



Peintures en phase aqueuse (ou peintures à l'eau)

Composition, risques toxicologiques,
mesures de prévention

ED 955

AIDE-MÉMOIRE TECHNIQUE

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les CRAM-CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés. Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressants l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, site Internet... Les publications de l'INRS sont distribuées par les CRAM. Pour les obtenir, adressez-vous au service prévention de la Caisse régionale ou de la Caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAMTS et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collègue représentant les employeurs et d'un collègue représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

Les Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et Caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

Les Caisses régionales d'assurance maladie et les Caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité.

Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, CHSCT, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite.

Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de deux ans et d'une amende de 150 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

Peintures en phase aqueuse (ou peintures à l'eau)

Composition, risques toxicologiques,
mesures de prévention

Cette brochure présente un inventaire détaillé des principaux constituants des peintures en phase aqueuse (liants, pigments, charges, agents épaississants, agents de coalescence et cosolvants, amines de neutralisation, additifs).

Les risques propres à chacun des composants sont ensuite exposés ainsi que les textes réglementaires correspondants.

En dernier lieu, sont présentées les mesures de prévention techniques à mettre en œuvre lors de la fabrication et de l'application, l'information à donner à l'utilisateur concernant les dangers de ces produits, la formation à dispenser au personnel et enfin, la surveillance médicale des travailleurs.

*Marc Charretton, Service Prévention,
CRAM de Rhône-Alpes.*

*Michel Falcy, Département études
et assistance médicales, INRS.*

*Jérôme Triolet, Département risques
chimiques et biologiques, INRS*

*Mise à jour : Rodolphe Lebreton,
Département risques chimiques
et biologiques, INRS.*

*Ce document a été réalisé avec
l'aide technique de représentants
de la Fédération des industries
des peintures, encres, couleurs, colles
et adhésifs (FIPEC).*

ED 955

La production des peintures en phase aqueuse (appelées communément peintures à l'eau) a augmenté de façon importante à partir des années 1970. Les raisons en sont principalement leur plus faible dangerosité, la politique de protection de l'environnement et les chocs pétroliers successifs (économie de solvants). Dans l'industrie du bâtiment, les peintures en phase aqueuse se distinguent en plus par une plus grande facilité d'emploi (peu d'odeurs, lavage à l'eau du matériel, séchage rapide).

Dans l'esprit du public, les peintures à l'eau ne présenteraient aucun risque : la forte proportion d'eau dans leur formulation les rend effectivement moins agressives pour la santé que les peintures en phase solvant. Mais c'est oublier qu'elles contiennent encore en pourcentages variables des solvants, pigments, charges et adjuvants qui sont sources de risques. C'est pourquoi il importe d'évaluer les risques toxicologiques et d'inflammation engendrés par les peintures en phase aqueuse (principalement liés à la présence

des solvants et pigments) et de définir les mesures de prévention à mettre en œuvre lors de leur fabrication et de leur utilisation⁽¹⁾.

1. Définition - Principaux constituants

Une peinture (ou un vernis) est une préparation fluide (liquide, pâteuse ou pulvérulente) qui peut s'étaler en couche mince sur toutes sortes de matériaux (appelés subjectiles) pour former, après séchage (durcissement), un revêtement mince (film ou feuillet) adhérent et résistant, jouant un rôle protecteur et/ou décoratif.

Les peintures en phase solvant contiennent des solvants organiques pour la mise en solution (ou en dispersion) des liants qui les constituent.

Les peintures en phase aqueuse (peintures à l'eau) contiennent un mélange d'eau et de solvants (entre 60 et 80 % d'eau dans cette partie liquide) :

- si le liant est en émulsion dans ce mélange, il s'agit d'une peinture hydrodiluable (dite également peinture en émulsion) ;

- si le liant est en solution dans ce mélange, il s'agit d'une peinture hydrosoluble.

1.1 Généralités

Le *tableau I* compare les propriétés respectives des peintures en phases aqueuse et solvant.

1.1.1 Avantages

- L'application des peintures en phase aqueuse peut se faire avec des moyens traditionnels.

- La présence d'eau réduit les problèmes d'odeurs généralement liés à l'utilisation des solvants.

- Le risque d'incendie est moindre que pour les peintures en phase solvant.

- Les émissions de solvants sont réduites (ce qui contribue à la diminution du risque d'intoxication et de pollution de l'environnement).

1.1.2 Inconvénients

- La tension de surface élevée de l'eau en fait un mauvais solvant eu égard aux propriétés d'écoulement (mauvais « tendu » du film).

TABLEAU I

COMPARAISON DES PROPRIÉTÉS DES PEINTURES EN PHASE AQUEUSE ET EN PHASE SOLVANT [1]

PROPRIÉTÉS	PEINTURES EN PHASE AQUEUSE			PEINTURES EN PHASE SOLVANT
	HYDRODILUABLES		HYDOSOLUBLES	
	ÉMULSIONS	DISPERSIONS COLLOÏDALES		
NATURE				
■ Propriétés physiques du liant				
Aspect	Opaque blanc	Translucide		Limpide
Diamètre des particules	0,1 à 1,0 µm	0,01 à 0,1 µm		< 0,001 µm
Masse moléculaire (g)	10 ⁵ à 10 ⁶	2 x 10 ⁴ à 2 x 10 ⁵		5 x 10 ³ à 5 x 10 ⁴
Viscosité	Indépendante de la masse moléculaire	Partiellement dépendante de la masse moléculaire		Directement dépendante de la masse moléculaire
■ Formulation				
Contrôle de la viscosité	Nécessité d'épaississant	Épaississement par tiers solvants		Viscosité fonction de la masse moléculaire
Dispersion des pigments	Difficile	Bonne		Excellente
Extrait sec pondéral	Élevé	Moyen		Moyen à faible
Formulation	Complexe	Intermédiaire		Aisée
■ Application				
Difficultés d'application ^(*)	Nombreuses	Moyennement importantes		Peu importantes
Formation du film ^(**)	Coalescence	Coalescence et séchage physique		Séchage physique

(*) Critères : méthode d'application, propriétés rhéologiques (tendu du film), mouillage du support.

(**) Une réaction chimique peut également se produire au cours de la formation du film (cas des peintures four, notamment).

(1) Nous avons volontairement exclu de cette brochure les risques d'origine mécanique, électriques et ceux liés au bruit.

- Les liants en phase aqueuse présentent souvent une stabilité limitée.

- L'application industrielle des peintures en phase aqueuse nécessite un contrôle de l'humidité relative et de la température.

1.2 Les constituants

Les constituants communs à tous les types de peinture sont : les liants, les solvants ou cosolvants, les pigments, les charges et les additifs.

À ceux-ci s'ajoutent, pour les peintures en phase aqueuse : les agents de coalescence (hydrodiluables), les agents de neutralisation (hydrodiluables et hydrosolubles), les agents de conservation en pot (hydrodiluables).

1.2.1 Le liant

Dénoté également résine, il est le constituant principal de la peinture, quel que soit son type. Il assure le lien entre tous les composants, ainsi que l'adhérence de la peinture au support. De lui dépendent les modes de séchage et de formation du film de peinture ainsi que les caractéristiques physiques et chimiques de la peinture.

Le liant est une macromolécule d'origine naturelle (huiles siccatives, gommes, résines naturelles...) ou synthétique (dérivés du caoutchouc, de la cellulose, produits vinyliques, acryliques, polyesters, polyépoxydiques...) (*tableau II*).

Un ou plusieurs liants peuvent être utilisés dans une même peinture ; certains peuvent jouer également le rôle de « durcisseur » en assurant une réticulation de la peinture lors du séchage (formophénolique, aminoplaste...).

1.2.2 Les pigments

Responsables de l'opacité et de la couleur de la peinture, les pigments améliorent certaines propriétés physiques telles que la dureté du film, son imperméabilité ou sa résistance à la corrosion.

Ce sont des solides pulvérulents, de granulométrie très fine (généralement < 1 µm), minéraux ou organiques, insolubles dans le milieu de dispersion.

Pigments minéraux

Habituellement regroupés par couleur, les pigments minéraux usuels sont décrits dans le *tableau III*.

Ils sont utilisés pour tous les types de peinture.

