disparaissent pas toujours avec l'arrêt de l'exposition. Ces produits sont qualifiés de **toxiques** ou de **nocifs** et peuvent causer des atteintes profondes de l'organisme.

☞ Parmi ces produits certains sont cancérogènes **c'est à dire provoquer des cancers ou en augmenter la fréquence.**

☞ Certains sont **mutagènes**, c'est à dire qu'ils peuvent entraîner des mutations génétiques pouvant provoquer des cancers.

☞ Ceux qui peuvent produire des malformations sur l'embryon sont **tératogènes**.

Il existe deux catégories de produits dont les effets sont locaux, limités à l'endroit du contact avec le corps.



- **Les produits corrosifs** : Ils exercent une action destructrice des tissus vivants. Ils brûlent la peau et les muqueuses et peuvent provoquer des lésions parfois très graves.
- **Les produits irritants** : ils provoquent démangeaisons, rougeurs, ou inflammation des voies respiratoires.
- **Les produits sensibilisants ou allergisants** : ils ne provoquent des réactions que chez certains individus.

4.3.11.4. La prévention

4.3.11.4.1. Les sources d'information sur les produits chimiques

Les produits chimiques dangereux doivent être facilement identifiables. Les informations sur ces produits permettent de renseigner les utilisateurs sur :

- leur choix
- les risques liés à leur utilisation
- l'organisation de la prévention
- les conditions de stockage, de transport ...
- la gestion des déchets ...

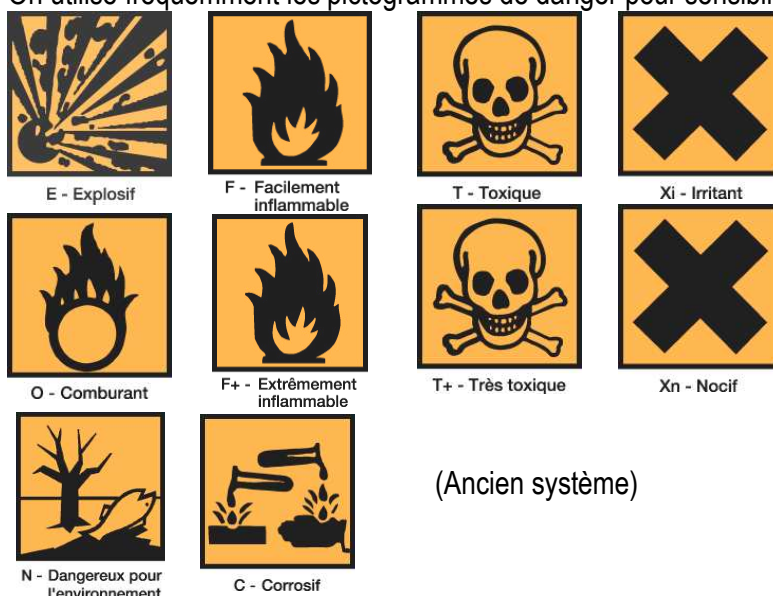
A. L'étiquette

C'est le premier moyen d'information permettant de reconnaître les produits chimiques dangereux.

La réglementation sur la classification, l'emballage et l'étiquetage des produits chimiques fait principalement référence :

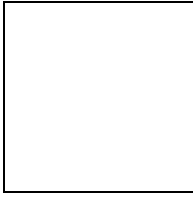
- pour les substances dangereuses : arrêté du 20 avril 1994.
- pour les préparations dangereuses : arrêté du 21 février 1990 modifié ainsi qu'aux annexes I à IV de l'arrêté du 20 avril 1994.

On utilise fréquemment les pictogrammes de danger pour sensibiliser les gens :



(Ancien système)

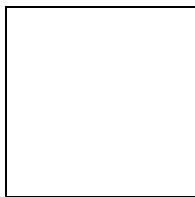
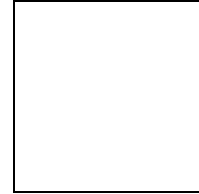
A savoir que depuis 2008 une nouvelle codification est apparue :



Ces produits empoisonnent rapidement, même à faible dose. Ils peuvent provoquer des effets très variés sur l'organisme : nausées, vomissements, maux de tête, perte de connaissance ou d'autres troubles plus importants entraînant la mort.

Ces produits chimiques peuvent avoir les effets suivants :

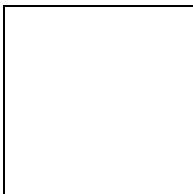
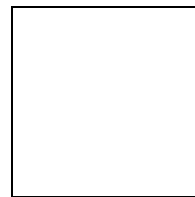
- ils empoisonnent à forte dose
- ils sont irritants pour les yeux, la gorge, le nez ou la peau
- ils peuvent causer des allergies cutanées (eczémas)
- ils peuvent provoquer une somnolence ou des vertiges



Ces produits peuvent s'enflammer, suivant les cas :

- au contact d'une flamme ou d'une étincelle
- sous l'effet de la chaleur ou d'un frottement
- au contact de l'air (en s'évaporant certains produits dégagent des gaz qui s'enflamment spontanément)

Ces produits peuvent provoquer ou aggraver un incendie, voire provoquer une explosion s'ils se trouvent en présence de produits inflammables.
On les appelle des produits comburants.



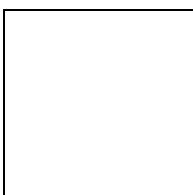
Ces produits sont corrosifs, suivant les cas :

- ils attaquent ou détruisent les métaux
- ils peuvent « ronger » la peau et attaquer les yeux en cas de projection.

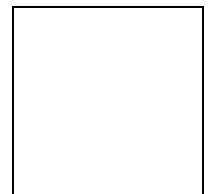
Ces produits sont des gaz sous pression contenus dans un récipient.

Certains peuvent exploser sous l'effet de la chaleur. Il s'agit des gaz comprimés, liquéfiés ou dissous.

Les gaz liquéfiés peuvent être responsables de brûlures dites froides ou cryogéniques.



Ces produits peuvent avoir des effets néfastes sur l'environnement, en particulier sur les organismes du milieu aquatique : poissons, crustacés, algues et autres plantes aquatiques.



B. Le numéro CE

(s'il est attribué pour la substance, doit y figurer la mention **ETIQUETAGE C.E.**).

Il existe :

- 10 symboles de danger des substances et des préparations dangereuses (annexe II de l'arrêté du 20 avril 1994)
- 64 phrases de risques simples et 57 combinaisons de phrases R attribuées aux substances et préparations (Annexe III de l'arrêté du 20 avril 1994)
- 62 phrases de conseils de prudence ainsi que 17 combinaisons de phrases S concernant les substances et préparations dangereuses (annexe IV de l'arrêté du 20 Avril 1994).

De nombreux outils sont à la disposition des utilisateurs pour mieux connaître les produits chimiques et mieux les utiliser.

La combinaison sur les étiquettes de ces symboles de danger et de ces phrases de risques R permet de définir 15 catégories de danger (article T 231.51 du Code du Travail) pour les substances et préparations dangereuses :

- Explosibles
- Comburants
- Extrêmement inflammables
- Facilement inflammables
- Inflammables
- Très toxiques
- Toxiques
- Nocives
- Corrosives
- Irritantes
- Sensibilisantes
- Cancérogènes
- Mutagènes
- Toxiques pour la respiration
- Dangereuses pour l'environnement

L'article L231-6 du Code du Travail fait obligation aux vendeurs, aux distributeurs, et aux importateurs de substances dangereuses, ainsi qu'aux chefs d'établissement où il en est fait usage, d'apposer sur tout récipient, sac ou enveloppe contenant ces substances une étiquette indiquant le nom et l'origine de ces substances et les dangers que représente leur emploi.

4.3.11.4.2. La fiche de données de sécurité

C'est la source d'information essentielle sur les produits chimiques dangereux à usage industriel.

Les fabricants, importateurs ou vendeurs portent à la connaissance des chefs d'établissement et des travailleurs indépendants utilisateurs de substances ou de préparations dangereuses, les renseignements nécessaires à la prévention et à la sécurité par une fiche de données de sécurité concernant les dits produits, tels qu'ils sont mis sur le marché.

Ces Fiches de Données de Sécurité doivent être transmises par le chef d'établissement au Médecin du travail (article R 231.53 du Code du Travail).

La Fiche de Données de Sécurité doit présenter les 16 rubriques obligatoires suivantes :

1. L'identification du produit chimique et de la personne, physique ou morale, responsable de la mise sur le marché,
2. Les informations sur les composants, notamment leur concentration ou leur gamme de concentration, nécessaires à l'appréciation du risque,
3. L'identification des dangers,
4. La description des premiers secours à porter en cas d'urgence,
5. Les mesures de lutte contre l'incendie,
6. Les mesures à prendre en cas de dispersions accidentelles,
7. Les précautions de stockage, d'emploi et de manipulation,
8. Les procédures de contrôle de l'exposition des travailleurs et les caractéristiques des équipements de protection individuelle adéquats,
9. Les propriétés physico – chimiques,
10. La stabilité du produit et sa réactivité,
11. Les informations toxicologiques,
12. Les informations écotoxicologiques,
13. Des informations sur les possibilités d'élimination des déchets,
14. Les informations relatives au transport,
15. Les informations réglementaires relatives en particulier au classement et à l'étiquetage du produit,
16. Toutes autres informations disponibles pouvant contribuer à la sécurité ou à la santé des travailleurs.



Elle doit être datée et fournie gratuitement :

- A la première livraison,
- Après toute révision significative de ses propriétés ou des précautions à prendre,
- A tous les utilisateurs ayant reçu le produit dans les 12 mois qui précèdent la révision de cette fiche.

L'arrêté du 5 janvier 1993 fixe les modalités d'élaboration et de transmission de la Fiche de Données de Sécurité.

Il précise notamment qu'elle doit être rédigée en Français, de façon claire et concise. Depuis le 1^{er} juillet 1993, elle doit être conforme à la norme NFT 01-102.

4.3.11.4.3. La fiche toxicologique

Actuellement, plus de 200 produits font l'objet, de la part de l'I.N.R.S., de l'élaboration de fiches toxicologiques. Ces fiches font le point sur :



- Les caractéristiques physico – chimiques,
- Les risques pathologiques, toxicologiques ...,
- La réglementation (hygiène et sécurité du travail, protection du voisinage, protection de la population, du transport...),
- Les recommandations techniques pour le stockage et les manipulations,
- La prévention médicale,
- La bibliographie (disponible au CAEPRP - IUFM de VILLENEUVE D'ASCQ).

4.3.11.5. L'évaluation du risque chimique

Il apparaît souvent nécessaire de s'assurer que l'exposition à des substances chimiques au cours du travail ne représente pas un danger pour la santé des opérateurs.

La voie principale de pénétration des produits toxiques dans l'organisme humain est la voie respiratoire.

Une autre approche consiste à pratiquer des analyses des milieux biologiques des sujets exposés (sang, urines ...), analyses qui ont pour but de déceler la quantité totale de substances absorbées.

Cette approche tient compte de l'absorption par d'autres voies que la respiratoire (peau, ingestion...). Elle présente l'avantage, en outre, de dépister les sujets hypersensibles.

Dans la pratique, l'idéal réside dans la combinaison des deux approches.

4.3.11.5.1. Mesure de la pollution

Certaines techniques permettent de mesurer directement sur place la concentration en polluant de manière presque instantanée (analyse de gaz à l'aide de tubes détecteurs à réaction colorée, par exemple). D'autres techniques exigent d'opérer en deux temps ; après une période de prélèvement d'un volume connu d'air pollué, l'échantillon est analysé en laboratoire.

Notons que cette pratique du prélèvement d'atmosphère est du ressort du spécialiste.

☞ *Prélèvement individuel*

Prélèvement effectué dans la zone respiratoire du travailleur (zone de 30 cm autour des orifices respiratoires) qui porte le capteur.



☞ *Prélèvement d'ambiance*

Prélèvement effectué à point fixe dans l'air d'un atelier en vue d'estimer la pollution moyenne générale a hauteur des voies respiratoires.

4.3.11.5.2. Valeurs limites d'exposition professionnelle

Les résultats de prélèvement sont comparés avec les valeurs limites d'exposition professionnelles. En France, il existe deux types de V.L. pour 400 produits environ :

- **La valeur limite d'exposition : V.L.E.**

Il s'agit de la valeur maximale (instantanée ou sur une période maximale de 15 minutes) de la concentration d'une substance dans l'air qui ne doit pas être dépassée sans risques pour la santé. La V.L.E. vise à protéger les salariés contre les effets aigus.

Exemple : Chlore : V.L.E.= 3 mg /m³

- **La valeur limite de moyenne d'exposition : V.M.E.**

C'est la valeur admise pour la moyenne dans le temps de concentrations auxquelles un travailleur peut être exposé au cours d'un poste de travail de 8 heures .Les V.M.E. tendent à éviter des effets résultant d'une exposition prolongée.

Exemple : Styrène : V.M.E= 215 mg/m³
 Acétone : V.M.E.= 1800mg /m³

Les valeurs limites d'exposition professionnelles sont déterminées à partir de la relation **Dose / Effets**

Elles sont susceptibles d'évoluer avec le développement des connaissances toxicologiques et médicales. L'I.N.R.S. publie régulièrement la liste des V.L.E. professionnelles utilisables en France.

Elles sont pour la plupart indicatives, fixées par circulaires ministérielles, sauf en ce qui concerne 9 produits pour lesquels elles sont réglementaires et figurant dans le tableau.

4.3.11.6. La prévention du risque chimique

4.3.11.6.1. Prévention du risque d'incendie ou d'explosion

La présence de produits chimiques inflammables, comburants ou explosifs dans une entreprise détermine des zones où le risque d'incendie ou d'explosion est très élevé : stockage, dépôts de déchets, cabines de peintures, ateliers où l'on emploie ces produits, zones de manutention et de transfert des produits, etc.

Un foyer d'incendie peut s'y déclarer, une explosion s'y produire. L'ampleur du sinistre étant fonction des moyens de détection et d'alarme ainsi que de la rapidité de mise en œuvre des moyens de lutte contre le feu.

La prévention du risque incendie ou d'explosion consiste donc à agir sur l'un ou l'autre de ces facteurs (ou sur plusieurs en même temps) de façon à rendre impossible les conditions nécessaires au déclenchement de l'incendie ou de l'explosion.

A. Au niveau du combustible

L'idéal est de remplacer un produit inflammable par un autre ininflammable ou moins inflammable.

Si cette mesure est impossible, il faut limiter la quantité de produits combustibles, éloigner au maximum les produits inflammables des sources d'énergie.

Ce qui revient à prendre des mesures du type :

- éloigner de tout point chaud tout ce qui peut brûler, ainsi que les récipients contenant des produits volatils inflammables
- tenir les locaux propres et bien rangés. Les chiffons gras, les poussières métalliques, les sciures sont des sources potentielles d'incendie ; chaque fois que cela est possible il faut prévoir pour ces matières des récipients ou des locaux spéciaux.
- diminuer la concentration de gaz ou de vapeur inflammables dans l'atmosphère en assurant une ventilation ou une aération des locaux suffisante.
- conserver en atelier le minimum de produits inflammables nécessaires au travail de manière à diminuer l'ampleur d'un incendie éventuel.

B. Au niveau du comburant

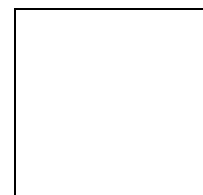
Il faut empêcher tout contact ou toute possibilité de mélange entre combustible et comburant. Pour cela on peut :

- séparer nettement au stockage les produits inflammables des produits comburants.
- utiliser des bidons de sécurité pour les manipulations habituelles de liquides inflammables.

C. Au niveau des sources d'énergie

Les mesures consistent à supprimer les sources potentielles d'inflammation : flammes, étincelles, frottements, points chauds :

- utiliser du matériel électrique adapté aux zones à risque d'explosion ;
- mettre en vigueur une procédure de permis de feu si nécessaire ;
- éliminer les échauffements pouvant conduire à l'inflammation ;



- interdire de fumer ;
- interdire de chauffer à flamme nue les récipients de produits combustibles surtout s'ils sont volatils ;
- stocker dans un endroit frais les produits inflammables.

4.3.11.6.2. Prévention du risque d'altération de la santé

A. La prévention intégrée

On peut agir sur le processus de fabrication, par exemple :

- en remplaçant un produit dangereux par un autre inoffensif ; force est de reconnaître qu'il n'est pas toujours possible de trouver un produit de remplacement. Si on décide le changement de produit, il faut s'assurer que le produit de substitution n'introduit pas de nouveaux risques. Par exemple, le remplacement du trichloréthylène par du white-spirit comme solvant de dégraissage diminue le risque d'intoxication, mais entraîne un risque d'incendie.

- en travaillant en appareil clos pour supprimer les émanations de produits toxiques. C'est le travail en « boîtes à gants », sous hotte ou sorbonne de laboratoire par exemple ;

- en automatisant les opérations et en éloignant les opérateurs. Des installations télécommandées et contrôlées à distance sont très répandues dans des activités à haut risque : grande industrie chimique, pétrochimie, nucléaire, etc...

Rappelons à ce propos que le C.H.S.C.T. est consulté avant la prise de certaines décisions notamment avant toute transformation importante des postes de travail découlant de la modification de l'outillage, d'un changement de produit... (art. L.236-2)

B. La protection collective

A défaut de cette prévention dite intégrée, il faut prévoir une protection collective afin de séparer partiellement l'homme et le polluant :

- les nuages de poussières peuvent parfois être éliminés en travaillant « à l'humide ».

Des procédés par abattage à l'eau, par exemple, sont utilisés pour le forage des roches, le broyage de matériaux, le sciage de plaques d'amiante -ciment, etc...

- on peut aussi évacuer les polluants des ateliers en les captant à la source ou en assurant une ventilation générale. Si nécessaire, l'air pollué sera épuré avant rejet à l'extérieur pour se conformer aux textes relatifs à la protection de l'environnement.

- La conception d'une installation de ventilation nécessite toujours la prise en compte :

- du poste de travail et de son environnement.
- de la tâche à accomplir par l'opérateur.

Les décrets du 07/12/84, les arrêtés du 08/10/87 et la circulaire du 09/05/85 constituent les textes de base de la réglementation en matière d'aération et d'assainissement des ambiances de travail.

Le captage à la source consiste à capter les polluants au plus près possible de leur point d'émission, avant qu'ils ne pénètrent dans la zone des voies respiratoires des travailleurs et ne soient dispersés dans tout le local.

Ce principe est adopté dans des dispositifs du type :

- cabines ouvertes pour la pulvérisation de peinture sur des petits objets ;
- cabines de peinture fermées pour la peinture de voitures ;
- buses d'aspiration de polluants divers ;
- hottes, tables aspirantes ;
- fentes aspirantes, système d'aspiration-soufflage sur cuves et baignoires de traitement de surface.

Dans tous les cas, le captage à la source doit être retenu en priorité, en particulier chaque fois que des produits toxiques sont émis en quantité notable. La ventilation générale ne peut être envisagée en tant que technique principale d'assainissement de l'air que si les polluants dégagés sont très peu toxiques, émis à un débit très faible, si les personnes exposées sont suffisamment éloignées des sources de pollution et si le recours à une ventilation locale est techniquement impossible.

Au contraire, la ventilation générale opère par dilution des polluants à l'aide d'un apport d'air neuf dans le local de travail en quantité suffisante pour maintenir les concentrations en substances toxiques en dessous des valeurs limites d'exposition.

4.3.11.6.3. Stockage des produits

A. Organisation du stockage

Le local de stockage des produits chimiques doit être facilement accessible par les véhicules et à l'écart des locaux de travail ou d'habitation.

L'aire de stockage doit être organisée en classes de produits distinctes (produits inflammables, corrosifs ...).

Un plan de stockage doit être établi, comportant la localisation précise des différentes classes de produits ainsi que l'indication de leurs quantités.

B. Stockage en réservoirs fixes (aériens ou enterrés)

La nature des matériaux constituant les réserves doit être telle qu'ils résistent à la corrosion des produits contenus. Ces réservoirs doivent être clairement identifiés, ainsi que les canalisations. Ils doivent de plus être munis d'un indicateur de niveau de remplissage, d'un évent en partie haute et être reliés à la terre s'ils contiennent des substances inflammables.

Une cuvette de rétention doit être installée afin de recueillir les produits en cas de fuite. Elle doit pouvoir contenir le volume du plus grand réservoir ou la moitié du volume total de tous les réservoirs.

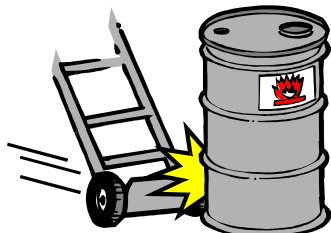
Si les produits peuvent réagir lorsqu'ils sont en présence, les cuvettes de rétention doivent être séparées.

C. Stockage en fûts ou en conteneurs mobiles divers

Les produits incompatibles doivent être stockés séparément. On doit ainsi séparer les produits combustibles et les produits oxydants. De plus, il faut séparer les produits appartenant à certaines classes de danger. Ainsi on séparera les produits inflammables et les produits comburants ou toxiques.

Enfin, on séparera également les produits comburants et les produits toxiques, nocifs ou irritants. Stockage des quantités nécessaires à l'exécution du travail quotidien : jamais plus de 50 litres dans l'enceinte du bâtiment et à placer systématiquement dans une armoire de sécurité. Stockage des autres quantités : dépôt en dehors des bâtiments

En ce qui concerne les locaux :



- les murs, plafonds, planchers, doivent être incombustibles et les murs de séparation interne doivent posséder une résistance au feu supérieure ou égale à 1 heure ;
- le sol doit être imperméable, résistant aux produits chimiques et en légère pente vers un caniveau d'évacuation ;
- les voies de circulation doivent être suffisamment larges (0,80 mètre si elles sont destinées aux personnes, 1 mètre de plus que la largeur de l'engin et de la charge si elles concernent des engins de manutention) ;
- les issues de secours doivent être dégagées, signalées et comportées un dispositif d'ouverture anti-panique
- l'emplacement doit être suffisamment aéré s'il est situé en plein air, ainsi qu'abrité des intempéries et du soleil ;
- la ventilation des locaux de stockage doit être assurée par un dispositif mécanique ou naturel avec entrée d'air en partie basse et en sortie de l'air à l'opposé en partie haute
- les équipements d'éclairage et de chauffage ainsi que les engins de manutention utilisés dans des locaux de stockage de produits inflammables doivent être conformes à la réglementation concernant les zones à risque d'incendie et d'explosion ;
- l'interdiction de fumer et d'utiliser des appareils produisant des flammes, des étincelles ou des surfaces chaudes, doivent être affichées à proximité des récipients contenant des produits inflammables;

- la hauteur maximale de stockage doit être choisie afin d'éviter tout endommagement des récipients en cas de chute ;
- les rayonnages où sont stockés des produits corrosifs doivent comporter des bacs de rétention.

D. Protection individuelle

S'il subsiste encore quelques risques, on a recours à la protection individuelle. L'employeur met à la disposition du personnel :



- ☞ gants, lunettes, bottes, vêtements protecteurs pour éviter les contacts cutanés ;
- ☞ appareils respiratoires pour éviter l'inhalation de produits.

Bien souvent, ces équipements gênent les travailleurs pour accomplir leur tâche, aussi la protection individuelle ne doit être choisie que lorsque la prévention intégrée et la protection collective sont impossibles ou insuffisantes.

4.3.11.7. Formation et information du personnel

En application du décret du 20 mars 1979, tout opérateur nouveau doit être informé des risques découlant des produits utilisés au poste et des moyens de s'en protéger. La même information est aussi obligatoire lors de la mise en service d'un nouveau produit.

La prévention médicale :

A ces mesures de prévention, essentiellement du ressort des techniciens ou ingénieurs, ajoutons les mesures de prévention médicale prises par le médecin du travail chaque fois qu'il le juge nécessaire pour protéger la santé des travailleurs :



- vérification de l'aptitude au poste de travail au moment de la visite médicale d'embauche ;
- demande de changement de poste ou proposition d'adaptation de poste pour raison médicale ;
- suivi de l'état de santé des travailleurs, notamment des travailleurs effectuant des travaux nécessitant une surveillance médicale spéciale (arrêté du 11 juillet 1977, circulaire n° 10 du 29 avril 1980)

Le médecin du travail a un rôle important en matière de protection de la santé des travailleurs contre l'ensemble des nuisances, en particulier contre les risques dus à l'utilisation de produits chimiques dangereux. Il doit être le conseiller privilégié du C.H.S.C.T., aux réunions duquel il assiste avec voix consultative.

EXERCICE 1 :

Le C.H.S.C.T. de l'entreprise de mécanique ATRAI SUR est réuni. Nous arrivons au moment de la discussion du point de l'ordre du jour consacré à la **SECURITE DANS L'ATELIER DE TRAITEMENT DE SURFACE**.

Les personnages

Le représentant du personnel



Le médecin du travail



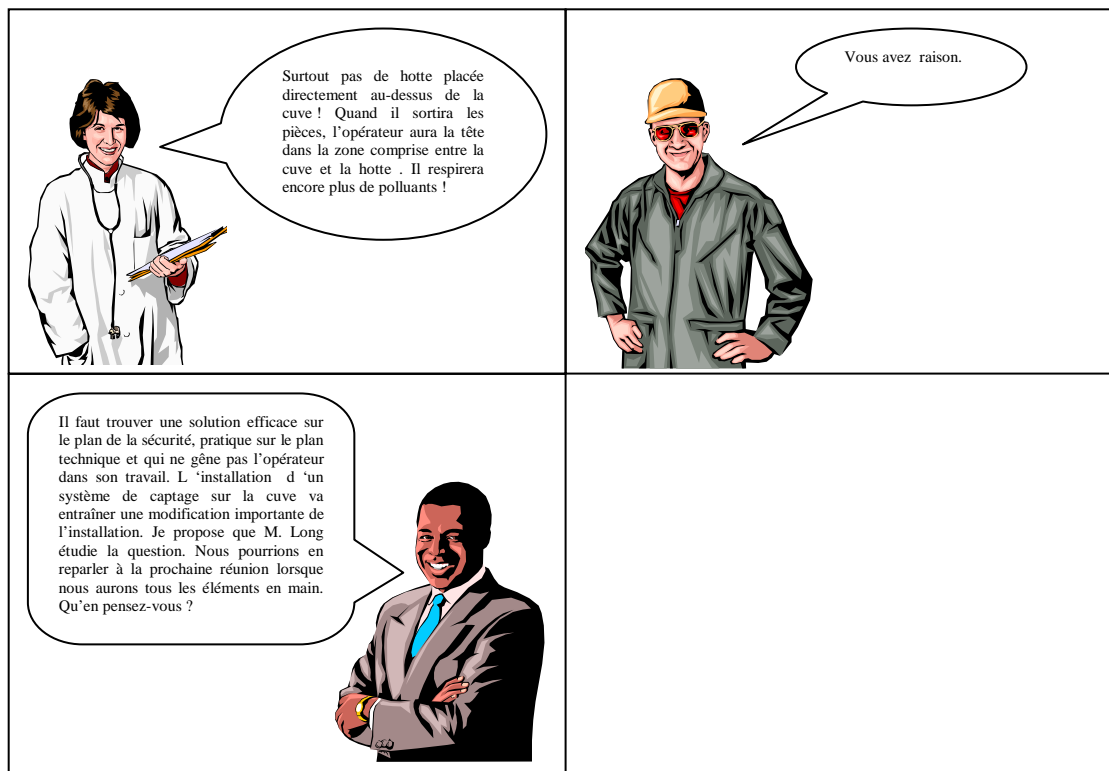
Le chef d'établissement



Le responsable de l'atelier de traitement de surface (M. Long)



 <p>DURAL se plaint. Quand il relève les pièces de la cuve d'acide nitrique chauffé à 40°C, il respire des produits. Ça lui « pique » la gorge.</p>	 <p>C'est tout à fait possible. L'acide chauffé émet des vapeurs irritantes pour les voies respiratoires. Quand les pièces sortent de la cuve, elles s'égouttent et l'émission de polluants est plus forte.</p>
 <p>Il faut faire quelque chose pour éviter ça.</p>	 <p>D'autant plus que l'acide en se répandant dans l'atmosphère attaque les structures métalliques. J'ai déjà observé quelques points de corrosion au-dessus de la cuve.</p>
 <p>Que proposez-vous ?</p>	 <p>Pour maintenir la qualité du traitement, je ne peux pas abaisser la température du bain ou diluer davantage l'acide. A mon avis, il faut aspirer les vapeurs dangereuses avant qu'elles ne se dispersent dans l'atmosphère. Il y a plusieurs moyens : capotage, aspiration latérale, aspiration soufflage, hotte en dôme. Il faut étudier le problème de près.</p>



- 1- Quel est le risque au poste de travail occupé par M. DURAL dans cet atelier de traitement de surface ?
- 2- Quelle est la mesure de prévention proposée,
- 3- Le C.H.S.C.T. sera consulté à sa prochaine réunion sur la modification de l'installation. Quel est l'article de la loi du 23 décembre 1982 qui confère cette mission au C.H.S.C.T. ?

