



Guide

de bonnes pratiques pour
le choix et l'utilisation des

solvants

et des produits en contenant



**l'Assurance
Maladie**

RISQUES PROFESSIONNELS
Bourgogne et Franche-Comté
Alsace Moselle et Nord-Est



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
DIRECCTE Bourgogne



Sommaire

Guide de bonnes pratiques pour le choix et l'utilisation des solvants et des produits en contenant

■ Remerciements :

Nous remercions les entreprises qui nous ont aidés à réaliser ce guide à travers les témoignages vidéo et la prise de photos.

■ Comité de rédaction :

- > Ingénieurs-conseils et contrôleurs de sécurité des Carsat Bourgogne et Franche-Comté, Alsace-Moselle et Nord-Est.
- > Ingénieurs de prévention et médecin inspecteur du travail de la Direccte Bourgogne.
- > Le service prévention des risques de la Dréal Bourgogne
- > L'école nationale supérieure de chimie de Mulhouse.

■ Conception, réalisation, crédits photos :

Service communication / unité technique de communication
Carsat Bourgogne et Franche Comté



>> Préface	Vous n'utilisez pas de solvants Conservez ce guide, il pourra vous être utile ultérieurement.....	page 4
>> Chap 1	Savez-vous pourquoi vous utilisez un solvant ? Définition, mécanismes d'action	page 7
>> Chap 2	Connaissez-vous les risques liés aux solvants en général ? Santé, incendie, environnement	page 11
>> Chap 3	Connaissez-vous les différentes familles de solvants, leurs propriétés et leurs risques ? Diversité des familles de solvants, propriétés.....	page 25
>> Chap 4	Savez-vous comment évaluer les risques ? Etiquetage, FDS / Reach, Conditions d'utilisation	page 35
>> Chap 5	Vous voulez réduire les risques Suppression substitution / Incendie explosion	page 47
>> Chap 6	Vous voulez réduire l'exposition des salariés Modes d'utilisation, prévention, EPC EPI VLE	page 57
>> Chap 7	Avez-vous mis en place un plan d'actions ? Mesures de prévention liées à l'utilisation des solvants	page 71
>> Chap 8	Connaissez-vous les réglementations liées aux solvants ? Codes du Travail, de l'Environnement, de la Santé publique, autres codes	page 77
>> Annexes	page 89



Préface

En France, plus d'un million de tonnes de solvants*, dont 550 000 tonnes de solvants neufs, sont utilisées dans l'industrie, auxquelles sont exposés plus de 15% des salariés**.

Une centaine de substances sont identifiées en tant que solvant parmi lesquelles : le White spirit, le xylène, l'éthanol, l'acétate d'éthyle, le dichlorométhane, le benzène, le perchloréthylène, le trichloréthylène.

Les solvants sont utilisés tels quels ou en mélange. On les retrouve en proportion variable dans un grand nombre de produits et de ce fait dans toutes les activités.

Quel que soit le mode d'utilisation d'un solvant, un tel produit mérite toujours que l'on s'intéresse à ses propriétés chimiques, physiques et toxicologiques.

Ainsi, pour certains d'entre eux, leur simple évaporation hors mise en oeuvre professionnelle est souvent suffisante pour engendrer des troubles graves.

La plupart des solvants étant inflammables, un soin particulier doit être pris pour éviter toute inflammation, sachant qu'il faut peu de produit dans un local fermé pour atteindre la limite d'explosivité.

Ainsi, tout utilisateur de solvants ne devrait les manipuler qu'après avoir pris tous les renseignements utiles auprès de personnes compétentes en matière de sécurité, ou auprès de sources de données fiables.

Sources :

ND2230 : panorama de l'utilisation de solvants en France

ED4252 : les solvants

* La quantité de solvants recyclés est difficilement maîtrisable.

** La dernière enquête Sumer a établi qu'un quart des salariés ont été exposés au moins à un produit chimique pendant deux heures au cours de la semaine précédant l'enquête, dont 15% à des solvants.

Mais c'est surtout en raison de leurs effets potentiellement très dangereux pour la santé et l'environnement que notre attention doit être attirée. En effet les risques sur la santé vont de symptômes bénins et réversibles (irritations, dermatites, nausées, état ébrié, ...) à des effets graves et irréversibles tels que des nécroses de la peau, des cécités, des pertes auditives, des néphrites, des cirrhoses, voire des effets cancérigènes ou reprotoxiques avérés.

Les risques sur l'environnement impactent la qualité de l'eau, de l'air et des sols, notamment en cas d'incendie et d'explosion.

Pour réduire ces risques, les chefs d'entreprise doivent mettre en place une démarche de prévention en s'appuyant sur les réglementations et les préventeurs.

Ce guide est destiné à fournir au lecteur l'essentiel des données requises pour effectuer un choix sur la nature et les conditions opératoires à retenir et pour la mise en oeuvre d'un solvant en toute sécurité.

➤ Mise en garde :

Ce document n'est pas un cours de chimie et ne remplace en aucun cas un avis de spécialiste.

Il propose une démarche qui vise à réduire les risques en remplaçant certains produits dangereux par des produits ou procédés moins dangereux.

L'usage de tout solvant doit se faire en respectant le mode d'emploi fourni ou en demandant l'avis d'une personne qualifiée.

Toute mise en oeuvre d'un nouveau produit et/ou procédé devra être précédée d'une évaluation approfondie des risques par une personne compétente en chimie.

Correspond à une référence bibliographique





Chapitre 1

Savez-vous pourquoi
vous utilisez un solvant ?

Définitions, mécanismes d'action



>> 1 - Introduction

1.1 - Qu'est-ce qu'un solvant ?

Un solvant est un produit chimique utilisé afin de mettre en solution, diluer, dissoudre ou extraire un autre produit pour lequel il a une affinité chimique marquée, formant ainsi une solution homogène.

Ces opérations se font sans modification chimique du solvant ou des produits eux-mêmes.

Par extension, on appelle **solvant** toute substance ou préparation (mélange de substances) capable de dissoudre, de diluer ou d'extraire d'autres produits. Ces préparations sont formulées pour avoir les propriétés requises par l'utilisateur.

1.2 - Où trouve-t-on des solvants ?

De nombreux secteurs d'activité sont concernés par l'utilisation des solvants. Selon les secteurs, les solvants sont utilisés pour :

Diluer : encres utilisées par les imprimeurs, peintures chez les peintres, mais aussi produits pour l'agriculture...

Nettoyer : sols, vêtements...

Dégraisser : métaux, plastiques...

Dissoudre et décaper : colles, vieilles peintures...

Extraire, séparer et réaliser des réactions chimiques pour la synthèse ou la purification de molécules actives.

Les solvants peuvent par ailleurs être présents dans les formulations de produits prêts à l'emploi, tels que peintures, encres, vernis, produits d'entretien et de nettoyage, décapants, produits phytosanitaires, cosmétiques, ...

1.3 - Mécanismes d'action des solvants

Un solvant est un produit liquide dont les molécules ont une certaine affinité avec un produit à dissoudre. Cette affinité lui permet d'entourer les molécules à dissoudre au point de les détacher du substrat sur lequel elles sont fixées à l'origine. Une fois passées dans le solvant, ces molécules sont entraînées grâce à l'état liquide du solvant.

A retenir : un solvant dissout bien ce qui lui ressemble d'un point de vue chimique

1.4 - Les solvants non traités dans ce guide

- les fluides supercritiques :

Certains produits normalement gazeux (ammoniac NH_3 , gaz carbonique ou anhydride carbonique ou dioxyde de carbone CO_2) peuvent, par compression en dessous d'une certaine température appelée température critique, être assez facilement liquéfiés et être utilisés en tant que solvants. Ces procédés sont notamment utilisés dans certains pressings, dans l'industrie alimentaire, ... Par exemple, la caféine est extraite du café par le CO_2 . Cette opération ne laisse aucun résidu toxique dans le café traité : en effet, le gaz carbonique est totalement non toxique par ingestion et parfaitement volatil à pression ambiante.

Cette mise en œuvre sous pression contrôlée est techniquement assez difficile. Elle nécessite un appareillage très spécifique, travaillant dans des conditions rigoureusement hermétiques.

- les sels fondus :

Les sels fondus entrent dans une catégorie particulière d'utilisation avec des technologies poussées et dans des applications très pointues.

Par exemple, les sels fondus sont utilisés comme solvants extrêmement puissants des oxydes dans des opérations de soudure.

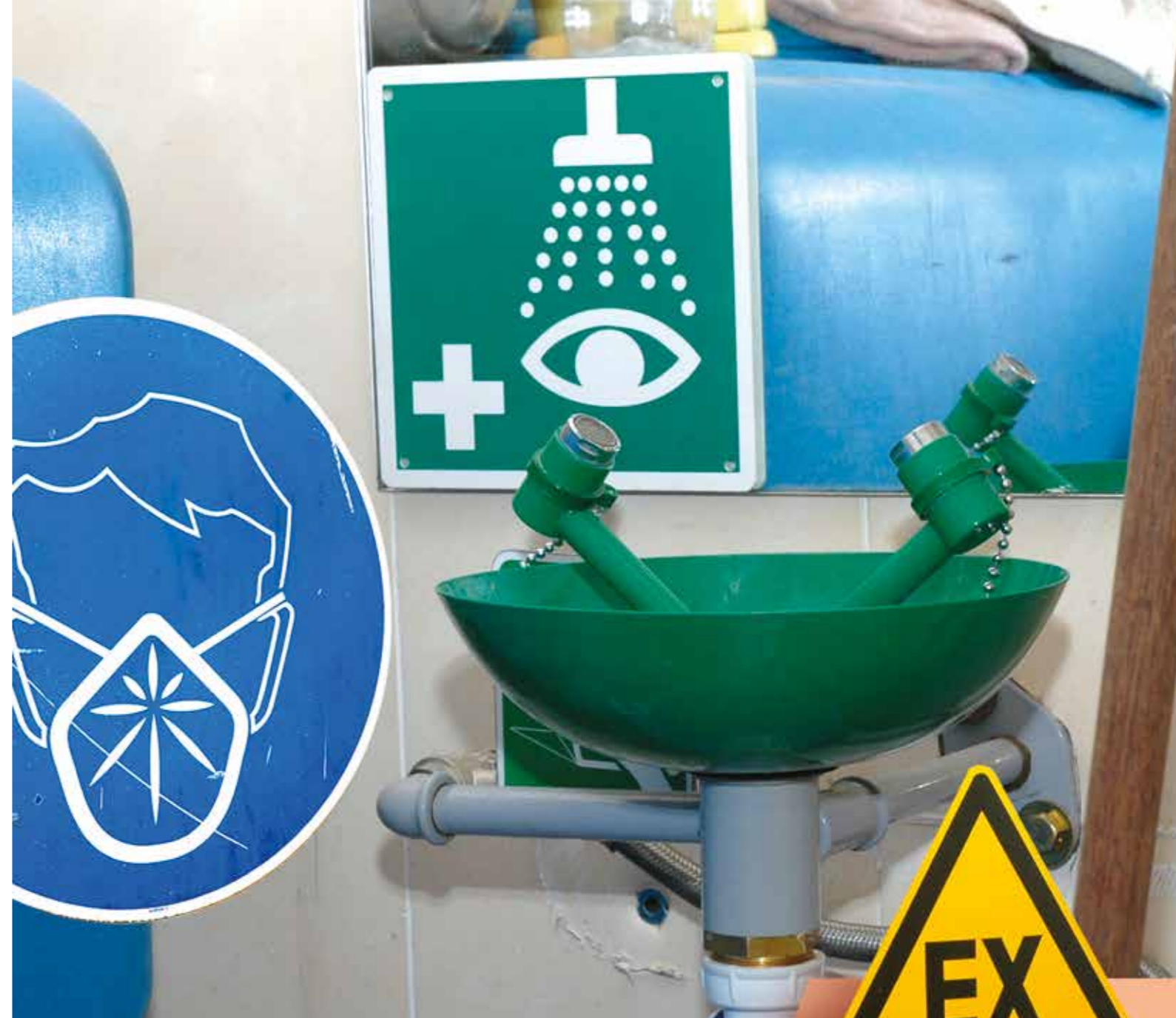
- les liquides ioniques :

Les liquides ioniques sont l'association de cations organiques et anions inorganiques ou organiques liquides sur une grande plage de température (de -80 à 300°C), ils sont modulables en composition pour choisir la solubilité voulue, ils sont aussi très peu volatils.

L'effet solvant est obtenu par la partie organique qui solubilise et par la partie ionique qui solubilise ou dissout ce qui est ionisable.

Les applications en recherche, pharmacie et pour l'extraction sont en développement.





Chapitre 2

Connaissez-vous les risques liés aux solvants en général?

Santé, incendie, environnement



>> 2 - Les risques liés aux solvants

2.1 - Introduction

Les différents risques liés à l'utilisation des produits chimiques sont :

- **les risques physico-chimiques** (incendie, explosion, ...) dont les effets concernent toujours le bâti et les structures et, très souvent, les salariés ;
- **les risques toxiques** touchant principalement la santé des travailleurs, mais aussi celle de leur entourage et celle des populations au voisinage des entreprises ;
- **les risques écologiques** dommageables pour l'environnement (faune, flore, eau, sol et air).

Compte tenu de leur diversité, la plupart des solvants cumulent ces trois grands types de risques.

Etant donné les changements de la réglementation concernant l'étiquetage des produits chimiques dangereux, les paragraphes suivants intègrent une comparaison entre les deux systèmes de classification et d'étiquetage des substances et préparations dangereuses (Directive 67/548/CE et Règlement CLP).

2.2 - Incendie et explosion

2.2.1 - Quelques définitions

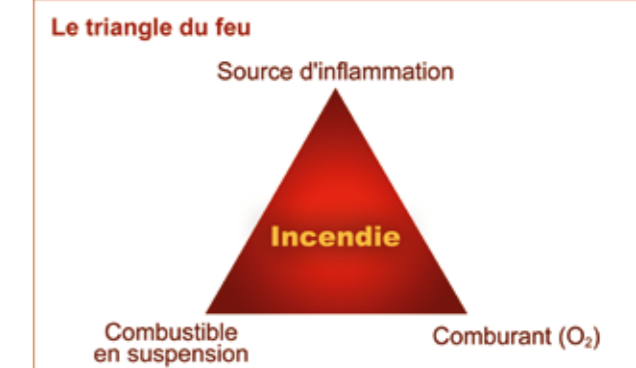
ED911

L'inflammation - éventuellement explosive - d'une atmosphère contenant des gaz ou des vapeurs combustibles se produit lorsque ces gaz ou vapeurs sont mélangés à de l'air, de l'oxygène ou à un gaz comburant en proportion adéquate et qu'un apport d'énergie suffisant, ou l'élévation à une température donnée, permet d'amorcer la réaction de combustion.



Pour qu'elle survienne, il faut donc la présence de trois éléments indispensables :

- **un combustible** (matière inflammable telle que alcool, éther, cétone, papier, carton, ...)
 - **un comburant** (permettant la combustion du combustible) ; il s'agit en général de l'oxygène de l'air mais aussi de produits oxygénés et peroxygénés, de nitrates, de chlorates, de persulfates... ;
 - **de l'énergie** ou une source d'ignition.
- C'est ce qu'on appelle le " triangle du feu ".



La plupart des solvants s'enflamment.

La source d'inflammation ou d'ignition permet d'apporter l'énergie suffisante pour enflammer une substance / un solvant. Ces sources peuvent être très nombreuses dans les entreprises :

- flammes et feux nus (soudage, découpage à l'arc ou au chalumeau, appareils de chauffage à flammes ou présentant des parties incandescentes, cigarettes allumées, ...)
- surfaces chaudes (fours, étuves, canalisations de fluides à température élevée, broyeurs, malaxeurs, radiateurs à résistances électriques...)
- étincelles d'origine mécanique (choc, frottement, chute d'objets ou d'outils métalliques, ...)
- étincelles d'origine électrique ou électrostatique... ;
- fermentations, etc.

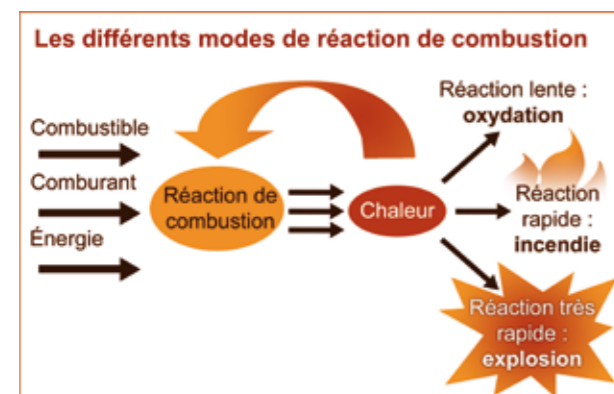
2.2.1.1 - L'électricité statique

ED874

Lors du frottement des molécules du solvant entre elles ou sur une surface, des électrons sont arrachés d'un côté et récupérés de l'autre côté. L'électricité statique est générée lorsque les charges électriques accumulées ne peuvent pas s'écouler. Il s'ensuit une décharge brutale de ces charges (accumulées) dont l'énergie peut être suffisante pour enflammer un mélange contenant des solvants.

2.2.1.2 - Différence entre incendie / explosion / déflagration

Selon la vigueur de l'inflammation et/ou la présence de confinement, des incendies très violents, voire des explosions peuvent survenir.



L'inflammation de solvants et de leurs vapeurs génère localement une augmentation de pression. L'explosion est caractérisée par une onde de pression importante liée au front de flamme. L'incendie est caractérisé par une inflammation non maîtrisée.

Détonation :

La détonation (est un phénomène) qui se caractérise par une onde de pression, liée à la décomposition extrêmement rapide d'une substance et se déplaçant à des vitesses supersoniques.

Déflagration :

La déflagration est définie comme étant la décomposition continue d'une substance, après qu'une décomposition ait été initiée localement. Contrairement à un incendie, une déflagration ne peut pas s'arrêter par manque d'oxygène ; l'énergie libérée par la décomposition locale sert à amorcer la décomposition voisine. Il se crée une onde de pression qui se déplace à des vitesses allant de quelques mètres par seconde en milieu ouvert à quelques centaines de mètres par seconde en milieu fermé.

De grandes quantités de gaz sont libérées, pouvant aussi être enflammées, poursuivant ainsi la décomposition de la substance jusqu'à son épuisement.

2.2.2 - Principaux effets

Les effets de l'incendie et/ou de l'explosion peuvent être divers :

- **sur les structures** : émanations dangereuses pouvant étendre l'incendie ou conduire à une explosion, destruction des édifices, projections incandescentes ;
- **sur les travailleurs ou les riverains** : lésions liées à l'onde de choc (blast) avec atteintes auditives par dommages tympaniques, lésions pulmonaires,

troubles cardiaques, neuro-psychiques, blessures dues à la projection d'éclats, brûlures superficielles ou profondes, troubles respiratoires par les fumées toxiques ou corrosives et produits de décomposition, asphyxie ;

- **sur l'environnement** : émanations polluantes dans l'atmosphère et pollution des eaux, de la faune, de la flore, voire des sols ;

- **sur la sphère économique et sociale** : difficultés ou disparition de l'entreprise entraînant un chômage partiel ou total, ...

2.2.3 - Caractérisation

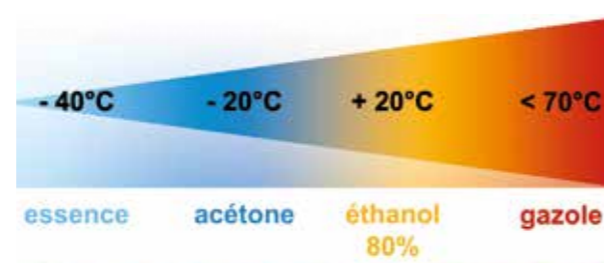
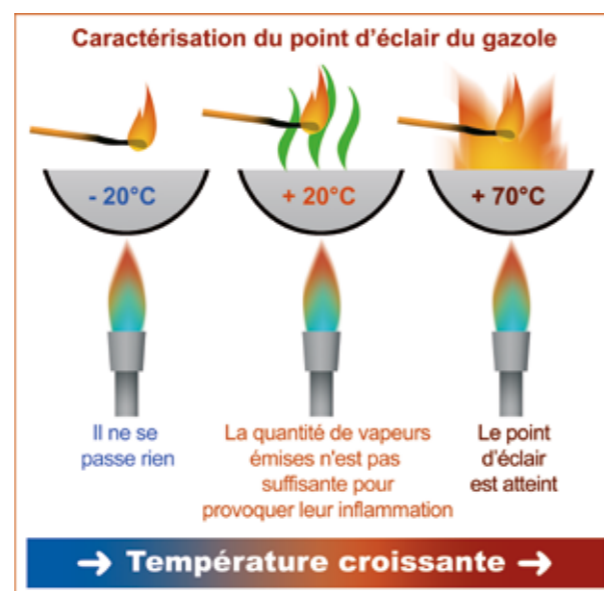
2.2.3.1 - Le point d'éclair

ED911

C'est la température minimale (en °C) à laquelle, dans des conditions d'essai spécifiées, un liquide émet suffisamment de vapeurs capables de s'enflammer en présence d'une source d'inflammation.

A quelques degrés près, c'est la température minimale à laquelle les vapeurs du produit atteignent la limite inférieure d'inflammabilité (LII).

Plus le point d'éclair est bas, plus le risque d'inflammation à distance est important.



Pour votre sécurité :

Choisissez des produits dont les points d'éclair sont les plus élevés et couvrir les récipients des produits inflammables.

Certains produits commerciaux sont présentés comme ne possédant «pas de point d'éclair» ou «PE non déterminé» ou «PE non mesurable».

Il peut s'agir de mélanges de solvants inflammables contenant une faible quantité de solvant non inflammable (comme certains hydrocarbures halogénés). Lors de la détermination du point d'éclair, les vapeurs ininflammables sont émises en grande quantité, ce qui conduit à masquer le point d'éclair. Par contre, le risque d'inflammation est réel au cours de l'utilisation du produit, dès lors que le solvant ininflammable s'est évaporé (le solvant inflammable subsistant alors).

Ils devraient être signalés par la phrase de risque : «peut devenir inflammable en cours d'utilisation» (R30 / EUH209).

- la meilleure solution est de ne pas accepter de tels mélanges dans votre établissement ;

- n'utilisez ces mélanges qu'en quantité compatible avec le volume de l'atelier et le taux de renouvellement par ventilation de l'atmosphère du local de travail ;

- ne réutilisez pas un mélange déjà utilisé car l'évaporation préférentielle de certains de ses composants peut le rendre plus dangereux qu'il ne l'était au départ.

Exemple : Comportement de l'essence et du fuel à température ambiante.

En présence d'une source d'ignition, les vapeurs d'essences sont inflammables à température ambiante. Dans le même cas, le fuel n'est pas inflammable.

2.2.3.2 - La température d'auto-inflammation

La température d'auto-inflammation est la température minimale à laquelle une substance s'enflamme spontanément au contact de l'air et à laquelle la combustion se poursuit sans qu'il y ait de source d'inflammation (flamme ou étincelle).

Plus la température d'auto-inflammation est basse à la pression atmosphérique, plus le combustible est dangereux et s'enflamme spontanément au contact d'une surface chaude. Il peut devenir pratiquement inextinguible, si la température des objets avoisinants (notamment ceux qui le contiennent) atteint ou dépasse cette température d'auto-inflammation hormis en présence de moyens d'extinction appropriés.

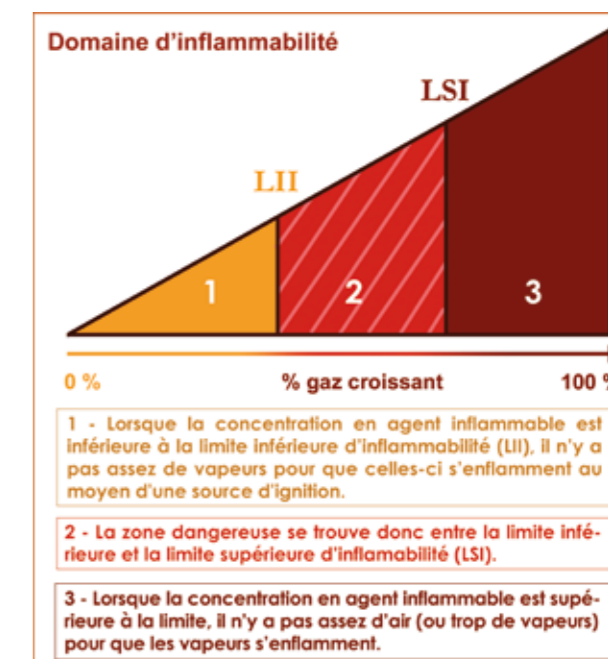
Exemple : Comportement du fuel au contact d'une surface chaude : le fuel s'enflamme spontanément au contact d'une plaque métallique chaude lorsqu'il atteint sa température d'auto-inflammation.

Alors qu'au contact d'une surface métallique chaude, l'essence va s'évaporer sans s'enflammer en l'absence de sources d'ignition car sa température d'auto-inflammation est supérieure à 400°C.

2.2.3.3 - Domaine d'inflammabilité ou d'explosivité

LII / LSI, LIE / LSE sont des abréviations courantes des Limites Inférieures ou Supérieures d'Inflammabilité (LII et LSI) et d'Explosivité (LIE et LSE).

Il s'agit de la concentration minimale et de la concentration maximale d'un produit dans l'air entre lesquelles peut se former un mélange inflammable ou explosif en présence d'une source d'ignition. Ces concentrations sont exprimées en pourcentages de volume dans l'air.



Pour atteindre, à partir d'une concentration nulle de vapeurs dans l'air, la limite inférieure d'inflammabilité, il faut augmenter la concentration de gaz dans l'air. C'est notamment le cas lors de fuites, de l'évaporation naturelle, ... Par contre, lorsqu'il y a trop de gaz dans l'air, il suffit d'un apport d'air neuf pour passer d'une zone non dangereuse à une zone dangereuse. C'est le cas notamment lors de l'ouverture d'une porte, d'une fenêtre, d'un trou d'homme... Le risque est alors bien supérieur dans ce cas, car il est souvent imprévisible.

Attention : dans la pratique, la LIE/LII peut être atteinte, voire dépassée, même à basse température, surtout pour les produits à bas point d'éclair.

Attention : les opérations de pulvérisation, de soufflage à l'air comprimé, d'étalement sur une grande surface... favorisent l'évaporation. On peut alors se trouver dans une situation à risque d'incendie ou d'explosion (c'est-à-dire dans l'intervalle d'inflammabilité) avec un solvant froid.

NB : Il en est de même pour les limites d'explosivité qui caractérisent les domaines dans lesquels il y a risque d'explosion.

Ne pas utiliser les solvants lors de pulvérisation, nébulisation, soufflage à air comprimé. Tous ces moyens sont susceptibles d'accélérer ou de favoriser l'évaporation précoce de solvant dans l'atmosphère du local de travail. Leur utilisation est proscrite, sauf en machine hermétique ou en cabine ventilée (voir chap 4.5.1.3).

2.2.3.4 - Densité de vapeur

Il s'agit d'une grandeur sans dimension exprimant comment se répartissent les vapeurs de solvant par rapport à l'air. Les solvants les plus couramment utilisés ont une densité de vapeur pure plus élevée que celle de l'air (on dit également couramment que «leur vapeur est plus lourde que l'air»). Ainsi, la phase concentrée en solvant se trouvera dans la partie inférieure des zones en milieu confiné.

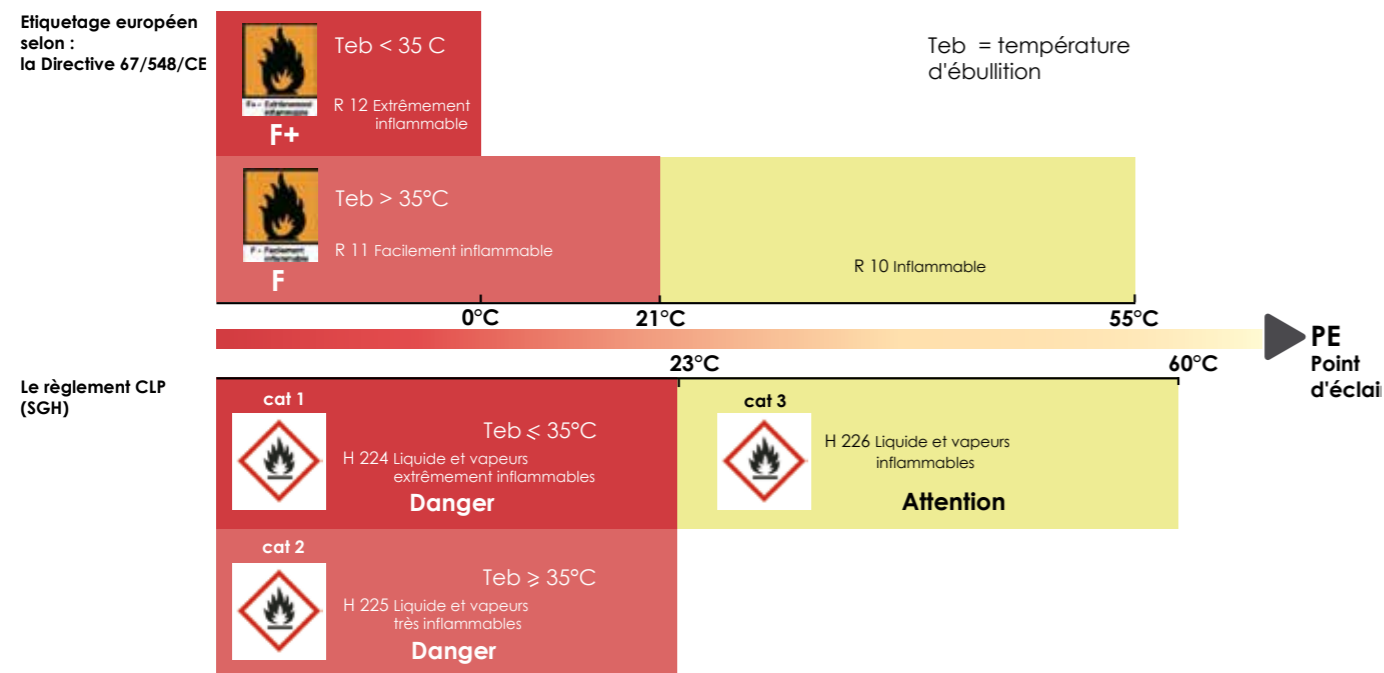
Ce paramètre est à prendre avec beaucoup de précaution dans un atelier où la répartition des vapeurs est modifiée par les mouvements d'air, la circulation des engins ou des hommes, la présence des gradients thermiques, etc.

2.2.4 - Identification

Les risques physicochimiques (inflammabilité, explosivité, comburance) sont identifiés grâce aux critères de classement et d'étiquetage des substances définis dans la directive 67/548/CE et dans le règlement CLP (voir chapitre 4).

2.2.4.1 - Inflammabilité

Identification des dangers des liquides inflammables



2.2.4.2 - Explosivité

A notre connaissance, aucun solvant n'est classé explosif ; ce sont les conditions d'utilisation qui peuvent conduire à provoquer une explosion

(vapeurs de solvant en concentration suffisante dans l'air). L'identification de l'explosivité n'est donc pas traitée.

2.2.4.3 - Comburance

Un solvant comburant peut provoquer ou favoriser la combustion d'autres matières en cédant de l'oxygène. Dans le règlement CLP, la transposition de l'étiquetage n'est pas automatique :
 - les liquides comburants sont classés selon les critères du tableau ci-dessous en fonction de leur catégorie de danger.

- les peroxydes organiques classés R7 selon la directive 67/548/CE se voient attribuer la phrase H242 « peut s'enflammer sous l'effet de la chaleur » avec le règlement CLP. Exemple acide peracétique
 - les liquides ou solides comburants classés R8 selon la directive 67/548/CE n'ont pas de conversion directe. Exemple : peroxyde d'hydrogène R8 → H271

Identification des dangers des liquides comburants

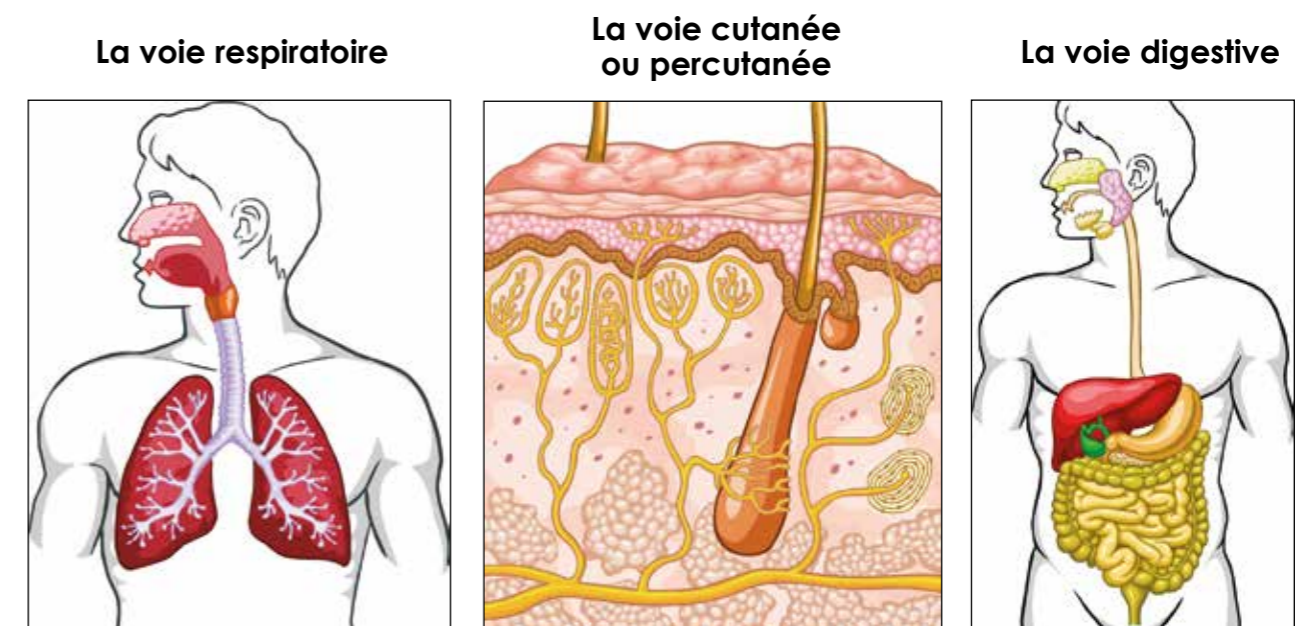
Etiquetage européen selon la Directive 67/548/CE	R	Description
	R 9	Peut exploser en mélange avec des matières combustibles
	R 8	Favorise l'inflammation des matières combustibles
	R 7	Peut provoquer un incendie

Le règlement CLP (SGH)	Description
	cat 1 : Danger - H 271 Peut provoquer un incendie ou une explosion, comburant puissant
	cat 2 : Danger - H 272 Peut aggraver un incendie, comburant puissant
	cat 3 : Attention - H 272 Peut aggraver un incendie, comburant puissant

2.3 - Risques toxiques

2.3.1 - Définitions

Le risque toxique se traduit par des atteintes à la santé, aiguës ou chroniques, qui peuvent être occasionnées par les agents chimiques. Ceux-ci peuvent en effet pénétrer dans l'organisme humain par trois voies différentes :



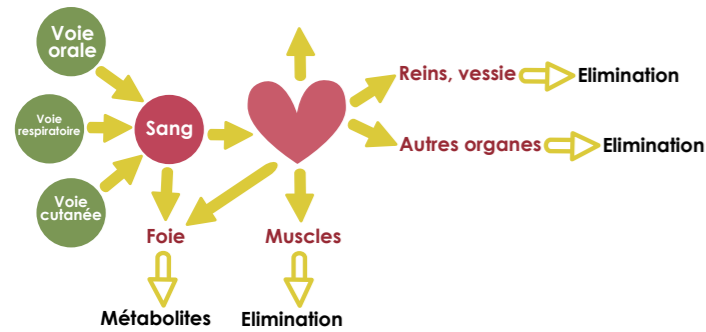
La voie respiratoire
Voie de pénétration majoritaire pour les vapeurs de solvants volatils, les aérosols de solvants pulvérisés,...

La voie cutanée ou percutanée
Pénétration de la majorité des solvants (affinité pour la couche grasse de l'épiderme = lipophile)

La voie digestive
Absorption rare sauf en cas de règles d'hygiène mal respectées, d'ingestion délibérée ou accidentelle.

Le produit peut léser la voie de l'organisme par laquelle il a pénétré, puis atteindre son ou ses organes cibles sur lesquels il pourra avoir des effets plus ou moins délétères. Parfois, ce sont ses métabolites (produits de transformation dans l'organisme) qui créent le plus de dégâts.

Modes d'action des solvants



La toxicité peut être :

- **aiguë** (absorption importante d'un produit chimique en une seule fois ou sur un court laps de temps) ;
- **chronique** (absorption répétée d'un produit chimique en petites quantités, sur un laps de temps exprimé en mois ou en années). Une exposition prolongée et répétée, même à des teneurs très faibles (quelques ppm), empêche l'organisme de se débarrasser de ce produit et peut solliciter de ce fait les organes chargés de l'épuration du sang (foie, rein,...) au-delà de leurs possibilités. Ceci peut se traduire par des maladies chroniques très graves.

2.3.2 - Principaux effets

Les effets peuvent être bénins et réversibles, mais peuvent également être à l'origine de lésions graves par atteinte d'un ou plusieurs organes vitaux, entraînant leur insuffisance fonctionnelle. Ils peuvent parfois entraîner le décès différé (cancer, insuffisance rénale, insuffisance hépatique).

Les principaux organes touchés sont :

- **la peau** : assèchement de la peau, dermatites aiguës ou chroniques à type d'irritation, acné, ulcérations, eczéma, brûlures plus ou moins graves pouvant aller jusqu'à la destruction des tissus et réparation plus ou moins complète. Les eczémas, fréquents, confirment la nature sensibilisante (allergique) de nombre de solvants ;



- **les muqueuses** : digestives (gastrite, duodénite...), oculaires (conjonctivite, lésions par projection directe), par effet irritant ou sensibilisant ;
- **le sang et les organes hématopoïétiques (rate et moelle osseuse)** : anémie, leucopénie, leucémie... ;
- **le cœur** : œdème pulmonaire aigu, troubles du rythme... ;
- les voies respiratoires : irritations trachéo-bronchiques, asthme, cancers... ;
- **le foie et les reins** : hépatites, cirrhoses, néphrites, hépato-néphrites... ;
- **le cerveau et les nerfs crâniens et périphériques** : syndrome ébrieux, troubles psychomoteurs (délires, confusion), coma, névrite optique, surdité (ototoxicité des solvants aromatiques par exemple), polyneuropathies.

Ces effets dépendent de :

- la toxicité propre du produit ;
- la dose reçue et la fréquence de l'exposition ;
- la voie de pénétration dans l'organisme ;
- l'état de santé de l'opérateur et son « terrain » ;
- son activité physique de travail ;
- son environnement général et personnel éventuellement aggravant (hygiène de vie, médicaments, alcool, tabac, addictions,...).