TABLEAU II

LES LIANTS UTILISÉS EN PEINTURE (*)

NATURE	PEINTURE EN PHASE AQUEUSE	
	HYDRODILUABLE	HYDROSOLUBLE
Acétate de cellulose	+	-
Acryliques	+	+
Alkydes	+	+
Butyrate de cellulose	+	-
Époxydiques	+	+
Éthers cellulosiques	-	-
Formophénoliques	+	+
Mélanine-formol (aminoplastes)	-	+
Nitrocellulose	+	-
Polyamides	+	-
Polyesters	+	+
Polyester-uréthanes	-	+
Polyuréthanes	+	+
Polyuréthanes (bicomposants)	-	+
Produits bitumeux	+	-
Silicones	+	-
Urée-formol (aminoplastes)	-	+
Vinyliques	+	+

(*) Tous ces produits sont également utilisés dans les peintures en phase solvant.

TABLEAU III

LES DIFFÉRENTS PIGMENTS MINÉRAUX

NOM	FORMULE	N° CAS
■ Blanc		
Oxyde de titane	(TiO ₂)	13463-67-7
Lithopone	(BaSO ₄ , ZnS)	1345-05-7
Oxyde de zinc	(ZnO)	1314-13-2
■ Bleu		
Bleu outremer	(silicate Al et Na polysulfuré)	57455-37-5
Ferrocyanure ferrique (ou Bleu de Prusse)	(FeNH ₄ Fe(CN) ₆)	14038-43-8
Bleu de cobalt	(CoO) _m (Al ₂ O ₃) _n	1345-16-0
■ Vert		
Oxyde de chrome	(Cr ₂ O ₃)	1308-38-9
Oxyde de chrome hydraté	(CrO(OH))	12001-99-9
Vert de chrome	(jaune de chrome + ferrocyanure ferrique)	/
■ Jaune		
Jaune vanadate / bismuth	BiOV	53801-77-7
Jaune titanate chrome/antimoine	(Ti,Cr,Sb) ₂ O ₂	68186-90-3
Jaune titanate nickel/antimoine	(Ti,Ni,Sb) ₂ O ₂	8007-18-9
Oxyde de fer	(FeO(OH))	51274-00-1
Jaune de zinc	(4ZnO, 4CrO ₃ , K ₂ O, 3H ₂ O)	/
Jaune de chrome (chromate et sulfate de plomb)	(xPbCrO ₄ + yPbSO ₄)	1344-37-2
Chromate de plomb	PbCrO ₄	7758-97-6
Jaune de cadmium	(CdS + ZnS)	/

Suite page suivante

TABLEAU III

LES DIFFÉRENTS PIGMENTS MINÉRAUX (SUITE)

NOM	FORMULE	N° CAS
■ Orangé		
Orangé de chrome	(xPbCrO ₄ , yPbO)	1344-38-3
Orangé de molybdène (rouge de chromate, molybdate et sulfate de plomb)	Pb(Cr,Mo,S)O ₄	12656-85-8
■ Rouge		
Oxyde de fer	(α-Fe ₂ O ₃)	1309-37-1
Rouge de molybdène (rouge de chromate, molybdate et sulfate de plomb)	Pb(Cr,Mo,S)O ₄	12656-85-8
Rouge de cadmium	(CdS, CdSe)	58339-34-7
■ Brun		
Oxyde de fer	Fe ₂ O ₃ , FeO.Fe ₂ O ₃ , Fe(OH) ₂ .Fe ₂ O ₃	52357-70-7
■ Noir		
Oxyde de fer	(Fe ₃ O ₄)	1317-61-9

Pigments organiques

Il existe plusieurs centaines de formules chimiques différentes pour les pigments organiques (regroupés sous plusieurs milliers de marques commerciales).

Les composés les plus utilisés en peinture sont :

- les dérivés de phtalocyanine : bleu et vert ;
- les dérivés azoïques (benzidine, toluidine, dinitraniline), leurs couleurs varient du jaune au rouge ;
- les pigments isoindoline ou isoindolinone, à nuance jaune ;
- les pigments à base de di-keto-pyrrolopyrrole, à teintes orange, rouge ;
- les dérivés d'antraquinone, de pérylène ou de thioindigo : ils peuvent être jaunes, orangés, rouges, violets, bleus ou marrons ;
- les pigments de quinacridone : violet, rouge ;
- les pigments de dioxazine : violet, rouge ;
- le noir de carbone.

Pigments à effet

Il existe des pigments à effet, combinaison d'éléments minéraux et organiques permettant de réaliser des peintures particulières, notamment dans l'industrie automobile.

Les composés les plus utilisés en peinture sont :

- les pigments d'aluminium (granulométrie 10 à 30 μm, livrés sous forme de pâtes) destinés à la réalisation de peintures « métallisées » ;

- les nacres (granulométrie 10 à 40 μm) :
 - micas enrobés de couches minérales, par exemple dioxyde de titane pour les nacres « interférentielles » ou oxyde de fer pour les tons or, cuivre, bronze et rouges,
 - micas enrobés de couches organiques, bleus ou verts de phtalocyanine.

1.2.3 Les charges

Leur rôle est notamment d'abaisser le prix de revient de la peinture. Elles peuvent également modifier certaines caractéristiques mécaniques, chimiques ou rhéologiques.

Ce sont des solides pulvérulents, de granulométrie en général supérieure à celle des pigments (> 1 μm), exclusivement d'origine minérale, de couleur blanche, insolubles dans le milieu de dispersion et ne présentant peu ou pas de pouvoir opacifiant.

Les principales classes de charges sont référencées dans le *tableau IV*. Elles peuvent être utilisées par tous les types de peinture.

1.2.4 Les agents épaississants

Ils facilitent la dispersion des pigments (l'épaississement qu'ils induisent améliore l'efficacité mécanique de la dispersion) et augmentent la stabilité au stockage des peintures. Ils influent également sur les propriétés d'application.

Les principaux agents épaississants sont :

- les éthers celluloseux,
- les polyacrylates,
- les polyuréthanes,
- les gels de silice.

TABLEAU IV

PRINCIPALES CLASSES DE CHARGES

NOM	FORMULE	N° CAS
■ Sulfates		
Barytine (dénommée à tort baryte)	(BaSO ₄ naturel)	13462-86-7
Blanc fixe	(BaSO ₄ , blanc fixe)	7727-43-7
■ Carbonates		
Carbonate de calcium	(CaCO ₃)	471-34-1
Dolomie	(CaCO ₃ , MgCO ₃)	50933-69-2
■ Oxydes		
Silices (SiO ₂)		
Quartz		14808-60-7
Silice amorphe		7631-86-9
Diatomées		112945-52-5
■ Silicates		
Kaolin	(Al ₂ O ₃ , 2SiO ₂ , 2H ₂ O)	1332-58-7
Talc	(3MgO, 4SiO ₂ , H ₂ O)	14807-96-6
Mica	(K ₂ O, 3Al ₂ O ₃ , 6SiO ₂ , 2H ₂ O)	12001-26-2
Bentonite	(Al ₂ O ₃ , 4SiO ₂ , 2H ₂ O)	1302-78-9
Silicate de calcium	(CaO, SiO ₂)	1344-95-2

1.2.5 Les agents de coalescence et les cosolvants

Les mêmes produits jouent les deux rôles, suivant qu'ils sont ajoutés aux peintures en phase aqueuse hydrodiluables ou hydrosolubles respectivement (*tableau V*).

Dans le cas des peintures hydrodiluables, l'addition d'agents de coalescence a pour but d'abaisser la température de formation du film. Leur dose d'utilisation, variable selon la qualité des peintures, est de l'ordre de 3 % du poids total de peinture.

Ce sont principalement des hydrocarbures ou des dérivés de glycols.

Dans le cas des peintures hydrosolubles, les cosolvants sont utilisés pour :

- faciliter la solubilisation du liant dans l'eau ;
- abaisser la tension superficielle de la peinture lors de son application ;
- exercer un effet réducteur de viscosité plus rapide que celui de l'eau ;
- adapter la peinture à l'application envisagée (forte tension de vapeur pour les produits à séchage à l'air, faible tension de vapeur pour les produits à séchage au four) ;
- donner une bonne formation du film (utilisation de cosolvants à point d'ébullition assez élevé pour éviter le durcissement du film avant l'évaporation de l'eau).

1.2.6 Les agents de neutralisation

Il s'agit principalement d'amines qui servent à :

- assurer la solubilité dans l'eau des liants hydrosolubles ;
- améliorer la stabilité des peintures hydrodiluables.