EXERCICE 2 :

Lisez le texte relatant la réunion du C.H.S.C.T. de l'entreprise ATRAI SUR, puis en vous aidant de la fiche toxicologique n°9 sur l'acide nitrique et de l'arrêté du 11 juillet 1977 (voir annexe), répondez aux questions suivantes :

- 1- On n'a pas fait de prélèvement d'atmosphère pour évaluer le risque. Pourquoi ?
- 2- Le responsable de l'atelier propose-t-il des moyens de protection collective ou individuelle ?
- 3- Compte tenu de son activité, l'opérateur doit-il faire l'objet d'une surveillance médicale spéciale ?

EXERCICE 3 :

Voici une étiquette incomplète. Ajoutez les deux symboles manquants et choisissez 3 conseils de prudence adaptés au Toluène.

	Nom et adresse du fabricant	
TOLUENE		
Très inflammable Nocif par inhalation		

EXERCICE 4 :

Voici une liste de produits et leur d'éclair respectifs :

- | | |
|---------------------------|---------|
| - ACETONE | - 17 °C |
| - ALCOOL ISOPROPYLIQUE | + 11 °C |
| - ESSENCE DE TEREBENTHINE | + 35 °C |
| - ETHER ETHYLIQUE | - 45 °C |
| - METHYLETHYLCEtone | - 6 °C |
| - WHITE SPIRIT | ≥ 30 °C |

Entourez les produits dont l'étiquette doit comporter le symbole **Facilement inflammable**.

Annexes :

Loi du 23 décembre 1982

3858

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE FRANÇAISE

26 Décembre 1982

LOIS

LOI n° 82-1097 du 23 décembre 1982 relative aux comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (1).

L'Assemblée nationale et le Sénat ont délibéré,
L'Assemblée nationale a adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

Art. 1^{er}. — I. — Dans le deuxième alinéa de l'article L. 231-1 du code du travail, les mots : « les établissements hospitaliers publics », sont remplacés par les mots : « les établissements mentionnés à l'article L. 792 du code de la santé publique ».

II. — Le premier alinéa de l'article L. 231-1-1 du code du travail est ainsi rédigé :

« Ne sont pas soumises aux dispositions de l'article L. 231-1 :
« 1. Les mines et carrières et leurs dépendances ;
« 2. Les entreprises de transport par fer, par route, par eau et par air dont les institutions particulières ont été fixées par voie statutaire. »

III. — Dans le premier alinéa du 4° de l'article L. 231-2 du code du travail, les mots : « organismes professionnels d'hygiène et de sécurité », sont remplacés par les mots : « organismes professionnels d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail ».

IV. — Le deuxième alinéa du 4° de l'article L. 231-2 du code du travail est ainsi rédigé :

« Les établissements tenus de constituer un comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail, notamment en application de l'article L. 236-1, ne sont pas exonérés de l'obligation d'adhérer à un organisme professionnel créé dans une branche d'activité en application de l'alinéa précédent. »

Loi n° 82-1097 TRAVAUX PRÉPARATOIRES (1)

Assemblée nationale :

Projet de loi n° 742 ;
Rapport de Mme Frayssé-Cazalis, au nom de la commission des affaires culturelles, n° 823 ;
Discussion les 13, 14 mai, 21 et 22 septembre 1982.
Adoption, après déclaration d'urgence, le 22 septembre 1982.

Sénat :

Projet de loi, adopté par l'Assemblée nationale, n° 531 (1981-1982) ;
Rapport de M. Moisson, au nom de la commission spéciale, n° 69 (1982-1983) ;
Discussion et adoption le 8 novembre 1982.

Assemblée nationale :

Rapport de Mme Frayssé-Cazalis, au nom de la commission mixte paritaire, n° 1230 ;

Sénat :

Rapport de M. Moisson, au nom de la commission mixte paritaire, n° 93 (1982-1983).

Assemblée nationale :

Projet de loi, modifié par le Sénat, n° 1203 ;
Rapport de Mme Frayssé-Cazalis, au nom de la commission des affaires culturelles, n° 1235 ;
Discussion et adoption le 24 novembre 1982.

Sénat :

Projet de loi, adopté avec modifications par l'Assemblée nationale en deuxième et nouvelle lecture, n° 108 (1982-1983) ;
Rapport de M. Moisson, au nom de la commission spéciale, n° 145 (1982-1983) ;
Discussion et rejet le 16 décembre 1982.

Assemblée nationale :

Projet de loi, rejeté par le Sénat en deuxième et nouvelle lecture, n° 1319 ;
Rapport de Mme Frayssé-Cazalis, au nom de la commission des affaires culturelles, n° 1327 ;
Discussion et adoption le 18 décembre 1982.

NOTA. — Les documents parlementaires indiqués dans les travaux préparatoires rappelés à la fin des textes législatifs sont vendus ou expédiés par la Direction des Journaux officiels, 26, rue Desaix, 75272 PARIS CEDEX 15, au prix de 2 F l'exemplaire ; ne pas régler la commande à l'avance mais attendre d'avoir reçu la facture.

Art. 2. — L'article L. 231-8 du code du travail est remplacé par les dispositions suivantes :

« Art. L. 231-8. — Le salarié signale immédiatement à l'employeur ou à son représentant toute situation de travail dont il a un motif raisonnable de penser qu'elle présente un danger grave et imminent pour sa vie ou sa santé.

« L'employeur ou son représentant ne peut demander au salarié de reprendre son activité dans une situation de travail où persiste un danger grave et imminent. »

Art. 3. — Après l'article L. 231-8 du code du travail, il est inséré un article L. 231-8-1 ainsi rédigé :

« Art. L. 231-8-1. — Aucune sanction, aucune retenue de salaire ne peut être prise à l'encontre d'un salarié ou d'un groupe de salariés qui se sont retirés d'une situation de travail dont ils avaient un motif raisonnable de penser qu'elle présentait un danger grave et imminent pour la vie ou pour la santé de chacun d'eux. Le bénéfice de la faute inexcusable de l'employeur définie à l'article L. 468 du code de la sécurité sociale est de droit pour le salarié ou les salariés qui seraient victimes d'un accident du travail ou d'une maladie professionnelle alors qu'eux-mêmes ou un membre du comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail avaient signalé à l'employeur le risque qui s'est matérialisé. »

Art. 4. — Après l'article L. 231-8-1 du code du travail, il est inséré un article L. 231-8-2 ainsi rédigé :

« Art. L. 231-8-2. — La faculté ouverte par l'article L. 231-8 doit être exercée de telle manière qu'elle ne puisse créer pour autrui une nouvelle situation de risque grave et imminent. »

Art. 5. — L'article L. 231-9 du code du travail est remplacé par les dispositions suivantes :

« Art. L. 231-9. — Si un représentant du personnel au comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail constate qu'il existe une cause de danger grave et imminent, notamment par l'intermédiaire d'un salarié qui s'est retiré de la situation de travail définie à l'article L. 231-8, il en avise immédiatement l'employeur ou son représentant et il consigne cet avis par écrit dans des conditions fixées par voie réglementaire. L'employeur ou son représentant est tenu de procéder sur-le-champ à une enquête avec le membre du comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail qui lui a signalé le danger et de prendre les dispositions nécessaires pour y remédier.

« En cas de divergence sur la réalité du danger ou la façon de le faire cesser, notamment par arrêt du travail, de la machine ou de l'installation, le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail est réuni d'urgence et, en tout état de cause, dans un délai n'excédant pas vingt-quatre heures. En outre, l'employeur est tenu d'informer immédiatement l'inspecteur du travail et l'agent du service de prévention de la caisse régionale d'assurance maladie, qui peuvent assister à la réunion du comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.

« A défaut d'accord entre l'employeur et la majorité du comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail sur les mesures à prendre et leurs conditions d'exécution, l'inspecteur du travail est saisi immédiatement par l'employeur ou son représentant. Il met en œuvre, le cas échéant, soit la procédure prévue à l'article L. 231-5, soit celle fixée à l'article L. 263-1. »

Art. 6. — Il est ajouté au titre III du livre II du code du travail, dont l'intitulé est ainsi rédigé : « Hygiène, sécurité et conditions de travail », le chapitre VI suivant :

CHAPITRE VI

Comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.

« Art. L. 236-1. — Des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail sont constitués dans les établissements mentionnés à l'article L. 231-1 occupant au moins cinquante salariés. L'effectif est calculé suivant les modalités définies à l'article L. 431-2.

des marchés publics, des participations publiques, des subventions, des primes de toute nature ou des avantages sociaux ou fiscaux.

« Dans les entreprises du bâtiment et des travaux publics occupant entre 50 et 299 salariés et n'ayant pas de comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail, les dispositions du présent article sont mises en œuvre par le comité d'entreprise.

« Art. L. 236-5. — Le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail comprend le chef d'établissement ou son représentant et une délégation du personnel dont les membres sont désignés par un collège constitué par les membres élus du comité d'entreprise ou d'établissement et les délégués du personnel. Le chef d'établissement transmet à l'inspecteur du travail le procès-verbal de la réunion de ce collège.

« La composition de cette délégation, compte tenu du nombre de salariés relevant de chaque comité, les autres conditions de désignation des représentants du personnel ainsi que la liste des personnes qui assistent avec voix consultative aux séances du comité, compte tenu des fonctions qu'elles exercent dans l'établissement, sont fixées par voie réglementaire.

« Le ou les médecins du travail chargés de la surveillance médicale du personnel figurent obligatoirement sur la liste mentionnée à l'alinéa précédent.

« Le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail est présidé par le chef d'établissement ou son représentant. Il est procédé par le comité à la désignation d'un secrétaire pris parmi les représentants du personnel. L'ordre du jour de chaque réunion est établi par le président et le secrétaire et transmis aux membres du comité et à l'inspecteur du travail dans des conditions fixées par voie réglementaire. Le comité peut faire appel à titre consultatif et occasionnel au concours de toute personne de l'établissement qui lui paraîtrait qualifiée.

« Art. L. 236-6. — Dans les établissements occupant habituellement cinq cents salariés et plus, le comité d'entreprise ou d'établissement détermine, en accord avec l'employeur, le nombre des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail qui doivent être constitués, eu égard à la nature, la fréquence et la gravité des risques, aux dimensions et à la répartition des locaux ou groupes de locaux, au nombre des travailleurs occupés dans ces locaux ou groupes de locaux ainsi qu'aux modes d'organisation du travail. Il prend, le cas échéant, les mesures nécessaires à la coordination de l'activité des différents comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.

« En cas de désaccord avec l'employeur, le nombre des comités distincts ainsi que les mesures de coordination sont fixés par l'inspecteur du travail. Cette décision est susceptible d'une réclamation devant le directeur régional du travail et de l'emploi dans les conditions de délai et de procédure fixées à l'article L. 231-5-1.

« Art. L. 236-7. — Le chef d'établissement est tenu de laisser à chacun des représentants du personnel au comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail le temps nécessaire à l'exercice de leurs fonctions. Ce temps est au moins égal à deux heures par mois dans les établissements occupant jusqu'à 99 salariés, cinq heures par mois dans les établissements occupant de 100 à 299 salariés, dix heures par mois dans les établissements occupant de 300 à 499 salariés, quinze heures par mois dans les établissements occupant de 500 à 1 499 salariés, vingt heures par mois dans les établissements occupant 1 500 salariés et plus. Ce temps peut être dépassé en cas de circonstances exceptionnelles.

« Lorsque dans un même établissement sont créés plusieurs comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail dans les conditions prévues à l'article précédent, les heures attribuées aux représentants du personnel selon les modalités du premier alinéa ci-dessus sont calculées en fonction de l'effectif de salariés relevant de chaque comité.

« Les représentants du personnel peuvent répartir entre eux le temps dont ils disposent; ils en informent le chef d'établissement.

« Ce temps est de plein droit considéré comme temps de travail et payé à l'échéance normale. En cas de contestation par l'employeur de l'usage fait du temps ainsi alloué, il lui appartient de saisir la juridiction compétente.

« Le temps passé aux réunions, aux enquêtes menées après un accident du travail grave ou des incidents répétés ayant révélé un risque grave ou une maladie professionnelle ou à caractère professionnel grave, ou à la recherche de mesures préventives dans toute situation d'urgence et de gravité, notamment lors de la mise en œuvre de la procédure prévue à l'article L. 231-9, est également payé comme temps de travail effectif et n'est pas déduit des heures prévues au premier alinéa.

« L'inspecteur du travail doit être prévenu de toutes les réunions du comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail et peut y assister.

« Art. L. 236-8. — En ce qui concerne ses modalités de fonctionnement et l'organisation de ses travaux, les décisions du comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail sont adoptées selon la procédure définie au troisième alinéa de l'article L. 434-3. Il en est de même des résolutions que le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail peut être amené à adopter.

« Art. L. 236-9. — Le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail peut faire appel à un expert lorsqu'un risque grave, révélé ou non par un accident du travail ou une maladie à caractère professionnel, est constaté dans l'établissement.

« En cas de désaccord avec l'employeur sur la nécessité d'une telle expertise, sur la désignation de l'expert ou sur le coût de l'expertise, la décision est prise par le président du tribunal de grande instance statuant en urgence.

« Les frais d'expertise sont à la charge de l'employeur.

« L'employeur ne peut s'opposer à l'entrée de l'expert dans l'établissement. Il lui fournit les informations nécessaires à l'exercice de sa mission.

« L'expert est tenu aux obligations de secret et de discrétion tels que définis à l'article L. 236-3.

« Art. L. 236-10. — Dans les établissements occupant trois cents salariés et plus, les représentants du personnel au comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail bénéficient de la formation nécessaire à l'exercice de leurs missions dans les conditions fixées aux premier et deuxième alinéas de l'article L. 434-10.

« Le financement de cette formation est pris en charge par l'employeur.

« Cette formation pour les représentants du personnel au comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail dans les établissements de moins de trois cents salariés ainsi que son financement est une clause obligatoire des conventions collectives au sens de l'article L. 133-5 du code du travail.

« Art. L. 236-11. — Les dispositions des articles L. 436-1, L. 436-2 et L. 436-3 sont applicables aux salariés qui siègent ou ont siégé en qualité de représentants du personnel dans un comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.

« Art. L. 236-12. — Des décrets en Conseil d'Etat fixent les mesures nécessaires à l'application du présent chapitre, notamment des articles L. 236-1, L. 236-2, L. 236-3, L. 236-4, L. 236-5. Ils en adaptent les dispositions aux établissements mentionnés à l'article L. 792 du code de la santé publique, aux entreprises ou établissements où le personnel est dispersé, ainsi qu'aux entreprises ou établissements opérant sur un même site, dans un même immeuble ou un même local.

« Art. L. 236-13. — Les dispositions qui précèdent ne font pas obstacle aux dispositions plus favorables concernant le fonctionnement ou les pouvoirs des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail qui résultent d'accords collectifs ou d'usages.»

Art. 7. — Il est ajouté au titre VI du livre II du code du travail un article L. 263-2-2 ainsi rédigé :

« Art. L. 263-2-2. — Quiconque aura porté ou tenté de porter atteinte soit à la constitution, soit à la libre désignation des membres, soit au fonctionnement régulier des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail, notamment par la méconnaissance des dispositions de l'article L. 236-11 et des

textes réglementaires pris pour son application, sera puni d'un emprisonnement de deux mois à un an et d'une amende de 2 000 F à 20 000 F ou de l'une de ces deux peines seulement.

« En cas de récidive, l'emprisonnement peut être porté à deux ans et l'amende à 40 000 F. »

Art. 8. — Les décrets prévus aux paragraphes I et II de l'article 39 de la loi du 6 décembre 1976 relative au développement de la prévention des accidents du travail adaptent les dispositions du chapitre VI du titre III du livre II du code du travail aux institutions mentionnées audit article.

Art. 9. — Il est ajouté à l'article L. 742-5 du code du travail un alinéa ainsi rédigé :

« Les dispositions des articles L. 231-8, L. 231-8-1, L. 231-8-2 et L. 231-9 du chapitre I^{er} du titre III du livre II du présent code, celles du chapitre VI du même titre et celles de l'article L. 263-2-2 sont applicables aux entreprises d'armement maritime dans des conditions fixées, compte tenu des adaptations nécessaires, par un décret en Conseil d'Etat. »

Art. 10. — Les dispositions du titre III du livre II du code du travail ne font pas obstacle aux dispositions législatives et réglementaires sur la protection du secret des informations intéressant la défense nationale.

Art. 11. — Les dispositions de la présente loi entrent en vigueur le premier jour du septième mois qui suit sa publication au *Journal officiel* de la République française, à l'exception de celles prévues pour les articles L. 231-8, L. 231-8-1, L. 231-8-2, L. 231-9 et L. 236-11 du code du travail, qui sont immédiatement applicables.

Les mandats des membres des institutions visées au 3^o de l'article L. 231-2 du code du travail qui viendraient à expiration avant l'entrée en vigueur de la présente loi sont prorogés jusqu'à cette date.

Toutefois, dans un délai de deux ans à compter de l'entrée en vigueur de la présente loi, les comités d'hygiène et de sécurité et les commissions d'amélioration des conditions de travail existants pourront, sous réserve de l'accord du comité d'entreprise, continuer de fonctionner dans les conditions fixées aux articles L. 231-2-3^o et L. 437-1 à L. 437-4 du code du travail, provisoirement maintenus en vigueur. Dans ce cas, et pendant ce délai, les mandats des membres de ces institutions sont prorogés et les dispositions de l'article L. 236-11 du même code sont applicables aux représentants du personnel en faisant partie.

Art. 12. — Les dispositions du chapitre VII du titre III du livre IV et l'article L. 231-2-3^o du code du travail cesseront d'être applicables à l'expiration d'un délai de deux ans à compter de l'entrée en vigueur de la présente loi.

Art. 13. — I. — A l'article 29 de la loi n° 82-915 du 23 octobre 1982 relative au développement des institutions représentatives du personnel, la référence à l'article L. 212-4-6 figurant au quatrième alinéa de l'article L. 432-3 est remplacée par une référence à l'article L. 212-4-8.

II. — A l'article 39 de ladite loi, l'article L. 212-4-6 devient l'article L. 212-4-8.

La présente loi sera exécutée comme loi de l'Etat.

Fait à Paris, le 23 décembre 1982.

FRANÇOIS MITTERRAND.

Par le Président de la République :

Le Premier ministre,
PIERRE MAUROY.

Le ministre d'Etat, ministre des transports,
CHARLES FITERMAN.

Le ministre délégué auprès du Premier ministre,
ministre des droits de la femme,
YVETTE ROUDY.

Le ministre de l'agriculture,
ÉDITH CRESSON.

Le ministre délégué aux affaires sociales,
chargé du travail,
JEAN AUROUX.

LOI n° 82-1098 du 23 décembre 1982
relative aux études médicales et pharmaceutiques (1).

L'Assemblée nationale et le Sénat ont délibéré,

L'Assemblée nationale a adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

Art. 1^{er}. — Les articles 45 bis, 45 ter et 45 quater de la loi n° 68-978 du 12 novembre 1968 modifiée d'orientation de l'enseignement supérieur sont abrogés. L'article 46 devient l'article 63.

Art. 2. — Il est ajouté à la loi n° 68-978 du 12 novembre 1968 modifiée précitée les articles 46 à 62 ci-après :

« Art. 46. — Le troisième cycle des études médicales comporte quatre filières d'internat ainsi dénommées :

- « a) La filière de médecine générale ;
- « b) La filière de médecine spécialisée ;
- « c) La filière de santé publique ;
- « d) La filière de recherche médicale.

« Art. 47. — Le deuxième cycle des études médicales est sanctionné par un examen organisé dans le cadre de la région sanitaire par les unités d'enseignement et de recherche médicales. Dans la région d'Ile-de-France, un examen commun est organisé au minimum pour trois unités d'enseignement et de recherche médicales.

« Les étudiants reçus à cet examen :

« a) — sont admis dans la filière de médecine générale ; ils choisissent, selon leur rang de classement, leur poste d'interne dans cette filière ;

« b) — peuvent se présenter au concours d'accès à la filière de médecine spécialisée, à la filière de santé publique et à la filière de recherche médicale.

« Art. 48. — Les étudiants peuvent se présenter au concours prévu à l'article précédent au cours de l'année où ils ont pris leur première inscription en dernière année du deuxième cycle des études médicales et au cours de l'année suivante. Des dérogations pour accouchement, accomplissement du service national et en cas de force majeure de caractère collectif, empêchant la participation au déroulement des épreuves, sont prévues par décret.

« Les étudiants peuvent faire acte de candidature dans trois des circonscriptions mentionnées à l'article 53 ci-dessous, dont celle à laquelle appartient leur unité d'enseignement et de recherche d'origine.

Loi n° 82-1098 TRAVAUX PRÉPARATOIRES (1)

Assemblée nationale :

Projet de loi n° 1076 ;
Rapport de M. Lareng, au nom de la commission des affaires culturelles, n° 1089 ;
Discussion et adoption, après déclaration d'urgence, le 27 septembre 1982.

Sénat :

Projet de loi, adopté par l'Assemblée nationale, n° 532 (1981-1982) ;
Rapport de M. Gouteyron, au nom de la commission spéciale, n° 60 (1982-1983) ;
Discussion et adoption le 27 octobre 1982.

Assemblée nationale :

Rapport de M. Lareng, au nom de la commission mixte paritaire, n° 1220.

Sénat :

Rapport de M. Gouteyron, au nom de la commission mixte paritaire, n° 92 (1982-1983).

Assemblée nationale :

Projet de loi, modifié par le Sénat, n° 1176 ;
Rapport de M. Lareng, au nom de la commission des affaires culturelles, n° 1225 ;
Discussion et adoption le 23 novembre 1982.

Sénat :

Projet de loi, adopté avec modifications par l'Assemblée nationale en deuxième et nouvelle lecture, n° 103 (1982-1983) ;
Rapport de M. Gouteyron, au nom de la commission spéciale, n° 115 (1982-1983) ;
Discussion et adoption le 16 décembre 1982.

Assemblée nationale :

Projet de loi, modifié par le Sénat en deuxième et nouvelle lecture, n° 1321 ;
Rapport de M. Lareng, au nom de la commission des affaires culturelles, n° 1324 ;
Discussion et adoption le 18 décembre 1982.

Fiche toxicologique N°9



FICHE TOXICOLOGIQUE N° 9

Edition 1997*

Acide nitrique

Note établie par les services techniques et médicaux de l'INRS

HNO₃

Numéro CAS
N° 7697-37-2

Numéros CE

Index N° 007-004-00-1 (solution d'acide nitrique)
Index N° 007-005-00-7 (mélange sulfo-nitrique, conc.
HNO₃ > 30 %)
EINECS N° 231-714-2 (acide nitrique)

Synonyme

Acide azotique

CARACTERISTIQUES

Utilisation [1]

- Fabrication d'engrais (engrais nitriques, ammoniaconiques ...) et de divers nitrates minéraux.
- Fabrication d'explosifs (nitroglycérine...).
- Industrie métallurgique (affinage, photogravure).
- Industrie textile.
- Industrie pharmaceutique.
- Agent d'oxydation...

Propriétés physiques [1 à 4]

L'acide nitrique pur anhydre est un liquide incolore d'odeur suffocante caractéristique.

Miscible à l'eau en toutes proportions, il donne avec l'humidité de l'air d'abondantes fumées blanches.

Ses principales caractéristiques physiques sont les suivantes :

Masse molaire : 63,02

Point de fusion : - 42 °C

Point d'ébullition : 86 °C sous pression atmosphérique

Masse volumique à 20 °C : 1,513 g/cm³

Tensions de vapeur :
3,5 kPa à 20 °C
18 kPa à 50 °C

Les produits commercialisés sont des solutions aqueuses d'acide nitrique dont les concentrations s'échelonnent de 58 % à 99 % en poids. L'acide nitrique « fumant » correspond à une solution concentrée d'acide nitrique contenant du peroxyde d'azote (NO₂) dissous.

Propriétés chimiques [1 à 5]

L'acide nitrique se décompose, plus ou moins rapidement selon les conditions, sous l'action de la lumière ou de la tempé-

rature, avec formation de peroxyde d'azote (NO₂) qui colore les solutions en jaune.

C'est un acide fort, un oxydant et un comburant ainsi qu'un agent de nitration capable de donner lieu à des réactions violentes.

En solution, même diluée, l'acide nitrique est un agent énergétique d'oxydation. Il peut réagir avec inflammation, et parfois explosion, au contact de nombreux composés tant organiques que minéraux et, d'une manière générale, les matières combustibles ou réductrices. Dans toutes ces réactions, il peut se dégager des oxydes d'azote toxiques.

Tous les métaux, à l'exception des métaux nobles (or, platine...) sont attaqués par l'acide nitrique. Suivant la concentration de l'acide et la nature du métal, la réaction est plus ou moins rapide et donne naissance à des produits différents, généralement un mélange d'oxydes d'azote. L'action de l'acide très dilué sur un réducteur puissant tel que le zinc conduit à la formation d'ammoniac et d'hydroxylamine. Avec certains métaux, l'acide concentré forme une pellicule protectrice d'oxyde qui protège le métal contre une attaque profonde (passivité). Il en est ainsi avec l'acier et l'aluminium.

L'acide nitrique réagit violemment avec les bases fortes anhydres ou en solution.

Les réactions de nitration avec l'acide nitrique sont couramment utilisées dans l'industrie chimique ; elles exigent une attention particulière en raison des risques d'emballage et d'explosion.

Réipients de stockage

Le stockage de l'acide nitrique s'effectue dans des récipients en acier inoxydable ou en aluminium pour les concentrations supérieures à 80 %.

Le verre est également utilisable pour de petites quantités ; dans ce cas, les bonbonnes seront protégées par une enveloppe métallique plus résistante convenablement ajustée.

C - Corrosif	O - Comburant
ACIDE NITRIQUE ... (≥ 70 %)	
R 8	- Favorise l'inflammation des matières combustibles.
R 35	- Provoque de graves brûlures.
S 23	- Ne pas respirer les vapeurs.
S 26	- En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
S 36	- Porter un vêtement de protection approprié.
S 45	- En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).
231-714-2 - Etiquetage CE.	

* Mise à jour de l'édition 1988 portant sur la réglementation seulement.

Arrêté du 11 juillet 1977

SURVEILLANCE MEDICALE RENFORCEE

ARRETE DU 11 JUILLET 1977 (actualisé)

Article 1^{er}

Pour les travaux énumérés au présent article, le ou les médecins chargés de la surveillance médicale du personnel effectuant d'une façon habituelle lesdits travaux consacreront à cette surveillance un temps calculé sur la base d'une heure par mois pour dix salariés :

1) Les travaux comportant la préparation, l'emploi, la manipulation ou l'exposition aux agents suivants :

Fluor et ses composés ;

Chlore ;

Brome ;

Iode ;

Phosphore et composés, notamment les esters phosphoriques, pyrophosphoriques, thiophosphoriques, ainsi que les autres composés organiques du phosphore ;

Arsenic et ses composés ;

Sulfure de carbone ;

Oxychlorure de carbone ;

Acide chromique, chromates, bichromates alcalins, à l'exception de leurs solutions aqueuses diluées ;

Bioxyde de manganèse ;

Plomb et ses composés ;

Mercurure et ses composés ;

Glucine et ses sels ;

Benzène et homologues ;

Phénols et naphtols ;

Dérivés halogénés, nitrés et aminés des hydrocarbures et de leurs dérivés ;

Brais, goudrons et huiles minérales ;

Rayons X et substances radioactives ;

2) Les travaux suivants :

Application des peintures et vernis par pulvérisation ;

Travaux effectués dans l'air comprimé ;

Emploi d'outils pneumatiques à main, transmettant des vibrations ;

Travaux effectués dans les égouts ;

Travaux effectués dans les abattoirs, travaux d'équarrissage ;

Manipulation, chargement, déchargement, transport soit de peaux brutes, poils, crins, soies de porcs, laine, os ou autres dépouilles animales, soit de sacs, enveloppes ou récipients contenant ou ayant contenu de telles dépouilles, à l'exclusion des os dégelatinés ou dégraissés et des déchets de tannerie chaulés ;

Collecte et traitement des ordures ;

Travaux exposant à de hautes températures, à des poussières ou des émanations toxiques et concernant le traitement des minerais, la production des métaux et les verreries ;

Travaux effectués dans les chambres frigorifiques ;

- 2 -

Travaux exposant aux émanations d'oxyde de carbone dans les usines à gaz, la conduite des gazogènes, la fabrication synthétique de l'essence ou du méthanol ;

Travaux exposant aux poussières de silice, d'amiante et d'ardoise (à l'exclusion des mines, minières et carrières) ;

Travaux de polymérisation du chlorure de vinyle ;

Travaux exposant au cadmium et composés ;

Travaux exposant aux poussières de fer ;

Travaux exposant aux substances hormonales ;

Travaux exposant aux poussières de métaux durs (tantale, titane, tungstène et vanadium) ;

Travaux exposant aux poussières d'antimoine ;
Travaux exposant aux poussières de bois ;
Travaux en équipes alternantes effectués de nuit en tout ou en partie ;
Travaux d'opérateur sur standard téléphonique, sur machines mécanographiques, sur perforatrices, sur terminal à écran ou visionneuse en montage électronique ;
Travaux de préparation, de conditionnement, de conservation et de distribution de denrées alimentaires ;
Travaux exposant à un niveau de bruit supérieur à 85 décibels.