Certains de ces troubles sont indemnisés dans le cadre des tableaux de maladies professionnelles du régime général (tableaux 3, 4, 4 bis, 9, 11, 12, 13, 22, 59, 65, 74, et 84) reproduits en annexe.

Parmi les troubles toxiques, il convient de distinguer des effets particuliers : les effets CMR.

- **C comme cancérigène** (risque de provoquer le cancer ou d'en augmenter la fréquence). C'est le cas du benzène, cancérigène avéré responsable de leucémies et de syndromes myéloprolifératifs (cancers du sang connus et pris en charge via le tableau 4), du trichloréthylène reconnu cancérigène depuis 2004 pour des affections rénales... ;
- **M comme mutagène** (risque de provoquer des défauts génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence). Ces défauts génétiques, appelés mutations, sont des modifications irréversibles du nombre ou de la structure des chromosomes du noyau cellulaire d'un organisme ;
- **R comme reprotoxique** (risque sur la reproduction) altérant la fertilité de l'homme comme de la femme, par action sur la libido, le comportement sexuel, la production d'ovules ou de spermatozoïdes, l'activité hormonale (perturbation de la fécondation, du développement de l'ovule et de son implantation) et/ou par des effets sur le développement avant et après la naissance (avortement, anomalies structurelles, retard de croissance et de développement pour certains organes, réduction du poids, mort in utero, anomalies péri- ou postnatales,

anomalies fonctionnelles, altération du développement physique ou mental et des capacités futures de reproduction).

Ces effets peuvent être induits par l'utilisation d'éthers de glycols (voir tableau page 30), du toluène, ...

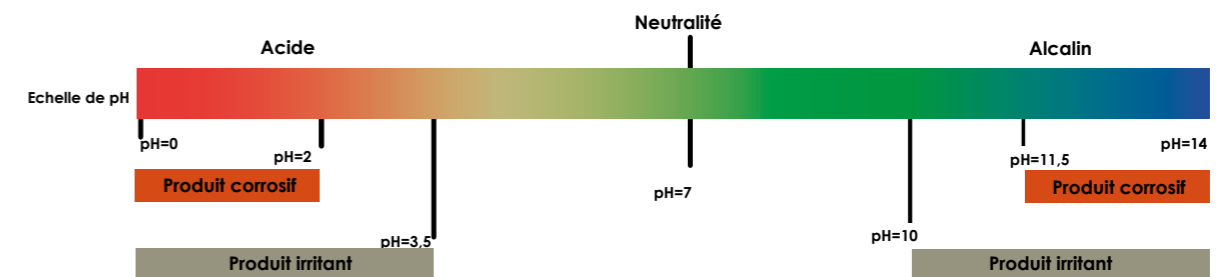
2.3.3 - Caractérisation des effets

2.3.3.1 - Toxicité

La toxicité aiguë des produits se réfère aux deux grandeurs :

- DL 50 : dose létale 50 (50 % de décès dans la population testée), par voie orale et cutanée ;
 - CL 50 : concentration létale 50 (50 % de décès dans la population testée), par voie respiratoire.
- Plus la toxicité d'un produit est élevée, plus les valeurs des DL50 et CL50 sont basses.

Le choix des produits devra donc s'orienter vers ceux qui ont des DL50 et CL50 les plus élevées. Les seuils permettant de classer les produits sont décrits dans la partie identification.



2.3.3.3 - Effets CMR

Les effets CMR sont caractérisés sur les substances chimiques par des études spécifiques. Il n'y a pas de mesure physique ou physico-chimique permettant de détecter un risque CMR.

Seul l'étiquetage permet de l'identifier, d'où l'importance de connaître les phrases de risques qui le caractérisent. Se pose le problème pour les produits émis ou générés par le procédé (intermédiaires, fumées, déchets, ...) qui, eux, ne sont pas étiquetés.

2.3.3.4 - Caractérisation de la pénétration respiratoire

Les solvants pénètrent dans les voies respiratoires, soit sous forme de vapeurs, soit sous forme d'aérosols :

- la volatilité du solvant permet d'apprécier sa facilité à s'évaporer. Elle est caractérisée par la pression (ou tension) de vapeur.

L'aptitude d'un liquide à s'évaporer est d'autant plus importante que la température d'ébullition est

2.3.3.2 - Corrosivité

La corrosivité s'évalue à travers le pH de la substance ou de la préparation.

Le pH est une grandeur sans unité mesurant l'acidité ou la basicité (alcalinité) d'une substance dissoute dans l'eau :

- un produit acide a un pH inférieur à 7 ;
- un produit neutre a un pH voisin de 7 ;
- un produit alcalin a un pH supérieur à 7.

Une substance ou une préparation est considérée comme corrosive, si son pH est inférieur ou égal à 2 ou supérieur ou égal à 11,5.

Elle sera considérée comme irritante si son pH est inférieur ou égal à 3,5 ou supérieur ou égal à 10.

NB : cette notion de pH n'est valable que pour les solvants en milieu aqueux.

basse, que la pression de vapeur est élevée et que la surface d'échange entre les phases liquide/vapeur est importante.

- la formation d'aérosols résulte du mode d'utilisation du solvant (pulvérisation, séchage à l'air pulsé ou avec des soufflettes, ...).

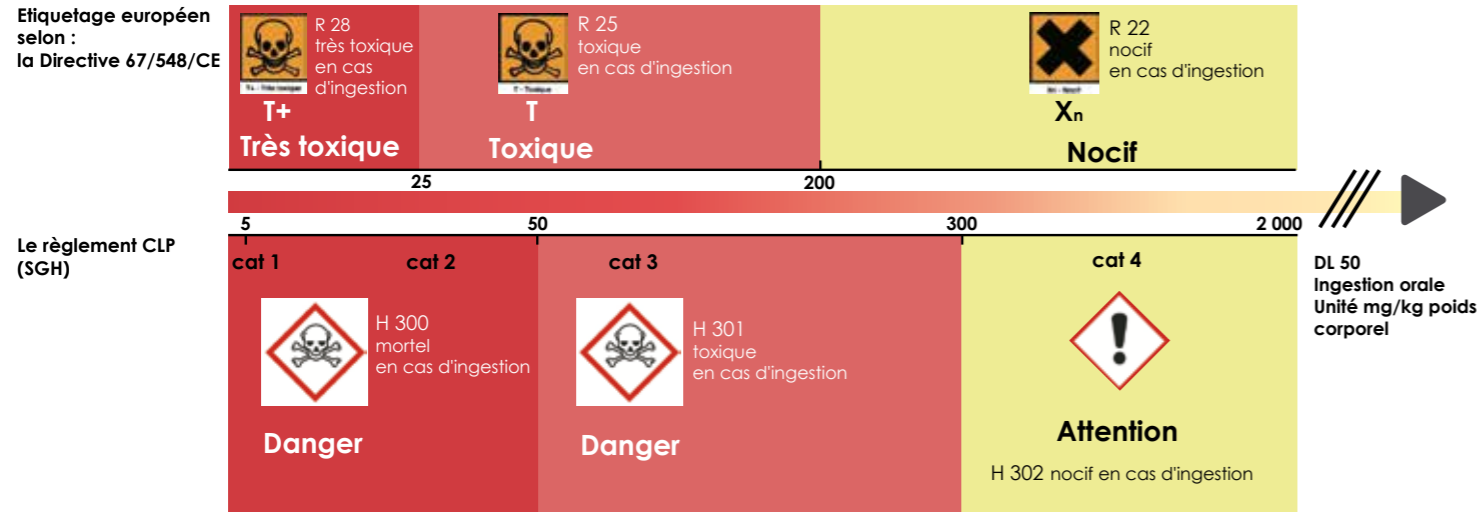
La pénétration par voie respiratoire sera d'autant plus importante que :

- la température du solvant est élevée. Ainsi, les bains chauds émettent plus de vapeurs de solvants que les bains froids ;
- la température ambiante est élevée ;
- la surface d'échange (ou d'évaporation) est importante. Il est donc important de couvrir tous les récipients dès que possible ;
- les solvants sont pulvérisés dans l'atmosphère ou sur des surfaces ;
- la pression atmosphérique diminue (dépression locale créée par un mouvement aérodynamique, un soufflage à air comprimé, un courant d'air, une ventilation mal conçue, ...)
- la charge physique de travail est significative (l'opérateur sollicite plus la respiration).

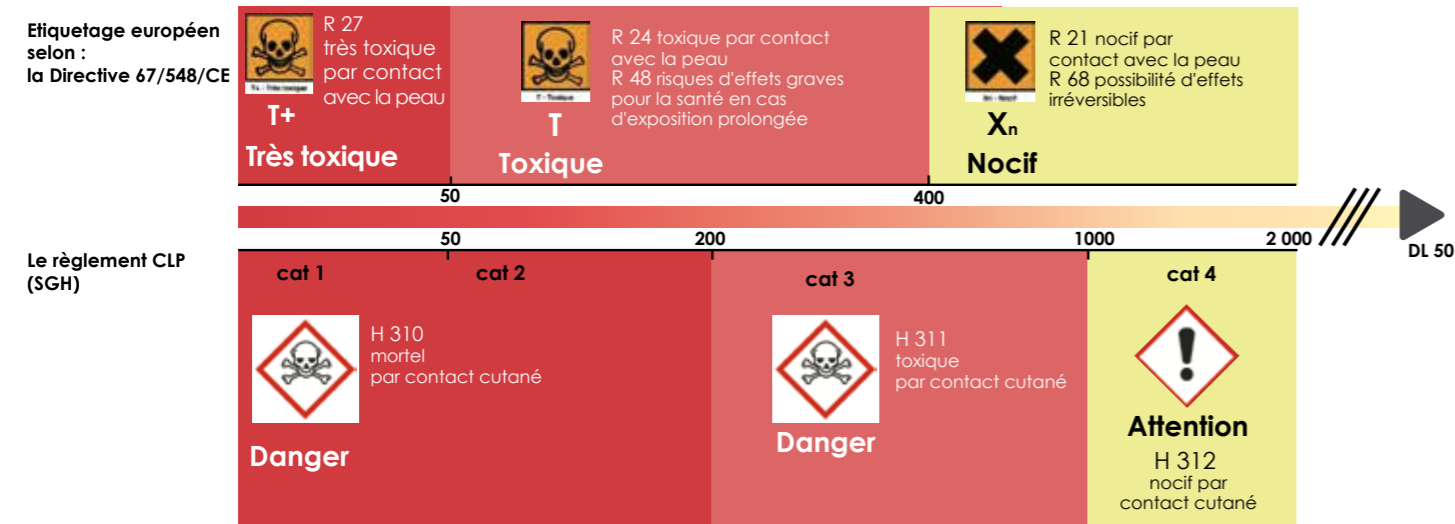
2.3.4 - Identification

2.3.4.1 - Toxicité

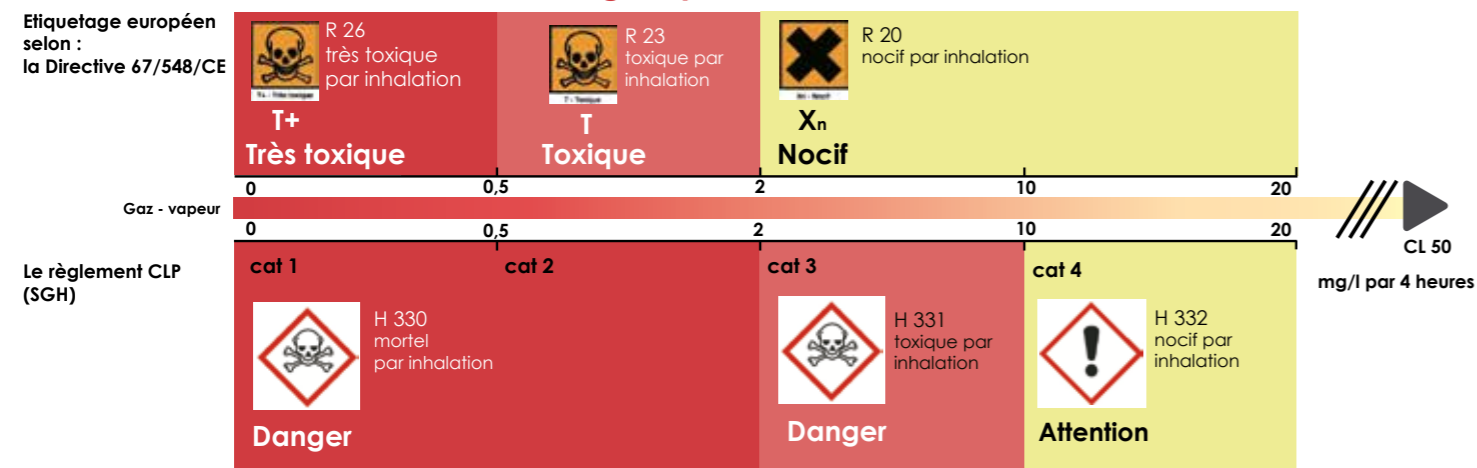
Identification des dangers par ingestion



Identification des dangers par contact cutané

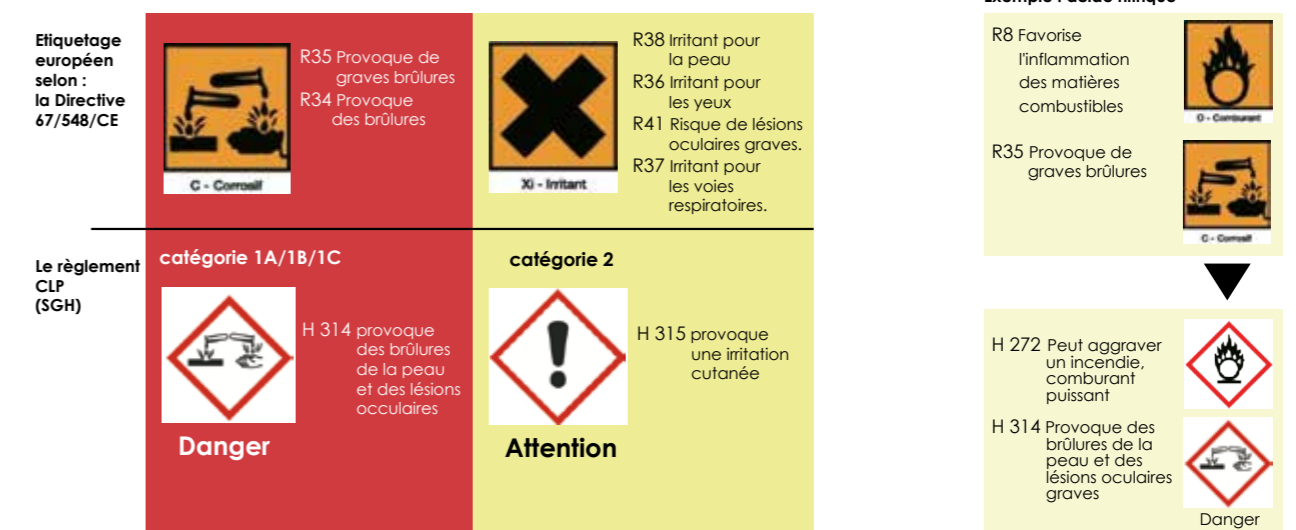


Identification des dangers par inhalation



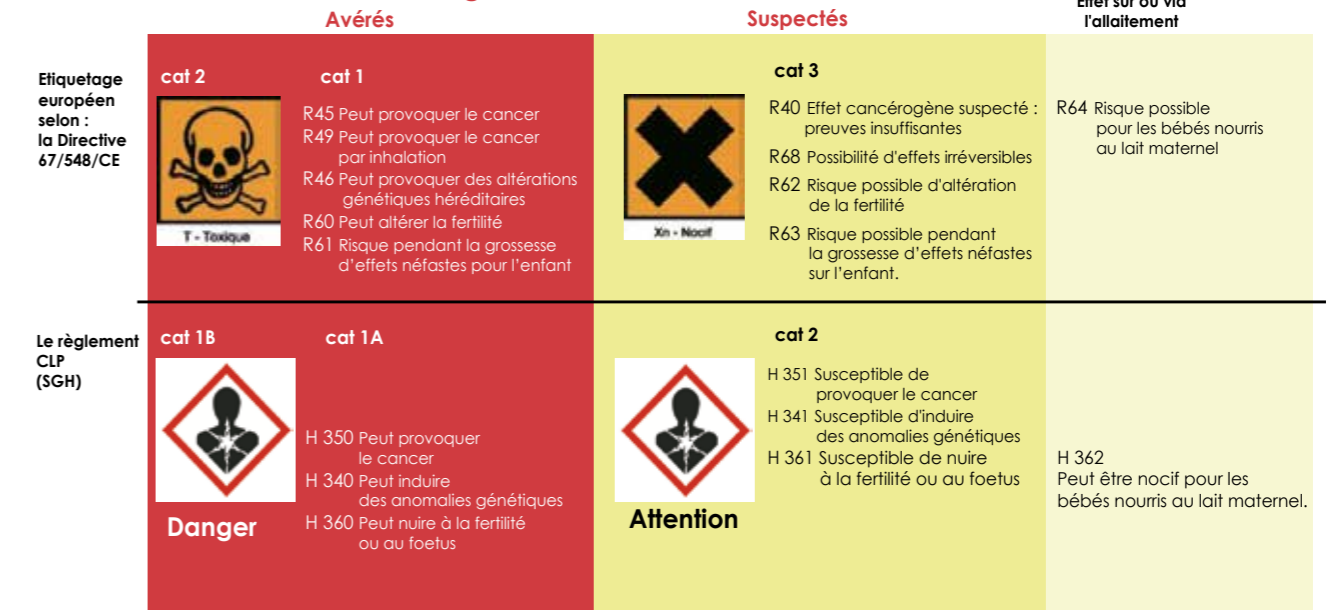
2.3.4.2 - Corrosivité

Identification de la corrosivité



2.3.4.3 - Risque CMR

Identification des dangers CMR



2.4 - Risques pour l'environnement

2.4.1 - Définitions

L'environnement peut être impacté par les solvants, par des pollutions de l'air, des sols et de l'eau. Ces pollutions peuvent créer des dégâts sur la faune et la flore. Les riverains peuvent aussi subir des nuisances liées à ces pollutions (risques pour leur santé, mauvaises odeurs,...)



2.4.2 - Principaux effets dans l'environnement

Effets dans l'atmosphère :

Les rejets de solvants dans l'atmosphère (à l'occasion du travail habituel ou de rejets accidentels) polluent l'atmosphère et peuvent avoir des conséquences directes sur l'homme, la faune, la flore et des conséquences indirectes en retombant dans l'eau et les sols.

De plus, la plupart des solvants sont des COV (composés organiques volatils) et, de ce fait, agissent sur la couche d'ozone.



Effets sur l'eau :

Les solvants peuvent se retrouver dans le milieu aquatique de deux manières :

- les rejets canalisés vers les stations d'épuration ;
- le milieu naturel en direct (cours d'eau, retombées atmosphériques, pluie,...)

La présence de solvants dans les réseaux urbains perturbe le fonctionnement des stations d'épuration. Ils peuvent alors ne pas être suffisamment dégradés et se retrouver dans l'eau destinée à la consommation humaine.

Dans le milieu naturel, les pollutions ont des conséquences graves pour la faune et la flore et peuvent par ricochet avoir un retentissement sur la santé humaine.



Effets sur les sols :

La pollution des sols par les solvants est plus insidieuse et souvent méconnue. Elle peut être due à la négligence ou à la méconnaissance de l'opérateur qui manipule le produit ; elle peut être accidentelle (fûts percés), voire volontaire.

Elle occasionne des dégâts sur la faune et la flore et entraîne par lixiviation (ruissellement) les polluants dans les eaux souterraines.

La réhabilitation de sites pollués est très difficile à mettre en œuvre : elle nécessite une connaissance de la pollution, l'emploi de techniques lourdes de dépollution, voire l'enlèvement des terres polluées (posant lui-même le problème du devenir de ces terres).

2.4.3 - Caractérisation

Les effets sur l'environnement se caractérisent soit en fonction de leur aptitude à perturber l'atmosphère, soit par leurs effets sur le milieu terrestre, aquatique en particulier.

Est considéré comme COV : « tout composé organique ayant une pression de vapeur de 0,01 kPa ou plus à une température de 293,15 K ou ayant une volatilité correspondante dans les conditions d'utilisation particulières... »
 Pour les peintures et vernis, tous les solvants dont la température d'ébullition est inférieure à 250°C sont considérés comme des COV (Directive 2004/42/CE).

La toxicité pour le milieu aquatique se détermine à l'aide d'une des deux mesures suivantes :

CL50 : Concentration létale 50 %, c'est-à-dire la concentration d'un polluant toxique de l'air ou des eaux provoquant 50 % de mortalité dans une population exposée à ce dernier.

CE50 : Concentration d'un polluant qui cause un effet toxique donné chez 50 % des individus exposés après un temps d'exposition normalisé, par exemple 24 heures.

Les effets des solvants se manifestent par :

a) **toxicité pour le milieu aquatique** ; c'est la particularité propre à diverses substances qui, par absorption, perturbent le métabolisme des êtres vivants, provoquant des troubles physiologiques pouvant aller jusqu'à la mort des individus exposés. En fonction de l'intensité et de la rapidité des effets, on distingue une toxicité aiguë, une toxicité subaiguë et une toxicité à long terme.

- Aiguë : causant la mort ou des désordres physiologiques importants immédiatement ou peu de temps après l'exposition ;

- Sub-aiguë : effet dû à des doses plus faibles, se produisant à court terme, sur des organes cibles, parfois réversibles ;

- Chronique : causant des effets irréversibles à long terme par une absorption continue de petites doses de polluants, ou des effets cumulatifs.

b) **bioaccumulation potentielle ou réelle** ; la bioaccumulation est l'accumulation progressive, dans un organisme, d'un contaminant ou d'une substance toxique, provenant de diverses sources, y compris l'atmosphère, l'eau et les aliments. Les effets toxiques se déclarent alors après une concentration donnée en polluant accumulé.

c) **dégradation** (biologique ou non biologique) des composés organiques ; c'est la capacité d'une molécule à être dégradée, c'est-à-dire modifiée en composés plus simples et plus petits, biologiquement ou non.

2.4.4 - Identification



Voir l'annexe 2 pour les phrases de risques correspondantes

2.4.5 - Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)

Les entreprises qui utilisent ou mettent en œuvre des solvants peuvent être assujetties à la réglementation des ICPE.

Les ICPE sont des installations industrielles ou agricoles susceptibles de créer des risques ou bien de provoquer soit des pollutions soit des nuisances. Elles sont soumises à la législation des installations classées inscrite au code de l'environnement. Les activités qui relèvent de cette législation sont énumérées dans une nomenclature qui les soumet, ou à un régime d'autorisation préalable à l'exploitation, ou bien à un régime de déclaration (pour les moins polluantes ou les moins dangereuses) ou encore à un régime d'enregistrement (pour les cas intermédiaires).

Au titre d'ICPE, elles doivent respecter un certain nombre de prescriptions afin de limiter leur impact sur l'environnement :

- limitation du bruit émergent ;
 - limitation des rejets atmosphériques ;
 - limitation des consommations d'eau et des rejets...
- Dans le but de limiter les rejets des ICPE, l'article 27 de l'arrêté du 2 février 1998 modifié fixe des valeurs limites de rejet pour chaque catégorie de polluants (poussières, SO₂ ...), dont les COV. Certaines installations sont plus particulièrement émettrices de COV et ont des valeurs limites spécifiques précisées notamment à l'article 30 de l'arrêté du 2 février 1998 modifié.

Le tableau ci-dessous cite quelques exemples de rubriques de la nomenclature des ICPE où les activités sont particulièrement émettrices de COV.

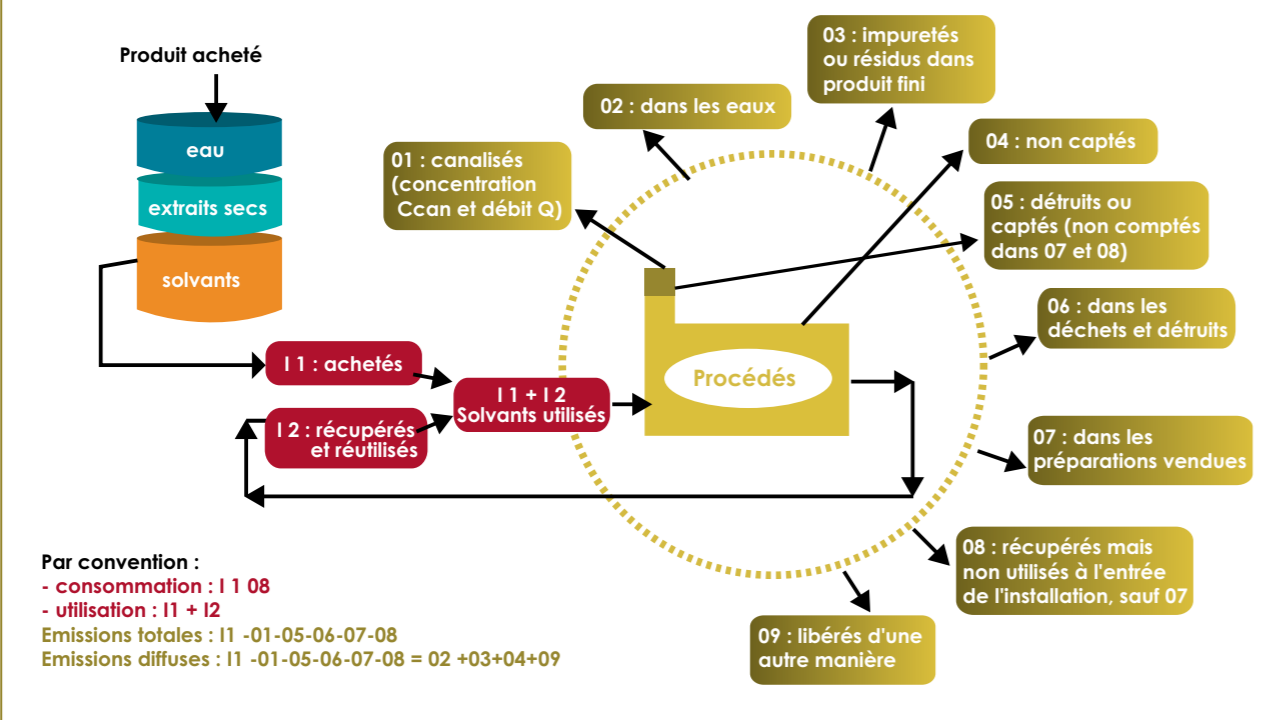
N° de rubrique	Intitulé de la rubrique	Arrêté type
2564	Nettoyage, dégraissage, décapage de surfaces (métaux, matières plastiques, etc.) par des procédés utilisant des liquides organohalogénés ou des solvants organiques.	Arrêté type du 21/06/04 relatif à la rubrique n° 2564
2450	Imprimeries ou ateliers de reproduction graphique sur tout support tel que métal, papier, carton, matières plastiques, textiles etc. utilisant une forme imprimante	Arrêté type du 16/07/03 relatif à la rubrique n° 2450
2345	Utilisation de solvants pour le nettoyage à sec et le traitement des textiles ou vêtements	Arrêté type du 05/12/12 relatif à la rubrique n° 2345
2940	Vernis, peinture, apprêt, colle, enduit, etc. (application, cuisson, séchage) sur support quelconque (métal, bois, plastique, cuir, papier, textile)	Arrêté type 02/05/02 relatif à la rubrique n° 2940

Afin de maîtriser les émissions de ses installations et de suivre leurs effets sur l'environnement, l'exploitant d'une ICPE définit et met en œuvre un programme de surveillance de ses émissions et de leurs effets, dit programme d'auto-surveillance. L'exploitant adapte la nature et la fréquence de cette surveillance pour tenir compte des performances de ses installations par rapport aux arrêtés ministériels applicables (notamment les articles 58 et 59 de l'arrêté du 2 février 1998 modifié), et de leurs effets sur l'environnement. En outre, l'inspection des installations classées peut procéder à des contrôles inopinés sur les paramètres mentionnés dans l'arrêté d'autorisation d'exploiter.

Par ailleurs, un plan de gestion des solvants (PGS) est imposé, par l'article 28.1 de l'arrêté du 2 février 1998 modifié, à toute installation consommant plus d'une tonne de solvants par an. Le PGS est le bilan des entrées et sorties des solvants (figure ci-dessous) sur une période de douze mois consécutifs. Le bilan est fait par solvant individuel (sauf en cas de mélange de COV indissociable) et peut être réalisé par secteur restreint de l'installation. On détermine pour chaque activité la consommation, l'utilisation de solvants ainsi que l'émission totale et diffuse de COV. Il doit être tenu à disposition de l'inspection des installations classées.



Entrées et sorties des solvants



Dans le cas particulier d'une ICPE consommant plus de trente tonnes de solvants par an, le PGS inclut la mesure des rejets gazeux dans l'atmosphère. Il est remis annuellement à l'inspection des installations classées et prévoit les actions visant à en réduire la consommation.

Le PGS s'inscrit dans le cadre de l'auto-surveillance et a pour but de réduire la consommation et les émissions de solvants, notamment grâce à la connaissance des flux pour rationaliser leur utilisation. Il permet aussi l'évaluation des émissions canalisées et diffuses de solvants pour valider le respect des valeurs limites.



Chapitre 3

Connaissez-vous les différentes familles de solvants, leurs propriétés et leurs risques ?

Diversité des familles de solvants, propriétés



>> 3 - Les différentes familles de solvants propriétés et risques

Le choix d'un solvant ou d'un produit en contenant ne doit pas être considéré comme définitif. Les connaissances toxicologiques sur les substances chimiques sont en évolution constante, les procédés de travail se modernisent ; les besoins des clients changent. Ce qui remet leur utilisation en question.

Les différentes catégories de solvants, leurs principales applications, les risques associés - qu'ils soient reconnus par la classification européenne ou mentionnés dans la littérature - et des observations critiques sont présentés ci-dessous afin de constituer une première approche pour leur choix et leur utilisation.

NB : Les classifications mentionnées dans le guide évoluent avec les « adaptations des progrès techniques » (ATP) des directives européennes.

chimiques (colles, traitement du bois, ...), dans de nombreuses applications de nettoyage (dégoudronneurs, essences A, C, F ...).

La majorité des hydrocarbures utilisables comme solvants est inflammable, très inflammable, voire extrêmement inflammable. Tous sont combustibles. Ils sont délétères pour la santé à des degrés divers (toxiques ou nocifs, principalement pour le sang et le système nerveux). La plupart sont des composés organiques volatils (COV) et à ce titre délétères pour l'environnement.

Les hydrocarbures aromatiques : ED4226

La formule chimique de ces composés comprend au moins un cycle aromatique (ou benzénique). On peut citer comme exemples le benzène, le toluène, les xylènes.

Les hydrocarbures aliphatiques : ED4224

Ces derniers sont encore subdivisés en composés :

- **saturés** : cycliques (cyclohexane, cyclopentane,...), paraffiniques ou isoparaffiniques (n-hexane, octane, les White-spirit, les naphtha, les essences spéciales, ...);

- **insaturés** : comme les terpènes (limonène, terpineol, alpha et bêta pinène...). Ce sont des hydrocarbures insaturés biosynthés possédant des caractéristiques odoriférantes. Ils peuvent comporter des fonctions chimiques diverses qui leur confèrent leurs propriétés (aromatiques, antiseptiques, solvants...).

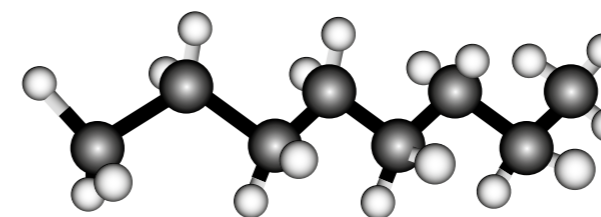
Le tableau ci-dessous reprend les hydrocarbures les plus dangereux dont l'emploi en tant que solvants doit être exclu.

3.1 - Les produits organiques

ED4220

3.1.1 - Les hydrocarbures

Les hydrocarbures sont utilisés pour solubiliser les matières organiques. A ce titre, on les retrouve en synthèse chimique, dans les peintures (composition, application) dans les formulations de produits



Les hydrocarbures les plus dangereux

Solvant	Risques	Remarques
Benzène	Toxique et peut causer le cancer.	Son utilisation est strictement réglementée et réservée à quelques usages exceptionnels.
Toluène	Classé pour ses effets sur la reproduction et son caractère irritant.	Son utilisation doit être évitée.
n-Hexane 3-méthylhexane 3,4-diméthylhexane	Peuvent par exemple provoquer des "polynévrites, avec troubles des réactions électriques".	Leur utilisation comme solvant industriel n'est plus actuellement justifiée.
Essence sans plomb	Présence de benzène.	L'utilisation de carburant comme solvant n'est pas justifiée.

D'une façon générale :

- les hydrocarbures aromatiques sont plus nocifs que les hydrocarbures aliphatiques de même rang (c'est-à-dire de même nombre d'atomes de carbone) ;
- parmi les aliphatiques, les hydrocarbures isoparaffiniques supérieurs à C9 sembleraient moins dangereux pour une utilisation à froid et sans pulvérisation, à condition de les utiliser à une température plus basse de 30°C que leur point d'éclair ;
- quant aux terpènes, de plus en plus utilisés, ils peuvent présenter un caractère irritant, voire sensibilisant.



Parmi les alcools susceptibles d'être utilisés comme solvants dans l'industrie, les plus dangereux sont :

Solvant	Risques	Remarques
Méthanol (ou alcool méthylique)	Son action sur le nerf optique peut conduire à des cécités.	Leur utilisation doit être proscrite. Ils peuvent être, dans la quasi-totalité des cas, remplacés par des alcools voisins tels que les propanols (ou alcools propyliques), réputés moins nocifs.
2,5-Hexanediol	Suspecté d'avoir des effets sur le système immunitaire ainsi que sur le système nerveux central	
Alcool furfurylique	Toxique par inhalation Effet cancérigène suspecté.	31° ATP

Le classement de l'éthanol comme cancérigène, mutagène et reprotoxique par ingestion est à l'étude.

3.1.3 - Les cétones

ED4221

Leur utilisation est voisine de celle des alcools : elles sont introduites en tant que diluants dans les formulations d'encres, de vernis, de peintures, de colles, ... ainsi que dans les produits d'aide au séchage.

Comme les alcools, elles sont inflammables, explosibles, volatiles et sont majoritairement aussi des COV.

Plus toxiques que les alcools, notamment pour leurs effets sur les voies respiratoires et sur le système nerveux, elles présentent aussi des effets desséchants sur la peau.

Les autres cétones courantes sont moins nocives. En revanche, elles présentent un grand risque

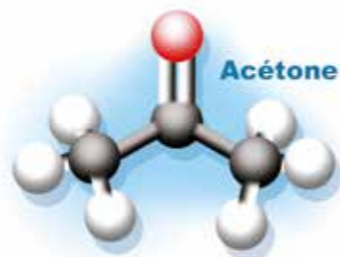
3.1.2 - Les alcools

ED 4225

Les alcools sont introduits en tant que diluants dans les formulations d'encres, de vernis, de peintures, de colles, ... ainsi que dans les produits de nettoyage, de dégraissage et d'aide au séchage.

Ils sont inflammables à des degrés divers, voire explosibles selon le confinement. Leur volatilité souvent importante conduit à une exposition des salariés et peut induire des maux de tête, des troubles digestifs et un syndrome ébrieux. Leur affinité pour les graisses en fait un asséchant de la peau ce qui peut conduire à des irritations de la peau et des muqueuses. Enfin, la majorité des alcools sont des COV.

d'inflammation (points d'éclair très bas) et peuvent se dégrader en formant des peroxydes explosifs : cette dégradation est d'autant plus plausible que les produits sont vieux et/ou « usagés » (flacon ouvert laissant le produit s'oxyder aux UV et à l'air, température de stockage favorisant l'oxydation ...).



Les cétones les plus dangereuses sont :

Solvant	Risques	Remarques
2- Hexanone (encore appelée méthyl butyl cétone ou MBK)	En exposition chronique, perte de sensibilité pouvant dégénérer en déficit moteur.	Ne pas confondre avec MIBK (méthyl isobutyl cétone) a priori moins dangereuse.
2,5 -Hexanedione	En exposition chronique, perte de sensibilité pouvant dégénérer en déficit moteur.	Toutes les 2,5-dione et gamma-dione sont à proscrire dans le cadre industriel.

3.1.4 - Les éthers et esters

Les éthers et esters sont des solvants oxygénés. Ils sont utilisés en synthèse chimique, pour solubiliser les graisses, huiles, peintures, traces de colle, ... A noter une utilisation importante des éthers de glycol dans toute formulation (cosmétiques, produits phytosanitaires, produits de nettoyage, encres, peintures, vernis, ...) en raison de leur solubilité mixte dans les milieux aqueux et organiques qui contribue à la stabilité des solutions. Ils sont traités à part en raison de leur toxicité particulière.

3.1.4.1 - Les éthers

ED4228

Les éthers peuvent être désignés par différents noms (exemple : éther éthylique ou éther diéthylique = oxyde de diéthyle ou diéthyléther).

Ils présentent, en général, une grande inflammabilité, voire une extrême inflammabilité (le point d'éclair de l'éther diéthylique est de - 45°C). Ils agissent sur le système nerveux central ce qui peut entraîner somnolence, maux de tête et syndrome ébrieux. La toxicité chronique évoque nausées, vomissements et troubles de certaines capacités psychiques. Ils sont aussi irritants pour la peau et les voies respiratoires et, comme la plupart des solvants, ont une action dégraissante et desséchante sur la peau. Ce sont tous des COV. Les éthers sont très réactifs et facilement peroxydables. Ils peuvent ainsi former des composés instables susceptibles d'exploser sous l'effet d'un choc, d'une friction et même d'une élévation de température.

Parmi les éthers les plus utilisés comme solvants, on retrouve :

- le MTBE ou méthyl tertio butyl éther (n°CAS : 1634-04-4)
- le THF ou tétrahydrofuranne (n°CAS 109-99-9).



Le terme « agrosolvants » regroupe divers solvants appartenant à des familles très différentes : les hydrocarbures insaturés (terpènes), les alcools (éthanol, méthanol) les esters d'acide aliphatiques (acétate de ..., diester, ...). Ils sont obtenus à partir de matières végétales ce qui pourrait laisser croire qu'ils sont exempts de risques notamment pour la santé. Or la plupart des terpènes se révèlent allergènes, le bioéthanol agit comme les alcools sur le système nerveux...

En conclusion, tous ces solvants ont des effets sur l'organisme, il convient de se méfier de l'appellation « bio » qui ne signifie pas « sans danger » et de rechercher les informations pertinentes afin d'évaluer les risques de manière fiable.

3.1.4.2 - Les esters d'acides aliphatiques

ED4227

Ils sont identifiables par leur nom chimique en « -ate » (exemple : acétate de, lactate de, succinate de, adipate de, ...). Compte tenu de la diversité de cette famille, leurs propriétés sont variables d'un produit à l'autre pour ce qui concerne l'inflammabilité et la toxicité. Bien que qualifiés de moins toxiques que les autres solvants, leurs effets à long terme n'ont pas encore été tous évalués.