Leur taux d'incorporation dépend de leur nature (notion de basicité), de leur masse moléculaire, de leur volatilité, de leur paramètre de solubilité et de la nature du liant de la peinture.

Le *tableau VI* présente l'ensemble des amines utilisées dans les peintures en phase aqueuse hydrosolubles. Les hydrodiluables utilisent principalement l'ammoniac bien que toutes les autres amines puissent être également employées.

Dans le cas particulier des peintures cationiques utilisées en cataphorèse, l'agent de neutralisation n'est plus une amine mais un acide organique (acide formique, acide acétique, acide lactique, acide sulfamique...).

1.2.7 Les additifs

Également appelés adjuvants, les additifs confèrent diverses propriétés à la peinture liquide et au film. Ils sont introduits en faible quantité : moins de 1 % du poids total de la peinture.

■ Les agents anti-peaux sont ajoutés aux peintures séchant par oxydation à l'air : méthyléthylcétoxime, butylraldoxime, heptanaldoxime, cyclohexanoxime...

■ Les agents antisédimentation évitent la déposition des pigments : polyphosphate de sodium, sels de copolymères acryliques (dispersants), silice, bentonite, éthers cellulose, copolymères acryliques (épaississants)...

■ Les catalyseurs de séchage sont de diverses natures :

- siccatifs : naphthénates ou octoates de cobalt, de manganèse, de calcium...,
- catalyseurs acides : acide paratoluène sulfonique, acide phosphorique...

■ Les agents dispersants facilitent la dispersion des charges et pigments : polyphosphate de sodium, phosphates organiques, polyols de haut poids moléculaire, sels d'acides polycarboxyliques (notamment de copolymères acryliques), poly-naphtylméthanes sulfonate de sodium ou d'ammonium...

TABLEAU V

AGENTS DE COALESCENCE ET COSOLVANTS POUVANT ÊTRE UTILISÉS DANS LES PEINTURES EN PHASE AQUEUSE

AGENTS DE COALESCENCE ET COSOLVANTS	N° FT(*)
■ Hydrocarbures	
White-spirit	94
Dipentène	229
Xylène	77
Décaline	
Coupes pétrolières diverses (aromatiques)	106
Solvants naphta	106
■ Esters	
Isobutyrate de triméthylpropane diol	
■ Alcools	
Éthanol	48
Isopropanol	66
n-Butanol	80
Isobutanol	117
■ Diols	
Hexylène glycol	167
Propylène glycol	226
■ Dérivés de l'éthylène glycol	
Méthylglycol (EGME)	103
Éthylglycol (EGEE)	58
Acétate d'éthylglycol (EGEE(A))	71
Butylglycol (EGBE)	76
Acétate de butylglycol (EGBE(A))	126
Hexylglycol (EGHE)	
Méthyl diglycol (DEGME)	222
Butyl diglycol (DEGBE)	222
Acétate de butyl diglycol (DEGBE(A))	222
■ Dérivés du propylène glycol	
Méthoxypropanol (2PG1ME)	221
Acétate de méthoxypropanol (2PG1ME(A))	221
Éthoxypropanol (2PG1EE)	
Acétate d'éthoxypropanol (2PG1EE(A))	
Isobutoxypropanol (2PG1BE)	
Méthoxypropoxypropanol (PGMPE)	
Isobutoxypropoxypropanol (PGIsoBPE)	
■ AUTRES	
N-méthyl-2-pyrrolidone	213

(*) FT : fiche toxicologique de l'INRS.

TABLEAU VI

AMINES DE NEUTRALISATION POUVANT ÊTRE UTILISÉES DANS LES PEINTURES EN PHASE AQUEUSE HYDROSOLUBLES

	N° FT
Ammoniac	16
Monoéthanolamine	146
Monoisopropanolamine	
2-Amino-2-méthyl-1-propanol (AMP)	
Diéthylamine	114
Morpholine	
Diéthanolamine	147
Triméthylamine	
Triéthylamine (TEA)	115
N,N-Diméthyléthanolamine (DMEA)	
Triéthanolamine	148
N,N-Diéthyléthanolamine	
N-Méthyl diéthanolamine	
N-Ethyl diéthanolamine	
2-Diméthylamino-2-méthyl-1-propanol (DMAMP)	

■ Les agents d'étalement facilitent le mouillage du support : éthers et esters de glycol, huiles silicones, dérivés fluorés, copolymères acryliques...

■ Les agents de matité déterminent l'aspect mat ou satiné du film : silicates, silice, cires de polyéthylène...

■ Les agents de conservation (uniquement pour les peintures hydrodiluable) permettent le stockage ; ils préviennent les attaques bactériennes ou fongiques de la peinture en pot ou du film sec. Il s'agit principalement de biocides tels que : composés organo-stanniques, pentachlorophénate de sodium, chloracétamide, pentachlorophénol, dithiocarbamates, dérivés chlorés ou fluorés de thiophthalimide, dérivés d'isothiazolinone dont la benzisothiazolinone, générateurs de formol...

■ Les agents anti-UV préservent le film contre les effets du rayonnement solaire : dérivés de benzophénone, dérivés de benzotriazole, salicylates, triazines...

■ Les agents antioxydants protègent le film contre son oxydation par l'oxygène de l'air : dérivés phénoliques bloqués, amines telle la N,N'-diphénylphénylène-1,4-diamine, mercaptans et disulfures organiques, thiobisphénol, dithiocarbamate de dialkyle métal, noir de carbone...

■ Les agents antimousse ont pour rôle d'éviter la formation de mousse lors de la fabrication, du conditionnement et de l'utilisation des peintures en phase

aqueuse. Ils se répartissent en deux classes principales :

- des composés hydrocarbonés (huiles minérales) ou des solvants (white-spirit, solvants naphta) ;

- des huiles silicones (généralement des polysiloxanes modifiés par des polyéthers afin d'assurer une compatibilité suffisante avec la peinture et d'éviter l'apparition de défauts de surface lors de la formation du film).

1.3 Formulation

1.3.1 Peinture hydrodiluable

Lors de la fabrication de la peinture hydrodiluable, les pigments et charges sont préalablement dispersés, sous forte agitation, dans un minimum d'eau en présence d'additifs tels que les agents de dispersion et d'épaississement. Après transfert de la pâte obtenue dans une cuve, le liant en émulsion est incorporé, sous faible agitation, aux autres constituants de la peinture (*tableau VII*).

1.3.2 Peinture hydrosoluble

Dans le cas d'une peinture hydrosoluble, les pigments et charges sont préalablement dispersés en présence d'une faible quantité de liant (préalablement neutralisé et mis en solution dans le mélange eau + cosolvants) et du dispersant. Ils sont ensuite amenés à la granulométrie requise par passage dans un broyeur. Dans le cas de la dispersion de

pigments métallisés ou nacrés, on effectue seulement une opération de dispersion à l'aide d'agitateurs à faible cisaillement.

Lorsque la dispersion est suffisante, le produit obtenu est transféré dans une cuve où le reste du liant est incorporé sous agitation avec les autres constituants de la formulation (*tableaux VIII et IX*).

1.4 Utilisation

On distingue deux secteurs d'utilisation des peintures en phase aqueuse : « bâtiment-grand public » et « industrie ».

Le premier emploie surtout des peintures hydrodiluable telles que :

- apprêts ponçables,
- peintures pour plafond, pour mur, pour huisserie (bois ou métal),
- peintures pour sol,
- peintures et revêtements pour façade,
- lasures pour bois.

Les principales applications dans le secteur industriel sont énumérées dans le *tableau X*.

