



GUIDE TECHNIQUE

FORMATION DU PEINTRE ANTICORROSION





Au-delà de l'esthétisme, la peinture anticorrosion protège durablement un ouvrage, un équipement, une installation, face à l'épreuve du temps, par la protection anticorrosion de celui-ci.

Ce guide technique est destiné à la formation des applicateurs de peinture anticorrosion dont la mise en œuvre suit un processus complet et normé : préparation de surface et mise en peinture dans le domaine industriel et anticorrosion, la maîtrise des risques Santé, Sécurité et Environnement, ainsi que la maîtrise de la Qualité.

Sans toutefois rentrer trop en détail dans le processus chimique de la corrosion, le sujet est abordé pour comprendre ce phénomène.

Ce guide développe les différentes phases de la mise en œuvre d'un système de peinture anticorrosion, de la réception du support à traiter, de la préparation de surface jusqu'à l'application des différentes couches composant la protection anticorrosion.

Il met en évidence les exigences pouvant être demandées conformément aux normes en vigueur, en abordant les moyens et types de matériels qui peuvent être utilisés et leur maintenance.

La qualité, et les contrôles avant, pendant et après la réalisation sont aussi un sujet important évoqué dans des chapitres spécifiques. Ces contrôles sont essentiels pour assurer la qualité finale des travaux.

La santé, la sécurité au travail et l'environnement ne sauraient être oubliées, ce sont des points primordiaux que chaque intervenant doit intégrer au quotidien.

Plus globalement, ce guide a pour vocation d'accompagner utilement l'ensemble des acteurs impliqués dans la formation des opérateurs.

Bonne lecture,

Le Groupement des Entrepreneurs de Peinture Industrielle



Dans ce guide, plusieurs flashcodes sont à photographier pour en savoir plus.

1. Comprendre la corrosion

2. Peinture anticorrosion

3. Préparation de surface

4. Expressions normatives des préparations de surface

5. Contrôles

6. Fonctionnement et entretien du matériel

7. Qualité

8. Hygiène et Sécurité au Travail

9. Environnement

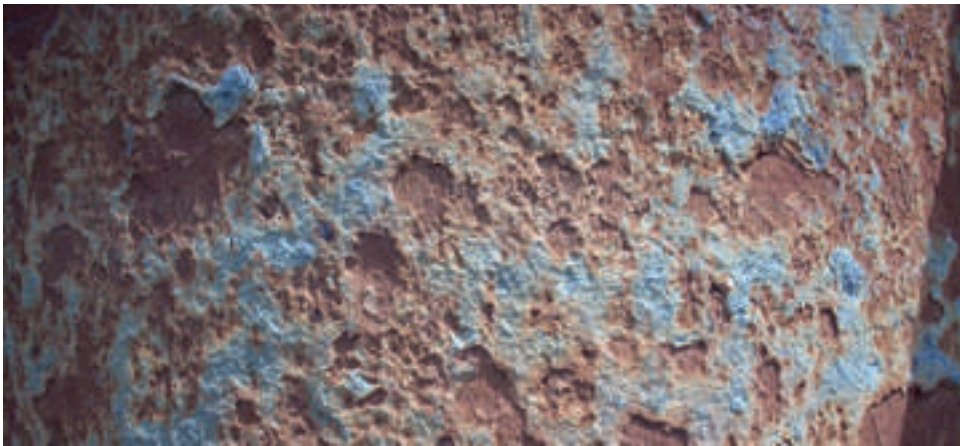
10. Annexes



1. COMPRENDRE LA CORROSION

1.1. Mécanisme de la corrosion électrochimique	6
1.2. Différentes formes de corrosion	8
1.3. Cas des ouvrages en béton armé	9
1.4. Catégorie de corrosivité des environnements	10
1.5. Comment lutter contre la corrosion ?	12

1. COMPRENDRE LA CORROSION

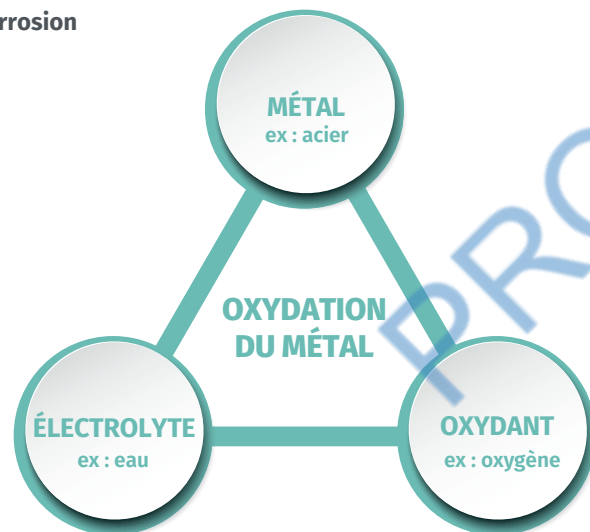


La corrosion est la dégradation d'un métal pouvant aller jusqu'à sa destruction sous l'action du milieu ambiant par différents processus. La corrosion la plus répandue est la corrosion dite "électrochimique".

1.1. MÉCANISME DE LA CORROSION ÉLECTROCHIMIQUE

Cette corrosion est le résultat de l'action d'un oxydant (comme l'oxygène) sur un métal (comme l'acier) au contact d'un électrolyte (comme l'eau).

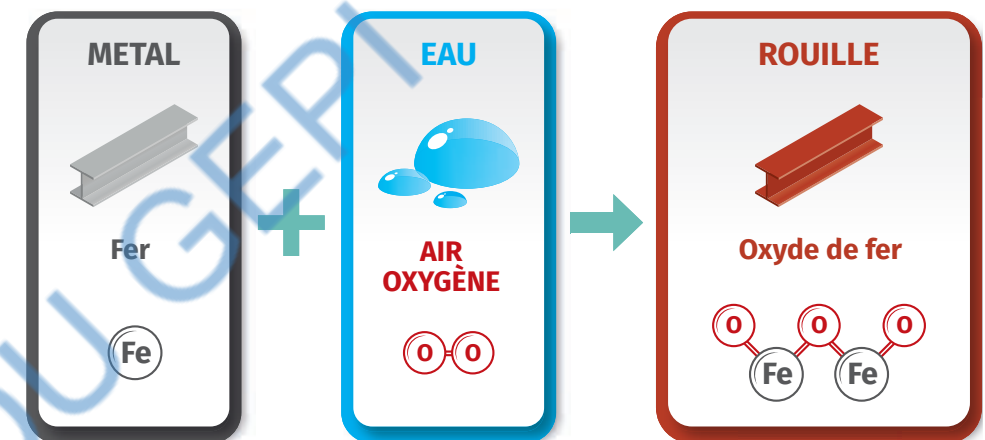
Triangle de la corrosion



Si l'on supprime l'électrolyte et/ou l'oxydant, il ne peut y avoir de corrosion.

La rouille est le produit de la corrosion du fer et de l'acier (alliage ferreux).

C'est le résultat de la réaction entre l'oxygène contenu dans l'air et le fer/acier en présence d'eau.



Si la majorité des métaux se corrodent certains métaux ont la particularité de former rapidement des produits de corrosion (couche d'oxyde), plus ou moins stables, qui vont constituer un film protecteur sur le métal :

- Aciers inoxydables (inox)
- Aluminium
- Cuivre et ses alliages (bronze/laiton)
- Acier corten (acier autopatinable)
- Zinc

Pour les aciers inoxydables, on parle de métaux "passivables", c'est-à-dire qui peuvent être passivés.



La couleur verte de la Statue de la Liberté est due au produit de l'oxydation du cuivre.

Passivation :

Cette opération consiste en un traitement chimique de la surface de l'acier inoxydable par un acide fort afin d'accélérer la création d'une couche de protection (couche d'oxyde stable).

1.2. DIFFÉRENTES FORMES DE CORROSION

La corrosion d'un métal peut prendre différentes formes, on parle de :

■ Corrosion uniforme

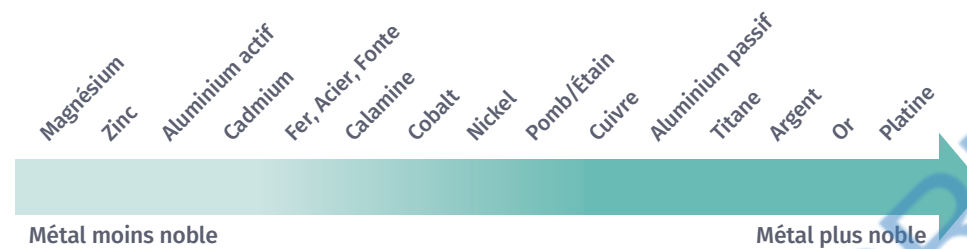
Quand elle se forme de manière homogène sur l'ensemble de la surface du métal. C'est le cas du fer et de l'acier.



■ Corrosion galvanique

C'est le résultat de l'association d'un métal plus noble et d'un métal moins noble.

La noblesse d'un métal ou alliage est donnée par son classement selon sa résistance à la corrosion dans un milieu donné (échelle galvanique).



Le métal le moins noble se corrode avant le métal le plus noble (ainsi une couche de zinc se détériore avant le fer, d'où une protection anticorrosion).



Corrosion galvanique d'écrou galvanisé au contact d'une vanne en acier inoxydable

■ Corrosion par pique

Contrairement à la corrosion uniforme, la corrosion par pique est localisée, et se répand dans la profondeur du matériau. Elle concerne les métaux dit "passivables" comme l'inox ou l'aluminium.



Corrosion d'une porte en acier inoxydable

Il existe d'autres formes de corrosion qui ne seront pas développées comme la corrosion de fatigue, sous tension, intergranulaire, bactérienne, ...

1.3. CAS DES OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

Le béton, lui aussi, est sensible aux agents extérieurs, comme l'eau, le CO₂ (dioxyde de carbone) ou les chlorures (sel).

Au cours du temps le CO₂ va pénétrer dans le béton, réagir avec certains constituants (carbonatation) et entraîner l'acidification du béton (diminution de son pH). Cette acidification va faciliter la corrosion des armatures présentes dans le béton armé. En se corrodant les armatures vont gonfler et faire fissurer le béton. La pénétration de chlorures va accélérer la corrosion des armatures.

La protection de la surface du béton par une peinture adaptée permet de limiter les principaux risques que sont la carbonatation et la pénétration des chlorures, tout en apportant l'esthétisme de la couleur.



Chantier de mise en peinture d'un pont en béton.

1.4. CATÉGORIE DE CORROSIVITÉ DES ENVIRONNEMENTS

La perte de masse d'un acier (non protégé) due à la corrosion est fonction de la corrosivité de son milieu environnant. Plus cette perte de masse est importante, plus l'environnement est dit corrosif.

■ **Les environnements atmosphériques** sont classés en six catégories de corrosivité atmosphérique (du moins au plus corrosif).

CATÉGORIE DE CORROSIVITÉ	PREMIÈRE ANNÉE D'EXPOSITION			
	ACIER BAS-CARBONE		ZINC	
	Perte de masse (g/m²)	Perte d'épaisseur (µm)	Perte de masse (g/m²)	Perte d'épaisseur (µm)
C1 – Très faible	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1
C2 – Faible	> 10 à 200	> 1,3 à 25	> 0,7 à 5	> 0,1 à 0,7
C3 – Moyenne	> 200 à 400	> 25 à 50	> 5 à 15	> 0,7 à 2,1
C4 – Élevée	> 400 à 650	> 50 à 80	> 15 à 30	> 2,1 à 4,2
C5 – Très élevée	> 650 à 1 500	> 80 à 200	> 30 à 60	> 4,2 à 8,4
CX – Extrême	> 1 500 à 5 500	> 200 à 700	> 60 à 180	> 8,4 à 25

Extrait de la norme NF EN ISO 12944-2



Pont ferroviaire en milieu urbain, catégorie C3

À titre d'information, voici quelques exemples d'environnements types :

C1 Très faible	Bureaux Écoles Magasins Hôtels	En intérieur de bâtiments chauffés à atmosphère propre .
C2 Faible	Zones rurales	En intérieur de bâtiments non chauffés avec potentiellement une condensation. En extérieur avec une atmosphère avec une faible pollution .
C3 Moyenne	Industries alimentaires Blanchisseries Brasseries Laiteries	En intérieur avec une activité créant de l' humidité et une certaine pollution de l'air. En extérieur avec des atmosphères urbaines et industrielles, avec une pollution modérée par du dioxyde de soufre, ou zones côtières à faible salinité .
C4 Élevée	Usines chimiques Piscines Chantiers navals Industries Zones côtières	En intérieur d'usines chimiques, piscines, chantiers navals côtiers. En extérieur de zones industrielles et zones côtières à salinité modérée .
C5 Très élevée	Zones industrielles Zones côtières	En intérieur de bâtiments avec une condensation quasi-permanente et avec une pollution élevée . Zones industrielles avec une humidité élevée et une atmosphère agressive et zones côtières à salinité élevée .
CX Extrême	Zones industrielles à atmosphère tropicale En mer	Dans les zones industrielles ou dans les zones maritimes à salinité élevée avec une humidité extrême et une atmosphère agressive , et dans les atmosphères tropicales et subtropicales .



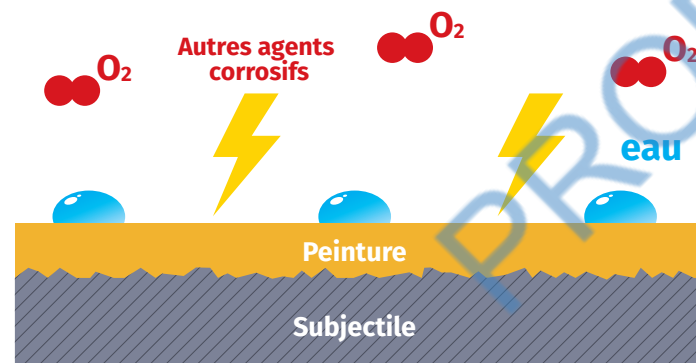
Plateforme Offshore, catégorie CX

■ **Pour les structures immergées ou enterrées**, il y existent quatre catégories de corrosivité :

CATÉGORIES POUR LES STRUCTURES IMMERGÉES OU ENTERRÉES		
Catégorie de corrosivité	Environnement	Exemples d'environnements et de structures
Im1	Eau douce	Installations de rivières, centrales hydroélectriques
Im2	Eau de mer ou eau saumâtre (sans protection cathodique)	Structures immergées sans protection cathodique (par exemple zones portuaires avec des structures comme des écluses, portes, jetées)
Im3	Sol	Réservoirs enterrés, pieux en acier, canalisations en acier
Im4	Eau de mer ou eau saumâtre (avec protection cathodique)	Structures immergées avec protection cathodique (par exemple structures offshore)

1.5. COMMENT LUTTER CONTRE LA CORROSION ?

Une des solutions pour lutter contre la corrosion est d'isoler le métal du milieu extérieur. Pour cela, on peut le recouvrir d'un revêtement qui fera office de barrière imperméable contre les agents oxydants (ex : oxygène), l'électrolyte (l'eau), et d'autres agents agressifs/corrosifs (pollution, sels, produits chimiques).



Cette barrière devra avoir une bonne résistance aux possibles agents agressifs ambiants, (atmosphère industrielle, pollution atmosphérique, air salin, etc). Elle pourra offrir également des propriétés esthétiques (couleur, brillance,...) et une résistance aux UV.

Tout cela fait partie des propriétés des peintures anticorrosion que nous utilisons dans nos entreprises.



Éolienne offshore, partie haute en catégorie C5, partie immergée en Im4



2. PEINTURE ANTICORROSION

2.1. Définition	16
2.2. Composition	16
2.3. Différents types de peinture	18
2.4. Principales caractéristiques des peintures	19
2.5. Définition d'un système peinture	22
2.6. Préparation d'une peinture	23
2.7. Galvanisation et métallisation	27

2. PEINTURE ANTICORROSION

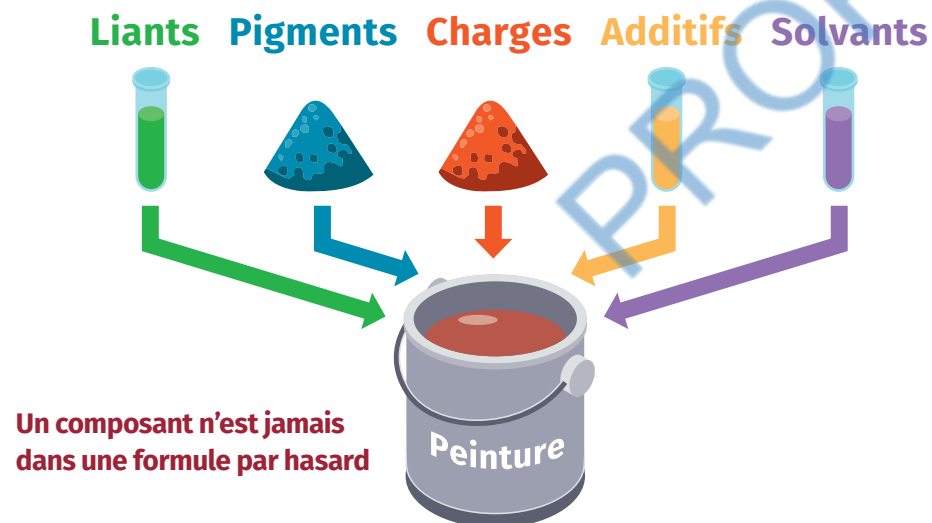


2.1. DÉFINITION

La peinture est un matériau liquide ou poudre qui, appliquée sur un support, a la propriété de former, après séchage, une couche solide et adhérente. Cet enrobage, appelé feuil, est doté de qualités diverses : protectrice, décorative, décontaminable, intumescence (anti-feu), alimentaire, hydrofuge, antifouling ou anti-salissure, fongicide, résistant aux UV, etc.

2.2. COMPOSITION

La peinture est un mélange complexe de divers constituants dont il faut retenir les cinq éléments essentiels et leur fonction :



■ Liant

C'est l'élément essentiel de la composition d'une peinture, il assure la cohésion entre les différents constituants.

C'est la nature chimique du liant qui détermine les caractéristiques du feuil de peinture ainsi qu'une grande partie de ses propriétés physiques et chimiques.

Les plus utilisés sont les époxy, polyuréthane, éthyle silicate, acrylique, alkyde, ...

■ Pigments

Particules solides, ils participent à la fonction de la peinture, en lui conférant des propriétés :

- ▶ Anticorrosion
- ▶ Résistance à l'abrasion
- ▶ Dureté
- ▶ Perméabilité
- ▶ Couleur et opacité
- ▶

On peut utiliser différents types de pigment en fonction de l'effet/action recherché(e)

- ▶ Effet barrière : oxydes de fer micacé, les écailles d'aluminium, ...
- ▶ Couleur : dioxyde de titane, ou composés à base d'oxyde de fer, ...
- ▶ Inhibiteur de corrosion : phosphate de zinc, ...
- ▶ Sacrificiel : poudre de zinc,...

■ Charges

Particules solides insolubles dans le liant, sans fonction active contrairement aux pigments, elles permettent de modifier les caractéristiques telles que :

- ▶ La rhéologie de la peinture
- ▶ La cohésion du feuil (adapter la CPV d'une peinture)
- ▶ La brillance

La **Concentration Pigmentaire Volumique (CPV)** d'une peinture est une caractéristique importante car elle influe sur les propriétés du feuil (cohésion, perméabilité du feuil, brillance, inertie chimique...).

■ Solvant

Partie liquide, il permet de dissoudre le liant et de mettre l'ensemble des constituants de la peinture en suspension. Volatil il s'évapore pendant l'application et la phase de séchage de la peinture.

De la quantité de solvant contenu dans la peinture découle son extrait sec, il contribue également à ses propriétés rhéologiques (applicabilité).

■ Additifs

Ajouter en petite quantité, ils ont des fonctions spécifiques, anti-sédimentation, anti-mousse, épaississants, mouillage, ...

■ Diluants

Les diluants ne rentrent pas dans la fabrication de la peinture, ils sont rajoutés pendant la phase de préparation afin d'ajuster la rhéologie/viscosité de la peinture au moyen d'application sélectionné.

La dilution n'est pas systématique et doit se faire en accord avec la fiche technique, il convient de respecter le diluant indiqué et de ne pas dépasser les quantités préconisées (%).

L'utilisation de diluant va modifier l'extrait sec de la peinture, il faudra le recalculer pour déterminer l'épaisseur humide à appliquer.

Attention : Les produits de nettoyage ne doivent pas être utilisés pour diluer la peinture.

■ Composés Organiques Volatils (COV) :

Les Composés Organiques Volatils sont majoritairement composés des solvants et des diluants. Pour autant même les peintures en phase aqueuse et les peintures sans solvant contiennent des COV.

Remarque :

Lorsqu'on applique une peinture et pendant le séchage, il y a évaporation des COV. Après séchage, il ne reste sur le support que le liant, les charges et les pigments (partie de la peinture correspondante à "l'extrait sec").

2.3. DIFFÉRENTS TYPES DE PEINTURE

Il est usuel de classer les différents types de peinture en fonction du mode de séchage de leur liant et/ou de leur nombre de composants :

Mode de séchage	Nombre de composants	Chimie
Physique Evaporation de solvant	Mono-composant	► Acryliques ► Vinyliques ► Cellulosique
Par oxydation Réaction avec l'oxygène de l'air		► Alkydes (glycérophthaliques)
Par réticulation / polymérisation Réaction chimique entre 2 composants	Bi-composant	► Epoxys ► Polyuréthanes ► Polyaspartiques ► Polyesters

La peinture bi-composante se présente sous la forme d'un bidon de "durcisseur" et d'un bidon de "base". Lorsque l'on mélange les deux composants, une réaction chimique s'opère, on parle alors de réticulation.

En peinture industrielle/anticorrosion, on utilise majoritairement des peintures bi-composantes.



2.4. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES PEINTURES

Chaque peinture possède une formule et des propriétés spécifiques, néanmoins c'est la nature de son liant et la présence de certains pigments qui vont conférer à une peinture, ses propriétés principales.

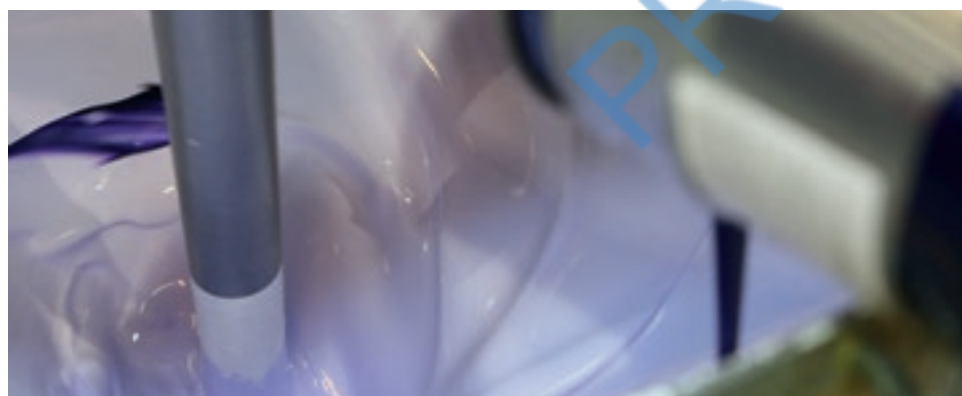
Les propriétés **principales** des liants et des pigments les plus utilisés dans le domaine de la peinture industrielle sont présentées dans le tableau ci-après.