Cependant, la liaison « ester » étant chimiquement hydrolysable, cette hydrolyse libère dans l'organisme l'acide et l'alcool originels qui sont susceptibles de produire des effets nocifs selon leur nature. Ainsi, les acétates de méthyle et d'éthyle libèrent, par hydrolyse, du méthanol et de l'éthanol. A forte dose, on retrouve les effets déjà mentionnés sur le système nerveux central et la peau. Concernant les effets sur l'environnement, ce sont généralement des COV exceptés les esters d'acides gras ou diesters.

Malgré ces interrogations sur la toxicité, les esters sont de plus en plus utilisés, notamment l'acétate d'éthyle et les diesters.

3.1.4.3 - Les éthers de glycol

ED5014 – ED 4222

Les éthers de glycol ont été massivement utilisés pour leurs propriétés amphiphiles qui les rendent compatibles à la fois avec les milieux aqueux et les milieux organiques. Cette propriété est même utilisée en formulation pour incorporer une substance dans un milieu dans lequel elle n'est pas miscible.

Les dérivés de l'éthylène glycol étaient les plus utilisés jusqu'à la mise en évidence de leur toxicité, surtout vis-à-vis de la reproduction. La recherche de produits de substitution a conduit à développer les dérivés du propylène glycol, dont certains se sont aussi révélés toxiques pour la reproduction, et d'autres dérivés pour lesquels les propriétés toxiques n'ont pas encore été toutes étudiées.

En l'état actuel des connaissances, les substances suivantes sont connues notamment comme susceptibles de provoquer des altérations de la fertilité et/ou des effets néfastes pour l'enfant pendant la grossesse.

Principaux éthers de glycol classés reprotoxiques

Substances		n° CAS	Classification	Remarques
Ethylene Glycol Methyl Ether CH ₃ -O-CH ₂ -CH ₂ -OH	EGME	109-86-4	Reprotoxique avéré	19 ^e ATP dérivé de l'éthylène glycol
Ethylene Glycol Methyl Ether Acétate CH ₃ -O-CH ₂ -CH ₂ -O-CO-CH ₃	EGME acétate	110-49-6	Reprotoxique avéré	19 ^e ATP dérivé de l'éthylène glycol
Ethylene Glycol Ethyl Ether C ₂ H ₅ -O-CH ₂ -CH ₂ -OH	EGEE	110-80-5	Reprotoxique avéré	19 ^e ATP dérivé de l'éthylène glycol
Ethylene Glycol Ethyl Ether Ac C ₂ H ₅ -O-CH ₂ -CH ₂ -O-CO-CH ₃	EGEE acétate	111-15-9	Reprotoxique avéré	19 ^e ATP dérivé de l'éthylène glycol
Ethylene Glycol Dimethyl Ether CH ₃ -O-CH ₂ -CH ₂ -O-CH ₃	EGDME	110-71-4	Reprotoxique avéré	29 ^e ATP dérivé de l'éthylène glycol
2-Méthoxy-1-propanol CH ₃ -O-CH(CH ₃)-CH ₂ OH	2M1PG	1589-47-5	Reprotoxique avéré	25 ^e ATP dérivé du propylène glycol
Acétate de 2-méthoxy-1-propyle CH ₃ -OCH(CH ₃)-CH ₂ -O-COCH ₃	A2M1PG	70657-70-4	Reprotoxique avéré	25 ^e ATP dérivé du propylène glycol
Triglyme Triéthylène glycol diméthyl éther	TEGDME	112-49-2	Reprotoxique avéré	29 ^e ATP dérivé de l'éthylène glycol
Diéthylèneglycoldiméthyléther CH ₃ -O-C ₂ H ₄ -O-C ₂ H ₄ -O-CH ₃	DEGDME	111-96-6	Reprotoxique avéré	28 ^e ATP dérivé de l'éthylène glycol
2-(2-méthoxyéthoxy)éthanol Diéthylèneglycolméthyléther CH ₃ -O-C ₂ H ₄ -O-C ₂ H ₄ -OH	DEGME	111-77-3	Reprotoxique suspecté	25 ^e ATP dérivé de l'éthylène glycol

Compte tenu des propriétés reprotoxiques des substances mentionnées dans ce tableau, leur utilisation est à proscrire.

Pour les autres éthers de glycol, en l'absence de données toxicologiques complètes, le principe de précaution recommande que tous les éthers et/ou éthers-esters méthylique (ou MG, AMG), éthylique (ou EG, AEG), propylique (ou PrG, APrG), butylique (ou BG, ABG) et phénylique (ou PhG, APhG) et autres dérivés de l'éthylène glycol, ainsi que ses dimères, trimères soient écartés.

Pour plus d'information sur les « éthers de glycol », on peut se référer à :

- Avis de l'Afssat relatif aux recommandations de recherche à formuler sur la toxicité des éthers de glycol ;
- « Peintures contenant du propylène glycol monométhyl-éther (PGME) ou son acétate » – avis de l'Afssat de juillet 2007 ;
- Bulletin officiel de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes du 23 janvier 2001 ;
- Avis de la commission de la sécurité des consommateurs relatif aux éthers de glycol ;
- Brochure « Les éthers de glycol » éditée conjointement par la DRTEFP Franche-Comté, la DRTEFP Bourgogne, et la Carsat Bourgogne et Franche-Comté, consultable sur le site internet de la Carsat « www.carsat-bfc.fr ».



3.1.5 - Les solvants halogénés

ED4223

Les solvants halogénés sont des substances comprenant au moins un halogène dans leur formule chimique. Les halogènes sont le fluor, le chlore, le brome et l'iode.

Ces solvants ont été largement utilisés pour leur propriété de dissolution des graisses et pour leur caractère ininflammable.

Aujourd'hui, la plupart de ces substances sont classées cancérigènes (avérés ou suspectés).

3.1.5.1 - Les substances chlorées

Solvant	Risques	Remarques
Trichloroéthylène	Cancérogène avéré Mutagène suspecté Irritant pour les yeux et la peau	Autrefois, produit d'utilisation courante, il a été reconnu cancérogène avéré en 2002 ; sa substitution doit être recherchée.
Dichlorométhane	Cancérogène suspecté Atteinte du système nerveux	Appelé aussi chlorure de méthylène ND 1958
Tétrachloroéthylène	Cancérogène suspecté Atteinte du système nerveux	Appelé aussi perchloréthylène, très largement utilisé dans les pressings ; des solutions de substitution existent aujourd'hui.

3.1.5.2 - Les substances bromées

Solvant	Risques	Remarques
2-Bromopropane (n° CAS 75-26-3)	Toxique pour la reproduction	Ne doit pas être utilisé comme solvant. Il peut être présent dans le 1-Bromopropane comme impureté.
1-Bromopropane (n° CAS 106-94-5)	Nocif	Classification en tant que reprotoxique à l'étude, utilisation à éviter.

3.1.5.3 - Les substances fluorées

Solvant	Risques	Remarques
Hydro fluoro éther (HFE)	Non évalués	Nouvelles substances apparues sur le marché, notamment pour leur utilisation dans les machines de dégraissage. Leurs effets sur la santé sont encore peu étudiés.
Hydro fluoro alcane (HFA)	Non évalués	

3.1.6 - Les autres solvants

ED4229

Le **Diméthylformamide** ou DMF (n° CAS 68-12-2) est un solvant reprotoxique [symbole T (Toxique) et la phrase R 61]. Son utilisation doit être proscrite.

Les **nitro-alcanes**, les **lactones**, les **oxydes**, etc sont proposés sur le marché comme substituants des familles de produits cités ci-dessus. Leur nocivité est mal connue, certains sont étiquetés en tant que cancérigène avéré (ex : 2-nitropropane) d'autres avec R 40 comme cancérigène suspecté, d'autres encore ne sont pas «étiquetables». Les nitro-alcanes sont instables.

Les **carbonates organiques** forment une famille de composés bi-fonctionnels. Leur double fonctionnalité leur permet de jouer le rôle de solvants à l'égard de nombreux composés organiques ou minéraux.

Le carbonate de propylène est un solvant polaire protique recherché en raison de sa non-toxicité et de son haut point d'ébullition. Il est utilisé dans certaines applications pour substituer le dichlorométhane.

Le **sulfure de carbone** : excellent solvant à éviter. Avec un point d'auto-inflammation <100°C, il est extrêmement inflammable et devient pratiquement inextinguible dès qu'il a chauffé à plus de 100°C une pièce de son entourage. C'est un solvant très toxique par inhalation. Il ne doit être utilisé que dans les cas très rares où aucun autre solvant ne peut le remplacer.

Chlorure de thionyle et chlorure de sulfuryle : Substances extrêmement irritantes. Seules ou en contact avec d'autres produits, elles dégagent de l'acide chlorhydrique gazeux. Elles ne devraient pas être utilisées comme solvants, mais uniquement comme réactifs dans des réactions où leur présence est indispensable et où leur rôle de solvant ne doit être considéré que comme facteur secondaire, évitant le cas échéant l'utilisation d'un autre solvant.

Les organosiloxanes : Famille de composés contenant des atomes de silicium, d'oxygène, de carbone et d'hydrogène dont certains apparaissent dans l'industrie pour des applications spécifiques. Le décaméthylpentasiloxane

xane (D5) est utilisé comme agent nettoyant dans certains pressings ; cependant il est persistant dans l'air, l'eau et les sédiments et il a un fort potentiel d'accumulation dans les organismes aquatiques. Ces substances n'auraient pas d'impact sur la couche d'ozone, elles sont combustibles, voire inflammables et les données toxicologiques montreraient que ce sont des irritants cutanés et respiratoires. Par ailleurs, les données concernant les effets CMR sont insuffisantes.

3.2 - Les produits aqueux

L'eau est un solvant. Paradoxalement, les produits aqueux ne sont pas considérés comme des solvants. Pourtant, ils sont utilisés pour mettre en solution des produits organiques ou minéraux.

3.2.1 - Les acides

Certains acides organiques ou minéraux sont utilisés pour solubiliser des produits minéraux. Ce caractère acide peut provoquer de graves brûlures chimiques.

Les acides ne sont pas compatibles avec tout type de support : ils peuvent les endommager, les corroder, les colorer irréversiblement...

Au contact de métaux légers (aluminium par exemple), ils peuvent conduire au dégagement d'hydrogène, facilement explosif. Cette information doit figurer dans la fiche de données de sécurité de l'acide. Elle est aussi disponible dans les fiches toxicologiques de l'INRS.

NB : L'emploi d'acide fort doit se faire avec beaucoup de précautions pour les salariés, notamment ne pas verser l'eau dans l'acide lors des dilutions pour éviter les projections. L'emploi d'acide fluorhydrique est rarement justifié en nettoyage.



Principaux acides utilisés

Acides	Risques	Remarques
Acide fluorhydrique	Toxique Peut entraîner la mort par hypocalcémie	Pour éliminer les traces de silicates, il peut être utilisé en traitement de surface avec d'innombrables précautions, compte tenu des effets irréversibles qu'il peut occasionner sur la peau et les os.
Acide chlorhydrique	Corrosif	Pour dissoudre le carbonate de calcium (calcaire).
Acide nitrique	Corrosif Comburant	Dégage des vapeurs nitreuses avec les matières organiques.
Acide sulfurique	Corrosif	A chaud, perce instantanément l'épiderme.
Acide perchlorique	Explosif occasionnel à chaud en présence de matières organiques	Acide utilisé pour détruire la matière organique et la transformer en matière minérale.
Acide trichloroacétique	Corrosif	Extrêmement dangereux par contact avec la peau. Acide très fort.
Acide phosphorique	Irritant à corrosif selon la concentration	Produit de substitution envisageable dans le décapage des métaux.
Acide acétique	Vapeurs inflammables Combustible Irritant des muqueuses	Dangereux à l'état concentré pour la peau et les muqueuses. Les vapeurs sont corrosives.
Acide oxalique	Nocif par contact avec la peau et par ingestion	Pour enlever les traces de rouille. Mélange dangereux avec l'acide sulfurique (fort dégagement de CO + CO ₂).
Acide formique	Corrosif (en solution > 10%)	Mélange dangereux avec l'acide sulfurique (dégagement de CO).
Acide citrique	-	Produit biocide, utilisable dans le domaine alimentaire en solution dans l'eau.
Acide lactique	-	Produit biocide, utilisable dans le domaine alimentaire.

3.2.2 - Les bases

Les produits alcalins (basiques) sont principalement utilisés pour éliminer des composés organiques ; ils sont particulièrement efficaces sur les huiles et les graisses. Ils sont utilisés seuls ou en association à des tensioactifs dans les solutions lessivielles décrites dans le paragraphe suivant.

NB : L'emploi de ces produits basiques, surtout concentrés, doit se faire avec beaucoup de précaution pour les salariés car ils sont très caustiques pour la peau et les muqueuses.

Principales bases utilisées

Bases	Risques	Remarques
Soude caustique	Brûlures chimiques.	Leur contact avec la peau passe souvent inaperçu (pas de sensation de picotements), ce qui peut retarder le déclenchement des soins.
Potasse caustique	Brûlures chimiques.	
Ammoniaque	Particulièrement irritant pour les voies respiratoires (pour le produit concentré).	Utilisation en solution concentrée pour le décapage des métaux (argent, cuivre et alliages cuivreux). Usage domestique en solution diluée comme produit d'entretien, il ne pose plus de problème d'irritation des voies respiratoires.

3.2.3 - Les produits lessiviels

Les produits lessiviels sont des acides ou le plus souvent des bases auxquels des tensioactifs sont ajoutés pour parfaire la dissolution des salissures. Il s'agit de produits liquides ou solides à utiliser en présence d'eau, parfois chaude.

Ils sont utilisés dans de nombreuses applications de nettoyage et de dégraissage des matériaux (industrie alimentaire, nettoyage ménager, industrie métallurgique, ...) et des textiles. Ils constituent actuellement la solution de substitution des solvants chlorés à privilégier.

(voir le guide « action Hydrodégraissage » dont les références figurent dans le chapitre bibliographie).



Le danger est principalement dû à leur causticité. De plus, certaines formulations nécessitent l'emploi d'agents antimicrobiens dont quelques-uns peuvent être à l'origine d'intolérances, notamment cutanées (ammoniums quaternaires visés au tableau n° 65 des maladies professionnelles).

NB : Au contact d'alliages légers (aluminium,...), les lessives alcalines peuvent provoquer un dégagement d'hydrogène (avec risque d'explosion).

Proscrire tout produit lessiviel contenant des éthers de glycol.

Travailler de préférence à une température inférieure à 35°C pour limiter l'évaporation des bains (humidité et aérosols caustiques inhalables ou déposables sur la peau et les muqueuses).

Mettre en place une aspiration des bains chauds pour canaliser l'humidité et limiter l'exposition des salariés aux aérosols caustiques.

En cas d'utilisation de poudre, la diluer toujours dans de l'eau froide ou tiède (T < 35°C) en petites quantités avec homogénéisation douce et régulière, avant de chauffer le mélange lessiviel. Ceci permet d'éviter les projections ou les vaporisations de produits chauds et caustiques.

3.2.4 - Les solutions aqueuses microbiologiques

Il s'agit de solutions aqueuses contenant des micro-organismes associés à des tensio-actifs :

- les tensio-actifs mettent en suspension certaines salissures (notamment les corps gras) ;
- les micro-organismes dégradent ces salissures.

Elles sont principalement utilisées pour l'industrie dans des équipements appelés « fontaine de biodégradation » ou « fontaine biologique » pour des opérations de nettoyage / dégraissage. Dans ce cas, les micro-organismes utilisés sont des bactéries « non pathogènes pour l'homme » : le fournisseur doit garantir qu'aucun agent biologique n'est considéré comme dangereux, au sens de l'arrêté qui classe les agents selon leur pouvoir pathogène. (voir en annexe 5).

Cependant, les agents classés non-pathogènes ne sont pas exempts de tout risque et certaines souches, qui, ingérées à fortes concentrations (10^5 à 10^9 bactéries/g), peuvent entraîner des toxi-infections alimentaires : *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus licheniformis*.

D'autres germes s'avèrent opportunistes (germes habituellement non pathogènes chez une personne en bonne santé apparente, mais qui le deviennent suite à une baisse des défenses immunitaires), lors d'expositions massives des voies respiratoires ou par contact avec la peau ou les muqueuses. Seules des analyses en laboratoire spécialisé permettent

de les identifier et de les classer selon leur potentiel dangereux.

L'utilisation des solutions aqueuses microbiologiques exige au moins :

- l'absence ou la limitation de production de gouttelettes et/ou d'aérosols qui risqueraient de contaminer les salariés ;
- l'identification et la garantie par les fournisseurs que les souches de micro-organismes utilisées appartiennent au groupe 1 (le moins dangereux), selon les critères définis à l'article R. 4421-3 du code du Travail.

3.3 - Tableau de synthèse sur les différents solvants

Famille de solvants	Risque chimique (Toxicité)	Risque CMR	Risque biologique	Risque incendie explosion	Risque environnement	A remplacer
Hydrocarbures	+ à +++	0 à +++	0	+ à +++	+++ (COV)	Benzène ; Toluène ; n-Hexane ; 3-Méthylhexane ; 3,4-Diméthylhexane ; Carburants automobiles
Terpènes	0 à +		0	+	++ à +++	
Alcools	+ à ++	+	0	++ à +++	+ à ++ (COV)	Méthanol ; 2,5-Hexanediol
Cétones	++ à +++		0	++ à +++	+ à ++ (COV)	2-Hexanone ; 2,5-Hexanedione
Ethers	+ à +++		0	++ à +++	+ à ++ (COV)	
Esters	0 à +++		0	0 à +++	0 à +++ (COV)	
Ethers de glycol	0 à ++	0 à +++	0		0 à +	EGME ; EGME Acétate ; EGEE ; EGEE Acétate ; EGDME ; 2M1PG ; A2M1PG ; TEGDME ; DEGDME
Solvants chlorés	++ à +++	++ à +++	0		+++ (COV)	Trichloroéthylène Dichlorométhane
Solvants bromés	+ à ++	0 à +++	0		?	2-Bromopropane
Solvants fluorés	?	?	0	?	+ à +++	
Autres solvants	0 à +++	0 à +++	0		?	Diméthylformamide
Produits acides/basiques	++ à +++		?		0	
Produits lessiviels	+ à ++		?	H ₂	0	
Solutions microbiologiques	+		+		0	

NB :
+ à +++ : risque présent à très présent pour la majorité des produits de la famille considérée.
0 : pas de risque connu
□ ou ? : pas d'évaluation

NB : Les informations sur les produits figurant dans ce chapitre constituent un point de repère et sont celles en vigueur à la rédaction de ce guide. Elles sont susceptibles d'évoluer au fur et à mesure de l'acquisition de meilleures connaissances sur les produits chimiques.




Chapitre 4

Savez-vous comment évaluer les risques ?

Étiquetage, FDS / Reach
Conditions d'utilisation




4 - Évaluation des risques

L'évaluation des risques - et notamment du risque chimique - est l'étape préalable à l'utilisation de tout solvant. Cette étape intègre les dangers liés aux produits et les risques générés par l'utilisation du produit. Toutes les activités de l'entreprise doivent être évaluées, de l'approvisionnement à l'évacuation des déchets en passant par les laboratoires, la maintenance, l'entretien des locaux, ... Voir en référence bibliographique  R409 – ND2233

L'évaluation des risques doit être menée par l'employeur en tenant compte des conclusions fournies par le médecin du travail, en charge de la surveillance médicale des travailleurs, des travaux conduits et propositions des intervenants en prévention des risques professionnels (IPRP) le cas échéant. Elle doit être périodiquement remise à jour en fonction de l'évolution de l'entreprise. Les résultats de cette évaluation des risques doivent être consignés dans le document unique d'évaluation des risques et communiqués au CHSCT ou à défaut aux DP.

4.1 - Informations nécessaires

Les informations nécessaires à la connaissance du risque sont disponibles sur :

- l'étiquette de danger apposée sur les emballages des produits chimiques ;
 - la fiche de donnée de sécurité (FDS).  ED954
- Des informations complémentaires sont accessibles dans les bases de données du site de l'INRS (fiches toxicologiques, base solvant, solvex, ...), sur le site de l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) <http://echa.europa.eu/fr>, rubrique : « information sur les produits chimiques ».

4.1.1 - Le règlement CLP

Les règles de classification, d'étiquetage et d'emballage sont définies par le règlement 1272/2008 du 16 décembre 2008 dit règlement CLP (Classification Labelling and Packaging). Il est applicable obligatoirement pour les substances au 01/12/2010 et pour les mélanges au 01/06/2015.

Ce règlement est la déclinaison européenne du Système Général Harmonisé (SGH). Son but est de fournir au niveau international les mêmes informations sur les dangers que peuvent présenter les produits chimiques afin d'en harmoniser le marché. Ce système comprend 28 classes de danger :

- 16 classes de danger physique ;
- 10 classes de danger pour la santé ;
- 2 classes de danger pour l'environnement.

La troisième partie de l'annexe VI du règlement CLP contient une liste de substances dangereuses pour lesquelles une classification et un étiquetage harmonisés des dangers pour la santé ont été adoptés au niveau communautaire.

Concernant les dangers physiques, la classification harmonisée n'a pu être établie en raison de l'insuffisance des données. Ces dangers devront être précisés au cas par cas selon les critères établis dans le règlement. Il en est de même pour certains dangers pour l'environnement.

4.1.2 - Le système d'information européen sur les dangers des produits chimiques


Auparavant, la directive 67/548/CE (ou la directive 1999/45/CE pour les préparations) fixait les règles de classification, d'emballage et d'étiquetage des substances dangereuses. Elle définissait quinze catégories de danger, pouvant être assorties d'un symbole de danger ou pictogrammes noirs sur fond orange (voir chapitre 2).

Un certain nombre de substances ont fait l'objet d'une harmonisation au niveau européen concernant leur classification et étiquetage (annexe 1 de la directive). Cet étiquetage n'est plus en vigueur pour les substances et ne le sera plus pour les préparations à partir du 01/06/2015. Néanmoins, on pourra encore le rencontrer jusqu'à épuisement des stocks. Absence de phrase de risque ne signifie pas absence de danger : cela indique souvent l'absence de données et/ou l'absence de classement harmonisé.

Des exemples d'étiquetage selon ces deux systèmes d'information sont indiqués dans le chapitre 2.

4.1.3 - Reach

Le règlement Reach (Registration, Evaluation, Autorisation, and restriction of Chemicals) entré en vigueur le 01/06/2007, consiste à :

- enregistrer les substances chimiques ;
 - évaluer les risques liés à leur utilisation ;
 - et via une autorisation pour leur utilisation, procéder à des restrictions pour les produits les plus préoccupants.
- L'objectif de ce règlement est de connaître les propriétés dangereuses des substances chimiques fabriquées ou importées dans l'Union européenne et leurs usages afin d'améliorer la gestion des risques liés à ces substances. Il s'applique aux substances chimiques en tant que telles, ou contenues dans les préparations ou dans les articles.  TC 112

4.2 - Identification des substances

Les substances chimiques peuvent être appelées de différentes façons (utilisation de la langue française ou anglaise, utilisation d'abréviations ou de noms commerciaux). Pour éviter toute confusion, des systèmes de numérotation codifiés ont été mis

en place pour permettre une identification sans ambiguïté.

Le tableau suivant précise ces différents systèmes d'identification.

N° d'identification des substances

Numéro	Description	Type	Exemple
CAS	Numéro international composé de trois groupes de nombres, inscrit au « Chemical Abstract Service » pour chaque substance chimiquement identifiée, commercialisée ou non.	EDCBA - XY - Z	70657-70-4 acétate de 2-méthoxy-1-propyle, ou A2M1PG.
EINECS	European INventory of Existing Commercial chemical Substances (inventaire européen des produits chimiques commercialisés entre 01.01.1971 et 18.09.1981).	de 200-001-8 à 310-192-0	
ELINCS	European List of Notified Chemical Substances (liste européenne des substances chimiques nouvelles).	à partir de 400-010-9 (illimité)	
Index	Ne concerne que les substances dangereuses au sens de l'étiquetage harmonisé de l'Union européenne.	ABC - RST - VW - Y	



4.3 - L'étiquette

L'étiquetage des substances chimiques dangereuses doit répondre soit aux règles définies par l'arrêté du 20 avril 1994 modifié soit au règlement CLP ; celui des préparations chimiques dangereuses aux règles définies par l'arrêté du 9 novembre 2004 modifié jusqu'à l'application du règlement CLP.

ED 982 – ED 983

Ces arrêtés déterminent la couleur, les dimensions des étiquettes ou inscriptions, les indications qui doivent figurer sur celles-ci, ainsi que les conditions auxquelles doivent satisfaire les récipients, sacs ou enveloppes contenant lesdites substances, préparations ou produits.

Les indications qui doivent figurer sur les étiquettes sont :

Directive 67/548/CE modifiée	Règlement 1272/2008 dit « Règlement CLP »
<i>Principaux dangers illustrés par un symbole ou un pictogramme servant à les identifier de manière très rapide (des règles de priorité sont établies pour l'apposition de ces symboles).</i>	
Symbole de danger Symbole noir sur fond orange, encadré de noir, ils sont au nombre de 8.	Pictogramme de danger Symbole noir sur fond blanc dans un cadre rouge, ils sont au nombre de 9 et assortis d'un code « SGH01 » à « SGH09
Indication de danger Un même symbole pouvant répondre à plusieurs dangers de gravité différente, l'apposition de l'indication de danger (Xn nocif ou Xi irritant) sous le symbole est obligatoire.	Mention d'avertissement Indique le degré relatif d'un danger par les mentions : DANGER ou ATTENTION
<i>Personne à joindre en cas d'accident ou d'incident dû au produit afin d'obtenir toute information nécessaire à son traitement</i>	
Nom, adresse complète et numéro de téléphone du responsable de la mise sur le marché établi à l'intérieur de la Communauté, qu'il s'agisse du fabricant, de l'importateur ou du distributeur.	Nom adresse, téléphone du ou des fournisseurs.
<i>Identification du produit</i>	
Dans le cas d'une substance : - numéro CE lorsqu'il est attribué.	Dans le cas d'une substance : - nom et un numéro d'identification.
Dans le cas d'une préparation : - nom chimique de la substance ou des substances présentes dans la préparation (obligatoire selon des règles définies par rapport aux types de dangers).	Dans le cas d'un mélange : - nom commercial ou désignation ; - identité de toutes les substances dangereuses contenues dans le mélange (obligatoire selon des règles définies par rapport aux types de dangers).
<i>Description de la nature du danger et des principaux risques</i>	
Phrases de risques* Caractérisées par la lettre R et 1 à 2 chiffres	Mentions de danger* Caractérisées par la lettre H et 3 chiffres et EUH et 3 chiffres pour les informations additionnelles sur les dangers.
<i>Description des principaux moyens à mettre en œuvre pour stocker, manipuler ou éliminer les produits dangereux sans risque</i>	
Conseils de prudence* Caractérisés par la lettre S suivie de 1 à 2 chiffres.	Conseils de prudence* Caractérisés par la lettre P suivie de 3 chiffres.
<i>Informations complémentaires de sécurité s'il y a lieu</i>	
Fonction de la nature du produit.	Fonction de la nature du produit.

* Le libellé de ces phrases est établi réglementairement - Voir liste établi en annexe 2.

4.4 - La fiche de données de sécurité

L'établissement de ce document est une obligation pour le fabricant, l'importateur ou le vendeur d'une substance ou d'une préparation dangereuse. La fiche de données de sécurité (FDS) permet à l'utili-

sateur d'évaluer les risques, d'informer le personnel concerné et de prendre les mesures de prévention adéquates. Elle doit comporter les indications suivantes :

Système européen jusqu'en 2006	Reach / SGH depuis 2007
<ol style="list-style-type: none"> 1. Identification du produit chimique, de son utilisation, du responsable de sa mise sur le marché et d'un numéro d'appel d'urgence ; 2. Informations sur les composants : n° d'identification, classification des substances ainsi que leur concentration 3. Identification des dangers de la substance ou de la préparation ; 4. Premiers secours à apporter ; 5. Mesures de lutte contre l'incendie – prévention des explosions et des incendies ; 6. Mesures à prendre en cas de dispersion accidentelle ; 7. Précautions de manipulation, d'emploi et de stockage ; 8. Procédures de contrôle de l'exposition des travailleurs et caractéristiques des équipements de protection individuelle ; 9. Propriétés physico-chimiques ; 10. Stabilité et réactivité du produit ; 11. Informations toxicologiques ; 12. Informations écologiques ; 13. Considérations relatives à l'élimination ; 14. Informations relatives au transport ; 15. Informations réglementaires relatives en particulier au classement et à l'étiquetage du produit ; 16. Toute autre information disponible pouvant contribuer à la sécurité ou à la santé des travailleurs. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identification de la substance/ du mélange et de la société / entreprise, utilisations conseillées et déconseillées, numéro d'appel d'urgence : mentionner les substances soumises à enregistrement et le mail de la personne compétente chargée d'élaborer la FDS ; 2. Identification des dangers : classification de la substance ou du mélange, éléments d'étiquetage ; 3. Composition / informations sur les composants : identification INDEX/CE/CAS, n° enregistrement REACH, nom chimique, classification et concentration ; 4. Premiers secours : symptômes et soins médicaux ; 5. Mesures de lutte contre l'incendie ; 6. Mesures à prendre en cas de déversement accidentel ; 7. Manipulation et stockage ; 8. Contrôle de l'exposition/ protection individuelle : mention des données disponibles DNEL, PNEC ; 9. Propriétés physiques et chimiques ; 10. Stabilité et réactivité ; 11. Informations toxicologiques ; 12. Informations écologiques ; 13. Considérations relatives à l'élimination ; 14. Informations relatives au transport ; 15. Informations réglementaires relatives en particulier au classement et à l'étiquetage du produit ; 16. Autres informations : modifications depuis la précédente édition, signification des abréviations et acronymes, ...
	<p>Scénario d'exposition (SE) : Une FDS contenant un ou des scénarios d'expositions est appelée FDS étendue (FDSe)</p>
Arrêté du 5 janvier 1993 (modifié par l'arrêté du 9 novembre 2004).	Règlement 1907/2006 du 18 décembre 2006 modifié

Voir l'aide-mémoire technique ED 954 : « la fiche de données de sécurité ».

La FDS est fournie gratuitement sur support papier ou sous forme électronique, en français aux utilisateurs lors de la première commande et à chaque modification du document.

C'est l'outil principal de communication des informations sur les dangers des produits chimiques. La fourniture de FDS a été étendue aux substances persistantes et bioaccumulables et toxiques (substances PBT et vPvB selon Reach).

Les informations figurant sur les FDS suivent l'évolution des connaissances, des techniques et de la réglementation. Elles doivent donc être périodiquement remises à jour. Aussi est-il conseillé de demander régulièrement au fournisseur des FDS à jour (datant de trois ans au plus.)

NB : il est de la responsabilité du chef d'établissement de fournir une copie de chaque FDS au médecin du travail en charge de l'entreprise (R. 4624-4 du Code du travail).

Le scénario d'exposition est élaboré après l'enregistrement de la substance selon Reach et annexé à la FDS. Il comporte les informations suivantes : les processus et activités couvertes, les conditions opérationnelles d'utilisation, les mesures de gestion des risques (pour éviter l'exposition des travailleurs ou consommateurs et les effets sur l'environnement), les mesures de gestion des déchets, ainsi que les informations sur les expositions estimées et les conseils pour les utilisateurs.

4.5 - Les risques liés au procédé de travail

En plus des dangers intrinsèques liés aux produits, il faut prendre en compte les risques liés à leurs conditions d'utilisation, leur stockage et leur manipulation qui peuvent influencer l'exposition des salariés. L'exposition des salariés dépend de deux paramètres :

- les voies de pénétration des produits dans l'organisme (voir chap. 2) ;
- les modes d'utilisation des solvants et des préparations en contenant (que nous allons détailler maintenant) ;
- les propriétés physico-chimiques des produits utilisés.

4.5.1 - Les risques générés lors de l'utilisation

Ce sont les conditions d'utilisation des produits qui vont déterminer si le potentiel de nuisance des solvants (dangers) peut se traduire en effets néfastes (risques).

Ces conditions d'utilisation commencent dès l'entrée du produit dans l'entreprise et finissent par son élimination.

Toutes ces étapes doivent être prises en compte dans l'évaluation du risque chimique.

4.5.1.1 - Approvisionnement des solvants

Les solvants utilisés dans l'entreprise sont réceptionnés sous différents conditionnements : en citerne, en GRV (Grand Récipient Vrac ou container de 1 000 litres), en fûts métalliques, en bidons, jerricans ou fûts plastiques, en bouteilles,...



Selon le conditionnement, ils sont réceptionnés différemment dans l'entreprise, ce qui engendre des risques spécifiques.

ED753

4.5.1.1.1 - L'approvisionnement des solvants en vrac

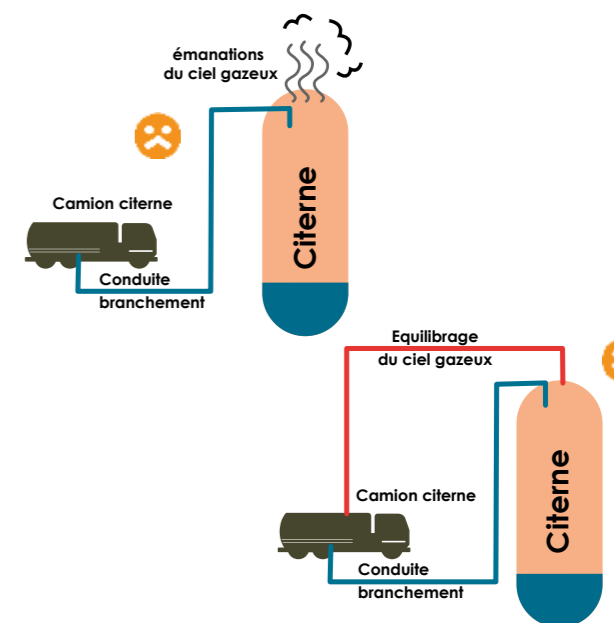
L'approvisionnement en citerne nécessite un transfert des solvants vers un stockage approprié (cuve, citerne ou GRV, voire en fûts).

Le transfert, appelé aussi dépotage, est réalisé via les flexibles du camion citerne vers des conduites fixes, une pompe, des vannes appartenant à l'entreprise.



Ces opérations génèrent des risques lors de la manipulation des tuyauteries :

- contact avec le produit : projections, fuites, joints fuyards, restes de produits dans les flexibles, ... augmenté en cas de dépotage sous pression ou par pompage ;
- inhalation : lorsqu'il n'y a pas d'équilibrage des ciels gazeux, le salarié est exposé aux vapeurs de solvants qui s'échappent de la cuve en cours de remplissage.



- réactions incontrôlées en cas de mélange de produits incompatibles ;
 - incendie et explosion dans certaines conditions (risque d'électricité statique...);
 - pollution de l'environnement : fuites, trop plein, dégazage, déversement accidentel,...).
- La maintenance (interventions de dépannage, contrôles périodiques...) et le nettoyage des installations et des camions-citernes présentent des risques très importants, notamment lorsque les salariés doivent pénétrer dans les cuves (risques d'asphyxie, d'intoxication, d'explosion).

4.5.1.1.2 - Approvisionnement et stockage des solvants conditionnés

Les conditionnements peuvent être de taille et de nature diverses, tels qu'emballages métalliques, plastiques, verre...
Ils doivent être stockés dans des locaux spécifiques répondant à des prescriptions de sécurité particulières, en relation avec le danger intrinsèque des produits (ventilation, éclairage, équipement, secours incendie, séparation des produits, rétention...).

Les principaux risques liés au stockage sont :

- chutes ou percement des emballages (notamment par les fourches des chariots automoteurs) pouvant générer des contacts cutanés ou l'inhalation des produits ;
- mise sous pression des emballages ou atteinte de la température d'ébullition du solvant lors d'un stockage à la chaleur ou au soleil ;
- incendie explosion avec aggravation de leurs effets lors du stockage de grandes quantités en un même endroit ;
- réactions incontrôlées dues au vieillissement de produits (mauvaise rotation des stocks, réaction d'oxydation, peroxydation, polymérisation).

NB : Pour des matières instables (acrylonitrile), veiller à ce que la taille des fûts stockés n'atteigne pas la taille critique allouée pour ce solvant (un fût trop grand peut partir en auto-inflammation sans aucune source d'inflammation extérieure).

4.5.1.2 - Transvasement de produit, approvisionnement au poste de travail

L'approvisionnement en solvant au poste de travail peut se faire :

- soit par conduite fixe depuis le stockage. Ces conduites doivent être identifiées ;
- soit en emballage d'origine, pour des petits conditionnements ;
- soit après fractionnement ou soutirage dans de nouveaux emballages (contenants).

Les risques liés au fractionnement sont :

- exposition au produit par contact ou par inhalation lors du transvasement ;
- incendie provoqué par une décharge d'électricité statique lors du versement en pluie ou de l'écoulement de solvant dans des tuyauteries ou récipients non reliés à la terre ;
- réactions dangereuses dues à des mélanges de produits incompatibles lors de la réutilisation d'emballages ou l'utilisation de matériaux incompatibles avec la nature du solvant ;
- atteinte à la santé consécutive à la confusion de produits mal ou pas étiquetés.

Le transport des produits jusqu'au poste de travail peut lui aussi présenter des risques à prendre en compte dans l'évaluation des risques.

Exemples :

- la chute dans les escaliers avec une bouteille en verre remplie ;
- le transport de solvants en seaux non fermés ;
- le transport en voiture de produits solvantés.



4.5.1.3 - Utilisation au poste de travail

4.5.1.3.1 - Utilisation en milieu ouvert

L'utilisation en milieu ouvert couvre les applications manuelles de solvant en nettoyage dégraissage, l'introduction de solvant dans des mélangeurs ouverts, les opérations de mise en peinture, vernis, ... Le milieu étant ouvert, le salarié est exposé par voies respiratoire et cutanée. Cette exposition varie



dans son intensité en fonction de la technique utilisée et des propriétés physico-chimiques des produits manipulés en particulier de leur volatilité.