En ce qui concerne les quantités et qualités des peintures utilisées, les statistiques de la Fédération des industries des peintures, encres, couleurs, colles et adhésifs (FIPEC) indiquent les tendances suivantes :

- en 1999, la production française globale de peintures et produits assimilés était de 1 million de tonnes ;
- la proportion de peintures en phase

TABLEAU VII

EXEMPLE DE FORMULATION CLASSIQUE D'UNE PEINTURE HYDRODILUABLE

CONSTITUANT	% POIDS
Pigments	15 à 25
Charges	10 à 20
Agent dispersant	0,1
Colloïde protecteur	0,2
Liant en émulsion (extrait sec = 50 %)	40 à 50
Agents de conservation (bactéricide, fongicide)	0,3 à 0,5
Agent de coalescence	2 à 5
Agent anti-mousse	0,1
Épaississant	0,3 à 0,6
Eau	15 à 25

TABLEAU VIII

EXEMPLE DE FORMULATION CLASSIQUE D'UNE PEINTURE HYDROSOLUBLE

CONSTITUANT	% POIDS
Liants (extrait sec = 100 %)	20 à 25
Eau	35 à 40
Cosolvants	10 à 20
Agent de neutralisation (amine)	1 à 3
Pigments	2,5 à 25
Charges	0 à 10
Agent dispersant	0,1
Agent tensio-actif	0,1
Agent anti-mousse	0,1
Siccatis (peinture à séchage air)	0,1 à 0,3
Liant de durcissement pour les peintures à séchage au four (extrait sec = 100 %)	2 à 5

TABLEAU IX

EXEMPLE DE FORMULATION D'UN APPRÊT HYDROSOLUBLE GRIS CLAIR

CONSTITUANT	% POIDS
Résine polyester	52
Résine polyuréthane	7
Résine mélamine-formol	3
Dioxyde de titane	15
Talc	2
Blanc fixe	6
Noir de carbone	1
Butylglycol	3
Solvant naphta	1
Additif siliconé	0,3
N,N-Diméthyléthanolamine	1
Eau	9,7

aqueuse par rapport aux peintures en phase solvant dans le domaine de la décoration (bâtiment et grand public) est passée de 37 % en 1975 à 60 % en 1999 ;

- dans le domaine de l'application industrielle des peintures, la proportion des peintures en phase aqueuse atteignait, en 1999, 27 % du tonnage des peintures industrielles.

2. Risques

2.1 Généralités

Le *tableau XI (page suivante)* décrit la nature et l'importance des risques apparaissant lors de la fabrication et de l'utilisation des peintures.

Les risques dus aux pigments, charges, liants et additifs sont les mêmes quelles que soient les peintures. Par contre, les risques dus aux solvants sont en moyenne élevés (E) dans le cas des peintures en phase solvant ; modérés (M) dans le cas des peintures hydrosolubles et faibles (F) pour les peintures hydrodiluables. Ils ne sont donc pas nuls pour les peintures en phase aqueuse, d'autant plus que des solvants de la famille des éthers de glycol sont souvent utilisés dans ce type de produit.

2.2 Risques toxicologiques

Les risques toxicologiques de ces peintures peuvent résulter, selon le composant, de leur ingestion, de leur inhalation ou de contacts cutanés. Les phases d'utilisation qui entraînent une exposition potentiellement élevée sont la fabrication (mélange de substances concentrées), l'application par pulvérisation mais également tous les travaux de finition (ponçage exposant aux pigments et charges).

Par contre, les risques liés à leur application par une méthode autre que la pulvérisation sont peu importants ; ils consistent essentiellement en atteintes cutanées (irritation ou allergie) et parfois respiratoires.

Toutefois certains composants peuvent apporter un risque spécifique qui sera indiqué dans la suite de ce chapitre.

2.2.1 Liants

La majorité des liants ne présente pas de risque toxicologique particulier. Il faut

cependant signaler les effets allergisants (cutanés et respiratoires) des époxydiques et de l'aldéhyde formique. On prendra notamment en compte ce problème lors de la fabrication des peintures époxydiques, formophénoliques et aminoplastes.

Le risque dû aux isocyanates n'existe pas dans le cas des peintures en phase aqueuse. Les polyuréthanes sont en effet constitués avant leur mise en dispersion (peintures hydrodiluables). De ce fait, ils ne comportent pas d'isocyanates libres (si certains isocyanates libres demeuraient,

ils réagiraient instantanément lors de la mise en émulsion dans l'eau).

2.2.2 Pigments et charges

Le risque est essentiellement présent lors de la fabrication ou des travaux de finition. L'un des effets communs de ces produits est de pouvoir provoquer des surcharges pulmonaires dont la survenue est liée à l'inhalation des poussières et dépend de la granulométrie de celles-ci (risque particulièrement important si diamètre aérodynamique médian < 10 µm).

TABLEAU X

APPLICATIONS INDUSTRIELLES DES PEINTURES EN PHASE AQUEUSE

SECTEUR INDUSTRIEL	FONCTION DU REVÊTEMENT	TYPE ET NATURE DU REVÊTEMENT	MODE D'APPLICATION LE PLUS UTILISÉ
■ Automobiles et camions	Primaires	Hydrosolubles : - époxydiques, - polyuréthanes, - polybutadiènes.	Electrodéposition : - cataphorèse, - anaphorèse.
	Apprêts	Hydrosolubles : - polyesters, - polyuréthanes.	Pulvérisation
	Finition (bases, laques et vernis)	Hydrosolubles : - acryliques, - polyesters, - polyuréthanes.	Pulvérisation
■ Laquage en bande de l'acier et de l'aluminium (coil coating)	Primaire	Émulsions acryliques	Machines à rouleaux
	Finition	Polyesters hydrosolubles	Machines à rouleaux
■ Revêtement de boîtes métalliques (can coating)	Extérieur (couché blanc ou vernis de surimpression)	Hydrodiluables : - acryliques.	Machines à cylindres
	Intérieur	Hydrodiluables : - acryliques.	Pulvérisation
■ Électroménager	Primaire	Hydrodiluables : - acryliques.	Trempé, électrophorèse, pulvérisation.
	Finition	Hydrosolubles : - alkydes, polyesters.	Pulvérisation
■ Industrie du bois	Bouche-pores	Hydrodiluables : - acryliques.	Pulvérisation, machines à rideau, à cylindres.
	Finition	Hydrodiluables : - acryliques.	Pulvérisation, machines à rideau, à cylindres.
■ Peintures d'entretien	Primaire ou finition(*)	Hydrodiluables : - acryliques. Hydrosolubles : - alkydes, polyesters.	Pulvérisation, rouleau, brosse.

(*) Primaire anticorrosion : ponts, réservoirs, silos, pipe-lines.

D'autres effets généraux peuvent résulter de l'absorption de ces composants (*tableau XII*).

■ Les pigments minéraux sont responsables de pathologies particulières dues à la présence d'éléments métalliques :

- les chromates peuvent induire des irritations cutanées et muqueuses, des allergies cutanées ou respiratoires (asthmes, dyspnées asthmatiformes). Il faut rappeler que les dérivés hexavalents du chrome peuvent provoquer des cancers broncho-pulmonaires qui sont reconnus comme maladie professionnelle dans certaines conditions d'exposition (fabrication, manipulation et conditionnement de l'acide

chromique, des chromates et bichromates alcalins, fabrication du chromate de zinc, TMP⁽²⁾ 10, 10 bis, 10 ter) ;

- le plomb et les dérivés plombifères peuvent être responsables d'une grave affection touchant de nombreux organes (foie, reins, système nerveux...) : le saturnisme. Sa survenue résulte de l'accumulation progressive de faibles doses de plomb dans l'organisme ; TMP 1 ;

- les composés du cadmium provoquent également une atteinte organique liée à une accumulation progressive. Les effets concernent les poumons, le tube digestif mais surtout les reins et les os (effet cancérogène avéré pour l'homme dans la classification du CIRC⁽³⁾) ; TMP 61 ;

- les composés du cobalt sont principalement sensibilisants pour la peau et les voies respiratoires (eczéma et asthmes). Ils sont par ailleurs classés comme agents pouvant être cancérogènes pour l'homme dans la classification du CIRC ; TMP 65, 70.

■ Les pigments organiques sont responsables d'irritations et de sensibilisations cutanées et respiratoires. C'est le cas surtout pour les dérivés azoïques. De plus,

(2) TMP : tableau de maladie professionnelle du régime général de la sécurité sociale.

(3) CIRC : Centre international de recherche sur le cancer.