2.4.1. Liants

LIANTS	DESTINATION / UTILISATION	AVANTAGES	INCONVENIENTS
ACRYLIQUE	Travaux intérieurs et extérieurs en atmosphère peu agressive sur tout support	► Mono-composant ► Bonne résistance à l'eau ► Séchage rapide ► Souvent en phase aqueuse	► Travaux intérieurs et extérieurs en atmosphère peu agressive sur tout support
ALKYDES (glycérophthaliques)	Travaux intérieurs et extérieurs en atmosphère peu agressive	► Mono-composant ► Facilité d'application et bonne mouillabilité ► Bonne résistance aux intempéries ► Bonne adhérence entre couche	► Faible résistance chimique (faible résistance au milieu basique/alcalin, Leur usage sur béton doit être entouré de précautions, risque de saponification) ► Résistance mécanique variable ► Vérifier la compatibilité en cas de recouvrement par des peintures bi-composantes (risque de détrempe) ► Non applicable sur galvanisation

LIANTS	DESTINATION / UTILISATION	AVANTAGES	INCONVENIENTS
EPOXY	Acier ou béton Majoritairement utilisé comme primaire ou intermédiaire	► Bi-composante ► Bonne résistance chimique ► Bonne adhérence ► Bonne résistance mécanique ► Bonne résistance à l'eau	► Sensible aux ultraviolets/fari-nage (nécessite une finition si fonction esthétique recherchée) ► Risque de réaction avec l'humidité de l'air (forte humidité pendant la phase de séchage) ► Film poisseux
POLYURETHANE	Acier ou béton. Majoritairement utilisé comme finition	► Bi-composante ► Bonne résistance chimique ► Bonne résistance aux intempéries et ultraviolets	► Sensible aux températures basses et à l'humidité pendant leur séchage
ETHYL SILICATE	Primaire sur acier uniquement et sur une préparation de surface Sa 3	► Ethyl silicate de Zinc, très bonne protection anticorrosion	► Primaire sur acier uniquement et sur une préparation de surface Sa 3 ► Application difficile, sensible aux surépaisseurs ► Ce liant a la particularité d'avoir besoin d'humidité pour pouvoir réticuler (comme un ciment)

Remarque : Acrylique, époxy et polyuréthane sont des liants dit "organiques", l'éthyl silicate est un liant dit inorganique.



2.4.2 Pigments

■ Zinc

Sous sa forme métallique, utilisé en forte proportion dans un primaire, il assurera une **protection active** de l'acier (protection cathodique). Au-delà de 80 % en poids de pigment zinc dans le feuil sec d'une peinture, la peinture portera le nom de **Primaire Riche en Zinc (PRZ)**.

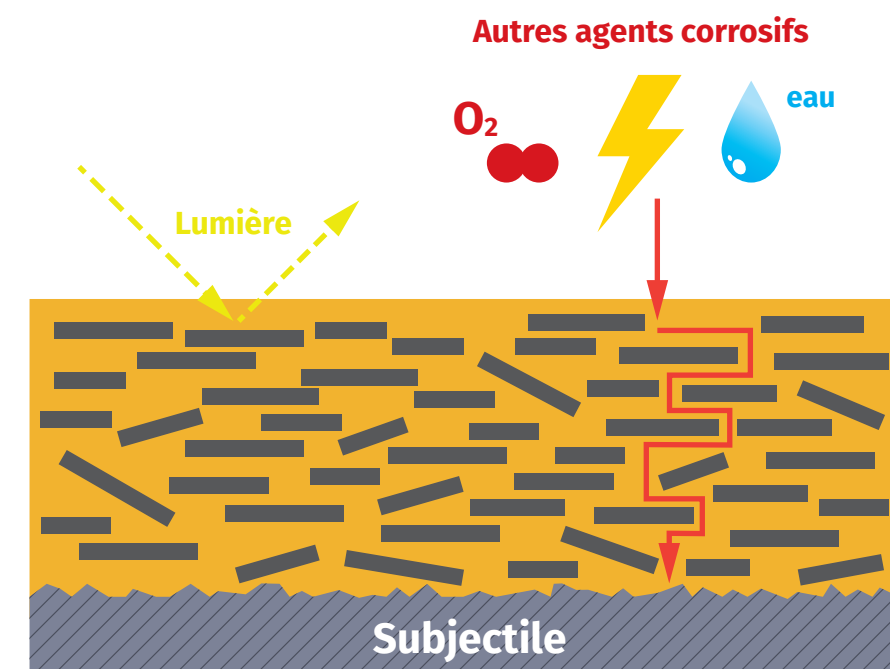
■ Phosphate de fer ou de zinc

Dans les primaires, ces pigments ont une fonction d'**inhibiteur de corrosion**, ils vont permettre de limiter la corrosion.

■ Oxydes de fer micacé

Utilisés dans des primaires et/ou des intermédiaires ces pigments de par leur forme et leur agencement dans le feuil de peinture sec, vont renforcer l'**effet barrière** et sa résistance mécanique, par un phénomène de tuile et d'empilage. Ils permettent de ralentir la pénétration des agents corrosifs (eau, oxygène, sels, polluants,...).

Film de peinture micacé



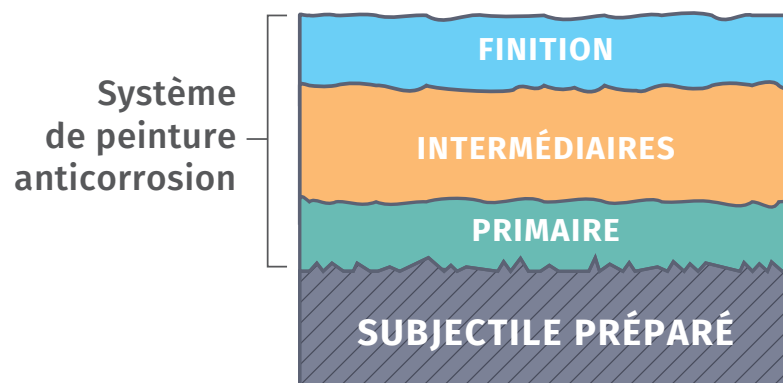
Pour protéger/embellir les structures qu'elles soient d'acier ou de béton, nous avons donc à notre disposition un large éventail de peinture avec des propriétés différentes. Il est nécessaire également de préparer la surface avant application et parfois d'appliquer plusieurs couches de peinture, on parle alors de **système peinture**.

2.5. DÉFINITION D'UN SYSTÈME PEINTURE

Un système peinture se définit par ses couches de peinture à appliquer, leur épaisseur, leur nombre et l'ordre d'application.

Un système peinture est indissociable :

- Du support à peindre, appelé aussi **support**
 - De la préparation du support avant application, appelée la **préparation de surface**
- Il est convenu également de nommer chaque couche d'un système peinture en fonction de son ordre d'application :



Les couches primaire, intermédiaire(s) et finition d'un système peinture vont être choisies en fonction :

- Du support
- De la préparation de surface qu'il sera possible de faire
- De la corrosivité du milieu
- Du critère esthétique attendu
- De la température de service
- De la nature du liquide avec lequel la peinture peut être en contact (notamment immersion ou intérieurs de bacs de stockage)
- De la résistance mécanique et/ou chimique requise
- De la durabilité souhaitée
- De la garantie anticorrosion exigée

Chaque couche devra être compatible avec la précédente, l'objectif d'un système est de combiner les avantages et de palier aux points faibles de chaque couche.

Les propriétés principales de ces différentes couches sont

FINITION	Aspect de surface, brillance, couleur et fonctions spécifiques
INTERMÉDIAIRE(S)	Protection par effet barrière, augmentation de l'épaisseur, cohésion du système par une bonne adhésion avec le primaire et la finition
PRIMAIRE	Adhésion au support et fonction anticorrosion
SUBJECTILE PRÉPARÉ	

Comme évoqué, la préparation de surface du support est indissociable du système peinture, elle est **essentielle** à la bonne performance du système, nous allons voir les objectifs et les moyens de la réaliser dans le chapitre 3.

2.6. PRÉPARATION D'UNE PEINTURE

Avant même de passer à l'étape de préparation des produits, il est nécessaire de consulter ces deux documents :

- La fiche technique
- La **F**iche de **D**onnées de **S**écurité (**FDS**)

2.6.1. Fiche technique

Propre à chaque peinture, elle contient des informations importantes sur les produits :

- Dénomination commerciale
- Descriptif du produit
- Domaine d'application
- Mode d'application
- Extrait sec en volume et poids
- Diluant et solvants à utiliser
- Délai de mûrissement (pas systématique)
- Durée de vie en pot
- Conditionnement
- Temps de séchage/délai de recouvrement
- Température et conditions d'application
- Conditions de stockage
- Etc.



2.6.2. Fiche de Données de Sécurité (FDS)

Propre à chaque constituant (les peintures bi-composantes auront 2 fiches de données de sécurité une pour la **base** et une autre pour le **durcisseur**).

La FDS présente les éléments liés à la sécurité sur 16 rubriques :

- Identification de la substance ou de la préparation, et de la personne physique ou morale responsable de la mise sur le marché
- Composition/informations sur les composants
- Identification des dangers
- Premiers secours
- Mesures de lutte contre l'incendie
- Mesures à prendre en cas de dispersion accidentelle
- Manipulation et stockage
- Contrôle de l'exposition et protection individuelle
- Propriétés physiques et chimiques
- Stabilité et réactivité
- Informations toxicologiques
- Informations écologiques
- Considérations relatives à l'élimination
- Informations relatives au transport
- Informations réglementaires
- Autres informations

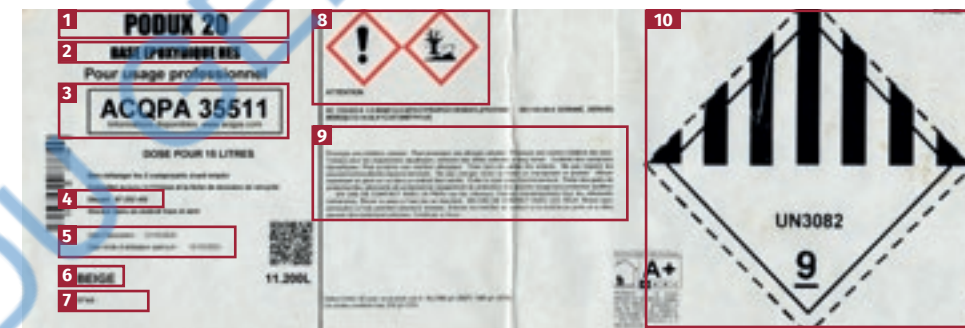
2.6.3. Préparation d'une peinture

Les peintures peuvent être mono-composantes et se présenter dans un seul pot, ou bi-composantes et se présenter dans deux pots (une base et un durcisseur).

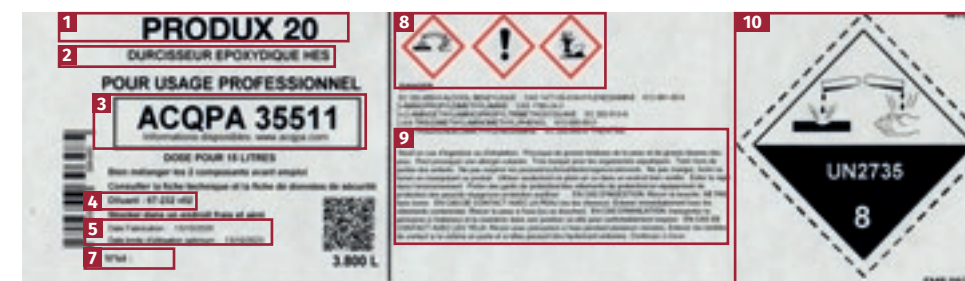
Vérification avant ouverture

Avant l'ouverture des pots, il est nécessaire de procéder à la vérification des informations contenues sur les étiquettes afin de vérifier l'adéquation/conformité de la peinture.

Etiquette Base



Etiquette Durcisseur



- 1 La **dénomination** commerciale
- 2 La correspondance **BASE / DURCISSEUR**
- 3 L'éventuel numérotation ACQPA du produit
- 4 Le **DILUANT** recommandé
- 5 La date de fabrication et/ou Date Limite d'Utilisation (**DLUO**)
- 6 La **couleur** de la peinture (base uniquement)
- 7 Le numéro de lot
- 8 Les **PICTOGRAMMES** de **danger** et mention d'avertissement
- 9 Les conseils de prudence
- 10 Pictogramme relatif au TRANSPORT

Remarque :

Les informations sont similaires d'un fournisseur à un autre, mais peuvent prendre des formes différentes.

2.6.4. Mélange des produits

Une fois la vérification des produits effectuée, le/les bidon(s) peuvent être ouverts. L'ouverture des bidons doit se faire dans une aire spécifique ou dans un bac de rétention afin d'éviter une pollution accidentelle du sol.

Dans le cas de peinture bi-composant, chaque composant doit être ré-homogénéisé individuellement (base et durcisseur), avant d'intégrer le durcisseur dans la base et de mélanger de nouveau l'ensemble, jusqu'à complète homogénéisation du mélange.

Le malaxage doit se faire à vitesse réduite, afin d'éviter d'introduire de l'air dans le produit, par un moyen mécanique à l'aide d'appareils électriques ou pneumatiques adaptés (**malaxeur**).

La fiche technique du fournisseur doit être lue, afin de vérifier si des conditions particulières de mélange doivent être respectées pour la préparation des produits. Par exemple certains produits ne doivent pas être utilisés directement après mélange, un temps d'attente peut être nécessaire, dans ce cas on parlera de **temps de mûrissement**.

En fonction du mode d'application sélectionné, il peut être également nécessaire d'ajuster la consistance (viscosité/rhéologie) de la peinture en y ajoutant du diluant.

L'ajout de diluant n'est pas systématique, le type et la quantité de diluant à ajouter doit se faire en accord avec les informations contenues dans la fiche technique et en fonction du mode d'application choisi.



2.7. GALVANISATION ET MÉTALLISATION

Ces deux procédés sont utilisés comme revêtement anticorrosion et sont souvent complétés par un système peinture. Ils consistent en la déposition d'une couche de métal sur la surface de l'acier. Comme pour les peintures pigmentées au zinc, cette couche métallique va protéger activement l'acier.

2.7.1. Galvanisation

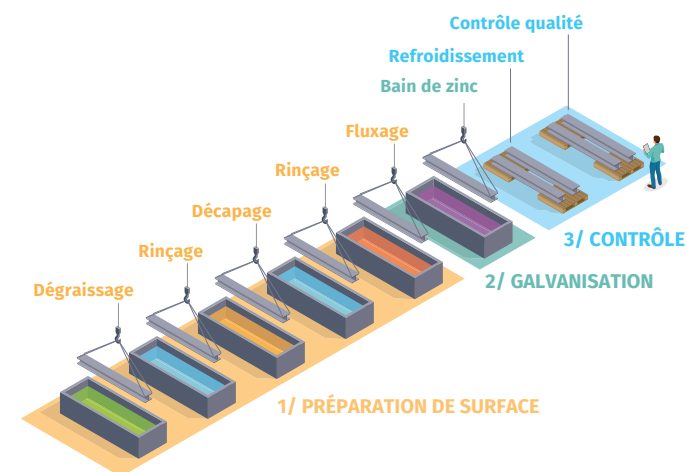
La galvanisation consiste au trempage d'une pièce d'acier dans un bain de zinc fondu à une température de 450 °C.

Préparation de la surface

La préparation de surface est également importante dans le procédé de galvanisation.

Toute défaillance ou insuffisance peut entraîner des problèmes d'adhérence, voir des zones sans revêtement lorsque l'acier sera retiré du bain de zinc. Les étapes de préparation de surface, avant galvanisation, sont les suivantes :

- Nettoyage caustique, une solution alcaline chaude, ou un bain de nettoyage biologique élimine les contaminants organiques
- Rinçage
- Décapage acide, élimine la calamine et les oxydes de fer (rouille) de la surface de l'acier. Un décapage à l'abrasif peut être réalisé en complément ou en alternative au décapage acide
- Rinçage pour éliminer l'acide de décapage
- Fluxage, élimine les oxydes restants et dépose une couche protectrice sur l'acier pour empêcher la formation d'autres oxydes sur la surface. Il facilite le processus de mouillage du zinc liquide et l'adhérence du zinc à l'acier



Bain

Pendant l'étape de galvanisation, l'acier est complètement immergé dans un bain de zinc maintenu à 450°C, jusqu'à ce que sa température s'équilibre avec celle du bain. La pièce est ensuite retirée lentement et l'excès de zinc est éliminé par égouttage, vibration et/ou centrifugation.

Mise en peinture

La galvanisation est souvent complétée par l'application d'un système peinture liquide ou poudre, permettant de renforcer la protection anticorrosion mais aussi de donner un caractère esthétique (couleur).

Avant de peindre une galvanisation il faut :

- Procéder à un nettoyage des surfaces et élimination des éventuels sels de zinc
- Créer une rugosité fine par **dérochage mécanique** (avivage à l'aide d'un abrasif fin et d'une pression réduite)
- Ou créer une rugosité à l'aide d'une solution acide, opération de **dérochage chimique**

Certains systèmes peintures ont été développés pour pouvoir être appliqués directement sur la galvanisation, il est important de consulter le fabricant pour s'assurer de la préparation minimum nécessaire.

2.7.2. Métallisation

La métallisation consiste à projeter du métal fondu (zinc, aluminium ou alliage zinc/aluminium) sur la surface de l'acier.

Lors du refroidissement, la couche de métal forme un revêtement dense et très adhérent. Ce revêtement comme la galvanisation va protéger l'acier par effet barrière et par protection active.

Trois étapes principales du processus de projection thermique des métaux :

- Le métal (zinc ou aluminium) est fondu à haute température à l'extrémité du pistolet de pulvérisation
- Un jet d'air ou de gaz brise le métal fondu en petites gouttelettes et les propulse vers le substrat préparé
- Les particules de métal fondu frappent le substrat préparé et forment un film métallique

Les gouttelettes de métal refroidissent rapidement dans l'air, la distance entre la buse de pulvérisation et le substrat doit être maîtrisée et constante.

Remarque

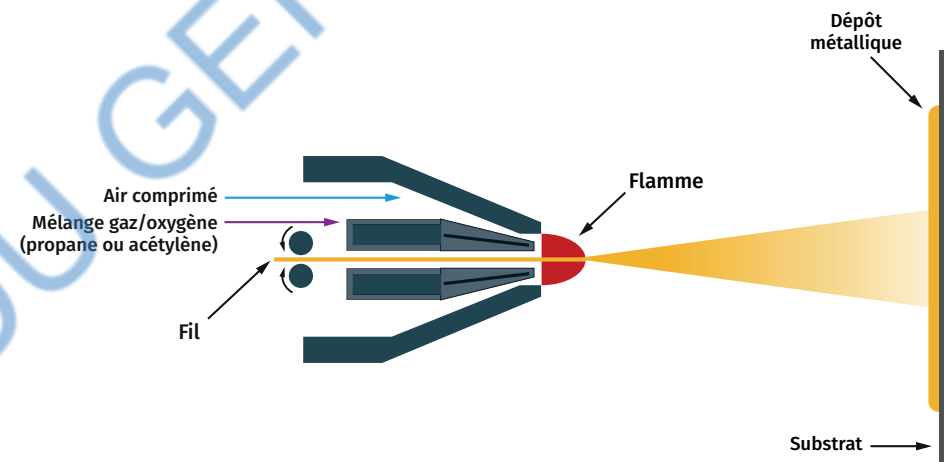
Les gouttelettes fondues ne s'agglomèreront pas pour former un film continu, la métallisation est donc un revêtement poreux, qu'il faut compléter par l'application d'un système peinture. L'utilisation d'une première couche fine et fluide est nécessaire pour remplir ces porosités, on parle d'une peinture "bouche-pores" ou couche de colmatage.

La métallisation demande une attention particulière au moyen d'aération et ventilation à mettre en place (des risques d'inflammabilité ou d'explosion). Il est important d'être vigilant sur l'application des peintures dans la zone où a eu lieu la métallisation, (surtout pour la métallisation aluminium). Dans la mesure du possible (en poste fixe type atelier) il est préférable d'avoir une cabine de métallisation et une cabine de peinture.

La chaleur essentielle pour faire fondre le métal est générée de différentes manières, à la flamme ou à l'arc.

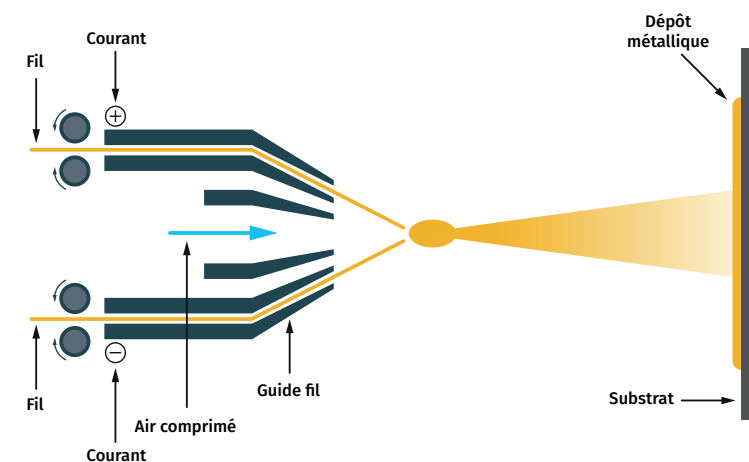
Projection à la flamme

Le métal sous forme de fil passe à travers une buse où un mélange de gaz en combustion le fait fondre, le métal fondu est projeté sur la surface à traiter par l'air comprimé arrivant au niveau de la buse.



Projection à l'arc

La chaleur est créée par un arc électrique entre deux électrodes à l'extrémité du pistolet de pulvérisation. C'est le même principe utilisé lors du soudage électrique, ce sont les deux fils de métal qui jouent le rôle d'électrodes. Comme pour la projection à la flamme, c'est l'air comprimé qui va projeter le métal fondu vers la surface.



2.7.3. Système Duplex

C'est le nom donné à un système associant une galvanisation ou une métallisation à un système peinture. L'application d'un système peinture est complémentaire à la métallisation et à la galvanisation puisqu'il permet :

- Leur protection et donc l'augmentation de leur durabilité
- D'obtenir une finition plus esthétique (couleur)

Cas des systèmes Duplex à base de métallisation

Il n'y a pas de préparation de surface spécifique à réaliser avant application du système peinture, la surface doit être néanmoins sèche, propre et exempte de poussière.

La métallisation étant poreuse, il est préférable comme évoqué plus haut d'utiliser une peinture spécifique, fluide permettant de colmater cette porosité (peinture dite "bouche-pores" ou couche de colmatage). Il convient de vérifier avec le fournisseur du système peinture les précautions à prendre pour l'application de cette couche (épaisseur /dilution). Une fois cette couche appliquée, le reste du système peut être appliqué sans risque lié à la porosité de la métallisation (bullage).

➡ La peinture va combler les porosités de la métallisation et chasser l'air/les gaz qui s'y trouvent, l'application d'une peinture non adaptée et/ou insuffisamment fluide peut engendrer des remontées de gaz au travers du film et l'apparition de petites bulles et de trous d'épingles.

Cas des systèmes Duplex à base de galvanisation

Contrairement à la métallisation, la galvanisation nécessite une préparation de surface, afin de permettre l'accroche du système peinture.

Elle consiste a minima à un nettoyage et un dégraissage. Elle se poursuit éventuellement par un procédé appelé dérochage : il est soit mécanique (avivage), soit chimique, selon l'état de surface ou le système de peinture qui sera appliqué, en se référant à la fiche technique du fabricant de peinture.

Dans le cas d'un avivage par projection d'abrasif, il est important de limiter la pression et la taille de l'abrasif afin de ne pas détériorer, ni réduire la couche de galvanisation.



Rouille blanche

C'est le nom donné aux produits de corrosion du zinc, cette rouille blanche peut se développer sur la surface de la galvanisation en cas de stockage prolongé à l'extérieur, d'exposition à des fortes humidités, précipitations et en particulier dans des zones de rétention.