Technique utilisée	Facteurs influençant l'intensité de l'exposition
<p>Par trempage en bain chaud ou froid. Cette opération consiste à plonger les objets à traiter (pour les peindre, les nettoyer, les décaper) dans un bain solvanté. Les objets peuvent être suspendus à des crochets ou disposés dans des paniers abaissés par l'opérateur ou directement plongés dans le bain par celui-ci.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Surface d'évaporation importante (taille du bain et surface des objets). • Rétention possible dans les objets pouvant constituer des réservoirs d'évaporation. • Evaporation augmentée en cas d'utilisation de l'air comprimé (soufflette par exemple). • Perturbation du système de captage des polluants en cas d'utilisation de soufflette. • Température des bains (évaporation). • Travail au dessus du bain lors des opérations manuelles.
<p>Opération manuelle avec des outils : (pinceau, chiffon, brosse ou douchette) Sont concernées les opérations de peintures, de vernis, de nettoyage / dégraissage. Ces procédés sont facilement mis en oeuvre dans tout type de situation, le matériel étant peu coûteux. De par sa nature, l'application manuelle procure une qualité de travail aléatoire (due à la variabilité des quantités de produit, du temps de mise en oeuvre et de l'énergie utilisée qui sont fonction de l'appréciation de l'opérateur) et peut engendrer un coût fluctuant selon les quantités de solvants utilisées et le temps passé par l'opérateur.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'exposition cutanée, outre le contact direct avec le produit, peut aussi se manifester par les projections ou le contact des vêtements souillés. • L'exposition respiratoire peut être augmentée avec la surface traitée et est fortement dépendante des gestes de l'opérateur, de la proximité de son visage, de la température du solvant et du confinement des locaux. • Le risque d'incendie est également présent selon le point d'éclair des produits utilisés. • A noter un risque particulier d'inflammation des chiffons imprégnés. • Le système de douchette augmente l'évaporation des solvants.
<p>Par pulvérisation : Cette technique consiste à mettre sous pression le produit afin de le projeter sur le support. Exemple : dégraissage, décapage, application de peinture, vernis... Fortement émissive, cette technique doit être utilisée dans une cabine de pulvérisation spécialement conçue à cet effet. L'électricité statique produite par le transfert de liquide doit être évitée en réalisant de manière appropriée une liaison électrique et la mise à la terre des contenants de solvant. NB : Il ne faut pas introduire de solvants inflammables dans un pistolet à peinture aqueuse.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Procédé très émissif en vapeurs et aérosols qui conduit à une exposition des salariés maximale. • La quantité d'aérosols générée et les phénomènes électrostatiques augmentent les risques d'inflammation. • Les pistolets de pulvérisation HVLP (haut volume et basse pression) permettent de réduire la quantité de produit utilisée (diminuant les pertes lors de l'application) et donc l'exposition des salariés.
<p>En machine ouverte : Ces machines sont la plupart du temps constituées de bacs de dimensions plus ou moins importantes contenant le solvant dans lequel les pièces sont immergées par un procédé automatisé. L'action des solvants peut être complétée par l'utilisation d'ultrasons qui vont permettre d'accroître l'efficacité du solvant.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'exposition des salariés peut être limitée en couvrant partiellement les bacs et /ou en mettant en oeuvre des installations de captage efficaces. • Les ultrasons sont à l'origine de l'augmentation de la température des solvants, conduisant à leur évaporation dans l'atmosphère de travail et de bruits de cavitation. • Le niveau d'exposition est réduit par les systèmes de trempage automatisés qui éloignent le salarié du bain.

<p>Pour l'application manuelle de solvant ou de préparations en contenant, seule une prévention efficace permet de réduire l'exposition des salariés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - bannir les produits toxiques ; - choisir les produits les moins dangereux ; 	<ul style="list-style-type: none"> - limiter les émissions ; - fermer les récipients ; - capter à la source les solvants (système de captage efficace, cabine de peinture,...) ; - éloigner le salarié des sources d'émissions ; - ventiler les locaux de travail.
---	---

Les documents suivants sont consultables sur le site de l'INRS

Référence	Titre du document	Parution
ND2115	Peintures en phase aqueuse pour l'industrie automobile. Formulations et risques à la mise en œuvre	1999
ED955	Peintures en phase aqueuse (ou peintures à l'eau). Composition, risques toxicologiques, mesures de prévention	2005
ED 971	Peintures en solvants. Composition, risques toxicologiques et mesures de prévention	2005
ED839	Cabines d'application par pulvérisation de produit liquide	2009
ND 2033	Risque chimique lié à l'impression offset	1996
ED 6001	Sérigraphie	2006
TC 95	Restaureurs de tableaux : évaluation des risques toxicologiques	2003
ED 6049	Postes d'utilisation manuelle de solvant	2009
ED 795	Sorbonnes de laboratoire	2009
ED 755	Réparation et entretien des véhicules automobiles	2008
ED 6047	Recycleur de solvants	2009

4.5.1.3.2 - Utilisation en milieu fermé

L'utilisation en milieu fermé couvre :

- les opérations de décapage, nettoyage, dégraissage... où les objets (pièces, vêtements,...) à traiter sont introduits dans une enceinte fermée et ventilée dont les vapeurs sont captées et traitées ;
- les fabrications en réacteurs fermés, étanches, (synthèse chimique, distillation, purification, extraction, recristallisation ...)
- les manipulations diverses telles que les opérations sous hotte ventilée, dans une boîte à gants...

En fonctionnement, l'exposition des salariés est quasiment nulle quand l'étanchéité de la machine est assurée, maintenue, vérifiée et entretenue. En revanche, les opérations de chargement, de vidange, de maintenance et d'entretien peuvent fortement exposer les salariés si elles ne sont pas maîtrisées correctement.

Le terme de vase clos qualifie une installation en milieu fermé, étanche, que ce soit pour des opérations de génie chimique dans l'industrie chimique, agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique, pour des opérations de nettoyage / dégraissage en machine ou des manipulations dans des boîtes à gants (recherche, laboratoire, ...).

Le chargement des matières premières

Le chargement des machines en solvant peut se faire :

- **manuellement**, directement à partir des récipients : l'exposition est alors la plus importante (respiratoire*, cutanée, sans oublier les risques de projection, et par ingestion avec des mains souillées) ;
- **semi-automatiquement** à partir d'emballages plus ou moins volumineux (GRV, fûts, ...) via une canne d'aspiration ou un système de pompage : l'exposition des salariés peut être respiratoire*, lors de l'ouverture des récipients et de la machine et cutanée, par contact avec la canne plongeuse ;
- **automatiquement** à partir de citernes via des canalisations, des pompes, des jaugers, ... : situation à privilégier car elle réduit les risques au niveau le plus bas possible.

* Lorsqu'on introduit un volume de solvant dans un réacteur, il chasse un volume équivalent de vapeur de solvant vers l'extérieur du réacteur à travers le trou d'homme. L'opérateur se situant à proximité de cette zone peut alors être gravement intoxiqué par les gaz issus de ce phénomène.

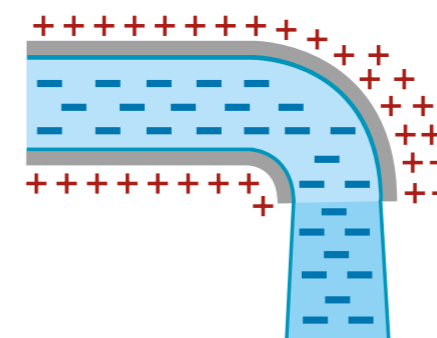
En dehors de l'exposition des salariés, le risque d'inflammation peut être présent dans certaines conditions. Ainsi, un solvant qui s'écoule à plus de 10m/s dans une conduite peut se charger électriquement et atteindre des tensions de plusieurs dizaines de milliers de volts.

De même qu'un jet qui se fragmente en gouttelettes est pratiquement toujours le siège d'une formation

importante de charges électriques dans la zone où le jet diverge.

Dans ces conditions, des étincelles peuvent jaillir facilement et enflammer les vapeurs du produit si l'atmosphère n'est pas inertée ou si la mise à la terre n'est pas réalisée.

Passage d'un liquide dans une canalisation



NB : Il est pratiquement impossible d'empêcher la formation de charges électrostatiques dans la zone d'un jet de liquide isolant qui se fragmente en gouttelettes nombreuses. Dans cette zone, il faut veiller à empêcher l'inflammation des gouttelettes, soit en se situant dans la zone supérieure à la LSE, soit en travaillant en milieu inerte.

La mise en température

Souvent un solvant est chauffé pour offrir les propriétés qu'on attend de lui. L'utilisation de résistances électriques pour le chauffage des solvants est à proscrire car des surchauffes locales peuvent engendrer des décompositions dangereuses. Par ailleurs, lorsque la température d'ébullition du solvant est atteinte, l'apport de chaleur contribue non pas à augmenter la température du solvant, mais à en provoquer l'évaporation.

Pour toute utilisation à chaud, un système de réfrigération doit être installé pour condenser les vapeurs de solvant et ainsi limiter l'exposition respiratoire des salariés.

La phase de production

C'est la phase la moins exposante lorsque toutes les précautions visant à garantir l'étanchéité du système ont été prises.

Ces précautions couvrent :

- la vérification de l'état des joints et leur changement régulier ;
- le travail sous vide qui exclut les fuites à l'extérieur ;
- l'utilisation de dispositifs détectant les fuites (détecteur, test de fumées, test d'étanchéité sous pression, ...)
- la vérification des filtres (état, saturation, changement,...).

L'ouverture de la machine (fin de cycle de production vidange ...)

L'ouverture de la machine est une des phases les plus exposantes particulièrement lors de l'utilisation de fluides chauds.

Cette exposition peut être grandement réduite par :

- asservissement de l'ouverture de la machine à l'absence de solvants, (temporisation de l'ouverture après ventilation, analyse par un détecteur de la teneur résiduelle en solvant,...) ;
- refroidissement de l'intérieur de la machine ;
- branchement d'une aspiration localisée à l'ouverture de la machine.

Dans tous les cas, l'utilisation d'une machine étanche permet de réduire considérablement l'exposition des salariés aux solvants et l'impact environnemental.

4.5.2 - Les risques générés par les opérations de nettoyage, entretien et maintenance

Dans tous les cas, ce sont les opérations de nettoyage, d'entretien et de maintenance qui sont les plus exposantes. Elles sont rarement intégrées dans l'évaluation des risques et dans la réflexion sur la prévention et peuvent être à l'origine d'accidents graves. D'ailleurs la réglementation prévoit des actions spécifiques de prévention pour ces phases critiques.

Une maintenance préventive intégrant des contrôles et entretiens périodiques permet souvent d'éviter d'intervenir dans des situations très dégradées et gérées en urgence.

Avant ces opérations :

- prévoir les opérations récurrentes et les mesures de prévention à mettre en place ;
- intégrer les cas d'urgence (pannes, fuites intempestives, que faire en cas de défaillance du système clos,...) ;
- préparer le mode opératoire pour l'intervention ;
- intégrer le risque incendie / explosion ;
- s'assurer que tout le solvant a été éliminé de toutes les surfaces susceptibles d'être contaminées ;
- condamner les arrivées de fluide et d'énergie sur les installations en maintenance ;
- former les intervenants aux risques en y intégrant le port des équipements de protection individuelle ;
- en cas d'intervention d'entreprises extérieures, bien tenir compte des risques de l'entreprise utilisatrice, mais également des risques apportés par l'entreprise intervenante à travers l'établissement d'un plan de prévention.

Pendant ces opérations :

- baliser le lieu d'intervention ;
- signaler la présence d'agents chimiques dangereux et/ ou de CMR ;
- interdire l'accès aux salariés n'intervenant pas ;
- établir et faire respecter les permis de feu et permis de pénétrer (ED 6030) ;
- dans certains cas, utiliser un explosimètre pour s'assurer que la teneur en solvant est inférieure à la limite inférieure d'explosivité (par exemple lors de l'utilisation de matériel non anti-déflagrant) ;
- équiper les salariés conformément au mode opératoire défini ;
- veiller à ce que les opérations se déroulant à proximité n'engendrent pas de risques supplémentaires.

Après ces opérations :

- les opérations de maintenance sont susceptibles de laisser d'autres solvants (huiles, graisses,...) pouvant perturber les opérations de production ;
- rédiger les fiches de prévention des expositions.

Dans tous les cas d'intervention en milieu fermé ou confiné, des dispositions spécifiques sont à prendre au regard des risques d'asphyxie, d'empoisonnement et d'incendie / explosion. Différents documents INRS précisent le cas particulier des interventions en milieu confiné, non traité ici.

4.5.3 - Les risques générés par les déchets

Les déchets doivent faire l'objet d'une attention particulière car ils présentent des risques du fait de la présence du solvant et de résidus issus des opérations effectuées en amont.

En premier lieu, les déchets doivent être identifiés par catégorie afin de pouvoir les tracer et permettre aux salariés de prendre connaissance des risques. Ils doivent être étiquetés.

4.5.3.1 - Déchets de solvants

Sont considérés comme déchets de solvants, du solvant usagé, des culots de distillation, des restes de solvants obsolètes, des boues, chiffons ou filtres... imprégnés de solvants.

Le traitement retenu pour l'élimination des solvants liquides (solvants usagés et obsolètes, culots de distillation,...) de l'entreprise doit être organisé. Il peut se faire soit par :

- valorisation par distillation en interne dans l'entreprise ou dans un centre de traitement autorisé par arrêté préfectoral. L'opération de distillation est une

opération industrielle à part entière qui doit avoir lieu dans une installation adaptée. Cette opération engendre des risques qu'il faut analyser et prévenir. Voir ED6047

- réutilisation des solvants tels quels ;
- élimination par incinération dans un centre de traitement autorisé par arrêté préfectoral.

Les déchets solides (chiffons, boues, filtres,...) sont éliminés dans une filière appropriée aux risques.

En aucun cas il ne faut rejeter des solvants, même en petite quantité, à l'égout ou dans les poubelles. Un système de collecte interne des déchets doit être prévu en partenariat avec l'entité interne ou externe à l'entreprise responsable du transport et du traitement des déchets.

4.5.3.2 - Déchets d'emballage

Si leur état le permet, la réutilisation des emballages ayant contenu le solvant neuf pour conditionner le même produit après usage sera privilégiée. Par contre, cette opération sera proscrite, s'il s'agit d'un produit différent.

Les emballages souillés seront traités (nettoyage, rénovation ou destruction) dans des filières de traitement autorisées.

NB : Conserver les étiquettes permet de prendre connaissance des produits résiduels contenus dans ces emballages perdus et de les traiter en conséquence (exemple : ne pas découper au chalumeau un fût ayant contenu des produits inflammables).

Conclusion :

L'évaluation des risques et leur gestion doivent intégrer toutes les étapes de la vie du solvant dans l'entreprise afin de définir des mesures de préventions adéquates et efficaces.

Le résultat de l'évaluation des risques chimiques doit être communiqué au CHSCT ou à défaut aux délégués du personnel, et en l'absence de représentation du personnel, à tout travailleur intervenant dans l'entreprise ainsi qu'au médecin du travail.



Chapitre 5

Vous voulez réduire les risques

Suppression substitution
incendie explosion



5 - Réduction du risque

Après identification et évaluation des risques, les trois principes généraux de prévention suivants guident la prévention :

- suppression du produit ou du procédé dangereux ;
- substitution d'un produit ou d'un procédé dangereux par un autre présentant moins de dangers ;
- réduction du niveau de risque par diminution :
 - de la quantité de produits susceptibles d'être en contact avec les salariés (par voie respiratoire, par voie cutanée) ;
 - du nombre de personnes susceptibles d'être exposées ;
 - de la durée d'exposition au risque.

5.1 - Suppression du risque

Le premier principe de prévention énoncé par l'article L. 4121-2 est la suppression du risque (éviter le risque) c'est-à-dire éliminer l'utilisation du produit dangereux ou sa génération.

5.1.1 - Suppression de l'utilisation de solvants

Cela signifie que le chef d'entreprise doit mener une réflexion sur la nécessité d'utiliser ce solvant. Dans le cas du nettoyage / dégraissage, il peut par exemple :

- éviter de graisser ou de graisser en grande quantité (fluides évanescents, micro-pulvérisation, ... utilisés en lubrification lors des opérations d'usinage) ;
- utiliser des graisses qui sont compatibles avec l'utilisation ultérieure ce qui conduira à ne pas chercher à les enlever (ex : usinage, protection des métaux contre la corrosion) ;
- utiliser des outils ou matériels à usage unique qui ne seront pas nettoyés (rouleaux de peintures, chiffons) ;



- protéger les surfaces (par du film plastique par exemple) pour éviter de les nettoyer ou de mettre de la graisse pour éviter leur oxydation à l'air ;
- etc.

La modification du procédé ou un changement du matériel qui évite l'utilisation de diluant ou autre solvant doit être également envisagée. Par exemple : après un lavage aqueux de pièces métalliques, procéder à un séchage à air chaud plutôt qu'un trempage dans un solvant « chassant l'eau ».

5.1.2 - Suppression des solvants dans les compositions des produits

De nombreux produits apparaissent sur le marché se décrivant comme « sans solvant » ou « sans COV ». Les fabricants travaillent activement aujourd'hui à la suppression des solvants dans leurs formulations. De plus en plus de produits exempts de solvants sont disponibles sur le marché.

C'est aussi leur présentation qui permet de s'affranchir de la présence de solvant :

- sous forme d'aérosol (flacon comprenant le produit actif + un gaz propulseur). Le gaz propulseur peut être inerte comme le CO₂ ou le protoxyde d'azote N₂O, mais il peut aussi s'agir de gaz inflammables voire explosifs, tels que le butane / propane, isobutane ou diméthyl éther. Dans ces nouvelles gammes de produits, les matières actives ne sont plus mises en solution dans un solvant, mais véhiculées par le gaz ;
- sous forme de poudre (cas des peintures). La poudre est projetée sur le support. Elle doit être chauffée pour polymériser et obtenir l'aspect final.

Attention : La mention « sans solvant » ou « sans COV » peut induire en erreur, le produit pouvant contenir soit des éthers de glycol, soit des terpènes, ... qui ne sont pas exempts d'effets sur la santé.

5.1.3 - Suppression de la présence de solvants

Dans les opérations de maintenance d'équipement ayant contenu du solvant, le rinçage à l'eau entraîne la suppression du risque lié au solvant.

Pour des opérations de soudage sur des conduites fixes ayant contenu du solvant, on peut aussi procéder à un balayage à l'azote, après avoir préalablement vidé la conduite pour éliminer toute trace de solvant.

5.2 - Substitution

Lorsque la suppression du solvant n'est pas possible, il convient de le substituer par un produit non dangereux ou le moins dangereux possible :

- **c'est une mesure de prévention obligatoire pour les agents CMR avérés** (article R. 4412-66 du code du Travail) ;

- **c'est une mesure de prévention prioritaire pour les agents chimiques dangereux** (article R. 4412-15 du code du Travail).

Exemple : Substituer un procédé de dégraissage avec trichloroéthylène (cancérogène) par une fontaine biologique ou un procédé lessiviel.

La substitution résulte souvent d'un compromis entre toutes les caractéristiques de choix :

- effets sur la santé ;
- effets sur l'environnement ;
- conséquences sur l'utilisation (efficacité, consommation de produit, temps de cycle, qualité du résultat, changement de process ou d'installation...);
- conséquences sur le mode opératoire ;
- critères économiques*.

* Les critères économiques ne sont pas suffisants pour écarter définitivement une piste de substitution.

ED 6004 : la substitution des agents chimiques dangereux

Remarques :

- les preuves d'une recherche de substitution, active et renouvelée, peuvent être demandées par les préventeurs. Elles doivent figurer dans le document unique d'évaluation des risques ;
- lorsque la substitution n'a pas abouti, de nouvelles investigations sont à reprendre périodiquement, au moins chaque année, car les techniques, les procédés, mais également les produits évoluent. A noter que le résultat des investigations concernant la substitution doit être consigné dans le document unique d'évaluation des risques.

La substitution est la seule démarche véritablement efficace pour protéger les salariés. Dans la pratique, les autres mesures de prévention :

- peuvent être mal choisies ou inadaptées ;
- peuvent ne pas être ou peu appliquées ;
- sont souvent mal entretenues, mal conservées, peu remplacées ;
- peuvent créer des contraintes incompatibles avec le travail à réaliser.

5.2.1 - Choix d'un solvant de substitution

Dans un certain nombre de cas, la démarche de substitution conduit à l'utilisation de l'un des trois

solvants suivant : l'alcool éthylique (éthanol), l'acétone ou le White spirit. Cependant ceux-ci sont tous facilement inflammables et peuvent également présenter des risques toxicologiques.

Pour ceux qui ont des connaissances de base en chimie, la partie suivante permet un choix plus affiné, éventuellement mieux adapté ou plus performant.

On se rappellera qu'un solvant dissout bien ce à quoi il ressemble d'un point de vue chimique.

5.2.2 - Démarche de substitution

Une démarche d'aide pour supprimer les solvants les plus dangereux est proposée au lecteur sous forme d'un logigramme.

Cette démarche – issue d'un schéma classique de substitution (INRS ED 6004) – est adaptée à la problématique « solvant ». Elle se décline par la substitution du solvant ou par un changement de procédé de façon très variable selon la situation à résoudre. Il ne s'agit que d'un exemple destiné à initier la réflexion.

Le lecteur pourra s'aider de :

- l'annexe 3 « Rappels physicochimiques » pour identifier les propriétés du solvant à substituer et/ou l'adaptation d'un autre solvant à la substitution pour le cas étudié ;
- la liste des produits de substitution envisagés, plusieurs options étant possibles en fonction du produit. Disponible en annexe 9.

Aucun de ces produits ne sera universel, chacun aura des avantages et des inconvénients qu'une étude préliminaire des risques devra définir du point de vue des conséquences sur la sécurité du procédé (remplacement d'un toxique par un inflammable, ou réciproquement selon la situation dans laquelle le produit doit être utilisé).

Le choix final ne pourra en aucun cas éviter tous les dangers ; il consistera donc à identifier les dangers qui entraînent le risque minimum pour l'ensemble des aspects envisagés (efficacité technique, aspect santé humaine, environnement, contraintes organisationnelles et coûts).

Quel que soit l'usage d'un solvant, il faudra veiller à ses propriétés dangereuses éventuelles, notamment :

- sa toxicité qui le rend dangereux par contact, par inhalation ou par ingestion ;
- sa volatilité qui le rend dangereux par toxicité ou par inflammabilité loin de la source ;
- sa corrosivité, qui le rend dangereux par contact avec les opérateurs et/ou le matériel de mise en œuvre.

Attention :

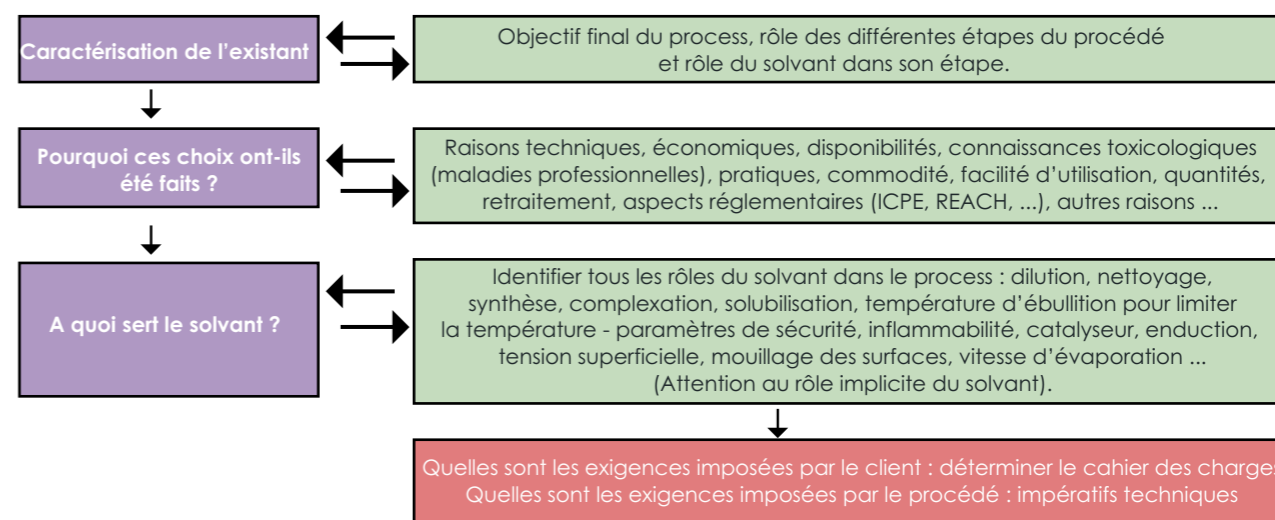
- à penser d'abord à supprimer le risque ;
- à repenser et à remettre en cause l'utilité de l'opération utilisant un solvant dangereux avant de penser à le substituer ;
- à adopter des solutions pérennes (exemple : ne pas remplacer un CMR avéré par un CMR suspecté qui peut, à terme, changer de catégorie).

La méthode de substitution proposée ici comprend trois étapes :

- analyse de l'existant ;
- définition des besoins ;
- recherche et mise en place.

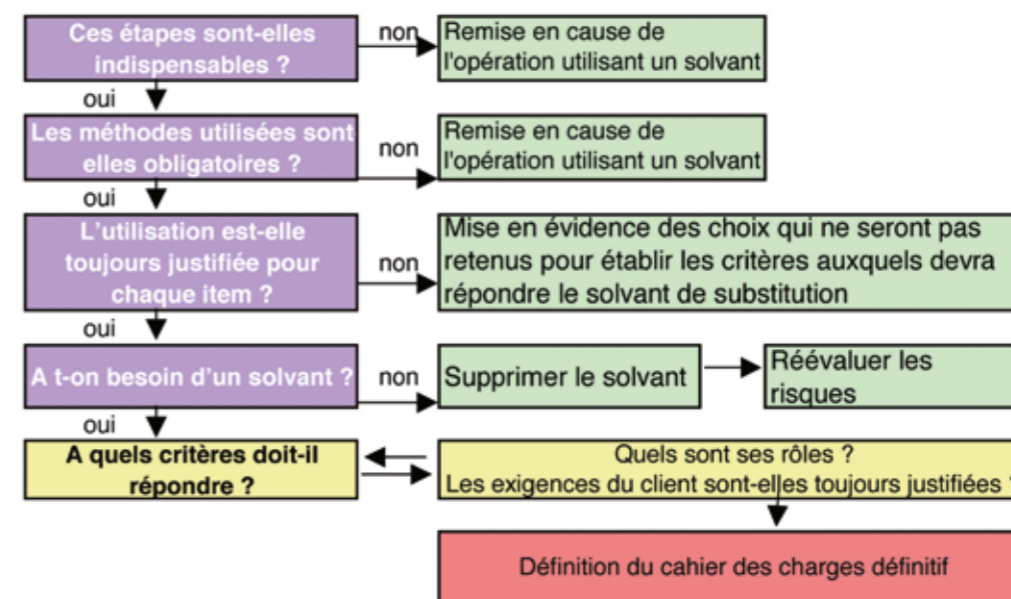
5.2.2.1 - Analyse de l'existant

Elle sert à mettre en évidence les choix qui ont conduit à l'utilisation du solvant. Elle permet aussi une meilleure connaissance des besoins identifiés et ceux qui sont apparus lors de l'utilisation du solvant en place.



5.2.2.2 - Définition des besoins

Elle conduit à l'établissement du cahier des charges qui reprend les exigences absolues et les besoins secondaires.



5.2.2.3 - Recherche et mise en place

C'est l'étape proprement dite de la substitution d'un produit par un autre, la substitution du procédé n'ayant pas été abordée en tant que telle

car elle mérite une étude spécifique adaptée. Cependant elle doit être menée avec autant d'importance.



5.2.3 - Ressources

Il faut se souvenir que la meilleure des ressources est de s'adresser à une personne ayant de l'expérience dans ce domaine. Elle a l'avantage de disposer d'une vue d'ensemble sur les avantages et les inconvénients des différentes solutions qu'elle a elle-même eu l'occasion d'observer dans des applications concrètes. Souvent sa réponse sera : « j'ai déjà essayé ça et ça a marché »

Les ressources documentaires relatent des utilisations ou des cas de substitution visant UN produit dans UNE application. Elles ne sont souvent pas directement transposables industriellement.

Moyennant ces réserves, les documents mentionnés dans la bibliographie peuvent se révéler très utiles.

Voir la bibliographie en annexe 7

Liste de quelques bases de données concernant les solvants :

Sur le site INRS

Base solvant : choix et utilisation des principaux solvants présents en milieu de travail.

Base Solvex : données d'expositions professionnelles à des solvants utilisés en milieu de travail.

Fiches FAS : fiches d'aide à la substitution des cancérogènes.

Sur le site : <http://substitution-cmr.fr> créée par l'Anses : exemples de substitution issus de cas concrets en entreprise.

Sur le site : <http://cleantool.org>

Une base de données sur le nettoyage des métaux conçue comme une aide à la substitution des solvants de dégraissage. La base de données Clean tool répertorie des procédés utilisés pour le nettoyage des surfaces métalliques dans diverses entreprises européennes.

5.2.4 - Les solvants dont l'utilisation ne se justifie pas

Le nombre et la variété des solvants sont si importants que l'utilisateur / le formulateur a le plus souvent le choix, parmi toute la panoplie de solvants existants, d'un solvant peu ou pas dangereux.

A ce titre, on devrait proscrire les solvants classés :
 - **CMR toutes catégories confondues ;**
 - **toxiques et très toxiques ;**
 - **extrêmement et facilement inflammables.**

5.2.4.1 - Les éthers de glycol

Les éthers de glycol classés reprotoxiques peuvent aisément être substitués par d'autres éthers de glycol non classés. On préconise de remplacer les éthers de glycol de série E (éthylénique) par leurs homologues de la série P (propylénique) s'ils ne sont pas classés ou par tout autre glycol à chaîne plus longue ou ramifiée.

5.2.4.2 - Les solvants aromatiques

L'interdiction d'utiliser le benzène est réglementaire. Il est interdit d'employer des dissolvants ou diluants renfermant, en poids, plus de 0,1 % de benzène, sauf lorsqu'ils sont utilisés en vase clos.

Les carburants contenant de faibles quantités de benzène, il est impératif de supprimer leur utilisation en tant que solvants. Il existe d'autres produits formulés selon les usages, qui les remplacent avantageusement.

Le toluène est classé reprotoxique « R63 Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant ».

Sa présence en tant que solvant devrait disparaître des préparations au profit d'un autre type de solvant : soit un aromatique plus ramifié (xylène, triméthyl benzène, ou autre substance moins dangereuse), soit un solvant d'une autre famille présentant moins de risques avec une efficacité équivalente.

5.2.4.3 - Les solvants chlorés

La plupart des solvants chlorés sont des cancérogènes avérés ou suspectés. Leur usage doit faire l'objet d'une démarche de substitution.

Dans les opérations de nettoyage / dégraissage, les solutions aqueuses ont fait leurs preuves. (Voir le guide « action hydrodégraisage » publié par la Carsat BFC).

Dans les opérations de décapage, des solutions fortement alcalines, des solutions à base de 1,3-dioxolane-2-one, voire un décapage mécanique peuvent être envisagées. Le changement de procédé peut aussi être étudié pour supprimer l'utilisation de substances dangereuses.

Dans tous les cas, la substitution des solvants chlorés doit être recherchée, parce que, outre les risques pour la santé, ils contribuent à la destruction de la couche d'ozone.



5.2.4.4 - Autres solvants à substituer

Solvant	N° CAS	Observations
n-Hexane	110-54-3	Très inflammable et visé au tableau n° 59 des MP, il est à signaler que le n-hexane (N° CAS 110-54-3) et le 2-hexane (N° CAS 591-78-6) sont étiquetés en tant que reprotoxique suspecté depuis la 25 ^e ATP. Le n-heptane ou à défaut les pentanes peuvent facilement le remplacer, en revanche, ils sont plus inflammables encore. Les 3-méthylhexane et 3,4-diméthylhexane sont également à proscrire pour la même raison. Tous ces produits sont cependant « facilement inflammables » ou encore « extrêmement inflammables ».
2,5-hexanediol	2935-44-6	Ils présentent une neurotoxicité semblable à celle du n-hexane. Ils doivent être impérativement remplacés par les alcools ou les cétones isomériques, supérieurs ou inférieurs. Ces derniers sont en revanche plus inflammables.
2-hexanone	591-78-6	
2,5-hexanedione	110-13-4	
3,4-diméthyl-2,5-hexanedione	25234-79-1	
N Méthyl Pyrrolidone (ou NMP)	872-50-4	Classée aujourd'hui reprotoxique avéré. cette substance est de plus irritante pour la peau, les yeux et les voies respiratoires,
Diméthyl formamide (ou DMF)	68-12-2	Classée reprotoxique avéré, nocive en cas d'inhalation et de contact cutané et irritant pour les yeux. Dans certains cas, la DMF a pu être substituée par un éther de glycol fortement ramifié et à haut poids moléculaire, non classé par la réglementation européenne.

5.3 - Réduction du risque incendie explosion

Ce risque peut se déclarer dans les locaux de travail où sont stockés ou utilisés des produits inflammables, explosibles ou des produits pulvérulents dans certaines conditions.

En raison des graves effets possibles sur la santé et la sécurité des travailleurs, le code du travail consacre une place particulière à l'évaluation de ces risques – notamment le risque explosion – et à leur prévention.

La prévention commence dès la conception des locaux de travail, et s'articule en mesures techniques et organisationnelles qui permettront d'éviter le risque ou d'en réduire les effets, lorsque le risque s'est réalisé.

5.3.1 Conception et aménagement des locaux de travail

D'une manière générale, les bâtiments et locaux de travail doivent être conçus avec des matériaux compatibles (résistance au feu et limitation des

émissions dangereuses) avec l'activité qui y sera exercée et doivent résister à l'incendie ou retarder sa propagation (murs ou portes coupe-feu « deux heures » pour permettre l'évacuation de la totalité des salariés et l'intervention des équipes de secours en sécurité).

Les locaux de travail doivent être ventilés en priorisant le captage à la source pour canaliser les émissions de solvant et éviter l'accumulation des vapeurs.

Des liaisons équipotentielles doivent être prévues pour le raccordement des équipements ainsi que la mise en place d'une protection « anti foudre ». Des règles particulières définissent les voies d'accès et de secours (dégagement), le désenfumage des locaux, les alarmes, la détection des gaz et des fumées ainsi que les moyens d'extinction appropriés avec la signalisation de leur emplacement.

Pour le risque d'explosion, les règles de conception prévoient en plus la division des risques par la construction de petites unités de fabrication répondant à la règle de « l'isolement, la séparation et les distances de sécurité » et la mise en place d'évents pour canaliser la libération de la pression en cas d'explosion. Ceux-ci doivent être dirigés vers des zones non occupées (salariés ou voies publiques)

pour ne pas engendrer de dégâts supplémentaires. La conception des zones de stockage des produits intègre les éléments suivants :

- compatibilité des produits (notamment inflammables, comburants, explosibles et toxiques) ;
- cuvettes de rétention (vidange et nettoyage) ;
- dépotage et fractionnement (prévention des décharges électrostatiques, canalisation des événements ...) ;
- atmosphères appauvries en oxygène (inertage de cuves de stockage ou réduction de la teneur en oxygène de hall des stockages) ED6126 ;
- détection et moyens d'extinction ;
- compatibilité de l'installation électrique et du mode de chauffage.

5.3.2 Utilisation des locaux de travail

En règle générale, la prévention du risque incendie / explosion consiste à empêcher la formation des atmosphères inflammables ou explosives (Atex) et à en limiter les effets.

Pour empêcher la formation d'Atex :

- évaluer le risque de formation d'atmosphère explosive et le formaliser dans le document unique ou le document relatif à la protection contre les explosions (DRPE) ;
- définir les zones à risque et les matérialiser sur place (zonage) ;
- éviter ou éloigner toute source d'ignition (ex : soudage à flamme nue, prise électrique non protégée, mise à la terre non assurée, utilisation de portable ou autre appareil électrique...) ;
- assurer la compatibilité électrique de toutes les installations (indice de protection et matériel ADF (antidéflagrant)) et leur vérification périodique compte tenu du risque.

Pour en limiter les effets :

- limiter les quantités de solvants inflammables stockées dans un même lieu ;
- prévoir le matériel d'extinction en conséquence ;
- organiser les secours (internes et externes) ;
- établir des consignes de sécurité ;
- former le personnel et effectuer des exercices incendie tous les ans (évacuation et maniement des moyens d'extinction).

Autres précautions :

- prévoir les interventions des entreprises extérieures par l'établissement de plans de prévention ;
- établir la liste des travaux à risques nécessitant la mise en place de permis de travaux et de permis de feu.

5.3.3 Utilisation des solvants

Concernant le risque incendie :

- inertage (le plus souvent à l'azote) ;
- travail sous vide ;
- utilisation à pression atmosphérique à une température qui est d'au moins 15°C en dessous du point d'éclair du solvant ;
- pression : quand un mélange de plusieurs solvants est chauffé la pire situation est atteinte lorsqu'ils se comportent comme s'ils étaient seuls et au pire des cas, la pression de vapeur s'additionne.
- mettre en œuvre des procédures de travail évitant l'évaporation de solvant (limiter les procédés par pulvérisation ou séchage à l'air libre, couvrir les bains, fermer les récipients contenant des produits solvantés, ...) ;
- stocker les chiffons imprégnés de solvants dans des récipients métalliques clos et étanches ;
- inerte les réacteurs (choisir entre mise sous vide ou gonflage, le mode d'inertage le plus adapté au matériel).



Attention aux mélanges de solvants qui ne réagissent pas comme leurs constituants initiaux (évolution de la composition au cours de l'utilisation et dans le temps, évaporation sélective, risque d'oxydation due au vieillissement, formation de peroxydes...).



Chapitre 6

**Vous voulez réduire
l'exposition des salariés**

Modes d'utilisation
Prévention EPC EPI VLE



6 - Réduction de l'exposition des salariés

L'exposition des salariés dépend de trois paramètres :

- les voies de pénétration des produits dans l'organisme (voir chap. 2.3) ;
- la manière dont sont utilisés les solvants et les préparations en contenant, que nous avons détaillée précédemment ;
- les propriétés physico-chimiques des produits utilisés.

Seront alors abordés les moyens à disposition du chef d'entreprise pour réduire l'exposition des salariés, que ce soit en agissant sur une meilleure maîtrise des procédés de travail ou en mettant en œuvre des moyens de protection collective et, à défaut d'une prévention collective suffisante, des moyens de protection individuelle :

- au même titre que le nettoyage systématique des surfaces pour éviter les contaminations ;
- la signalisation et l'accès limité aux zones où les travailleurs peuvent être exposés, la formation et l'information des travailleurs ...



Boîte pour nettoyage manuel en vase clos

6.1 - Vase clos

Un vase clos sert à isoler complètement l'agent chimique dangereux pour éviter l'exposition du travailleur.

Attention : Un vase clos n'est jamais clos à 100 %.

Il peut l'être en mode production (sous couvert d'une parfaite étanchéité), mais les opérations de changement d'outil, de maintenance, de nettoyage sont à l'origine de la « rupture » du système clos.

Un vase clos implique donc :

- une surveillance assidue du système pour en contrôler l'étanchéité ;
- la détection de fuites ou de défaillances de l'étanchéité (alarme) ;
- des nettoyages et une maintenance appropriés ;
- des moyens et des procédures d'intervention (lors des nettoyages, changements d'outils, maintenances), qui prévoient les personnes pouvant intervenir, les moyens de protection à utiliser, la formation et l'information des travailleurs et des intervenants en cas d'exposition anormale, d'accident ou d'incident, la signalisation et les limitations d'accès applicables aux zones à risque ;
- une procédure en cas d'impossibilité de l'utiliser ;
- la mise en place d'un dispositif en cas d'urgence.

6.2 - Captage / ventilation

Le captage à la source et la ventilation font partie des protections collectives destinées à protéger l'ensemble des travailleurs des expositions aux agents chimiques dangereux.