TABLEAU XI

ÉVALUATION DES RISQUES PRÉSENTÉS PAR LA FABRICATION ET L'UTILISATION DES PEINTURES

NATURE DES OPÉRATIONS	ORIGINE DES RISQUES	NATURE DES RISQUES (*)	ÉVALUATION DU RISQUE (**)		
			PEINTURES EN PHASE SOLVANT	PEINTURES EN PHASE AQUEUSE	
				HYDRODILUABLES	HYDROSOLUBLES
■ Fabrication					
1. Pesée et chargement des constituants : pigments + charges + liant (ou eau pour les hydrodiluable) + additifs.	• Poussières de pigments et de charges • Solvants • Amines • Électricité statique	SP et/ou Pp Tinh, Tcut, I Tinh, Tcut I	E E N E	E F F F	E M F F
2. Opération de dispersion	• Électricité statique	I	E	F	M
3. Transfert en cuve	• Vapeurs de solvants • Électricité statique	Tinh, I I	E E	F F	M M
4. Incorporation liant, additifs, mise à la teinte, dilution	• Solvants • Amines • Électricité statique	Tinh, Tcut, I Tinh, Tcut I	E N E	F F F	M F M
5. Conditionnement du produit fabriqué	• Solvants • Électricité statique	Tinh, Tcut, I I	E E	F F	M M
6. Nettoyage du matériel	• Solvants	Tinh, Tcut, I	E	F	F
■ Application					
1. Stockage, transport	• Élévation de température • Fuite (mauvais bouchage, emballage détérioré) • Stockage de fûts à moitié pleins	I Tcut, I I	M M M	N N N	F F F
2. Application par - pulvérisation - trempé et électrophorèse - machines à rouleau ou rideau - brosse, rouleau	• Solvants	Tinh, Tcut, I Tinh, I Tinh, I Tinh, I	E E E E	F F F F	M F F M
3. Nettoyage du matériel	• Solvants	Tinh, Tcut, I	E	N	M
4. Séchage - à l'air - au four	• Solvants • Amines • Solvants • Amines • Produits de dégradation des liants	Tinh, I Tinh Tinh, I Tinh Tinh, I	E N E N E	F F F F F	M M F F F

(*) SP = surcharge pulmonaire, Pp = pathologie pulmonaire spécifique, Tinh = toxicité par inhalation, Tcut = toxicité cutanée, I = incendie.

(**) N = nul, F = faible, M = moyen, E = élevé.

TABLEAU XII

**LISTE DES PRINCIPAUX COMPOSANTS DES PEINTURES AQUEUSES
VISÉS PAR UN TABLEAU DE MALADIE PROFESSIONNELLE**

COMPOSANT	TABLEAU DE MALADIE PROFESSIONNELLE	
	N° FT	
Résines époxydiques	51	
Aldéhyde formique	43	7
Méthacrylate de méthyle	82	62
Acrylates et méthacrylates	65	62, 181, 185
Chromates	10, 10 bis et 10 ter	180
Composés du plomb	1	59
Composés du cadmium	61	60
Composés du cobalt	65 et 70	128
Amines aromatiques (certains pigments organiques)	15, 15 bis et 15 ter	
Silice, talc	25	232
Solvants organiques liquides	84	
Xylènes	4 bis	77
Amines aliphatiques	49, 49 bis	

VALEURS LIMITES D'EXPOSITION (VLE)

Différents pays ont adopté des valeurs limites d'exposition.

En France [3], la valeur limite de moyenne d'exposition (VME) est la valeur admise pour la moyenne dans le temps des concentrations auxquelles un travailleur est effectivement exposé au cours d'un poste de 8 heures.

La VLE, compte tenu des moyens de prélèvements et de mesures, n'est pas obligatoirement la valeur maximale d'une concentration instantanée, mais la durée sur laquelle cette concentration est mesurée, ne saurait dépasser 15 minutes.

Aux États-Unis [4], les TLV-TWA⁽⁴⁾ indiquent les concentrations sous lesquelles on peut estimer que la presque totalité des ouvriers peut être exposée, jour après jour, sans effet défavorable. Ce sont des valeurs moyennes pondérées pour une durée de travail de 7 ou 8 heures par jour et de 40 heures par semaine.

Le *tableau XIII* donne les VME et les TLV-TWA disponibles pour certains dérivés de l'éthylèneglycol et du propylèneglycol.

TABLEAU XIII

**VALEURS LIMITES D'EXPOSITION AUX DÉRIVÉS DE L'ÉTHYLÈNEGLYCOL
ET DU PROPYLÈNEGLYCOL**

Nom	Abréviation	VME		TLV-TWA (ACGIH)
		PPM	MG/M ³	PPM
Méthylglycol	EGME	5	16	5
Éthylglycol	EGEE	5	19	5
Isopropylglycol	EGiPE	25	105	25
Butylglycol	EGBE	2	9,8	20
Acétate de méthylglycol	EGME(A)	5	24	5
Acétate d'éthylglycol	EGEE(A)	5	27	5
Méthoxypropanol	2PG1ME	100	375	100
Méthoxydipropylèneglycol	DPGME	50	308	100

certaines amines aromatiques (dérivés de la benzidine et de l'ortho-toluidine notamment) peuvent provoquer des tumeurs de la vessie ; TMP 15, 15bis, 15ter.

■ ■ Certaines charges (silice, talc, kaolin) utilisées comme agents de matité ou de thixotropie peuvent induire des pathologies spécifiques (silicose) ; TMP 25 ; la silice cristalline peut notamment induire des cancers broncho-pulmonaires reconnus en tant que maladies professionnelles.

2.2.3 Agents de coalescence et cosolvants

Ils sont présents lors de la fabrication et de l'utilisation de toutes les peintures, mais en proportions variables.

Les cosolvants sont en majorité des alcools ou des éthers de glycol [2]. Jusqu'en 1982, les éthers de glycol utilisés étaient essentiellement des dérivés obtenus à partir de l'oxyde d'éthylène (éthers de glycol de la série E) et surtout le méthylglycol, l'éthylglycol et leurs acétates. Ces substances entraînent, comme de nombreux solvants, des effets cutanés (irritation) mais ils peuvent provoquer également des effets sur les cellules sanguines et sur la reproduction. La tendance actuelle est de remplacer ces dérivés par des dérivés de l'oxyde de propylène (éthers de glycol de la série P) dont les études expérimentales montrent que le métabolisme est différent et les niveaux de doses toxiques plus élevés.

2.2.4 Amines de neutralisation

Les amines aliphatiques sont des substances très irritantes et sensibilisantes pour la peau et les voies respiratoires.

Dans les peintures hydrosolubles elles sont employées à quelques pourcents, ce qui réduit les risques. Par contre ceux-ci sont à prendre en considération lors de la fabrication des peintures (produits purs).

2.2.5 Additifs

Ces produits de faible tension de vapeur sont employés en concentrations réduites dans les préparations et présentent donc des risques toxicologiques faibles.

(4) TLV : Threshold limit value = valeur seuil.
TWA : time weighted average = valeur moyenne pondérée par le temps.

2.3 Risques d'inflammation

La faible teneur en solvants des peintures en phase aqueuse (*tableau XIV*) leur confère un risque d'inflammation moindre par rapport aux peintures en phase solvant.

Le classement des peintures relatif au risque incendie est établi à partir de la détermination de leur point d'éclair (PE) :

- PE ≤ 21 °C : peintures facilement ou extrêmement inflammables ;
- 21 °C < PE ≤ 55 °C : peintures inflammables ;
- PE > 55 °C : peintures non classées inflammables mais pouvant être combustibles.

Toutes les peintures hydrodiluable présentent un point d'éclair supérieur à 55 °C ; elles ne sont donc pas classées « inflammables » et s'avèrent ainsi pratiquement sans danger vis-à-vis du risque incendie.

Certaines peintures hydrosolubles, à teneurs en cosolvants élevées (de l'ordre de 20 %), présentent un point d'éclair inférieur à 55 °C. Elles sont donc classées « inflammables ». Mais l'expérience (essai d'inflammation par flamme directe, mèche imbibée d'alcool) n'a montré ni inflammation ni combustion de ces peintures.

Cependant, dans le cas où elles sont impliquées dans un incendie, les peintures vont pouvoir l'alimenter.

3. Prévention

Les textes réglementaires concernant les risques dus aux peintures à l'eau sont rassemblés dans le *tableau XV*.

Les mesures de prévention décrites ci-après permettent de diminuer les risques toxicologiques et d'inflammation lors de la fabrication et de l'application des peintures en phase aqueuse.

3.1 Mesures de prévention technique

3.1.1 À la fabrication

Pigments et charges

■ Remplacement des toxiques

Les pigments minéraux, dont la toxicité est liée à la présence de métaux (Cd, Co, Cr, Pb, Se) dans leur formule, peuvent être remplacés par des pigments organiques moins toxiques (mais souvent tout de même irritants ou allergisants), par exemple :

- vert de chrome par vert de phtalocyanine ;
- jaune de chrome, rouge de cadmium par des dérivés azoïques (autres que des dérivés de benzidine et d'*o*-toluidine) ;
- bleus minéraux par bleu de phtalocyanine.