Article 2

Les dispositions du présent arrêté ne s'appliquent pas aux travaux énumérés à l'article 1^{er} lorsque ceux-ci s'effectuent à l'intérieur d'appareils rigoureusement clos en marche normale.

Article 3

Lorsque des mesures particulières de prévention assurent une protection efficace des travailleurs contre les risques dus aux travaux énumérés à l'article 1^{er}, le directeur départemental du travail et de la main-d'oeuvre peut, après avis du médecin inspecteur du travail et de la main-d'oeuvre et du comité d'entreprise ou de la commission de contrôle mentionnée à l'article R 241-14 (D 241-7) du code du travail, ou, à défaut de l'une ou de l'autre de ces institutions, des délégués du personnel, dispenser le chef d'établissement d'assurer la surveillance médicale spéciale du personnel affecté à certains postes.

Article 4

Les arrêtés des 22 juin 1970 et 20 novembre 1974 sont abrogés.

Fiche toxicologique toluène

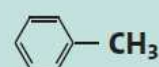


édition 2008 (*)

FICHE TOXICOLOGIQUE

FT 74

Toluène



C_7H_8

Numéro CAS
108-88-3

Numéro CE (EINECS)
203-625-9

Numéro Index
601-021-00-3

Synonyme
Méthylbenzène

Fiche établie par les services techniques et médicaux de l'INRS
(N. Bonnard, M.-T. Brondeau, D. Jargot, D. Lafon, O. Schneider)

CARACTÉRISTIQUES

UTILISATIONS [1 à 3]

- Intermédiaire de synthèse pour la fabrication de nombreux produits : benzène et xylènes, phénol, nitrotoluène, diisocyanate de toluylène (TDI), chlorure de benzyle, benzaldéhyde, acide p-toluènesulfonique, vinyltoluène, etc.
 - Solvant pour peintures, vernis, encres d'imprimerie, colles, cires, etc. ; solvant d'extraction dans l'industrie cosmétique, l'industrie pharmaceutique.
- Par ailleurs, le toluène est utilisé, non isolé, en mélange avec le benzène et les xylènes, comme additif de carburants pour en améliorer l'indice d'octane. Il est présent dans certains produits pétroliers.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES [1, 2, 3, 5]

Le toluène est un liquide incolore, mobile, d'odeur aromatique.
Il est pratiquement insoluble dans l'eau (0,535 g/l à 25 °C), miscible à de nombreux solvants organiques (acétone, oxyde de diéthyle, chloroforme, éthanol...), soluble dans l'acide acétique glacial.

C'est un excellent solvant pour un grand nombre de substances naturelles ou de synthèse (huiles, graisses, résines...).

Ses principales caractéristiques physiques sont les suivantes.

Masse molaire	92,14
Point de fusion	- 95 °C
Point d'ébullition	110,6 °C
Densité (D_4^{20})	0,867
Densité de vapeur (air = 1)	3,14
Pressions de vapeur	3 kPa à 20 °C 3,8 kPa à 25 °C
Point d'éclair (en coupelle fermée)	4 °C
Température d'auto-inflammation (données variables dans la littérature : la valeur la plus basse est de 480 °C)	535 °C
Coefficient de partage (octanol/eau) ; log Pow	2,65
Limites d'explosivité dans l'air (% en volume)	
limite inférieure	1,2 %
limite supérieure	7,1 %

À 20 °C et 101,3 kPa, 1 ppm = 3,83 mg/m³.



F+ - Facilement inflammable



Xn - Nocif

TOLUÈNE

- R 11 - Facilement inflammable.
R 38 - Irritant pour la peau.
R 48/20 - Nocif : risques d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation.
R 63 - Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant.
R 65 - Nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion.
R 67 - L'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolence et vertiges.
S 36/37 - Porter un vêtement de protection et des gants appropriés.
S 62 - En cas d'ingestion, ne pas faire vomir. Consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette.
203-625-9 - Étiquetage CE.

SGH : voir § Réglementation –
Classification et étiquetage.

(*) Mise à jour partielle de l'édition 2004.

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES [1, 2, 3]

Le toluène est un produit stable dans les conditions normales d'utilisation.

Il réagit avec de nombreux composés organiques. Les réactions peuvent être violentes avec des produits tels que l'acide nitrique concentré, le dichlorure de soufre, le trifluorure de brome, des mélanges acide nitrique/acide sulfurique. Le toluène peut former des mélanges explosifs avec le tétranitrométhane.

Il peut réagir vivement avec les oxydants forts (risque d'incendie et d'explosion).

Il ne corrode pas les métaux usuels. Par contre, certaines matières plastiques subissent des dégradations au contact du toluène : caoutchouc naturel, caoutchouc nitrile, polychloroprène, polyéthylène, PVC notamment, mais pas les polymères fluorés.

Réipients de stockage

Le stockage du toluène s'effectue généralement dans des récipients métalliques.

Le verre est également utilisé pour de petites quantités ; les bonbonnes seront protégées par une enveloppe plus résistante, convenablement ajustée.

Les emballages en matière plastique (à l'exception des polymères fluorés) sont déconseillés.

VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE

Des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes dans l'air des locaux de travail ont été établies en France pour le toluène (art. R. 231-58 du Code du travail) :

50 ppm soit 192 mg/m³ (8 h)
100 ppm soit 384 mg/m³ (court terme)

Autres VLEP :

PAYS	VLEP		Court terme (15 minutes)	
	Moyenne pondérée sur 8 heures			
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Union européenne	50	192	100	384
États-Unis (ACGIH)	20	–	–	–
Allemagne (valeurs MAK)	50	190	–	–

MÉTHODES DE DÉTECTION ET DE DÉTERMINATION DANS L'AIR

■ Prélèvement au travers d'un tube rempli de charbon actif ou d'un autre adsorbant (Anasorb® 747). Dosage par chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme après désorption au sulfure de carbone seul [21, 22, 23, 27] ou en mélange avec du N,N-diméthylformamide [26] ou du méthanol et du dichlorométhane [25].

■ Prélèvement passif par diffusion sur un badge rempli de charbon actif ou d'un autre adsorbant (Anasorb® 747). Dosage par chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme après désorption au

sulfure de carbone seul [24, 28] ou en mélange avec du N,N-diméthylformamide [26].

■ Prélèvement au travers d'un tube à désorption thermique rempli d'adsorbant solide Chromosorb ou Tenax TA. Dosage par chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme après désorption thermique [29].

■ Utilisation d'appareils à réponse instantanée équipés des tubes réactifs colorimétriques Draeger (Toluene 5/b, 50/a), Gastec (Toluene 122 et 122L) ou MSA (Tol-5) pouvant couvrir différentes fractions de la gamme [1-1 000 ppm].

INCENDIE – EXPLOSION [1, 2]

Le toluène est un liquide très inflammable (point d'éclair en coupelle fermée = 4 °C). Les vapeurs sont plus denses que l'air. Elles peuvent former des mélanges explosifs avec l'air.

En cas d'incendie, les agents d'extinction préconisés sont le dioxyde de carbone, les poudres chimiques et les mousses spéciales.

L'eau n'est pas recommandée ; on pourra toutefois l'utiliser sous forme pulvérisée pour éteindre un feu important.

Refroidir à l'aide d'eau pulvérisée les fûts exposés ou ayant été exposés au feu.

Les intervenants, qualifiés, seront équipés d'appareils de protection respiratoire isolants autonomes et de combinaisons de protection spéciales.

PATHOLOGIE – TOXICOLOGIE [1]

TOXICOCINÉTIQUE – MÉTABOLISME [3, 6]

Le toluène suit un métabolisme comparable chez l'homme et l'animal : il est bien absorbé par les tractus gastro-intestinal et respiratoire et, à un degré moindre, par voie cutanée ; il se distribue dans les tissus riches en lipides, en particulier le cerveau ; il est éliminé tel quel dans l'air expiré et, après transformation, dans l'urine, majoritairement sous forme d'acide hippurique.

Absorption

Chez l'homme et l'animal, l'absorption respiratoire est rapide, le toluène apparaît dans le sang après 10 à 15 minutes d'exposition, avec une forte corrélation, pendant et après l'exposition, entre la concentration alvéolaire et la concentration sanguine. L'absorption (environ 50 % de la concentration) est fortement influencée par le taux de ventilation pulmonaire. Chez le rat, les pics sanguin et cérébral sont atteints après 53 et 58 minutes respectivement.

Le toluène est absorbé complètement par le tractus gastro-intestinal de l'homme et du rat avec, chez ce dernier, une vitesse inférieure à l'absorption pulmonaire : le pic sanguin est atteint après 2 heures.

Il est absorbé lentement à travers la peau humaine (14 à 23 mg/cm²/h) avec des variations individuelles impor-

tantes. Chez l'animal, le taux de pénétration cutanée est faible pour le toluène liquide et pratiquement inexistant pour la forme vapeur (4,6 µg/cm²/h pour la souris nude exposée à 1 000 ppm). Sur la peau de rat, *in vitro*, la pénétration est de 0,78 µg/cm²/min.

Distribution

Dans le sang, le toluène est réparti entre les globules rouges, où il est fixé à l'hémoglobine, et le sérum avec une partition 1:1 chez l'homme et 1:2 chez le rat.

Le toluène se distribue dans les tissus riches en lipides et fortement vascularisés comme le cerveau, en particulier la matière blanche, la moelle osseuse, la moelle épinière, le foie, le tissu adipeux et les reins. La concentration dans le cerveau semble plus importante que dans le sang ; le tissu adipeux joue le rôle de réservoir. Le toluène passe aisément la barrière placentaire du rat, sa concentration dans le fœtus est environ 75 % de celle du sang maternel. Il est sécrété dans le lait maternel chez l'homme et l'animal.

Métabolisme

Le toluène (80 % de la dose absorbée) est oxydé dans le foie par les monooxygénases à cytochrome P450 (CYP2E1, CYP2B6, CYP2C8, CYP1A2, et CYP1A1), en alcool benzylique, benzaldéhyde puis acide benzoïque qui est conjugué avec la glycine, pour former l'acide hippurique (83-94 % des métabolites urinaires), ou avec l'acide glucuronique, pour former le benzylglucuronide (3 à 9 % des métabolites urinaires). Une faible partie (environ 1 %) est oxydée en ortho-, méta-, et para-crésol qui sont conjugués avec des sulfates ou l'acide glucuronique (voir figure 1). Les acides S-benzylmercapturique et S-p-toluylmercapturique sont des métabolites urinaires mineurs, identifiés chez l'homme.

Le toluène, à partir de 1 000 ppm chez le rat, est inducteur des enzymes hépatiques à cytochrome P450 de son propre métabolisme.

Élimination

Chez l'homme, l'élimination sanguine du toluène suit une courbe triphasique avec des demi-vies d'environ 2 min, 30 min et 3,5 h. L'exposition à de fortes concentrations provoque l'apparition d'une 4^e phase, de demi-vie 20 à 90 h, qui correspondrait à l'élimination du toluène stocké dans les tissus adipeux. Chez le rat, la courbe d'élimination sanguine est biphasique avec des demi-vies de 6 et 90 min. L'élimination du toluène stocké dans les tissus adipeux est beaucoup plus rapide que chez l'homme.

Chez l'homme comme chez l'animal, le toluène est éliminé dans l'air expiré sous forme inchangée (10-20 %) et dans l'urine (80 %) sous forme métabolisée (acide hippurique (60-70 %), benzoylglucuronide (10-20 %), acides mercapturiques ou crésols conjugués). Une très faible quantité (0,06 %) du toluène absorbé par inhalation est éliminée sous forme inchangée dans l'urine.

Chez le rat, exposé par inhalation, une petite quantité (< 2 %) de la dose absorbée est éliminée par la bile dans les intestins où elle est réabsorbée ; de ce fait, les fèces ne contiennent que des quantités négligeables de toluène ou de ses métabolites.

L'alcool éthylique inhibe la majorité des voies métaboliques du toluène provoquant une diminution de l'excrétion d'acide hippurique et une augmentation de l'élimination de toluène inchangé dans l'air exhalé. Une

coexposition toluène/xylène provoque, par compétition métabolique, une augmentation des concentrations sanguines et cérébrales de toluène.

Surveillance biologique de l'exposition [20]

Le dosage dans les urines de l'acide hippurique ou de l'ortho-crésol et le dosage du toluène sanguin sont proposés pour évaluer l'exposition au toluène. Des valeurs-guides existent pour ces dosages. Voir § Recommandations – II.

D'autres dosages sont également décrits : toluène dans les urines en fin de poste ou dans l'air expiré, acide S-benzylmercapturique dans les urines. Leurs caractéristiques sont indiquées dans la base de données Biotox [20].

TOXICITÉ EXPÉRIMENTALE

Toxicité aiguë [3, 5 à 7]

Le toluène a une faible toxicité aiguë ; sa cible première est le système nerveux central. Il est irritant pour la peau, les yeux et le système respiratoire.

La CL50 chez le rat est de 28,1 mg/l/4 h (7 500 ppm/4 h) ou 4 618 ppm/6 h et chez la souris 19,9 à 27,9 mg/l/4 h (5 308-7 440 ppm/4 h) ou 5 320 ppm/7 h ; chez le rat, la DL50 orale est de 5 300 à 7 400 mg/kg et la DL50 cutanée, chez le lapin, est de 12 400 mg/kg.

Chez le rat et la souris, les symptômes initiaux (hyperactivité, irritation des membranes muqueuses, avec écoulement nasal et lacrymal, et des voies respiratoires supérieures, avec augmentation de la fréquence respiratoire) sont suivis de narcose, ataxie, altération de la fonction cognitive, perte d'équilibre et modifications neurochimiques ; les animaux meurent par arrêt respiratoire suite à une dépression profonde du système nerveux central. À des concentrations supérieures à 2 000 ppm, une forte corrélation a été montrée entre l'intensité de cette dépression et le taux de toluène dans le cerveau.

On note aussi des modifications hématologiques (baisse du nombre de leucocytes et augmentation de l'hématocrite, du taux de glucose et de la résistance des érythrocytes à la lyse chez le rat exposé à 2 500 ppm) et hépatiques (augmentation de poids du foie, augmentation des enzymes hépatiques impliqués dans le métabolisme du toluène chez le rat, la souris et le lapin exposés à 795 ppm).

Le toluène est irritant pour la peau du lapin, de la souris et du cobaye. La sévérité de l'irritation cutanée induite chez le lapin augmente avec le temps jusqu'à 72 h (érythème modéré et œdème léger) sans réversibilité à 7 jours [8a].

Il est légèrement irritant pour l'œil du lapin, rougeur de la conjonctive et chemosis apparaissent dans les 72 h et persistent pendant 24 h ; le rinçage après 4 et 30 secondes ne modifie pas l'intensité de l'irritation [8b].

Le toluène est irritant pour le tractus respiratoire à forte concentration : chez la souris, la RD50 est de 12 650 à 19 875 mg/m³ (3 373 à 5 300 ppm) [10, 11].

Il n'est pas sensibilisant pour le cobaye (test de maximisation).

Subchronique et chronique [3, 5 à 7]

En exposition prolongée ou répétée, le toluène provoque, chez le rat et la souris, une augmentation de poids de nombreux organes, une modification du taux de neurotrans-

en partie, d'interactions réversibles entre le toluène (lui-même et non ses métabolites) et les composants membranaires (lipides et protéines) des cellules nerveuses cérébrales; le prétraitement des rats par le phénobarbital augmente le métabolisme du toluène et raccourcit la durée de la narcose. Cette interaction, si elle est répétée, pourrait modifier l'activité de certains enzymes impliqués dans la synthèse et/ou la dégradation des neurotransmetteurs; le taux de ces derniers à certains endroits du cerveau est responsable des effets neurologiques produits. La perte auditive est, elle aussi, liée à l'action du toluène lui-même: un prétraitement par le phénobarbital prévient cet effet alors qu'une co-exposition avec l'éthanol, qui inhibe le métabolisme du toluène, l'augmente [12b].

Effets génotoxiques [3, 7, 13]

Les tests de génotoxicité effectués avec le toluène donnent des résultats variables in vitro et négatifs in vivo.

In vitro, les résultats sont négatifs pour le test d'Ames sur *S. typhimurium*, pour les tests de réparation de l'ADN dans les bactéries, de conversion génique chez *S. cerevisiae*, ou d'effets génotoxiques chez la drosophile. Dans les cellules en culture, il induit des cassures simple brin de l'ADN (hépatocytes de rat) mais pas de lésion ou de réparation de l'ADN (fibroblastes humains), il augmente le taux de mutation (cellules de lymphome de souris) mais pas le taux de transformation morphologique (embryon de hamster Syrien); en absence d'activateur métabolique, il ne provoque pas d'échanges entre chromatides sœurs ou d'aberrations chromosomiques (cellules ovariennes de hamster chinois ou lymphocytes humains).

In vivo, le toluène n'induit pas de modification significative dans les tests pour lesquels l'absence de contamination par le benzène a été mesurée (dommage cytogénétique de la moelle osseuse des rongeurs ou lésion de l'ADN dans les cellules sanguines, médullaires ou hépatiques de la souris). De plus, il n'est pas mutagène pour le sperme de souris (mesure d'anomalie induite dans la tête spermatique ou test de létalité dominante).

Administré simultanément au benzène, chez le rat et la souris par voie orale, intrapéritonéale ou sous-cutanée, il réduit le nombre d'échanges entre chromatides sœurs et la fréquence des micronoyaux induits par ce dernier.

Effets cancérigènes [3, 6, 13 à 15]

Le toluène n'est cancérigène ni chez le rat par inhalation, ni chez la souris par inhalation et par voie cutanée.

Le toluène n'est pas cancérigène chez le rat et la souris exposés par inhalation jusqu'à 1 200 ppm, 6,5 h/j, 5 j/sem, pendant 2 ans. Il provoque des lésions non néoplasiques de la cavité nasale ainsi qu'une néphropathie chez le rat et une hyperplasie de l'épithélium bronchique et des adénomes de l'hypophyse chez la souris. Par voie orale, chez le rat (gavage, 500 mg/kg/j, 4-5 j/sem, 2 ans), il induit une augmentation de néoplasmes lymphoréticulaires. Les résultats par voie cutanée chez la souris sont en général négatifs.

Le toluène est peu ou pas promoteur chez la souris après initiation par le 7,12-diméthylbenzanthrène; il inhibe la cancérogenèse cutanée chez la souris, après initiation par le benzo[a]pyrène ou le 7,12-diméthylbenzanthrène et promotion par le phorbol-12-myristate-13-acétate.

Effets sur la reproduction [3, 6, 14]

Le toluène n'altère pas la fertilité du rat ou de la souris; il est toxique pour le développement à des concentrations non toxiques pour les mères mais il n'est pas tératogène in vivo ou dans les tests pratiqués in vitro. L'UE l'a classé toxique pour la reproduction, catégorie 3, R 63.

Le toluène donne des résultats négatifs dans trois tests de tératogénèse *in vitro* (attachement cellulaire des cellules tumorales d'ovaire de souris, inhibition de la croissance cellulaire des cellules embryonnaires de mésenchyme palatal, inhibition de la synthèse de protéoglycanes dans les cellules murines de bourgeon embryonnaire de membre).

Il n'affecte pas la fertilité de la souris dans un test de létalité dominante, ni celle du rat dans une étude sur 2 générations (jusqu'à 2 000 ppm, 6 h/j, 7 j/sem, 80 jours avant accouplement, 15 jours d'accouplement, du 1^{er} au 20^e jour de gestation et du 5^e au 21^e jour de lactation). Il n'a pas d'effet sur la morphologie spermatique ou la cytologie vaginale du rat (1 250 ppm, 6,5 h/j, 5 j/sem, 15 semaines) ou de ses petits exposés *in utero* (1 200 ppm, 6 h/j, du 7^e jour de gestation au 18^e jour après la naissance [16]). Chez le rat mâle (2 000 ppm), le poids relatif et absolu de l'épididyme est diminué sans modification histologique et le comptage spermatique est réduit de 20 % sans affecter la mobilité. À plus forte concentration (6 000 ppm) le comptage, la mobilité et la qualité spermatique dans l'épididyme sont réduits sans modification de poids des testicules ou de la spermatogénèse testiculaire. Il n'y a pas de modification du taux des hormones après un mois d'exposition à cette concentration [17]. La NOAEL pour la fertilité est de 600 ppm.

Le toluène traverse la barrière placentaire et a été mesuré dans divers tissus fœtaux, avec une distribution qui est fonction de l'âge gestationnel. Administré par inhalation (100 à 2 000 ppm, 6 à 24 h/j), il produit des effets semblables chez le rat et la souris: toxicité pour le développement en absence de toxicité maternelle, baisse du poids fœtal et du poids à la naissance, retard de développement postnatal et neurotoxicité mise en évidence par des effets sur le comportement (augmentation de l'activité spontanée et affaiblissement des fonctions cognitives), mais pas de malformation. Le toluène n'est pas toxique lors de l'exposition par le lait maternel. La NOAEL pour le développement est de 600 ppm (2 250 mg/m³) pour le rat et 400 ppm (1 500 mg/m³) pour la souris [18].

TOXICITÉ SUR L'HOMME [13, 19, 20]

Toxicité aiguë

La toxicité aiguë du toluène est commune à celle des hydrocarbures pétroliers liquides distillant en dessous de 300 °C.

L'ingestion de toluène entraîne:

- des troubles digestifs: douleurs abdominales, nausées puis vomissements suivis de diarrhées;
- une dépression du système nerveux central: syndrome ébrié puis troubles de conscience;
- une pneumopathie d'inhalation dont les premiers signes sont radiologiques: dans les 8 heures suivant l'ingestion, apparaissent des opacités floconneuses avec bronchogramme aérien, le plus souvent localisées aux lobes moyen et inférieur droits; les signes cliniques

sont plus tardifs : toux, dyspnée, fièvre régressant en 2 ou 3 jours en l'absence de surinfection. Des arrêts respiratoires ont été décrits.

Les connaissances relatives à l'intoxication par voie pulmonaire résultent principalement des observations rapportées après des intoxications aiguës et des études menées chez le volontaire sain.

Les effets essentiels du toluène s'exercent sur le système neurologique central. En principe, ils sont réversibles. Une exposition accidentelle à plus de 10 000 ppm pendant quelques minutes est responsable initialement d'euphorie et d'hallucination, puis de troubles de la conscience et de coma.

Chez des sujets volontaires jeunes, l'inhalation de 100 ppm pendant une période de 8 heures entraîne des troubles modérés à type de fatigue parfois accompagnés de céphalées, de vertiges et d'un endormissement.

Il s'y ajoute à 200 ppm une faiblesse musculaire, des paresthésies et quelques altérations des fonctions cognitives ; à 300 ppm, une insomnie dans la nuit qui succède à l'exposition ; à 400 ppm, une confusion mentale et des troubles de coordination.

À 500 ppm, apparaissent des nausées ; à 600 ppm on observe une sensation de vertiges, une démarche chancelante.

D'après certains auteurs, une exposition à 40 ppm pendant 5 à 6 heures n'entraînerait aucun signe d'intoxication.

L'altération des fonctions psychomotrices dépend de la concentration et de la durée d'exposition. Lors d'une exposition à 100 ppm pendant 20 minutes, le temps de réaction simple n'est pas modifié ; il est augmenté pour une exposition à 300 ppm pendant la même durée et s'élève davantage lors d'une exposition pendant 3 à 7 heures à des concentrations supérieures ou égales à 200 ppm. Ces chiffres résultent d'études sur des groupes d'individus jeunes et en bonne santé. Les signes se majorent en cas d'exercice physique et il n'y a pas d'accoutumance à l'exposition au toluène vis-à-vis d'une intoxication aiguë en cas d'exposition chronique. Les conséquences de ces expositions aiguës au toluène sur l'activité électroencéphalographique sont diversement appréciées selon les études ; quand des altérations existent, elles sont toujours mineures. Des troubles de la mémoire et des changements de la personnalité peuvent être observés.

Une irritation oculaire et des voies aériennes supérieures apparaît pour des expositions à des concentrations de 100 à 400 ppm pendant 6 à 7 heures, accompagnée d'une hypersécrétion lacrymale.

Des modifications cardiovasculaires ont été rapportées après une exposition à 200 ppm pendant 7 heures : diminution de la fréquence cardiaque et de la pression diastolique. Dans certains cas, une augmentation de la fréquence cardiaque et une arythmie peuvent être constatées.

La toxicité hépato-rénale est décrite principalement chez les toxicomanes « sniffeurs » avec acidose métabolique et atteinte tubulaire rénale.

Le toluène est un solvant des lipides cutanés et les projections peuvent entraîner des dermatoses d'irritation. Aucune manifestation d'origine immuno-allergique n'a été signalée.

La projection oculaire de toluène liquide est responsable d'irritation conjonctivale voire d'atteinte cornéenne, réversibles en 48 heures.

Toxicité chronique

La voie respiratoire est la voie usuelle d'intoxication professionnelle. De façon générale, la toxicité à terme est modérée. La morbidité chez les personnes exposées pendant 10 à 20 ans à des concentrations de l'ordre de 20 à 200 ppm n'est pas corrélée à l'exposition. Le toluène n'entraîne en général pas d'effet spécifique qui le distingue des autres solvants.

Le syndrome psycho-organique est l'effet toxique chronique majeur du toluène ; les stades les plus avancés sont irréversibles. Il associe des troubles de la mémoire, de la concentration, de la personnalité, une insomnie, une diminution des performances intellectuelles sans troubles objectifs ni altération de l'électroencéphalogramme. Il a été décrit lors de l'exposition au toluène associé à d'autres solvants ; il l'a été également chez des typographes et des imprimeurs essentiellement exposés au toluène (300 à 450 ppm) pendant de nombreuses années : la fréquence serait alors de 20 à 40 %. Cependant, ces troubles ont été aussi rapportés pour des expositions plus faibles (100 à 200 ppm). Leur incidence augmente avec le niveau d'exposition, mais il n'existe pas d'évaluation statistique permettant d'établir une relation dose-réponse ; de même, la concentration sans effet n'a pas été déterminée.

Des auteurs ont rapporté une perte de l'audition favorisée par exposition conjointe au bruit.

Il n'existe pas d'étude épidémiologique établissant une neurotoxicité périphérique du toluène employé seul. Les polyneuropathies décrites semblent être en rapport avec l'utilisation concomitante de n-hexane.

Les dépressions médullaires et leucémies rapportées lors d'expositions au toluène avant 1970 étaient dues en réalité à la présence de benzène à titre d'impureté. Depuis, de nombreuses études ont démontré que le toluène n'était pas responsable de ces effets. Les seules anomalies hématologiques observées ont été des modifications morphologiques leucocytaires de signification inconnue et des variations des concentrations d'enzymes leucocytaires et lymphocytaires pour des expositions professionnelles supérieures à 50 ppm.