En effet, la réglementation impose de réduire l'exposition des salariés aux émanations de produits dangereux (R.4222-12 du code du Travail), et en particulier aux émanations des solvants sous forme de vapeurs ou d'aérosols.

6.2.1 - Le rôle du captage

Le captage permet d'assainir l'atmosphère d'une zone de travail.

On distingue trois types de captage selon la distance parcourue par le polluant entre la zone d'émission et l'entrée de captage :

- le captage à la source - exemple : sorbonne ;
- le captage de proximité - exemple : table aspirante ;
- la ventilation générale.

Le captage dit « à la source » doit être privilégié, car il évite la diffusion des polluants dans l'atmosphère. Dans certaines situations, ce type de captage est difficilement réalisable : lorsque la source présente une grande surface d'émission et/ou des vitesses d'éjection importantes, lorsque les contraintes du process et/ou de l'atelier rendent difficile la conception des capteurs, ... il faut alors envisager un captage de proximité visant à éloigner les polluants des voies respiratoires des salariés. Ce type

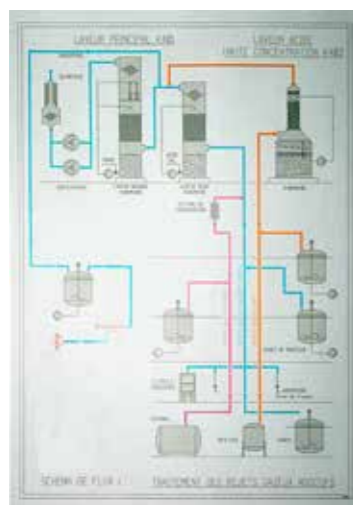
de captage est conçu de façon à réduire au maximum le trajet du polluant depuis la zone d'émission. De plus, le salarié ne doit pas pouvoir se trouver sur la trajectoire du polluant.

Enfin, la ventilation générale de l'atelier, obligatoire dans tous les cas, devra prendre en compte les caractéristiques des émanations résiduelles de polluants qui auraient échappé aux installations de captage de proximité.

6.2.2 - L'installation de captage

Une installation se compose de :

- capteurs ou dispositifs de captage ;
- réseau de transport de l'air aspiré ;
- système d'épuration de l'air pollué ;
- système de rejet de l'air aspiré ;
- dispositifs d'introduction d'air neuf (compensation).



6.2.2.1 - Captage

Dans l'objectif de capter au mieux toutes les émanations, il est primordial de concevoir des capteurs efficaces. Ils sont d'autant plus performants qu'ils :

- sont proches de la zone d'émission ;
- enveloppent toute la zone de dispersion des polluants ;
- génèrent des vitesses de reprise aussi uniformes que possible et suffisantes pour aspirer les vapeurs et aérosols.

Leur positionnement devra tenir compte de la direction d'émission du polluant et de la place de l'opérateur à son poste de travail de manière à éviter le risque d'inhalation de polluants et les sensations d'inconfort thermique.

NB : Les machines neuves (depuis 1993) doivent être équipées d'un système de captage à la source de toutes les émanations produites lors de leur utilisation (annexe 1 partie 1.5.13 de l'article R 4312-1 du code du Travail).

6.2.2.2 - Réseau de transport

Ce réseau sert à transporter l'air aspiré, chargé de polluant, de l'endroit où il est capté vers l'endroit où il sera rejeté, après traitement ou non.

Les éléments d'un réseau de transport sont choisis en fonction :

- de la vitesse optimale d'écoulement de l'air ;
- des pertes de charges ;
- des nuisances acoustiques éventuelles ;
- des risques d'incendie et d'explosion.

Il est nécessaire de prévoir, dès la conception, le nettoyage de ce réseau (trappes de visite) et le contrôle de l'efficacité de l'installation (prise de pression statique, indicateurs de débit, ...).

6.2.2.3 - Rejet après épuration éventuelle

L'air aspiré, traité ou non, est rejeté à l'extérieur.

Selon la nature des polluants, leur concentration et certaines contraintes environnementales (cas des COV), il faudra prévoir une des deux manières de traiter l'air extrait :

- rejet à l'extérieur tel quel ;
- rejet à l'extérieur après épuration.

Dans le cas de l'utilisation de solvants, il est conseillé de ne pas procéder au recyclage de l'air extrait compte tenu du degré de saturation non maîtrisé des filtres.

Afin de respecter la réglementation environnementale, il peut être nécessaire d'épurer l'air avant rejet à l'extérieur. Il existe deux familles de techniques d'épuration :

- **les techniques destructrices** (telles que l'incinération, les traitements biologiques ou la photocatalyse) qui convertissent les polluants organiques en eau et CO₂ et autres produits de décomposition selon la composition des polluants.

- **les techniques séparatives** (telles que la condensation, l'absorption ou l'adsorption) qui permettent la récupération des polluants organiques sous une autre forme. Les substances extraites peuvent éventuellement être recyclées, mais le plus souvent ces techniques génèrent un transfert de pollution ; les adsorbants saturés sont souvent incinérés et le transfert dans une phase liquide (absorption) doit faire l'objet de traitement complémentaire.

Le tableau ci-après cite différents procédés de traitement décrits dans les brochures INRS référencées.

ED 4260	Les procédés de traitement	
ED 4261	Oxydation thermique et catalytique	Aussi appelée incinération, cette technique nécessite un flux de polluant suffisamment important pour que la combustion « s'auto-entretienne ». Elle permet une récupération de l'énergie pour le chauffage des locaux.
ED 4262	Absorption	Il s'agit du lavage des gaz dans une phase liquide (généralement aqueuse), cette technique permet aussi de « rabattre » les poussières. Transfert de pollution de la phase gazeuse à un effluent liquide qu'il faut traiter.
ED 4263	Adsorption	Les polluants gazeux sont fixés sur un solide (ex : charbon actif, zéolithes). A la saturation de l'adsorbant, on procède à la régénération par désorption des polluants.
ED 4264	Condensation	Le refroidissement des gaz dans un échangeur permet de condenser les vapeurs en liquide et ainsi de séparer physiquement le polluant de l'air.
ED 4265	Oxydation biologique	Il s'agit de la dégradation biologique des polluants organiques en eau, CO ₂ et en biomasse par des micro-organismes. Les micro-organismes se développent dans une phase aqueuse au travers de laquelle passent les effluents pollués (absorption). L'oxydation biologique dégrade les polluants et assainit l'air.

Sources bibliographiques INRS : traitement des gaz dangereux captés sur les lieux de travail

6.2.2.4 - Ventilation générale

Outre les obligations réglementaires de renouvellement d'air des locaux (60 m³ air neuf / h/ personne), la ventilation générale doit être conçue pour éliminer les reliquats de polluants qui, insuffisamment captés, se trouvent dispersés dans l'atmosphère du local.

Pour le dimensionnement, il faut prendre en compte le taux de renouvellement (exprimé en Volume du local / h, généralement compris entre 3 et 10).

La position des extracteurs, des diffuseurs d'air de compensation, le type de diffuseurs, les spécificités des sources de polluants (par ex : température, position, etc) sont également pris en compte, dans le but d'optimiser l'efficacité d'assainissement des locaux.

Trajectoire des polluants, suppression des courants d'air, confort thermique sont des critères généralement retenus pour cette démarche de conception. Par exemple, le principe de ventilation par déplacement est applicable lorsque les polluants sont émis à température supérieure de plus de 20°C par rapport à la température ambiante.

6.2.2.5 - Compensation

L'introduction d'air neuf est nécessaire pour compenser les volumes d'air extraits par les installations de captage, de façon à garantir leur bon fonctionnement. La maîtrise de la compensation d'air doit permettre d'assurer :

- le maintien du débit nominal de l'installation de captage ;
- l'absence de perturbation des captages localisés ;
- le confort thermique des salariés.

La compensation peut être naturelle ou mécanisée. Il est conseillé de ne pas dépasser la vitesse de 0,5 m/s à 1 m/s pour l'introduction des débits d'air neuf ou le soufflage des appareils de chauffage.

Lorsque les débits d'air neuf introduits engendrent des coûts énergétiques prohibitifs, ils peuvent être réduits en mettant en œuvre des techniques telles que le chauffage par rayonnement basse température (en tenant compte du risque d'atmosphère explosive) ou des procédés de récupération de chaleur au moyen d'échangeurs adaptés.

Sources bibliographiques INRS :

- ED 86 : la compensation contrôlée d'une installation de ventilation
- ED 695 : guide de ventilation N° 0

6.2.2.6 - Maintenance des installations de ventilation

Les installations de captage ou de ventilation doivent être entretenues et vérifiées périodiquement conformément à la réglementation.

En particulier, le chef d'établissement doit établir et tenir à jour un dossier d'installation, comprenant la notice d'instruction et la consigne d'utilisation (c'est un guide de maintenance et un recueil de résultats des contrôles périodiques). Entre autres, cette consigne doit préciser :

- comment utiliser l'installation de captage ;
- comment la maintenir en bon état de fonctionnement, les contrôles réguliers permettant d'en connaître l'efficacité ;
- comment surveiller l'installation et détecter les défaillances, les mesures à prendre en cas de panne.

De l'importance du dossier d'installation :
Le dossier d'installation contient toutes les données de l'installation (débits, vitesses d'air, ...) telle que celle-ci a été conçue pour épurer les polluants dans les locaux de travail. Ces données de référence sont celles qui servent à la vérification périodique de l'installation, pour en vérifier l'efficacité et le bon entretien.
il est donc primordial de l'exiger lors de la mise en place de l'installation de captage.

La conception de l'installation de ventilation doit être fondée sur un cahier des charges tenant compte des concepts décrits ci-dessus et réalisée par des professionnels maîtrisant parfaitement les règles de l'art.

6.3 - Mesurages au poste

6.3.1 - Contrôle de l'exposition des salariés

Valeurs limites d'exposition professionnelle
L'exposition des travailleurs aux agents chimiques (CMR ou non) doit être quantifiée de façon régulière ; les résultats de ces mesures devant être comparés aux valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) si elles existent (ED984).
Il existe trois types de valeurs limites :
- VLEP contraignantes (réglementaires) ;
- VLEP indicatives réglementaires ;
- VLEP indicatives fixées par circulaire.

Si les agents chimiques sont affectés de valeurs limites contraignantes, l'employeur a l'obligation de les respecter : cela implique qu'il doit immédiatement mettre en place des actions correctives en cas de dépassement.

Contrôles réglementaires
Lorsque des VLEP réglementaires ont été établies pour un agent chimique dangereux ou un CMR, des contrôles techniques doivent être réalisés au moins annuellement par un organisme accrédité selon les modalités prévues dans le décret n°2009-1570 du 15 décembre 2009.
La liste des organismes accrédités est disponible sur le site du cofrac. www.cofrac.fr - programme n°94.

Le laboratoire accrédité élabore la stratégie de prélèvement en concertation avec l'employeur, en s'appuyant notamment sur la liste des agents chimiques à mesurer, la détermination de groupes d'exposition homogènes (GEH), le type de prélèvement, le nombre de mesurages à effectuer, la durée des prélèvements et le nombre de salariés à contrôler. Les prélèvements sont faits sur des postes de travail en situation représentative de l'exposition.

- Les contrôles n'ont pas à être effectués en cas de risque faible (R. 4412-12 et -13)
- les contrôles sont systématiques pour les CMR avérés ; le risque faible n'existe pas dans ce cas.

En cas de dépassement de valeurs contraignantes, le chef d'entreprise doit prendre immédiatement les mesures nécessaires au rétablissement de la situation. Il doit pour ce faire, arrêter l'activité aux postes de travail exposant à des CMR. L'inspection du travail peut également imposer un arrêt temporaire d'activité en attendant de rétablir une situation de travail acceptable (L. 4731-2, L. 4721-8 du code du Travail).

Méthodes de prélèvement et d'analyse
La base de données Metropol, disponible sur le site de l'INRS, regroupe les méthodes de prélèvement et d'analyse de plus d'une centaine de substances. Les modes opératoires sont présentés sous formes de « fiches substances » ou de « fiches méthodologiques ».

Nombre de prélèvements
Les concentrations atmosphériques sont extrêmement variables au cours du temps, et il n'est en général pas possible de quantifier une exposition à partir d'une seule mesure. Il faut utiliser une approche statistique, ce qui nécessite au minimum six à huit prélèvements répartis au cours du temps. Ces exploitations statistiques, relativement complexes, sont présentées en détail sur le site INRS.

Effets synergiques de plusieurs solvants
(pondération des différents polluants)
Dans les conditions industrielles, notamment lors de la mise en solution, plusieurs solvants sont utilisés et peuvent donc être présents simultanément dans l'atmosphère de travail. Les effets de ces solvants sur l'organisme se conjuguent et peuvent agir sur les mêmes organes cibles ou sur des organes différents. Des synergies et des potentialisations des effets peuvent alors exister.

Dans le cas où plusieurs polluants aux effets comparables (irritants par exemple) sont présents dans l'atmosphère des ateliers, on utilise conventionnellement une règle d'additivité. La toxicité du mélange gazeux est alors évaluée en calculant la somme :
 $C1/VL1 + C2/VL2 + \dots + Cn/VLn$
où C1, C2 représente la concentration en solvant 1, 2, ...
où VL1, VL2 représente la valeur limite en solvant 1, 2, ...
puis en la comparant à 1.

Interprétation des résultats
Les résultats obtenus suite aux prélèvements témoignent de l'exposition des salariés dans les conditions de travail valables lors de l'intervention – à l'incertitude des mesures près.

- si le résultat des mesures est supérieur à la valeur limite, l'employeur doit envisager des mesures de prévention
- si les mesurages sont inférieurs à la valeur limite, l'objectif est de déterminer si la VLEP peut être dépassée, compte tenu de la variabilité de l'exposition.

Pour cela, une interprétation statistique des résultats, basée sur un certain nombre d'hypothèses, permet alors d'évaluer la probabilité de dépassement ou non de la VLEP. Plusieurs approches peuvent être utilisées pour effectuer ce diagnostic (voir Fiche Metropol A3 : Aide au diagnostic – dépassement / non-dépassement de la VLEP dans l'évaluation de l'exposition professionnelle).

1°) Approche « conventionnelle ».
En l'absence d'un nombre suffisant de données permettant de prendre en compte en particulier les fluctuations dites environnementales d'un jour à l'autre

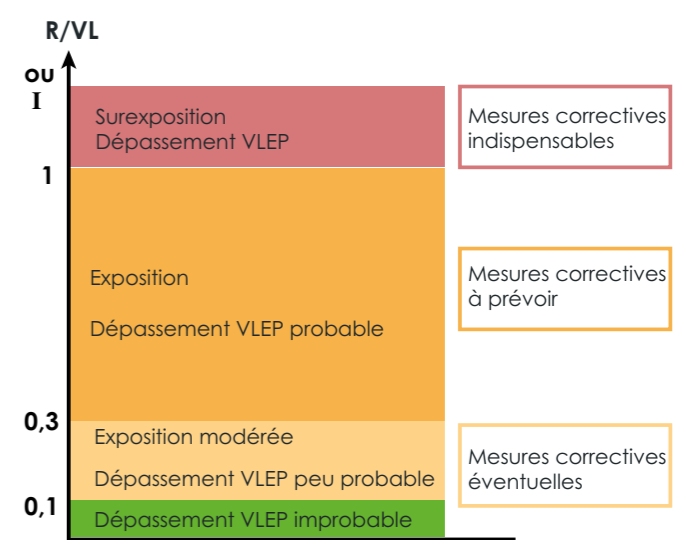
La norme EN 689 donne à titre indicatif les valeurs suivantes de probabilité de dépassement pour caractériser la situation d'exposition :

Probabilité ≤ 0,1%	Le niveau d'exposition est nettement inférieur à la valeur limite. Il n'est pas nécessaire de procéder à d'autres mesurages, en dehors des contraintes réglementaires, si le procédé de fabrication n'est pas modifié.
0,1% < Probabilité ≤ 5%	L'exposition semble inférieure à la valeur limite mais il est nécessaire de confirmer cette situation par la mise en place de mesurages périodiques.
5% < Probabilité	La probabilité de dépasser la valeur limite est trop importante. Des mesures correctives doivent être appliquées pour réduire le niveau d'exposition. On devra ensuite procéder à de nouveaux mesurages pour évaluer la situation corrigée.

Ces probabilités peuvent être calculées à partir d'une série de résultats de mesurages d'exposition (R). Cette procédure d'analyse statistique a été reprise dans des logiciels, notamment dans le logiciel Altrex Chimie, permettant d'effectuer directement les calculs nécessaires.
En première approximation, on peut considérer que les bornes de probabilité de 0,1 et 5% correspondent aux bornes de fraction 0,1 VME et 0,3 VME. Ces valeurs permettent d'harmoniser l'approche conventionnelle avec l'approche probabiliste.
Dans le cas d'une exposition simultanée à plusieurs solvants qui ont des effets toxiques semblables, il est nécessaire de calculer un indice d'exposition I :
 $I = \sum (xi/VMEi)$
où xi désigne la concentration de chacune des substances affectée à une valeur limite VMEi.
La valeur I obtenue sera comparée à la valeur limite d'exposition du mélange qui est de 1. On diagnostique une surexposition si I > 1.

et à l'intérieur du groupe d'exposition homogène, une évaluation basée sur l'écart des résultats d'exposition avec la VME rend nécessaires des dispositions de prévention lorsque le résultat d'exposition dépasse 0,3 VME. On suppose que si un mesurage est supérieur à 0,3 VME, la probabilité est forte qu'une mesure ultérieure dépasse la VME. La comparaison à la valeur de 0,3 VME peut donc permettre de tenir compte des fluctuations environnementales lorsque l'on ne dispose pas de suffisamment de mesures.

2°) Approche probabiliste.
Cette approche est fondée sur des principes statistiques (calcul de la probabilité de dépassement de la valeur limite) et est particulièrement adaptée à des situations stables ou répétitives. Elle nécessite d'établir une stratégie de prélèvement basée notamment sur un nombre suffisant de mesurages pour être représentative de l'activité au poste de travail.



Références :

Décret 2012-746 du 9 mai 2012 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques

Arrêté du 9 mai 2012 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle indicatives pour certains agents chimiques

Décret n°2009-1570 du 15 décembre 2009 relatif au contrôle du risque chimique sur les lieux de travail.

Arrêté du 15/12/2009 relatif aux contrôles techniques des valeurs limites d'exposition professionnelle sur les lieux de travail et aux conditions d'accréditation des organismes chargés des contrôles.

Fiche Metropol A1 : Stratégie d'évaluation de l'exposition et comparaison aux valeurs limites.

Fiche Metropol A3 : Aide au diagnostic – dépassement / non-dépassement de la VLEP dans l'évaluation de l'exposition professionnelle.

Norme EN 689 – Atmosphères des lieux de travail. Conseils pour l'évaluation de l'exposition aux agents chimiques aux fins de comparaison avec des valeurs limites et stratégie de mesure. Février 1995.

Logiciel Altrex. Base de données Metropol.

Téléchargeable sur «<http://www.inrs.fr>»

Mesures complémentaires

Parallèlement à ses obligations de faire procéder à un mesurage au moins annuel par un organisme accrédité lorsqu'il y a mise en œuvre d'ACD ou CMR affectés de valeurs limites contraignantes ou indicatives réglementaires, le chef d'entreprise doit :

- procéder de façon régulière aux mesures de concentration des agents cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (R. 4412-76 du code du Travail) ;
- installer des systèmes d'alarme et autres systèmes de communication, afin de permettre, en cas d'accident, d'incident ou d'urgence dûs à la présence d'agents chimiques dangereux sur le lieu de travail : une réaction appropriée, la mise en œuvre immédiate des mesures qui s'imposent et le déclenchement des opérations de secours, d'évacuation et de sauvetage (R 4412-33 du code du Travail).

6.3.2 - Contrôle de l'atmosphère

Afin d'éviter tout risque pour le salarié (anoxie, asphyxie, intoxication, ...), la connaissance de la teneur en gaz (voire en oxygène) dans une atmosphère peut être nécessaire. C'est particulièrement essentiel lors de certaines opérations :

- intervention occasionnelle de salariés dans un espace pollué (présence de gaz toxique) ;
- intervention de salariés dans un espace confiné (manque d'oxygène) ;
- utilisation de matériel électrique dans une zone Atex (présence de gaz inflammable).

Selon les résultats recherchés, les mesures pourront être effectuées avec un appareil choisi dans les types suivants :

- l'explosimètre, qui mesure le % LIE (voir ED116) ;
- l'oxygénomètre, qui mesure la teneur en oxygène, souvent couplé à l'explosimètre ;
- le détecteur de gaz à lecture directe, qui fournit en temps réel l'indication de la concentration de gaz dans l'atmosphère d'un local (voir ED894 – ED952).

Chaque appareil est spécifique pour le (ou les) gaz indiqué(s) par le constructeur et pour lequel l'appareil a été étalonné. Le bon fonctionnement doit être régulièrement contrôlé avec un gaz étalon.

Il est indispensable de respecter les plages d'utilisation préconisées par le constructeur (chaleur, humidité, pression,...) - paramètres qui peuvent aussi influencer la mesure.

6.4 - Protection individuelle des salariés

Lorsque la mise en œuvre des moyens de protection collective n'est pas possible, ou si celle-ci s'avère insuffisante, le chef d'entreprise doit pourvoir à la protection de ses salariés par la fourniture gratuite de moyens de protection individuelle. Ceux-ci sont définis comme «des dispositifs ou des moyens destinés à être portés ou tenus par une personne en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles de menacer sa sécurité ainsi que sa santé».

Ces équipements doivent être adaptés aux voies de pénétration dans l'organisme, au niveau de protection à obtenir, à la nature des produits et à l'activité du salarié. Des informations pour choisir la protection la plus adaptée figurent sous la rubrique 8 de la FDS. La protection doit être choisie avec l'aide du médecin du travail et soumise à l'approbation des salariés.

Il est de la responsabilité de l'entreprise de s'assurer du port effectif par les salariés de ces moyens de protection.

En outre, l'employeur doit fournir aux salariés des vêtements de protection individuelle et veiller à leur entretien, que ce soit par l'entreprise elle-même ou une société extérieure qui doit alors être informée des risques (R 4412-72, 73 et R 4412-19 du code du Travail)



6.4.1 - Protection cutanée

Les solvants ont une affinité pour la couche grasse protectrice de l'épiderme et peuvent entrer dans l'organisme par la voie cutanée. La pénétration est facilitée lorsque la peau est lésée ou desséchée, beaucoup de solvants ayant en outre la propriété d'assécher la peau.

La protection cutanée comprend :

- la protection des mains (gants) ;
 - la protection de l'ensemble du corps (vêtements de travail, chaussures ou bottes). ED 127
- Sans oublier la protection du visage et des yeux (écran, lunettes,...).

Tableau indicatif de résistance chimique des gants de protection (ED 112)

Famille de produits chimiques	Latex	Nitrile	Néoprène®	PVC	PVA	Butyle	Fluorés: Téflon®, Viton®	Matériaux multicouches
Acides carboxyliques			X			X	X	X
Aldéhydes						X	X	X
Alcools primaires		X				X	X	X
Cétones						X		X
Hydrocarbures aliphatiques		X			X		X	X
Hydrocarbures aromatiques					X		X	X
Hydrocarbures chlorés					X		X	X
Solutions aqueuses	X	X	X	X		X	X	X

X : gants compatibles avec les substances indiquées

Le logiciel PropecPo disponible sur le site de l'INRS permet de choisir les matériaux les mieux adaptés pour la protection cutanée notamment contre les solvants et les mélanges de solvants.

Quelles que soient la composition et la qualité du gant, le produit chimique le traversera après un temps appelé « temps de perméation ». C'est une donnée que le fabricant doit pouvoir fournir au client. Il peut être de quelques secondes pour des gants inadaptés.

Attention, il y a plus de risques à :

- réutiliser des gants à usage unique (on ne sait pas quel côté a été imprégné et on risque de mettre la peau directement en contact avec le produit) ;
- utiliser des gants fissurés ou percés (le contact avec le produit est prolongé puisque les mains «baignent» littéralement toute la journée dans le solvant).

NB : Les crèmes barrières ne sont pas des équipements de protection individuelle (EPI) ; elles sont parfois utilisées comme tels sans toutefois apporter la protection escomptée. Elles peuvent occasionner, en revanche, des « défauts de qualité » par des traces de « corps gras » laissées sur les objets. Les crèmes barrières sont déconseillées lors de l'utilisation des solvants.

6.4.2 - Protection respiratoire

La protection respiratoire est apportée par l'utilisation de masques dits APR (Appareil de Protection Respiratoire).

Il existe deux types de protection : les appareils fil-

trants ou les appareils isolants. Le choix de l'un ou l'autre est guidé par la qualité de l'atmosphère de travail et par la nature des travaux à effectuer sous protection respiratoire. Ainsi, les appareils filtrants ne doivent pas être utilisés pour ne pas mettre en danger la vie des salariés, lorsque l'air ambiant présente au moins l'une des conditions suivantes :

- taux d'oxygène est inférieur à 17% ;
- présence de monoxyde et/ou dioxyde de carbone (CO – CO₂) ;
- concentration en produit toxique 60 fois supérieure à sa VLEP ;
- nature des polluants inconnue.

Quel que soit le mode de protection choisi, le personnel doit être formé au fonctionnement et aux limites de la protection.

En raison de la pénibilité du port de ces protections, l'aptitude à leur port et la durée d'utilisation doivent être validées par le médecin du travail.

6.4.2.1 - Les appareils isolants

Lorsque l'air de travail présente un risque majeur, l'utilisation d'un appareil isolant alimenté en air respirable se justifie pleinement.

L'air approvisionnant ces appareils peut provenir :

- de bouteilles d'air comprimé respirable, (il s'agit d'un équipement de protection autonome) ;
- d'un système d'adduction d'air comprimé, (l'air provient d'un compresseur et est délivré après purification).

Ces appareils sont notamment préconisés lorsque les conditions d'utilisation des appareils filtrants sont dépassées : incendie, intervention dans une cuve de fermentation, travail dans un égout, pollution très importante ou très dangereuse (amiante), ...

6.4.2.2 - Les appareils filtrants

Ils filtrent l'air ambiant contaminé afin d'éviter l'inhalation de poussières, aérosols, gaz et vapeurs délétères pour la santé.

Parmi les appareils filtrants, peuvent être distingués :

- les demi-masques filtrants contre les particules, contre les gaz ou contre les gaz et particules ;
- les masques complets, demi-masques ou quarts de masques munis de cartouches filtrantes ;
- les appareils filtrants à ventilation assistée.

Certains masques peuvent être à usage unique : ils doivent être jetés après utilisation, quelle qu'en soit la durée. D'autres masques sont équipés de car-

touches dont la nature est à mettre en adéquation avec le polluant. Les périodicités de changement de ces cartouches dépendront alors du niveau de protection, de la charge en polluant, de la durée d'utilisation, ...

La classe du masque indique son niveau d'efficacité. Certains fabricants précisent l'efficacité en nombre de fois la VME en s'octroyant une marge de sécurité.

Dans le cas où il y a une pollution combinée de vapeurs et de particules ou aérosols, il convient d'associer deux types de filtres (par exemple A2P2) Pour les masques protégeant contre les particules et aérosols, on trouve les indications suivantes :

Le tableau suivant donne les codes couleurs et les indications de ces cartouches.

TYPE	CODE COULEUR	PROTECTION CONTRE	EXEMPLES DE PRODUITS(*)
P	Blanc	Particules, aérosols solides et liquides	Amiante, cadmium, hydroxyde de sodium...
A	Marron	Gaz et vapeurs organiques à point d'ébullition > 65°C	Xylène, toluène...
B	Gris	Gaz et vapeurs inorganiques	Chlore, sulfure d'hydrogène...
E	Jaune	Dioxyde de soufre et autres gaz et vapeurs acides	Dioxyde de soufre, acide chlorhydrique
K	Vert	Ammoniac et dérivés organiques spécifiés	Ammoniac, méthylamine...
AX	Marron	Gaz et vapeurs organiques à point d'ébullition < 65°C	Acétone, butane...
SX	Violet	Gaz et vapeurs organiques spécifiés par le fabricant	
NOP3	Bleu Blanc	Oxydes d'azote (NO NO ₂ NO _x)	
HgP3	Rouge Blanc	Mercurie	
ABEK		Antigaz multi-types	

(*) pas de spécifications normatives à ce sujet, ce sont des données précisées par les fabricants.

NB : Il peut y avoir plusieurs polluants différents. Il faut alors utiliser des cartouches combinées adaptées à chaque usage.

Lorsqu'ils ne sont pas portés, les masques doivent être rangés dans des armoires afin d'être à l'abri de toute pollution supplémentaire. C'est une condition *sine qua non* de leur efficacité. La durée de port des EPI respiratoires doit être fixée par le chef d'entreprise en accord avec le médecin du travail et le CHSCT ou les DP.

Le tableau suivant donne l'efficacité de filtration des poussières et aérosols

CLASSE	EFFICACITE MINIMALE DE FILTRATION (en%)	PROTECTION CONTRE (*)	EXEMPLE (*)
P1	80	Particules sans toxicité spécifique	Coton, graphite, carbonate de calcium, silicate de sodium...
P2	94	Aérosols solides et/ou liquides dangereux ou irritants	Poussières métalliques, laine de verre, matériaux composites, bois (sauf chêne et hêtre)...
P3	99.95	Aérosols solides et/ou liquides hautement toxiques et radioactifs, bactéries et virus	Nickel, cadmium, arsenic, silice, bois, amiante, uranium...

(*) pas de spécifications normatives à ce sujet, ce sont des données précisées par les fabricants.

6.4.2.3 - Choix d'une protection respiratoire



Critères	Appareils isolants à adduction d'air	Appareils respiratoires autonomes	Appareils filtrants
Air ambiant	Présence de substances toxiques, manque d'oxygène	Présence de substances toxiques, manque d'oxygène	Présence d'un gaz nocif connu en concentration <2%
Air respiré	Air neuf, non pollué	Air neuf, non pollué	Air filtré dans la limite des possibilités du filtre utilisé
Durée d'utilisation	illimitée	Fonction de la réserve en air respirable	Limitée et dépendante de la concentration en gaz nocif, des besoins respiratoires et de la nature du filtre
Disponibilité	Fonction de la disponibilité du réseau d'air respirable	Dépend de l'approvisionnement en bouteille d'air comprimé	Immédiate
Autonomie, mobilité	Limitée : dépend du raccordement à une bouteille ou à un réseau d'air comprimé	Bonne maniabilité, dépend du poids et de l'encombrement de l'appareil utilisé	Appareils autonomes et légers – autonomie fonction de la saturation de la cartouche et de la durée de fonctionnement du moteur si ventilation assistée.
Entretien / consommables	Masque : entretien périodique et maintenance du réseau d'air : Détendeur, filtre à eau, à poussières, flexible d'adduction et filtre à huile (dépend du compresseur)	Masque : entretien périodique Commandes de bouteilles de gaz Epreuves périodiques	Masque : entretien régulier et stockage en lieu non pollué. Cartouches filtrantes : commandes régulières adaptées au polluant. Recharge des batteries du moteur et vérification si ventilation assistée.

6.5 - Information et formation des salariés à la sécurité

L'employeur doit fournir à ses salariés l'information, la formation et les instructions nécessaires pour assurer leur sécurité et protéger leur santé (L4121-1, R4141-1 et suivants du code du Travail).

A ce titre, le chef d'entreprise doit organiser une formation pratique et appropriée à la sécurité du travail dans l'établissement, celle-ci devant être répétée périodiquement. Le médecin du travail et l'agent de sécurité, s'il existe, doivent être associés à l'élaboration de ces actions de formation, de même que les représentants du personnel.

Les bénéficiaires de cette formation sont :

- les travailleurs nouvellement embauchés ;
- les salariés qui changent de poste ou de technique ;
- les salariés qui reprennent leur activité après un arrêt de travail d'au moins 21 jours ;
- les travailleurs intérimaires ou sous CDD ;
- les salariés d'entreprises dites extérieures.

Le contenu de cette formation recouvre les informations, enseignements et instructions nécessaires devant être donnés au salarié sur :

- les conditions de circulation dans l'entreprise ;
- l'exécution de son travail (comportements et gestes les plus sûrs, si possible au moyen de démonstrations) ;
- les dispositions à prendre en cas d'accident ou de sinistre ;
- l'explication des mesures de sécurité prescrites, en fonction des risques à prévenir (modes opératoires) ;
- les risques nouveaux générés par la création ou la modification d'un poste de travail ou de technique, comprenant la manipulation et l'utilisation de produits chimiques, l'emploi de machines, etc.

En matière de risque chimique (agents chimiques dangereux et CMR), l'employeur doit particulièrement fournir des informations actualisées sur les agents chimiques dangereux se trouvant sur le lieu de travail, sur les précautions à prendre, les consignes relatives à l'hygiène et à l'utilisation des EPI. Il doit établir une notice de poste pour chaque poste ou situation de travail exposant les travailleurs à ces agents chimiques dangereux (articles R4412-38 et -39, 4412-86 et suivants du code du Travail).

Par ailleurs, l'arrêté du 04/11/1993 modifié réglemente la signalisation de sécurité ou de santé sur le lieu de travail. Elle peut prendre la forme selon le cas d'un panneau, d'un code couleur ou d'un signal lumineux ou acoustique.

Ces actions de formation sont considérées comme du temps de travail et s'effectuent pendant l'horaire normal de travail, et sur les lieux de travail (ou à défaut dans les conditions équivalentes).

6.6 - Pénibilité au travail

La pénibilité au travail est définie par une exposition à un ou plusieurs facteurs de risques professionnels susceptibles de laisser des traces durables, identifiables et irréversibles sur la santé.

La loi du 9 novembre 2009 portant réforme des retraites définit des facteurs de risques professionnels conduisant à la pénibilité au travail.

Les agents chimiques dangereux, y compris les poussières et fumées, font partie des facteurs réglementaires de pénibilité liés à l'environnement physique agressif.

Le dispositif de réduction de la pénibilité au travail s'articule selon les quatre axes suivants : le diagnostic, la prévention, la traçabilité et la compensation

6.6.1 - Le diagnostic

Il consiste à identifier les postes de travail et les salariés concernés par les facteurs de risques répondant aux critères de pénibilité. Le résultat et le mode de calcul des effectifs exposés et des conditions d'exposition doivent être annexés au Document Unique d'évaluation des risques.

6.6.2 - La prévention de la pénibilité

Elle s'impose à toutes les catégories d'entreprises, quelle que soit leur taille. Elle concerne à la fois la réduction des expositions, l'adaptation des postes de travail, des horaires, le développement des compétences, l'aménagement des fins de carrières, le maintien en activité. Les entreprises de plus de 49 salariés dont au moins 50% de l'effectif est exposé

à un facteur de pénibilité sont en outre soumises à une obligation de négocier un accord ou d'élaborer un plan d'actions sur la prévention de la pénibilité selon des règles précisées par décret.

6.6.3 - Traçabilité des expositions professionnelles

La traçabilité vise à établir une fiche de prévention des expositions pour chaque salarié exposé à un ou plusieurs des facteurs de risques retenus pour définir la pénibilité, donc susceptibles de laisser des traces durables, identifiables et irréversibles pour la santé.

L'employeur doit consigner dans cette fiche :

- les conditions habituelles d'exposition du travailleur ;
- la période au cours de laquelle cette exposition est survenue ;
- les mesures de prévention mises en œuvre pour faire disparaître ou réduire ces facteurs durant cette période.

Cette fiche individuelle est régulièrement mise à jour, elle ne doit pas être confondue avec le Document Unique qui concerne l'évaluation de tous les risques dans l'entreprise. Elle remplace les fiches et attestations d'exposition précédemment mises en place.

La fiche de prévention des expositions à certains facteurs de risques professionnels est communiquée au service de santé au travail et complète le dossier médical du salarié.

Une copie de cette fiche est remise au travailleur à son départ de l'établissement ou en cas d'arrêt de travail d'au moins trente jours suite à un accident du travail ou une maladie professionnelle ou d'au moins trois mois dans les autres cas.

6.6.4 - La compensation

Ce dispositif permet un départ en retraite à 60 ans au taux plein sous certaines conditions. D'autres mesures de compensation ou d'allègement de la charge de travail peuvent être mises en œuvre dans l'entreprise pour les salariés exposés aux travaux pénibles qui ne peuvent interrompre leur activité.

6.7 - Hygiène des salariés

Afin d'éviter une exposition ou une contamination du salarié et de son entourage, le code du travail prévoit que l'employeur informe les salariés des mesures d'hygiène à prendre :

- ne pas fumer, ne pas boire, ne pas manger sur les lieux de travail ;
- prendre aliments et boissons dans des locaux propres, après s'être lavé le visage et les mains ;
- ne pas prendre ses repas ni sortir de l'établissement avec ses vêtements de travail ;
- ne pas emmener les vêtements de travail à l'extérieur.

Des vestiaires à double compartiment (vêtements de travail / vêtements de ville) sont recommandés dans le cadre de l'utilisation de solvants.

**Attention à ne pas stocker des aliments au voisinage de produits chimiques.
Dédier les réfrigérateurs à un usage exclusif : soit alimentaire, soit produits chimiques.**

L'employeur doit obligatoirement prendre en charge le nettoyage des vêtements de travail en cas d'exposition à des agents chimiques dangereux (R. 4412-72 et R. 4412-19 du code du Travail), afin d'éviter une contamination possible de l'entourage du salarié.

Conseils pratiques liés au nettoyage des vêtements par une société spécialisée :

- l'employeur est tenu d'avertir la société de nettoyage des agents chimiques dangereux auxquels pourraient être exposés ses salariés.
- l'employeur doit s'assurer que les propriétés spécifiques des vêtements de travail résistent aux lavages (propriétés antistatiques, étanchéité, résistance aux acides,...).

La mise à disposition de douches lors de la réalisation de « travaux salissants » est prévue dans le code du travail (R. 4228-8 du code du Travail). La liste de ces travaux salissants est fixée par l'arrêté du 23 juillet 1947 modifié.

L'employeur est, par ailleurs, tenu de faire procéder à un nettoyage régulier des sols, murs et surfaces susceptibles d'être contaminés.



6.8 - Aspect médical

6.8.1 - Surveillance médicale

A l'embauche, un travailleur ne peut être affecté à des travaux l'exposant aux solvants qui présentent un risque pour la santé (ACD ou CMR) que s'il a fait l'objet d'un examen préalable par le médecin du travail. A l'issue de cet examen, le médecin du travail doit établir une fiche d'aptitude attestant que le salarié ne présente pas de contre-indication médicale à ces travaux.

Le chef d'entreprise communique au service de santé au travail les résultats de l'évaluation des risques ainsi que la fiche de prévention des expositions à certains facteurs de risques professionnels mise à jour. La plupart des solvants, étiquetés ou non, nécessitent une surveillance médicale renforcée pour les salariés exposés, qu'il s'agisse :

- d'agents chimiques dangereux (très toxiques, toxiques, nocifs, corrosifs, irritants, sensibilisants) ;
- d'agents CMR avérés ;
- ou d'autres produits pour lesquels l'évaluation des risques a conclu à un risque « non faible ».