Cette rouille blanche devra être éliminée avant application du système peinture, par une méthode dont l'efficacité est préalablement vérifiée :

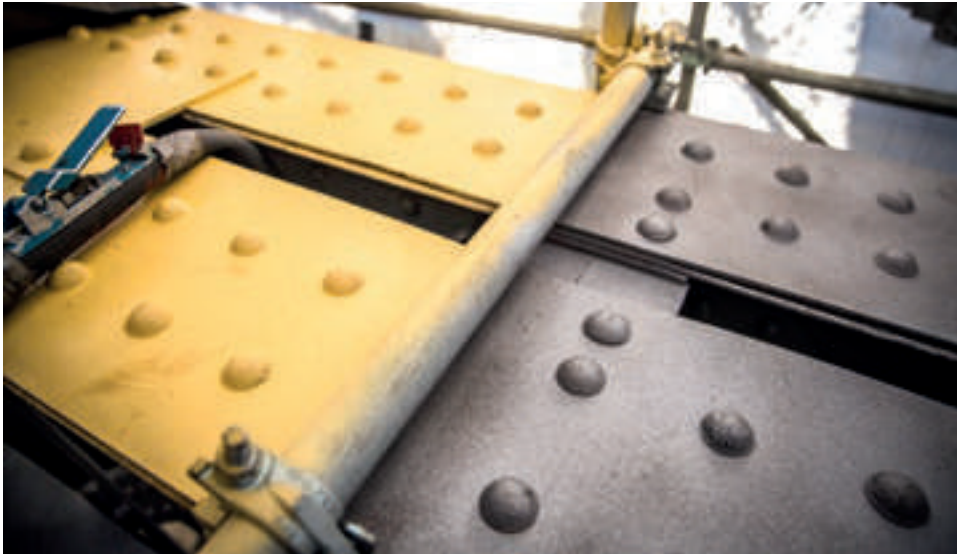
- Balayage par projection d'abrasif fin non métallique à faible pression
- Brossage (avec ou sans détergent alcalin)
- Nettoyage à l'eau haute pression avec ou sans détergent et en vérifiant la pression minimale nécessaire



3. PRÉPARATION DE SURFACE

3.1. Nettoyage manuel	36
3.2. Nettoyage mécanique	36
3.3. Décapage par projection d'abrasif	37
3.4. Décapage à l'eau sous pression	44

3. PRÉPARATION DE SURFACE



La préparation du subjectile est une étape essentielle à la réussite et à la longévité d'un système de protection par peinture. Cette réussite dépend du soin apporté à la préparation du support/subjectile avant l'application de la peinture.

Les objectifs d'une préparation de surface d'un subjectile sont d'atteindre :

- La propreté de surface
- La rugosité

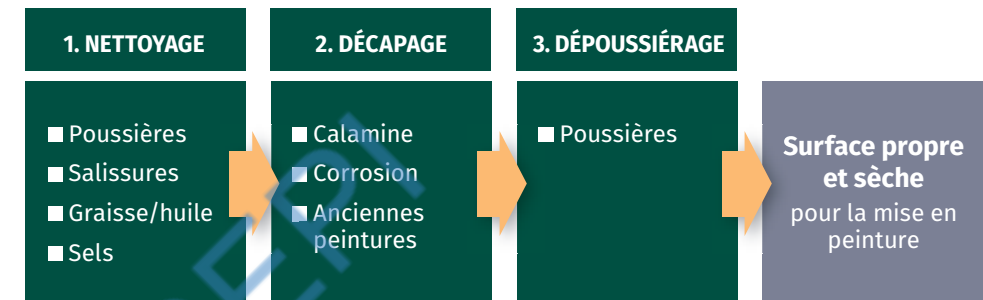
Ces deux paramètres devront être compatibles avec le primaire, nécessaire à son adhérence et donc à l'ensemble du système.

Avant de procéder à la préparation de surface du support, il est nécessaire d'éliminer tous les polluants, sinon on s'expose à des risques de décollements (huiles et graisses), et/ou de cloquage (sels).

Le degré de propreté d'une surface métallique est fonction de l'élimination plus ou moins totale des contaminants comme :

- Ceux propres à l'acier
 - ▶ La calamine (couche d'oxyde se formant sur les acier neufs lors de la fabrication)
 - ▶ La rouille
- Autres polluants
 - ▶ Huiles et graisses
 - ▶ Anciens fonds de peinture
 - ▶ Sels
 - ▶ Poussières
 - ▶ Eau
 - ▶ Tout corps étranger qui pourrait empêcher l'adhérence du primaire

Étapes principales pour toute préparation de surface



À l'exception du décapage à l'eau sous pression, les techniques de préparation du support ne permettent pas d'éliminer les polluants comme la graisse, l'huile, les sels, au contraire on risque de les disséminer sur la surface.

Il existe différents moyens de les éliminer :

- Nettoyage à l'eau froide ou chaude avec ou sans détergent
- Nettoyage à la vapeur avec ou sans détergent
- Nettoyage alcalin (détergent basique)
- Nettoyage avec des solvants organiques (petites surfaces)

Dans le cas où on utiliserait un détergent, il est préférable de procéder à un rinçage de la pièce à l'eau claire, afin d'éliminer toutes traces de détergent.

Les principales différentes méthodes de préparation de surface et les plus employées dans la profession sont :

- Nettoyage manuel
- Nettoyage mécanique
- Décapage par projection d'abrasif sec ou humide
- Décapage à l'eau sous pression

Il existe d'autres moyens de préparation de surface :

- Bain ou décapage chimique (avant galvanisation et pour la passivation des inox)
- Nettoyage à la flamme (peu voire plus utilisé)



3.1. NETTOYAGE MANUEL

Les principaux outils utilisés sont :



- Les "riflards" sont utilisés pour décoller/gratter les parties non adhérentes de la surface de l'acier (polluants, rouilles, anciennes peintures)
- L'impact du marteau permet de provoquer le décollement des matières plus adhérentes, et de faire "éclater" les chancres de rouille
- Une fois les polluants et matières étrangères enlevées de la surface, la brosse permettra de finaliser la préparation de surface et atteindre l'état de surface requis
- Le papier de verre pour poncer une rouille "légère", ou un ancien fond de peinture afin d'améliorer l'accroche de la couche suivante

3.2. NETTOYAGE MÉCANIQUE

Les principaux outils utilisés sont :



➡ Ils existent des versions électriques et pneumatiques.

Ils sont la version mécanisée/motorisée des outils manuels et ont le même principe de fonctionnement. Le marteau à aiguille remplacera ainsi le marteau à piquer pour décoller les matières plus adhérentes, et de faire "éclater" les chancres de rouille.

Remarque :

Si les rendements sont plus élevés et l'énergie dépensée moindre, les niveaux de degrés de soin atteints sont les mêmes, mais le risque de polir la surface augmente.

Ils sont utilisés sur des petites zones, ou lorsque les autres moyens de préparation de surface ne peuvent pas être mis en place. Ils nécessitent de mettre en place une alimentation électrique ou pneumatique.

3.3. DÉCAPAGE PAR PROJECTION D'ABRASIF

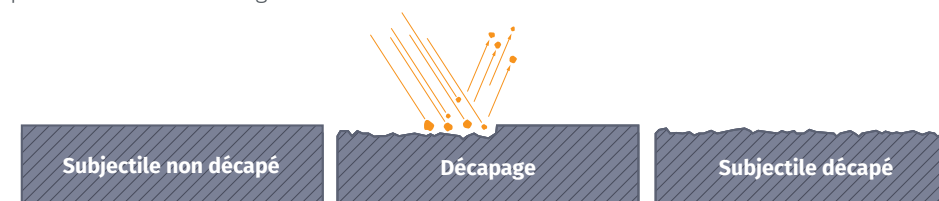
Il s'agit de la méthode de préparation de surface la plus courante pour les grandes surfaces. La surface est nettoyée en projetant des particules abrasives à grande vitesse vers la surface à traiter. L'impact de ces particules permet de nettoyer rapidement et efficacement la surface de :

- La corrosion
- La calamine
- Les vieux revêtements, ...

Il existe deux voies de projection d'abrasif :

- Séche
- Humide

Les impacts des particules d'abrasif projetés sur le substrat vont créer à la surface des pics et des creux : la rugosité.

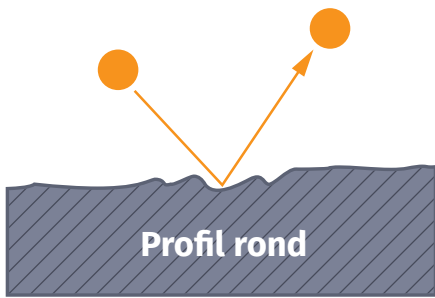
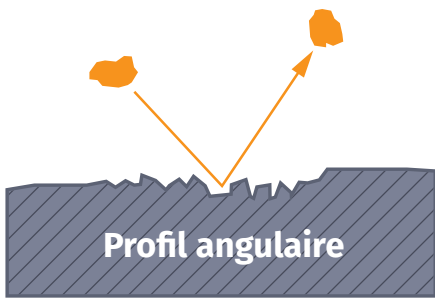


La forme et la hauteur de la rugosité seront fonction des caractéristiques de l'abrasif :

- Sa forme de l'abrasif
- Sa taille
- Sa dureté
- La pression/vitesse à laquelle il est projeté



On distingue ainsi 2 types d'abrasif par leur forme, l'abrasif rond (Shot S) et l'abrasif dit "angulaire" (Grit G) :

FORME DE L'ABRASIF	FORME DU PROFIL OBTENU
Rond 	 Profil rond
Angulaire 	 Profil angulaire

On distingue également les abrasifs non métalliques, des abrasifs métalliques appelés plus communément "grenailles". Les grenailles sont des abrasifs recyclables, c'est-à-dire qu'ils peuvent être utilisés plusieurs fois, contrairement à la majorité des abrasifs non métalliques qui ne sont utilisés qu'une seule fois, on parle alors d'abrasif perdu.

Ainsi on arrive à un premier classement

	TYPE	APPELLATION	UTILISATION	FORMES DISPONIBLES
ABRASIF	Métallique	Grenaille	Recyclable	Ronde ou angulaire
	Non métallique	Abrasif perdu	Non recyclable	Ronde ou angulaire

Pour être économiquement intéressant, un abrasif métallique doit être recyclé, les moyens nécessaires à leur recyclage ont longtemps limité leur utilisation aux ateliers et aux cabines de grenaillage, mais depuis quelques années des unités mobiles d'aspiration et de recyclage sont déployées sur les chantiers importants.

Les abrasifs perdus sont les plus nombreux, on distingue 2 familles, les abrasifs naturels et les abrasifs synthétiques.

FAMILLE	TYPE	UTILISATION	FORMES DISPONIBLES
Naturel	Minerais (1)	Non recyclable	Angulaire
Synthétique	Sous-produits industriels (2)	Non recyclable	Angulaire ou ronde

(1) Les abrasifs naturels sont d'origine minérale, ils sont sélectionnés pour leur composition (absence de contaminant et de produit dangereux) et pour leurs propriétés physiques (dureté et densité).

(2) Les abrasifs synthétiques sont des sous-produits ("déchets") de processus industriel comme les fonderies ou les centrales thermiques à charbon (de plus en plus rare).

Il existe d'autres abrasifs (hors classification définie par l'ISO 11126) dont l'utilisation est plus rare et qui sont destinés à des usages particuliers :

- ➡ Végétaux (noyaux d'abricots concassés, rafles de maïs broyées, ...)
- ➡ D'origine organique (médias plastiques, ...)
- ➡ Granulés de glace

3.3.1 Projection d'abrasif par voies sèches

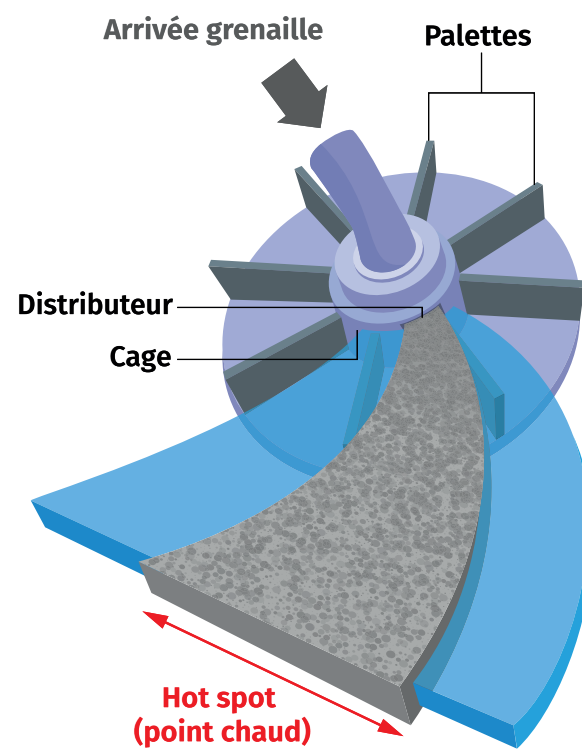
La voie sèche se compose de 2 modes :

- Mécanisé
- Manuel/jet libre (abrasif dit perdu (non recyclé), grenaillage (abrasif recyclable))

MODE MÉCANISÉ



Ces machines utilisent des turbines pour projeter l'abrasif à grande vitesse sur la surface. Celles-ci existent sous la forme d'installations automatiques fixes (photo de gauche), ou sous la forme de machines mobiles qui permettent de traiter les sols (photo de droite).



Remarques :

Les grenaillouses automatiques sont des installations fixes limitées au traitement de pièces comme des tôles, des poutres, des tuyauteries rectilignes.

Pour des raisons d'usure des palettes des turbines, le mélange utilisé est majoritairement rond, et les particules d'abrasifs ont tendances de par le fonctionnement en circuit fermé à s'arrondir au fur et à mesure des recyclages. Sans un contrôle régulier de l'abrasif, le profil de rugosité peut tendre vers un **profil rond**.

Les avantages de cette méthode sont le gain de temps et de pénibilité en permettant de traiter de nombreuses pièces en automatique.

MODE MANUEL / EN JET LIBRE

L'opération est manuelle, c'est-à-dire que c'est l'opérateur qui va diriger le jet d'abrasif vers la surface à décaper. C'est cette fois, de l'air comprimé qui est utilisé pour propulser l'abrasif.

La production d'air comprimé est assurée par un compresseur thermique ou électrique



Exemple de compresseur thermique (diesel)
Chantier



Exemple de compresseur électrique
Atelier

L'air comprimé, produit entre 7 et 10 bars, peut transiter dans un réservoir d'air :

Puis l'air comprimé doit passer au travers d'un assécheur d'air et d'un déshuileur, afin d'éliminer l'eau et l'huile éventuellement présentes dans l'air.

L'air destiné à l'opérateur passe au travers de borne d'épuration.

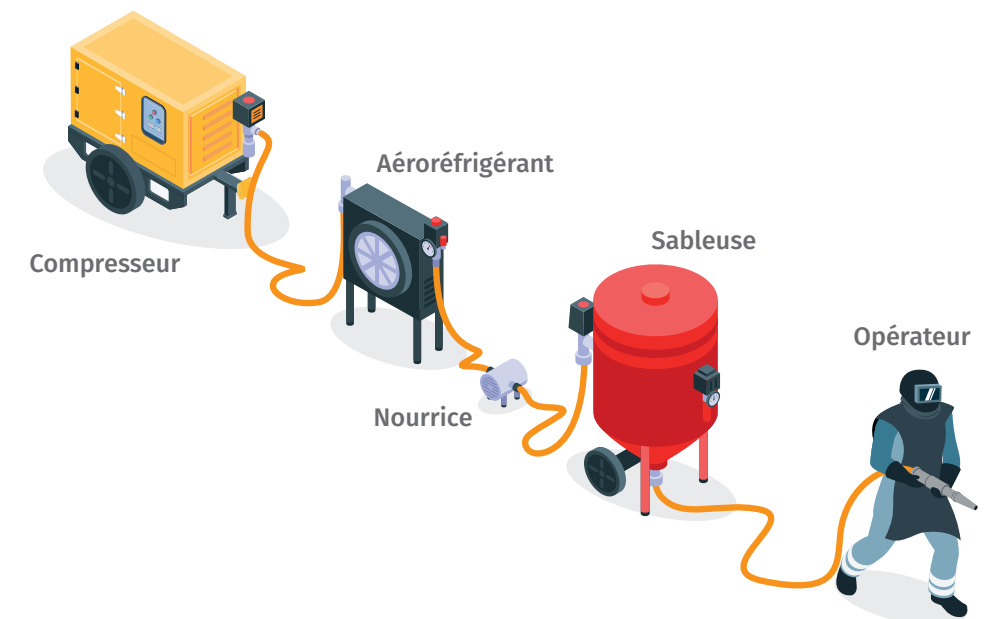


Aéroréfrigérant



Borne épuratrice pour air opérateur

Schéma global



Si la pression optimale pour un décapage est fonction de l'abrasif utilisé et du résultat attendu, une pression de 7 bars mesurée à la buse est généralement utilisée.

Avantages :

- Productivité
- Élimination de la calamine, de la corrosion et des anciens fonds en une opération
- Création d'une rugosité et d'un degré de soin compatible avec tous les types de peinture

Limites :

- Equipement complexe
- Poussières
- Bruit
- Risque élevé
- Équipement de protection individuelle important
- Génération de déchet importante (abrasif perdu)

On peut utiliser des abrasifs perdus ou des abrasifs recyclables (grenailles). Dans les deux cas, les installations de décapage sont similaires.

Cas de l'utilisation d'abrasifs recyclables :

En cas d'utilisation de grenaille, il faut mettre en place un système de récupération et de recyclage de la grenaille.

En atelier, les opérations de décapage se font à l'intérieur de cabine de décapage / grenailage, ces cabines sont équipées de plancher permettant la récupération automatique et continue de la grenaille.

Sur chantier, des systèmes d'aspiration permettent la récupération manuelle de la grenaille.

Après récupération, la grenaille est envoyée vers un système de traitement permettant de séparer la grenaille, des poussières (rouilles, peintures, ...).

Des systèmes similaires sont utilisés sur chantier ou en atelier, ils sont composés de :

- un séparateur cyclonique
- un dépoussiéreur

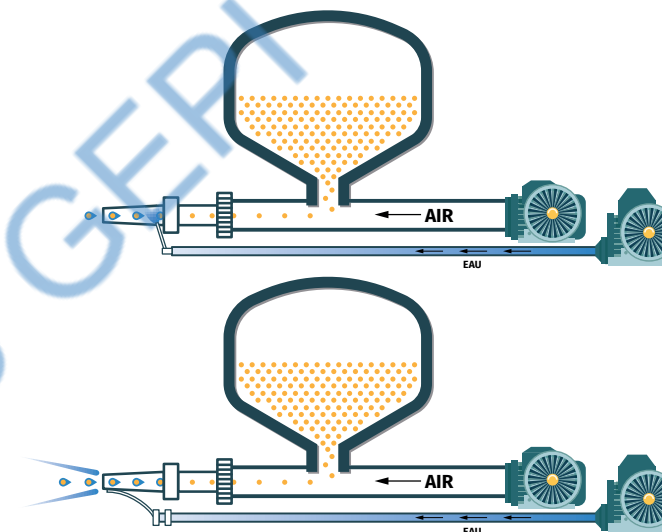
Après recyclage, la grenaille nettoyée est renvoyée vers les sableuses.



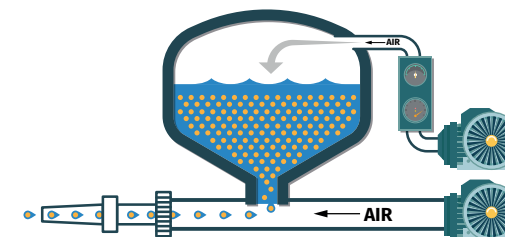
3.3.2. Projection d'abrasif par voies humides

Le décapage à l'abrasif par voie sèche générant beaucoup de poussières, il est possible d'y associer de l'eau afin de fixer les particules produites.

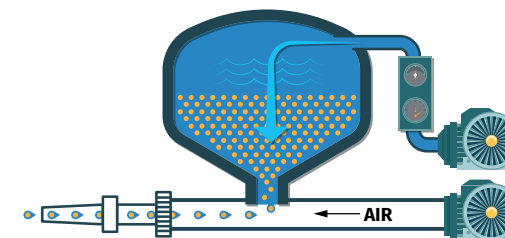
Il existe différentes techniques :



➡ Dérivé des installations de décapage classique, de l'eau est soit injectée dans la buse (Buse spécifique) ou devant la buse. Cette méthode permet de réduire la poussière générée mais la consommation d'eau est élevée.



➡ L'eau et l'abrasif sont stockés dans un réservoir sous pression d'air. Le mélange est aspiré dans le flux d'air par effet venturi. Cette méthode permet d'éliminer la production de poussière mais présente un contrôle de débit limité et une consommation élevée d'abrasif et d'eau.



➡ L'eau et l'abrasif sont combinés dans un réservoir sous pression d'eau, puis injectés dans le flux d'air. Cette méthode permet de limiter la production de poussière et de réguler avec précision la pression d'air ainsi que le mélange eau/abrasif.

Avantages :

- Réduction de la quantité de poussières générée
- Réduction des dégâts dus aux rebonds des particules
- Création d'une rugosité
- Possibilité de certification ATEX (AThmosphère Explosive)

Limites :

- Ré-enrouillage des surfaces (flash rusting)
- Récupération et traitement des déchets ("boues d'abrasifs")

3.4. DÉCAPAGE À L'EAU SOUS PRESSION

De l'eau sous pression est utilisée pour décoller les polluants de la surface de l'acier. L'efficacité d'un tel décapage est fonction de la vitesse de l'eau (pression) mais aussi de son débit.



Plus la pression est grande plus la pénibilité et le risque seront élevés pour l'opérateur. Il existe donc des robots permettant le traitement de grande surface plane.

Si tous les types de polluants peuvent être retirés de la surface de l'acier, en fonction de la pression utilisée, le décapage à l'eau sous pression ne permet pas la création de rugosité. Le décapage UHP est donc utilisé en phase de maintenance où l'ancienne rugosité peut être retrouvée. L'utilisation d'eau entraîne un ré-enrouillage des surfaces après décapage (fleurette ou fleur de rouille), il faut donc limiter le temps de contact entre surface décapée l'air et l'eau afin de limiter le développement de cette rouille qui est préjudiciable à la tenue du système.

Remarque :

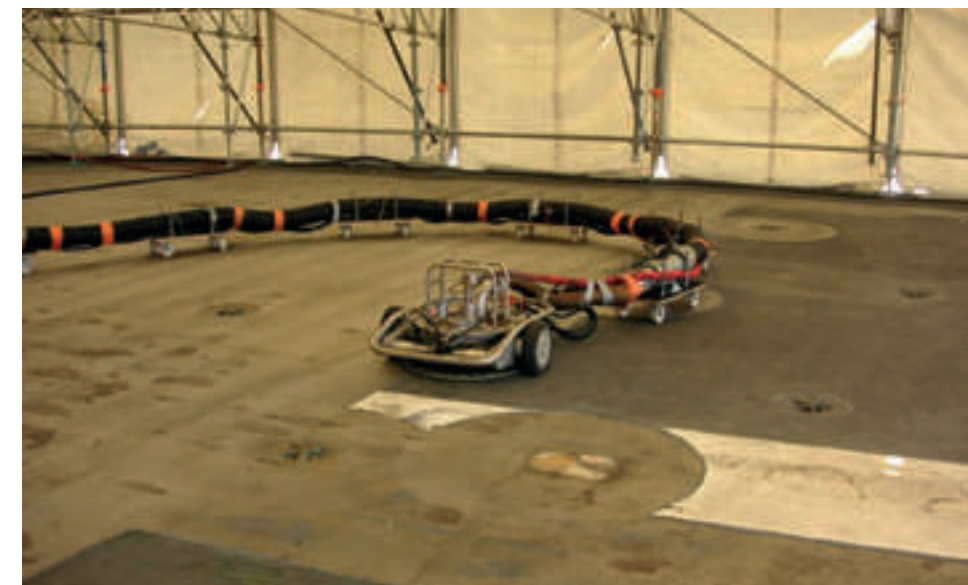
Le décapage UHP ne permettant pas la création de rugosité, c'est une préparation de surface réservée aux opérations de maintenance (surface déjà décapée). Dans le cas où la rugosité n'est pas existante, une préparation complémentaire par projection d'abrasif sera nécessaire.

Avantages :

- Élimine les sels et la rouille en une seule étape
- Aucune poussière produite
- Pas besoin d'abrasif (si rugosité existante retrouvée)
- Traitement des effluents (décapage robotisé sur surface plane)

Limites :

- Pas de rugosité
- Pénibilité / dangerosité (décapage manuel)
- Coût / fragilité des équipements
- Développement de fleurette de rouille



➡ L'utilisation de robot permet également la mise en place d'aspiration et de récupération/traitement des effluents. Seul les surfaces planes sont compatibles avec l'utilisation de robot.