Les charges siliceuses peuvent être remplacées par des dispersions de cire de polyéthylène (agent de matité) ou des argiles de type bentonite (agent de rhéologie).

Il faut signaler toutefois que ces remplacements sont parfois difficiles à réaliser (techniquement ou économiquement).

■ Diminution de l'empoussièrement

Diverses techniques sont utilisables :

- transport pneumatique des pigments et charges ;
- ouverture des sacs sous aspiration ;
- utilisation de « slurries » (pâtes, dispersions aqueuses de pigments (les « slurries » d'oxyde de titane ont un extrait sec compris entre 65 et 75 %) ;
- nettoyage par aspiration ;
- ventilation : elle est nécessaire lors de la pesée et de l'introduction dans le disperseur. Elle peut être réalisée, par exemple, par utilisation d'anneaux aspirants [5], [6], disposés sur le récepteur de pesée et sur la trémie de chargement du disperseur.

■ Hygiène

La prise de repas est interdite sur le lieu de travail afin d'éviter les ingestions accidentelles. Il est recommandé au personnel de changer fréquemment de combinaison de travail et d'avoir une bonne hygiène corporelle.

Par ailleurs, le chef d'établissement est tenu de mettre des douches à la disposition des salariés (*voir tableau XV*).

Cosolvants et agents de coalescence

■ Remplacement des toxiques

Pour les peintures hydrodiluable, il convient de choisir les agents de coalescence les moins toxiques et/ou les moins volatils : white-spirit, dipentène, coupes pétrolières.

Les cosolvants des peintures hydrosolubles, dérivés de l'éthylène glycol, peuvent être remplacés par des dérivés du propylène glycol (volatilité plus faible, risque toxicologique moindre).

■ Diminution des risques à la mise en œuvre

La mise à la terre des réservoirs, canalisations, disperseurs et cuves de fabrication est indispensable.

Les mesures de prévention complémentaires envisageables sont :

- le stockage en réservoir sous azote ;
- le transfert sous pression d'azote ;
- la mesure volumétrique permettant l'alimentation directe des cuves.

■ Ventilation des ateliers

La ventilation des ateliers et le captage des polluants au poste de travail doivent répondre aux prescriptions réglementaires, et assurer une concentration en vapeurs de solvants dans l'atmosphère de l'atelier la plus basse possible et inférieure aux valeurs limites d'exposition professionnelle.

■ Hygiène

Le risque de pénétration cutanée est important, en particulier dans le cas des éthers de glycol. Il est donc impératif de proscrire le nettoyage des récipients ou des outils à l'aide de chiffons imbibés de solvants. Ces opérations peuvent être réalisées par trempé (bacs équipés de paniers plongeants et d'installations d'aspiration), ou à l'aide de brosses (ou pinceaux), dans une cabine ouverte ventilée spéciale [6]. Le port de gants est recommandé.

■ Incendies

Certains cosolvants ont un point d'éclair inférieur à 55 °C. La fabrication des peintures hydrosolubles nécessite donc la mise

TABLEAU XIV

CONSTITUANTS POUVANT INTERVENIR DANS LE PHÉNOMÈNE D'INFLAMMABILITÉ

CONSTITUANTS	TENEUR MOYENNE PONDÉRALE (%)	PEINTURES EN PHASE AQUEUSE	
		Hydrodilubles	Hydrosolubles
■ Abaisant le point d'éclair	Agents de coalescence	2 à 5	-
	Cosolvants	-	5 à 20
	Amines	-	1 à 3
■ Augmentant le point d'éclair	Eau	40 à 50	30 à 55

TABLEAU XV

RÉGLEMENTATION

Réglementation relative à la mise en œuvre de mesures de prévention des risques encourus par les travailleurs affectés à des travaux de fabrication et d'application de peintures.

MESURES DE PRÉVENTION	RÉGLEMENTATION APPLICABLE
■ Intégration de la sécurité dès la phase de fabrication et de cession des produits	
Prévention du risque chimique - principes de classement et d'étiquetage, déclaration des substances et préparations dangereuses	- art. R. 231-51 à R. 231-52-18 du Code du travail ; - arrêté du 9 novembre 2004, définissant les critères de classification et les conditions d'étiquetage et d'emballage des préparations dangereuses ; - arrêté du 20 avril 1994, relatif à la déclaration, la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances.
Prévention du risque chimique - information sur les risques présentés par les produits	- art. R. 231-53 à R. 231-53-3 du Code du travail ; - arrêté du 9 novembre 2004, fixant les modalités d'élaboration et de transmission des fiches de données de sécurité.
■ Intégration de la prévention dès la conception des installations	
Conception des cabines de projection	- art. R. 233-140 à R. 233-150 du Code du travail (articles introduits dans le code par le décret 90-53 du 12 janvier 1990, définissant les conditions d'hygiène et de sécurité auxquelles doivent satisfaire les cabines de projection, les cabines et enceintes de séchage, et les cabines mixtes de projection et de séchage destinées à l'emploi de peintures liquides, de vernis, de poudres ou de fibres sèches) ; - arrêté du 3 mai 1990, précisant les prescriptions relatives aux vitesses de ventilation des cabines de projection par pulvérisation, et des cabines de séchage, destinées à l'emploi de peintures liquides ou de vernis ; - circulaire 90/7 du 9 mai 1990, relative à l'application du décret 90-53 du 12 janvier 1990.
■ Interdiction d'exposition	
Travaux interdits aux jeunes travailleurs	- art. R. 234-20 et R. 234-21 du Code du travail.
Travaux interdits aux salariés employés en CDD ou aux intérimaires	- arrêté du 8 octobre 1990 fixant la liste des travaux pour lesquels il ne peut être fait appel aux salariés sous contrat de travail à durée déterminée ou aux salariés des entreprises de travail temporaire.
■ Mesures de protection collective - aménagement des locaux de travail	
Aération assainissement des lieux de travail	- art. R. 232-5 et suivants du Code du travail ; - circulaire du 19 juillet 1982, modifiée et complétée, relative aux valeurs admises pour les concentrations de certaines substances dangereuses dans l'atmosphère des lieux de travail.
Installations sanitaires	- art. R. 232-2-4 du Code du travail : installations sanitaires dans les établissements où sont effectués des travaux salissants (installation de douches) ; - arrêté du 23/07/47 modifié, fixant les conditions dans lesquelles les chefs d'établissements sont tenus de mettre des douches à la disposition du personnel effectuant des travaux insalubres ou salissants.
■ Mesures de prévention des risques chimiques, cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques	
Règles générales de prévention du risque chimique et notamment : - évaluation des risques, - mise en œuvre de moyens de protection collective et maintien en état de ces installations, - mise à disposition d'équipements de protection individuelle adaptés	- art. R. 231-54 à R. 231-54-17 du Code du travail.
Contrôle du risque chimique sur les lieux de travail	- art. R. 231-55 à R. 231-55-3 du Code du travail.
Règles particulières de prévention du risque cancérogène, mutagène et reprotoxique	- art. R. 231-56 à R. 231-56-12 du Code du travail.
Dispositions spécifiques à certains agents chimiques dangereux	- art. R. 231-58 à R. 231-58-6 du Code du travail.
■ Mesures de prévention de risques spécifiques	
Prévention des risques liés à la peinture ou au vernissage par pulvérisation	- décret 47-1619 modifié, du 23 août 1947, portant règlement d'administration publique, en ce qui concerne les mesures de protection des ouvriers qui exécutent des travaux de peinture ou de vernissage par pulvérisation.
■ Surveillance médicale	
	- arrêté du 11 juillet 1977, fixant la liste des travaux nécessitant une surveillance médicale spéciale (application des peintures et vernis par pulvérisation).
■ Tableaux de maladies professionnelles	
	1, 4, 4 bis, 10, 10 bis, 10 ter, 12, 14, 15, 15 bis, 15 ter, 25, 43, 49, 51, 61, 62, 65, 70, 82, 84.

en place de dispositifs de lutte contre l'incendie :

- affichage de la conduite à tenir en cas d'incendie avec plan d'atelier comportant les issues de secours et la situation des extincteurs ;
- exercices périodiques ;
- réseau d'incendie armé (RIA) ;
- extincteurs, couvertures, matériaux inertes (pulvérulents, sable...) ;
- détecteurs d'incendie et « sprinklers » (arrosage asservi au détecteur).