La fréquence accrue d'hépatomégalies, constatée dans une étude chez des travailleurs exposés au toluène, n'a pas été confirmée par les travaux ultérieurs. Par ailleurs, certains auteurs rapportent une augmentation de fréquence des élévations des transaminases et des γ -GT parmi des groupes de sujets travaillant dans l'industrie du caoutchouc et dans l'imprimerie ; cependant, la responsabilité unique du toluène est discutable en raison de l'exposition concomitante à divers produits chimiques. Par contre, d'autres études récentes portant sur la surveillance de groupes de salariés exposés au toluène seul (parfois comparés à des sujets non exposés) n'ont pas montré d'élévation anormale des transaminases et des γ -GT, même lorsqu'il existait des troubles cliniques attribuables à l'exposition au toluène. Une autre étude prenant en compte les autres facteurs de risque hépatique ne montre pas d'action hépatotoxique du toluène, il n'augmente pas l'hépatotoxicité de l'éthanol.

Une atteinte tubulaire peut être constatée avec une acidose.

Le toluène est responsable de dermatoses d'irritation par action dégraissante et desséchante sur la peau en contact. Il n'entraîne pas de sensibilisation immuno-allergique.

Effets mutagènes

Les tests de mutagénicité réalisés sur des travailleurs exposés sont généralement négatifs. Plusieurs études ne montrent pas de différence significative de la fréquence des échanges de chromatides sœurs ou des aberrations chromosomiques dans les lymphocytes circulants entre les travailleurs exposés et des sujets non exposés. Seules deux études révèlent une augmentation de la fréquence des échanges de chromatides sœurs et des cassures chromosomiques chez des sujets exposés au toluène depuis plusieurs années à des concentrations de l'ordre de 200 à 300 ppm. Il semblerait que les effets synergiques du tabagisme n'aient pas été pris en considération dans l'interprétation des résultats.

Effets cancérogènes

Les preuves de cancérogénicité chez l'homme sont insuffisantes. Le toluène a été classé dans le groupe 3 par le CIRC [13].

Effets sur la reproduction

Le toluène a été classé comme produit pouvant avoir un risque possible sur la fonction de reproduction. Des anomalies de taux hormonaux sont constatées mais des biais méthodologiques existent et toutes les études ne concluent pas de façon identique. Il n'y a pas d'études adéquates sur une baisse significative du taux de spermatozoïdes.

Dans une étude, le toluène entraînerait par contre un risque de fausse couche tardive pour des niveaux d'exposition inférieurs à 100 ppm en cas d'exposition précoce au cours de la grossesse. Une co-exposition à d'autres solvants n'est cependant pas exclue.

En cas d'exposition chronique maternelle, il peut être constaté un retard de croissance intra-utérine. Un syndrome ressemblant à celui décrit dans le cas de l'alcoolisme fœtal avec présence de malformations (oreilles, cœur, face, reins et membres) plus ou moins marquées, un retard de croissance et des troubles neuro-comportementaux (déficit de l'attention, hyperactivité, acquisition retardée de la parole) est également observé, chez des enfants de mères toxicomanes. Des anomalies rénales spontanément résolutive sont également notées dans le même contexte.

RÈGLEMENTATION

Rappel : les textes cités se rapportent essentiellement à la **prévention du risque en milieu professionnel et sont issus du Code du travail et du Code de la sécurité sociale**. Les rubriques « Protection de la population » et « Protection de l'environnement » ne sont que très partiellement renseignées.

HYGIÈNE ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL

1. Règles générales de prévention des risques chimiques

- Articles R. 231-54 à R. 231-54-17 du Code du travail.
- Circulaire DRT n° 12 du 24 mai 2006 (non parue au JO).

2. Aération et assainissement des locaux

- Articles R. 232-5 à R. 232-5-14 du Code du travail.
- Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au JO).
- Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (JO du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (JO du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

3. Prévention des incendies et des explosions

- Articles R. 232-12 à R. 232-12-22 du Code du travail.
- Articles R. 232-12-23 à R. 232-12-29 du Code du travail.
- Décret 96-1010 modifié du 19 novembre 1996 (JO du 24 novembre 1996) relatif aux appareils destinés à être utilisés en atmosphère explosible.

4. Valeurs limites d'exposition professionnelle

- Article R. 231-58 du Code du travail: décret n° 2007-1539 du 26 octobre 2007 fixant des VLEP contraignantes (JO du 28 octobre 2007).
- Directive 2006/15/CE de la Commission du 7 février 2006 (JOCE du 9 février 2006).

5. Maladies de caractère professionnel

- Articles L. 461-6 et D. 461-1 et annexe du Code de la sécurité sociale : déclaration médicale de ces affections.

6. Maladies professionnelles

- Article L. 461-4 du Code de la sécurité sociale : déclaration obligatoire d'emploi à la Caisse primaire d'assurance maladie et à l'inspection du travail; tableaux n°s 4bis et 84.

7. Surveillance médicale renforcée

- Arrêté du 11 juillet 1977 (JO du 24 juillet 1977) fixant la liste des travaux nécessitant une surveillance médicale spéciale et circulaire du 29 avril 1980 (non parue au JO).

8. Classification et étiquetage

a) du toluène **pur** :

- Arrêté du 4 août 2005 (JO du 11 août 2005) modifiant l'arrêté du 20 avril 1994, qui prévoit la classification suivante :

Facilement inflammable, R 11

Toxique pour la reproduction cat. 3, R 63

Nocif, R 48/20 – R 65

Irritant, R 38

R 67

Note : Dans la 30° ATP de la directive 67/548/CEE, votée le 16 février 2007, en cours de publication au JOCE, le conseil de prudence S 46 a été supprimé. Cette modification est prise en compte sur l'étiquette présentée dans ce document.

SGH : le règlement européen qui introduit dans l'Union européenne le nouveau système général harmonisé de classification et d'étiquetage, le SGH ou GHS, devrait être adopté en 2008. Les classifications et étiquetages du toluène harmonisés selon les deux systèmes (directive 67/548/CE et règlement) figureront dans l'annexe VI du règlement.

- b) des **préparations** contenant du toluène :
- Arrêté du 9 novembre 2004 modifié (JO du 18 novembre 2004).

9. Entreprises extérieures

- Arrêté du 19 mars 1993 (JO du 27 mars 1993) fixant en application de l'article R. 237-8 du Code du travail la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention.

PROTECTION DE LA POPULATION

- Article L. 5132.2, articles R. 5132-43 à R. 5132-73, articles R. 1342-1 à R. 1342-12 du Code de la santé publique :
 - étiquetage (cf. 8).
- **Limitation d'emploi** : décret n° 2007-33 du 8 janvier 2007 : interdiction de mise sur le marché, à destination de la vente au public, des adhésifs et des peintures par pulvérisation renfermant 0,1 % ou plus de toluène (% en masse).

PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Installations classées pour la protection de l'environnement, Paris, imprimerie des Journaux officiels, brochure n° 1001 :

- n° 1430, liquides inflammables (définition).
- n° 1431, liquides inflammables (fabrication industrielle).
- n° 1432, liquides inflammables (stockage en réservoirs manufacturés).
- n° 1433, liquides inflammables (installations de mélange ou d'emploi).
- n° 1434, liquides inflammables (installations de remplissage ou de distribution).

TRANSPORT

Se reporter éventuellement aux règlements suivants.

1. Transport terrestre national et international (route, chemin de fer, voie de navigation intérieure)

- ADR, RID, ADN R : Toluène
n° ONU : 1294
Classe : 3
Groupe d'emballage : II

2. Transport par air

- IATA

3. Transport par mer

- IMDG

RECOMMANDATIONS

I. AU POINT DE VUE TECHNIQUE

Stockage

- Stocker le toluène dans des locaux spéciaux, frais et bien ventilés, à l'abri des rayonnements solaires et de

toute source de chaleur ou d'ignition (flammes, étincelles...) et à l'écart des produits oxydants.

Le sol des locaux sera incombustible, imperméable et formera cuvette de rétention, afin qu'en cas de déversement accidentel, le liquide ne puisse se répandre au-dehors.

- Interdire de fumer.
- Prendre toutes dispositions pour éviter l'accumulation d'électricité statique.
- Mettre le matériel notamment le matériel électrique, y compris l'éclairage, en conformité avec la réglementation en vigueur.
- Fermer soigneusement les récipients et les étiqueter correctement. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement des emballages.

Manipulation

Les prescriptions relatives aux zones de stockage sont applicables aux ateliers où est utilisé le toluène. En outre :

- Instruire le personnel des dangers présentés par le produit, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident.
- Entreposer dans les ateliers des quantités de produit ne dépassant pas celles nécessaires au travail d'une journée.
- Éviter l'inhalation de vapeurs. Effectuer en appareil clos toute opération industrielle qui s'y prête. Prévoir une aspiration des vapeurs à leur source d'émission ainsi qu'une ventilation générale des locaux. Prévoir également des appareils de protection respiratoire pour certains travaux de courte durée ; leur choix dépend des conditions de travail. Si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type A. Pour des interventions d'urgence, le port d'un appareil respiratoire autonome isolant est nécessaire.
- Contrôler régulièrement la teneur de l'atmosphère en toluène.

■ Éviter le contact du produit avec la peau et les yeux. Mettre à la disposition du personnel des équipements de protection individuelle : vêtements de travail, gants imperméables [par exemple en polyalcool vinylique (PVAL), en Viton® ; certaines matières telles que le caoutchouc naturel, le polychloroprène sont à éviter [31]] et lunettes de sécurité. Ces effets seront maintenus en bon état et nettoyés après chaque usage.

■ Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu du toluène sans prendre les précautions d'usage [32].

■ Ne pas rejeter à l'égout ou dans le milieu naturel les eaux polluées par le toluène.

■ En cas de fuite ou de déversement accidentel, récupérer immédiatement le produit après l'avoir recouvert de matériau absorbant inerte (sable, terre). Laver ensuite à grande eau la surface ayant été souillée.

Si le déversement est important, supprimer toute source potentielle d'ignition, aérer la zone, évacuer le personnel en ne faisant intervenir que des opérateurs entraînés munis d'un équipement de protection approprié.

■ Conserver les déchets dans des récipients spécialement prévus à cet effet et les éliminer dans les conditions autorisées par la réglementation (incinération contrôlée, par exemple).

II. AU POINT DE VUE MÉDICAL

■ À l'embauchage et aux examens périodiques, l'examen clinique comportera entre autres, un examen cutanéomuqueux et une recherche de signes évoquant un syndrome psycho-organique débutant. Pour cela des examens adaptés peuvent être pratiqués (tests psychotechniques, potentiels évoqués).

On avertira les femmes désirant procréer du risque éventuel. Les femmes enceintes doivent être protégées du risque d'exposition au toluène [30].

Surveillance biologique de l'exposition [20]

Le dosage de l'o-crésol urinaire en fin de poste est le reflet de l'exposition du jour même. Plus spécifique que le dosage de l'acide hippurique, il présente une bonne sensibilité aux environs de 50 ppm et permet de confirmer l'exposition en cas de doute. La valeur-guide de l'ACGIH (BEI) est de 0,5 mg/l en fin de poste.

Le dosage du toluène sanguin, prélèvement réalisé immédiatement en fin de poste, est spécifique de l'exposition au toluène. La valeur-guide française (VGF) est de 1 mg/l en fin de poste (même valeur pour le BAT allemand); l'ACGIH propose un BEI de 0,05 mg/l avant le dernier poste de la semaine.

Le dosage de l'acide hippurique urinaire (urines recueillies les 4 dernières heures du poste de travail) peut être utile pour apprécier l'exposition du jour même et de la veille. Cet indicateur n'est pas suffisamment sensible pour des expositions inférieures à la VME. La VGF est de 2,5 g/g. créatinine; elle n'a pas été modifiée depuis 1997 alors que la VME était de 100 ppm (50 ppm en 2007); le BEI de l'ACGIH de 1,6 g/g. créatinine a été établi lorsque la TLV-TWA était de 50 ppm (20 ppm en 2007). Cet indicateur n'est pas fiable à l'échelle de l'individu (faible spécificité, variations individuelles du métabolisme).

Conduite à tenir en cas d'exposition aiguë

■ Lors d'accidents aigus, demander dans tous les cas l'avis d'un médecin ou du centre antipoison régional ou de services de secours médicalisés d'urgence.

■ En cas de contact cutané, retirer les vêtements souillés et laver la peau à grande eau pendant quinze minutes. Les vêtements ne seront réutilisés qu'après décontamination. Si une irritation apparaît ou si la contamination est étendue ou prolongée, une consultation médicale s'imposera.

■ En cas de projection oculaire, laver immédiatement et abondamment à l'eau, les paupières bien écartées, pendant 10 à 15 minutes. Une consultation ophtalmologique sera indispensable s'il apparaît une douleur, une rougeur oculaire ou une gêne visuelle.

■ En cas d'inhalation massive, retirer le sujet de la zone polluée après avoir pris toutes les précautions nécessaires.

■ En cas d'ingestion, ne pas provoquer de vomissements et ne pas faire ingérer de lait ou de matières grasses; on pourra faire absorber du charbon médical activé si le sujet est parfaitement conscient.

■ Dans les deux derniers cas, si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité; en cas d'arrêt respiratoire, commencer les manœuvres de respiration assistée; même si l'état initial est satisfaisant, transférer, si nécessaire par ambulance médicalisée, en milieu hospitalier, où pourra être effectuée une radiographie du thorax. Une surveillance de l'état de conscience, des fonctions cardiovasculaires, pulmonaires et hépatorénales, ainsi qu'un traitement symptomatique en milieu de soins intensifs, peuvent s'avérer nécessaires.

BIBLIOGRAPHIE

1. European Union Risk Assessment Report. Vol. 30, 2003. Consultable sur le site <http://ecb.jrc.it/>.
2. Kirk-othmer – Encyclopaedia of chemical technology, vol. 24. New York: John Wiley & sons; 1997: 350-389.
3. ATSDR Toxicological Profile for Toluene. Consultable sur le site <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp56.html>.
4. Chemical summary for toluene prepared by Office of Pollution Prevention and Toxics. US: Environmental Protection Agency (EPA); 1994. Consultable sur le site <http://www.epa.gov/opptintr/chemfact>.
5. NIOSH criteria documents. Criteria for a recommended standard: occupational exposure to toluene. DHHS (NIOSH), Publication n° 73-11023; 1973. Consultable sur le site <http://www.cdc.gov/niosh/73-11023.html>.
6. Toxicity summary for toluene. Toxicity profiles, Risk Assessment Information System; 1994. Consultable sur le site http://risk.lsd.ornl.gov/tox/rap_toxp.shtml.
7. IRIS summary for toluene. EPA; 2001. Consultable sur le site <http://www.epa.gov/iris/subst/0118.htm>.
8. Guillot J-P et al. – a- Evaluation of the cutaneous-irritation potential of 56 compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 1982; 20: 563-572.
b- Evaluation of the ocular-irritation potential of 56 compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 1982; 20: 573-582.
9. Sugai S, Murata K, Kitagaki T, Tomita I – Studies on eye irritation caused by chemicals in rabbits. – 1. A quantitative structure-activity relationship approach to primary eye irritation of chemicals in rabbits. *Journal of Toxicological Sciences*, 1990; 15: 245-262.
10. De Ceaurriz JC, Micillino JC, Bonnet P, Guenier JP – Sensory irritation caused by various industrial airborne chemicals. *Toxicology Letters*, 1981; 9: 137-143.
11. Nielsen GD, Alarie Y – Sensory irritation, pulmonary irritation, and respiratory stimulation by airborne benzene and alkylbenzenes: prediction of safe industrial exposure levels and correlation with their thermodynamic properties. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 1982; 65: 459-477.
12. Campo P et al. – a- Toluene-induced hearing loss: A mid-frequency location of the cochlear lesions. *Neurotoxicology and Teratology*, 1997; 19: 129-40.
b- Combined effects of simultaneous exposure to toluene and ethanol on auditory function in rats. *Neurotoxicology and Teratology*, 1998; 20: 321-332.
13. Toluene. In: IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Lyon: IARC, 1999; 71 (2); 829-864.
14. Toluene. In: Environmental Health Criteria 52. Genève; World Health Organization (OMS); 1985: 146 p.

4.3.12. Le risque biologique

4.3.12.1. Définition

Quand on pense agents biologiques, on pense prioritairement aux maladies infectieuses. On entend par "agents biologiques" les micro-organismes, y compris les organismes génétiquement recombinés, les parasites et les cultures cellulaires susceptibles de provoquer une infection, une allergie ou une intoxication. Ce thème concerne un salarié sur dix dans de nombreux secteurs d'activité.

JUSQU'AU DÉBUT DES ANNÉES 70, on a cru avoir contrôlé les maladies infectieuses, grâce aux progrès de l'hygiène, aux vaccinations, aux antibiotiques... En fait, on a assisté à un retour de ces maladies au premier plan des préoccupations de santé publique :

-réémergence de maladies, comme la tuberculose, la diphtérie...

-perte d'efficacité de l'arsenal thérapeutique, avec apparition de nombreuses résistances aux antibiotiques (émergence de cas de tuberculose multirésistante, par exemple) ;

-émergence de maladies nouvelles ou nouvellement identifiées, comme le SIDA, la légionellose, l'hépatite C... ;

-épidémies de maladies peu ou pas connues du public, comme la listériose, la maladie d'Ebola, la fièvre hémorragique avec syndrome rénal., ou maladie de Hantan, que l'on a vu apparaître dans l'est de la France.



Travail en laboratoire de recherche sous poste de sécurité microbiologique

4.3.12.2. Les différentes pathologies

Les risques infectieux ne sont pas les seuls risques liés à l'exposition à des agents biologiques. Certaines pathologies moins bien connues font l'objet de nombreuses études au niveau international :

PATHOLOGIES RESPIRATOIRES IMMUNOALLERGIQUES : asthme, rhinite, alvéolites allergiques extrinsèques.

PATHOLOGIES TOXINIQUES : Les endotoxines libérées par la lyse (déliier, détacher) des bactéries gram- sont à l'origine de pathologies, de symptomatologie le plus souvent pseudo-grippale, observées dans différents secteurs. La byssinose (maladie des fibres textiles), observée dans l'industrie du coton et inscrite aux tableaux des maladies professionnelles ainsi que le syndrome des égoutiers, dans le traitement des eaux usées, en sont les exemples les

plus connus. Certaines mycotoxines produites par des moisissures sont connues pour être cancérogènes par ingestion. Le risque professionnel n'est pas démontré, mais l'exposition à des mycotoxines par inhalation de poussières contaminées existe et a pu être mesurée dans certains milieux de travail.

ENFIN, CERTAINS AGENTS BIOLOGIQUES ONT UN POUVOIR CANCÉROGÈNE CONNU.

Le CIRC - Centre international de recherche sur le cancer -, comme il le fait pour les produits chimiques, a commencé à évaluer la cancérogénicité de certains agents biologiques.

Le rôle de virus oncogènes est évoqué pour expliquer des excès de cancers dans certaines professions.

Quand on parle de risques biologiques, on pense tout d'abord au secteur de la santé, mais le champ est beaucoup plus vaste et touche de très nombreuses activités.

Les industries biotechnologiques ont récemment connu un grand essor. A côté des procédés traditionnels, se sont développés de nouveaux procédés, qui font appel à des micro-organismes dont les propriétés ont été modifiées par génie génétique.

Déjà très largement exploités à l'échelle industrielle, ces procédés intéressent des secteurs aussi divers que la pharmacie, l'industrie chimique, l'industrie agroalimentaire, la production d'énergie, l'agriculture, la dépollution...

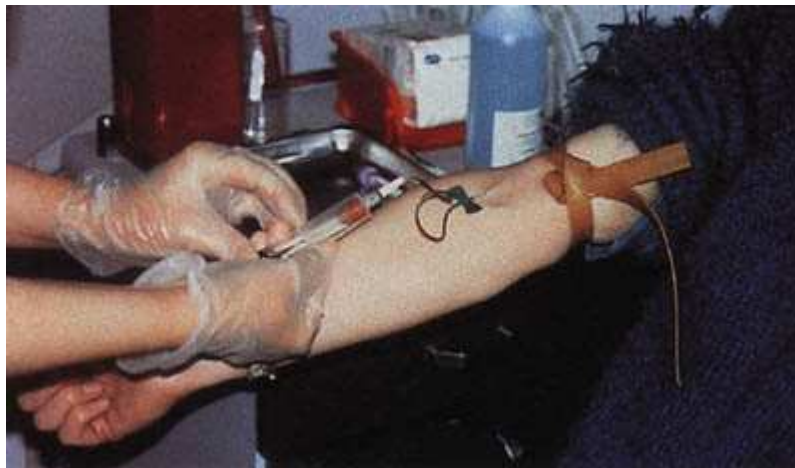
Dans le domaine de la santé, en particulier, ces techniques ont déjà de nombreuses applications : production de vaccins, d'hormones comme l'insuline humaine ou l'hormone de croissance...

Avec l'apparition de ces techniques, s'est posée la question du risque pour la santé de l'homme, de l'animal ou pour l'environnement. Cette question a suscité de nombreux débats dans la communauté scientifique internationale, relayés par les médias.

Cette prise de conscience a conduit l'Europe à s'interroger non seulement sur les risques de ces techniques, mais aussi sur les mesures de prévention à mettre en œuvre, en particulier le confinement. La réflexion s'est ensuite étendue à l'ensemble des secteurs où le risque existait, en distinguant deux grandes catégories d'activités :

- activités où l'utilisation d'agents biologiques est délibérée : certains laboratoires de recherche, installations de production des industries biotechnologiques, utilisation de micro-organismes en milieu ouvert notamment les techniques de dépollution ;
- activités où l'exposition est potentielle : travail en milieu de soin, en laboratoire d'analyses biologiques, agriculture et industrie agroalimentaire, travaux d'assainissement...

Le risque des infections transmissibles par voie sanguine impose des précautions systématiques aux personnels de santé



Le secteur de la santé est celui où les risques sont les mieux cernés. Les personnels sont exposés, au contact des patients ou lors de la manipulation de prélèvements, à de nombreux risques infectieux.

Parmi ceux-ci, il faut individualiser le risque des infections transmissibles par voie sanguine, virus de l'immunodéficience humaine - VIH -, de l'hépatite B, de l'hépatite C et la tuberculose.

Bien d'autres secteurs sont concernés : agriculture, travaux au contact des animaux ou des produits d'origine animale, soins vétérinaires, divers types de laboratoires, travaux dans des installations de production agro-alimentaire, collecte, ramassage et traitement des déchets, travaux dans des stations d'épuration des eaux usées et des égouts... Cette liste d'activités est loin d'être exhaustive.

En France, plus de 1,2 millions de salariés sont concernés, soit près d'un salarié sur dix, selon l'enquête SUMER 94 du ministère chargé du Travail sur la "surveillance des risques professionnels".

4.3.12.3. La démarche de prévention

Qui dit démarche de prévention, dit **évaluation du risque**, dont la première étape consiste à **repérer les dangers**.

Sur ce point, **deux éléments sont importants : l'identification de "réservoirs" de maladies infectieuses et la connaissance des modes de transmission** de chaque agent infectieux. La présence d'un réservoir ne signifie pas forcément qu'il y a risque.

Dans le cas du VIH, par exemple, on sait très bien qu'il est possible de côtoyer un malade sans être contaminé, mais qu'en revanche il faut prendre des précautions pour éviter tout contact avec le sang.

Les modes de contamination sont les suivants : par inhalation et l'attention va alors se focaliser sur la production d'aérosols dans les gestes de travail ; par ingestion, et se posent là tous les problèmes de transmission de l'infection par les "mains sales" ; enfin, par voie cutanée ou muqueuse.

La transmission cutanée, exceptionnelle quand la peau est saine, peut se faire à travers une peau lésée ou par piqûre, ce qui constitue une préoccupation très importante pour le milieu soignant.

Il est généralement plus délicat d'évaluer des risques liés aux expositions à des agents biologiques qu'à des agents physiques ou chimiques. Cela nécessite de prendre en compte des données épidémiologiques générales de santé publique, mais aussi des données locales spécifiques.

- Concernant l'exposition délibérée, le risque est clairement identifié et la réglementation impose des mesures de confinement (voir ci-après), une infrastructure et des équipements qui n'excluent pas pour autant le port de protections individuelles. Dans la plupart des situations à risque potentiel, la difficulté est d'identifier tous les éléments de la chaîne épidémiologique, du réservoir jusqu'à l'hôte, c'est-à-dire ici le salarié. L'idéal est de pouvoir **agir sur le réservoir**, ce qui n'est pas toujours possible.
- La deuxième série de mesures vise à **placer des barrières entre le réservoir et l'homme**. Il faut souligner le caractère essentiel des mesures d'hygiène standard, dont la plus simple est de se laver les mains après tout contact potentiel avec des agents infectieux. Les barrières, ce sont aussi les protections individuelles, qui doivent être pensées en fonction du mode de contamination.
- Mais les protections individuelles posent indiscutablement des difficultés de port et de choix. Par exemple, les lunettes destinées à protéger des projections de liquides biologiques sont très peu utilisées dans les services de soins ; mais des difficultés existent dans le choix de protections adéquates ; il y a, par exemple, souvent confusion entre les masques antiprojections et les masques de protection respiratoire. Enfin, se pose le problème des gants. Le consensus sur leur port n'existe pas toujours et, dans certains cas, ils peuvent devenir source de risque. Les gants doivent être utilisés uniquement pour effectuer des gestes à risques, puis être retirés. On constate souvent que des salariés les portent en permanence, sans avoir conscience qu'ils contribuent ainsi à la dissémination d'agents infectieux.



Les contacts avec les animaux peuvent être à l'origine de maladies infectieuses (ornithose au contact des volailles, par exemple).

- Enfin, la dernière étape consiste à pratiquer des vaccinations, qui visent à renforcer les défenses de l'individu susceptible d'être infecté. Mais il faut bien savoir qu'il n'existe pas de vaccins contre toutes les maladies et qu'il est rare que les salariés soient exposés à un seul agent infectieux.

Il est donc nécessaire d'informer les salariés, même si la vaccination reste importante. Prendre moins de précautions sous le prétexte qu'on est vacciné peut également mettre en danger d'autres travailleurs qui eux, ne le sont pas.

4.3.13. L'ambiance lumineuse

4.3.13.1. Introduction

La majeure partie de notre appréhension du monde extérieur passe par la vision. Il va de soi que celle-ci puisse s'exercer correctement par l'intermédiaire de la lumière émise et réfléchi.

L'éclairage doit :

- **faciliter l'exécution d'une tâche** : c'est la notion de **performance visuelle**. En effet, une vision normale ne peut s'exercer qu'avec un minimum de lumière. Un bon niveau d'éclairage permet une bonne productivité avec notamment une baisse des erreurs, des accidents, une moindre fatigue visuelle.
- **assurer le bien-être** : c'est la notion toute aussi fondamentale du **confort visuel**. En effet en plus du niveau moyen d'éclairage nécessaire, il faut absolument veiller à :
 - une bonne qualité de la lumière émise par les sources
 - une uniformité de l'éclairage
 - et à l'équilibre des luminances pour éviter les éblouissements notamment.

4.3.13.2. A quel moment concevoir l'éclairage ?

Il faut prévoir l'éclairage dès la décision de transformer d'anciens locaux ou d'en aménager de nouveaux. En effet, le nombre, la nature et l'emplacement des luminaires dépendent de l'implantation des machines, du mobilier et de l'architecture.

Ne prévoir l'éclairage qu'après la mise en place générale, c'est s'exposer, à coup sûr à des modifications compliquées et coûteuses, ou même impossibles.

La réalisation d'un éclairage performant nécessite donc de suivre une démarche scrupuleuse permettant de répondre aux besoins en éclairage, en s'adaptant au contexte local tout en respectant la réglementation, les normes et les recommandations en vigueur.

Pour cela, il convient d'abord de réunir toutes les informations de départ permettant de cerner le problème, c'est à dire :

- Connaître d'abord avec précision les caractéristiques techniques des lieux à éclairer
- Connaître ensuite le type de décor et d'architecture afin d' y intégrer les appareils d'éclairage
- Définir avec exactitude les besoins en éclairage et les exigences visuelles en essayant de répondre aux quatre questions suivantes :
 - Pourquoi veut-on éclairer ?
 - Quelle est l'activité exercée ?
 - Pour qui éclaire-t-on ?
 - Quelle influence l'environnement exerce-t-il sur le lieu à éclairer ?
- Connaître enfin les possibilités et les conditions de maintenance des installations d'éclairage

Ces informations de départ propres à chaque projet, auxquelles viennent s'ajouter les réglementations particulières au type de surface à éclairer (normes d'installation, normes de réaction au feu, normes liées à des atmosphères spécifiques...) permettent alors de définir le CAHIER de CHARGES, auquel doit répondre le projet.