4. EXPRESSIONS NORMATIVES DES PRÉPARATIONS DE SURFACE

4.1. Préparation de surface par voie sèche	48
4.2. Préparation de surface par voie humide	52
4.3. Rugosité (NF EN ISO 8501-3)	56

4. EXPRESSIONS NORMATIVES DES PRÉPARATIONS DE SURFACE



L'utilisation et la référence à une norme permet de qualifier / quantifier le résultat d'une préparation de surface. Ainsi, de l'opérateur à l'inspecteur jusqu'au client final, tous les intervenants parlent le même langage.

4.1. PRÉPARATION DE SURFACE PAR VOIE SÈCHE

On ne peut pas parler de préparation de surface d'un sujetile métallique sans parler de la norme NF EN ISO 8501-1 "Degrés de rouille et degrés de préparation des subjectiles d'acier non recouverts et des subjectiles d'acier après décapage sur toute la surface des revêtements précédents"

Cette norme définit que le résultat d'une préparation de surface est d'abord fonction de l'état initial de l'acier, appelé aussi "**Degré de rouille**", réparti en 4 degrés A, B, C et D (selon la norme il s'agit d'une estimation visuelle).



État initial de rouille		Caractéristiques principales
	Degré A	Subjectile d'acier largement recouvert de calamine adhérente mais avec un peu ou pas du tout de rouille.
	Degré B	Subjectile d'acier qui a commencé à rouiller et d'où la calamine a commencé à s'écailler.
	Degré C	Subjectile d'acier où la calamine a disparu sous l'action de la rouille ou peut en être détachée par grattage mais qui présente quelques chancres de rouille observables à l'œil nu.
	Degré D	Subjectile d'acier où la calamine a disparu sous l'action de la rouille et qui présente de nombreux chancres de rouille observables à l'œil nu.

Extraits de la norme NF EN ISO 8501-1, pour illustration uniquement.

Une fois l'état initial ou degré de rouille déterminé, le résultat de la préparation de surface sera fonction de la méthode de nettoyage / décapage sélectionnée.

La norme NF EN ISO 8501-1 distingue ainsi les différentes méthodes de nettoyage / décapage :

Méthode de nettoyage	Classement suivant NF EN ISO 8501-1
Décapage par projection d'abrasif sec	Sa
Nettoyage à la main ou à la machine	St
Nettoyage à la flamme (peu voire plus utilisé)	Fl

Pour chacune de ces méthodes de nettoyage, il existe plusieurs solutions techniques de mise en œuvre présentées au chapitre 3.

En fonction de la technique choisie et du temps passé, il sera possible d'atteindre différents niveaux de nettoyage appelés aussi **degré de soin**.

Degré de soin par technique de nettoyage selon la norme NF EN ISO 8501-1

DEGRÉ DE SOIN DU DÉCAPAGE PAR PROJECTION D'ABRASIF POUR LA PRÉPARATION DE SURFACE PRIMAIRE	
Degré	Caractéristiques essentielles des surfaces préparées (examen à l'œil nu)
Pour tous les degrés de soin, la surface doit être exempte de toute trace visible d'huile, de graisse et de saleté.	
Sa 1	La surface doit être exempte des matériaux peu adhérents tels que calamine, rouille, peinture et matières étrangères.
Sa 2	La surface doit être exempte de la plus grande partie de la calamine, de la rouille, des peintures et des matières étrangères. Les agents de contamination résiduels doivent être bien adhérents.
Sa 2½	La surface doit être exempte de tous matériaux tels que calamine, rouille, peinture et matières étrangères. Toute trace restante de contamination doit ne laisser que de légères marques sous forme de points ou de trainées.
Sa 3	La surface doit être exempte de calamine, rouille, peinture et matières étrangères. Elle doit présenter une couleur uniforme métallique.

DEGRÉ DE NETTOYAGE À LA MAIN ET À LA MACHINE POUR PRÉPARATION PRIMAIRE	
St 2 Nettoyage soigné	Examinée à l'œil nu, la surface doit être exempte de toute trace visible d'huile, de graisse et de saleté, ainsi que de tous matériaux peu adhérents tels que calamine, rouille, peinture et particules étrangères.
St 3 Nettoyage très soigné	Identique à St 2, mais la surface doit être traitée avec beaucoup plus de soin pour que le subjectile d'acier prenne un éclat métallique.

Pour rappel, selon la norme NF EN ISO 8501-1, tous ces degrés de soin sont observés à l'œil nu.

Pour résumer l'expression du résultat d'une préparation de surface, en accord avec la norme NF EN ISO 8501-1 va dépendre donc :

- De l'état initial de l'acier : **Degré de rouille** : A, B, C, D
- De la méthode de nettoyage choisie : Sa ou St
- Du degré de soin atteint

Exemple : B Sa 2½



Les combinaisons suivantes sont ainsi possibles :

DEGRÉ DE ROUILLE	A	B	C	D
DÉCAPAGE À L'ABRASIF SEC	Sa 3	Sa 3	Sa 3	Sa 3
	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½
	Sa 2	Sa 2	Sa 2	Sa 2
	Sa 1	Sa 1	Sa 1	Sa 1
NETTOYAGE À LA MAIN OU À LA MACHINE	St 3	St 3	St 3	St 3
	St 2	St 2	St 2	St 2

Remarque :

Le décapage léger (Sa 1) et le décapage soigné (Sa 2) d'un acier calaminé neuf ne sont pas des solutions techniquement acceptables, puisqu'elles ne permettent pas d'éliminer la calamine encore adhérente, le A Sa 1 et le A Sa 2 n'existent donc pas.

Il n'est pas possible, non plus, avec le nettoyage à la main ou à la machine d'éliminer une calamine adhérente, il n'existe donc pas de A St, A Sa 1 ou A Sa 2...

Seuls les degrés de soin (B/C/D) Sa 2½ et Sa 3 sont considérés comme satisfaisants pour l'application des peintures étant donné que les Sa 1 et Sa 2 présentent encore de la calamine résiduelle.

On réceptionne la préparation de surface en comparant visuellement la surface aux clichés originaux de la norme NF EN ISO 8501-1.



➔ Dans la pratique, l'expression du résultat d'une préparation de surface est souvent réduite à la méthode choisie et au degré de soin atteint : Sa 2½

**On précise également le profil de rugosité souhaité :
Sa 2½ Moyen G (§4.3)**

4.2. PRÉPARATION DE SURFACE PAR VOIE HUMIDE

Comme nous l'avons vu, il est possible d'utiliser de l'eau froide ou chaude pour éliminer de la contamination/pollution de la surface du sujet.

Plus on va augmenter la pression de décapage, et plus on va pouvoir enlever des contaminants adhérents à la surface. Les techniques de décapage à l'eau sous pression sont classées suivant la pression utilisée (norme NF T 35-520) :

	PRESSION DU JET D'EAU		
	NF T35-520	NF EN ISO 8501-4	NF EN ISO 12944-4
Décapage à l'eau haute pression HP	entre 70 et 100 MPa (entre 700 et 1000 bars)	Entre 70 MPa et 210 MPa (entre 700 et 2100 bars)	Na
Décapage à l'eau très haute pression THP	entre 100 et 140 MPa (entre 1000 et 1400 bars)	Na	Na
Décapage à l'eau ultra haute pression UHP	> 140 MPa (> 1400 bars)	> 210 MPa (> 2100 bars)	> 170 MPa

Remarque : En dessous de 700 bars, on parlera de nettoyage et pas de décapage.

Spécificité : le décapage à l'eau UHP permet d'éliminer la calamine, mais ne permet pas de créer une rugosité, comme c'est le cas avec les techniques de projections d'abrasif. C'est pourquoi le décapage à l'eau sous pression est une technique à réserver à la maintenance, où il sera possible de retrouver l'ancienne rugosité sous les anciens fonds de peinture.

Une norme spécifique lui est dédiée, la norme NF EN ISO 8501-4.

Elle définit également comme la norme NF EN ISO 8501-1 des états de surface initiaux, c'est-à-dire l'état du sujet avant décapage, on notera qu'on se réfère à des surfaces qui ont déjà été peintes et donc a priori déjà décapées (donc possédant une rugosité).

Etats de surface initiaux

Désignation	Descriptions des états de surfaces initiaux
DC A	Surface dont le système de peinture a subi des dégradations similaires à celles décrites dans l'ISO 4628-3, degré Ri3
DC B	Surface dont le système de peinture a subi des dégradations similaires à celles décrites dans l'ISO 4628-3, degré Ri4
DC C	Surface dont le système de peinture a subi des dégradations similaires à celles décrites dans l'ISO 4628-3, degré Ri5
DP I	Surface revêtue en atelier d'une couche primaire en époxy oxyde de fer qui a subi des dégradations
DP Z	Surface revêtue en atelier d'une couche primaire en silicate de zinc qui a subi des dégradations



Degrés de soin après décapage :

Degré de préparation de surface par décapage à l'eau sous pression (Surface observée sans grossissement)	
Wa 1 Décapage léger	▶ Surface vierge de trace visible d'huile, de graisses et de salissures, de revêtements de peinture décollés ou défectueux, de rouille non adhérente et d'autres matières étrangères. ▶ Toute contamination résiduelle doit être répartie et peut être constituée de revêtements, de matières étrangères et de rouille à forte adhérence.
Wa 2 Décapage minutieux	▶ Surface vierge de trace visible d'huile, de graisses et de salissures, de la plupart de la rouille, de revêtements de peinture antérieurs et d'autres matières étrangères. ▶ Toute contamination résiduelle doit être répartie et peut être constituée de revêtements, de matières étrangères et de traces de rouille à forte adhérence.
Wa 2 1/2 Décapage très minutieux	▶ Surface vierge de trace visible de rouille, d'huile, de graisses et de salissures. ▶ Des traces légères de rouille préexistante et de revêtements de peinture à forte adhérence et de légères traces d'autres matières étrangères peuvent subsister. ▶ Toute contamination résiduelle doit être éliminée. Une décoloration de surface peut être présente, là où le revêtement d'origine n'était pas intact.
Wa 3 Décapage à nu	▶ Surface vierge de trace visible de rouille antérieure, d'huile, de graisses, de salissures, de revêtements de peinture antérieurs et de toutes autres matières étrangères. ▶ L'acier peut ne pas avoir un aspect uniforme. ▶ Une décoloration de la surface peut être présente, là où le revêtement d'origine n'était pas intact.

On a donc pour qualifier une surface décapée à l'eau sous pression, un état de surface initiale et un degré de soin. Par exemple : DB Wa 2

L'acier au contact de l'eau et de l'air (l'oxygène) va se corroder, après le décapage UHP il va se former à la surface une couche d'oxyde plus ou moins épaisse en fonction des conditions de séchage. Cette couche d'oxyde est appelée **"fleurette de rouille"**.

La norme NF EN ISO 8501-4 distingue 3 niveaux de fleurette de rouille (légère, moyenne et forte) :

Description des aspects de surface pour trois degrés de fleurette de rouille (Surface observée sans grossissement)	
FR L Fleurette de rouille légère	▶ Surface présentant de petites quantités de rouille jaune/marron en une couche à travers laquelle le subjectile d'acier est visible. ▶ La rouille (ressemblant à une décoloration) peut être répartie uniformément ou sous forme de taches, mais elle est très adhérente et difficile à ôter en frottant délicatement à l'aide d'un tissu.
FR M Fleurette de rouille moyenne	▶ Surface présentant une couche de rouille jaune/marron qui recouvre la surface d'origine d'acier. ▶ La couche de rouille peut être répartie uniformément ou sous forme de taches, mais elle est plutôt adhérente et laisse de légères traces sur un tissu avec lequel on frotte délicatement la surface.
FR H Fleurette de rouille forte	▶ Surface présentant une couche de rouille jaune/orangé qui masque la surface d'origine d'acier et est peu adhérente. ▶ La couche de rouille peut être répartie uniformément ou sous forme de taches et marque facilement sur un tissu avec lequel on frotte délicatement la surface.

L'expression complète d'une préparation de surface par décapage à l'eau sous pression sera donc

Un état initial + un degré de soin + une fleurette de rouille : DB Wa 2 FR L

Comme pour les préparations de surface correspondantes à la norme NF EN ISO 8501-1, le résultat d'un décapage à l'eau sous pression doit être apprécié à l'aide des clichés originaux contenus dans la norme NF EN ISO 8501-4.

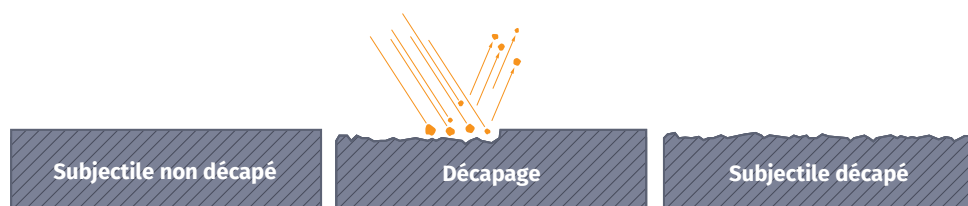
Comme pour la norme NF EN ISO 8501-1, l'observation se fait visuellement sans grossissement.

4.3. RUGOSITÉ (NF EN ISO 8501-3)

En introduction du paragraphe 4, nous avons vu que l'objectif d'une préparation de surface était l'obtention d'une propreté, mais également d'une rugosité. **La rugosité est un facteur important dans la performance d'un système peinture**, elle permet en effet l'accrochage/ ancrage du primaire sur le substrat.

Rappel : Uniquement les préparations de surface par décapage à l'abrasif permettent de créer une rugosité, le décapage à l'eau sous très haute pression permet uniquement de retrouver une ancienne rugosité.

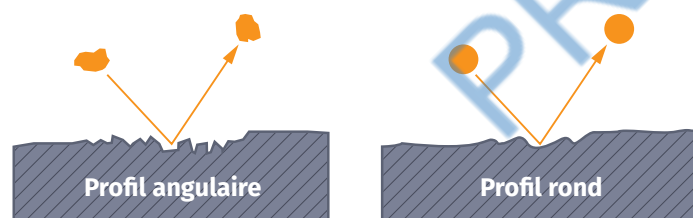
Les impacts des particules d'abrasif projetés sur le substrat creusent sur la surface des pics et des creux qui constituent la rugosité.



En fonction de la taille et de la forme d'abrasif choisie, on crée des pics plus ou moins hauts et des creux plus ou moins profonds et de formes différentes, on obtient ainsi un profil de rugosité.

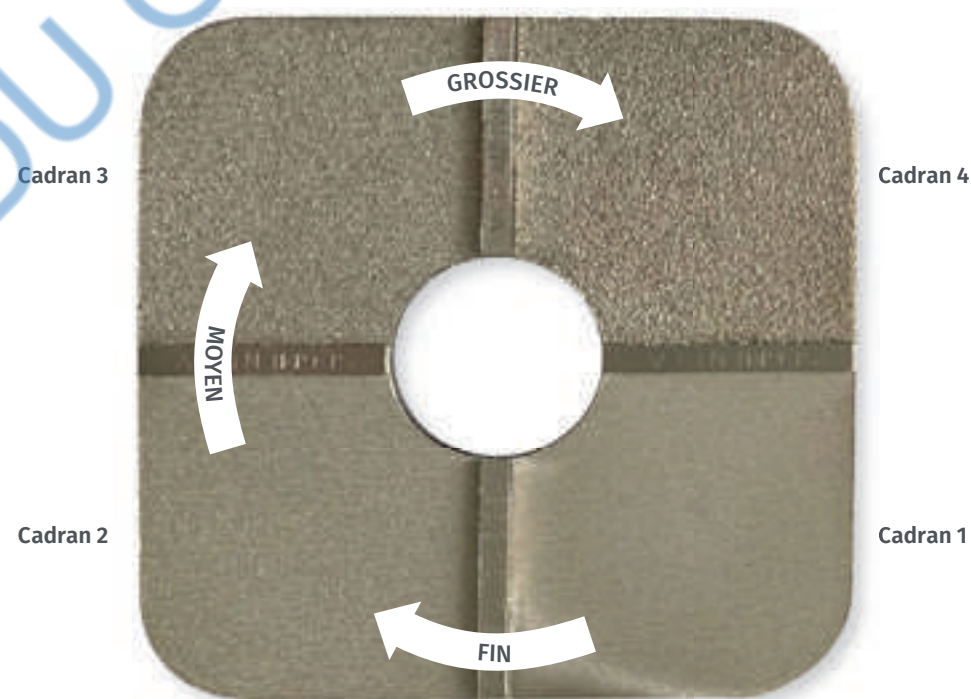
Pour information : la hauteur d'un profil peut être caractérisée par différents paramètres théoriques que l'on appelle R_a , R_t et R_y , qui sont mesurées avec des rugosimètres électroniques. Mais le moyen le plus simple et le plus répandu pour mesurer une rugosité est encore de comparer le résultat obtenu avec un élément de référence appelé **comparateur visuo-tactile**. La comparaison se fait visuellement et tactilement.

Il existe un 2 types de comparateur : un pour les abrasifs angulaires (Grit en anglais), et un autre pour les abrasifs ronds (Shot en anglais).



LIMITES DES CLASSES DE PROFILS DES COMPARATEURS VISO-TACTILES ISO POUR ACIER DÉCAPÉ PAR PROJECTION D'ABRASIF

Avec de la grenaille angulaire	Avec de la grenaille sphérique	Limites des classes de profils
Fin (G)	Fin (S)	Profils selon le cadran 1 et jusqu'à 2 exclu
Moyen (G)	Moyen (S)	Profils selon le cadran 2 et jusqu'à 3 exclu
Grossier (G)	Grossier (S)	Profils selon le cadran 3 et jusqu'à 4 exclu



Remarque :

Nous avons vu que la rugosité a pour but de favoriser l'adhérence.

Une rugosité trop faible ne pourra pas garantir un accrochage efficace de la peinture.

Une rugosité trop forte peut également être un inconvénient, elle nécessitera beaucoup plus de peinture pour combler les creux, et couvrir les pics, ce qui conduira à une augmentation de la consommation de peinture. Des pics qui seraient mal recouverts peuvent également rouiller.



5. CONTRÔLES

5.1. Conditions climatiques	60
5.2. Après préparation de surface	63
5.3. Epaisseurs humides	64
5.4. Épaisseurs sèches	68
5.5. Calcul de consommation	70

5. CONTRÔLES



5.1. CONDITIONS CLIMATIQUES

Une bonne exécution de la préparation de surface et de l'application de peinture passe par un contrôle des conditions climatiques.

On entend par contrôle des conditions climatiques, le contrôle des paramètres suivants :

- La température ambiante
- La température du support recevant le traitement
- L'humidité relative au voisinage de l'ouvrage
- Le point de rosée

Le contrôle de ces paramètres est important puisqu'ils peuvent être préjudiciables aux opérations de préparation de surface et à l'application puis au séchage des peintures et donc à la bonne tenue du système.

Ces mesures doivent être réalisées avant, pendant et après les phases de préparation de surface, d'application et de séchage. Elles peuvent être enregistrées et doivent être a minima reportées toutes les 4 heures dans les rapports journaliers, afin de pouvoir être consultées et vérifiées si nécessaire.

5.1.1. Température ambiante

Un thermomètre électronique ou manuel doit être utilisé pour mesurer la température ambiante.

Une température trop basse peut entraîner des problèmes d'évaporation des solvants, ralentir la réticulation/séchage d'une peinture.

Une température trop haute peut également entraîner une évaporation trop rapide des solvants, des problèmes d'application (pulvérisation sèche), des coulures, un séchage trop rapide d'une peinture peut être également néfaste.

La température ambiante est également importante pour le temps de séchage et le délai de recouvrement entre couches (se référer à la fiche technique des produits qui indiquent ces informations).

➔ La fiche technique doit être consultée pour connaître la température minimale et maximale acceptables. Dans le cadre de travaux dans des conditions "extrêmes", température basse ou élevée, le fabricant de peinture pourra proposer un solvant adapté ou une formulation spécifique.

5.1.2. Température du support

Un thermomètre de contact, électronique ou manuel, est utilisé pour mesurer la température du support.

La connaissance et la maîtrise de la température du support est importante :

- Un support plus froid que la température ambiante (pièce stockée à l'extérieur, puis rentrée dans un tunnel de peinture chauffé) peut entraîner l'apparition d'humidité sur la surface (condensation).
- Une température du support trop chaude ou trop froide peut, comme pour la température ambiante, impacter la tenue et le séchage d'une peinture.



5.1.3. Humidité relative



L'humidité relative, exprimée en %, est le rapport entre la quantité d'eau contenue dans l'air et la quantité maximale que celui-ci peut contenir.

L'humidité peut être mesurée de 2 façons, soit directement par un appareil électronique, soit au travers d'abaque en partant de la température ambiante dite "sèche" et de la température "humide" mesurée à l'aide d'un psychomètre.



Le psychromètre est composé de deux thermomètres identiques, un laissé au contact direct de l'air et un autre humidifié à l'aide d'un tissu et d'un réservoir d'eau. On fait tourner le psychromètre (photo ci-jointe) pendant une trentaine de secondes, afin de provoquer l'évaporation de l'eau qui va entraîner une baisse de la température du thermomètre humide. On obtient ainsi deux températures, une "sèche" et une "humide".

Plus l'humidité relative est importante et plus le risque de condensation est élevé. Pour cela au-delà de 85 % d'hygrométrie, il n'est généralement pas autorisé de procéder à des opérations de décapage ou de peinture.

Remarque : Les peintures à base de liant d'éthyle silicate, liant dont le fonctionnement est proche de celui d'un ciment, et ayant besoin d'humidité pour former et durcir leur film, peuvent accepter des applications à des humidités relatives (HR) allant jusqu'à 90%.

5.1.4. Point de rosée

Le point de rosée correspond à la température à laquelle l'humidité contenue dans l'air va se condenser/redevenir liquide. Ce point de rosée est fonction de la température ambiante et de l'hygrométrie relative.

On peut soit le mesurer directement à l'aide d'un appareil tout en un, soit le déduire d'un abaque.

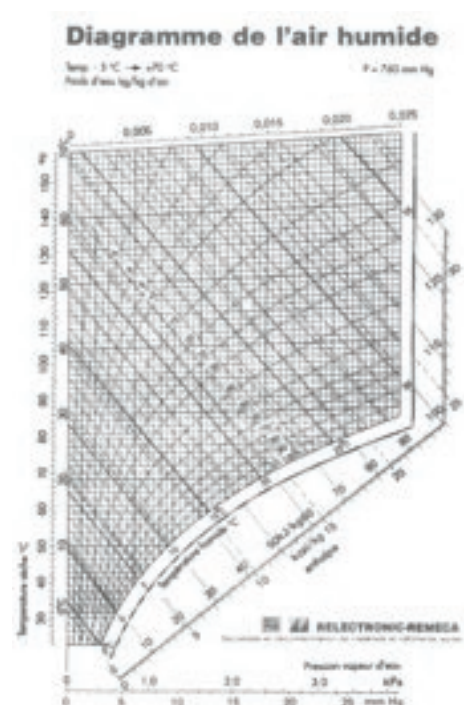


Diagramme de Mollier.

Une surface dont la température est égale ou inférieure au point de rosée va condenser, c'est-à-dire se recouvrir d'eau (canette de soda sortie du réfrigérateur en été). Cette condensation peut entraîner l'enrouillement d'une surface décapée, ou piéger de l'humidité entre deux films de peintures, ce qui sera préjudiciable à la bonne tenue du système.

Pour éviter cela, on instaure une marge de sécurité de 3°C, entre le point de rosée et la température minimale acceptable de la surface à décapage ou à peindre.

Température du support > Point de rosée + 3°C

Nota : l'opérateur doit se référer à la fiche technique du produit utilisé, dans laquelle sont mentionnées les conditions exigées d'application.

5.2. APRÈS PRÉPARATION DE SURFACE

L'évaluation du degré de soin permet de s'assurer visuellement que la surface a été débarrassée de certains polluants comme la calamine, la corrosion, les anciens fonds de peinture. Néanmoins d'autres polluants peuvent subsister ou avoir été générés par les opérations de préparation de surface, c'est le cas de la poussière et des sels solubles.

5.2.1. Poussière

Les opérations de préparation de surface, notamment le décapage à l'abrasif est générateur de poussières, mais de la poussière peut se redéposer sur une pièce entre 2 couches de peintures.