3.1.2 À l'application

La pulvérisation des peintures en phase aqueuse engendre un brouillard qui présente :

- des risques toxicologiques fonction de la nature des constituants (pigments, charges, agents de coalescence, cosolvants) ;
- des risques d'inflammation (faibles du fait de la basse teneur en solvants).

Différentes mesures de prévention peuvent être mises en œuvre :

- la pulvérisation en cabines ventilées [7], [8] ;
- l'éloignement de l'opérateur en utilisant des robots d'application ;
- la diminution du brouillard par pulvérisation électrostatique ou pulvérisation sous haute pression sans air ;
- le port de gants adaptés ;
- le port, en complément et selon la concentration dans l'atmosphère de travail, d'un appareil de protection respiratoire filtrant (filtre A2P2SL) ou isolant.

En ce qui concerne l'application au pinceau ou au rouleau (peintre, décorateur, artisan...), le risque principal est une inhalation des vapeurs de solvant. Une extraction des vapeurs de solvant par ventilation doit permettre de travailler dans des conditions convenables. Les risques d'ingestion et de contact cutané peuvent être facilement éliminés par des mesures strictes d'hygiène et le port d'équipement de protection adéquats (gants...).

3.2 Information

3.2.1 Étiquetage [9, 10, 11]

Il s'agit d'alerter les utilisateurs des dangers présentés par certaines substances ou préparations.

Étiquetage prend en compte les risques d'incendie et les risques toxicologiques dus aux substances dangereuses. Certaines préparations non étiquetées

peuvent néanmoins présenter des dangers lors de l'utilisation (problèmes des seuils fixés pour l'étiquetage et de la connaissance des données toxicologiques des substances).

Pour être efficace, l'étiquetage doit être concis : il ne fait état que des risques les plus grands. Il ne dispense pas l'information complémentaire fournie par les fiches de données de sécurité et les fiches techniques des produits.

Les textes réglementaires [9] concernant l'étiquetage des préparations (dont font partie les peintures) sont rappelés dans le *tableau XV*.

3.2.2 Fiche de données de sécurité (FDS) [12]

Elle est délivrée par le fournisseur du produit et vient en complément de l'étiquetage. Elle renseigne sur les risques de toute nature que présente une préparation, et sur les mesures de prévention à respecter lors de son utilisation.

Le Code du travail précise que l'établissement d'une FDS est une obligation pour le fabricant, l'importateur ou le vendeur d'une substance ou d'une préparation dangereuse (avec des phrases de risque), ou d'une préparation non-classée comme dangereuse mais contenant une substance dangereuse à plus de 1 % (préparation non-gazeuse), ou une substance affectée de valeurs limites d'exposition professionnelle (article R. 231-53). Rédigée en français, la FDS doit être transmise gratuitement au chef d'établissement ou au travailleur indépendant utilisateur, qui doit lui-même la communiquer au médecin du travail et la mettre à disposition des travailleurs, du comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail ou des délégués du personnel (article R. 231-54-4). Dans le cas des préparations non-classées mais contenant des substances dangereuses en quantité suffisante pour imposer une FDS, ce document sera transmis au chef d'établissement, ou au travailleur indépendant, uniquement sur la demande de ce dernier.

Ces textes précisent également les indications que la fiche de données de sécurité doit comporter. L'arrêté du 9 novembre 2004 (modifiant l'arrêté du 5 janvier 1993) fixe les modalités d'élaboration et de transmission des FDS et présente en annexe un guide pour la réalisation de ces fiches.

3.2.3 Déclaration à l'INRS [13]

Les fabricants, vendeurs ou importateurs sont tenus de déclarer leurs produits chimiques dangereux à l'Institut

national de recherche et de sécurité (INRS) lorsque ceux-ci sont très toxiques, toxiques ou corrosifs [16] ou lorsqu'il s'agit de produits biocides. Dans les autres cas, c'est sur demande de l'INRS (organisme désigné) que les fabricants, vendeurs ou importateurs doivent fournir des informations complètes sur leurs produits chimiques. Les informations **confidentielles** ainsi recueillies sont utilisées pour la prévention du risque chimique ou pour répondre à toute demande d'ordre médical destinée au traitement des affections induites.

3.3 Formation du personnel

3.3.1 À la fabrication

La formation du personnel de fabrication doit porter sur :

- les risques d'incendie et les risques toxicologiques des constituants ;
- les consignes de sécurité à respecter pour la manipulation des constituants (ne pas inhaler, ne pas mettre en contact avec la peau...) ;
- les mesures d'hygiène.

3.3.2 À l'application

La formation du personnel utilisant les peintures doit porter sur :

- les risques liés à la pulvérisation de ces peintures (bien qu'elles soient « à l'eau » et généralement présentées comme « inoffensives ») ;
- les mesures de prévention à respecter lors de la pulvérisation (pas d'inhalation, ni de contact cutané lors du nettoyage du matériel) ;
- les mesures d'hygiène.

3.4 Surveillance médicale des travailleurs

3.4.1 À la fabrication et à l'application

La manipulation d'agents chimiques classés CMR de catégorie 1 et 2 (Cancérogène, Mutagène ou Reprotoxique avéré) implique des règles particulières de prévention du risque chimique (Code du travail, articles R. 231-56 à R. 231-56-12). En cas de manipulation régulière de plomb ou de ses composés, de cadmium ou de ses composés et de chromates (en dehors des solutions aqueuses diluées), le médecin du travail dispose d'un temps médical calculé sur la base d'une heure par mois

pour dix salariés exposés. Cette surveillance médicale spéciale doit lui permettre de réaliser les examens médicaux mais surtout d'effectuer des actions de prévention et de formation.

Le médecin du travail doit par ailleurs constituer, pour chaque travailleur exposé, un dossier individuel comprenant une fiche d'exposition et les résultats des examens médicaux complémentaires pratiqués. Ce dossier doit être conservé dans le dossier de l'employé durant une période de 50 ans.

En cas de départ d'un employé, l'employeur est notamment tenu de fournir à l'intéressé une attestation d'exposition aux agents CMR, document qui doit être rempli conjointement avec le médecin du travail.

Les salariés effectuant de façon habituelle des travaux de peinture par pulvérisation sont visés par l'arrêté de surveillance médicale spéciale (*voir tableau XV*). Pour ces travaux, le décret 47-1619 modifié, du 23 août 1947, prévoit par ailleurs les mesures préventives techniques et médicales à appliquer qui comprennent les éléments suivants :

- certificat d'aptitude avant embauchage ;
- confirmation un mois après l'embauchage ;
- visite tous les six mois ;

- examen médical pour tout salarié indisposé par son travail ainsi que pour tout salarié s'étant absenté plus d'une semaine pour cause de maladie ;

- tenue d'un registre médical indiquant les dates de ces différents examens.

CONCLUSION

Comparativement aux peintures en phase solvant, les peintures en phase aqueuse (en particulier les hydrodiluable) présentent, au cours de leur mise en œuvre, bien moins de risques toxicologiques (pour l'homme et pour l'environnement) et d'inflammation.

Ces peintures se sont bien implantées dans le secteur bâtiment/grand public du fait de leur facilité d'emploi (séchage rapide, nettoyage à l'eau du matériel...). Leur pénétration dans le domaine industriel a été plus lente pour plusieurs raisons :

- leur utilisation nécessite généralement une modification notable des installations et des équipements d'application ;
- elles ont eu à surmonter un certain nombre de handicaps physico-chimiques, ce qui a nécessité un important effort de mise au point ; aujourd'hui, ces produits ont atteint un niveau de performance suf-

fisant pour être employés de façon généralisée dans des secteurs aussi exigeants que l'automobile.

Le moteur de cette évolution étant à la fois technique et réglementaire (notamment réduction des émissions de solvants), les peintures en poudre constituent une alternative à l'utilisation des peintures en phase aqueuse. La publication d'une directive européenne, qui vise à réduire drastiquement les émissions de composés organiques volatils, accélère cette évolution et les peintures en phase solvant ne continueront à être utilisées que dans les situations où elles sont irremplaçables économiquement et techniquement.

Le développement des peintures en phase aqueuse entraîne ainsi une amélioration de la sécurité et des conditions de travail des salariés. Mais il ne faut pas négliger les risques toxicologiques qui subsistent, même s'ils sont plus faibles.