Cette surveillance renforcée comprend des examens médicaux périodiques renouvelés au moins annuellement qui permettent au médecin du travail de juger de la fréquence et de la nature des examens complémentaires (analyses biologiques) à prescrire. Rares sont en effet les arrêtés fixant un protocole médical d'instructions techniques aux médecins du travail, précisant la nature des examens complémentaires ou la fréquence des examens cliniques : benzène, peinture ou vernissage par pulvérisation, substances susceptibles de provoquer une lésion maligne de la vessie.

Pour plus d'information concernant les produits disposant d'une biométrie, le médecin de travail peut consulter la base de données « Biotox » sur le site de l'INRS.

6.8.2 - Personnel particulier

Le code du travail renforce la protection de certaines catégories de personnel, notamment parce qu'ils sont particulièrement sensibles aux agents chimiques dangereux (et/ou CMR), ou en raison d'un suivi médical plus difficile à mettre en œuvre. Cette protection passe par des interdictions d'emploi de ces salariés à certains travaux et/ou par une formation accrue des salariés aux risques.

6.8.2.1 - Femmes enceintes

ED889

En raison d'effets importants pour le développement de l'enfant, l'exposition des femmes enceintes et allaitantes à certains agents chimiques dangereux est interdite. Il s'agit notamment de l'exposition aux reprotoxiques et au benzène (article D. 4152-10 du code du Travail). Elles ne peuvent donc être affectées ou maintenues à des postes de travail les exposant à ces produits.

Les femmes en âge de procréer doivent être particulièrement sensibilisées aux risques reprotoxiques afin de prévenir tout effet néfaste dès la conception. Elles sont incitées à déclarer leur grossesse au plus tôt et, dès cette déclaration, l'employeur est tenu de trouver une solution de reclassement ou une autre solution avec garantie de rémunération.

Elles bénéficient d'une surveillance médicale renforcée pendant 6 mois après l'accouchement (R. 4251-1 du code du travail)

6.8.2.2 - Travailleurs temporaires

En raison d'un suivi médical plus difficile, le code du Travail interdit l'exposition des salariés temporaires ou en CDD à certains agents chimiques dangereux, solvants en particulier (tels que : chlorométhane, au tétrachloroéthane, tétrachlorométhane article D. 4154-1 du code du Travail).

Afin d'améliorer le suivi de ces travailleurs, un accord de branche étendu prévoit désormais qu'ils pourront être suivis par le médecin du travail de l'entreprise utilisatrice qui connaît mieux les risques auxquels ils sont exposés. Ainsi :

- le médecin du travail de l'entreprise utilisatrice est chargé de la surveillance médicale renforcée ;
- le médecin du travail de l'entreprise de travail temporaire assure la surveillance médicale « de base ». Il détient le dossier médical du travailleur et a une vision d'ensemble du suivi médical et de l'exposition du travailleur temporaire ; il est informé du résultat des examens pratiqués par le médecin du travail de l'entreprise utilisatrice.

Conseil pratique :

Les salariés intérimaires doivent disposer des Fiches de prévention des expositions pour chaque mission, quelle qu'en soit la durée. Si en pratique, il est difficile d'obtenir les attestations pour chaque mission, elles doivent être exigées a minima pour les plus exposantes ou pour les solvants les plus dangereux.

6.8.2.3 - Jeunes travailleurs de moins de 18 ans

Le code du Travail interdit l'exposition des jeunes de moins de 18 ans à des agents chimiques dangereux et/ou CMR dont les effets sur leur santé peuvent être amplifiés en raison de leur immaturité physique.

Il s'agit en l'occurrence de produits chimiques dangereux par leur causticité ou leur toxicité.

Les articles D. 4153-25 et suivants donnent la liste des travaux exposant à des substances chimiques et interdites aux jeunes travailleurs de moins de 18 ans.

Cette interdiction concerne notamment les travailleurs comme les stagiaires et les étudiants qui ne peuvent pas être affectés à des postes les exposant :

- au tétrachloroéthane ;
- au tétrachlorométhane ;
- au chlorure de vinyle monomère ;
- au benzène (sauf dans des cas spécifiques liés à leur formation professionnelle) ;
- aux hydrocarbures aromatiques.

Une autre interdiction vise les jeunes travailleurs âgés de moins de seize ans qui ne doivent pas être employés au service des cuves, bassins, réservoirs ou récipients de toute nature contenant des liquides, gaz ou vapeurs inflammables, nocifs, toxiques ou corrosifs.

Conseils pratiques aux étudiants :

Des dérogations doivent être demandées par l'établissement enseignant auprès des services de l'inspection du travail pour l'utilisation de certains solvants dangereux.

Ces dérogations nécessitent, pour être accordées, une bonne maîtrise des risques par la mise en place de moyens de protections collectifs et individuels, mais également, et surtout, par une formation et une information adaptées et actualisées des étudiants.



Chapitre 7

Avez-vous mis en place un plan d'actions ?

Mesures de prévention liées à l'utilisation des solvants



>> 7 - Mesures de prévention liées à l'utilisation des solvants

Si vous n'avez pas réussi à substituer les solvants, ni à supprimer les risques inhérents à leur utilisation, ce chapitre indique sous forme de tableaux, en fonction des opérations réalisées, les risques pouvant en découler et les exemples de mesures de prévention pouvant être mises en oeuvre.

7.1 - Livraison en vrac

Ce mode de livraison concerne les produits à grande consommation.

Opérations	Risques	Prévention
Dépotage du camion-citerne vers des cuves de stockage, ... Déstockage vers le point d'utilisation	Déversement accidentel par rupture (tuyaux, brides, raccords, ...) entraînant pollution et projections.	Transfert par gravité ou pompage, le transfert par air comprimé doit être prohibé (note technique 03-2 CRAM BFC). Stockage et dépotage sur rétention. Surveillance et entretien périodique du matériel. Équipement de protection individuelle, douches et fontaines oculaires à proximité (hors gel). Moyens d'alerte. Formation et information du personnel
	Incendie/explosion	Canalisations mises à l'équipotentiel dans le cas de transfert de produits inflammables. Matériel électrique de classe adaptée (voir document INRS ED 945).
	Intoxication par les vapeurs	Le transfert du ciel gazeux doit être assuré par un équilibrage entre les ciels gazeux des 2 citernes, sinon les vapeurs de solvant doivent être piégées avant rejet à l'extérieur
	Mélange de produits incompatibles	Étiquetage des canalisations et des raccords. Prise d'échantillons pour identification des substances

7.2 - Livraison en emballages unitaires

Les produits livrés sont conditionnés dans des emballages pouvant varier couramment de 25 l ou kg à 1000 l (conteneurs).

Opérations	Risques	Prévention
Réception et stockage	Rupture d'emballage du fait de sa fragilité ou de sa manutention	Stockage et dépotage sur cuvette de rétention. Vérification de l'intégrité des emballages. Moyens de manutention adaptés.
	Chute des emballages	Gerbage limité en hauteur. Solidité et stabilité des racks de stockage.
	Incendie	Systèmes de stockage appropriés Systèmes de détection et d'extinction appropriés. Éloignement des sources d'ignition. Signalisation du risque.
	Contamination du personnel par les fuites, coulures, ...	Propreté extérieure des emballages - nettoyage éventuel. Vêtements de travail et/ou de protection.
	Erreurs d'identification : risques de mélange	Présence des étiquettes.
	Intoxications par les émanations.	Ventilation des locaux.
Déstockage pour utilisation au poste de travail	Rupture d'emballage	Stockage et dépotage sur cuvette de rétention. Vérification de l'intégrité des emballages. Gestion du stockage selon le mode FIFO (First In – First Out). Moyens de manutention adaptés.

7.3 - Manutention

Opération	Risque	Prévention
Soutirage - fractionnement	Erreurs d'identification	Présence des étiquettes. Reproduction des étiquettes.
	Exposition aux vapeurs, fumées, poussières...	Captage au plus près de la source d'émission.
Manutention de fûts	Lombalgies	Réduire le poids unitaire des emballages. Utiliser des moyens de manutention mécanique (pince à fût, « chèvre »...) Privilégier les systèmes de fractionnement automatique par pompage.
	Chute d'emballage, heurts	Organisation du stockage. Réduire le poids unitaire des emballages. Chaussures de sécurité.
Ouverture des emballages	Projections de produits à l'ouverture d'un emballage sous pression	Vérifier l'intégrité de l'emballage et sa température avant ouverture. Ouvrir progressivement les emballages.
Transvasement produit	Projections de produit lors du transvasement manuel	Privilégier les systèmes de fractionnement automatique. Nettoyage ou vidange des flexibles après chaque utilisation. Vérification périodique des flexibles utilisés. Porter ses EPI (bottes ou chaussures de sécurité, gants, lunettes ou écran facial, tablier de protection, vêtements de travail spécifiques,...). Douches et fontaines oculaires à proximité.
Transfert de produits solvantés	Formation d'électricité statique pendant le transfert et explosion	Assurer la continuité électrique des installations (à vérifier périodiquement). Inertiser les installations. Transvaser via un tube plongeur.

7.4 - Utilisation

Opération	Risque	Prévention
Toutes opérations	Tous	Limiter les quantités au poste de travail. Signaliser les utilisations de solvant (panneaux de sécurité). Limiter l'accès aux ateliers concernés.
Mise en peinture	Inhalation de vapeurs nocives	Substituer les produits dangereux par des substances moins dangereuses. Travailler dans une cabine de peinture ventilée (voir ED839) Porter des équipements respiratoires adaptés.
Synthèse chimique	Installation non étanche – inhalation de vapeurs nocives	Vérification périodique de l'étanchéité de l'installation, des systèmes d'alarme détectant les fuites. Travailler de préférence sous dépression. Faire un test de l'installation avant la mise en marche.
Tout type d'opération	Inflammation - explosion	Eviter les sources d'ignitions. Mettre à la terre tous les équipements. Ne pas verser les solvants en pluie, mais utiliser un tube plongeur. Inertiser le réacteur. Prévoir des dispositifs de prévention dès la conception Ex : arrête-flammes, disques de rupture... Prévoir un plan d'intervention en cas d'accident.
Introduction d'azote pour inertage	Erreur de fluide (air comprimé) pouvant conduire à une explosion	Equiper les canalisations d'azote et d'air comprimé avec des raccords différents (détrompeur).
Distillation	Formation de peroxydes	Lors de la distillation de solvants oxygénés, ne pas mettre les résidus à sec.

7.5 - Nettoyage

Opération	Risque	Prévention
Nettoyage manuel	Intoxication respiratoire Contact cutané	Travailler dans un endroit correctement ventilé à défaut porter des équipements respiratoires adaptés. Utiliser des outils de nettoyage pour déporter le risque (pinceaux, brosses,...) avec une protection adaptée en raison de la formation aérosols. Porter des gants adaptés : ceux mentionnés dans la FDS. Ne JAMAIS pénétrer dans un équipement en présence de vapeurs de solvant (zone 0).
	Incendie / explosion	Utiliser des détecteurs, notamment pour pénétrer dans les endroits confinés Utiliser des équipements et outils adaptés et antidéflagrants.
Stockage des chiffons imbibés	Inflammation intoxication	Stocker les chiffons imbibés de solvant dans une poubelle fermée / ventilée et les évacuer le plus rapidement possible.

7.6 - Espaces confinés et inertage

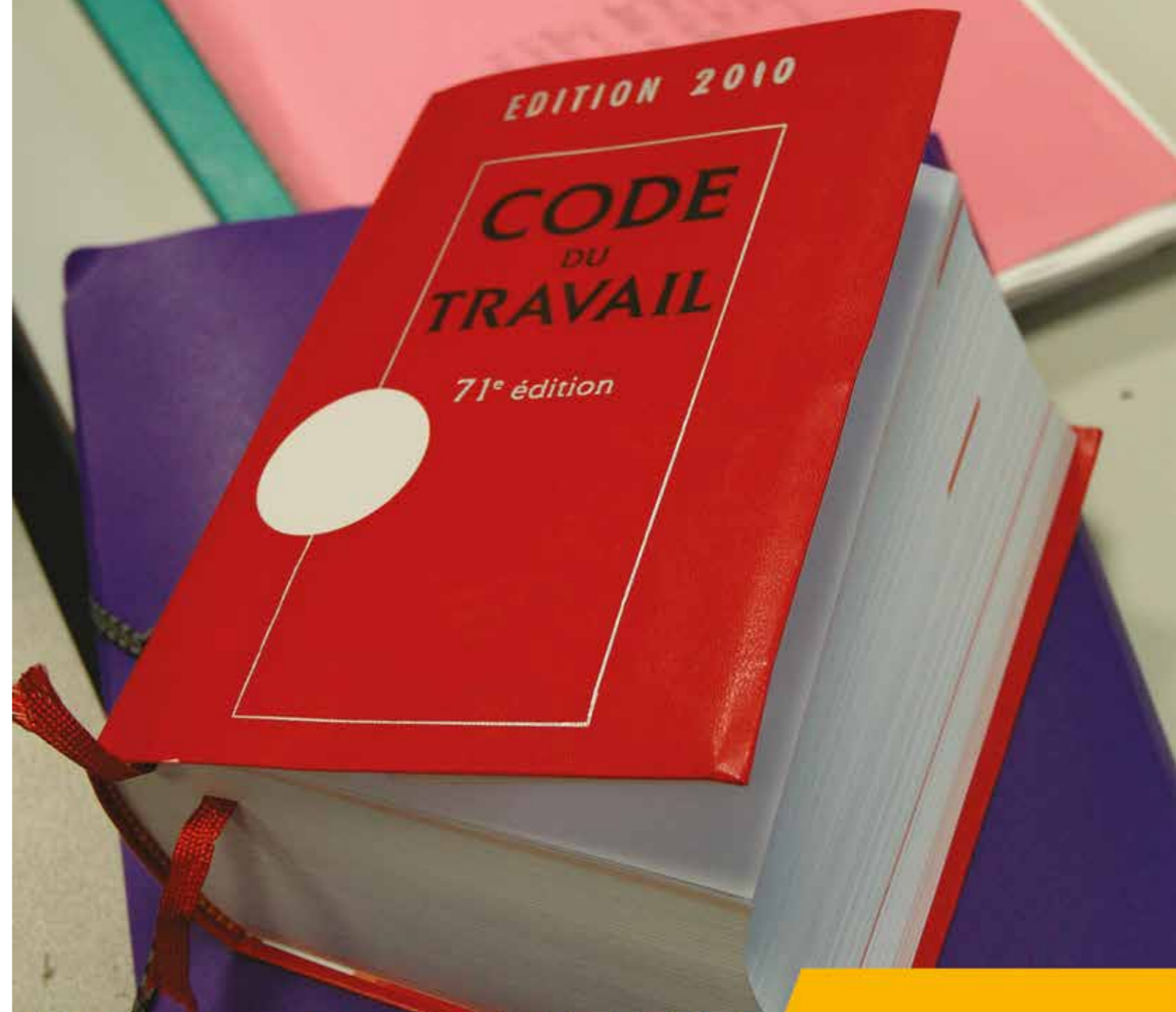
Opération	Risque	Prévention
Tout type d'opération dans les espaces confinés	Anoxie	Equiper les locaux de mesures du taux d'oxygène. Ne JAMAIS pénétrer dans des équipements inertés. Eviter les situations de travailleurs isolés.
	Intoxication respiratoire Lésions cutanées	S'assurer qu'il n'y a pas de restes de produits dans les installations. Ventiler l'espace de travail. Utiliser des vêtements et des équipements de protection adaptés
	Incendie / explosion	Mettre à la terre des équipements et utiliser des outils adaptés. Utiliser des détecteurs.

7.7 - Traitement des déchets

Opération	Risque	Prévention
Evacuation des déchets	Pollution environnementale	Séparer les déchets contenant des solvants de ceux sans solvant.
		Etiqueter correctement tous les contenants
		Les traiter dans une filière adaptée

7.8 - Opérations de maintenance

Opération	Risque	Prévention
Réparations	Intoxication respiratoire Contact cutané	S'informer des produits ayant souillé l'équipement. Procéder à la vidange des équipements voire à leur nettoyage avant intervention. Respecter les procédures d'intervention.
Découpe, soudage	Explosion	Rincer correctement les équipements ayant contenu des solvants.



Chapitre 8

Connaissez-vous les réglementations liées aux solvants ?

Codes du Travail, de l'environnement, de la santé publique, autres codes



>> 8 - Réglementations applicables

Les différents textes qui s'attachent à réglementer l'utilisation de solvants appartiennent principalement aux 3 codes suivants :

- le code du Travail,
- le code de l'Environnement,
- le code de la Santé publique.

8.1 - Le code du travail

8.1.1 - Présentation générale du code du Travail

Le code du Travail établit les règles régissant le droit au travail tant dans les aspects « contrat de travail » que santé/sécurité au travail. Il s'applique, en principe, aux employeurs et aux salariés.

De nombreux items sont en relation avec l'utilisation de solvants :

- la conception et l'utilisation des locaux de travail, notamment en ce qui concerne les installations électriques en lien ou non avec la prévention des risques d'incendies et d'explosions (évacuations incluses), l'aération des locaux et le captage des émanations au poste de travail, les équipements de travail (machines et équipements de protection), ...
- la prévention des risques particuliers que sont le risque chimique, le risque CMR et le risque biologique, ...

8.1.2 - Obligations pour préserver la santé des salariés

8.1.2.1 - Obligation de l'employeur

Le code du Travail fait obligation au chef d'établissement de prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs de l'établissement (article L. 4121-1). Ces mesures comprennent « des actions de prévention des risques professionnels, des actions d'information et de formation et la mise en place d'une organisation et de moyens adaptés ». Elles découlent des principes généraux de prévention qui se déclinent comme suit :

- 1 - Eviter les risques ;
- 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, 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. (article L. 4121-2).

Ces principes de prévention sont applicables et déclinables pour tous les risques (risque biologique, risque explosion, risque chimique, risque rayonnements ionisants, vibrations, manutention de charges, bruit, ...).



8.1.2.2 - Obligation du salarié

« Il incombe à chaque travailleur de prendre soin, en fonction de sa formation et selon ses possibilités, de sa santé et de sa sécurité ainsi que de celles des autres personnes concernées par ses actes ou ses omissions au travail » (article L. 4122-1).

C'est l'employeur qui donne au salarié les instructions nécessaires à cette obligation. Ces instructions peuvent reposer sur des actions de formation, d'information, de notices aux postes de travail, ...

8.1.2.3 - Responsabilités réciproques

En matière d'accident du travail ou de maladie professionnelle, le salarié peut faire reconnaître la faute inexcusable de son employeur qui est tenu, envers le salarié, à une obligation de sécurité de résultat au titre de sa responsabilité. Le manquement à cette obligation a le caractère d'une faute inexcusable lorsque l'employeur avait ou aurait dû avoir conscience du danger auquel était exposé le salarié, et qu'il n'a pas pris les mesures pour l'en préserver. Pour engager la responsabilité de l'employeur, la faute inexcusable de celui-ci doit simplement être une cause « nécessaire » à l'accident, mais pas forcément déterminante.

Lorsque la faute inexcusable de l'employeur est reconnue, le salarié peut obtenir :

- la majoration de sa rente d'invalidité pouvant aller jusqu'au plein salaire ;
- la réparation de ses préjudices divers (*praetium doloris*, préjudice d'agrément, préjudice esthétique, préjudice professionnel...).

La faute inexcusable du salarié, plus exceptionnelle, est la faute volontaire, d'une exceptionnelle gravité, par laquelle le salarié s'expose sans raison valable à un danger dont il aurait dû avoir conscience.

La faute simple du salarié qui a concouru à l'accident du travail n'exonère jamais l'employeur de sa responsabilité et n'interdit pas la demande de réparation au titre de la faute inexcusable.

8.1.3 - Document unique d'évaluation des risques

L'évaluation des risques est la première étape pour la prévention du risque, qu'il soit chimique, CMR ou autre.

Elle permet de mettre en évidence les risques identifiés dans chaque unité de travail de l'entreprise ou de l'établissement auxquels les salariés peuvent être exposés et les moyens de prévention mis en œuvre dans l'entreprise pour éviter ces risques ou en diminuer l'impact sur la santé et la sécurité des salariés. Elle doit donc suivre les évolutions de l'entreprise, à travers une mise à jour régulière et au minimum annuelle, et donner lieu à un plan d'actions qui prévoira la mise en place d'actions de prévention visant à réduire voire annuler toute exposition des salariés.

Les résultats de cette évaluation doivent être consignés sur un document dit "Document Unique d'Évaluation des Risques".

8.1.4 - Conception et utilisation des locaux de travail

8.1.4.1 - Lutte contre l'incendie

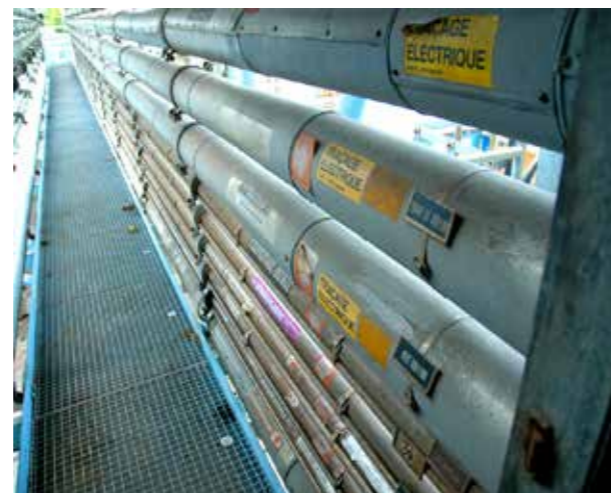
Lors de l'utilisation de solvants, compte tenu du caractère inflammable de la plupart d'entre eux, il conviendra de s'attarder en particulier sur les parties du code du travail concernant la prévention des risques « incendie et explosion », notamment.

Le code du Travail distingue :

- les dispositions concernant la sécurité et la santé que doivent observer les maîtres d'ouvrage lors de la construction de lieux de travail ou lors de leurs modifications, extensions ou transformations (articles R.4216-1 à R.4216-34) ;
- les dispositions concernant la sécurité et la santé applicables aux lieux de travail existants (articles R.4227-1 à R.4227-41 puis R.4227-51 à R.4227-57).

Pour la conception des locaux, ces dispositions visent à prévoir une construction adéquate en regard de l'activité qui y sera pratiquée et des risques - présence ou non d'étages, adéquation des locaux et des matériaux (stabilité au feu, compartimentage des bâtiments, ...) et des installations électriques des bâtiments et locaux dans lesquels sont stockées ou manipulées des matières inflammables, nombre et caractéristiques des dégagements et des dispositifs de désenfumage, dégagements et issues, dispositifs de désenfumage,... En fonction des solvants présents sur le lieu de travail, un chauffage adéquat des locaux devra être mis en place et des installations de captage, de transport et d'épuration des polluants devront permettre de limiter l'exposition respiratoire des salariés.

Si ces installations ne sont pas mises en place lors de la conception des locaux, elles devront l'être lors de leur utilisation.



Pour l'utilisation des locaux, ces règles sont prévues pour éviter la déclaration d'incendie ou d'explosion (prévention des sources d'ignition) ou en diminuer l'ampleur (conception du stockage, limitation des quantités présentes en un même lieu, alarmes et interventions, ...). En fonction des solvants présents sur le lieu de travail, des moyens d'extinction adaptés devront équiper les locaux (mise à disposition d'extincteurs, RIA), des exercices d'évacuation et d'extinction seront régulièrement organisés, en interne ou en externe selon l'ampleur possible de l'incendie ou de l'explosion. Des consignes « incendie » seront établies, suivies de la réalisation de visites périodiques du matériel, d'exercices et d'essais du matériel. Devront également être établies des règles de stockage, celles relatives à la signalisation (incendie et autres), ...

En cas de sinistre, les consignes doivent permettre une évacuation rapide et aisée des salariés, la limitation de la propagation de l'incendie et un accès depuis l'extérieur afin de circonscrire l'incendie.

ED945

NB : Les établissements industriels et commerciaux peuvent être classés « établissements recevant du public » (ERP) et/ou « immeubles de grande hauteur » (IGH) ou occuper une partie de tels établissements. Ils peuvent également être implantés dans des habitations individuelles ou collectives. Les dispositions prévues par le code du Travail ne s'appliquent pas aux immeubles de grande hauteur pour lesquels des dispositions particulières sont applicables ; elles ne font pas non plus obstacle aux dispositions plus contraignantes prévues pour les établissements recevant du public ou pour les bâtiments d'habitation.

Enfin, lorsque l'établissement est une « installation classée pour la protection de l'Environnement », les prescriptions du code de l'environnement pour la protection « incendie/explosion » sont en outre à prendre en compte.

8.1.4.2 - La réglementation Atex

Cette réglementation est issue de deux directives européennes dites « Atex » (abréviation de ATmosphère EXplosive), transposées en droit français dans le code du Travail :

- La directive n°1999/92/CE du 16/12/1999 concerne les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés aux risques d'atmosphères explosives. Elle est reprise dans le code du Travail aux articles R.4227-42 à R.4227-57.
- Cette directive complète la directive n° 94/9/CE du 23/03/1994, qui précise les exigences auxquelles

doivent satisfaire les appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosive, ainsi que les procédures d'évaluation de conformité.

L'employeur est tenu d'évaluer les risques créés ou susceptibles d'être créés par des atmosphères explosives en tenant compte au moins :

- de la probabilité que des atmosphères explosives puissent se présenter et persister ;
- de la probabilité que des sources d'inflammation, y compris des décharges électrostatiques, puissent se présenter et devenir actives et effectives ;
- des installations, des substances et préparations utilisées, des procédés et de leurs interactions éventuelles ;
- de l'étendue des conséquences prévisibles d'une explosion.

Cette évaluation se traduit par un zonage en fonction du type d'atmosphère explosive (arrêté du 8 juillet 2008)

Après évaluation du risque, l'employeur doit prendre les mesures techniques et organisationnelles appropriées au zonage sur la base des principes de prévention et dans l'ordre de priorité suivant :

- empêcher la formation d'atmosphères explosives ;
- si la nature de l'activité ne permet pas d'empêcher la formation d'atmosphères explosives, éviter leur inflammation ;
- atténuer les effets nuisibles d'une explosion pour la santé et la sécurité des travailleurs.

Ces mesures sont, au besoin, combinées et complétées avec des mesures destinées à prévenir la propagation des explosions. Elles font l'objet d'un réexamen périodique et chaque fois que se produisent des changements importants dans les conditions d'exécution du travail.

Les informations relatives à l'évaluation des risques et à la définition des mesures techniques et organisationnelles sont consignées dans un document relatif à la protection contre les explosions (DRPE), établi avant le commencement du travail en zone Atex. Ainsi, l'arrêté du 8 juillet 2003 introduit la nouvelle signalétique pour les atmosphères explosives.

Les catégories de matériels adaptés aux différentes zones Atex définies par l'employeur sont précisées dans l'arrêté du 28 juillet 2003 relatif aux conditions d'installation des matériels électriques dans les emplacements où des atmosphères explosives peuvent se présenter.

Pour plus de précisions, on se reportera utilement au guide méthodologique INRS ED 945 « mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives ».

8.1.5 - Prévention des risques particuliers.

8.1.5.1 - Prévention du risque chimique

Les principales exigences relatives à la prévention des risques chimiques, issues des articles R. 4412-1 et suivants du code du Travail, suivent rigoureusement les principes généraux de prévention énoncés plus haut et concernent, dans les grandes lignes :

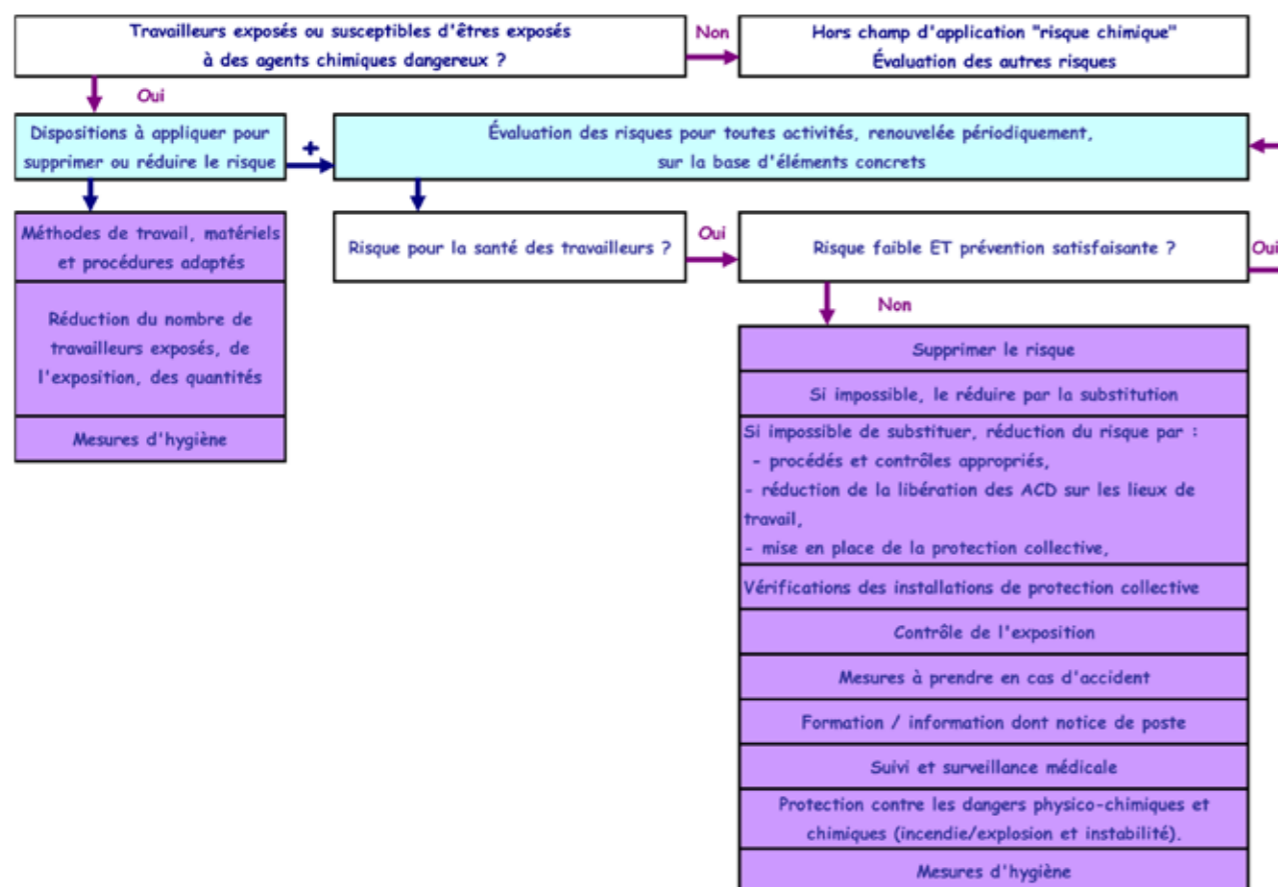
- l'évaluation du risque ;
- la prévention du risque par des méthodes de travail adaptées, la mise en place de la protection collective et, à défaut de suffisance, la protection individuelle ;
- la formation et l'information des salariés et des institutions représentatives du personnel, la surveillance médicale.

Elles sont résumées dans le schéma suivant.



8.1.5.1 - a) Prévention des risques chimiques pour les ACD non CMR

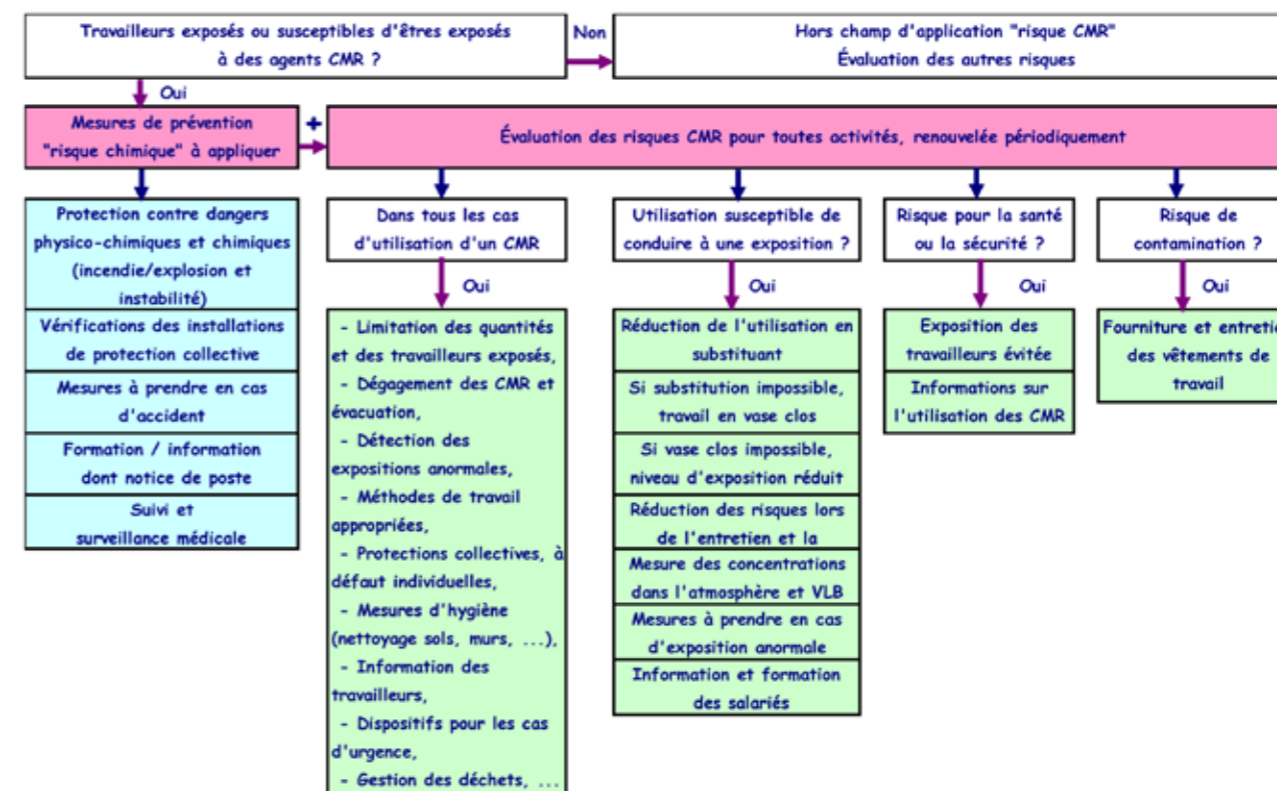
(article R.4412-1 à 58)



8.1.5.1 - b) Prévention du risque CMR – Cancérogène, Mutagène et toxique pour la Reproduction

Comme le résume le schéma suivant, la prévention du risque CMR (R.4412-59 à 93) rend obligatoire, après évaluation du risque, la réduction de l'utili-

sation des agents CMR notamment en recherchant leur substitution par un produit ou un procédé moins dangereux.



Lorsque l'utilisation du CMR est susceptible de conduire à une exposition des salariés, d'autres mesures de prévention sont à ajouter, telles que le contrôle de l'exposition, la mise en oeuvre de mesures propres au nettoyage et à la maintenance des installations, mesures à prendre en cas d'accident ou d'incident. En cas d'impossibilité technique, l'utilisation des CMR ne pourra se faire qu'en vase clos avec une surveillance particulière de son efficacité quant à la protection des salariés (herméticité pendant toutes les phases de travail, que ce soit en production, maintenance, nettoyage, ...). En cas d'impossibilité technique pour le vase clos, le niveau d'exposition des salariés devra être maintenu au niveau le plus bas possible en appliquant notamment les mesures citées dans l'article R. 4412-70 du code du Travail.

8.1.5.2 - Réglementation relative aux risques biologiques

L'utilisation de fontaine biologique de dégraissage (faisant appel aux bactéries) peut exposer les salariés à un risque biologique dont la prévention fait l'objet d'une réglementation spécifique (articles R.4421-1 à R.4427-5 du code du travail).

Cette réglementation place également au premier plan l'évaluation des risques (détermination de la nature, la durée et les conditions d'exposition des travailleurs). Elle va conduire l'employeur à éviter les risques et l'exposition aux risques ou à la réduire (en limitant le nombre de travailleurs exposés, en établissant des processus de travail limitant les risques, en les signalant, ...). Pour les risques résiduels (qui n'ont pu être évités), l'employeur devra mettre en place les moyens permettant de réduire leurs effets au niveau le plus bas possible par la mise en place de protections collectives puis individuelles et en préconisant les règles d'hygiène adaptées.

Le dispositif de prévention du risque biologique comprend en outre la formation et l'information des travailleurs ainsi qu'une surveillance médicale renforcée avec tenue d'un dossier médical.

8.1.5.3 - Réglementation liée aux équipements de travail

Les équipements de travail doivent être conçus, installés, utilisés et entretenus de manière à remplir l'obligation générale de sécurité des travailleurs incombant au chef d'entreprise.

En effet, l'utilisation de ces équipements (ou machines) peut exposer les salariés à différents risques :

- risques mécaniques dus aux éléments de transmission, aux éléments mobiles, à la mobilité des équipements (engins de chantier), au levage de charges (grues), ... avec des conséquences souvent graves pour les victimes : membres écrasés, amputations, décès, ... suite à écrasement, cisaillement, coupure, happement, entraînement, emprisonnement, chute, ... ;
- risques liés à l'énergie (risque électrique, hydraulique ou pneumatique) ;
- risques liés au bruit, aux vibrations, aux agents chimiques dangereux et émanations, aux températures extrêmes, ... ;
- risques liés aux postures contraignantes et gestes répétitifs, ...

C'est pourquoi la loi impose des règles techniques de conception et interdit de mettre en service ou d'utiliser des équipements de travail et des moyens de protection qui ne répondent pas aux exigences de sécurité.

Pour répondre aux obligations de sécurité, chaque maillon de la chaîne est mobilisé :

- **le fabricant** qui doit, lors de la conception, chercher à supprimer ou réduire le risque à la source (conception selon des règles ou normes définies pour livrer une machine « conforme ») ; mise en place de protecteurs et/ou des dispositifs de sécurité lorsque le risque ne peut être éliminé, ... ;

Le code du Travail précise pour ces équipements et moyens de protection :

- 1** - ceux visés par des obligations de conception et de construction (articles R4311-4 à R4311-7) et les règles techniques de conception (articles R. 4312-1 à -5 à R. 4312-5),
- 2** - les procédures de certification de conformité pour ces équipements, neufs ou d'occasion (articles R. 4313-1 à R.4313-18),
- 3** - la procédure permettant d'interdire ou de restreindre la mise sur le marché d'équipements non conformes ou de subordonner celle-ci à certaines conditions (R. 4314-1 à 4314-5),
- 4** - les vérifications de conformité de ces équipements, sur demande de l'inspection du Travail (articles R. 4722-5 à R. 4722-8).

- **l'installateur** qui doit mettre en service un équipement de travail permettant de conserver la conformité initiale de celui-ci (L4321-1 et -2) ;

- **le chef d'entreprise** qui doit prévoir des équipements de travail appropriés au travail à réaliser ou adaptés ainsi que des procédures pour les opérations de mise en œuvre et de maintenance. Il doit également informer les travailleurs des risques les

concernant notamment à l'aide de la notice d'instruction du fabricant et les former à une utilisation des équipements sans risque.