Ce cahier de charges devra être respecté de bout en bout. En effet, souvent un tiers ou même la moitié des luminaires ne sont pas mis en place, ou bien les tubes fluo prévus sont remplacés par des tubes fluo moins chers et donc moins performants.

4.3.13.3. Les étapes du projet d'éclairage

❖ *Première étape du projet d'éclairage : Choix du niveau d'éclairage*

Il s'agit de l'éclairage horizontal sur le plan de travail, appelé plan utile (situé à 0,85 m du sol pour un travail de bureau par exemple).

Pour déterminer le niveau d'éclairage nécessaire, nous allons faire référence à **la réglementation** et nous aider de différentes **recommandations**. Il convient de respecter ces niveaux, afin d'assurer une bonne performance visuelle.

LA RÉGLEMENTATION

Depuis août 1983, l'éclairage des lieux de travail fait l'objet d'une réglementation.

Les textes de référence sont :

- **Décret n° 83-721 du 2 août 1983** complétant le Code du Travail en ce qui concerne l'éclairage des lieux de Travail, et destiné aux chefs d'entreprises.
- **Décret n° 83-722 du 2 août 1983** complétant le Code du Travail et fixant les règles relatives à l'éclairage des lieux de travail auxquelles doivent se conformer les maîtres d'ouvrage entreprenant la construction ou l'aménagement de bâtiments destinés à l'exercice d'une activité industrielle, commerciale ou agricole.
- **Circulaire du 11 avril 1984** relative aux commentaires techniques des décrets n° 83-721 et 83-722 du 2 août 1983 relatifs à l'éclairage des lieux de travail.
- **Arrêté du 23 octobre 1984** relatif aux relevés photométriques sur les lieux de travail et aux conditions d'agrément des personnes et organismes pouvant procéder à ces contrôles.
- **Lettre circulaire DRT n° 90/11 du 28 juin 1990** relative à l'éclairage naturel et à la vue vers l'extérieur.

La réglementation fait partie intégrante du Code du travail et s'applique à tous les locaux affectés au travail et à leurs dépendances, passages, escaliers, circulations, dépôts.

L'éclairage général.

« L'éclairage doit être conçu et réalisé de manière à éviter la fatigue visuelle, ainsi que les affections de la vue qui en résultent, et permettre de déceler les risques perceptibles à la vue. Les locaux de travail doivent autant que possible disposer d'une lumière naturelle suffisante »

Le décret n° 83-721 fixe des valeurs minimales à respecter pour l'éclairage général dans quatre situations intérieures et deux situations extérieures. Ces niveaux d'éclairage doivent être assurés pendant la présence du personnel, sur le plan de travail ou sur le sol.

Ces valeurs sont minimales dans l'espace et dans le temps.

C'est à dire :

- que l'éclairage en tout point du local doit leur être au moins égal.
- et que ces minima doivent être respectées en cours d'exploitation à tout moment, quelques soient les contraintes liées à l'activité (poussières, fumées) ou au vieillissement des installations (usure des lampes, empoussièrement des luminaires ou des parois du local).

Ainsi au lieu de parler de valeurs minimales réglementaires, on peut avancer la notion d'**éclairage moyen initial** (EMI) lors de la mise en service, dont les niveaux sont plus élevés que ceux du décret.

Prenons l'exemple des voies de circulation intérieure, où la valeur minimale fixée par décret est de 40 Lux. Si on se place dans une situation moyenne où l'uniformité d'éclairage est de 0,7 (c'est à dire que le niveau d'éclairage de l'endroit le moins bien éclairé est égal à au moins 70 % du niveau de l'endroit le plus éclairé) et le coefficient de vieillissement de 1,25, l'EMI à la mise en service doit être de 71 Lux (EMI = $[40/0,7] * 1,25$).

Type de travail	Décret	E.M.I
Les voies de circulation intérieure	40 Lux	70 Lux
Les escaliers et entrepôts	60 Lux	110 Lux
Les locaux de travail, vestiaires et sanitaires	120 Lux	210 Lux
Les locaux aveugles affectés à un travail permanent	200 Lux	350 Lux
Les zones et voies de circulation extérieure	10 Lux	20 Lux
Les espaces extérieurs où sont effectués des travaux à caractère permanent	40 Lux	70 Lux

L'éclairage de la zone de travail.

Le décret précise aussi que : *"Le niveau d'éclairage doit être adapté à la nature et à la précision des travaux à exécuter"*.

Cette formulation trouve des précisions dans la circulaire du 11 avril 1984, où on trouve des valeurs de l'éclairage local minimal à respecter dans les zones de travail, dans le temps et dans l'espace.

Type de travail	Circulaire	E.M.I.
Mécanique moyenne, dactylographie, bureau	200 Lux	350 Lux
Travail de petites pièces, mécanographie, dessin	300 Lux	530 Lux
Mécanique fine, gravure, comparaison de couleurs, dessins difficiles, industrie du vêtement	400 Lux	700 Lux
Mécanique de précision, électronique fine	600 Lux	1050 Lux
Tâches très difficiles de l'industries, laboratoires	800 Lux	1400 Lux

Comme pour l'éclairage général, la valeur de l'éclairage moyen initial à la mise en service devra être plus élevée que la valeur indiquée dans la circulaire étant donné la notion d'espace et de temps.

Cet éclairage de la zone de travail peut être obtenu par un éclairage localisé et adapté en complément de l'éclairage général.

LES RECOMMANDATIONS

Dans la circulaire du 11 avril 1984, nous pouvons lire :
« Il est souhaitable de modifier les niveaux d'éclairage en fonction de certaines conditions rencontrées et notamment des possibilités visuelles des travailleurs. Des mesures peuvent être proposées par le médecin du travail »

En effet, le niveau d'éclairage nécessaire est fonction :

- de la dimension des détails à observer,
- et du contraste entre l'objet ou la forme, et le fond (plus le contraste est faible, plus un éclairage élevé est nécessaire).

Il faut aussi tenir compte :

- de la vitesse d'exécution du travail
- du déplacement des objets à surveiller (plus le mouvement est rapide, plus l'éclairage doit être élevé)
- et de l'âge des opérateurs.

Il est possible à cet égard de consulter les recommandations de l'**Association Française de l'Éclairage** (AFE) et les **norme AFNOR X 35-103** et **EN 12665** pour suivre les conseils de la circulaire. Dans la norme AFNOR, il y a notamment un tableau qui indique les majorations d'éclairage à apporter selon l'âge de l'opérateur, les facteurs de réflexion et les contrastes, etc...

❖ **Deuxième étape du projet d'éclairage : Assurer le confort visuel**

Après avoir déterminé le niveau d'éclairage, il faut choisir :

- le système d'éclairage (direct, semi - direct, indirect,...)
- la ou les sources lumineuses (fluo, halogènes, lampes à décharge, etc..)
- et le type de luminaires et leur implantation

Ce choix se fera en fonction de :

- la nature du local et du travail effectué (bureau, stockage)
- l'ambiance (poussières, vapeurs d'eau, etc...)
- l'éclairage retenu
- la durée journalière d'utilisation

Il faudra aussi tenir compte de la **température de couleur** et de l'**indice de rendu des couleurs** (IRC) des sources, deux notions souvent négligées au niveau du confort visuel.

Température de couleur

La température de couleur caractérise la couleur apparente de la lumière émise par une source. Elle est exprimée en degré KELVIN. Cette notion renseigne sur l'ambiance d'un espace éclairé et permet de classer les lampes en :

- " *teinte chaude* " TK < 3300 ° K (lumière chaude)

- " *intermédiaire* " TK entre 3300 ° et 5000 ° K (lumière blanche, neutre)
- " *teinte froide* " TK > 5000 ° K (lumière très blanche, bleutée)

Plus la température des couleurs est élevée, plus le niveau d'éclairage doit être élevé.

Indice de rendu des couleurs

- L'indice de rendu des couleurs indique les aptitudes de la lumière émise par la source à restituer l'aspect coloré de l'objet éclairé. La Commission Internationale de l'Éclairage (C.I.E.) a défini un indice général de rendu des couleurs IRC ou Ra, évalué sur une échelle de 1 à 100.
- La qualité de rendu des couleurs est aussi visée par le décret, comme devant être « *en rapport avec l'activité prévue* ». La circulaire précise nettement ce qu'il faut entendre par là : « *l'indice de rendu des couleurs satisfaisant est supérieur à 80, un indice inférieur à 60 ne pouvant convenir qu'à des activités ne nécessitant aucune exigence de rendu des couleurs* »
- Pour compléter la notion de rendu des couleurs, la courbe spectrale d'une source lumineuse visualise la composition de son rayonnement suivant les différentes longueurs d'onde perçues par l'oeil humain (de 380 à 760 nm)

Uniformité de l'éclairage

Autre facteur intervenant dans le confort visuel : le nombre, la répartition et le choix des luminaires doivent assurer une **uniformité de l'éclairage**. Pour cela, aucun endroit du local ne doit avoir un niveau d'éclairage inférieur à 70 - 80 % du niveau de l'endroit le plus éclairé.

Le décret de 1983 fixe aussi une **limite pour le rapport des niveaux d'éclairage général et de la zone de travail, ainsi qu'entre les locaux contigus**.

Ce rapport doit être compris entre 1 et 5 maximum

Ainsi, dans un local où l'éclairage des postes de travail est de 1000 Lux, l'éclairage moyen général ne doit pas être inférieur à 200 Lux.

Éblouissement et confort

Toujours pour assurer un bon confort visuel, il est absolument nécessaire pour l'implantation des luminaires, de connaître la disposition des bureaux, des machines pour éviter l'**éblouissement**.

On rencontre deux types d'éblouissements :

- L'éblouissement **direct** par les sources lumineuses
 - si la luminance est élevée (ex. : spot basse tension)
 - s'il n'y a pas de grille sur le luminaire (tube fluo à nu)
 - si les dimensions sont grandes
 - si le fond sur lequel il se détache est plus sombre.

Quelques valeurs pour la luminance :

- écran informatique sur fond clair L = 100 à 200 cd/m²
- ciel clair au travers d'une fenêtre L = 30 000 cd/m²

- ciel nuageux $L = 3\ 000\ \text{cd/m}^2$
- soleil = $10^9\ \text{cd/m}^2$

Lorsque l'éclairement augmente on a une augmentation des luminances donc le choix des couleurs des bureaux, par exemple, va être important.

Niveaux de luminances :

- 2 à 3000 candelas si la surface est réduite,
- si la surface est de grande dimension 500 à 600 Cd/m².

Au poste de travail, il faut étudier les rapports de luminance sur le plan de travail.

Il faut réaliser les mesures quand la personne est à son poste de travail, il faut éviter les ombres portées durant la réalisation des mesures.

Le luminancemètre doit explorer le champ visuel de l'opérateur à son poste de travail.



Pour le travail sur écran, ne pas dépasser 1 000 Cd/m². Pour les activités de CAO, DAO toujours utiliser des luminaires très basse luminance pour être sûr d'être toujours inférieur à 1 000 Cd/m²

- L'éblouissement **indirect**

La réflexion des sources de lumière par des surfaces brillantes amoindrit la perception visuelle et peut être une cause importante d'inconfort et de fatigue visuelle (le meilleur exemple est l'écran cathodique des ordinateurs).

Il est toujours recommandé d'utiliser des surfaces mates, à l'endroit de la tâche visuelle et même pour les sols et les parois.

Dans le décret, plusieurs dispositions sont énoncées pour éviter l'éblouissement:

- d'abord, la protection contre le rayonnement solaire est obligatoire
- ensuite le décret rend obligatoire « *des dispositions appropriées pour la protection contre l'éblouissement et la fatigue visuelle provoqués par des surfaces à forte luminance ou des rapports de luminance excessifs entre surfaces voisines* »

Pour la circulaire, la luminance moyenne mesurée dans le champ visuel central du personnel ne doit pas excéder :

- **3000 cd/m² pour les sources lumineuses** (2000 cd/m² dans la norme AFNOR)
- **600 cd/m² pour un plafond, un mur, une fenêtre** (500 cd/m² dans la norme AFNOR)
- **et le rapport entre deux luminances voisines ne doit pas dépasser 50**

En pratique la gêne sera d'autant plus faible que l'angle compris entre la direction de la source et celle du regard est plus grand (minimum souhaitable 30-40°).

❖ *Troisième étape du projet d'éclairage : Entretien et contrôle des installations.*

Le coût de l'éclairage ne peut se résumer au prix d'achat d'une lampe. Il faut intégrer la notion de coût d'exploitation qui comprend :

- la consommation d'énergie
- les coûts de maintenance, comme le simple remplacement d'une lampe

Insistons également sur le devenir des installations même les plus performantes.

Le vieillissement des sources, l'encrassement des luminaires, le vieillissement des revêtements, rendent nécessaire une maintenance bien pensée et régulière pour conserver le niveau d'éclairage lors de la mise en service.

Le décret et la circulaire, et c'est là une nouveauté importante, rendent obligatoire cet entretien dont les dispositions doivent être établies par écrit.

La vérification des performances de l'installation n'est pas systématique, ni périodique, mais à la diligence occasionnelle de l'Inspecteur du Travail.

Les mesures et les relevés photométriques doivent être faits par une personne ou un organisme agréés.

4.3.13.4. Et l'éclairage naturel

D'une manière générale, et réglementaire pour les constructions neuves, la lumière naturelle, venant par des ouvertures latérales ou par le plafond, doit pouvoir être utilisée pour l'éclairage des locaux destinés au travail, mais il n'y a pas de niveau minimal d'éclairage naturel fixé.

Mais en pratique, la lumière naturelle est rarement suffisante pour une activité professionnelle.

Dans les constructions neuves, « *les locaux affectés au travail doivent comporter à hauteur des yeux des baies transparentes donnant sur l'extérieur, sauf en cas d'incompatibilité avec la nature des activités envisagées* ».

Mais « *les postes de travail situés à l'intérieur des locaux de travail doivent être protégés du rayonnement solaire gênant, soit par la conception des ouvertures, soit par des protections fixes ou mobiles appropriées* ».

4.3.13.5. Les définitions

- Flux lumineux

C'est la quantité d'énergie émise par une source sous forme de rayonnement visible dans toutes les directions par unité de temps.

Symbole : **F**

Unité : **Lumen** (lm)

- Intensité lumineuse

Cette grandeur définit l'importance du flux lumineux émis dans une direction donnée par une source ponctuelle..

Symbole : **I**

Unité : **Candela** (cd)

- Éclairement lumineux

C'est le quotient du flux lumineux reçu par un élément d'une surface par l'aire de cet élément. Il caractérise la quantité de lumière reçue par unité de surface.

Symbole : **E**

Unité : **Lux** (lx), 1 Lux = 1 Lumen / m²

- Luminance

Cette grandeur détermine l'aspect lumineux d'une surface éclairée ou d'une source, dans une direction donnée et dont dépend la sensation visuelle de luminosité. On l'appelle aussi brillance.

Symbole : **L**

Unité : **cd / m²**

- Facteur de réflexion d'une surface

C'est le rapport du flux lumineux réfléchi au flux incident. Ce facteur précise l'aptitude d'une surface à réfléchir la lumière incidente.

- Plan utile ou plan de travail

C'est la surface de référence constituée par un plan sur lequel s'effectue normalement le travail. En éclairage intérieur, sauf indication contraire, ce plan est par définition horizontal et situé à 0,85 m du sol.

- Contraste

C'est l'appréciation subjective de la différence d'apparence entre deux parties du champ visuel vues simultanément ou successivement. Il peut s'agir d'un contraste de couleur, d'un contraste de luminance.

4.3.13.6. Les appareils et méthodes de mesure

1. Mesure des éclairements

Les mesures doivent être réalisées à l'aide de **luxmètres** bien étalonnés et ayant une réponse spectrale correspondant à la sensibilité spectrale photopique moyenne de l'oeil, définie par la Commission Internationale de l'Éclairage (publication C.I.E. n° 18 1970)

Deux types de mesures sont à effectuer :

- Déterminer l'**éclairage moyen général** dans le local qui correspond à la moyenne des éclairagements relevés en un certain nombre de points significatifs du local, la cellule du luxmètre étant placée horizontalement à la hauteur du plan utile.
- Vérifier le **niveau d'éclairage au poste de travail** en plaçant la cellule au niveau des détails et des objets qui doivent être vus pour que la tâche puisse être exécutée, le travailleur étant à son poste dans sa position habituelle. La personne effectuant la mesure doit veiller à ne pas modifier par sa présence l'éclairage du poste de travail.

Si dans le local concerné, des fluctuations de flux lumineux sont prévisibles, dues en particulier à l'éclairage naturel, il est important de relever au poste de travail les niveaux d'éclairage à différentes périodes de la journée ou de l'année.

2. Mesure des luminances

Les mesures sont effectuées à l'aide des **luminancemètres** ayant une réponse spectrale correspondant à la sensibilité spectrale photopique moyenne de l'oeil définie par la C.I.E. et possédant un dispositif de visée réflexe permettant de s'assurer de l'orientation correcte de l'appareil et de connaître avec précision la zone couverte par la visée.

Pour les mesures courantes, les luminancemètres dont l'angle d'ouverture est voisin de 1° conviennent, des angles d'ouvertures plus petits sont nécessaires pour des mesures aux niveaux de tâches visuelles comportant des détails très fins.

Pour faire la mesure, le luminancemètre est placé à la hauteur des yeux des travailleurs et orienté dans la direction de la source lumineuse, du reflet ou de la surface concerné.

4.3.14. Les rythmes biologiques

4.3.14.1. Introduction

Les nuit passées sans sommeil abrègent les jours » disait Francis BACON en 1624...

La société moderne tend à appliquer à "Monsieur Tout-le-monde" les rythmes des navigateurs solitaires et des pilotes d'avion.

Ce défi lancé aux lois de la nature concerne de plus en plus d'individus.

Certains sujets risquent plus que d'autres de "perdre l'équilibre" et de présenter un syndrome de désynchronisation-désadaptation (ou dissociation chronobiologique interne), avec malaise, fatigue et troubles fonctionnels.

Le travailleur de nuit doit pouvoir bénéficier des connaissances chronobiologiques indispensables à leur mode de vie atypique (avec les balanciers du sommeil en opposition de phase).

La pénibilité des horaires imposés devrait donner lieu à des compensations spécifiques.

À la lumière des connaissances somnologiques modernes, on pense que chacun n'a pas les mêmes capacités d'adaptation et qu'il existe donc de véritables "contre-indications génétiques" au travail posté.

Nb. En 2007 dans l'Hérault, plus d'une personne sur quatre travaille en horaire de nuit.

4.3.14.2. L'avenir n'appartient plus à ceux qui se lèvent tôt

Le nombre de travailleurs de nuit est en constante augmentation depuis l'avènement de la société industrielle et l'invention de la lumière artificielle.

À une époque lointaine le vieil adage était vrai puisque la quasi totalité des activités humaines s'arrêtait avec la nuit et qu'il était important de se mettre au travail dès le lever du soleil.



Les « couche-tard et lève-tard » avaient probablement beaucoup de difficultés à travailler aux champs et on comprend l'opprobre général envers ceux qui dormaient « trop » dans la journée.

Ceux qui avaient le loisir de dormir tard étaient par définition des paresseux, des oisifs, des profiteurs ou ... des voleurs.

Il est à présent parfaitement admis que les caractéristiques du sommeil (le "chronotype") sont génétiquement déterminées.

Ainsi, nous n'avons pas tous la même "taille" de sommeil, et on observe que certaines personnes sont plus affectées que d'autres par les horaires de travail imposés.

Cf. Le questionnaire interactif du site : "**déterminez votre chronotype**" ;

Par exemple, 30% des enfants souffrent de somnolence à l'école durant les premières heures de la journée parce qu'ils ont un profil de sommeil dit "du soir" (verspéral). (Source : congrès 2006 de la société Française de Recherche et de Médecine du Sommeil).

Voir un questionnaire de dépistage de la somnolence excessive chez l'enfant : **Échelle de Somnol-enfance** ;

... De nos jours, plus de 25% des travailleurs occupent des horaires atypiques

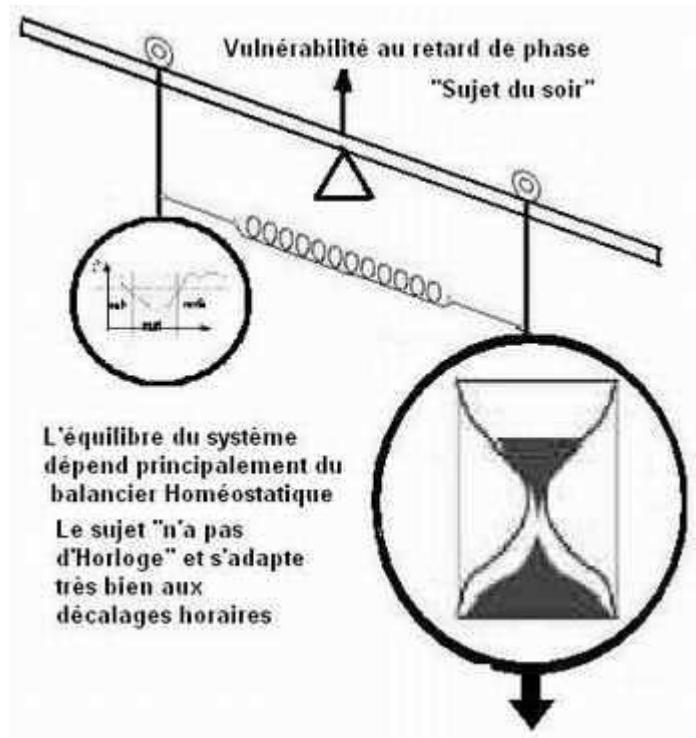
Diverses études indiquent que 20% des travailleurs postés changent de métier avant trois mois tandis que 10% déclarent ne rien trouver à redire à leurs conditions de travail.

Il en reste donc 70% qui tolèrent le travail posté mais qui ont diverses plaintes à formuler.

Ils doivent exploiter des performances individuelles indéniables pour ne pas souffrir d'un déficit qualitatif ou quantitatif de sommeil.

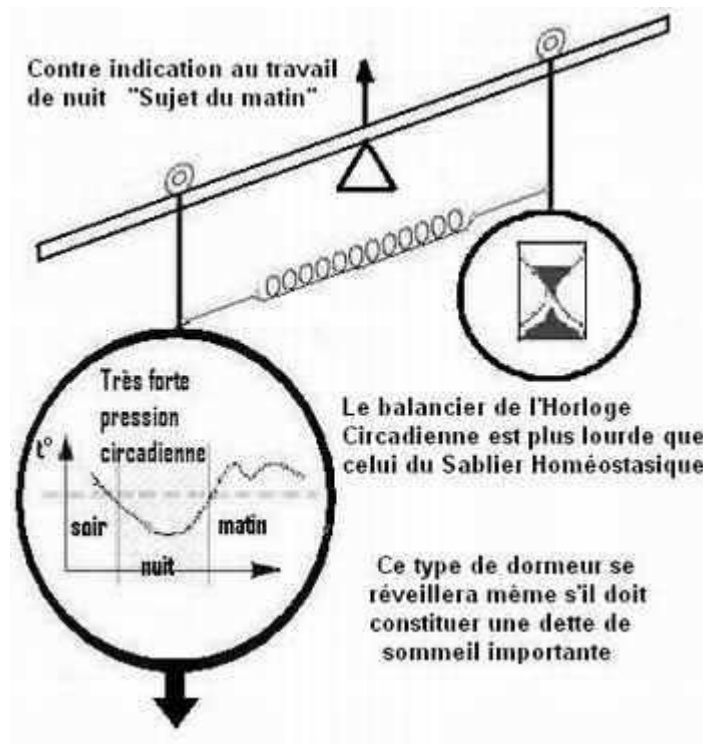
Il est possible de réduire son temps de sommeil mais il n'est pas possible de réduire son besoin de sommeil

Cf : Quel type de dormeur, êtes-vous donc ?



Le sujet du soir est particulièrement avantage pour le travail de nuit (restauration, musicien, médecin...) parce que son sommeil diurne reste efficace.

Il est, par contre, pénalisé pour se lever aux horaires normaux le matin et présente une contre-indication aux postes matinaux car il a beaucoup de difficultés à s'endormir lorsqu'il doit se coucher tôt.



Le sujet du matin présente une contre-indication physiologique au travail de nuit car il est incapable de se reposer efficacement à contre-phase du rythme naturel.

Après une nuit blanche, il doit attendre le creux de 13 heures pour parvenir à s'endormir.

Il perd ainsi, en moyenne, 3 heures de sommeil par rapport à celui qui peut dormir dès le matin. Son sommeil diurne est par ailleurs de mauvaise qualité.

"Le travail de nuit appartient à ceux qui se couchent tard"

4.3.14.3. Le travail posté

C'est un rythme de travail tournant : (ex : trois fois huit) ou irrégulier



Il pose pratiquement les mêmes problèmes que le « jet lag » (Expression anglaise décrivant l'ensemble des symptômes plus ou moins importants selon les individus et résultant de l'adaptation de l'organisme à un nouvel horaire. Ceci est le cas à partir d'un décalage de trois heures. Le syndrome du jet lag correspond à une désynchronisation. Ainsi, les heures de repas, l'activité et l'endormissement sont décalés pour un individu donné (par rapport à ses habitudes).

Ici, plus encore que pour le travail de nuit, la capacité du sujet à obtenir suffisamment de sommeil récupérateur dépend d'aptitudes individuelles et du respect des règles d'hygiène du sommeil.

En cas d'inadaptation, il se produit une dette de sommeil qui se manifeste par des troubles du caractère, des performances et de la mémoire, mais aussi des douleurs et des troubles fonctionnels neurodystoniques (lié à un trouble moteur d'origine neuronale).

La parfaite connaissance des somnicaments couplée à de grandes performances individuelles permet de supporter ces rythmes anormaux pour l'organisme.



Il faut par exemple favoriser le sommeil en phase descendante de la température et « gérer » la dette chronique de sommeil par des siestes de manière à conserver malgré toute une vie sociale normale.

Le navigateur solitaire en course est un cas particulier qui impose plus qu'ailleurs une parfaite connaissance des règles de la chronobiologie :

Les tranches horaires les plus propices à la récupération sont entre 3 et 6 heures du matin, et entre 14 et 18 heures. De courtes périodes de sommeil de l'ordre de 15 à 20 minutes ("sieste flash") ont également un effet bénéfique "en urgence" pour restaurer un niveau de vigilance correct.

4.3.14.4. Le travail très matinal

Le fait de se rendre à son travail avant 6 heures du matin est considéré comme du travail de nuit en Suisse (où la réglementation à ce sujet est restée plus stricte que celle de l'Union Européenne) et donne lieu à d'importantes compensations.

En France, le nouveau gouvernement propose l'apprentissage dès l'âge de 14 ans, ce qui entraîne une autorisation bien trop précoce du travail de nuit.

Les travailleurs obligés de se lever très tôt contrarient leur sommeil puisqu'ils se réveillent à proximité du minimum thermique, quand la somnolence est au maximum.



Le réveil et la mise en jeu des "donneurs de temps" juste après ce point de la courbe de température (vers 04h), exercent un effet d'avance de phase sur le système, ce qui a naturellement tendance à donner sommeil plus tôt le soir.

En pratique le rythme de vie occidentale conduit à se coucher de plus en plus tard et il se produit chez 10 à 20 % de nos contemporains une dette de sommeil importante responsable

d'accidents imputables à la somnolence. NB. La somnolence n'est pas analogue à la fatigue et les sujets insomniaques la nuit ne sont en règle générale jamais victimes d'accidents (sauf ceux reliés aux somnifères !)

4.3.14.5. Le travail de nuit

L'adaptation du travail de nuit ne dépend pas uniquement de l'application des règles comportementales d'hygiène du sommeil.

Les capacités individuelles à tolérer un rythme contraire à la nature diurne de l'espèce humaine sont très variables.

Selon nous il existe chez certains sujets de véritables contre-indications au travail de nuit. En pratique, il ne leur sera pas possible de s'adapter et ils seront, avant six mois, amenés à changer de profession sous peine de se trouver en arrêt-maladie.

Inversement, d'autres sujets font preuve dans ce domaine de compétences véritablement extraordinaires. Ces sujets, *génétiquement très courts dormeurs* se "contentent" d'un sommeil diurne (de mauvaise qualité) durant toute leur carrière.

Souvent, ils consultent pour insomnie quand est venu le temps de dormir la nuit parce qu'il leur faut, en réalité, très peu de sommeil ...