La présence de poussières, suivant la quantité résiduelle, peut nuire à l'adhérence de la peinture.

Avant peinture les pièces doivent être débarrassées de la poussière :

- En extérieur et sur de petites pièces, il est possible de souffler la poussière à l'aide d'air comprimé (sec et déshuilé).
- En intérieur ou sur des pièces plus grandes, l'utilisation d'un aspirateur industriel est préférable.



➡ Il est recommandé d'utiliser l'aspiration au lieu du soufflage, cela évite la propagation de la poussière et qu'elle se dépose de nouveau sur le sujet.

Un contrôle peut être réalisé pour mesurer la quantité et la taille des particules présentes sur la surface après nettoyage. Pour cela un ruban adhésif est collé sur cette même surface, puis reporté sur une feuille blanche et comparé en densité et en taille à la norme NF EN ISO 8502-3 (évaluation de la poussière sur les surfaces d'acier préparées pour la mise en peinture).



Figure 5 - Références visuelles correspondant à des quantités valant 1, 3, 5, 4 and 3

5.2.2. Sels

Un nettoyage insuffisant de l'acier avant décapage, ou l'utilisation d'abrasif contaminé peut être à l'origine de la présence de "sel" (contaminants solubles dans l'eau) sur la surface de l'acier une fois décapé.

La présence de contaminants solubles dans l'eau, sur la surface décapée, peut conduire à un cloquage et aux développements de corrosion.



Il est possible de procéder à une mesure de la quantité de sels solubles présents à la surface de l'acier.



Test de Bresle (test de contamination saline)

Ce contrôle est réalisé en accord avec la norme NF EN ISO 8502-6 (extraction des contaminants solubles en vue de l'analyse). Le taux de sel est exprimé en mg/m^2 , il est comparé à l'exigence spécifiée. En cas de dépassement, il faudra relaver la surface à l'eau douce et procéder à un balayage à l'abrasif afin de retrouver la propreté de surface requise.

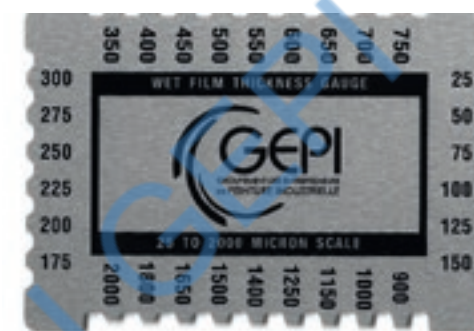
5.3. EPAISSEURS HUMIDES

Chaque couche de peinture doit être appliquée dans le respect des épaisseurs (minimales et maximales) prescrites par le client et/ou celles de la fiche technique du fabricant. Pour cela il est nécessaire de procéder à des vérifications en cours d'application.

On parle d'épaisseur humide, lorsque l'on contrôle l'épaisseur d'une peinture en cours d'application, en opposition avec les contrôles qui sont effectués une fois la peinture sèche. Ce contrôle est essentiel pour l'apporteur, il lui permet de vérifier sa gestuelle et les épaisseurs déposées (auto-contrôle). Ce contrôle est parfois délicat à réaliser avec certaines peintures (séchage rapide, écailles de verre, Éthyle zinc silicate, ...) ou dans des conditions ambiantes spécifiques.

Ce contrôle se réalise à l'aide d'une jauge d'épaisseur humide, plus communément appelée "jauge humide" ou "peigne humide".

Description



➔ On choisira le côté à utiliser en fonction de l'épaisseur que l'on souhaite atteindre.

Jauge humide (mesure en micron)

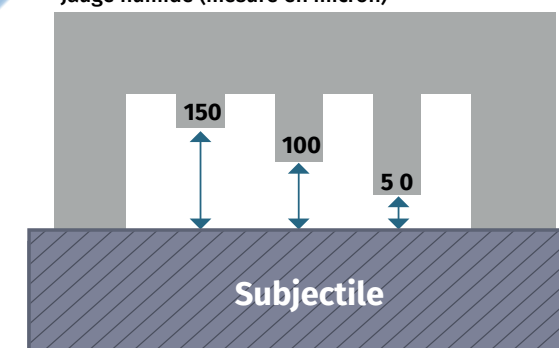


Figure 1 :

Les chiffres indiqués sur chaque dent correspondent à la distance entre le support et la dent. Cette distance est exprimée en μm (micron). Ainsi il y a 50 μm entre la surface et la dent la plus à droite, 100 μm pour celle du milieu, et 150 μm pour la dent la plus à gauche.

Jauge humide (mesure en micron)

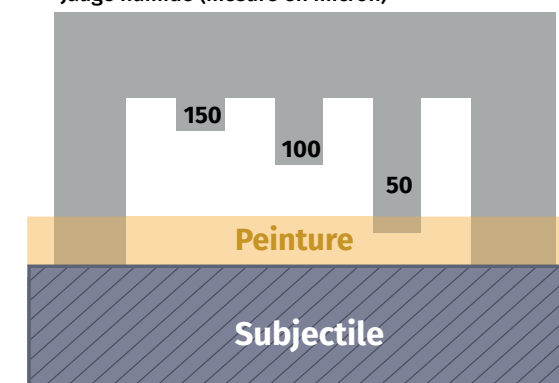


Figure 2 : Procédure de mesure

Le peigne est positionné perpendiculairement à la surface dans la peinture fraîche et repose sur le support ou la couche précédente. La dent à 50 μm trempe dans la peinture mais pas la dent à 100 μm . On en déduit que l'épaisseur humide de notre peinture est située entre 50 et 100 μm . Sur un peigne, l'épaisseur mesurée est toujours comprise entre la dernière dent touchée et la première dent non touchée.

Le lien entre l'épaisseur humide et l'épaisseur sèche se fait grâce à l'extrait sec volumique de la peinture (donnée disponible dans la fiche technique de la peinture).

$$\text{Épaisseur Humide } (\mu\text{m}) = \frac{\text{Épaisseur Sèche}}{\text{Extrait Sec Volumique } (\%)/100}$$

$$\text{Épaisseur Sèche } (\mu\text{m}) = \text{Épaisseur Humide} \times \text{Extrait Sec Volumique } (\%)/100$$

En cas de dilution, il est nécessaire de recalculer le nouvel extrait sec (extrait sec dilué).

$$\text{Extrait Sec Volumique dilué } (\%) = \frac{\text{Extrait Sec Volumique } (\%)}{100 + \text{taux de dilution en Volume } \%}$$

Exemple :

NON DILUÉ	AVEC DILUTION
Extrait sec volumique : 80 % (suivant la fiche technique du fournisseur)	Extrait sec volumique : 80 % (suivant la fiche technique du fournisseur)
Épaisseur sèche : 100 μm	Taux de dilution : 10 %
Épaisseur humide = $\frac{100}{80/100} = 125 \mu\text{m}$	Épaisseur sèche : 100 μm
	Extrait sec volumique dilué = $\frac{80}{100+10} = 73 \%$
	Épaisseur humide = $\frac{100}{73/100} = 137 \mu\text{m}$ (peinture diluée)



Il existe également des tables qui permettent d'éviter les erreurs de calcul :

FICHE PRODUIT	DILUTION EN %					
Extrait Sec en volume % non dilué	5	10	15	20	25	30
	Nouvel extrait sec après dilution					
50%	48%	45%	43%	42%	40%	38%
55%	52%	50%	48%	46%	44%	42%
60%	57%	55%	52%	50%	48%	46%
65%	62%	59%	57%	54%	52%	50%
70%	67%	64%	61%	58%	56%	54%
75%	71%	68%	65%	63%	60%	58%
80%	76%	73%	70%	67%	64%	62%
85%	81%	77%	74%	71%	68%	65%
90%	86%	82%	78%	75%	72%	69%

Épaisseur sèche désirée (µm)	ÉPAISSEUR HUMIDE À ATTEINDRE (µm)													
	Extrait sec volumique (%)													
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
40	100	90	80	75	65	60	55							
50	125	110	100	90	85	75	70							
60	150	135	120	110	100	90	85							
70	175	155	140	125	115	110	100							
80	200	180	160	145	135	125	115	105	100					
90		200	180	165	150	140	130	120	115	105	100			
100			200	180	165	155	145	135	125	120	110	105	100	
110				200	185	170	155	145	140	130	120	115	110	
120					200	185	170	160	150	140	135	125	120	
130						200	185	175	165	155	145	135	130	
140							200	185	175	165	155	145	140	
150								200	190	175	165	160	150	
160									200	190	180	170	160	
170										200	190	180	170	
180											200	190	180	
190												200	190	
200													200	

Note : Pour les produits 100% extrait sec, l'épaisseur humide correspondra à l'épaisseur sèche. Attention ces produits ne doivent pas être dilués.

5.4. ÉPAISSEURS SÈCHES

Le contrôle non destructif des épaisseurs sèches est réalisé à l'aide d'un appareil électronique.

Une pression de la sonde sur la surface permet de mesurer l'épaisseur du film qui est affichée directement sur l'écran en micron.

Il existe des appareils plus ou moins complexes, permettant de faire uniquement des mesures individuelles, jusqu'à des appareils permettant de cumuler en mémoire plusieurs valeurs puis d'en faire l'exploitation statistique (moyenne, valeur haute, valeur basse, etc...).



Remarque : il est nécessaire de vérifier le bon fonctionnement l'appareil et de l'ajuster, en mesurant l'épaisseur d'une cale d'épaisseur connue et proche de l'épaisseur du film à mesurer. Il existe des appareils équipés de sonde permettant de faire des mesures sur des subjectiles ferreux, non ferreux ou les deux (ex : épaisseur de peinture sur galvanisation).

Normes de réception des épaisseurs sèches

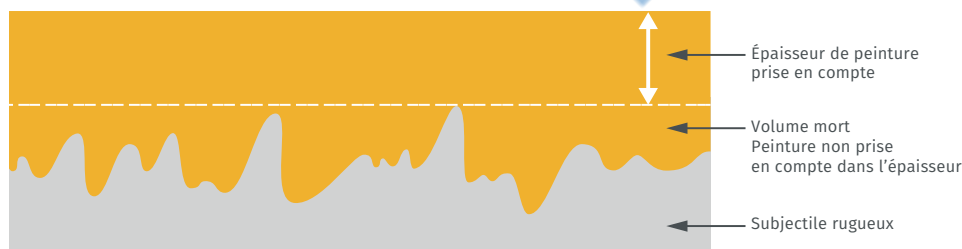
Le client, via sa spécification, indique l'épaisseur sèche à atteindre pour chaque couche, il s'agit de l'épaisseur nominale.

La norme ISO 19840 précise les modalités de contrôle des épaisseurs sèches qui sont pour les principales :

- Nombre de mesures à réaliser en fonction de la surface de la pièce.
- L'épaisseur minimale fixée à 80% de l'épaisseur nominale.
- Nombre de mesures pouvant être comprises entre l'épaisseur minimale et l'épaisseur nominale (20% maximum des mesures)
- La moyenne des épaisseurs mesurées doit être supérieure ou égale à l'épaisseur nominale.

Impact de la rugosité

Le volume de peinture couvrant la rugosité est appelé "volume mort", on ne prend en compte que l'épaisseur de peinture au-dessus de la rugosité.

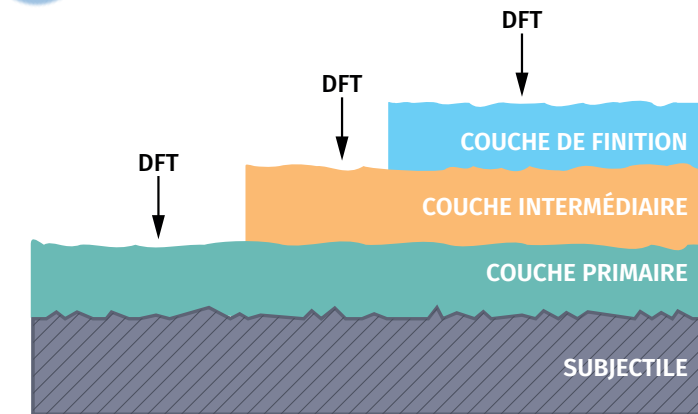


On soustrait donc une valeur de correction qui est fonction de la rugosité du subjectile avant peinture.

PROFIL DE SURFACE CONFORME À LA NORME NF EN ISO 8503-1	VALEUR DE CORRECTION μm
Fin	10
Moyen	25
Gros	40

Si le profil de surface n'est pas connu (ou accessible), une valeur de correction de 25 μm doit être utilisée.

Exemple :



DFT = lecture individuelle - 25 μm (valeur de correction)



5.5 CALCUL DE CONSOMMATION

Pour le calcul des quantités de peinture requises pour effectuer un chantier, il est nécessaire de différencier le primaire des couches suivantes.

Pour le primaire, comme vu dans le paragraphe précédent, il faut prendre en compte la rugosité du subjectile en ajoutant à l'épaisseur requise la valeur de correction qui sera fonction du profil de rugosité.

Quantité théorique :

$$\text{Quantité théorique Primaire (l)} = \frac{(\text{Épaisseur requise } (\mu\text{m}) + \text{Valeur de Correction } (\mu\text{m}))}{(\text{Extrait sec volumique } (\%)*10)} \times \text{Surface (m}^2\text{)}$$

Quand la Valeur de Correction n'est pas connue, comme pour les mesures d'épaisseurs, on prendra une valeur de 25 μm correspondant à une rugosité Moyen G.

$$\text{Quantité théorique couche suivante (l)} = \frac{\text{Épaisseur requise } (\mu\text{m})}{(\text{Extrait sec volumique } (\%)*10)} \times \text{Surface (m}^2\text{)}$$

Quantité pratique :

De nombreux facteurs vont entraîner des pertes de peintures :

- La forme de la pièce
- Le moyen d'application choisi
- Les surépaisseurs
- La taille des kits
-

Il faut prendre en compte ces pertes pour le calcul des quantités pratiques réellement requises, **les quantités pratiques peuvent doubler par rapport aux quantités théoriques.**

$$\text{Quantité Pratique (l)} = \frac{\text{Quantité théorique (l)}}{(100 - \text{Pertes } (\%))/100}$$

Remarque : Pour une application au pistolet de peinture bi-composant des pertes de 40 % sont généralement admises.

La quantité de peinture requise doit être ensuite ramenée en nombre de kits, arrondi au nombre supérieur, suivant la taille du kit peinture disponible pour le produit utilisé.

Volume du Kit (Base + durcisseur) = 20 l

Quantité Pratique : 996 l

Soit $996 / 20 = 50$ Kits

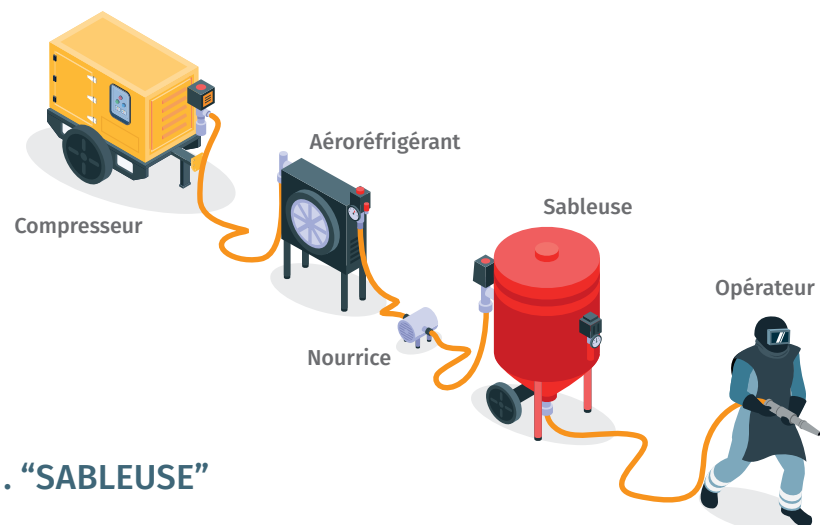




6. FONCTIONNEMENT ET ENTRETIEN DU MATÉRIEL

6.1. “Sableuse”	74
6.2. Moyens d’application manuels	77
6.3. Moyens de pulvérisation	80

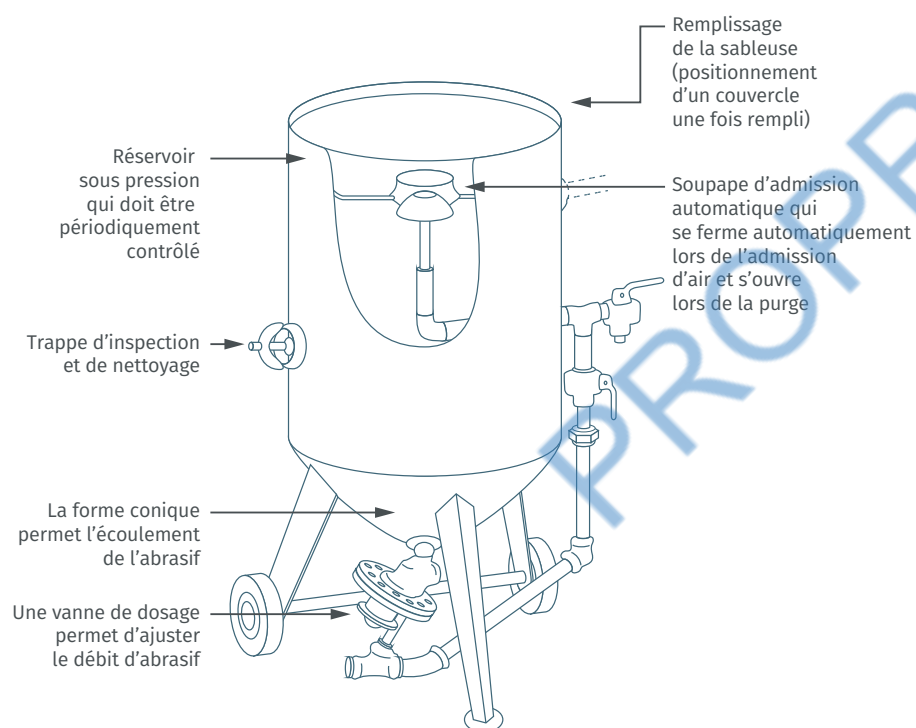
6. FONCTIONNEMENT ET ENTRETIEN DU MATÉRIEL



6.1. "SABLEUSE"

6.1.1. Description

Même si l'utilisation de sable siliceux est interdite depuis plus de 50 ans, le terme "sableuse", qui faisait référence au sable utilisé par le passé, est resté.



Dessin sableuse pour illustration (sans commande à distance)

C'est un récipient métallique cylindrique fermé hermétiquement dont la base est conique. Le volume courant est d'environ 200 litres, sa capacité de stockage d'abrasif de l'ordre de 300 kg.

Les sableuses sont des équipements sous pression, leur entretien et leur suivi en utilisation doit se faire en accord avec la réglementation applicable aux équipements sous pression et des récipients à pression simple.

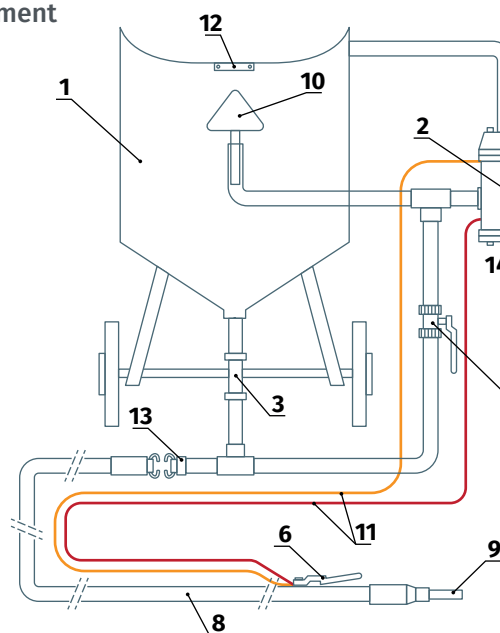
La pression de service habituelle est de 7 à 12 bars, afin d'obtenir une pression de 7 bars à la buse (plus la longueur de boyau sera importante et plus la perte de pression entre la sableuse et la buse sera grande).

L'abrasif est introduit dans la sableuse par un orifice situé sur la partie supérieure de l'appareil.

La fermeture du couvercle de la sableuse en forme de cloche ou de boule se fait automatiquement lors de l'ouverture de la vanne d'arrivée d'air comprimé qui met également le matériel en pression.



6.1.2. Fonctionnement



Légende :

- | | |
|--|--|
| ① Sabreuse standard | ⑧ Boyau d'air |
| ② Récepteur commande à distance pneumatique | ⑨ Buse |
| ③ Vanne doseuse d'abrasif | ⑩ Soupape d'admission |
| ④ Déshumidificateur | ⑪ Tuyaux de commande pneumatique |
| ⑤ Silencieux d'échappement | ⑫ Plaque d'identification |
| ⑥ Poignée commande à distance (poignée Homme-mort) | ⑬ Raccord |
| ⑦ Vanne d'ouverture d'air | ⑭ Position de la soupape de sécurité (non représentée) |

La sabreuse est reliée à un compresseur, via l'aéroréfrigérant et le filtre à air.

L'air passe au travers du déshumidificateur ④, puis l'unité de commande à distance ②.

Quand la poignée homme mort ⑥ est enclenchée par l'opérateur ("sableur"), la soupape d'admission ⑩ se ferme, et vient boucher l'orifice de remplissage. La sabreuse est ainsi mise sous pression.

Quand l'opérateur relâche la poignée homme-mort ⑥, l'arrivée d'air est fermée, la soupape d'admission ⑩ descend et la sabreuse est dépressurisée.

Points de sécurité importants :

- La commande automatique à distance (appelée poignée homme mort ⑥) permet en cas de problèmes de l'opérateur, de couper l'alimentation en air dès qu'elle est relâchée.
- Les raccords ⑬ doivent être équipés de goupille de sécurité et reliés par des câbles anti-fouet.
- Une soupape de sécurité ⑭ est obligatoire.
- Le filtre du silencieux d'échappement doit être maintenu propre.
- Eviter de trop courber les boyaux ⑧.
- Pour les raccords vissés sur les boyaux, des vis adaptées doivent être utilisées (non traversantes).

6.2. MOYENS D'APPLICATION MANUELS

Les brosses et les rouleaux sont utilisés dans l'application de peinture anticorrosion :

- les brosses sont réservées aux pré-touches et retouches, où lorsque l'application au pistolet est impossible, interdite ou non-adéquate (pièce de petite taille).
- les rouleaux, dont le rendement est supérieur à la brosse, peuvent être utilisés pour couvrir des surfaces plus importantes.



Limites

- Pour les brosses comme pour les rouleaux, il est nécessaire de vérifier leur compatibilité avec la peinture, en consultant la fiche technique. Toutes les peintures ne peuvent pas être appliquées à la brosse ou au rouleau, et certaines uniquement pour les pré-touches.
- Ils ne permettent pas de déposer de fortes épaisseurs de peinture, ni un dépôt uniforme d'épaisseur.
- Ils peuvent être à l'origine de défauts d'aspect (sillon, peau d'orange, ...).
- L'application de primaire au rouleau entraîne un risque de piéger de l'air dans le profil de rugosité.

Pré-touches

Il s'agit d'une étape importante, elle consiste en l'application à la brosse sur les parties suivantes d'une pièce à peindre avant l'application de la couche au pistolet :

- Cordons de soudure
- Rivets
- Angles
- Trous de boulons
- Zones difficilement accessibles au pistolet



Les pré-touches doivent être répétées avant chaque couche de peinture. Elles permettent de s'assurer que toutes les parties sont couvertes par de la peinture.

Remarque :

Les pré-touches sont différentes des retouches qui sont des applications de corrections localisées.

6.2.1. Brosses

Le choix de la taille et de la forme des brosses se fera en fonction de la zone à traiter, de son profilé et de la peinture à appliquer.

Brosse à rechampir 	Brosse pinceau 	Brosse coudée/radiateur 
Guipon 	Brosse plate 	

- La brosse à rechampir ou pinceau permet de réaliser les travaux de précision (angles, soudures, rivets...).
- La brosse coudée ou radiateur permet d'accéder aux zones difficiles.