Il doit veiller au maintien en bon état de fonctionnement, par une maintenance et des vérifications périodiques appropriées. Différents textes sont alors à respecter, notamment :

- 1** - les règles générales d'utilisation (articles R. 4321-1 à R. 4321-5) ;
- 2** - le maintien en état de conformité (articles R. 4322-1 à R. 4322-3) ;
- 3** - l'information et la formation des travailleurs (articles R. 4323-1 à R. 4323-5) ;
- 4** - l'installation des équipements (articles R. 4323-6 à R. 4323-13) ;
- 5** - l'utilisation et la maintenance (articles R. 4323-14 à R. 4323-21) ;
- 6** - les vérifications des équipements (articles R. 4323-22 à R. 4323-28) ;
- 7** - les prescriptions techniques pour l'utilisation des équipements de travail non soumis à des règles de conception lors de leur première mise sur le marché (articles R. 4324-1 à R. 4324-45) ;

- **l'utilisateur** qui doit utiliser l'équipement pour le travail prévu, en respectant les modes opératoires sans modifier voire neutraliser les protecteurs et les dispositifs de protection existants.

8.2 - Le code de l'Environnement

8.2.1 - Présentation générale du code de l'Environnement

Dans le code de l'Environnement, l'utilisation de solvants dans l'entreprise peut être regardée sous l'angle principal de la prévention de la pollution, principalement atmosphérique. Constitue une pollution atmosphérique au sens du code de l'Environnement « l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques ».

L'utilisation rationnelle de l'énergie peut également avoir un impact sur le choix des solvants dans l'entreprise et leurs conditions d'utilisation.

8.2.2 - Protection de l'environnement

En vue de réduire les émissions de substances polluantes, différentes prescriptions seront applicables. Leur but est de limiter les émissions de COV dans l'atmosphère (émissions canalisées et dif-

fuses). Issues de l'arrêté du 2 février 1998 modifié, elles fixent des valeurs limites d'émission (VLE) qui dépendent de la catégorie du COV (donc de sa dangerosité) et du type de rejet (diffus ou canalisé). Elles sont exprimées en mg/m³ d'air rejeté d'où la nécessité d'avoir un débit réel et minimal de ventilation de 5 000 m³/h par captage à la source pour pouvoir comparer les rejets massiques de l'installation aux VLE. Différents textes seront à respecter en fonction des caractéristiques des installations :

Exigences relatives à l'émission et au captage des polluants :

Alinéa 7.a- Art. 27 - Arrêté du 2 février 1998 modifié :
- « Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m³. »

Exigences particulières relatives à l'émission et au captage des polluants les plus toxiques

Alinéa 7.c- Art. 27 - Arrêté du 2 février 1998 modifié :
- « Les substances ou préparations auxquelles sont attribuées, ou sur lesquelles doivent être apposées, les phrases de risque R 45, R 46, R 49, R 60 ou R 61. » (telles que définies dans l'arrêté du 20 avril 1994)

Il est à noter que le chef d'entreprise peut opter pour l'un des 2 choix suivants :

- **l'option « VLE »** impose à l'exploitant de respecter scrupuleusement les valeurs données par l'arrêté du 2 février 1998 modifié article 27 alinéa 7 ;
- **l'option « Schéma de maîtrise des émissions »** (SME) demande à l'exploitant de mettre en œuvre une technologie permettant de réduire les émissions de COV ou la consommation de solvant de l'installation. Elle lui permet de dépasser ponctuellement les VLE mais ne s'applique ni aux COV de l'annexe III de l'arrêté du 2 février 1998 modifié ni pour les COV de phrases de risque R 45, R 46, R 49, R 60 ou R 61 et halogénés étiquetés R 40.

Pour établir un SME, on procède en quatre étapes :

- déterminer l'installation de référence et son émission annuelle de référence (EAR) : installation sans mesure de réduction des émissions de COV ou émissions de l'installation en 2000 ;
- déterminer l'installation cible et son émission annuelle cible (EAC) : l'EAC doit être inférieure aux VLE, son calcul dépend du type d'activité de l'installation ;
- mettre en place un plan de réduction des émissions pour atteindre son EAC ;
- montrer la conformité par rapport aux objectifs fixés.

Afin d'aider les exploitants dans la réalisation de leur SME, il existe des guides de SME par domaine d'activité rédigés par les industriels et validés par

le ministère du développement durable et l'Ademe, article 27 alinéa 7.e de l'arrêté du 2 février 1998 modifié.

Si l'entreprise utilisatrice de solvants peut avoir un impact important sur l'environnement, elle devra répondre aux règles spécifiques issues de la réglementation des installations dites classées pour la protection de l'environnement (ICPE), avec différents seuils selon l'importance de cet impact.

Les déchets générés par l'utilisation des solvants devront également être traités en accord avec les prescriptions du code de l'Environnement qui s'y rapportent, et, en fonction de leur nature, seront orientés vers différentes filières de valorisation ou d'élimination.

L'information des citoyens en regard des risques présentés doit également faire partie des préoccupations du chef d'entreprise.

8.3 - Le code de la Santé publique

8.3.1 - Présentation générale du code de la Santé publique

Le code de la Santé publique fixe les règles générales d'hygiène et toute autre mesure propre à préserver la santé de l'homme, notamment en matière :

- de prévention des maladies transmissibles ;
- de salubrité des habitations, des agglomérations et de tous les milieux de vie de l'homme ;
- d'alimentation en eau destinée à la consommation humaine ;
- d'exercice d'activités non soumises à la législation sur les installations classées pour la protection de l'environnement ;
- d'évacuation, de traitement, d'élimination et d'utilisation des eaux usées et des déchets ;
- de lutte contre les bruits de voisinage et la pollution atmosphérique d'origine domestique ;
- de préparation, distribution, transport et conservation des denrées alimentaires.

A ce titre, des prescriptions relatives à ce code peuvent s'appliquer à l'utilisation de solvants. S'y ajoutent les prescriptions particulières liées aux plans nationaux de prévention des risques pour la santé liés à l'environnement, élaborés tous les cinq ans, qui prennent notamment en compte les effets sur la santé des agents chimiques, biologiques et physiques présents dans les différents milieux de vie, y compris le milieu de travail, ainsi que ceux des événements météorologiques extrêmes (articles ultérieurs non reproduits).

8.3.2 - Les produits ciblés

Sont notamment visés au titre de la santé publique l'amiante, le plomb, les rayonnements ionisants. Les solvants ne sont donc pas de prime abord concernés par ces textes, hors cas particuliers de pollution qui pourrait impacter des populations avoisinant les installations industrielles utilisant des solvants. Celles-ci étant la plupart du temps aussi des installations classées, elles répondront prioritairement aux prescriptions relatives à la protection de l'environnement, citées plus haut.

8.4 - Autres codes applicables

8.4.1 - Réglementation relative au transport

Le transport des marchandises dangereuses est particulièrement encadré (arrêté du 29/05/2009 modifié) car, aux conséquences habituelles des accidents de transport, se surajoutent les effets des produits dangereux transportés avec des conséquences humaines et environnementales pouvant être gravissimes.

Selon qu'il se fasse par air, mer, fleuve, voie ferrée ou route, différents règlements vont régir ce transport (OACI, IMDG, ADNR, RID, ADR).

C'est la réglementation ADR (Accord européen pour le transport des matières Dangereuses par Route) qui régit le Transport routier de Matières Dangereuses (TMD). Elle impose :

- des règles de construction, d'entretien et d'utilisation des véhicules transportant des matières dangereuses ;
- des épreuves de compatibilité des « emballages » de transport (allant des cartons jusqu'à la citerne) afin que les matières soient transportées de manière sûre (sans déperdition, fuites, rupture d'emballages, ...);
- des conditions spéciales pour les opérations de chargement et déchargement pour les matières dangereuses (avec des interdictions de chargement en commun, des vérifications de l'état du matériel, notamment des flexibles, ...), l'équipement des véhicules, ...

Afin de sécuriser ce transport, cette réglementation exige :

- que le conducteur soit formé et habilité au transport de ces matières dangereuses (il existe plusieurs types de formations en fonction de la matière transportée) ;
- que le véhicule soit équipé pour le transport de ma-

tières dangereuses (freinage, système d'accrochage des citernes, jauges, détection remplissage, équipement électrique, coupe-batterie, système de chauffage, présence à bord de deux extincteurs, ...);

- que l'entreprise dispose dans certains cas (transport en quantités importantes de matières répertoriées), d'un conseiller à la sécurité qui sera chargé de l'application de ce règlement ;
- que chaque chargement soit identifié par des plaques orange réfléchissantes affichant le Code Danger (qui permet de connaître les caractéristiques détaillées de la matière) et le Code Matière (qui désigne les caractéristiques physiques de la matière transportée). Ces codes sont connus des services d'intervention qui disposent de conduites spécifiques à tenir afin de limiter les conséquences d'un incident ou accident mettant en jeu une substance dangereuse transportée ;
- que chaque transport soit accompagné de documents obligatoires (bordereau de suivi de la matière indiquant la quantité transportée, d'où vient le chargement et où il va, ainsi que les coordonnées du destinataire et de l'affréteur, ou encore de la fiche de consignes d'urgence).

Des restrictions de circulation (par exemple, interdiction de circuler les week-ends estivaux de grands départs) et de vitesse (limitation à 80 km/h au lieu de 90 km/h pour les autres poids lourds), ainsi que les modalités de stationnement des véhicules viennent compléter ce dispositif de sécurisation du transport des marchandises dangereuses.

8.4.2 - Réglementation relative au code de la Sécurité sociale

L'obligation de protection des salariés qui structure le code du Travail est également reprise dans le code de la Sécurité sociale qui indique que la Carsat :

- peut inviter tout employeur à prendre toutes les mesures justifiées de prévention ;
- peut demander l'intervention de l'inspection du travail pour assurer l'application des mesures prévues par la législation et la réglementation du travail ;
- peut imposer une cotisation supplémentaire en vertu des dispositions de l'article L. 242-7 du présent code en dehors du cas d'infraction. (Article L. 422-4 annexe 4).

De plus, tout employeur qui utilise des procédés de travail susceptibles de provoquer des maladies professionnelles, doit en informer la caisse primaire d'assurance maladie et l'inspecteur du travail. (Article L. 461-4 annexe 4).





Sommaire des annexes

Guide

de bonnes pratiques pour
le choix et l'utilisation des
solvants
et des produits en contenant



»» Annexe 1	Tableaux du régime général de la Sécurité sociale des maladies professionnelles provoquées par les solvants	page 91
»» Annexe 2	Phrases de risques et conseils de prudence Selon la directive 67/548/CE Selon le règlement CLP	page 93
»» Annexe 3	Rappels physico-chimiques	page 101
»» Annexe 4	Textes réglementaires cités dans le guide A consulter sur internet	page 105
»» Annexe 5	Les agents biologiques au sens réglementaire	page 109
»» Annexe 6	Recueil d'accidents dus aux solvants	page 111
»» Annexe 7	Bibliographie et sites internet	page 113
»» Annexe 8	Fiches de prévention des expositions à certains facteurs de risques professionnels	page 117
»» Annexe 9	Étiquetage de quelques solvants	page 121

Annexe 1 - Tableaux du Régime général de la Sécurité sociale de maladies professionnelles provoquées par les solvants

Tableau 3	Intoxication professionnelle par le tétrachloroéthane
Tableau 4	Hémopathies provoquées par le benzène et tous les produits en renfermant
Tableau 4 bis	Affections gastro-intestinales provoquées par le benzène, le toluène, les xylènes et tous les produits en renfermant
Tableau 9	Affections provoquées par les dérivés halogénés des hydrocarbures aromatiques
Tableau 11	Intoxication professionnelle par le tétrachlorure de carbone
Tableau 12	Affections professionnelles provoquées par les hydrocarbures aliphatiques halogénés énumérés ci-après : dichlorométhane ; trichlorométhane ; tribromométhane ; triiodométhane ; tétrabromométhane ; chloroéthane ; 1,1-dichloroéthane ; 1,2-dichloroéthane ; 1,2-dibromoéthane ; 1,1,1-trichloroéthane ; 1,1,2-trichloroéthane ; 1,1,2,2-tétrabromoéthane ; pentachloroéthane ; 1-bromopropane ; 2-bromopropane ; 1,2-dichloropropane ; trichloroéthylène ; tétrachloroéthylène ; dichloro-acétylène ; trichlorofluorométhane ; 1,1,2,2-tétrachloro - 1,2-difluoroéthane ; 1,1,1,2-tétrachloro - 2,2-difluoroéthane ; 1,1,2-trichloro - 1,2,2-trifluoroéthane ; 1,1,1-trichloro - 2,2,2-trifluoroéthane ; 1,1-dichloro - 2,2,2-trifluoroéthane ; 1,2-dichloro - 1,1-difluoroéthane ; 1,1-dichloro - 1-fluoroéthane.
Tableau 13	Intoxications professionnelles par les dérivés nitrés et choronitrés des hydrocarbures benzéniques
Tableau 22	Sulfocarbonisme professionnel
Tableau 59	Intoxications professionnelles par l'hexane
Tableau 65	Lésions eczématiformes de mécanisme allergique
Tableau 74	Affections professionnelles provoquées par le furfural et l'alcool furfurylique
Tableau 84	Affection engendrée par les solvants organiques liquides à usage professionnel : hydrocarbures liquides aliphatiques ou cycliques saturés ou insaturés et leurs mélanges ; hydrocarbures halogénés liquides ; dérivés nitrés des hydrocarbures aliphatiques ; alcools, glycols, éthers de glycol ; cétones ; aldéhydes ; éthers aliphatiques et cycliques, dont le tétrahydrofurane ; esters ; diméthylformamide et diméthylacétamine ; acétonitrile et propionitrile ; pyridine ; diméthylsulfone et diméthylsulfoxyde.

1 - Selon la directive 67/548 CE du 27 juin 1967 modifiée

- R1 Explosif à l'état sec.
- R2 Risque d'explosion par le choc, la friction, le feu ou d'autres sources d'ignition.
- R3 Grand risque d'explosion par le choc, la friction, le feu ou d'autres sources d'ignition.
- R4 Forme des composés métalliques explosifs très sensibles.
- R5 Danger d'explosion sous l'action de la chaleur.
- R6 Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air.
- R7 Peut provoquer un incendie.
- R8 Favorise l'inflammation des matières combustibles.
- R9 Peut exploser en mélange avec des matières combustibles.
- R10 Inflammable.
- R11 Facilement inflammable.
- R12 Extrêmement inflammable.
- R14 Réagit violemment au contact de l'eau.
- R15 Au contact de l'eau, dégage des gaz extrêmement inflammables.
- R16 Peut exploser en mélange avec des substances comburantes.
- R17 Spontanément inflammable à l'air.
- R18 Lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur-air inflammable/explosif.
- R19 Peut former des peroxydes explosifs.
- R20 Nocif par inhalation.
- R21 Nocif par contact avec la peau.
- R22 Nocif en cas d'ingestion.
- R23 Toxique par inhalation.
- R24 Toxique par contact avec la peau.
- R25 Toxique en cas d'ingestion.
- R26 Très toxique par inhalation.
- R27 Très toxique par contact avec la peau.
- R28 Très toxique en cas d'ingestion.
- R29 Au contact de l'eau, dégage des gaz toxiques.
- R30 Peut devenir facilement inflammable pendant l'utilisation.
- R31 Au contact d'un acide, dégage un gaz toxique.
- R32 Au contact d'un acide, dégage un gaz très toxique.
- R33 Danger d'effets cumulatifs.
- R34 Provoque des brûlures.
- R35 Provoque de graves brûlures.
- R36 Irritant pour les yeux.
- R37 Irritant pour les voies respiratoires.
- R38 Irritant pour la peau.
- R39 Danger d'effets irréversibles très graves.
- R40 Effet cancérigène suspecté : preuves insuffisantes.
- R41 Risque de lésions oculaires graves.
- R42 Peut entraîner une sensibilisation par inhalation.
- R43 Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau.
- R44 Risque d'explosion si chauffé en ambiance confinée.
- R45 Peut provoquer le cancer.
- R46 Peut provoquer des altérations génétiques héréditaires.
- R48 Risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée.

R49 Peut provoquer le cancer par inhalation.
 R50 Très toxique pour les organismes aquatiques.
 R51 Toxique pour les organismes aquatiques.
 R52 Nocif pour les organismes aquatiques.
 R53 Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique
 R54 Toxique pour la flore.
 R55 Toxique pour la faune.
 R56 Toxique pour les organismes du sol.
 R57 Toxique pour les abeilles.
 R58 Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement.
 R59 Dangereux pour la couche d'ozone.
 R60 Peut altérer la fertilité.
 R61 Risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant.
 R62 Risque possible d'altération de la fertilité.
 R63 Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant.
 R64 Risque possible pour les bébés nourris au lait maternel.
 R65 Nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion.
 R66 L'exposition répétée peut provoquer dessèchement ou gerçures de la peau.
 R67 L'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolence et vertiges.
 R68 Possibilité d'effets irréversibles.

Combinaison des phrases R

R14/15 Réagit violemment au contact de l'eau en dégageant des gaz extrêmement inflammables.
 R15/29 Au contact de l'eau, dégage des gaz toxiques et extrêmement inflammables.
 R20/21 Nocif par inhalation et par contact avec la peau.
 R20/22 Nocif par inhalation et par ingestion.
 R20/21/22 Nocif par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.
 R21/22 Nocif par contact avec la peau et par ingestion.
 R23/24 Toxique par inhalation et par contact avec la peau.
 R23/25 Toxique par inhalation et par ingestion.
 R23/24/25 Toxique par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.
 R24/25 Toxique par contact avec la peau et par ingestion.
 R26/27 Très toxique par inhalation et par contact avec la peau.
 R26/28 Très toxique par inhalation et par ingestion.
 R26/27/28 Très toxique par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.
 R27/28 Très toxique par contact avec la peau et par ingestion.
 R36/37 Irritant pour les yeux et les voies respiratoires.
 R36/38 Irritant pour les yeux et la peau.
 R36/37/38 Irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau.
 R37/38 Irritant pour les voies respiratoires et la peau.
 R39/23 Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation.
 R39/24 Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau.
 R39/25 Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par ingestion.
 R39/23/24 Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par contact avec la peau.
 R39/23/25 Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par ingestion.
 R39/24/25 Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau et par ingestion.
 R39/23/24/25 Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.
 R39/26 Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation.
 R39/27 Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau.
 R39/28 Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par ingestion.
 R39/26/27 Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par contact avec la peau.
 R39/26/28 Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par ingestion.
 R39/27/28 Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau et par ingestion.
 R39/26/27/28 Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.
 R42/43 Peut entraîner une sensibilisation par inhalation et par contact avec la peau.
 R48/20 Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation.

R48/21 Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par contact avec la peau.
 R48/22 Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par ingestion.
 R48/20/21 Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation et par contact avec la peau.
 R48/20/22 Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation et par ingestion.
 R48/21/22 Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par contact avec la peau et par ingestion.
 R48/20/21/22 Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation, contact avec la peau et ingestion.
 R48/23 Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation.
 R48/24 Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par contact avec la peau.
 R48/25 Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par ingestion.
 R48/23/24 Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation et par contact avec la peau.
 R48/23/25 Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation et par ingestion.
 R48/24/25 Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par contact avec la peau et par ingestion.
 R48/23/24/25 Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.
 R50/53 Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.
 R51/53 Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.
 R52/53 Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.
 R68/20 Nocif : possibilité d'effets irréversibles par inhalation.
 R68/21 Nocif : possibilité d'effets irréversibles par contact avec la peau.
 R68/22 Nocif : possibilité d'effets irréversibles par ingestion.
 R68/20/21 Nocif : possibilité d'effets irréversibles par inhalation et par contact avec la peau.
 R68/20/22 Nocif : possibilité d'effets irréversibles par inhalation et par ingestion.
 R68/21/22 Nocif : possibilité d'effets irréversibles par contact avec la peau et par ingestion.
 R68/20/21/22 Nocif : possibilité d'effets irréversibles par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.

Conseils de prudence concernant les substances et préparations dangereuses (phrases S)

S1 Conserver sous clé.
 S2 Conserver hors de la portée des enfants.
 S3 Conserver dans un endroit frais.
 S4 Conserver à l'écart de tout local d'habitation.
 S5 Conserver sous... (liquide approprié à spécifier par le fabricant).
 S6 Conserver sous... (gaz inerte à spécifier par le fabricant).
 S7 Conserver le récipient bien fermé.
 S8 Conserver le récipient à l'abri de l'humidité.
 S9 Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé.
 S12 Ne pas fermer hermétiquement le récipient.
 S13 Conserver à l'écart des aliments et boissons y compris ceux pour animaux.
 S14 Conserver à l'écart des... (matière(s) incompatible(s) à indiquer par le fabricant).
 S15 Conserver à l'écart de la chaleur.
 S16 Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles - Ne pas fumer.
 S17 Tenir à l'écart des matières combustibles.
 S18 Manipuler et ouvrir le récipient avec prudence.
 S20 Ne pas manger et ne pas boire pendant l'utilisation.
 S21 Ne pas fumer pendant l'utilisation.
 S22 Ne pas respirer les poussières.
 S23 Ne pas respirer les gaz/vapeurs/ fumées/aérosols (terme(s) approprié(s) à indiquer par le fabricant).
 S24 Éviter le contact avec la peau.

S25 Éviter le contact avec les yeux.
 S26 En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
 S27 Enlever immédiatement tout vêtement souillé ou éclaboussé.
 S28 Après contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec... (produits appropriés à indiquer par le fabricant).
 S29 Ne pas jeter les résidus à l'égout.
 S30 Ne jamais verser de l'eau dans ce produit.
 S33 Éviter l'accumulation de charges électrostatiques.
 S35 Ne se débarrasser de ce produit et de son récipient qu'en prenant toutes précautions d'usage.
 S36 Porter un vêtement de protection approprié.
 S37 Porter des gants appropriés.
 S38 En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié.
 S39 Porter un appareil de protection des yeux / du visage.
 S40 Pour nettoyer le sol ou les objets souillés par ce produit, utiliser ... (à préciser par le fabricant).
 S41 En cas d'incendie et/ou d'explosion, ne pas respirer les fumées.
 S42 Pendant les fumigations/pulvérisations, porter un appareil respiratoire approprié (terme(s) approprié(s) à indiquer par le fabricant).
 S43 En cas d'incendie, utiliser... (moyens d'extinction à préciser par le fabricant. Si l'eau augmente les risques, ajouter «Ne jamais utiliser d'eau»).
 S45 En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).
 S46 En cas d'ingestion, consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette.
 S47 Conserver à une température ne dépassant pas... °C (à préciser par le fabricant).
 S48 Maintenir humide avec... (moyen approprié à préciser par le fabricant).
 S49 Conserver uniquement dans le récipient d'origine.
 S50 Ne pas mélanger avec... (à spécifier par le fabricant).
 S51 Utiliser seulement dans des zones bien ventilées.
 S52 Ne pas utiliser sur de grandes surfaces dans les locaux habités.
 S53 Éviter l'exposition, se procurer des instructions spéciales avant l'utilisation.
 S56 Éliminer ce produit et son récipient dans un centre de collecte des déchets dangereux ou spéciaux.
 S57 Utiliser un récipient approprié pour éviter toute contamination du milieu ambiant.
 S59 Consulter le fabricant ou le fournisseur pour des informations relatives à la récupération ou au recyclage.
 S60 Éliminer le produit et son récipient comme un déchet dangereux.
 S61 Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales / la fiche de données de sécurité.
 S62 En cas d'ingestion, ne pas faire vomir. Consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette.
 S63 En cas d'accident par inhalation, transporter la victime hors de la zone contaminée et la garder au repos.
 S64 En cas d'ingestion, rincer la bouche avec de l'eau (seulement si la personne est consciente).

Combinaison des phrases S

S1/2 Conserver sous clé et hors de portée des enfants.
 S3/7 Conserver le récipient bien fermé dans un endroit frais.
 S3/9/14 Conserver dans un endroit frais et bien ventilé à l'écart des... (matières incompatibles à indiquer par le fabricant).
 S3/9/14/49 Conserver uniquement dans le récipient d'origine dans un endroit frais et bien ventilé à l'écart de... (matières incompatibles à indiquer par le fabricant).
 S3/9/49 Conserver uniquement dans le récipient d'origine dans un endroit frais et bien ventilé.
 S3/14 Conserver dans un endroit frais à l'écart des... (matières incompatibles à indiquer par le fabricant).
 S7/8 Conserver le récipient bien fermé et à l'abri de l'humidité.
 S7/9 Conserver le récipient bien fermé et dans un endroit bien ventilé.
 S7/47 Conserver le récipient bien fermé et à une température ne dépassant pas...°C (à préciser par le fabricant).
 S20/21 Ne pas manger, ne pas boire et ne pas fumer pendant l'utilisation.
 S24/25 Éviter le contact avec la peau et les yeux.
 S27/28 Après contact avec la peau, enlever immédiatement tout vêtement souillé ou éclaboussé et se laver immédiatement et abondamment avec... (produits appropriés à indiquer par le fabricant).
 S29/35 Ne pas jeter les résidus à l'égout ; ne se débarrasser de ce produit et de son récipient qu'en prenant toutes les précautions d'usage.

S29/56 Ne pas jeter les résidus à l'égout, éliminer ce produit et son récipient dans un centre de collecte des déchets dangereux ou spéciaux.
 S36/37 Porter un vêtement de protection et des gants appropriés.
 S36/37/39 Porter un vêtement de protection approprié, des gants et un appareil de protection des yeux / du visage.
 S36/39 Porter un vêtement de protection approprié et un appareil de protection des yeux / du visage.
 S37/39 Porter des gants appropriés et un appareil de protection des yeux/du visage.
 S47/49 Conserver uniquement dans le récipient d'origine à température ne dépassant pas... °C (à préciser par le fabricant).

2 - Liste des mentions de danger selon le règlement n° 1272/2008 du 16 décembre 2008, dit "règlement CLP"

MENTIONS DE DANGER RELATIVES AUX DANGERS PHYSIQUES

H 200	Explosif instable
H 201	Explosif, danger d'explosion en masse
H 202	Explosif danger sérieux de projection
H 203	Explosif, danger d'incendie, d'effet de souffle ou de projection
H 204	Danger d'incendie ou de projection
H 205	Danger d'explosion en masse en cas d'incendie
H 220	Gaz extrêmement inflammable
H 221	Gaz inflammable
H 222	Aérosol extrêmement inflammable
H 223	Aérosol inflammable
H 224	Liquide et vapeurs extrêmement inflammables
H 225	Liquide et vapeurs très inflammables
H 226	Liquide et vapeurs inflammables
H 228	Matière solide inflammable
H 240	Peut exploser sous l'effet de la chaleur
H 241	Peut s'enflammer ou exploser sous l'effet de la chaleur
H 242	Peut s'enflammer sous l'effet de la chaleur
H 250	S'enflamme spontanément au contact de l'air
H 251	Matière auto-échauffante, peut s'enflammer
H 252	Matière auto-échauffante en grandes quantités, peut s'enflammer
H 260	Dégage au contact de l'air des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément
H 261	Dégage au contact de l'eau des gaz inflammables
H 270	Peut provoquer ou aggraver un incendie, comburant
H 271	Peut provoquer un incendie ou une explosion, comburant puissant
H 272	Peut aggraver un incendie, comburant
H 280	Contient un gaz sous pression : peut exploser sous l'effet de la chaleur
H 281	Contient un gaz réfrigéré : peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques
H 290	Peut être corrosif pour les métaux

MENTIONS DE DANGER RELATIVES AUX DANGERS POUR LA SANTÉ

- H 300** Mortel en cas d'ingestion
- H 301** Toxique en cas d'ingestion
- H 302** Nocif en cas d'ingestion
- H 304** Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires
- H 310** Mortel par contact cutané
- H 311** Toxique par contact cutané
- H 312** Nocif par contact cutané
- H 314** Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
- H 315** Provoque une irritation cutanée
- H 317** Peut provoquer une allergie cutanée
- H 318** Provoque des lésions oculaires graves
- H 319** Provoque une sévère irritation des yeux
- H 330** Mortel par inhalation
- H 331** Toxique par inhalation
- H 332** Nocif par inhalation
- H 334** Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation
- H 335** Peut irriter les voies respiratoires
- H 336** Peut provoquer somnolence ou vertiges
- H 340** Peut induire des anomalies génétiques « indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger »
- H 341** Susceptible d'induire des anomalies génétiques « indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger »
- H 350** Peut provoquer le cancer « indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger »
- H 351** Susceptible de provoquer le cancer « indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger »
- H 360** Peut nuire à la fertilité ou au fœtus « indiquer l'effet spécifique s'il est connu » « indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger »
- H 361** Susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus « indiquer l'effet s'il est connu » « indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger »
- H 362** Peut être nocif pour les bébés nourris au lait maternel
- H 370** Risque avéré d'effets graves pour les organes « ou indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus » « indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger »
- H 371** Risque présumé d'effets graves pour les organes « ou indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus » « indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger »
- H 372** Risque avéré d'effets graves pour les organes « indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus » à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée « indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger »
- H 373** Risque présumé d'effets graves pour les organes « indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus » à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée « indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger »

MENTIONS DE DANGERS RELATIVES AUX DANGER POUR L'ENVIRONNEMENT

- H 400** Très toxique pour les organismes aquatiques
- H 410** Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
- H 411** Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
- H 412** Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
- H 413** Peut être nocif à long terme pour les organismes aquatiques

INFORMATIONS ADDITIONNELLES SUR LES DANGERS

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

- EUH 001** Explosif à l'état sec
- EUH 006** Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air
- EUH 014** Réagit violemment au contact de l'eau
- EUH 018** Lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur-air inflammable : explosif
- EUH 019** Peut former des peroxydes explosifs
- EUH 044** Risque d'explosion si chauffé en ambiance confinée

PROPRIÉTÉS SANITAIRES

- EUH 029** Au contact de l'eau, dégage des gaz toxiques
- EUH 031** Au contact d'un acide, dégage un gaz
- EUH 032** Au contact d'un acide, dégage un gaz très toxique
- EUH 066** L'exposition répétée peut provoquer dessèchement ou gerçures de la peau
- EUH 070** Toxique par contact oculaire
- EUH 071** Corrosif pour les voies respiratoires

PROPRIÉTÉS ENVIRONNEMENTALES

- EUH 059** Dangereux pour la couche d'ozone

ÉLÉMENTS D'ÉTIQUETAGE/INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES SUR CERTAINES SUBSTANCES ET CERTAINS MÉLANGES

- EUH 201** Contient du plomb. Ne pas utiliser sur les objets susceptibles d'être mâchés ou sucés par des enfants ; Attention ! Contient du plomb.
- EUH 201A**
- EUH 202** Cyanoacrylate. Danger. Colle à la peau et aux yeux en quelques secondes. A conserver hors de portée des enfants.
- EUH 203** Contient du chrome (VI). Peut déclencher une réaction allergique.
- EUH 204** Contient des isocyanates. Peut produire une réaction allergique.
- EUH 205** Contient des composés époxydiques. Peut produire une réaction allergique
- EUH 206** Attention ! Ne pas utiliser en combinaison avec d'autres produits. Peut libérer des gaz dangereux (chlore)
- EUH 207** Attention ! Contient du cadmium. Des fumées dangereuses se développent pendant l'utilisation. Voir les informations fournies par le fabricant. Respecter les consignes de sécurité.
- EUH 208** Contient « nom de la substance sensibilisante ». Peut produire une réaction allergique
- EUH 209** Peut devenir facilement inflammable en cours d'utilisation
- EUH 209A** Peut devenir inflammable en cours d'utilisation
- EUH 210** Fiche de données de sécurité disponible sur demande.
- EUH 401** Respectez les instructions d'utilisation pour éviter les risques pour la santé humaine et l'environnement

» Annexe 3 - Rappels physicochimiques

Cette partie s'adresse aux lecteurs ayant des bases en chimie, elle rappelle les notions de chimie mentionnées dans le guide.

Elle s'utilise aussi en complément de la démarche de substitution, pour trouver des solvants adaptés aux critères d'utilisation et choisir celui présentant le moins de risques possibles.

La polarité des solvants :

Les solvants peuvent être classés en deux catégories principales : les solvants polaires et les solvants non-polaires.

Solvants polaires :

Les solvants polaires sont des solvants portant des atomes porteurs de charges électriques différentes plus ou moins marquées au sein de leurs molécules. Ils peuvent grâce à cela se lier plus ou moins fortement à des produits eux-mêmes porteurs de charges, comme les sels minéraux, les acides, les bases, certains composés métalliques, certains sels organiques ... pour peu que ces produits disposent de zones présentant une charge permanente ou induite suffisamment forte pour que les solvants polaires puissent s'y accrocher. Parmi les solvants polaires, celui qui est de loin le plus couramment utilisé est l'eau, en raison de son absence de toxicité, d'inflammabilité ou d'autres propriétés potentiellement dangereuses.

Il existe des solvants plus polaires que l'eau, notamment :

> les solvants acides :

Les acides minéraux forts (acide chlorhydrique, acide nitrique, acide sulfurique, acide phosphorique ..., certains acides organiques courants (acide acétique notamment), certains produits à usage particulier (HMPT : hexaméthylène phosphotriamide) entrent dans cette catégorie. Ces substances présentent toutes des dangers plus ou moins marqués : corrosivité (acides en général) surtout à l'état concentré, volatilité associée à un caractère irritant (hydracides halogénés, acide formique, acide acétique ...), éventuellement un caractère inflammable ou explosif (acide acétique, inflammable pur à chaud, acide perchlorique, explosif lorsque mélangé concentré et chaud à de la matière organique...). Les solvants acides sont adaptés à la dissolution de produits à caractère plus ou moins basique, notamment les sels, oxydes et hydroxydes métalliques.

> Les solvants basiques :

Les bases minérales sont souvent elles-mêmes des solutions dans l'eau : parmi elles, on peut citer la soude caustique (hydroxyde de sodium : NaOH), la potasse caustique (hydroxyde de potassium : KOH), l'ammoniaque (hydroxyde d'ammonium $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Ces produits sont corrosifs pour la peau et très dangereux par contact avec les yeux, pour lesquels les dégâts peuvent être quasi-instantanément irréversibles, nécessitant absolument le port de lunettes ou autres EPI adaptés. La DIPHOTERINE® constitue un excellent moyen de secours en cas d'urgence. Certains solvants basiques peuvent comporter des chaînes organiques, notamment des produits comme les hydroxydes d'ammonium quaternaires. Ces solvants basiques sont tous adaptés à la mise en solution de produits à caractère acide (acides gras, phénols ...)

> Les solvants polaires particuliers :

Ces produits sont utilisés en raison de leur réactivité avec certains produits à dissoudre : on peut compter parmi eux des produits tels que l'eau de Javel (hypochlorite de sodium : NaClO), l'eau oxygénée (peroxyde d'hydrogène : H_2O_2), les solutions de perchlorure de fer (FeCl_3 dans l'eau). Ces produits présentent des dangers variés : explosivité et agressivité pour la peau et les muqueuses pour l'eau oxygénée concentrée, toxicité, risque de dégagement de chlore avec les acides, agressivité pour la peau et les yeux dans le cas de l'eau de Javel. Ils sont utilisés pour des usages spécifiques éventuellement en association avec d'autres produits (détachage ou décoloration pour l'eau de Javel, élimination de rouille ou de taches de sang par l'eau oxygénée éventuellement en association avec l'acide phosphorique, dissolution de dépôts cuivreux pour le perchlorure de Fer ...). Ces produits sont à manipuler avec les précautions spécifiques à chacun d'eux.

> **Les solvants organiques polaires :**

Certains solvants organiques (alcools légers tels le méthanol, l'éthanol, le propanol et l'isopropanol, les cétones et notamment l'acétone, les acides organiques de petite taille moléculaire, les éthers de glycol, certaines amines ...), sont miscibles à l'eau et peuvent avoir des propriétés polaires intéressantes à l'état pur ou en association avec l'eau pour dissoudre certains produits présentant des fonctionnalités voisines.

Solvants apolaires :

Dans cette catégorie se trouvent la plupart des solvants organiques du type hydrocarbures aliphatiques ou aromatiques, solvants chlorés ou halogénés, produits particuliers comme le sulfure de carbone... Ces solvants sont généralement volatils et présentent souvent des toxicités et des inflammabilités qui les rendent délicats voire impropres à l'usage courant, malgré des propriétés de dissolution extrêmement intéressantes. Ils dissolvent notamment très bien les graisses, les produits lourds comme des goudrons ou autres produits difficilement solubles.

Ces solvants généralement excellents, peuvent être utilisés purs ou en mélanges, en se souvenant que les propriétés des mélanges en termes d'inflammabilité et de toxicité sont souvent supérieures à la simple additivité des propriétés des constituants pris séparément et nécessitent, lors de leur mise en application, des précautions particulières quant à l'examen de leurs dangers potentiels.

Solvants amphiphiles ou tensioactifs :

Dans cette catégorie, on trouve des solvants présentant à la fois une partie polaire et une partie apolaire dans leur molécule. Ces solvants sont très fréquemment utilisés lorsqu'il faut dissoudre dans un milieu donné, des produits incompatibles avec ce milieu (produits apolaires dans l'eau, produits polaires dans un solvant apolaire ...). Certains parmi eux sont très courants et appelés savons : ce sont dans ce cas des sels d'acides gras comme le stéarate ou le palmitate de sodium. D'autres peuvent être des éthers de glycol avec une chaîne du type aliphatique suffisamment longue pour présenter un caractère apolaire à côté du caractère polaire de la fonction alcool du glycol : des produits tels que le butoxyéthanol ont été souvent utilisés par le passé. On tend actuellement à les remplacer totalement par des produits de propriétés similaires mais de nature différente en raison des dangers avérés pour la santé que présentent la plupart des éthers de glycol.

Les solvants amphiphiles ou tensioactifs permettent de réaliser facilement des émulsions entre produits autrement incompatibles et sont utilisés dans de nombreuses opérations de lavage où des produits divers doivent être détachés d'une surface et éliminés dans un gros volume d'un solvant le plus anodin possible (qui dans ce cas est souvent simplement l'eau).

La peroxydabilité :

Peroxyde :

Définition : nom générique des oxydes, des anhydrides renfermant plus d'oxygène que l'oxyde normal. Exemple : eau oxygénée H_2O_2 , les peracides RCO_3H .

Par extension : nom générique des esters de l'eau oxygénée envisagée comme acide de formule $R-O-O-R'$.