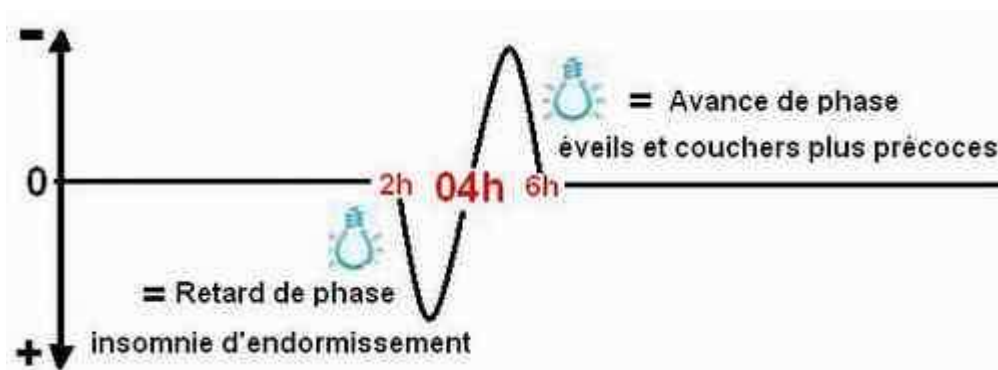
Syndrome de désynchronisation-désadaptation

La question était donc de savoir comment ont fait les gens qui sont physiologiquement capables de s'adapter au travail de nuit.

Les conseils que l'on a tirés de leurs expériences ne sont donc valables que chez les sujets dont le sommeil est assez performant pour supporter une telle inversion de phase du sommeil.

Rappelons qu'il existe des contre-indications au travail posté.

Le principe est d'essayer de conserver des rythmes biologiques normaux tout en inversant le rythme du sommeil et sans accumuler de dette de sommeil.



Effet de la lumière (et du sport) sur le rythme du sommeil : "courbe de réponse en phase".

4.3.14.6. Garder le rythme en gérant les « somnicaments »

Conserver un rythme d'alimentation "normal" durant le jour.

Le repas (pris en famille) sera un fort signal diurne pour l'organisme qui conserve mieux son rythme naturel que si le principal repas a lieu la nuit.

Le grignotage la nuit favorise beaucoup la prise de poids.

L'exposition à des lampes de luminothérapie, le soir (surtout en hiver), est bénéfique pour favoriser l'éveil (et contrecarrer le "marchand de sable") et contribuer à retarder le moment du minimum thermique vers la fin de la nuit, ce qui favorisera le sommeil au retour du travail. Voir l'article "luminothérapie"

Inversement, le port de lunettes spéciales à lentilles orangées bloquant spécifiquement la lumière bleue-verte permet de limiter l'action de la lumière sur le système veille-sommeil permet une amélioration significative du sommeil.

L'organisme est plus chaud en fin de journée, il est intéressant de profiter de cette "montée en pression" pour pratiquer un peu d'exercice avant de reprendre le travail.

Les études démontrent que la pratique du sport favorise l'adaptation aux rythmes de sommeil imposés.

On observe deux éléments qui contribuent à une bonne efficacité du sommeil de récupération.

- ▀ d'une part, la persistance des fluctuations de la température (rythme circadien) qui ont au contraire tendance à disparaître chez les sédentaires.

► d'autre part, durant la période nocturne de travail, le moment du minimum thermique survient plus tard et les sportifs s'endorment sur une fluctuation de température encore descendante alors que les sédentaires se couchent avec une température qui remonte.

Attention au café pris en fin de poste avant de rentrer chez soi. Le café diminue le sommeil profond et agit longtemps.

Contrairement à ce qui se voit en pratique (les machines à café tournent à plein régime durant les postes de nuit) il ne faudrait pas consommer de café après minuit.

Le café pris après la collation du soir est parfois utile pour compenser la somnolence physiologique de 2 à 4h du matin.

4.4. La démarche de maîtrise des risques

4.4.1. Avant propos

L'activité professionnelle dans la maintenance industrielle met les opérateurs en présence de risques nombreux et variés. Ces risques doivent être maîtrisés pour éviter les accidents et les atteintes à la santé. Afin de maîtriser les risques, il est nécessaire de bien comprendre le processus qui conduit à l'apparition d'un dommage.

4.4.2. Processus d'apparition d'un dommage

Toute situation de travail intègre des phénomènes dangereux susceptibles de causer des dommages. L'exposition d'une personne à un ou plusieurs phénomènes dangereux crée une situation dangereuse. La situation dangereuse est caractérisée par l'exposition au phénomène dangereux. Celle-ci est fonction de la fréquence et de la durée des mises en situations dangereuses.

L'apparition d'un événement dangereux au sein de la situation dangereuse peut causer des dommages. L'événement dangereux est caractérisé par sa probabilité d'occurrence. Il peut être d'origine technique ou humaine.

Exemples d'événements dangereux d'origine technique :

L'intervention dans la zone d'évolution d'une partie mobile, le système étant sous énergie, est une situation dangereuse. La mise en route automatique d'une partie du système est un événement dangereux susceptible de provoquer un dommage. Nota : dans cet exemple, l'apparition de l'événement dangereux correspond à un fonctionnement normal du système.

Le travail effectué avec un équipement électro-portatif dont le câble est dénudé (situation dangereuse) ne suffit pas pour provoquer l'électrocution. C'est l'apparition d'un événement dangereux " contact direct avec un fil conducteur dénudé " qui peut provoquer le dommage. Nota : dans cet exemple, l'apparition de l'événement dangereux correspond à une défaillance de l'outillage électro-portatif utilisé.

Exemples d'événements dangereux d'origine humaine :

Geste réflexe d'un réparateur pour rattraper une clé qui tombe à proximité d'un élément tournant, défaut de synchronisation entre deux opérateurs pendant la dépose d'un organe.

L'apparition d'un événement dangereux dans une situation dangereuse n'induit pas toujours de dommage. Il peut exister des "possibilités d'évitement".

Dans tous les cas, les situations de " Presqu'accident " devront être analysées car elles correspondent bien à la mise en œuvre du même processus d'apparition d'un dommage. Elles nécessitent la mise en place de mesures de sécurité adaptées.

Exemples de possibilité d'évitement :

Possibilité technique d'évitement

La situation dangereuse " Travail réalisé sous un véhicule monté sur un pont élévateur " associée à l'apparition d'un événement dangereux tel que " rupture d'un flexible hydraulique " peut engendrer des dommages par écrasement de l'opérateur. Le dommage sera cependant évité par action du système mécanique de retenue intégré au pont élévateur (mécanisme à cliquet).

Possibilité d'évitement par protection

Les équipements de protection individuelle (E.P.I.) constituent également une possibilité d'évitement du dommage, exemples :

- le casque peut éviter les contusions ou les lésions du crâne lors de la chute d'un objet ou lors d'un choc avec un élément matériel tel un organe de machine,
- les gants peuvent éviter les coupures lors d'un contact de la main avec une partie tranchante, ou les brûlures lors d'un contact de la main avec un acide
- les chaussures de sécurité peuvent éviter les dommages aux pieds lors de la chute d'un objet,
- les lunettes de sécurité peuvent éviter une lésion de l'œil lors de projections,
- ...

Nota : il est important de souligner que l'efficacité des E.P.I. n'est jamais garantie totalement. En effet, les E.P.I. ont des caractéristiques de résistance mécanique, électrique, chimique, ... limitées qui ne peuvent toujours éviter le dommage mais qui pourront néanmoins dans de nombreux cas le réduire. Par ailleurs, il ne faut pas oublier que l'EPI est adapté à un seul type de phénomène dangereux.

Possibilité humaine d'évitement

La situation dangereuse " travail sous un mobile à l'arrêt " associée à l'apparition d'un événement dangereux tel que " descente intempestive du mobile " peut engendrer des dommages par écrasement de l'utilisateur. Le dommage peut être évité si l'opérateur réussit à se soustraire au mobile par mouvement réflexe.

Attention : dans cette situation, **l'évitement ne repose que sur la chance !**

La possibilité d'évitement est fonction de la rapidité d'apparition de l'événement dangereux, la conscience du risque, l'expérience,

Nota : dans cet exemple, l'opérateur s'extrait de la situation dangereuse par action " réflexe " ou par fuite.

Attention

Si l'existence d'une possibilité humaine d'évitement du dommage existe et tend à réduire le risque, elle ne peut en aucun cas constituer une mesure de sécurité. C'est pourquoi, elle ne sera pas prise en compte dans la démarche de maîtrise des risques développée ci après.

4.4.3. Maîtrise des risques

4.4.3.1. Importance de la maîtrise des risques

La présence de nombreux phénomènes dangereux liés à l'activité professionnelle génèrent des situations dangereuses pour les opérateurs.

Celles-ci peuvent se traduire en accident ou en atteinte à la santé et les conséquences qui en résultent constituent un préjudice humain pour la victime et son entourage mais également pour l'ensemble de l'entreprise.

C'est la réparation de ce préjudice qui génère des coûts directs mais l'entreprise doit également supporter les coûts indirects générés par l'accident du travail ou la maladie professionnelle. Ce sont les conséquences de ce processus qui nous conduisent à affirmer que le risque d'apparition d'un dommage doit être maîtrisé.

4.4.3.2. Démarche de maîtrise des risques

La démarche de maîtrise des risques comporte deux phases :

Phase 1 : Appréciation du risque

Phase 2 : Réduction du risque

1. Appréciation du risque

La démarche d'appréciation du risque présentée ci-après, s'appuie sur la norme européenne EN 1050. Elle repose sur la mise en œuvre des étapes suivantes :

Détermination des limites de la situation de travail

Pour mener l'analyse, il est nécessaire de cibler la situation de travail :

- **Qui** effectue l'intervention ?
- En **quoi** consiste l'intervention ?
- **Où** se déroule l'intervention ? (zone de travail : atelier, aire de réparation, parking ...)
- **Quand** a lieu l'intervention ?
- **Comment** s'effectue l'intervention ? (avec quels moyens, dans quelles conditions climatiques ...)

Identification des risques

Elle concerne tous les risques. Ceux-ci peuvent être regroupés dans les domaines suivants :

- Organisation,
- Ambiances,
- Energies,
- Flux d'informations,
- Intervention

Elle repose sur le repérage des phénomènes dangereux, situations dangereuses et événement dangereux potentiels.

L'**intervention** de maintenance doit être observée au niveau :

- de son organisation
- des moyens utilisés (équipements, outillages et produits),
- des conditions de l'intervention observables à travers : les procédures, les caractéristiques de l'espace de travail, les énergies liées au système
- de l'opérateur notamment au sujet de son expérience, de son état physique et mental.

Le " guidage " de l'observation de la situation de travail, selon les différents axes d'observation présentés ci-dessus, permet d'aider à l'identification des situations dangereuses.

Estimation des risques

Pour chaque situation, il est nécessaire d'estimer le risque. L'estimation s'effectue selon deux critères :

La gravité du dommage

- importance de la lésion ou de l'atteinte à la santé :
 - blessures superficielles sans arrêt de travail
 - blessures légères avec arrêt de travail sans séquelle
 - blessures graves avec risque de séquelles légères
 - blessures avec risque de séquelles graves ou décès
- nombre de personnes concernées

La probabilité d'occurrence du dommage

- l'exposition au phénomène dangereux :
 - fréquence de la mise en situation dangereuse
 - durée de la mise en situation dangereuse
- la probabilité d'occurrence de l'événement dangereux
- la possibilité d'éviter ou de limiter le dommage

Évaluation des risques

" L'évaluation du risque a pour objet de déterminer si une réduction du risque est nécessaire ou si la sécurité a été atteinte. Si une réduction du risque est nécessaire, des mesures de sécurité appropriées doivent être choisies et mises en œuvre " (norme EN 1050).

Nota : la sécurité est atteinte quand le risque d'accident est supprimé ou lorsque le risque résiduel est devenu acceptable (probabilité d'occurrence extrêmement faible, gravité peu importante du dommage).

2. Réduction du risque

Une fois l'appréciation des risques effectuée, il est nécessaire de rechercher les mesures de sécurité qui permettront de les éviter ou de les réduire. La recherche des mesures de sécurité doit être guidée par les "**principes généraux de prévention**".

1. Eviter les risques (les supprimer)
2. Evaluer les risques qui ne peuvent pas être évités
3. Combattre les risques à la source
4. 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, 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 d'évolution de la technique
6. Remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui est moins dangereux
7. Planifier la prévention en y intégrant, dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants
8. Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle
9. Donner des instructions appropriées aux travailleurs

C'est ainsi que l'on peut établir une hiérarchie des mesures de sécurité en les classant en quatre catégories :

- Mesures de sécurité intrinsèque
- Mesures de sécurité collective
- Mesures de sécurité individuelle
- Consignes

Définition des mesures de sécurité

La définition des mesures de sécurité peut se scinder en trois phases : recherche d'idées, étude de faisabilité, choix des mesures

Recherche d'idées

Il s'agit dans un premier temps, d'effectuer un maximum de propositions sans se soucier de leur faisabilité. Cette recherche doit s'effectuer dans les quatre catégories : intrinsèque, collective, individuelle, consigne, et porter sur les différents éléments qui constituent le processus d'apparition d'un dommage.

RECHERCHE DES MESURES DE SÉCURITÉ				
Priorité d'action	N°1	N°2	N°3	N°4
Niveau d'action	Intrinsèque	Collective	Individuelle	Consigne
Phénomène dangereux	Eviter autant de phénomènes dangereux que possible			Instruction pour éviter le phénomène dangereux
Situation dangereuse	Limiter (éviter ou réduire) l'exposition aux phénomènes dangereux inévitables	Eviter les mises en situation dangereuse		Instruction pour éviter la mise en situation dangereuse
Événement dangereux	Limiter l'apparition d'événements dangereux			Instruction pour éviter l'apparition d'événements dangereux
Évitement du dommage	Eviter le dommage par des dispositifs de limitation ou de retenue		Eviter le dommage par le port d'E.P.I.	Instructions pour éviter le dommage
Réduction du dommage			Réduire le dommage par le port d'E.P.I.	Instruction pour réduire le dommage

Etude de faisabilité

Dans un deuxième temps, il s'agit d'étudier si les mesures sont réalisables.

Choix des mesures

Le choix des mesures de sécurité doit s'effectuer selon la chronologie définie par les principes généraux de prévention énoncés dans la loi 91-1414 du 31/12/91. Quand une mesure s'avère insuffisante, elle doit être complétée par des mesures de niveau inférieur.

Guide pour le choix des mesures de sécurité

Le niveau hiérarchique ne constitue pas le seul critère à prendre en compte. Après avoir vérifié que les mesures envisagées respectent la réglementation, chaque mesure doit être passée au crible des critères suivant :

- **Coût de la mesure** : chaque mesure a un coût et celui-ci nécessite parfois des investissements importants qui ne permettent pas la mise en œuvre immédiate de la mesure.
- **Délai de mise en œuvre** : le délai de mise en œuvre peut nécessiter, dans un premier temps, le choix de mesures de moindre " efficacité " mais pouvant être mises en œuvre immédiatement en attendant la réalisation de mesures plus performantes.
- **Stabilité** : l'efficacité de la mesure peut diminuer dans le temps (c'est le cas notamment des consignes).
- **Contrainte pour l'opérateur** : certaines mesures sont contraignantes, si la contrainte est insupportable pour l'opérateur, la mesure a peu de chance d'être appliquée (inconfort dans le travail, équipement de protection individuelle peu supportable, difficulté de réaliser les tâches à exécuter, perte de temps difficilement compatible avec les impératifs de production, ...).
- **Déplacement du risque** : la mise en application d'une mesure ne doit pas faire apparaître de nouveaux risques.

Afin d'aider au choix de la ou des mesures à mettre en œuvre, on pourra utiliser, avec profit, un tableau multi-critères. Pour chaque critère, il s'agit d'attribuer une note (par exemple entre 1 et 4 : plus la note est élevée, meilleure est la mesure pour le critère considéré), puis d'effectuer le total des points recueillis.

CRITÈRE	MESURE N°1	MESURE N°2		MESURE N°...
Niveau hiérarchique				
Coût				
Délai de mise en œuvre				
Stabilité dans le temps				

Contrainte pour l'opérateur				
Déplacement du risque				
TOTAL				

Nota : il est très important que ce travail ne soit pas réalisé seul, chaque note attribuée doit être le résultat d'une discussion.

4.4.3.3. La consignation et la déconsignation des machines

4.4.3.3.1. Objectifs

Il s'agit d'éviter une mise en mouvement intempestive de l'équipement de travail ou la libération d'une énergie résiduelle lors des diverses interventions sur celui-ci.

En complément des textes réglementaires en vigueur, il est recommandé aux chefs d'entreprises dont tout ou partie du personnel relève du régime général de la Sécurité sociale et effectue, même à titre secondaire ou occasionnel, des interventions sur des équipements de travail, de prendre les mesures suivantes.

4.4.3.3.2. Principe

Avant d'effectuer ou de faire effectuer une intervention sur des équipements de travail, le chef d'entreprise (ou son représentant) s'assurera que :

- les modes opératoires à mettre en oeuvre sont définis et que les risques en sont analysés ;
- les mesures appropriées pour éliminer ces risques sont prises ;
- le personnel chargé de cette intervention possède les aptitudes et compétences requises ;
- ce personnel dispose des documents et moyens nécessaires au bon déroulement de l'intervention, et qu'il les utilise de façon conforme aux préconisations des fournisseurs et de l'entreprise.

4.4.3.3.3. Définitions

Consignation : C'est l'ensemble des dispositions permettant de mettre et de maintenir en sécurité (si possible par un dispositif matériel) une machine, un appareil ou une installation de façon qu'un changement d'état (remise en état de marche d'une machine, fermeture d'un circuit électrique, ouverture d'une vanne...) soit impossible sous l'action volontaire de tous les intervenants.

Déconsignation : C'est l'ensemble des dispositions permettant de remettre en état de fonctionnement une machine, un appareil ou une installation préalablement consigné, en assurant la sécurité des intervenants et des exploitants.

Intervenant : Un intervenant est chargé de réaliser des travaux prédéfinis. Ce peut être :

-soit une personne

-soit une équipe réduite, comprenant un chef d'équipe ou un chargé de travaux présent en permanence sur le chantier.

Chargé de consignation : Un chargé de consignation est une personne compétente désignée par le chef d'entreprise pour effectuer la consignation et la déconsignation d'une installation et qui est chargée de prendre ou de faire prendre des mesures de sécurité qui en découlent.

4.4.3.3.4. L'organisation

Lorsque du personnel doit effectuer, même à titre secondaire ou occasionnel des interventions sur des équipements de travail, il est nécessaire de :

- réaliser préalablement un repérage et une analyse des risques
- mettre en oeuvre la procédure de consignation adaptée comportant :
 - la séparation de cet équipement de ses sources d'énergie,
 - la condamnation de cette séparation, qui sera toujours signalée,
 - la dissipation des énergies accumulées.
 - la vérification de l'absence d'énergie sur l'équipement,
 - l'évacuation des produits solides pouvant présenter des risques de chute lors de l'intervention,
 - la signalisation de la consignation et, si nécessaire, de la zone d'intervention.
- mettre en oeuvre la procédure de déconsignation.

Cette procédure prévoira en particulier une vérification qui assurera que la déconsignation sera réalisée seulement si toutes les interventions, qui peuvent provenir de demandes et sources différentes, sont terminées.

L'opération de consignation - déconsignation doit faire l'objet d'une information auprès du personnel du ou des secteurs concernés.

Seul le chargé de consignation désigné par le chef d'entreprise est responsable de l'exécution des opérations visées.

La déconsignation sera effectuée par le chargé de consignation.

L'encadrement assurera la coordination des équipes en cas de changement de poste ou d'opérateurs.

Lorsque du personnel d'une entreprise extérieure doit intervenir, s'assurer que la procédure (et le plan de prévention s'il existe) a prévu l'accueil et l'information de ce

personnel par le responsable du site chargé de la sécurité, avant d'effectuer toute intervention.

Les différents intervenants doivent avoir reçu la formation et l'information adéquates au travail à effectuer.

Si nécessaire, le personnel devra posséder une habilitation spécifique.

Lorsqu'il est fait appel à du personnel intérimaire, celui-ci doit avoir reçu la formation renforcée nécessaire à l'accomplissement des tâches qui lui sont confiées.

4.4.3.3.5. La consignation électrique

Séparation : L'installation doit pouvoir être séparée de la source d'énergie par un dispositif de sectionnement agissant directement sur les circuits puissances. Au-delà de 500 V, ce sectionnement doit être réalisé par un dispositif (interrupteur-sectionneur, sectionneur...) garantissant une séparation pleine apparente.

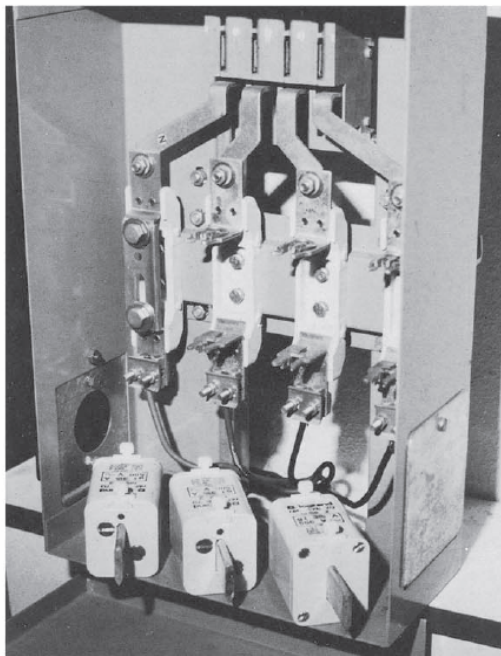
Cette disposition peut être réalisée, soit par la vue directe des contacts séparés, soit par un asservissement présentant une bonne fiabilité entre la position des contacts et celle de l'organe extérieur de manœuvre reflétant cette position.

Si les circuits de commande sont alimentés indépendamment des circuits de puissance, leur séparation est nécessaire.

Séparation sur armoire électrique

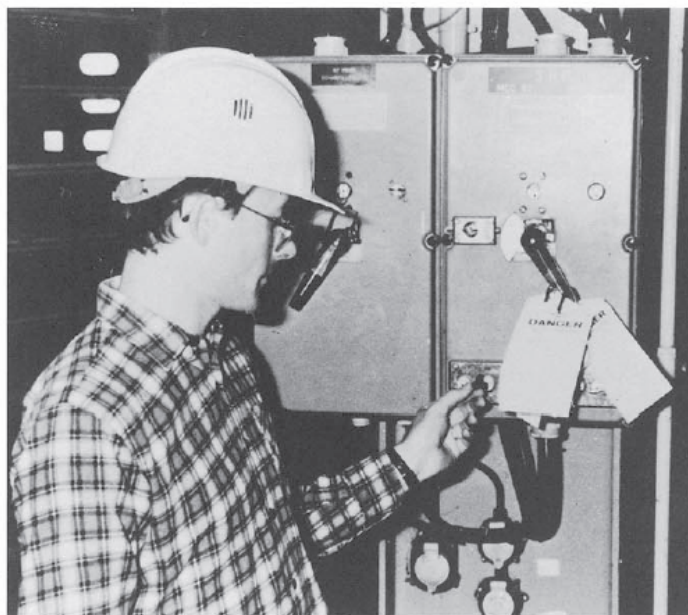
Non, parce que :

- armoire ouverte,
- fusibles laissés à disposition,
- pas de signalisation,
- le conducteur neutre n'est pas coupé.



Oui, parce que :

- condamnation en position hors tension,
- libération des clefs d'accès aux matériels,
- signalisation par pancarte.



Condamnation : La condamnation des appareils de séparation en position d'ouverture doit être, dans le cas général, réalisée par des dispositifs de verrouillage tels que cadenas ou serrure. Les clefs non spécifiques (ex. carrés, triangles, cadenas standard à clefs identiques...) ne doivent pas être utilisées.

Toutefois, dans les installations du domaine de tension inférieure à 500 V en courant alternatif, l'apposition d'une pancarte interdisant la manœuvre du dispositif de sectionnement est admise lorsque ce dispositif n'est pas conçu pour permettre le verrouillage mécanique.

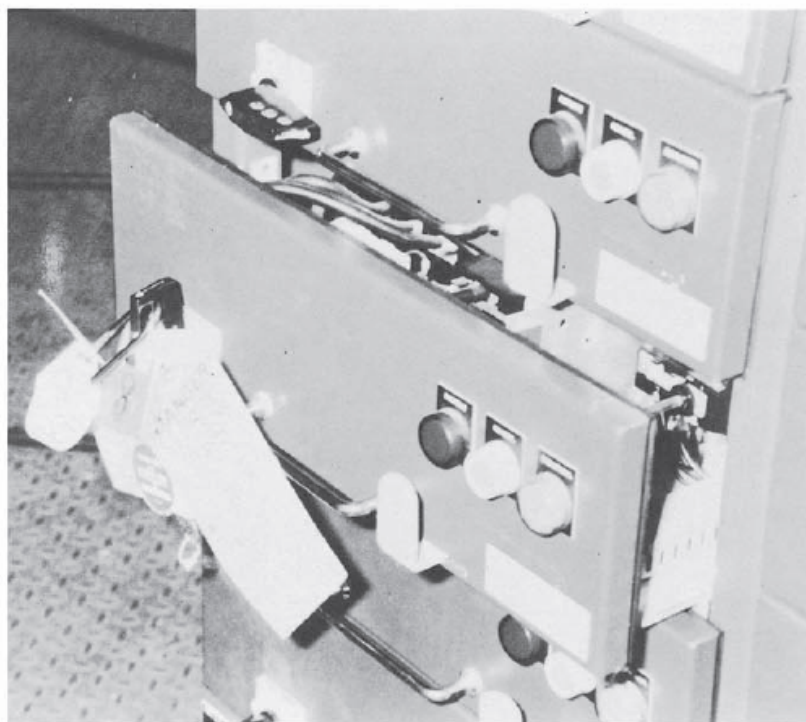
Condamnation en sous-station à tiroirs multiples

Oui, parce que :

- condamnation par cadenas,
- signalisation par pancarte.

Attention

Les circuits alimentés par les tiroirs voisins restent sous tension



Condamnations de coffret électrique

Oui, parce que :

- verrouillage par cadenas.

Attention

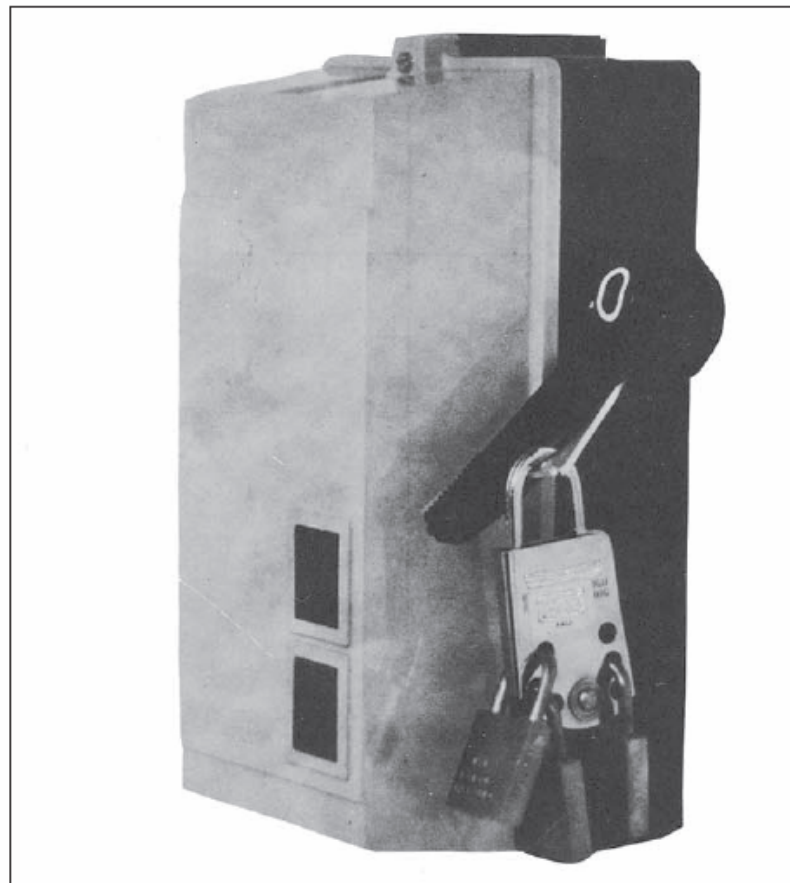
la consignation est incomplète car :

- la position du sectionneur n'est pas visible,
- l'information est inexistante,
- la vérification n'est pas possible.