Avantages

- Bon mouillage du support (imprégnation du support)
- Force la peinture dans le profil
- Mieux qu'un rouleau sur la première couche
- Permet d'atteindre les zones peu accessibles

Limites

- Donne une faible épaisseur de film, plusieurs couches sont nécessaires
- Crée un film inégal
- La vitesse d'application est lente

6.2.2. Rouleaux

Plusieurs modèles existent avec différentes textures selon les produits à appliquer et du support traité.



Avantages

- La vitesse d'application est plus rapide qu'avec une brosse
- Permet d'atteindre les zones peu accessibles
- Permet de traiter des zones plus larges

Limites

- Mauvais mouillage du substrat
- Ne jamais utiliser pour la première couche car le rouleau peut emprisonner l'air et provoquer des piqûres dans le film de peinture
- Donne une faible épaisseur de film, plusieurs couches requises

Utilisation, nettoyage et entretien des brosses et rouleaux

À chaque fin de poste, les outils sont nettoyés, rincés et essorés.



6.3. MOYENS DE PULVÉRISATION

6.3.1. Pulvérisation pneumatique de type “conventionnelle”

Il existe différents types d'application pneumatique, c'est-à-dire utilisant l'air comme moyen de pulvériser la peinture liquide en fines gouttelettes et de la projeter sur le support. La méthode dite “conventionnelle” est la plus répandue dans notre industrie. Elle se différencie des autres méthodes pneumatiques, par une pression de sortie (au chapeau) située généralement entre 2,5 et 3,5 bars.

PISTOLET PNEUMATIQUE CONVENTIONNEL

		
Pistolet pneumatique à succion / godet	Pistolet pneumatique gravitaire / godet	Pistolet pneumatique relié à un pot sous pression

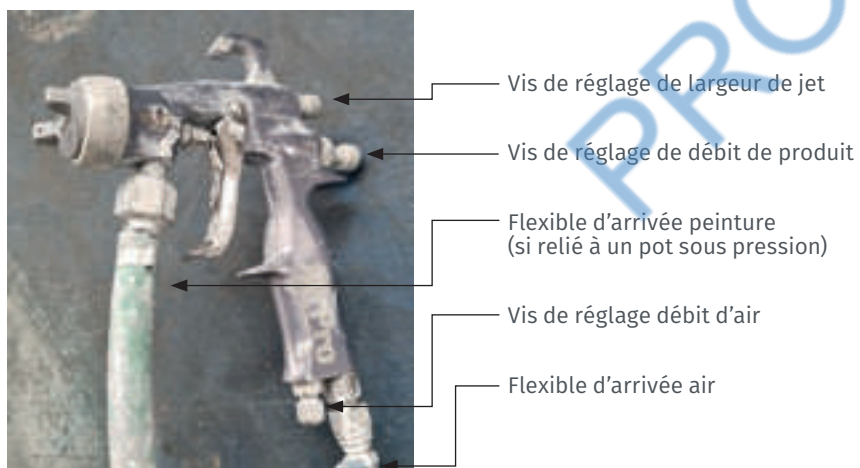
Le fonctionnement de ces trois pistolets est similaire, seul le mode d'alimentation est différent.

Les modèles à godet :

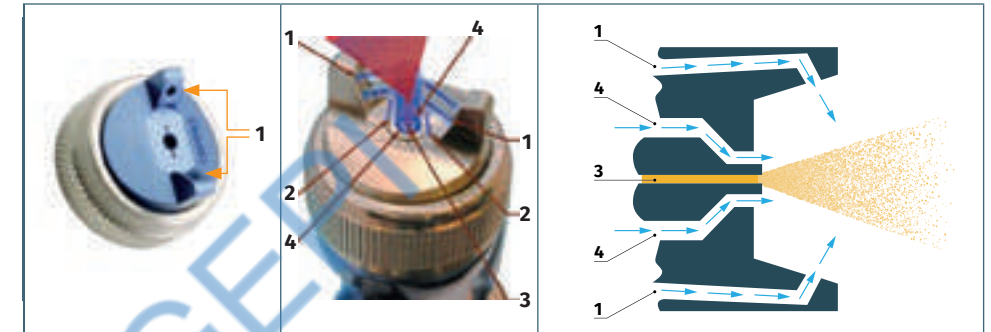
- À succion, c'est le passage de l'air qui va entraîner l'aspiration de la peinture.
- Gravitaire, la peinture va s'écouler par gravité dans le pistolet.

Ces modèles sont peu utilisés en peinture anticorrosion de par le faible volume de peinture contenu dans le godet, et le poids du pistolet avec godet plein.

Fonctionnement du pistolet



Fonctionnement du chapeau d'air “air cap”



- (1) Air des événements ou air de corne : permet de jouer sur la largeur du jet, modifiable à l'aide de la vis de réglage situé en haut du pistolet (voir illustration pistolet)
- (2) Orifices de sortie d'air permettant de stabiliser le jet de peinture et évite l'encrassement du chapeau.
- (3) Orifice de sortie de la peinture
- (4) Sortie d'air de pulvérisation de la peinture

Le fluide sortant de buse à faible vitesse (3) est entouré d'un flux d'air à grande vitesse (4) ce qui provoque l'atomisation de la peinture.

Avantages et limites de la technologie pneumatique conventionnelle

Avantages

- Productivité plus élevée que les outils manuels
- Finition lisse
- Basse pression-sécurité
- Épaisseur uniforme du film
- Équipement plus simple

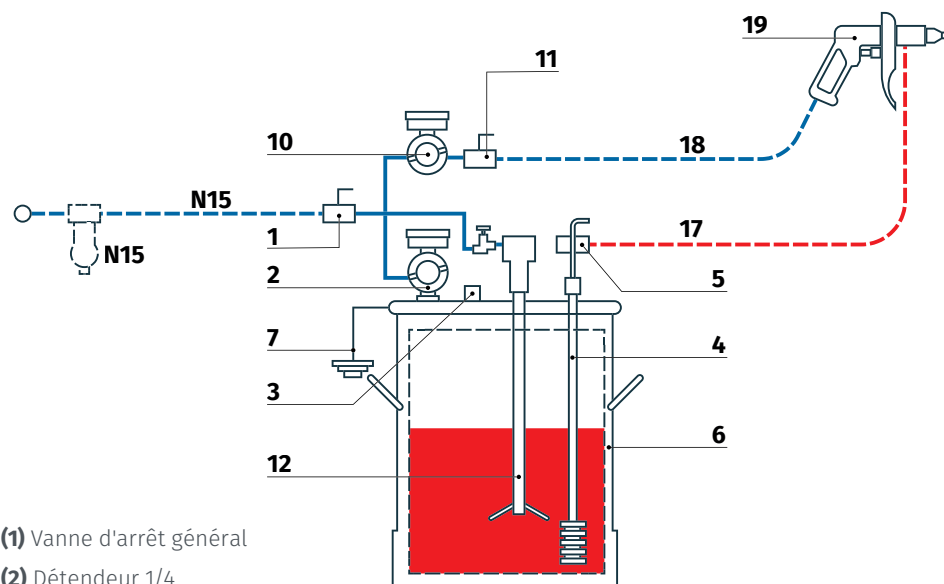
Limites

- Risque de pulvérisation sèche (overspray)
- Épaisseur du film limitée
- Taux de transfert faible (perte élevée)



Pot sous pression

Appelé "pot sous pression ou marmite", c'est la forme de pulvérisation pneumatique conventionnelle, la plus adaptée à notre profession.



- (1) Vanne d'arrêt général
- (2) Détendeur 1/4
- (3) Soupape de sûreté
- (4) Tube d'aspiration
- (5) Vanne d'arrêt produit
- (6) Vase intérieur
- (7) Câble de terre
- (10) Détendeur 1/4 ou 1/2
- (11) Robinet d'arrêt de l'air de pulvérisation

- (12) Agitateur avec moteur
- (15) Epurateur
- (16) Tuyau d'alimentation en air
- (17) Tuyau produit
- (18) Tuyau d'air
- (19) Pistolet pneumatique



Exemple de pot sous pression ou marmite

Principe de fonctionnement

La peinture est mélangée puis placée dans le pot. Cet équipement peut être équipé d'un agitateur qui peut s'avérer nécessaire pour certaines peintures afin de maintenir les pigments en suspension (éthyle silicate de zinc par exemple). Le pot est fermé, puis mis sous pression d'air, cette pression pousse la peinture vers le pistolet de pulvérisation. Un autre tuyau d'air comprimé alimente le pistolet au niveau de la buse, c'est cet air qui pulvérise la peinture.

Utilisation, nettoyage et entretien d'un pot sous pression

Les indications données ci-après sont générales et pour information. Cela ne se substitue pas à la notice d'utilisation du fournisseur.

Mise en route

- S'assurer que l'on dispose d'air comprimé en quantité et pression suffisantes
- Vérifier que l'air comprimé est exempt d'huile, d'eau, de poussière
- Le cas échéant, placer un filtre entre la source d'air comprimé et le pot sous pression
- Fermer le robinet d'air du pot, desserrer totalement les détendeurs, vérifier que la pression a chuté à l'intérieur du pot en actionnant le robinet de purge ou la soupape de sécurité
- Enlever le couvercle et le poser en un endroit propre
- Introduire la peinture dans le récipient réservé à cet usage
- Remplacer le couvercle dont on aura vérifié que le joint est propre. Serrer les étriers deux par deux à l'opposé sans les bloquer à fond
- Ouvrir le robinet d'air. Régler les détendeurs

Nettoyage et entretien

- Couper en premier lieu l'alimentation en air du pistolet, ou du réservoir sous pression et veiller à purger la pression résiduelle (ces appareils sont munis pour cela de robinets de purge ou d'une tirette)
- Tirer la gâchette pour purger le produit résiduel dans la tuyauterie, dans le cas de réservoir sous pression, tenir le pistolet au-dessus du réservoir pour permettre le retour produit
- Après vidange, remplacer la peinture dans le réservoir sous pression par du solvant propre. Prendre soin au préalable de nettoyer le tube plongeur
- Ouvrir l'air d'alimentation en laissant fermé l'air de pulvérisation
- Tirer la gâchette jusqu'à apparition du solvant propre

Important :

Comme pour une cocotte-minute, les crans de fermeture ne doivent surtout pas être ouverts avant dépressurisation du pot. Le couvercle possède une sécurité (généralement une petite tirette) pour évacuer cette pression.

Nettoyage du chapeau d'air

- Si le chapeau d'air est souillé par de la peinture sèche, le mettre à tremper dans le solvant. Procéder ensuite au brossage et à l'essuyage du chapeau, éventuellement le souffler à l'air comprimé.
- Si les orifices d'air sont obturés, les déboucher avec une allumette ou un cure-dent à l'exclusion de tout accessoire métallique qui pourrait endommager les orifices et nuire à la qualité du jet.

Disfonctionnements et solutions

DÉFAUTS	CAUSES	SOLUTIONS
Projection trop chargée aux extrémités. 	Impuretés sur le chapeau d'air, les événements, les jets ou l'orifice central sont partiellement bouchés.	Tremper la buse ou le chapeau dans du solvant et les nettoyer. Utiliser une brosse en paille ou un cure-dent.
Projection déformée et chargée vers la droite ou la gauche. 	Impuretés sur la buse ou buse partiellement bouchée. Nota : Pour déterminer si l'obstruction existe sur le chapeau ou sur le buse, faire tourner le chapeau et examiner le jet. Si la forme du jet est inchangée, l'obstruction existe sur la buse. Si la forme du jet est inversée, l'obstruction sur le chapeau.	Ne jamais employer un instrument dur ou un fil métallique qui puissent déformer les événements et dérégler le jet.
Centre de projection trop chargé. 	1. Trop de produit. 2. Produit trop épais.	1. Réduire le débit de produit en vissant vers la droite la vis de réglage, s'il s'agit d'alimentation par succion. Réduire la pression de produit s'il s'agit d'alimentation sous pression. 2. Diluer.
Jet rétréci au centre. 	Insuffisance de produit.	En alimentation par succion, réduire la pression d'air ou augmenter le débit en dévissant la vis de réglage. En alimentation sous pression, augmenter la pression produit.

DÉFAUTS	CAUSES	SOLUTIONS
Jet discontinu ou saccadé. 	1. Manque de peinture. 2. Inclinaison trop accusée du pistolet et récipient. 3. Orifice ou tuyau de peinture bouchés. 4. Tube de produit endommagé dans le godet ou le réservoir, ou tube desserré. 5. Buse desserrée ou portée de buse endommagée. 6. Produit trop visqueux pour l'alimentation par succion. 7. Etope sèche ou usée, presse-étoupe desserré.	1. Remplir le godet ou le réservoir. 2. Ne pas pencher excessivement ou faire tourner le tube de produit. 3. Nettoyer. 4. Resserrer ou le remplacer. 5. Resserrer ou réparer. 6. Employer l'alimentation sous pression. 7. Graisser ou changer. Resserrer.
Jet de pulvérisation incorrect.	1. Pistolet mal réglé. 2. Buse de produit obstruée. 3. Aiguille freinée.	1. Régler le pistolet. Suivre les instructions soigneusement. 2. Nettoyer. 3. Graisser.
Impossibilité d'obtenir le jet rond.	1. Tige de valve ne porte pas sur le siège.	1. Nettoyer ou changer la valve de réglage de jet.
Ne pulvérise pas.	1. Pas de pression d'air au pistolet. 2. La pression sur produit est trop faible avec l'emploi d'un chapeau à mélange interne. 3. Valve de réglage de produit insuffisamment ouverte.	1. Contrôler la ligne d'air. 2. Augmenter la pression sur le godet ou le réservoir. 3. Ouvrir la valve de réglage.
Fuite de produit au presse-étoupe.	1. Presse-étoupe desserré. 2. Etope usée ou desséchée.	1. Serrer, mais juste assez pour ne pas bloquer l'aiguille. 2. Remplacer l'étope ou graisser.
Perte de produit par la buse.	1. Etope desséchée. 2. Presse-étoupe serré. 3. Aiguille freinée. 4. Tête de pulvérisation mal alignée causant une déformation de l'aiguille.	1. Graisser. 2. Régler. 3. Graisser 4. Frapper légèrement le contour de la tête avec un maillet bois et resserrer l'écrou de blocage.

DÉFAUTS	CAUSES	SOLUTIONS
Coulures.	1. Trop de débit produit. 2. Produit trop fluide. 3. Mauvaise tenue du pistolet.	1. Réduire le débit. 2. Rajouter du produit non dilué. 3. Tenir le pistolet perpendiculairement à la surface et le déplacer parallèlement.
Brouillard excessif.	1. Trop de solvant. 2. Pression d'air d'atomisation trop élevée.	1. Remettre à viscosité. 2. Réduire la pression de l'air.
Brouillard excessif sur les bords du jet.	1. Pression d'air d'atomisation élevée. 2. Pistolet trop loin de la surface. 3. Mouvement trop rapide ou arqué.	1. Réduire la pression de l'air. 2. Respecter la distance (voir utilisation du pistolet). 3. Voir utilisation du pistolet.
Finition grossière, tendance au poussérage, pulvérisation sèche.	1. Pistolet trop loin de la surface. 2. Pression d'air d'atomisation trop élevée.	1. Réduire la distance (voir utilisation du pistolet). 2. Réduire la pression d'air.
Finition aspect "peau d'orange", trop de produit, pulvérisation grossière.	1. Pistolet trop près de la surface. 2. Pression d'air d'atomisation trop basse. 3. Solvant incompatible avec la peinture. 4. Produit insuffisamment mélangé. 5. Surface oxydée, huileuse, poussiéreuse.	1. Augmenter la distance (voir utilisation du pistolet). 2. Accroître la pression d'air d'atomisation. 3. Suivre les instructions du fabricant de produit. 4. Mélanger efficacement. 5. Nettoyer ou dégraisser la surface.



6.3.2. La pulvérisation pneumatique basse pression

Elles se distinguent de la technologie conventionnelle par une pression au chapeau basse, inférieure à 1 bar .

On parle aussi de technologie HVLP (High Volume Low Pressure / grand volume d'air à basse pression) ou LVLV (Low Volume Low Pressure / faible volume d'air à basse pression.

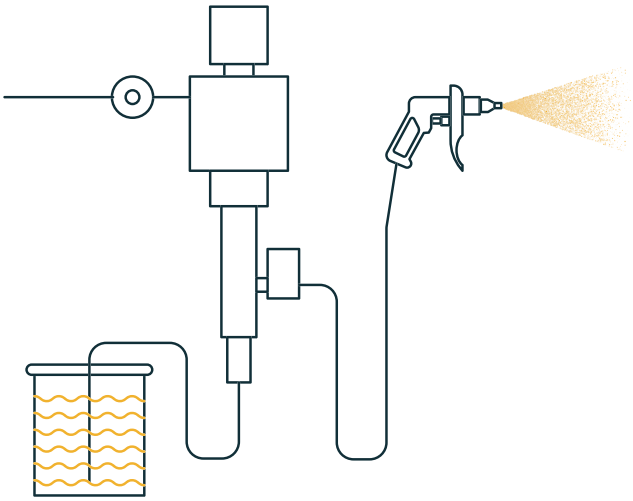
Il existe également des technologies LVMP (Low Volume Medium Pressure / faible volume d'air à moyenne pression).

TECHNOLOGIE	PRESSION D'ENTRÉE	PRESSION DE SORTIE	DÉBIT D'AIR L/MN	TRANSFERT PRODUIT
Conventionnelle	4 à 5 bars	2,5 à 3,5 bars	300 à 350	40 à 50 %
Basse pression (LP)	1,8 à 2 bars	0,7 à 1 bar	400 à 850	65 à 75 %
Moyenne pression (MP)	2 à 2,5 bars	1,7 à 2,2 bars	250 à 300	65 à 75 %

Tableau et valeurs pour information et comparaison uniquement.

Si ces techniques "basse pression" permettent d'améliorer le taux de transfert de la technique dite conventionnelle, elles ne permettent pas de travailler avec des produits épais/visqueux et sont peu ou pas utilisées en peinture anticorrosion.

6.3.3. Pulvérisation sans air (pompe airless) – Haute pression



Pompe "airless" (sans air), son nom vient de son principe de fonctionnement, où contrairement à la pompe pneumatique, la peinture n'est pas en contact avec l'air.

Il existe 2 types de pompe airless, les pompes électriques et les pompes pneumatiques pour ces dernières, l'air comprimé est utilisé uniquement pour entrainer le moteur de la pompe. Ces pompes ont des pressions de fonctionnement élevées qui peuvent dépasser plusieurs centaines de bars.

Tout se passe au niveau de la buse de pulvérisation du pistolet. La peinture est comprimée fortement jusqu'à sa sortie de la buse où elle éclate sous l'effet de la décompression brutale et forme le brouillard de pulvérisation.

Pompe pneumatique / Rapport de pompe

Les pompes pneumatiques, sont caractérisées par leur "rapport de pompe". C'est le facteur de multiplication entre la pression d'entrée de l'air et la pression de sortie de la peinture (rapport entre les surfaces du piston de la pompe et du moteur).

Cette valeur est généralement reprise sur la plaque d'identification de la pompe.

Dans la pratique, une pompe ayant un rapport de 55/1, permet avec une pression d'entrée de 5 bars, d'avoir une pression de sortie de la peinture de : $5 \text{ bars} \times 55 = 275 \text{ bars}$.

Avantages

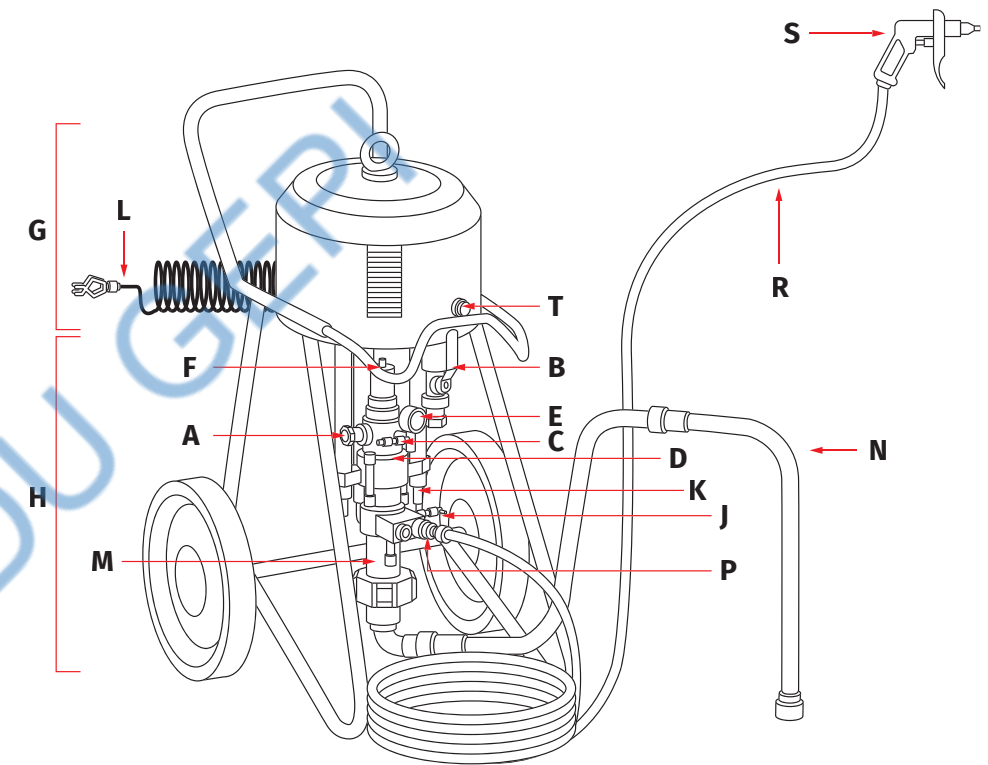
- Productivité élevée /gain de temps
- Permet d'appliquer une peinture à haute viscosité
- Épaisseur supérieure en une seule couche
- Épaisseur uniforme du film
- Taux de transfert plus élevé que par pulvérisation pneumatique

Limites

- Spray sec (overspray)
- Risque lié à l'utilisation de pression élevée
- Perte plus élevée pour les objets de plus petite taille
- Aspect du film moins esthétique (tendu moindre)
- Équipement complexe et coûteux
- Obligation de qualification des opérateurs

Principe de fonctionnement

La peinture est mélangée dans un pot, une canne d'aspiration avec une crépine est positionnée dans la peinture. Celle-ci est aspirée par la pompe et refoulée vers le pistolet.



- | | |
|--|--------------------------------|
| A Entrée d'air | K Filtre de fluide |
| B Vanne d'air principale | L Fil de terre |
| C Vanne de décompression d'air | M Bas de pompe |
| D Filtre à air (non visible) | N Flexible d'aspiration |
| E Manomètre | P Sortie de fluide |
| F Bouton de réglage du régulateur d'air | T Commande de dégivrage |
| G Partie motorisation | R Flexible HP |
| H Partie pulvérisation | S Pistolet |
| J Vanne de vidange/purge de fluide | |

(N) Flexible d'aspiration

Généralement flexible, terminé par une canne d'aspiration en métal (muni ou non d'une crépine). La section doit être suffisante pour pomper la peinture sans perte de charge.

(G) Moteur à air comprimé

C'est un moteur à piston fonctionnant dans les deux sens. L'air comprimé est alternativement introduit au-dessus et en-dessous du piston provoquant la montée et la descente du piston dans le cylindre.

(H) Bas de pompe

Il est composé d'un cylindre et d'un piston relié au moteur. Pendant la phase montante, le clapet du bas est ouvert et permet l'aspiration de la peinture, le clapet du piston est fermé. Le piston réduit le volume et chasse la peinture à l'extérieur. Dans la phase descendante du moteur, le clapet du bas se ferme, le clapet du haut s'ouvre. La peinture au-dessus du piston est chassée à l'extérieur du bas de pompe par la réduction du volume due à l'introduction de la tige du piston dans le bas de pompe.

(F) Bouton de réglage du régulateur d'air

Permet de régler la pression de l'air qui alimente le moteur. Ce réglage associé au rapport de pompe permet d'obtenir la pression désirée au pistolet.

(B) Vanne d'air principale

Permet d'arrêter totalement le fonctionnement de l'appareil.

(K) Filtre de fluide

le filtre qui retient les impuretés avant que la peinture ne circule dans le flexible HP.