L'application des mesures de prévention décrites dans ce document s'avère de ce fait nécessaire, tant au cours de la fabrication que de l'utilisation de ces peintures.

De plus, la formation et l'information des salariés qui mettent en œuvre ces peintures (fabrication, application) doivent être adaptées pour attirer leur attention sur les risques encore présents.

COMPLÉMENT BIBLIOGRAPHIQUE

[1] MARTENS C.R. - Waterborne coatings. New York, Londres, Van Nostrand Reinhold Company, 1981.

[2] Ethers de glycol. Quels risques pour la santé. INSERM, Paris, 1999.

[3] Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France. ED 984, INRS, Paris, 2006.

[4] Valeurs limites d'exposition professionnelle aux substances dangereuses - Valeurs de l'ACGIH (États-Unis) - Guide to Occupational Exposures Values - 2006.

[5] Guide pratique de ventilation n° 0 - Principes généraux de ventilation. ED 695, INRS, Paris, 1989.

[6] Guide pratique de ventilation n° 1 - L'assainissement de l'air des locaux de travail. ED 657, INRS, Paris, 1989.

[7] Guide pratique de ventilation n° 9.1 - Cabines d'application par pulvérisation de produits liquides. ED 839, INRS, Paris, 2000.

[8] Guide pratique de ventilation n° 9.3 - Pulvérisation

de produits liquides. Objets lourds ou encombrants. ED 906, INRS, Paris, 2003.

[9] Classification, emballage et étiquetage des substances et préparations chimiques dangereuses. Textes réglementaires et commentaires. ED 982, INRS, Paris, 2006.

[10] Classification, emballage et étiquetage des substances et préparations chimiques dangereuses. Guide de classification et d'étiquetage. ED 983, INRS, Paris, 2006.

[11] Classification et étiquetage des substances chimiques dangereuses figurant à l'annexe I de l'arrêté du 20 avril 1994 modifié, disponibles sur le site du Bureau Européen des substances Chimiques (ECB) : <http://ecb.jrc.it/>

[12] La fiche de données de sécurité. ED 954, INRS, Paris, 2005.

[13] Déclaration des produits chimiques. Informations à transmettre à l'INRS. Textes réglementaires. ED 980, INRS, Paris, 2006.

À lire également :

Peintures en phase aqueuse pour l'industrie auto-mobilité. Formulations et risques à la mise en œuvre. ND 2115, INRS, Paris, 1999.

Peintures en poudre. Composition, risques toxicologiques, mesures de prévention. ED 956, INRS, Paris, 2005.

Peintures en solvants. Composition, risques toxicologiques et mesures de prévention. ED 971, INRS, Paris, 2005.

Les appareils de protection respiratoire. Choix et utilisation. ED 780, INRS, Paris, 2002.

Des gants contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité. ED 112, INRS, Paris, 2003.

Les maladies professionnelles. Guide d'accès aux tableaux du régime général et du régime agricole de la sécurité sociale. ED 835, INRS, Paris, 2004.



Pour commander les films (en prêt), les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service prévention de votre CRAM ou CGSS.

Services prévention des CRAM

ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)
14 rue Adolphe-Seyboth
BP 10392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13
www.cram-alsace-moselle.fr

(57 Moselle)
3 place du Roi-George
BP 31062
57036 Metz cedex 1
tél. 03 87 66 86 22
fax 03 87 55 98 65
www.cram-alsace-moselle.fr

(68 Haut-Rhin)
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488
68018 Colmar cedex
tél. 03 89 21 62 20
fax 03 89 21 62 21
www.cram-alsace-moselle.fr

AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde,
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,
64 Pyrénées-Atlantiques)
80 avenue de la Jallère
33053 Bordeaux cedex
tél. 05 56 11 64 36
fax 05 57 57 70 04
documentation.prevention@cramaquitaine.fr

AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
48-50 boulevard Lafayette
63058 Clermont-Ferrand cedex 1
tél. 04 73 42 70 76
fax 04 73 42 70 15
preven.cram@wanadoo.fr

BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs,
39 Jura, 58 Nièvre, 70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
ZAE Cap-Nord
38 rue de Cracovie
21044 Dijon cedex
tél. 03 80 70 51 32
fax 03 80 70 51 73
prevention@cram-bfc.fr

BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)
236 rue de Châteaugiron
35030 Rennes cedex
tél. 02 99 26 74 63
fax 02 99 26 70 48
drpcdi@cram-bretagne.fr
www.cram-bretagne.fr

CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36 rue Xaintraillies
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 81 50 00
fax 02 38 79 70 29
prev@cram-centre.fr

CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
4 rue de la Reynie
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 79 00 64
doc.tapr@cram-centreouest.fr

ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne,
78 Yvelines, 91 Essonne, 92 Hauts-de-Seine,
93 Seine-Saint-Denis, 94 Val-de-Marne,
95 Val-d'Oise)
17-19 place de l'Argonne
75019 Paris
tél. 01 40 05 32 64
fax 01 40 05 38 84
prevention.atmp@cramif.cnamts.fr

LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)
29 cours Gambetta
34068 Montpellier cedex 2
tél. 04 67 12 95 5
fax 04 67 12 95 56
prevdoc@cram-lr.fr

MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)
2 rue Georges-Vivent
31065 Toulouse cedex 9
tél. 0820 904 231 (0,118 €/min)
fax 05 62 14 88 24
doc.prev@cram-mp.fr

NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne,
52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle,
55 Meuse, 88 Vosges)
81 à 85 rue de Metz
54073 Nancy cedex
tél. 03 83 34 49 02
fax 03 83 34 48 70
service.prevention@cram-nordest.fr

NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)
11 allée Vauban
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex
tél. 03 20 05 60 28
fax 03 20 05 79 30
bedprevention@cram-nordpicardie.fr
www.cram-nordpicardie.fr

NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,
61 Orne, 76 Seine-Maritime)
Avenue du Grand-Cours, 2022 X
76028 Rouen cedex
tél. 02 35 03 58 21
fax 02 35 03 58 29
catherine.lefebvre@cram-normandie.fr
dominique.morice@cram-normandie.fr

PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2 place de Bretagne
44932 Nantes cedex 9
tél. 0821 100 110
fax 02 51 82 31 62
prevention@cram-pl.fr

RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme,
38 Isère, 42 Loire, 69 Rhône,
73 Savoie, 74 Haute-Savoie)
26 rue d'Aubigny
69436 Lyon cedex 3
tél. 04 72 91 96 96
fax 04 72 91 97 09
preventionrp@cramra.fr

SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse Sud,
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)
35 rue George
13386 Marseille cedex 5
tél. 04 91 85 85 36
fax 04 91 85 75 66
documentation.prevention@cram-sudest.fr

Services prévention des CGSS

GUADELOUPE

Immeuble CGRR
Rue Paul-Lacavé
97110 Pointe-à-Pitre
tél. 05 90 21 46 00
fax 05 90 21 46 13
lina.palmont@cgss-guadeloupe.fr

GUYANE

Espace Turenne Radamonthe
Route de Raban,
BP 7015
97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04
fax 05 94 29 83 01

LA RÉUNION

4 boulevard Doret
97405 Saint-Denis cedex
tél. 02 62 90 47 00
fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss-reunion.fr

MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes
97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31
05 96 66 51 32
fax 05 96 51 81 54
prevention972@cgss-martinique.fr

COLLECTION DES AIDE-MÉMOIRE TECHNIQUES

Cette brochure présente un inventaire détaillé des principaux constituants des peintures en phase aqueuse (liants, pigments, charges, agents épaississants, agents de coalescence et cosolvants, amines de neutralisation, additifs). Les risques propres à chacun des composants sont ensuite exposés ainsi que les textes réglementaires correspondants.

En dernier lieu, sont présentées les mesures de prévention techniques à mettre en œuvre lors de la fabrication et de l'application, l'information à donner à l'utilisateur concernant les dangers de ces produits, la formation à dispenser au personnel et enfin, la surveillance médicale des travailleurs.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
30, rue Olivier-Noyer 75680 Paris cedex 14 • Tél. 01 40 44 30 00
Fax 01 40 44 30 99 • Internet : www.inrs.fr • e-mail : info@inrs.fr

Édition INRS ED 955

1^{re} édition (2005) • réimpression octobre 2006 • 2 000 ex. • ISBN 2-7389-1301-6