Oui, parce que :

- verrouillage par multicadenas **(un intervenant / une clef et réciproquement),**
- la position du sectionneur est visible.



Condamnation par verrouillage à transfert de clefs

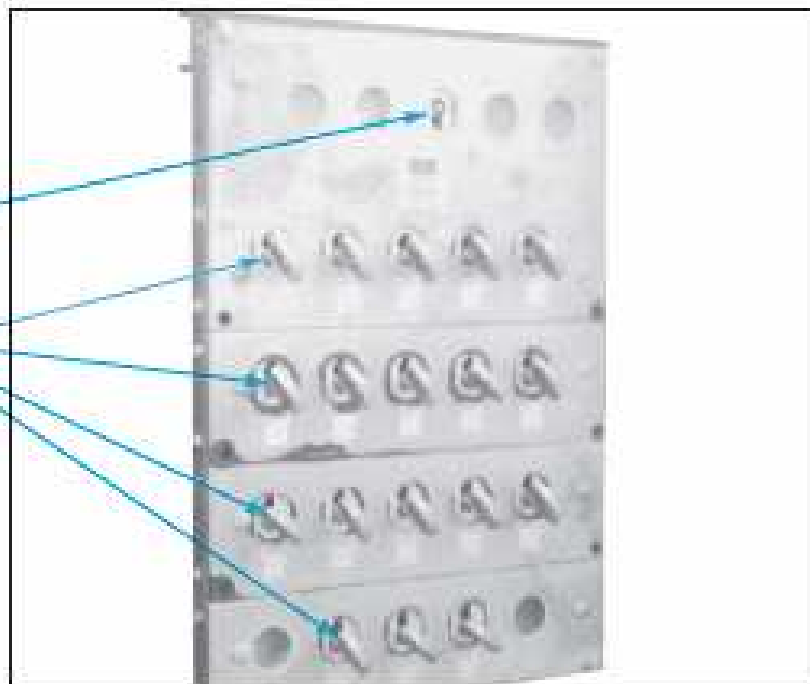
Oui, parce que :

La séparation et la condamnation d'un interrupteur sectionneur sur circuit électrique (non visible sur les photos) permettent de récupérer la clef-mère.

Cette clef-mère, introduite dans la partie supérieure du tableau permet de libérer les 18 clefs-filles.

La clef-mère est de ce fait à son tour prisonnière.

Les clefs-filles permettent d'accéder aux différentes trappes de visite de filtres électrostatiques en libérant les pattes métalliques reliées aux couvercles de ces trappes.

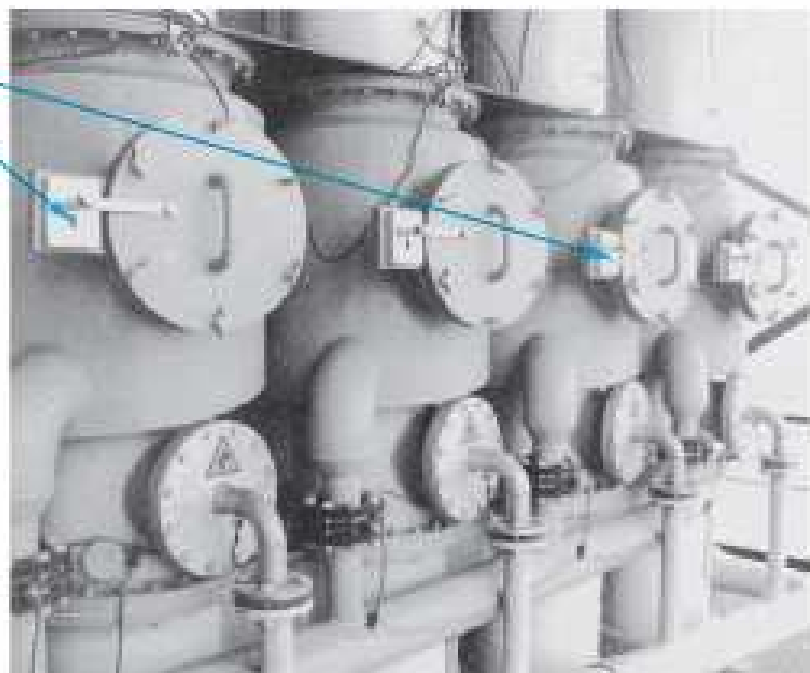


Les clefs-filles sont alors prisonnières des aernires secondaires.

Après intervention et fermeture des couvercles des trappes, le blocage des pattes de fixation permet de récupérer les clefs-filles et de les réintégrer au tableau.

Si toutes les clefs-filles sont présentes, la clef-mère est à son tour libérée.

Elle sera ensuite nécessaire pour déconsigner l'interrupteur-sectionneur du circuit électrique.



Vérification : Dans tous les cas, la vérification de l'absence de tension doit être effectuée au plus près du lieu de l'intervention et avec des vérificateurs de tension normalisés (normes NF EN 61243-5 (C18-310) et NF EN 61243-1 (C18-313), à l'exclusion des appareils de mesurage et des détecteurs (voltmètre, tournevis testeur...).



Dissipation : La dissipation des énergies accumulées (mise au niveau d'énergie le plus bas) doit comporter la décharge des condensateurs éventuels. Elle comprend également la mise à la terre et en court-circuit des conducteurs qui est obligatoire à partir de 500 V en courant alternatif, fortement recommandée en dessous.

4.4.3.3.6. La consignation mécanique

Séparation : Le degré d'efficacité de la séparation sera apprécié en fonction des risques directs ou indirects engendrés. Les mesures à prendre seront différentes selon les sources d'énergie :

-coupure d'énergie électrique

-coupure d'énergie pneumatique : ex. vanne avec mise à l'air

-coupure de l'énergie hydraulique : ex vanne avec retour à la bêche

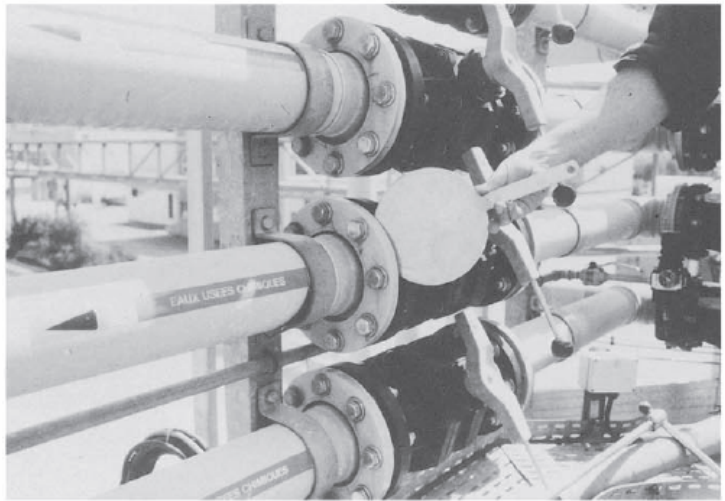
-coupure de l'énergie mécanique : ex désaccouplement d'un élément de transmission, dépose d'un élément fonctionnel (bougies, batterie dans le cas d'un engin à moteur thermique)

Séparation de circuits par joint plein

Oui

Nota

La vanne amont et la purge intermédiaire ouverte ne sont pas visibles sur cette photo

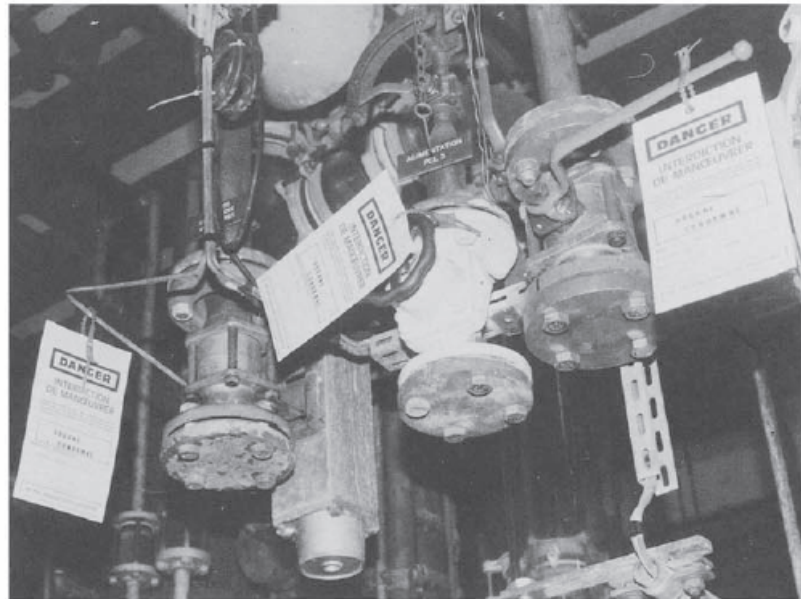


Séparation de circuits par brides pleines

Oui

Nota

La vanne amont et la purge intermédiaire ouverte ne sont pas visibles sur cette photo

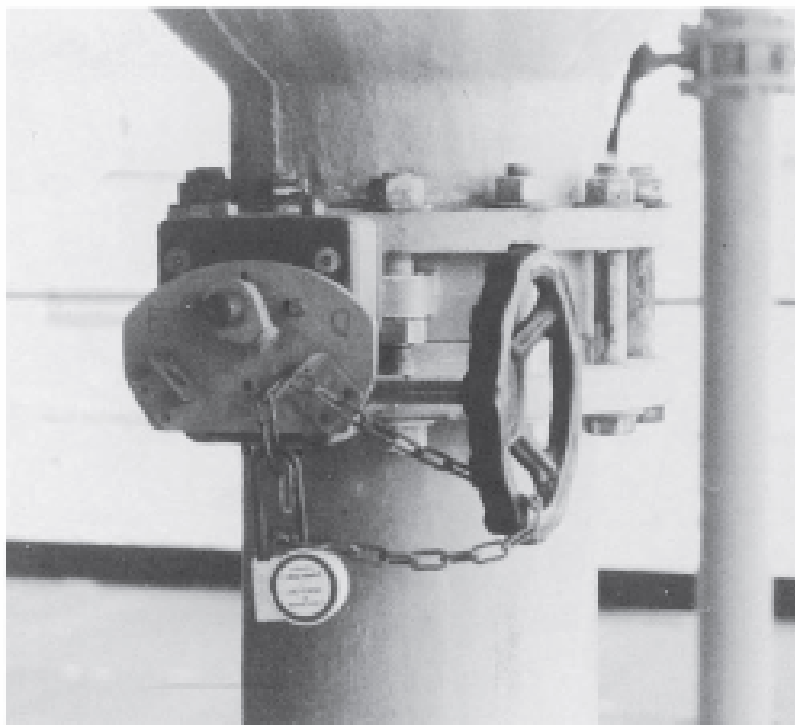


Condamnation : Les opérations sont similaires à la condamnation électrique, la condamnation est toujours conseillée, mais elle ne s'impose vraiment que lorsque l'opérateur ne peut pas, de tous les emplacements de travail qu'il doit s'occuper, vérifier la permanence de la séparation (cf EN ISO 12100-2, paragraphe 5.5.4).

Condamnation de vannes

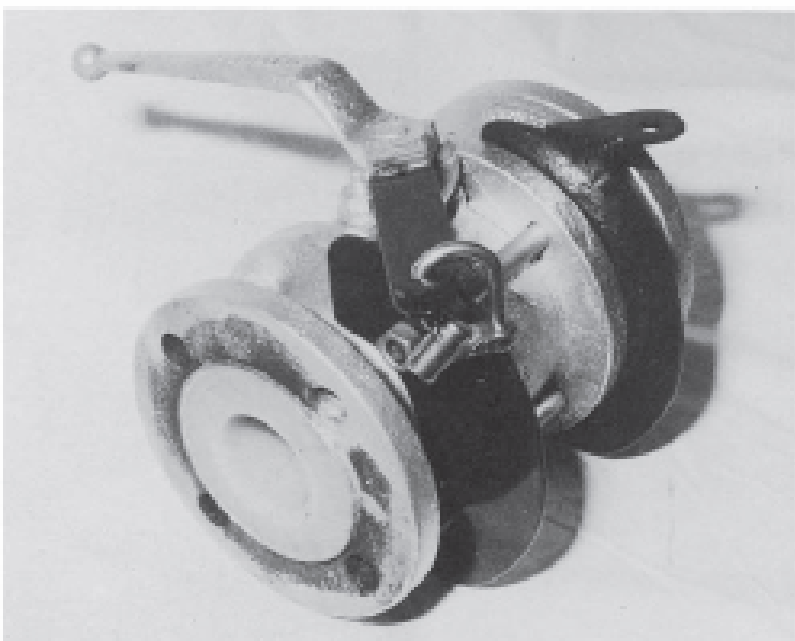
Oui, parce que :

- condamnation par cadenas,
- signalisation.



Oui mais, parce que :

- condamnation pour un intervenant par un dispositif rapporté (cadenas sur équerre solidaire des tiges de vanne),
- pas de signalisation.



Consignations de réservoirs

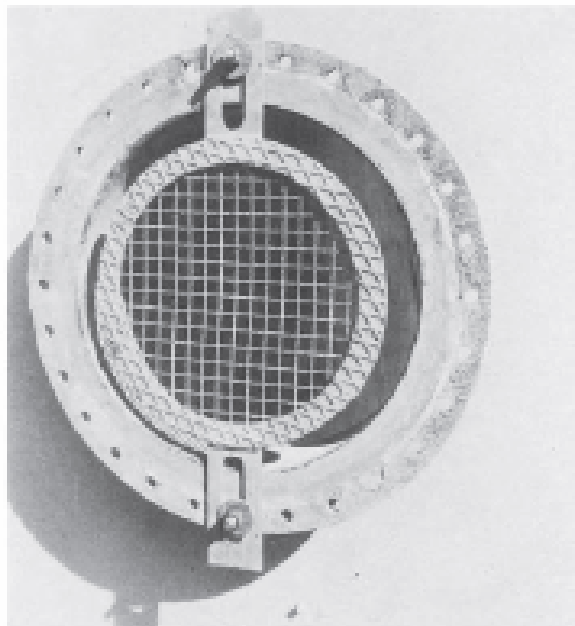
Non, parce que :

- signalisation seule,
- pas de séparation (l'entrée dans le réservoir est possible).



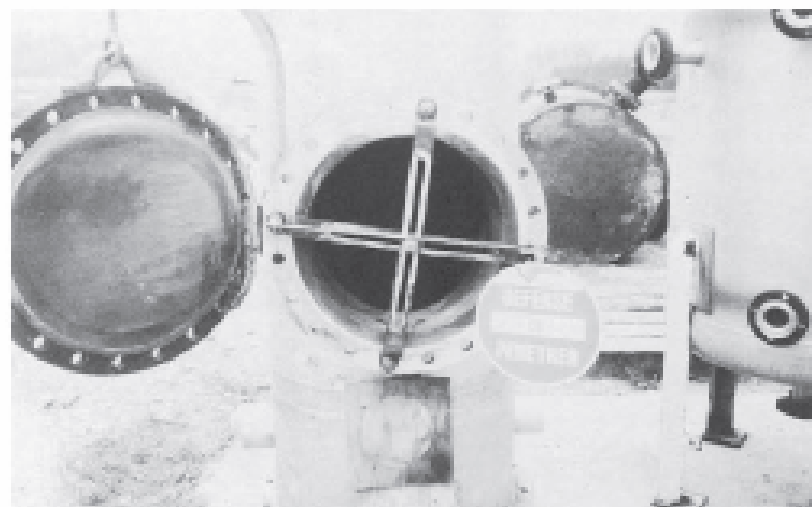
Oui mais, parce que :

- séparation par grille mais ;
- condamnation insuffisante (démontage facile possible),
- pas de signalisation.



Oui, parce que :

- séparation par croisillons,
- condamnation (par cadenas),
- signalisation.



Dissipation : La dissipation est l'annulation ou la maîtrise des énergies accumulées :

-cinétiques : arrêt de toutes les pièces en mouvement

-potentielles : mise et maintien en équilibre stable, point mort bas ou, à défaut calage mécanique

-hydrauliques : mise à la bêche des accumulateurs hydrauliques

-pneumatiques : mise à l'air libre (purge) des accumulateurs pneumatiques

On s'assurera que la purge des accumulateurs ne peut pas provoquer des mouvements dangereux.

Dissipation ou rétention de l'énergie sur engins de travaux publics

Oui, parce que :

– mise au niveau d'énergie le plus bas par équilibre stable (dissipation).



Oui, parce que :

– rétention de l'énergie par calage mécanique : l'énergie potentielle serait réellement au niveau zéro si le godet avait été posé au sol.



Vérification : Selon le cas, la vérification de l'absence ou de la maîtrise des énergies pourra, soit être faite visuellement, soit nécessiter des appareils de contrôle (ex. manomètre)

4.4.3.3.7. La déconsignation

L'analyse des risques doit permettre de déterminer le contenu et l'ordre des opérations de déconsignation. Par exemple :

-La dépose ou l'arrêt du dispositif de dissipation (ou de rétention/confinement) ainsi que la réalimentation en énergie peuvent entraîner des risques spécifiques (mouvements de vérins, démarrage à vide de pompes),

-Une initialisation des équipements commandés par certains automatismes (microprocesseur...) devra être effectuée avant toute remise en service afin d'éviter des commandes intempestives.

Une attention particulière sera apportée à l'identification des circuits pour limiter les risques de confusion d'installation et donc de déconsignation intempestive. En particulier, c'est le chargé de consignation qui a pour rôle de recevoir les dispositifs de condamnation restitués par les différents intervenants à la fin de leur travail.

Remarque : Avant la phase de redémarrage normal, une phase transitoire est souvent nécessaire : c'est la phase d'essai, pour laquelle les sécurités mises en place pour l'exploitation doivent être parfois partiellement neutralisés ; des procédures compensatrices spécifiques et rigoureuses doivent alors être mises en place pour cette phase d'essai.

4.4.3.3.8. Tableau résumé

Phase de consignation	Nature de l'énergie		
	Electrique	Fluides	Mécanique
Séparation	Mise hors tension de tous les circuits de puissance et de commande de façon pleinement apparente* y compris les alimentations de secours.	Suppression des arrivées de tous les fluides de façon pleinement apparente * y compris les circuits auxiliaires.**	Coupure de la transmission de toutes les formes d'énergie de façon pleinement apparente* y compris secours et accumulateurs d'énergie.
Condamnation	Verrouillage par un dispositif matériel difficilement neutralisable, dont l'état est visible de l'extérieur, réversible uniquement par un outil spécifique personnalisé pour chaque intervenant.		
Signalisation	Information claire et permanente de la réalisation de la condamnation.		
Dissipation (rétention / confinement)	Mise à la terre et en court circuit des conducteurs (opération à réaliser après la vérification). Décharge des condensateurs.	Vidange, purge, nettoyage. Elimination d'une atmosphère inerte ou dangereuse. Ventilation	Mise au niveau d'énergie le plus bas par: • arrêt des mécanismes, y compris volants d'inertie, • mise en équilibre mécanique stable (point mort bas) ou, à défaut, calage mécanique, • mise à la pression atmosphérique.
Vérification et test	Absence de tension entre tous les conducteurs (y compris le neutre) et entre eux et la terre.	Absence de : • pression, • écoulement. Contrôle spécifique éventuel (atmosphère, pH ...). Eventuellement balisage des zones dangereuses résiduelles.	Absence d'énergie : • tension, • pression, • mouvement...
Identification	Elle a pour but de s'assurer que les travaux seront effectués sur l'installation ou l'équipement consigné. Pour cela, les schémas et le repérage des éléments devront être lisibles, permanents et à jour.		

* C'est-à-dire, soit par la vue directe du dispositif de séparation, soit par un asservissement fiable entre la position de ce dispositif et celle de l'organe extérieur de manœuvre reflétant cette position.
 ** Le degré d'efficacité de la séparation, doit être adapté à la nature du risque engendré (par exemple double isolation dans le cas d'un circuit de vapeur).

Définir le travail à effectuer et préciser le lieu d'intervention.

Désigner les personnes devant l'effectuer.

Déterminer les dates et heures d'intervention.

Indiquer les mesures de sécurité, préliminaires aux travaux, qui devront être prises :

- par rapport aux différentes énergies (électricité, fluides, mécaniques...) et aux risques possibles (électrique, mécanique, explosion, incendie, chute de solides...),
- en précisant la nature des mesures (consignation, isolement, nettoyage, dégazage, entretien, EPI ...).

Indiquer de façon détaillée chaque consignation ainsi que les déconsignations s'y rapportant.

Réceptionner les travaux exécutés et faire signer le ou les responsables.

4.4.3.4. L'autorisation de conduite

Les engins et appareils de levage sont des équipements dangereux s'ils ne sont pas suffisamment maîtrisés.

Pour cela :

- La conduite doit être confiée à des salariés déclarés aptes médicalement.
- Il faut s'assurer du bon état des engins
- Il faut s'assurer de l'utilisation appropriée des engins
- Il faut s'assurer du bon état des accessoires de levage (élingues, chaînes...)

Une formation adéquate du conducteur est nécessaire pour la conduite de tous les engins, Elle est à compléter et réactualiser chaque fois que le besoin se fait ressentir.

Une autorisation de conduite doit être délivrée par l'employeur, pour la conduite des engins suivants :

- chariots automoteurs de manutention à conducteur porté ;
- grues à tour ;
- grues mobiles ;
- engins de chantiers télécommandés ou à conducteur porté ;
- plates-formes élévatrices mobiles de personnel ;
- grues auxiliaires de chargement de véhicules.

TYPE 1



TYPE 2



TYPE 3



TYPE 4



TYPE 5



Chariots automoteurs de manutention à conducteur porté



Cette autorisation est accordée :

- si le médecin du travail a délivré au conducteur un certificat d'aptitude médicale
- si le conducteur a acquis le savoir et les compétences nécessaires par :
 - un contrôle des connaissances et savoir faire pour la conduite en sécurité de l'engin (Certificat d'Aptitude à la Conduite En Sécurité : CACES, délivré après réussite aux tests théoriques et pratiques proposés par des organismes certifiés)
 - une connaissance des lieux et des instructions à respecter sur le ou les sites d'utilisation

4.4.3.5. Appareils de levage : quelles mesures de prévention ?

- Utiliser un matériel conforme et maintenu en l'état (structure de protection contre le retournement, associée à une ceinture de sécurité bouclée, système de visualisation et de signalisation en marche arrière, protection contre les chutes d'objets...)
- Contrôler périodiquement les matériels par un organisme agréé et les entretenir régulièrement (carnet d'entretien, essais périodiques des organes de sécurité...)
- Organiser le contrôle et la maintenance des accessoires de levage en interne
- Solliciter l'avis médical du médecin du travail
- Former les conducteurs d'engins au Certificat d'Aptitude à la Conduite en Sécurité (CACES, valable 5 ans) et leur remettre une autorisation de conduite

5. L'arbre des causes

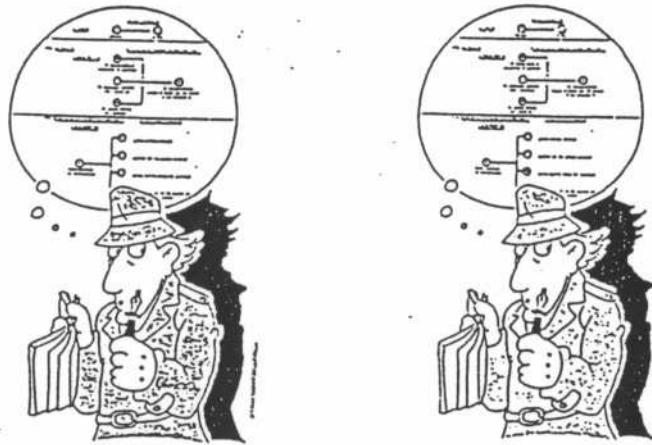
5.1. Objectifs

Mettre en œuvre une méthode d'analyse à posteriori d'un accident ou d'un incident pour identifier les causes et proposer des mesures de prévention cohérentes avec le diagnostic réalisé.

Quatre principes à retenir :

- L'analyse des accidents n'est pas **une fin mais un moyen** : la connaissance des causes d'accidents n'a d'intérêts et n'est valable que si elle débouche sur des actions de prévention
- L'arbre des causes est une des techniques de prévention. Elle ne se substitue pas aux autres techniques (analyse à priori : étude de poste, inspection, grille « conditions de travail »,...). Elle les complète notamment en les enrichissant de faits objectifs relevés lors des analyses d'accidents.
- L'arbre des causes n'est pas une théorie de l'accident : elle n'aboutit pas nécessairement à une recherche exhaustive des facteurs d'accidents, elle ne vise pas à une explication complète de l'accident mais à la mise en évidence des facteurs sur lesquels il est possible d'agir.
- Cette méthode nécessite **un travail collectif**, car quelle que soit la volonté d'objectivité de l'analyste, certaines informations peuvent lui être inaccessibles ou lui échapper. Il n'est pas rare qu'un accident donne lieu à la construction d'arbres différents d'où la nécessité d'un travail de groupe mettant en évidence les convergences et permettant de clarifier les divergences.

La pratique de cette méthode permet d'aller au-delà de la recherche de responsables



Il ne s'agit pas d'ajouter la sécurité au travail, d'opposer la sécurité à la production, mais d'intégrer la sécurité dans le travail. On n'imagine pas une production sans qualité, on ne doit plus imaginer une production sans sécurité.

5.2. Recueil des informations

La qualité de l'analyse repose sur la qualité des données qu'elle examine. C'est pourquoi le recueil des informations relatives à l'accident aura la plus grande importance.

Recueillir des faits concrets et objectifs et non pas des interprétations et des jugements de valeurs

Un fait est une information :

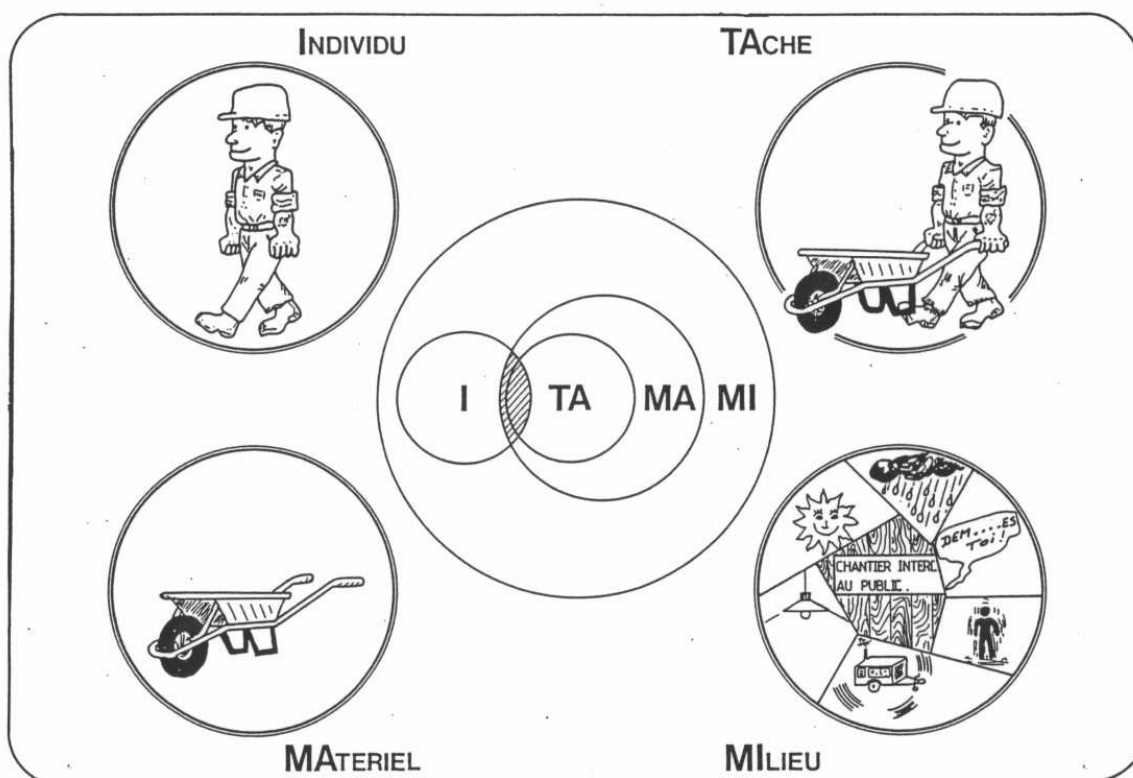
- Vérifiable
- Non contestable
- Concrète
- Concise

Pour éviter **tout jugement** et **toute interprétation**, il faut toujours s'efforcer de s'en tenir à :

- Qui à fait quoi ?
- Comment ?
- Avec qui ?
- Où ?
- Quand ?