(J) Vanne de vidange / purge de fluide

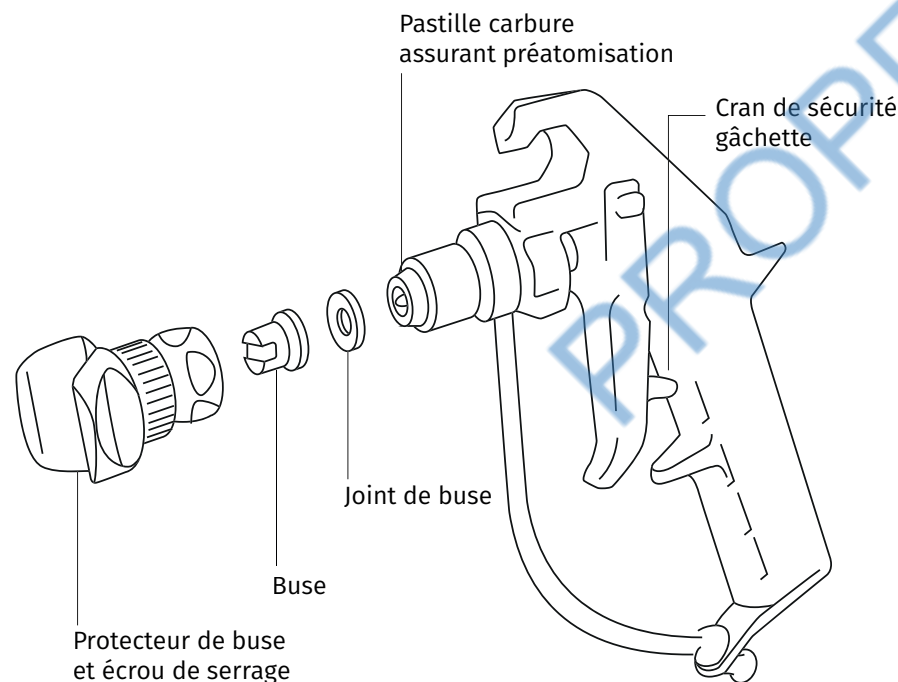
le robinet de purge sert à vidanger le collecteur et décompresser le réseau HP

(R) Flexible HP

C'est une tuyauterie résistante à de hautes pressions jusqu'à 1 200 kg/cm² à la rupture. Elle est légère, flexible, résistante aux solvants, l'intérieur est lisse en nylon ou Téflon "PTFE", l'armature est textile ou métallique. Aux extrémités sont sertis ou vissés les raccords.

(S) Pistolet

Exemple de pistolet haute pression (airless)



La buse : La buse détermine l'angle et le débit de pulvérisation, elle est définie par le diamètre et l'angle de son orifice de pulvérisation. On choisira un diamètre plus ou moins grand en fonction du débit de produit désiré. Un angle plus ou moins grand, en fonction de la largeur du jet désiré et donc de la taille de la pièce à peindre.



(1) Le premier chiffre se rapporte à la largeur de jet. Il correspond à l'angle de pulvérisation. Un chiffre de "5" correspond à un angle de pulvérisation de 50°. Pour obtenir la largeur de jet quand le pistolet est maintenu à 30 cm de la surface, vous devez multiplier ce chiffre par "5", soit 25 cm pour cette buse.

(2) Les deux derniers chiffres de la buse indiquent la taille de l'orifice de pulvérisation, en millièmes de pouce. Plus ce nombre est élevé, plus le débit de pulvérisation sera important. Par exemple, une buse "517" offre un débit supérieur à celui d'une buse "515".

Remarque : Comme le rapport de pompe et la pression, le diamètre de la buse est indiqué dans la fiche technique de la peinture.

Mise en route, nettoyage et entretien d'un airless pneumatique

Les indications données ci-après sont générales et pour information. Cela ne se substitue pas à la notice d'utilisation du fournisseur.

Mise en route

- Vérifier la mise à la terre de l'équipement
- Purger et décompresser le réseau HP par la vanne de purge
- Vérifier que le filtre dans le collecteur est propre et en bonne place, refermer le collecteur et la vanne de purge
- Brancher le tuyau d'air, vanne fermée
- Desserrer complètement la vis de réglage du détendeur
- Vérifier que les raccords des tuyaux HP depuis le collecteur jusqu'au pistolet sont bien serrés
- Placer la canne d'aspiration dans le récipient contenant le produit
- Remplir le système de lubrification de la tige du piston bas de pompe avec un lubrifiant adapté
- Ouvrir la vanne d'air
- Ouvrir la vanne du tuyau HP
- Placer le pistolet au-dessus du récipient en position "ouvert"
- Serrer progressivement la vis du détendeur, la pompe se met en mouvement, le liquide est pompé, le faire circuler un moment

- Lâcher la gâchette du pistolet
- Mettre le système de sécurité en position
- Placer la buse
- Régler le détenteur à la pression prévue
- Enlever le système de sécurité et faire quelques essais de pulvérisation

Nettoyage et entretien

- Fermer la vanne d'air
- Desserrer la vis du détenteur
- Purger le réseau HP
- Démonter le filtre, le nettoyer
- Placer du solvant propre dans le récipient
- Pomper et faire circuler le solvant à faible pression
- Lorsque le liquide est propre au pistolet, fermer la vanne d'air, le pistolet doit être brossé à l'aide d'un pinceau et huilé
- Le flexible doit être nettoyé au chiffon imbibé de solvant

Précaution d'emploi

La pression d'utilisation d'un airless est importante :

- Il faut se protéger du jet : ne jamais pointer le pistolet sur vous-même ou quelqu'un d'autre. Le protecteur de buse constitue une protection supplémentaire contre les blessures par injection. Ne jamais exposer la main, les doigts ou le corps directement à la buse
- Lorsque vous êtes obligé de manipuler la buse pour la déboucher par exemple, il faut impérativement mettre le système de blocage de la gâchette en position sécurisée
- Si, vous vous injectez de la peinture sous la peau, faites appel immédiatement aux secours en leur communiquant les FDS du produit et diluant utilisés
- Éviter les nœuds et croquages du tuyau HP



6.3.4. Pompe airless multi-composants

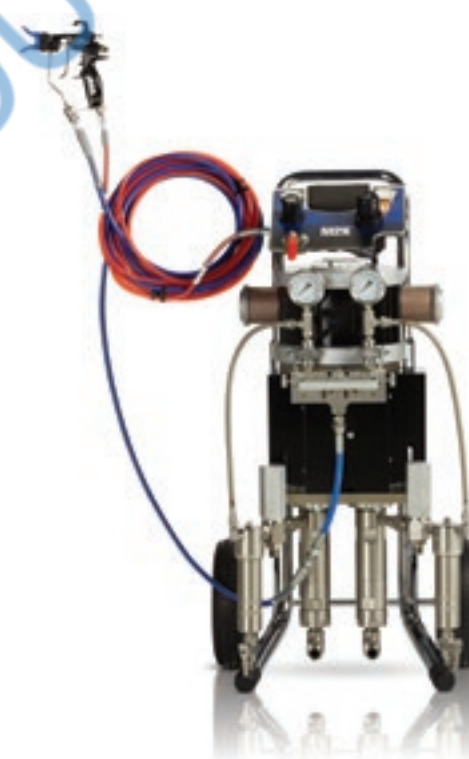
Pompe de pulvérisation airless à plusieurs composants

L'application par pulvérisation sans air de peintures à deux composants peut poser quelques défis :

- Une fois les deux composants mélangés, la réaction de durcissement commence immédiatement. Pour certaines peintures, le mélange peut être utilisé pendant quelques heures (pot life/durée de vie en pot), mais pour d'autres peintures, il ne faudra peut-être que 30 minutes (ou moins par temps chaud) avant que le mélange ne durcisse.
- Il faut donc vider l'équipement de pulvérisation et rincer/nettoyer son intérieur avant que le mélange ne durcisse et ne bloque la pompe (consommation de diluant de nettoyage).
- Toute peinture qui a été mélangée mais non appliquée pendant sa durée de vie en pot sera perdue.

L'équipement de pulvérisation sans air à plusieurs composants est un appareil avec deux systèmes de pompage séparés pour alimenter la base et le durcisseur. Les composants peuvent être mélangés lorsqu'ils quittent leurs pompes respectives ou transportés dans des tuyaux de pulvérisation séparés et uniquement mélangés juste avant qu'ils n'atteignent le pistolet de pulvérisation (mélangeur en ligne).

Chaque peinture possédant des ratios de mélange différents (rapport base/durcisseur), il existe deux types de pompes, les premières avec un rapport de mélange fixe utilisables pour un seul ratio de mélange et les secondes avec un rapport de mélange variable, paramétrables et adaptables à chaque peinture.



Ce type de pompe est particulièrement adapté pour :

- Peinture ne nécessitant pas de temps de mûrissement avant application
- Peinture à durée de vie en pot courte
- Atelier appliquant de grande quantité d'un même produit.
- Peinture appliquée en forte épaisseur (forte consommation)

Ces pompes peuvent être équipées d'un système de chauffage afin de réduire la viscosité des produits.

6.3.5. La pulvérisation mixte (Airmix®)

La pulvérisation "mixte" est issue du mélange des technologies pneumatique et haute pression. La pompe est reprise de la technologie haute pression et le pistolet/pulvérisation de la technologie basse pression.

La pression d'alimentation est abaissée (rapport de pompe limité) afin de réduire le risque lié à l'application "haute pression" et l'utilisation d'un chapeau d'air permet d'apporter plus de réglages sur le jet de peinture.

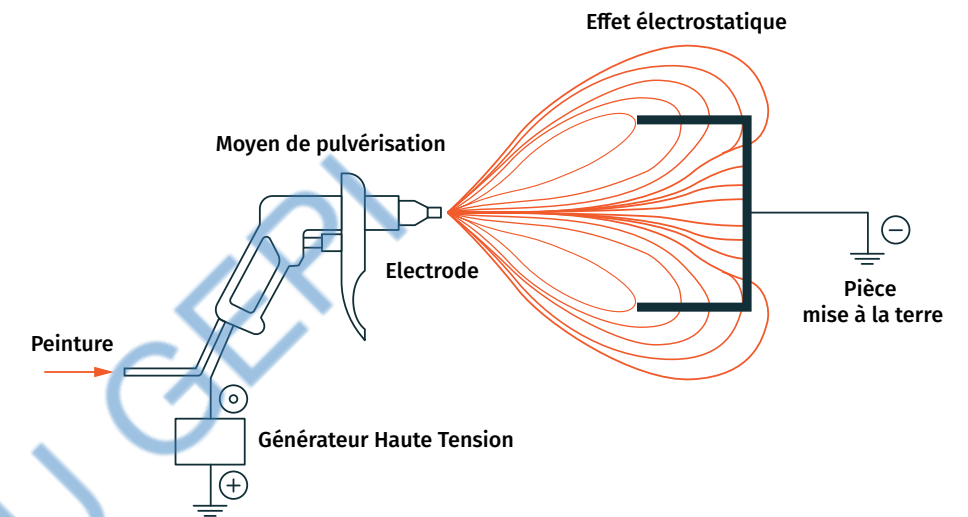
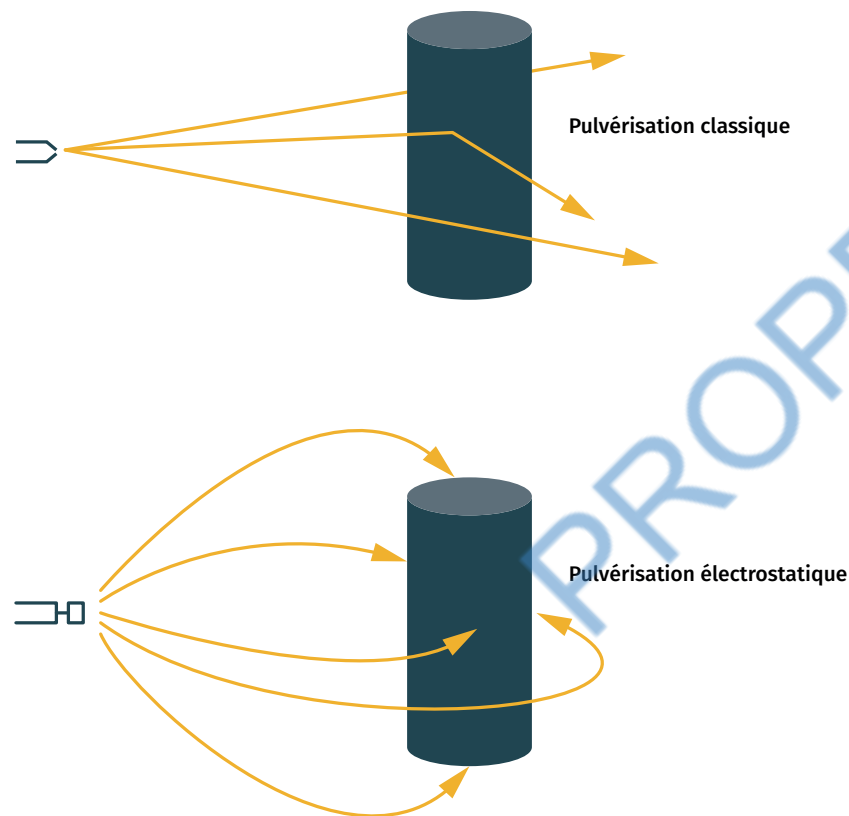
La pression d'utilisation de cette technologie limite son emploi à des peintures de faible viscosité (fluide), c'est un procédé peu utilisé en peinture anticorrosion.

6.3.6. Pulvérisation électrostatique

La pulvérisation électrostatique consiste en la pulvérisation de peinture chargée électriquement "positive" sur un support relié à la masse (électriquement "négatif")

Les particules "positives" sont attirées par le support "négatif", comme les deux pôles d'un aimant.

Comparaison entre pulvérisation électrostatique et pulvérisation classique (pneumatique ou sans air)



Le moyen de pulvérisation peut être pneumatique, airless, mixte ou basse pression.

C'est le générateur haute tension qui va donner à la peinture liquide ou poudre sa charge électrique.

Cas des revêtements poudres

Il s'agit de l'application d'une peinture sous forme de poudre sèche. Cette poudre contient de la résine, un durcisseur, des pigments et des additifs, sous forme solide, aucun solvant n'est utilisé dans la production ou dans l'application.

La poudre est soufflée et collera électro statiquement à l'objet, qui sera ensuite placé à cuire dans un four, pour finaliser la formation et le durcissement du film.





7. QUALITÉ

7.1. Manuel d'assurance qualité	99
7.2. Plan Assurance Qualité	99
7.3. Exemple de fiche de suivi de travaux peinture	102
7.4. ACQPA	103

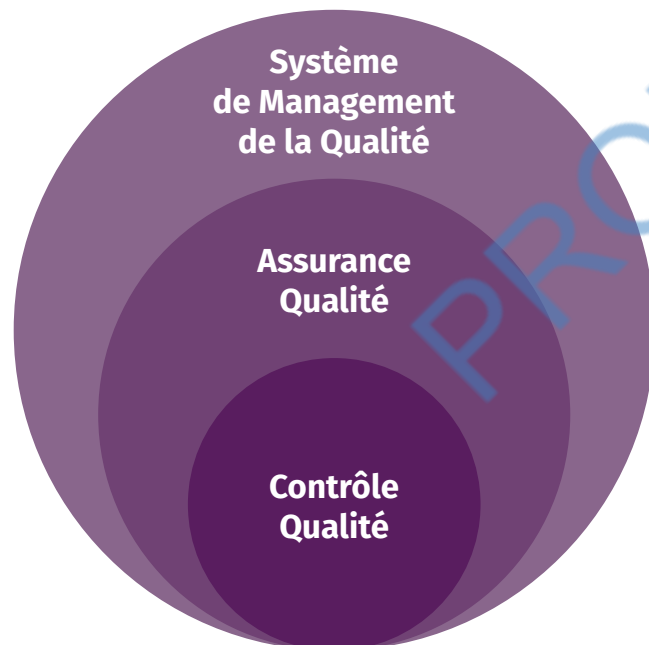
7. QUALITÉ



L'obtention de la qualité a deux objectifs principaux :

- Fournir au client un produit ou un service conforme à ses besoins et attentes (conforme au cahier des charges)
- La maîtrise et l'amélioration du fonctionnement de l'entreprise. Les bénéficiaires en sont le personnel, la direction sans oublier les clients

Le **Système de Management de la Qualité, SMQ**, est l'ensemble des actions mises en place par une entreprise qui souhaite avoir une démarche qualité ou d'amélioration continue dans le but d'augmenter la qualité de sa production et son organisation.



Assurance Qualité

L'**Assurance Qualité, AQ**, comprend les activités administratives et procédurales mises en œuvre dans un système qualité afin que les exigences et les objectifs d'un produit, d'un service ou d'une activité soient satisfaits.

Contrôle Qualité

Le **Contrôle Qualité, CQ**, est un processus par lequel les entités examinent la qualité de tous les facteurs impliqués dans la production. La norme ISO 9000 définit le contrôle de la qualité comme "une partie de la gestion de la qualité axée sur le respect des exigences de qualité".

7.1. Manuel d'Assurance Qualité (MAQ)

Document de l'entreprise qui décrit l'organisation de la qualité mise en œuvre en interne. Le MAQ présente les principales dispositions du système qualité et les processus de l'entreprise.

Il permet aux clients, auditeurs et personnel de comprendre l'organisation mise en place au sein de l'entreprise.

7.2. Plan Assurance Qualité (PAQ)

Spécifique à un contrat, le PAQ définit les dispositions mises en œuvre par l'entreprise, pour atteindre les exigences du client.

On peut y retrouver :

- Un rappel du SMQ - Système de Management de la Qualité mis en place dans l'entreprise
- Les dispositions spécifiques d'organisation du chantier
- Les dispositions et documents d'exécution
- Les disposition et documents de suivi d'exécution

C'est le document principal d'organisation qui centralise l'ensemble des informations utiles pour la gestion de la qualité sur le chantier. Il est consultable et doit être validé par le client si cela est demandé.

7.2.1. Dispositions spécifiques d'organisation du chantier

- Identification des parties concernées : maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprise titulaire, sous-traitants et fournisseurs principaux
- Organigramme et encadrement responsable de l'opération, avec indication de sa qualification et de ses références professionnelles
- Habilitations, qualifications et certifications requises pour les intervenants

7.2.2. Dispositions et documents d'exécutions

Les dispositions et documents d'exécution incluent les procédures, modes opératoires, instructions, ... Ils comprennent pour l'essentiel :

- Les listes des moyens utilisés en termes de produits, de personnel et de matériel
- La description des méthodes, des modalités, des modes opératoires de mise en œuvre des travaux

7.2.3. Dispositions et documents de suivi d'exécution

Le plan d'inspection doit définir pour chaque étape de la production et de façon chronologique :

- le nombre et type de contrôles
- le résultat attendu
- leur répartition entre les intervenants
- le niveau validation nécessaire à chaque étape.

Nombre et type de contrôle (exemple) :

- Conditions de stockage des produits
- Contrôle des conditions climatiques
- Réception de la préparation de surface, dont :
 - ▶ rugosité
 - ▶ degré de soin
 - ▶ empoussièrement
 - ▶ propreté
- Préparation des produits
- Mode d'application
- Réception de chaque couche :
 - ▶ épaisseur sèche
 - ▶ contrôle visuel
 - ▶ Test de porosité
- ...

Le client, dans son cahier des charges (spécification), définit le résultat à atteindre pour chaque contrôle. Pour la majorité des contrôles il existe des normes définissant la procédure de test à suivre.

Les résultats de ces contrôles sont reportés dans les documents de suivi de travaux.

Répartition des contrôles

On distingue le contrôle intérieur du contrôle extérieur.

Le **contrôle intérieur** est composé de :

- **L'auto-contrôle** (applicateur) et le contrôle interne réalisés par les équipes en charges de la production
- Le **contrôle externe** réalisé par du personnel de l'entreprise mais non impliqué dans la production

Le **contrôle extérieur** est réalisé par le client ou son représentant.

Niveau de validation

Dans le cas des marchés publics, le cahier des charges Fascicule 56 définit les niveaux de validation des contrôles sous différentes formes dont les points d'arrêt et les points critiques (cette distinction est également reprise dans le cadre de marché privé).

Les contrôles relevant :

- D'un **point d'arrêt** doivent être réalisés en présence du client ou de son représentant, donner lieu à la production par l'entreprise de documents prouvant la réalisation de ces contrôles et leur signature par le client ou son représentant.
- D'un **point critique**, l'entreprise doit prévenir le client ou son représentant avec un délais suffisant pour lui permettre d'y assister s'il le souhaite. Les documents prouvant la réalisation de ces contrôles seront mis à sa disposition.

Non-conformité : écart de nature technique, organisationnelle ou documentaire, par rapport aux exigences spécifiées, constaté dans l'accomplissement ou le résultat d'un procédé. Toute non-conformité doit être identifiée, analysée et corrigée (remise en conformité ou dérogation accordée par le client).



7.3. Exemple de fiche de suivi de travaux peinture

La fiche de suivi de travaux doit être le reflet du plan d'inspection. Il en existe dans différents formats : l'exemple suivant proposé doit être adapté à chaque chantier.

EXEMPLE DE FICHE DE SUIVI DE TRAVAIL DE PEINTURE ANTICORROSION									
NOM DE L'ENTREPRISE / APPLICATION DE PEINTURE :			TYPE DE TRAVAIL : ☐ Surface / Workshop ☐ Outlines / Site						
NOM DU CLIENT (GÉNÉRAL) / SITE / QUARTIER / MAISON :			NOM DU CONTACT / CONTACT NO / SERVICE :						
DESCRIPTION DES TRAVAUX / WORKS TO BE DONE :									
PRÉPARATION DE SURFACE / SURFACE PREPARATION									
Matériaux / Material			Méthode de test / Method of test						
☐ Décapage / sand blasting / Abrasive blasting ☐ Décapage / sand blasting / sand ☐ Jet / Water jetting / water jet / M1 / M2 / M3 ☐ Jet / Water jetting / water jet / M1 / M2 / M3 ☐ Jet / Water jetting / water jet / M1 / M2 / M3 ☐ Jet / Water jetting / water jet / M1 / M2 / M3			☐ Sa 1 ☐ Sa 2 ☐ Sa 3 ☐ Sa 4 ☐ Sa 5 ☐ Sa 6 ☐ Sa 7 ☐ Sa 8 ☐ Sa 9 ☐ Sa 10 ☐ Sa 11 ☐ Sa 12 ☐ Sa 13 ☐ Sa 14 ☐ Sa 15						
Type de surface / Surface type			Résultat / Result						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative			☐ Corrosion / Corrosion ☐ Non-corrosion / Negative						
Date			Date						
Méthode / Method			Méthode / Method						
☐ Corrosion / Corrosion ☐									

Les documents de suivi de chantier permettent à tout moment de connaître :

- Le stade d'avancement des travaux
- La bonne exécution des contrôles prévus selon les méthodes définies et mises en œuvre (normes d'essai applicables)
- Les dates de réalisation des contrôles et les intervenants en contrôle
- Les surfaces contrôlées (localisation des contrôles)
- La conformité de ces contrôles
- La référence de l'appareillage de contrôle utilisé

Ces enregistrements sont à produire à l'avancement du chantier. Ils attestent de la bonne réalisation et validation des différentes étapes. Ils sont à conserver par l'entreprise en charge des travaux à minima pendant toute la durée de garantie du revêtement. En fin de travaux, leur recueil peut faire l'objet de la transmission d'un dossier final au client selon ses exigences.