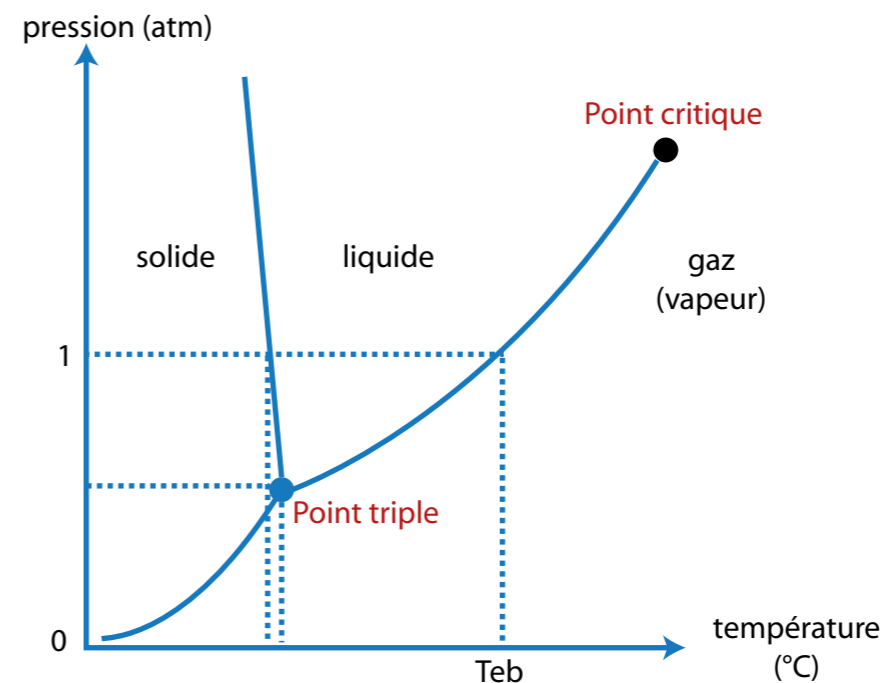
Propriétés : Les peroxydes organiques combinent les propriétés d'une substance comburante et d'une substance combustible en une seule molécule, leur décomposition est fortement exothermique.

Certains solvants ou mélanges de solvants sont susceptibles au cours de leur utilisation et/ou de leur récupération, d'être partiellement peroxydés (exemple : acétone, tétrahydrofurane (THF)...) et/ou d'être chargés de produits fort instables (nitrocellulosiques, acidifiants, catalytiques...) en quantités plus ou moins importantes, sans parler des modifications des caractéristiques initialement recherchées telles que le pouvoir dégraissant, le temps de séchage, etc.

Ce changement ou cette évolution, qui n'est pas toujours facilement perceptible, peut se révéler très insidieux. Sa manifestation est dans la plupart des cas particulièrement violente. La présence des peroxydes peut être détectée qualitativement par les bandelettes tests.

Les états d'un solvant :

Courbe de changement d'état de la matière



L'évaporation des solvants :

Comme tout liquide, les solvants s'évaporent quelle que soit la température. Ils émettent continuellement des vapeurs jusqu'à la saturation de l'atmosphère qui les contient, leur épuisement ou leur solidification (par réfrigération ou congélation), et même à l'état solide dans certaines conditions.

La tension de vapeur :

Quand un solvant (ou un produit en contenant) est en contact direct avec l'atmosphère, il émet une certaine quantité de vapeur en fonction de la température. Elle exerce dans ladite atmosphère une pression partielle appelée tension de vapeur ou pression de vapeur.

L'évaporation cesse dès que la pression partielle atteint une valeur propre à chaque liquide appelée «pression de vapeur saturante» (Pv_{sat}). Cette condition n'est atteinte dans la réalité qu'en vase clos (exemple : flacon, bidon hermétiquement fermé, réservoir de carburant ...)

Un liquide – ici un solvant – est donc toujours surmonté de sa vapeur qui a une valeur de Pv_{sat} pour une température donnée.

Les mouvements d'air dans l'atmosphère libre font que la Pv_{sat} n'est jamais atteinte ; le solvant s'évapore donc continuellement dans l'atmosphère des ateliers.

Les bains chauds émettent plus de vapeurs de solvant que les bains froids. Lorsque la température du liquide atteint la température d'ébullition du solvant, la tension de vapeur émise atteint la pression atmosphérique, tout le solvant passe à l'état gazeux : $Pv_{sat}(T_{eb}) = Patm$

La volatilité :

L'indice de volatilité permet de caractériser la volatilité d'un solvant. Il est défini par le rapport entre le temps d'évaporation d'une quantité déterminée du solvant étudié et le temps d'évaporation de la même quantité de solvant de référence.

Deux normes sont couramment utilisées pour définir l'indice de volatilité :

La norme NF T 30-301 utilise l'acétate de butyle comme référence :

$$I_{acbu} = \text{durée d'évaporation de l'acétate de butyle} / \text{durée d'évaporation du solvant choisi}$$

Dans ce cas, plus l'indice est élevé, plus la volatilité est élevée.

La norme DIN 53170 utilise l'éther éthylique comme référence :
 $I_{\text{ether}} = \text{Durée d'évaporation du solvant choisi} / \text{durée d'évaporation de l'éther}$
Dans ce cas, plus l'indice est élevé, plus la volatilité est faible.

L'indice de volatilité est une grandeur sans unité exprimée en précisant le solvant de référence ou la norme utilisée. C'est un critère important dans le choix d'un solvant et l'existence des deux normes complique parfois la comparaison entre deux substances.

Point d'ébullition :

C'est la température à laquelle la pression de vapeur du liquide est égale à celle de la pression atmosphérique normale. A cette température, le solvant passe entièrement de l'état liquide à l'état gazeux.

L'indication d'un intervalle de température d'ébullition dans une préparation permet d'alerter sur la présence d'un mélange de solvant. Une évaporation sélective d'un constituant engendre une modification des propriétés initiales du solvant au cours de son utilisation.

Un solvant à bas point d'ébullition est plus émissif.

Un solvant à haut point d'ébullition est défavorable du point de vue énergétique pour la régénération /distillation.

Densité :

La densité d'un liquide est le rapport entre la masse d'un certain volume de ce liquide et la masse du même volume d'eau pris dans les conditions normales de pression et de température :

Les solvants halogénés ont une densité supérieure à 1 (celle de l'eau), ils sont plus lourds que l'eau.

La plupart des autres solvants sont plus légers que l'eau. S'ils ne sont pas miscibles à l'eau, ils suragent, ce qui rend impossible l'extinction par l'eau d'un feu de solvant.

Facteurs de conversion :

Dans le cas des gaz et vapeur :

Pour convertir des mg/m^3 en ppm à 25 °C et 760 mm de Hg (101,32 kPa)

$\text{Ppm} = \text{mg/m}^3 \times 24.45 / \text{Masse moléculaire du solvant}$

Pour convertir des ppm en mg/m^3 à 25 °C et 760 mm de Hg (101,32 kPa) :

$\text{mg/m}^3 = \text{ppm} \times \text{masse moléculaire du solvant} / 24.45$

Pour les liquides :

Conversion des mg/l en mg/m^3 : $1 \text{ mg/l} = 1000 \text{ mg/m}^3 = 1 \text{ g/m}^3$

Pour les pressions :

Conversion des mm Hg en kPa : $[\text{kPa}] = [\text{mm Hg}] \times 133,32 / 1000$

Annexe 4 - Textes réglementaires cités dans le guide

A consulter en ligne sur Internet

1 - CODE DU TRAVAIL – HYGIÈNE ET SÉCURITÉ

1.1 - SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL

Article L. 4121-1 : Obligations de l'employeur : assurer la santé et la sécurité des travailleurs.

Article L. 4122-1 : Obligations du salarié pour assurer sa santé et sa sécurité ainsi que celle des autres personnes concernées par ses actes ou ses omissions au travail.

Article L. 4121-2 : Principes généraux de prévention.

Articles D. 4152-9 à D. 4152-11 : Dispositions spécifiques aux femmes enceintes, venant d'accoucher ou allaitantes.

Article D. 4153-25 : Dispositions spécifiques aux jeunes travailleurs âgés de moins de 16 ans.

Article D. 4153-26 : Dispositions spécifiques aux jeunes travailleurs âgés de moins de 18 ans.

Article D. 4154-1 : Dispositions spécifiques aux salariés titulaires d'un contrat de travail à durée déterminée et aux salariés temporaires.

1.2 - LOCAUX DE TRAVAIL

Articles R. 4216-1 à R. 4216-34, articles R. 4227-1 à R. 4227-54 et articles R. 4227-51 à R. 4227-57 : Prévention des risques d'incendie et d'explosion.

Arrêtés du 8 juillet 2003 relatifs à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosive

Arrêté du 28 juillet 2003 relatif aux conditions d'installation des matériels électriques dans les emplacements où des atmosphères explosives peuvent se présenter.

Articles R. 4222-1 à R. 4222-26 relatifs à l'assainissement des locaux de travail.

Articles R. 4228-1 : Obligation pour l'employeur de mettre à la disposition des travailleurs les moyens d'assurer leur propreté individuelle (vestiaire, lavabos, douches).

Arrêté du 4 novembre 1993 modifié relatif à la signalisation de sécurité et de santé au travail.

Article R. 4228-8 : Mise à disposition de douches pour les travailleurs dans les établissements où sont réalisés des travaux insalubres et salissants, fixé par l'arrêté du 23 juillet 1947.

1.3 - ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Articles L. 4321-1 et 2 : Conception et mise sur le marché des équipements de travail et des moyens de protection.

Articles R. 4311-4 à R. 4311-6 : Règles de conception et de construction.

Articles R. 4312-1 à R. 4312-5 : Règles techniques de conception.

Articles R. 4313-1 à R. 4313-18 : Certification de conformité.

Articles R. 4314-1 à R. 4314-5 : Conditions de mise sur le marché.

Articles R. 4321-1 à R. 4321-5 : Règles générales d'utilisation.

Articles R. 4322-1 à R. 4322-3 : Maintien en état de conformité.

Articles R. 4323-1 à R. 4323-5 : Formation et information des travailleurs.

Articles R. 4323-6 à R. 4323-28 : Installation, utilisation et maintenance, vérifications.

Articles R. 4324-1 à R. 4324-45 : Autres prescriptions techniques pour équipements particuliers.

Articles R. 4722-5 à R. 4722-9 et R. 4722-26 : Vérification de conformité à la demande de l'inspecteur du travail

1.4 - PRÉVENTION DES RISQUES CHIMIQUES R 4411-1 à R 4412-93 et R 4412-149 à R 4412-16 -----

Etiquetage des substances et préparations :

- Arrêté du 20 avril 1994 modifié relatif à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances.
- Arrêté du 9 novembre 2004 modifié définissant les critères de classification et les conditions d'étiquetage et d'emballage des préparations dangereuses et transposant la directive 1999/45/CE du Parlement européen et du Conseil du 31/05/1999 concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, à l'emballage et à l'étiquetage des préparations dangereuses.
- Règlement (CE) N° 1272/2008 du parlement européen et du conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) 1907/2006
- Règlement (CE) N° 790/2009 de la commission du 10 août 2009 modifiant, aux fins de son adaptation au progrès technique et scientifique, le règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges

Fiches de données de sécurité

- Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (Reach), instituant une Agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) n° 793/93 du Conseil et le règlement (CE) n° 1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission.
- Article R. 4624-4 : Obligation pour le chef d'entreprise de transmettre une copie de la fiche de données de sécurité au médecin du travail.
- Article R. 4411-73 : Obligation de fournir une fiche de données de sécurité.

Prévention des risques ACD non CMR (R 4412-1 à R 4412-58)

Article R. 4412-15 : Obligation de supprimer le risque, de le substituer si impossible.

Article R. 4412-19 : Obligation d'entretenir les vêtements de travail et les équipements de protection individuelle.

Articles R. 4412-27 à 32 : Contrôle de l'exposition aux agents chimiques dangereux.

Article R. 4412-33 : Systèmes d'alarme et de communication en cas d'accident, d'incident ou d'urgence.

Prévention des risques CMR (R 4412-59 à R 4412-93)

Article R. 4412-66 : Réduction de l'utilisation d'un agent CMR, notamment par la substitution.

Article R. 4412-72 : Mesures de prévention à mettre en place en cas de risque de contamination.

Article R. 4412-73 : Entretien des équipements de protection individuelle et des vêtements à l'extérieur de l'entreprise.

Articles R. 4412-76 à 82 : Contrôle de l'exposition aux agents CMR.

Arrêté du 5 janvier 1993 modifié fixant la liste des substances, préparations et procédés cancérogènes.

Règles particulières à certains agents chimiques dangereux

Article R. 4412-162 : Limitation d'emploi du benzène.

Articles R. 4412-149 à 151 : Valeurs limites d'expositions professionnelles

Articles R.4412-152 à 153 : Fixation des valeurs limites biologiques

1.5 - PRÉVENTION DES RISQUES BIOLOGIQUES -----

Article R. 4421-2 : Définition des agents biologiques.

Article R. 4421-3 : Classement des agents biologiques.

Article R. 4421-4 : Agents biologiques pathogènes.

Arrêté du 18 juillet 1994 modifié : Fixation des agents biologiques pathogènes

2 - CODE DE LA SÉCURITÉ SOCIALE -----

Article L. 242-7 : Ristournes sur la cotisation AT/MP ou cotisations supplémentaires imposables par la Carsat en cas d'infraction constatée en application de l'article L. 611-10 du code du Travail ou résultant d'une inobservation des mesures de prévention prescrites en application des articles L. 422-1 et L. 422-4 du code de la Sécurité sociale.

Article L422-4: Attributions des caisses d'assurance retraite et de la santé au travail en matière de prévention des accidents du travail et maladies professionnelles.

Article L. 461-4 : Obligation pour tout employeur qui utilise des procédés de travail susceptibles de provoquer les maladies professionnelles d'en faire la déclaration à la caisse primaire d'assurance maladie et à l'inspecteur du travail.

3 - ICPE : CODE DE L'ENVIRONNEMENT -----

Loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux ICPE (mise en oeuvre de la prévention du risque incendie).

Décret n°77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.

Arrêté du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation:

- Article 27 : Valeurs limites d'émissions - Pollution de l'air - Effluents gazeux
- Article 28 : Valeurs limites d'émissions - Pollution de l'air - Flux total de l'ensemble des rejets canalisés et diffus.
- Article 30 : Valeurs limites d'émissions - Pollution de l'air. Dispositions spécifiques à certaines activités.
- Article 58 : Programme de surveillance de ses émissions.
- Article 59 : Mesure en permanence du débit du rejet.

Numéro Cas	Numéro Index (20)	Nom et Synonyme
75-07-0	605-003-00-6	Acétaldéhyde (aldéhyde acétique)
79-10-7	607-061-00-8	Acide acrylique
79-11-8	607-003-00-1	Acide chloroacétique
50-00-0	605-001-00-5	Aldéhyde formique (formaldéhyde)
107-02-8	605-008-00-3	Acroléine (aldéhyde acrylique - 2 - propenal)
96-33-3	607-034-00-0	Acrylate de méthyle
108-31-6	607-096-00-9	Anhydride maléique
62-53-3	612-008-00-7	Aniline
92-52-4	601-042-00-8	Biphényles
107-20-0		Chloroacétaldéhyde
67-66-3	602-006-00-4	Chloroforme (trichlorométhane)
74-87-3	602-001-00-7	Chlorométhane (chlorure de méthyle)
100-44-7	602-037-00-3	Chlorotoluène (chlorure de benzyle)
1319-77-3	604-004-00-9	Crésol
584-84-9	615-006-00-4	2,4-Diisocyanate de toluylène
7439-92-1		Dérivés alkylés du plomb
75-09-02	602-004-00-3	Dichlorométhane (chlorure de méthylène)
95-50-1	602-034-00-7	1,2-Dichlorobenzène (O-dichlorobenzène)
75-35-4	602-025-00-8	1,1-Dichloroéthylène
120-83-2	604-011-00-7	2,4-Dichlorophénol
109-89-7	612-003-00-X	Diéthylamine
124-40-3	612-001-00-9	Diméthylamine
123-91-1	603-024-00-5	1,4-Dioxane
75-04-7	612-002-00-4	Ethylamine
98-01-1	605-010-00-4	2-Furaldéhyde (furfural)
	607-134-00-4	Méthacrylates Mercaptans (thiols)
98-95-3	609-003-00-7	Nitrobenzène Nitrocrésol
100-02-7	609-015-00-2	Nitrophénol
88-72-2		2-Nitrotoluène
99-99-0	609-006-00-3	Nitrotoluène
108-95-2	604-001-00-2	Phénol
110-86-1	613-002-00-7	Pyridine
79-34-5	602-015-00-3	1,1,2,2-Tétrachloroéthane
127-18-4	602-028-00-4	Tétrachloroéthylène (perchloréthylène)
56-23-5	602-008-00-5	Tétrachlorométhane (tétrachlorure de carbone) Thioéthers Thiols
95-53-4	612-091-00-X	O.Toluidine
79-00-5	602-014-00-8	1,1,2-Trichloroéthane
79-01-6	602-027-00-9	Trichloroéthylène
95-95-4	604-017-00-X	2,4,5-Trichlorophénol
88-06-2	604-018-00-2	2,4,6-Trichlorophénol
121-44-8	612-004-00-5	Triéthylamine
1300-71-6	604-006-00-X	Xylénol (sauf 2,4-xylénol)

Annexe 5 - Les agents biologiques au sens réglementaire

Art. R.4421-2 du code du Travail

> les micro-organismes, y compris les micro-organismes génétiquement modifiés, les cultures cellulaires et les endoparasites humains susceptibles de provoquer une infection, une allergie ou une intoxication.

> un micro-organisme est «une entité microbiologique, cellulaire ou non, capable de se reproduire ou de transférer du matériel génétique».

> culture cellulaire, le résultat de la croissance in vitro de cellules isolées d'organismes multicellulaires.

1 - Groupes de risque infectieux

Art. R.4421-3 du code du Travail

Les agents biologiques sont classés, d'après l'article R. 4421-3, en quatre groupes en fonction de l'importance du risque d'infection qu'ils présentent. Les caractéristiques de ces quatre groupes sont résumées dans ce tableau.

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
Susceptible de provoquer une maladie chez l'homme	non	oui	grave	grave
Constitue un danger pour les travailleurs	/	oui	sérieux	sérieux
Propagation dans la collectivité	/	peu probable	possible	élevée
Existence d'une prophylaxie ou d'un traitement efficace	/	oui	oui	non
Exemple d'agents biologiques	/	<i>Chlamydia psittaci</i> , <i>Rougeole</i>	<i>Brucella</i> , <i>Hantavirus</i> , <i>Dengue</i>	<i>Ebola</i> , <i>Variole</i>

2 - Liste des agents biologiques

L'arrêté du 18 juillet 1994 modifié fixe la liste des agents biologiques pathogènes.

Un apprenti enflamme ses vêtements avec une cigarette.

Un apprenti, âgé de 17 ans, récupère des pièces peintes et les transfère dans une salle de séchage. Après avoir mis du solvant sur un chiffon pour enlever les petites taches de peinture se trouvant sur son bleu de travail, il allume une cigarette. Son bleu s'enflamme. Il décède quelques jours plus tard à l'hôpital.
(source : EPICEA n° 4177)

Contact cutané avec un solvant : l'amputation ne peut être évitée.

Un manoeuvre dégraisse des pièces mécaniques par projection de solvant à l'aide d'un pistolet dans un appareil du type boîte à gants. Le gant gauche étant endommagé, le solvant en contact avec la peau provoque une rougeur et une douleur à l'avant-bras du salarié. De retour à son domicile, la victime se rend à l'hôpital où est diagnostiquée une nécrose du majeur de la main gauche, entraînant ainsi l'amputation.
(source : EPICEA n° 6794)

Un mécanicien est brûlé au cours de l'explosion d'un bidon vide.

Un mécanicien voulant réaliser deux récipients pour nettoyer des pistolets à peinture, décide de couper un bidon vide de 5 litres à l'aide d'une tronçonneuse à disque. Le bidon avait contenu du solvant de nettoyage. A peine l'opération de tronçonnage est-elle commencée, qu'une explosion suivie de l'inflammation d'un volume d'air ambiant se produit. La victime est brûlée à la main droite.
(source : EPICEA n° 7328)

Un ouvrier grièvement brûlé par du solvant enflammé décède à l'hôpital.

Après avoir poncé une pièce sur une ponceuse fixe, un ouvrier spécialisé plonge cette pièce dans un récipient contenant un solvant benzénique. Des projections de solvant enflammé se produisent, brûlant la victime au bras, au dos et à la jambe. Transportée dans un établissement hospitalier spécialisé, elle est décédée dix jours plus tard.
(source : EPICEA n° 10734)

Le fils du gérant est grièvement brûlé dans l'incendie de l'entreprise.

Une entreprise qui effectue des travaux de réparation automobile utilise un recycleur de solvants. Celui-ci, qui n'a fait l'objet d'aucune vérification depuis son achat, est implanté dans un atelier insuffisamment ventilé, et dont la température est élevée. Suite à un dysfonctionnement, alerté par un bruit, un salarié s'approche et reçoit un jet de vapeur de solvant qui s'échappe du haut de l'appareil, au droit du couvercle. Un incendie se déclare. Le fils du gérant est grièvement brûlé sur 60 % de la surface corporelle. L'entreprise est détruite.
(source : EPICEA n° 10794)

Une explosion se produit lors du dégazage d'une citerne ayant contenu un solvant.

Un chauffeur poids lourds procède au dégazage à la vapeur d'eau des citernes de son camion citerne. Celles-ci ont contenu du cyclohexane, dont les résidus cristallisés se vaporisent brutalement sous l'effet de la vapeur d'eau. Le nuage de vapeurs ainsi formé s'enflamme au contact du brûleur de la chaudière située à proximité. La victime souffre de brûlures multiples.
(source : EPICEA n° 12702)

Une galerie de centre commercial est évacuée suite à une fuite de perchloréthylène.

Dans un pressing de nettoyage à sec implanté dans une galerie commerciale d'hypermarché, la trappe du distillateur de solvant de la machine de nettoyage à sec se déverrouille. 15 litres de perchloréthylène à 140°C sont libérés. L'hôtesse d'accueil ferme le pressing et fait évacuer la galerie commerciale. Prise d'un malaise, elle perd connaissance au cours de l'évacuation. Cinq autres personnes sont intoxiquées.

(source : EPICEA n° 13459)

Les vêtements de l'opérateur enflamment le solvant en cours de remplissage.

Dans une usine d'additifs chimiques pour le béton, un solvant (mélange de White spirit et de méthyléthylcétone, de point éclair 0°C) s'enflamme lors du remplissage par gravité de bidons de 30 l. Une expertise attribue l'accident à une décharge d'électricité statique créée par les vêtements de l'opérateur ; ce dernier avait constaté des décharges sans conséquence avant cet accident. L'incendie, qui implique la cuve de stockage et les bidons, se propage sur 1500 m².

Un employé légèrement intoxiqué est hospitalisé.

(source : ARIA n° 11304)

Une réaction chimique déclenche un départ de feu dans un compacteur à déchets.

Un feu se déclare dans une benne de compactage installée dans la réserve extérieure d'un centre commercial. Suite à l'extinction du feu, les pompiers constatent qu'un point chaud d'origine inconnue subsiste dans le compacteur. Après avoir vidé celui-ci, ils constatent que le feu résulte d'une réaction chimique lors du mélange de «pastilles de chlore» pour les piscines et de solvants, dont du White spirit. Aucun blessé n'est à déplorer.

(source : ARIA n° 34766).

Rejet à l'atmosphère de dioxines dans une usine chimique à Seveso (Italie),

Le 10 juillet 1976, une usine chimique localisée à Seveso, près de Milan (Italie), explose, libérant un nuage de dioxines. L'arrêt de production pour le week-end est à l'origine de cette catastrophe : le cycle de production du 1,2,4,5-trichlorophénol est arrêté alors que seuls 15% (au lieu de 50%) du solvant (éthylène glycol) sont distillés. L'agitation est stoppée et le vide cassé. Aucun ajout d'eau n'est effectué. L'unité est laissée sans surveillance pour le week-end. A 12 h 37, sous l'effet de l'augmentation de la température et de la pression dans le réacteur, le disque de sécurité taré à 3,8 bar se rompt. L'échauffement de la surface du mélange réactionnel au repos a initié la réaction secondaire exothermique de formation de la dioxine.

Cette catastrophe écologique est à l'origine de 2 directives dites Seveso pour la prévention des risques industriels majeurs.

(source ARIA N°5620)

Annexe 7 - Bibliographie

Les risques liés aux solvants

Titre du document	code	Où le trouver Auteur / édition	Date d'édition
Les solvants Présents au quotidien nous ne les connaissons pas....	ED 4252	Site Inrs	2005
Les solvants organiques	ED 4220	Site Inrs	2009
Les cétones	ED 4221	Site Inrs	2009
Les éthers de glycol	ED 4222	Site Inrs	2011
Les hydrocarbures halogénés (chlorés, fluorés, bromés)	ED 4223	Site Inrs	2011
Les solvants pétroliers	ED 4224	Site Inrs	2011
Les alcools	ED 4225	Site Inrs	2009
Les hydrocarbures aromatiques	ED 4226	Site Inrs	2011
Les esters	ED 4227	Site Inrs	2011
Les éthers	ED 4228	Site Inrs	2011
Les solvants particuliers	ED 4229	Site Inrs	2011
Les agrosolvants	ED 4230	Site Inrs	2012
Les éthers de glycol	ED 5014	Site Inrs	2009
Combustibles et carburants pétroliers	ED 989	Site Inrs	2006
Les éthers de glycol		Cram BFC	
Le trichloréthylène		Cram BFC	
Le dégazage de capacités ayant contenu des solvants	ED 6024	Site Inrs	2007
Solvants industriels Santé, sécurité, substitution		M. Gerin Ed Masson	2002
Le risque chimique Concept, méthodes, pratiques		G. Gautret de la Moricière Ed Dunod	2008
La substitution des agents chimiques dangereux	ED 6004	Site Inrs	2011

Utilisation des solvants

Panorama de l'utilisation des solvants en France fin 2004	ND2230	Site Inrs	2005
Solvants de dégraissage. Critères de choix et mesures de prévention	ED 95	Site Inrs	2001
Solvants industriels Recommandation pour un usage rationnel		Ademe	2003
Guide de choix et d'utilisation des solvants et dégraissants industriels		Ed CETIM	
Action hydro dégraissage – guide et recommandation pour l'usage de solutions aqueuses en substitution des solvants de nettoyage dégraissage	Guide N°06-4	Site Cram BFC	2007
La magie des solvants		Ed PREVOR	1998
Peintures en phase aqueuse pour l'industrie automobile. Formulations et risques à la mise en oeuvre	ND2115	Site HST	1999
Peintures en phase aqueuse (ou peintures à l'eau). Composition, risques toxicologiques, mesures de prévention	ED955	Site Inrs	2005
Peintures en solvants. Composition, risques toxicologiques et mesures de prévention	ED 971	Site Inrs	2005
Réparation et entretien des véhicules automobiles	ED 755	Site Inrs	2008
Risque chimique liés à l'impression offset	ND 2033	Site HST	1996
Recycleur de solvants	ED 6047	Site Inrs	2009
Restaurateurs de tableaux : évaluation des risques toxicologiques	TC 95	Site Inrs	2003

Prévention

Prévention du risque chimique	TJ 23	Site Inrs	2006
Méthodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique : un outil d'aide à la décision	ND 2233	Site HST	2005
Evaluation du risque chimique	R 409	Site Cnamts	2004
La fiche de données de sécurité	ED954	Site Inrs	2012
Risque chimique : fiche ou notice de poste	ED 6027	Site Inrs	2008
Evaluation de la vitesse d'évaporation et de la concentration d'un composé organique volatil dans l'atmosphère d'un local de travail	ED 6058	Site Inrs	2009
Stockage et transfert des produits chimiques dangereux	ED 753	Site Inrs	2009
Principes généraux de ventilation	ED 695	Site Inrs	1989
Aération et assainissement des lieux de travail	TJ 5	Site Inrs	2007
Le dossier d'installation de ventilation	ED 6008	Site Inrs	2007
Ventilation des cabines d'application par pulvérisation des produits liquides	ED 839	Site Inrs	2008
Postes d'utilisation manuelle de solvants Guide de ventilation N°20	ED 6049	Site Inrs	2009
Les mélanges explosifs	ED 911	Site Inrs	2004
Electricité statique	ED 874	Site Inrs	2004
Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives	ED 945	Site Inrs	2011
Le permis de feu	ED 6030	Site Inrs	2008
Espaces confinés	ED 967	Site Inrs	2006
Le dégazage de capacités ayant contenu des solvants	ED 6024	Site Inrs	2007
Ventilation des espaces confinés – guide pratique de ventilation	ED 703	Site Inrs	2010
Interventions en espaces confinés dans les ouvrages d'assainissement	ED6026	Site Inrs	2010

EPI

Des gants contre les risques chimiques	ED 112	Site Inrs	2003
Les appareils de protection respiratoire	ED 98	Site Inrs	2008
Quels vêtements de protection contre les risques chimiques ?	ED 127	Site Inrs	2006
Utiliser l'appareil de protection respiratoire	ED 901	Site Inrs	2002

Les effets sur la santé

Exposition professionnelle au dichlorométhane	ND 1958	Site HST	1994
Profils d'exposition aux solvants et comparaison aux valeurs limites de courte durée	ND 2235	Site HST	2005
Affections respiratoires professionnelles allergiques chez les peintres	TR 43	Site Inrs	2008
Allergies respiratoires aux acrylates, méthacrylates et cyanoacrylates	TR 28	Site Inrs	2001
Etude expérimentale du pouvoir sensibilisant d'un échantillonnage de polyaziridines	ND 2199	Site HST	2003
Produits chimiques : protégez votre grossesse	ED 889	Site Inrs	2002

Les mesures d'atmosphères

Valeurs limites d'expositions professionnelles aux agents chimiques en France	ED 984	Site Inrs	2012
Solvants organiques dans l'atmosphère de lieux de travail. Les détecteurs portables à lecture directe	ED 952	Site Inrs	2005
La détection des gaz et vapeurs dans l'atmosphère des locaux de travail	ED 894	Site Inrs	2002
Fiche pratique de sécurité « les explosimètres »	ED 116	Site Inrs	2004

Adresses des sites

Sigle	Organisme	Adresse web
INRS	Institut national de recherche sur la sécurité	www.inrs.fr
CARSAT BFC	Caisse d'assurance retraite et de santé au travail de Bourgogne et Franche Comté	www.carsat-bfc.fr
CNAMTS	Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés	http://www.risquesprofessionnels.fr
ANSES anciennement AFSSET	Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail	www.anses.fr rubrique « santé-travail » www.substitution-cmr.fr
HST	Hygiène et sécurité du travail	www.hst.fr
DMT	Documents pour le médecin du travail	www.dmt-prevention.fr
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie	www.ademe.fr
CETIM	Centre technique des industries mécaniques	www.cetim.fr/
	Ministère du Travail, de l'emploi, de la formation professionnelle et du dialogue social	www.travailler-mieux.gouv.fr
ECHA	Agence européenne des produits chimiques	http://echa.europa.eu/fr

Annexe 8 - prévention des expositions à certains facteurs de risques professionnels

Le code du Travail, conformément à l'article L.4121-3-1, impose aux employeurs de rédiger une « fiche de prévention des expositions » pour chaque travailleur exposé à un ou plusieurs facteurs de risques professionnels. Instaurée par la loi de réforme des retraites, cette fiche sert à tracer les expositions des salariés aux travaux pénibles et leur permet, le cas échéant, de bénéficier, dans certaines conditions, d'un départ anticipé à la retraite.

Les situations professionnelles correspondant aux travaux pénibles ont été définies par décret en mars 2011. Il s'agit de contraintes physiques marquées, d'un environnement physique agressif ou de certains rythmes de travail, susceptibles de laisser des traces durables, identifiables et irréversibles sur sa santé tels que :

- des manutentions et des postures pénibles (accroupie, bras au dessus des épaules, etc) ;
- des vibrations mécaniques, des vibrations mains-bras par des machines portatives, rotatives ou percutantes, des vibrations corps, par les machines mobiles (chariots de manutention, engin de chantier, etc) ;
- des agents chimiques dangereux, poussières, fumées ;
- du travail en milieu hyperbare (travail en milieu où la pression est supérieure à la pression atmosphérique), à des températures extrêmes ;
- du bruit ;
- du travail de nuit, travail en équipes successives alternantes, travail répétitif (répétition d'un même geste à une cadence contrainte, imposée ou non).

Cette fiche de prévention des expositions, réalisée pour TOUT salarié exposé à des travaux pénibles doit mentionner :

- les conditions habituelles d'exposition, appréciées à partir du document unique d'évaluation des risques (puisqu'il comporte un inventaire des risques par unité de travail) ainsi que les événements particuliers survenus ayant eu pour effet d'augmenter l'exposition ;
- la période au cours de laquelle cette exposition est survenue ;
- les mesures de prévention, organisationnelles, collectives ou individuelles, mises en œuvre pour faire disparaître ou réduire les facteurs de risques durant cette période.

Cette fiche doit être mise à jour lors de toute modification des conditions d'exposition pouvant avoir un impact sur la santé du salarié. Cette mise à jour doit tenir compte de l'évolution des connaissances sur les produits et méthodes utilisés tout en conservant les données relatives aux conditions antérieures d'exposition. Elle supprime les fiches et attestations préexistantes, notamment les attestations d'expositions aux agents cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction et les attestations aux agents chimiques dangereux et la liste des travailleurs exposés. Subsistent les autres fiches d'exposition : amiante, risque biologique, rayonnement ionisant et rayonnements optiques artificiels.

La fiche de prévention des expositions, mise à jour, est transmise au service de santé au travail. Elle est tenue à disposition du travailleur, une copie lui étant obligatoirement remise en cas d'arrêt de travail d'au moins 30 jours à la suite d'un accident du travail ou d'une maladie professionnelle ou en cas d'arrêt de travail d'au moins 3 mois à la suite d'une maladie.

Textes concernés :

- Décret n° 2012-136 du 30 janvier 2012 relatif à la fiche prévue à l'article L. 4121-3-1 du code du Travail
- Décret 2012-134 du 30 janvier 2012 tirant les conséquences de la création de la fiche prévue à l'article L. 4121-3-1 du code du Travail.
- Arrêté du 30 janvier 2012 relatif au modèle de fiche prévu à l'article L. 4121-3-1 du code du Travail

Contenu de la fiche d'exposition selon l'article R. 4412-41	Contenu de la fiche de prévention des expositions à certains facteurs de risques professionnels (arrêté du 30 mars 2012)
La nature du travail réalisé, les caractéristiques des produits, les périodes d'exposition et les autres risques ou nuisances d'origine chimique, physique ou biologique du poste de travail ; Les dates et les résultats des contrôles de l'exposition au poste de travail ainsi que la durée et l'importance des expositions accidentelles.	Les conditions habituelles d'exposition appréciées, notamment, à partir du document unique d'évaluation des risques ainsi que les événements particuliers survenus ayant eu pour effet d'augmenter l'exposition ; La période au cours de laquelle cette exposition est survenue ; Les mesures de prévention, organisationnelles, collectives ou individuelles, mises en œuvre pour faire disparaître ou réduire les facteurs de risques durant cette période.

FICHE DE PREVENTION DES EXPOSITIONS A CERTAINS FACTEURS DE RISQUES PROFESSIONNELS

La fiche mentionnée à l'article L.4121-3-1 du code du travail comporte au moins les rubriques figurant dans le présent modèle. Cette fiche doit être actualisée en cas de modification des conditions d'exposition. Elle est communiquée au service de santé au travail et remise au travailleur à son départ de l'entreprise ou en cas d'arrêt de travail consécutif à un accident du travail ou une maladie professionnelle d'au moins 30 jours (3 mois pour un autre motif). Conformément à l'article L. 4121-3-1, le travailleur peut demander à l'employeur la rectification des informations figurant sur la présente fiche.

Nom : _____ Prénom : _____

Unité de travail concernée (source DUER) : _____

Poste ou emploi occupé : _____

Facteurs de risque énumérés à l'article D. 4121-5	Non	Oui	Période d'exposition		Mesures de prévention en place			Commentaires, précisions, événements particuliers (résultats de mesurages, etc.)
			Date de début	Date de fin	Organisationnelles	Collectives	Individuelles	
Manutention								
Postures pénibles								
Vibrations mécaniques								
Agents chimique dangereux - Poussières- Fumées (sauf amiante*)								
Températures extrêmes								
Brut								
Travail de nuit								
Travail en équipes successives alternantes								
Travail répétitif								

* L'exposition à l'amiante est consignée dans la fiche d'exposition prévue à l'article R. 4412-110 du code du travail

Vous trouverez dans le support dématérialisé un tableau Excel regroupant l'étiquetage de quelques solvants.

Ce tableau permet une recherche des substances par n° CAS, par famille ou par abréviation. La première feuille de ce document permet de visualiser le classement et l'étiquetage des solvants selon la directive 67/548 CE avant l'application du CLP. Ces étiquetages ne doivent plus être utilisés. Une seconde feuille indique le classement et l'étiquetage des substances selon le règlement CLP, les informations sont issues de la base de données du site de l'ECHA (Agence européenne des produits chimiques) au 30/10/2012.

Les informations en grisé concernent le classement harmonisé au niveau européen des substances chimiques. Les informations sur fond orangé correspondent à un classement notifié à l'agence par certains fabricants ou distributeurs, il s'agit d'une proposition de classement en fonction des notifications visibles sur la base de données de l'ECHA, mais en aucun cas d'un classement officiel des substances correspondantes. A noter que l'harmonisation du classement ne concerne que les aspects sur la santé (effets CMR, sensibilisants respiratoires...), les autres aspects doivent être déterminés par l'utilisateur en fonction des données disponibles.

Pour plus de précisions, des notes sont prévues pour expliciter l'étiquetage des substances.

Note C :

Certaines substances organiques peuvent être commercialisées soit sous une forme isomérique bien définie, soit sous forme d'un mélange de plusieurs isomères.

Note D :

Certaines substances susceptibles de se polymériser ou de se décomposer spontanément sont généralement mises sur le marché sous une forme stabilisée. Cependant, de telles substances sont parfois mises sur le marché sous forme non stabilisée. Dans ce cas, le fabricant ou toute autre personne qui met une telle substance sur le marché doit faire figurer sur l'étiquette le nom de la substance suivi de la mention « non stabilisé ».

Note E :

Les substances ayant des effets spécifiques sur la santé qui sont classées CMR avérées se verront attribuer la note E lorsqu'elles sont également classées comme très toxiques (T+), toxique (T), ou nocives (Xn). Pour ces substances, les phrases R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R39, R68 ainsi que toutes les combinaisons de ces phrases de risque doivent être précédées du terme « également ».

Note F :

Cette substance peut contenir un stabilisant. Si le stabilisant change les propriétés dangereuses de la substance telles qu'elles sont indiquées par l'étiquette à l'annexe 1, une étiquette doit être établie selon les règles d'étiquetage pour les préparations dangereuses.

Note P :

La classification comme cancérigène ne doit pas s'appliquer s'il peut être établi que la substance contient moins de 0,1% poids/poids de benzène. Cette note ne s'applique qu'à certaines substances complexes dérivées du pétrole.

Ces informations sont susceptibles d'évoluer dans le temps en fonction de l'avancée des connaissances. Il appartient au lecteur s'assurer des changements intervenus depuis cette version OU de vérifier les données disponibles lors de l'utilisation.



guide N°10-02 - Carsat Bourgogne et Franche-Comté - impression janvier 2013