**Les faits rassemblent,
l'interprétation, le jugement divisent.**

Examiner l'ensemble des éléments de la situation de travail « I TA MA MI »



La notion de système de situation de travail (I TA MA MI) permet de définir le champ des investigations.

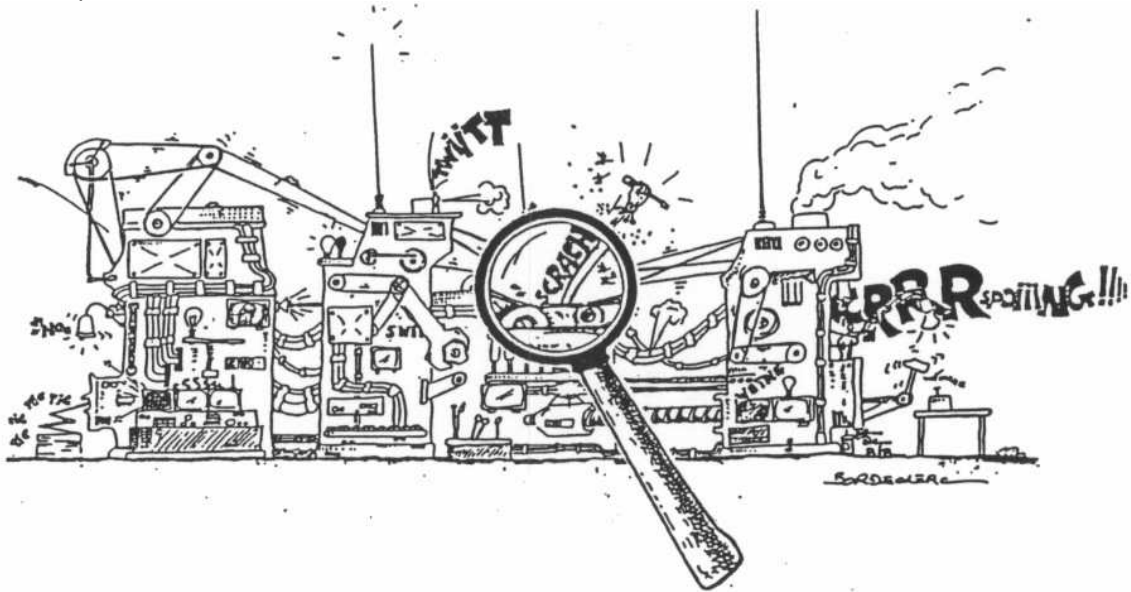
- I : Individu (qui ?)
- TA : Tâche (fait quoi ? comment ?)
- MA : Matériel (avec quoi ? sur quelle machine ?)
- MI : Milieu (où ? avec qui ?)

Ainsi on s'efforcera lors des recueils des informations d'avoir des faits dans les quatre domaines ci-dessus.

Identifier les causes les plus profondes

On arrête souvent l'enquête trop rapidement en se limitant aux faits évidents, proches de l'accident ou de l'incident.

On a intérêt à rechercher les causes profondes de l'accident en remontant le plus en amont possible



**On fera de la sécurité en agissant les causes immédiates.
On fera de la Prévention en agissant sur les causes profondes.**

Pour que ces principes puissent être respectés, les préventeurs (INRS, CRAM...) recommande que recueil des informations soit effectué :

- *Le plus tôt possible après l'accident*

On recueillera une image plus fidèle de ce qui c'est passé si le recueil des données est effectué immédiatement après l'accident.

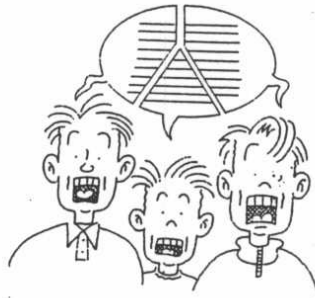
Avec le temps, on oublie, on se représente les choses autrement.

- *Sur les lieux mêmes de l'accident*

Il est important de connaître la disposition des lieux et l'organisation de l'espace de travail. Un bon croquis sera souvent plus parlant qu'une longue verbalisation.

- *Par une équipe aux compétences diverses*

Chaque membres de l'équipe de par ses compétences détient les moyens d'aller plus loin dans la compréhension de l'accident (domaine technique, social, économique, organisationnel...).



Le recueil des faits met en évidence la **multicausalité** de l'accident.
La compréhension de l'accident implique des faits les uns par rapport aux autres.
D'où l'utilisation des quelques outils :

- Diagramme en arrête de poisson
- Grafcet
- Arbre des causes



L'arbre des causes est une représentation graphique de l'enchaînement logique des faits qui ont provoqué l'accident.

5.3. Construction de l'arbre des causes

Pour construire l'arbre des causes, on part **du ou des faits ultimes** (ou de l'incident) que l'on veut analyser et l'on remonte systématiquement, pas à pas, en se posant pour chaque fait que l'on connaît les questions suivantes :

1. *Qu'a-t-il fallu pour que cela arrive ?*
2. *Est-ce nécessaire ?*
3. *Est-ce suffisant ?*

On relie les faits entre eux à partir de ce questionnement.
Il existe 3 types de liaisons possibles :

- *Chaîne* = un fait – un antécédent

(X) a été nécessaire suffisant pour que (Y) se produise.

- *Conjonction* : un fait – plusieurs antécédents



Chacun des faits (X1) et (X2) a été nécessaire pour que (Y) se produise ; mais aucun des deux ne suffisait seul. Il a fallu l'action conjuguée des deux.

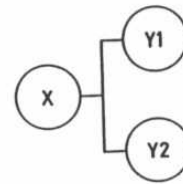
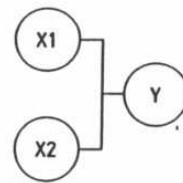
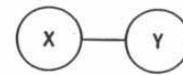
- *Disjonction* : plusieurs fait – un seul antécédent

(X) a été nécessaire et suffisant pour que (Y1) et (Y2) se produisent

Lorsqu'il n'existe aucune liaison entre deux faits, ce sont des faits indépendants.

Le code graphique utilisé est le suivant :

- Fait inhabituel : 
- Fait permanent : 



5.4. Exploitation de l'arbre des causes

L'arbre des causes fait apparaître un enchaînement de faits nécessaires à la survenue d'un accident.

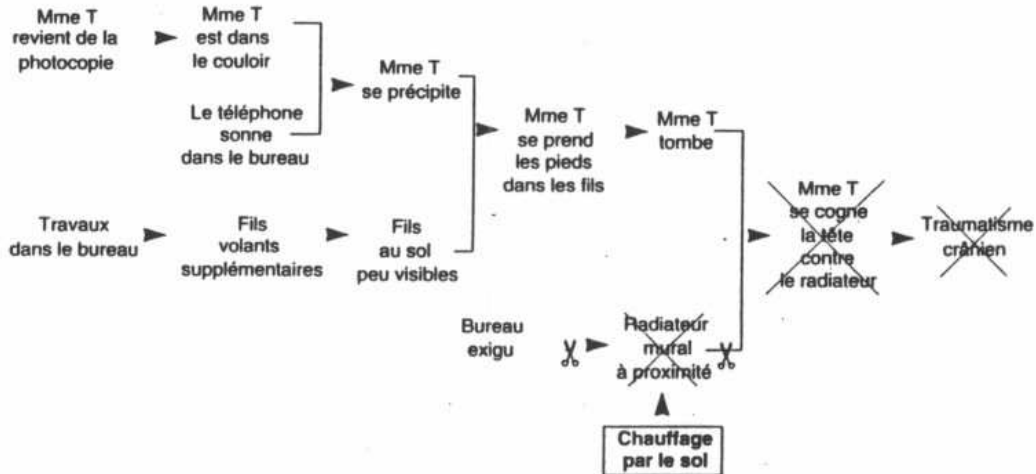
L'arbre des causes permet de proposer des mesures de prévention en recherchant à tous les niveaux les possibilités d'action capables d'empêcher la production de l'accident.

Pour cela :

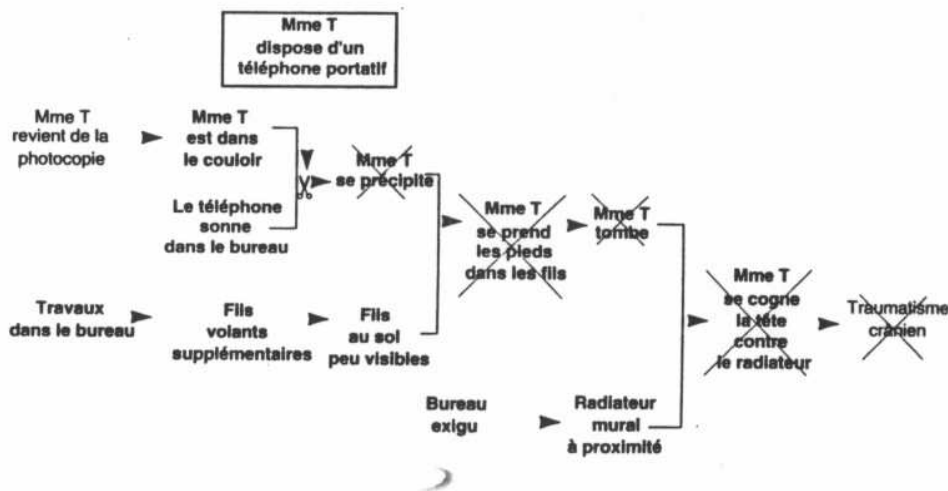
- On examine systématiquement tous les faits de l'arbre
- On recherche systématiquement pour chacun d'entre eux s'il existe un ou plusieurs moyens de le supprimer, d'en empêcher l'apparition et d'en éviter les conséquences néfastes.

Deux possibilités d'actions peuvent tour à tour être envisagées :

- Elimination directe du fait considéré (suppression de la bulle)



- Introduire un élément qui empêche sa production (intervenir sur la liaison entre deux faits)



Cette recherche nécessite de donner libre cours à son imagination. Les idées les plus farfelues aux premiers abords, peuvent s'avérer des plus intéressantes.

Dans un premier temps, on ne se fixe aucune limite. Les choix viendront dans un second temps.

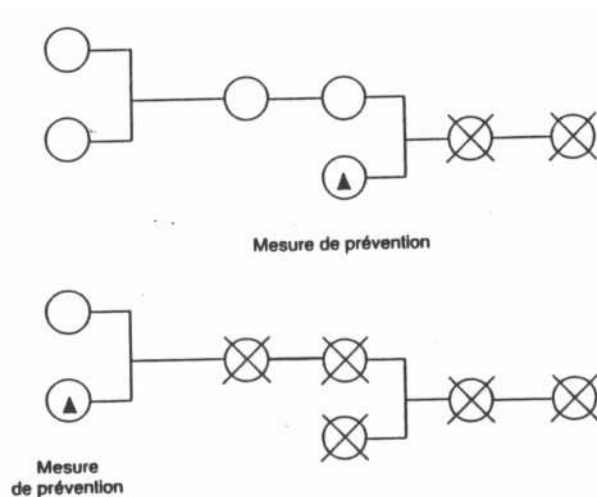
Ce remue-méninges donne d'autant plus de résultats qu'il est effectué de façon collective.

On cumule alors les connaissances et les expériences de chacun ainsi les propositions de mesures sont plus nombreuses et variées.

Les mesures envisagées peuvent se situer dans tous les domaines : technique, informationnel, pédagogique, organisationnel...

Plus les mesures de prévention portent sur des faits éloignés de la blessure, plus ces mesures empêchent un nombre important de facteurs d'accidents de se reproduire.

Plus le facteur sur lequel porte la mesure de prévention est éloigné de la blessure (dans l'arbre des causes de l'accident), plus le nombre des facteurs dont l'apparition est susceptible d'être évitée par la mise en place de cette mesure sera importante.



5.5. Choix des mesures de prévention

Généralement, pour faire les choix entre diverses propositions d'actions de prévention, on prend en compte certains critères essentiels :

- Conformité à la réglementation
- Coût pour l'entreprise
- Stabilité de la mesure
- Portée de la mesure

La mesure envisagée a-t-elle uniquement une application locale ou est-elle susceptible de résoudre un problème de sécurité ailleurs ?

- Non-déplacement du risque

La mesure de prévention envisagée – localement bénéfique – ne risque-t-elle pas d'entraîner des répercussions néfastes ailleurs ?

- Coût pour l'opérateur

La mesure envisagée entraînera-t-elle une modification dans le travail susceptible d'augmenter la charge de travail des opérateurs concernés ?

- Délai d'application
- ...

On doit aussi hiérarchiser les mesures de prévention :

- Suppression du risque



- Protection collective intégrée
- Protection collective rapportée
- Protection individuelle
- On doit proscrire les consignes qui ne sont pas des mesures de prévention.

Décider et mettre en place des mesures de prévention ne suffit pas. Il faut encore contrôler qu'elles sont réellement applicables et qu'elles atteignent bien le but souhaité.

EXERCICES

EXERCICE 1

Voici un article extrait de la presse locale

Une jeune cyclomotoriste a, en assénant des coups avec son casque, mis en fuite l'agresseur de la gérante du bar de la Grâce-de-Dieu : celle-ci venait déposer la recette à la banque.

« Mardi, vers 10 h 15, je sonne pour obtenir l'ouverture du sas de l'agence. Brusquement quelqu'un saisit la sacoche passée à mon bras. Je résiste. Il insiste et me traîne par terre sur environ cinq mètres ». Témoigne la patronne.

Tout ce que dit cette histoire est absolument exact et ne peut-être mis en doute. C'est un fait sur lequel il faut compter. Mais parfois, l'histoire est délibérément vague. Vous avez le droit de la relire à n'importe quel moment et de vous y référer chaque fois que vous en sentirez le besoin.

Lisez maintenant les affirmations numérotées ci-après et décidez en prenant le temps que vous voudrez, si chacune d'elles vous paraît vraie (V), fausse (F) ou discutable ou incertaine (?).

Entourez le signe V, F ou ?, correspondant à votre réponse pour chaque affirmation ou question. Cercler le « V » signifie que vous êtes sûr que la proposition énoncée est strictement vraie ; cercler le « F » si vous êtes sûr que la proposition énoncée est strictement fausse ; si vous avez des doutes sur n'importe quelle partie de la proposition, cercler « ? ».

Répondez aux propositions dans l'ordre de leur numéro.

Ne sautez aucun numéro et ne revenez pas en arrière pour relire une proposition après y avoir répondu ou pour corriger une réponse précédente. Cette relecture des propositions et des corrections altérerait l'intérêt de cet exercice.

La cyclomotoriste a moins de trente ans.	V	F	?
La cyclomotoriste tenait son casque à deux mains.	V	F	?
La gérante du bar s'est fait agresser devant la banque.	V	F	?
La cyclomotoriste a donné des coups avec son parapluie.	V	F	?
L'agresseur s'est enfui en moto.	V	F	?
L'agresseur projetait de voler la recette du bar.	V	F	?
La cyclomotoriste a donné des coups avec son casque.	V	F	?
La gérante venait déposer à la banque la recette du lundi.	V	F	?
La gérante n'a pas eu le temps de sonner pour obtenir l'ouverture du sas de l'agence.	V	F	?
La gérante portait sa sacoche au bras.	V	F	?
Le voleur est parti avec le sac	V	F	?
L'agresseur a traîné sa victime sur 7m	V	F	?
L'agression s'est déroulée la nuit	V	F	?
La gérante a été traînée par les cheveux	V	F	?
La gérante est venue à la banque en cyclomoteur	V	F	?

EXERCICE 2

Distinguez dans chaque texte les différents faits relatifs à l'accident. Pour cela vous les classerez suivant les quatre critères « I.TA.MA.MI. ».

TEXTE 1 :

Aidé de deux camarades de travail, la victime procédait à la dépose d'un vérin pneumatique de commande d'ouverture de la trappe d'une trémie.

Tous trois étaient montés sur un échafaudage. A la suite de la rupture d'une planche de ce dernier, un ouvrier lâcha prise, provoquant l'abaissement brutal de la pièce. La victime a eu le majeur gauche pincé entre le vérin et une tôle de l'installation.

INFORMATIONS	COMPOSANTES			
	I	TA	MA	MI
Pas d'éclairage				
L'opérateur tombe				
Opérateur en cours de formation				
Opérateur remplaçant				
Démarrage intempestif de la machine				
Pas de protection sur la machine				
Emplacement de travail inhabituel				
Mains huileuses				
Ne porte pas son casque				
Zone de circulation encombrée				
Conduite rapide				

Gants déchirés				
Opérateur intoxiqué				
Fuite d'huile				
Mécontentement de l'équipe				
Baisse de pression du gaz				
Coéquipier absent				
Pas de rambarde contre les chutes				
Rupture d'approvisionnement du poste				

TEXTE 2 :

Deux rames de minerai marchant en convoi descendaient une galerie bétonnée et se dirigeaient vers le puits.

Par suite d'une rupture d'un porte-balais d'un moteur de la locomotive, un court-circuit se produisit, provoquant l'éclatement d'un fusible situé dans la cabine.

Le wattman freina brusquement la rame et abaissa les pantographes de la locomotive, se privant de ce fait de l'utilisation d'un trolley phone avec lequel il tenta cependant de prévenir le wattman de la rame suivante, au lieu de mettre en service ses phares arrières en service sur la batterie d'accumulateurs.

Ce dernier, dont la visibilité était réduite par suite d'un important nuage de poussière soulevé par le passage de la première rame, n'aperçut pas à temps le cataphote du dernier wagon du convoi qui le précédait et vint le tamponner.

A la suite de ce choc, le wattman conduisant la première rame fut désarçonné de son siège et, de la hanche droite, heurta une paroi de la cabine de la locomotive, s'occasionnant une forte contusion.

INFORMATIONS	COMPOSANTES			
	I	TA	MA	MI
Ne dispose pas d'un tournevis				
Ne contrôle pas le niveau d'huile				
Chantier boueux				
Vertige				
Utilise un ciseau à la place d'un tournevis				
Ouvrier non formé				
Glissade				
Ne met pas le protecteur en place				
Explosion de gaz				
Opérateur nouveau au poste				
Descend avant l'arrêt du véhicule				
Opérateur atteint de malaise				
Tranchée non étayée				
Pièces à manutentionner plus lourdes				
Surtension électrique				
Panne				
Brouillard				
Opérateur en plus				
L'opérateur travaille à un horaire différent				
Rythme de travail inhabituel				
Sol glissant				

EXERCICE 3

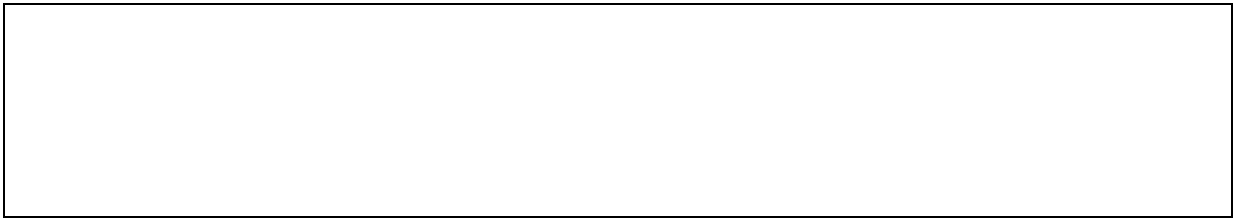
Scénario :	Liste des faits :
Comme le sol était mouillé ce jour là, la victime a glissé et s'est blessée après être tombée	A : B : C : D :
Arbre des causes :	

EXERCICE 4

Scénario :	Liste des faits :
Parce que le cariste titulaire était absent et qu'il n'y avait pas de cariste remplaçant disponible, alors qu'il fallait effectuer un chargement urgent, le chef d'équipe a conduit lui-même le chariot automoteur	A : B : C : D :
Arbre des causes :	

EXERCICE 5

Scénario :	Liste des faits :
Le système d'aération étant tombé en panne dans le local A, un dépanneur est intervenu mais du gaz s'était accumulé faute d'aération, comme le dépanneur ne portait pas d'appareil respiratoire, il fut intoxiqué	A : B : C : D : E :
Arbre des causes :	



EXERCICE 6

Résumé de l'accident

Dans une entreprise X à Caen, une lampe doit être changée dans l'atelier B. Celle-ci se situe à 3,5 mètres de hauteur. Sous la lampe se trouve une armoire métallique.

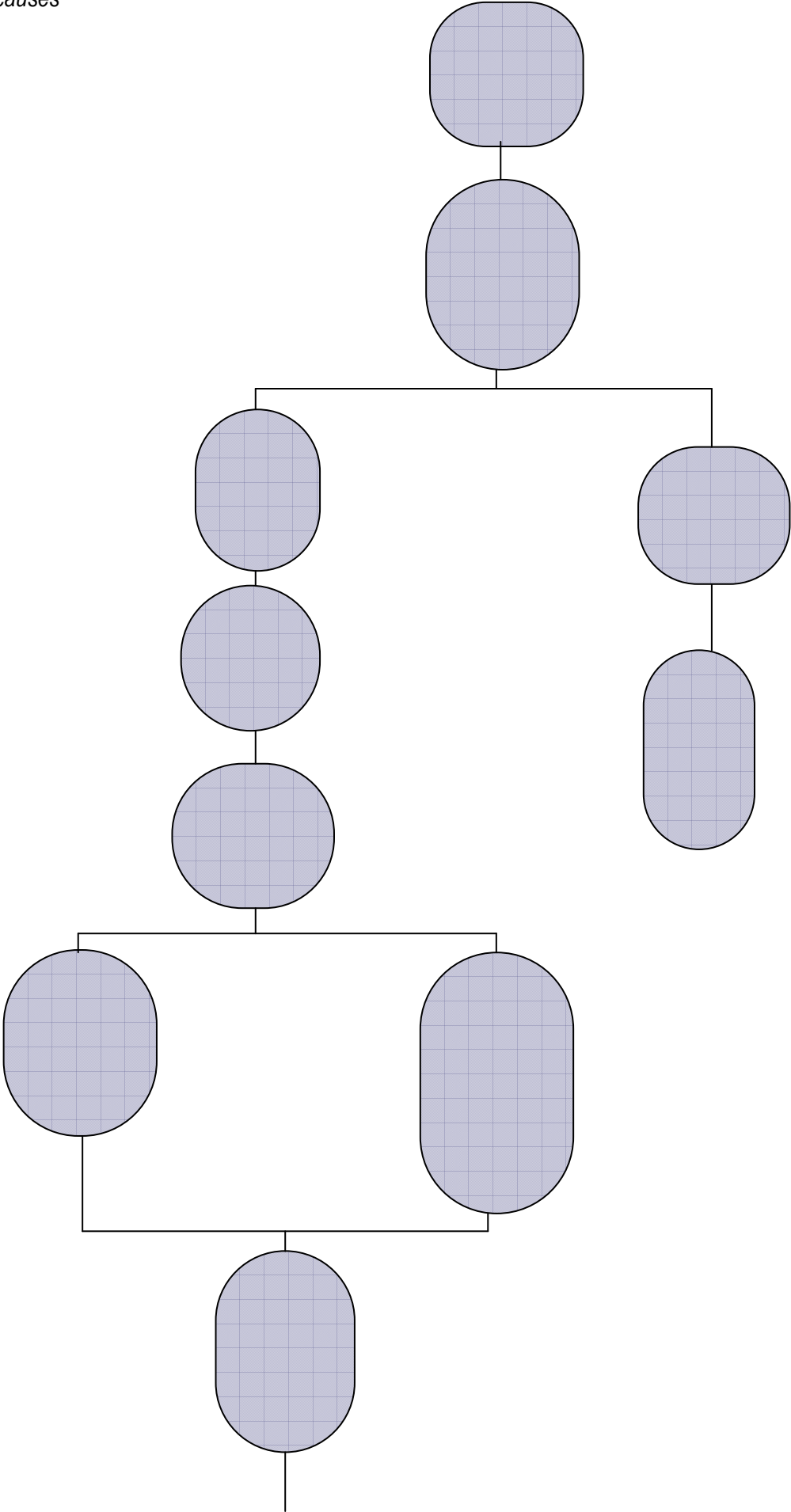
Monsieur Y, salarié dans l'entreprise, prend une échelle pour changer la lampe. L'armoire faisant obstacle, l'échelle prend appui sur l'angle de celle-ci et non sur le mur.

Monsieur Y monte à l'échelle, les pieds de l'échelle ripent en pivotant sur l'angle de l'armoire et celui-ci tombe sur le sol, lui occasionnant une fracture du rocher. (Le rocher est l'os sur lequel s'insère l'oreille et tout le système auditif. Le nerf facial y passe. Sa fracture peut engendrer un saignement du tympan, une surdité, une paralysie faciale, mais aussi une méningite ou une hémorragie cérébrale. Il y a souvent une perte de connaissance initiale).

Liste des faits :

-
-
-
-
-

Arbre des causes



6. Les chiffres de la sécurité

6.1. Introduction

Un rapport de l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (Osha) montre, une nouvelle fois, l'impact positif de la santé au travail sur la performance économique des PME.

Selon l'Osha, les retours financiers des actions de prévention demeurent pourtant faiblement pris en compte par les dirigeants d'entreprises.

Les bénéfices économiques devraient être mieux mis en lumière auprès des entreprises comme levier pour augmenter leur implication dans la lutte contre les accidents et les maladies professionnelles.

Le rapport de l'Osha, qui synthétise les résultats de nombreuses enquêtes européennes, étudie le lien entre la santé et sécurité au travail et les performances économiques, en particulier dans les petites et moyennes entreprises (PME).

D'une façon générale, la santé et la sécurité au travail ne sont pas considérées comme des facteurs contribuant à la viabilité économique d'une entreprise. En matière de prévention, la priorité des entreprises reste la mise en conformité avec la réglementation en vigueur.

Le rapport montre pourtant qu'il existe un lien direct entre une prévention efficace et de bonnes performances économiques.

En 2000, le coût des accidents du travail au sein de l'Europe des 15 s'élevait à 55 milliards d'euros soit, 0,64 % du produit intérieur brut (PIB).

Une étude de 2004 montrait que les problèmes de santé engendrent 1 250 millions de jours d'arrêt maladie chaque année.

Ces chiffres cités n'incluent pas les coûts indirects liés aux maladies et aux accidents :

- interruption de la production consécutive à un accident,
- baisse de moral des collaborateurs,
- dépenses de recrutement et de formation des remplaçants,
- détérioration des équipements et du matériel,
- réduction de la productivité des victimes d'accident ayant partiellement repris le travail,

Il faut également prendre en compte les facteurs non économiques tels que les effets psychosociaux des accidents et des maladies du travail qui, s'ils ne peuvent pas être estimés en valeur monétaire au sens strict, peuvent avoir un impact indirect sur les finances de l'entreprise.

6.2. La vulnérabilité des PME

Les PME sont particulièrement concernées. D'une part, 82 % des accidents du travail et 90 % des accidents mortels surviennent dans les PME. Et, d'autre part, les petites structures, qui disposent de ressources et de moyens limités, sont plus vulnérables que les grands établissements :

- les effets des problèmes de santé au travail sont plus importants,
- le personnel représentant le cœur de métier est difficilement remplaçable,
- des interruptions d'activité, même de courte durée, peuvent faire perdre des clients et des contrats importants. **60 % des entreprises qui subissent une interruption d'activité de plus de 9 jours déposent le bilan.**

6.3. Promouvoir une lecture économique de la santé au travail

Selon l'Osha, les arguments économiques sont à mettre en lumière pour sensibiliser les PME à la prévention des risques professionnels. La mise en place d'une politique de prévention efficace permet par exemple :

- une augmentation de la productivité,
- une meilleure continuité des activités (la baisse du nombre d'accidents permet de réduire la durée et l'impact des interruptions),
- la baisse des primes d'assurance et/ou des indemnisations aux travailleurs,
- une meilleure motivation du personnel.

Pour inciter les PME à établir le lien entre prévention et performances économiques, le rapport définit une série de recommandations : collecter régulièrement les données permettant d'évaluer leurs performances économiques en matière de prévention, prévoir un budget spécifique pour la prévention....

L'Osha invite enfin les organismes de prévention à développer les expertises et les outils pour assister les entreprises dans la mise en place d'indicateurs économiques liés à leurs politiques de santé au travail.