7.4. ACQPA

Depuis sa création en juin 1994, l'ACQPA (Association pour la Certification et la Qualification en Peinture Anticorrosion) est au service de la qualité des travaux de protection anticorrosion par peinture en tant qu'organisme de certification par tierce partie. Trois domaines d'activité sont couverts par la certification ACQPA :



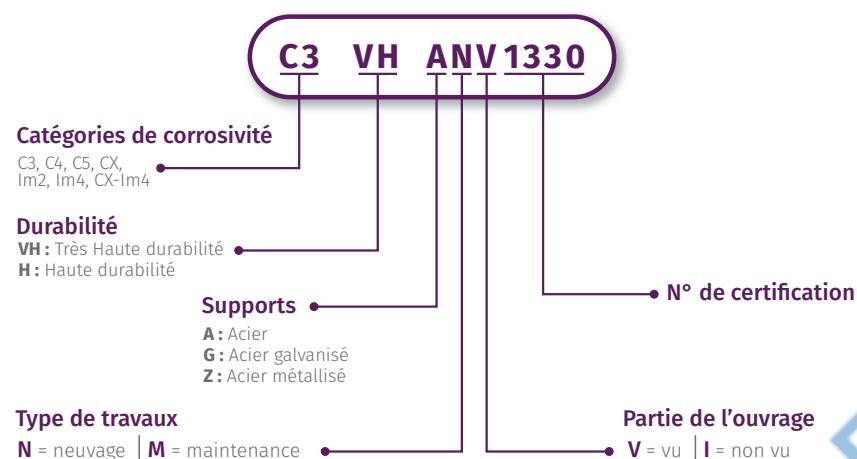
7.4.1. Certification des systèmes de peinture

La certification couvre l'évaluation de la performance des systèmes peinture pour la protection contre la corrosion des structures métalliques pour les ouvrages de génie civil et de bâtiment, les constructions industrielles et les autres équipements divers.

Les subjectiles métalliques visés sont l'acier carbone, métallisé et galvanisé, la fonte et le fer, le champ de certification de l'ACQPA couvre aussi les systèmes de peinture destinés à la protection de surface des bétons de génie civil.

La certification repose sur la conformité des résultats d'essais de qualification réalisés en laboratoires indépendants, sur des opérations de surveillance périodiques du maintien de la qualité au travers des audits en usine, et sur des contrôles réguliers des produits. Les systèmes de peinture certifiés sont consultables sur le site internet de l'ACQPA, avec des critères de recherche par catégorie de corrosivité, subjectile, type de travaux et visibilité de la zone.

Chaque système certifié possède un code d'identification ainsi qu'une fiche descriptive. Le code d'identification donne différentes informations sur la destination du système :



7.4.2. Certification opérateurs

La certification atteste le degré de maîtrise des capacités professionnelles requises, en conformité avec les normes NF T30-609-1 et NF T30-609-2.

Trois niveaux de qualification sont définis pour le personnel en charge des travaux de mise en peinture :

Niveau 1 : applicateur exécutant - Personnel en charge des opérations de préparation de surface et d'application des peintures ou de la couche de métallisation.

Niveau 2 : chef de chantier ou chef d'équipe - Personnel en charge de l'exécution des travaux conformément aux prescriptions techniques.

Niveau 3 : conducteur de travaux - Personnel en charge de l'organisation et de la gestion des chantiers. Le conducteur de travaux est responsable du respect :

- de la conformité des travaux au cahier des charges
- des exigences qualité du projet
- des règles d'hygiène, sécurité et environnement
- des directives techniques
- du planning des travaux

Le tableau suivant précise la répartition des rôles et des opérations à effectuer dans le cadre du contrôle intérieur d'un projet selon le niveau de qualification de l'opérateur.

Principe de répartition des tâches pour les opérations de contrôle intérieur d'un projet.

Niveau opérateur	N1	N2	N3
Effectuer les autocontrôles	✓	(✓)	
Être responsable du contrôle interne		✓	
Être en charge du contrôle externe (essais de convenance, gestion des points d'arrêt, traitement des non conformités...)			✓

Pour les niveaux 1 et 2, la qualification comprend différentes options à sélectionner pour couvrir les opérations techniques à exécuter :

- **Option a** : préparation de surface
- **Option b ou e** : application au pistolet ou à la brosse et au rouleau
- **Option c** : métallisation
- **Option d** : revêtements spéciaux (silicate d'éthyle zinc)
- **Option f** : décapage à l'eau sous ultra haute pression (UHP)
- **Option g** : application sur support béton

7.4.3. Certifications des inspecteurs

La certification concerne le domaine des traitements de surface et de la mise en peinture pour la protection anticorrosion des structures. Son référentiel est basé sur celui d'un organisme norvégien, le FROSIO. Selon le niveau attribué, les compétences certifiées permettent aux inspecteurs d'assurer les missions de suivi et de contrôle de conformité des travaux, voire de diagnostic et de conseil, pour lesquelles cette reconnaissance est exigée.



8. HYGIÈNE ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL

8.1. Fondamentaux de la sécurité	108
8.2. Équipements de protection	113
8.3. Risques chimiques	115
8.4. Autres risques liés aux activités de peinture anticorrosion	120
8.5. Notions d'hygiène	125

8. HYGIÈNE ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL



Les activités de peinture industrielle présentent des risques (liés aux procédés, énergies et produits utilisés, aux travaux en hauteur, en espace confiné, ...) et sont réalisées dans des environnements présentant également d'autres risques (sites pétrochimiques, sites industriels, projets de construction...).

Notre devoir est donc de maîtriser l'ensemble de ces risques afin de préserver la sécurité et la santé de chaque intervenant. Certains risques mal maîtrisés peuvent générer des accidents et donc des dommages.

8.1. FONDAMENTAUX DE LA SÉCURITÉ

8.1.1. Définitions importantes

Danger

C'est la capacité d'un produit, d'un mode opératoire, d'un équipement de travail, d'une ambiance à causer un dommage pour la santé, pour l'intégrité physique d'un travailleur.

Exemple de danger : hauteur, bruit, propriété toxique d'un agent chimique, pression ...

Risque

Le risque est l'éventualité d'une rencontre entre le travailleur et un danger auquel il est exposé.

Exemple de risque :

- Risque de surdité
- Risque chimique
- Risque de coupure
- Risque de chute et de chute en hauteur

LES CHUTES, DES ACCIDENTS PAS SI ANODINS !



Accident

Événement qui occasionne des dommages (humain ou matériel).

Anomalie / presque accident (incident)

Anomalie : situation à risque ou dangereuse.

Presque accident : événement qui n'occasionne aucun ou peu de dommage (humain ou matériel) mais qui dans une situation légèrement différente aurait pu occasionner des dommages importants.

Accident du travail

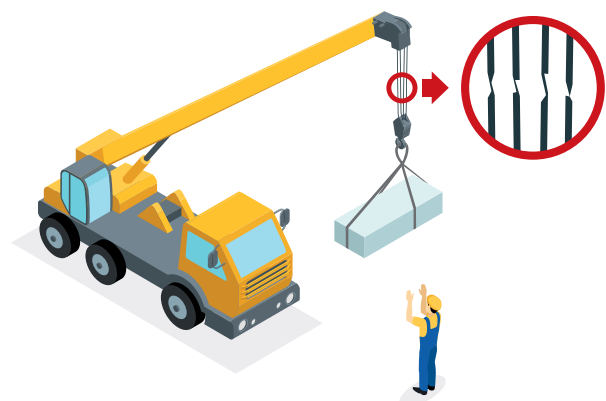
Événement soudain, qui quelle qu'en soit la raison, a causé un dommage corporel (physique) ou psychologique, et qui est arrivé pendant l'activité professionnelle. Pour être reconnu comme accident du travail, deux conditions doivent donc être remplies :

- Être victime d'un fait accidentel, soudain et imprévu (daté précisément) dans le cadre du travail
- L'accident a causé un dommage physique et/ou psychologique

Domage

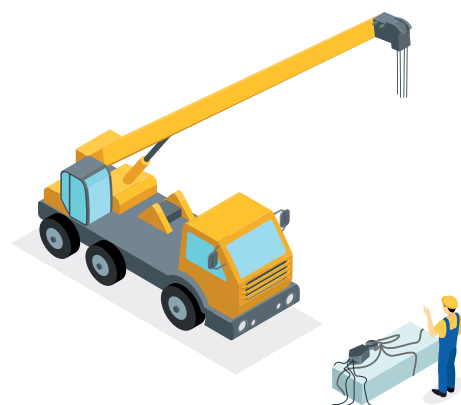
Perte, dégât causé à quelque chose (bien matériel, milieu naturel) ou préjudice (physique ou morale) causé à quelqu'un.

Exemple de dommage : fracture, perte d'audition / surdité, allergie / intoxication, contusion.



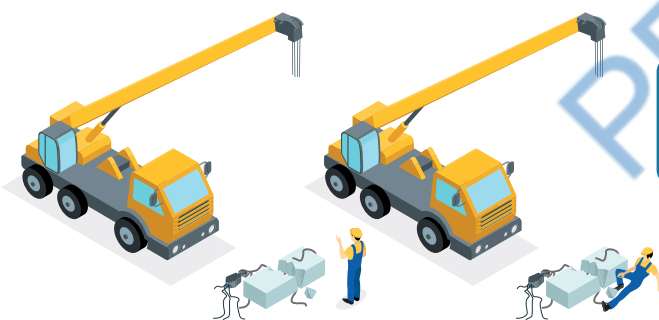
ANOMALIE :

Câble endommagé entraînant un risque pour l'opérateur



PRESQU'ACCIDENT :

Rupture du câble : au moment de la pose du colis sans dommage matériel ou humain



ACCIDENT :

Dommage matériel et/ou humain



Devoirs

L'article L. 4122-1 du Code du Travail précise : "Il incombe à chaque travailleur de prendre soin, en fonction de sa formation et de ses possibilités, de sa sécurité et de sa santé ainsi que de celles des autres personnes concernées du fait de ses actes ou de ses omissions au travail.

Droit de retrait / devoir d'information

Un salarié estimant que sa situation de travail présente un danger grave et imminent (c'est-à-dire que le danger en question est une menace pour sa vie ou sa santé, et que le risque encouru est susceptible de se matérialiser dans un délai proche), peut quitter son poste et doit signaler la situation à sa hiérarchie.

Il est aussi du devoir de chacun, lorsqu'une situation présentant un danger grave et imminent est observée, d'alerter les personnes exposées et de les extraire de cette situation.

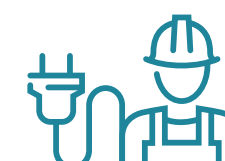
Co-activité

La gestion de la co-activité sur chantier est primordiale. L'objectif est de prévenir les risques liés aux interférences entre les activités, les installations et les matériels des différentes entreprises présentes sur le même lieu de travail.

Une analyse des risques particulière, spécifique aux situations de co-activités doit être réalisée en complément de l'évaluation des risques de l'entreprise (pour ses risques propres).



ENTREPRISE 1 :
Peintres industriels



ENTREPRISE 2 :
Exemple : Électriciens

CO-ACTIVITÉ

Risques propres
à entreprise 1



Risques liés
aux interférences

Risques propres
à entreprise 2

8.1.2. Principes généraux de prévention

Pour mettre en place une démarche de prévention, l'entreprise doit s'appuyer sur les neuf grands principes généraux (Art. L.4121-2 du Code du Travail) qui régissent l'organisation de la prévention et privilégier leur application dans cet ordre :

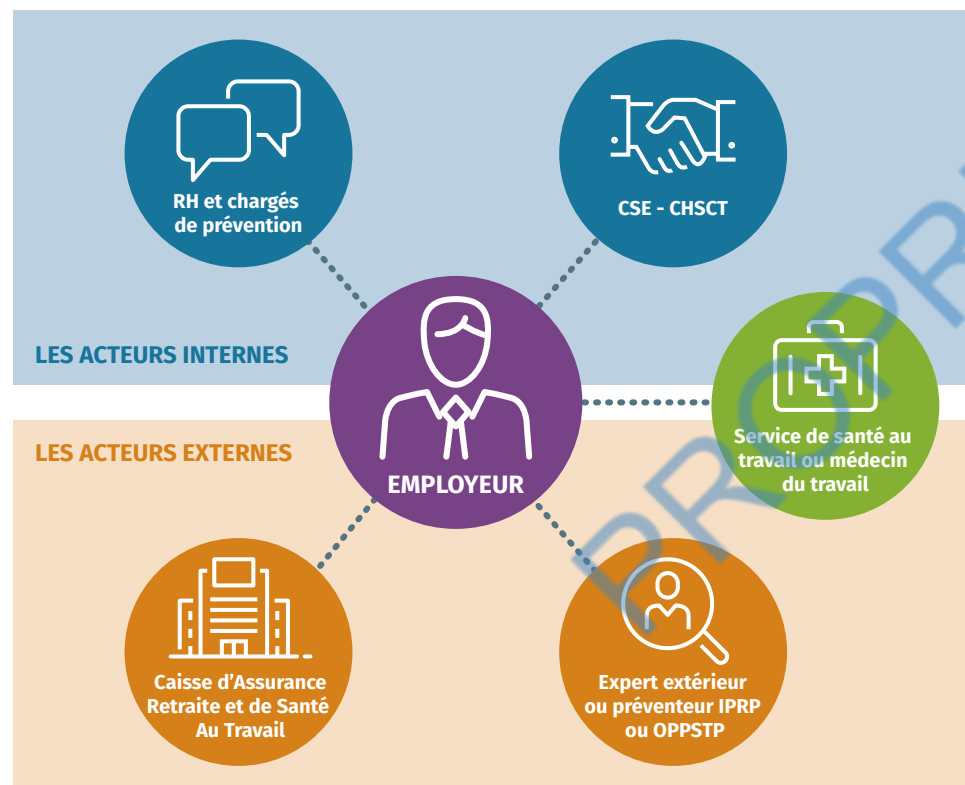
1. Éviter les risques
2. Évaluer les risques
3. Combattre les risques à la source
4. Adapter le travail à l'Homme
5. Tenir compte de l'évolution de la technique
6. Remplacer ce qui est dangereux par ce qui l'est moins
7. Planifier la prévention
8. Donner la priorité aux mesures de protection collective
9. Donner les instructions appropriées aux salariés



INRS - 9
principes
généraux de
prévention

8.1.3. Acteurs de la prévention

Bien évidemment, nous sommes tous acteurs de la prévention, mais certaines fonctions (ou organismes), externes et internes, ont un rôle tout particulier en matière de prévention.



8.2. Equipements de protection

Les équipements de protections se décomposent en EPI et en EPC. Les **E**quipements de **P**rotection **C**ollective (**EPC**) sont à identifier et mettre en place avant les **E**quipements de **P**rotection **I**ndividuelle (**EPI**).

8.2.1. EPC

Un EPC est un dispositif capable d'assurer valablement la protection des salariés contre un ou plusieurs risques professionnels. Ce type d'équipement est mis en place au niveau des postes de travail. Il est dit de protection collective s'il assure indistinctement la sécurité du salarié affecté au poste et celle des autres personnes présentes à proximité.

Exemples :

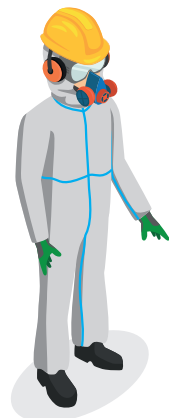
- Garde-corps (risque de chute de hauteur)
- Protection des passages (risque de chute d'objet)
- Ventilation ou captage à la source (risque chimique)
- Confinement, bâchage (risques liés aux poussières / risque de projection)
- Isolation des machines (bruit)
- Revêtement antidérapant (risque de chute de plain-pied sur sol glissant)

8.2.2. EPI

Les EPI sont des dispositifs destinés à être portés par une personne en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles de menacer sa santé ou sa sécurité.

Souvent, un EPI vient en complément d'autres mesures de prévention et permet seulement de réduire le risque. C'est la dernière barrière technique.



ÉQUIPEMENTS	LISTE DÉTAILLÉE
	EPI "standard" ■ Casque ■ Lunette ■ Protection auditive ■ Vêtements de travail ■ Gants de manutention ■ Chaussures de sécurité
	EPI Applicateurs ■ Casque ■ Lunette ■ Protection auditive ■ Protection des voies respiratoires ■ Vêtements de travail et surcombinaison jetable ■ Gants adaptés ■ Chaussures de sécurité
	EPI Décapage à l'abrasif ■ Cagoule ventilée ■ Lunette ■ Protection auditive ■ Masque poussière ■ Combinaison renforcée ■ Gants renforcés ■ Chaussures de sécurité

Les listes d'équipement présentées dans le tableau ci-dessus sont données à titre indicatif. En fonction des travaux à réaliser et de l'analyse des risques, des EPI spécifiques et supplémentaires peuvent être demandés.

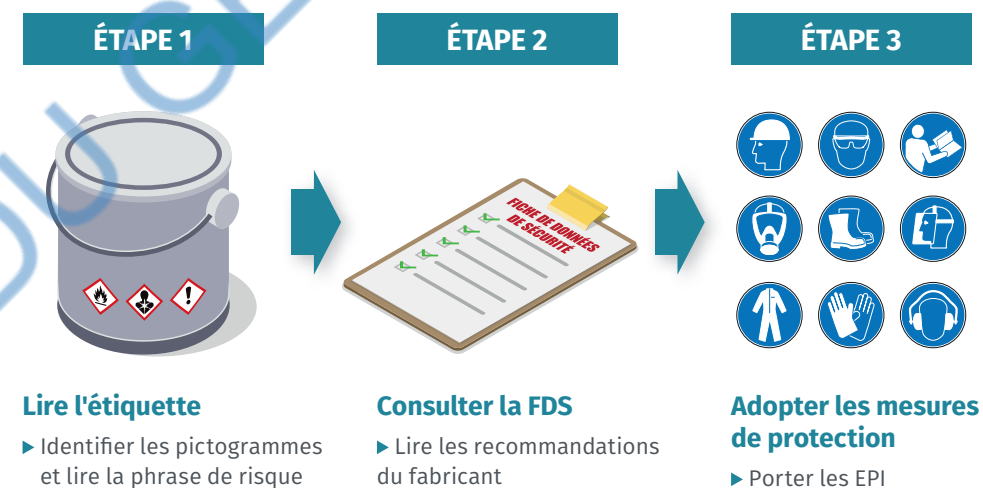
Note : Dessins pour illustration uniquement

8.3. Risques chimiques

8.3.1. Peintures et diluants

Les produits de peinture, résines, diluants, dégraissants, décapants chimiques sont autant de produits chimiques. Les risques associés à ces produits sont courants car le peintre y est exposé quotidiennement.

Ne sont décrits dans ce chapitre uniquement les risques liés à l'application des produits de peinture, même si les autres risques chimiques (risques liés aux installations du client et autres procédés) sont également à prendre en compte en termes de prévention.



ETAPE 1 : Etiquette

Les pictogrammes permettent d'identifier les types de danger liés à l'utilisation d'un produit chimique.

ETAPE 2 : Fiche de Données de Sécurité

La **Fiche de Données de Sécurité (FDS)** est un document établi sous la responsabilité du fabricant (ou importateur), conformément à la réglementation européenne en vigueur, rédigé en 16 rubriques obligatoires, fournissant entre autres les informations utiles suivantes :

- Identification du produit
- Identification des substances et de leurs dangers
- Informations sur les réactions à adopter en cas d'accident ou incendie
- Informations liées à la protection de l'environnement (déversement, traitement des déchets)
- Conditions utilisation/manipulation (notamment EPI à mettre en œuvre), stockage et transport
- VLEP à respecter (Valeur Limite Exposition Professionnelle)
- Données physico-chimiques et toxicologiques

Notion de VLEP

La **VLEP** est la **V**aleur **L**imite d'**E**xposition **P**rofessionnelle d'une substance (poussière ou digestive), c'est-à-dire la concentration maximale de substances dangereuses dans l'atmosphère de travail à laquelle un salarié peut être exposé (au-delà, il y a un risque pour sa santé) sur une période donnée.

La VLEP est propre à chaque substance dangereuse et s'exprime généralement en ppm (parties par million) ou mg/m³.



ETAPE 3 : Mesures de Protection

La FDS permet de choisir des moyens de protection adaptés.

Les voies de pénétration des agents chimiques dans le corps humain peuvent être :

- Par respiration/inhalation (par les poumons)
- Par ingestion (voie orale par le tube digestif)
- Par contact avec la peau



VOIE RESPIRATOIRE
(vapeurs, poussières, fumées...)

VOIE DIGESTIVE
(projections, contacts avec des mains souillées...)

VOIE CUTANÉE
(projections, contacts directs...)



Par contact

Le contact des produits de peinture avec la peau ou les yeux présente de nombreux risques (lésions cutanées, lésions oculaires, cancers...) en fonction des dangers des substances présentes dans le produit.

Les protections à mettre en place en fonction des risques sont :

- Protections cutanées :
 - ▶ Vêtements de protection couvrants
 - ▶ Sur-combinaison jetable
 - ▶ Gants de protection
 - ▶ Crème barrière protectrice
- Protections oculaires :
 - ▶ Masque complet (avec film repositionnable)
 - ▶ Lunettes étanches
 - ▶ Ecran facial
 - ▶ Lunettes de sécurité

Par les voies respiratoires

L'opérateur peut être exposé à deux types de substances :

- **Les poussières** (particules solides et aérosols)
- **Les gaz** (liés à l'évaporation des peintures et solvants)



La protection doit se faire d'abord par la mise en place d'EPC (aspiration des substances ou dispositif de ventilation adapté), puis d'EPI (protection respiratoire individuelle).

Exemple de protection respiratoire individuelle :

- Appareils isolants à adduction d'air respirable
- Appareils à ventilation assistée
- Masques complets
- Demi-masques filtrants
- Pièces filtrantes jetables

Ce type d'équipement est à adapter en fonction des risques et des conditions de travail.

Un point important (en dehors des appareils dits isolants) est le type de filtre à utiliser avec l'appareil. En peinture industrielle, on dispose de deux filtres différents :

- Filtre "**P**" pour les poussières et aérosols
- Filtre "**A**" pour les solvants organiques

Le filtre le plus utilisé dans le métier est le filtre "**A2P3**", particulièrement adapté pour l'application au pistolet. Le chiffre après la lettre correspond à la capacité de filtration pour le filtre "**P**" et à la capacité de stockage des solvants dans le charbon actif pour le filtre "**A**" (1 pour la moindre capacité à 3 pour la plus importante).

Par ingestion

Le mode d'exposition par ingestion provient de l'ingestion par déglutition de substances préalablement inhalées (en avalant sa salive), soit du fait de problèmes d'hygiène (mains sales).

Le port d'une protection respiratoire et le respect des règles d'hygiène (§8.5) permettent de se protéger de cette voie de contamination.

Il est important de :

- Ne pas manger, ni mâcher de la gomme sur le chantier
- Se laver les mains avec un savon adapté avant chaque pause (repas, café, cigarette,)
- Ne pas fumer (ou ôter les gants pour fumer en dehors de la zone de travail)

Effets des produits chimiques

Les effets des produits chimiques sur la santé dépendent de plusieurs paramètres :

- Caractéristiques du produit chimique concerné (toxicité, nature physique...)
- Voies de pénétration dans l'organisme (respiratoire, cutanée ou digestive)
- Mode d'exposition (niveau, fréquence, durée...)
- État de santé et autres expositions de la personne concernée (pathologies existantes, prise de médicaments, consommation d'alcool ou de tabac, expositions environnementales...)

Ces effets peuvent apparaître :

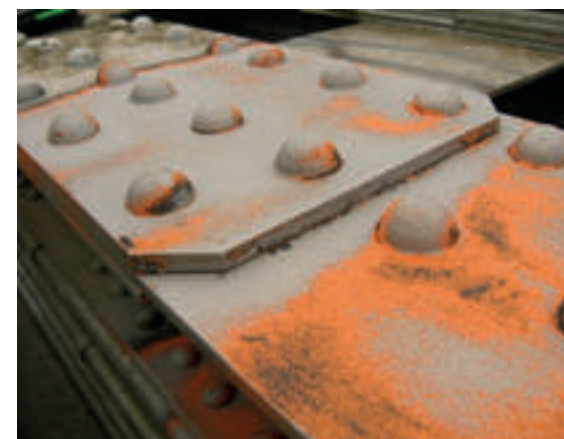
- En cas d'exposition à un produit chimique sur une brève durée (intoxication aiguë) : brûlure, irritation de la peau, démangeaison, convulsion, ébriété, perte de connaissance, coma, arrêt respiratoire...
- Après des contacts répétés avec des produits chimiques, même à faibles doses, (intoxication chronique) : eczéma ou asthme, silicose, cancer, insuffisance rénale, troubles de la fertilité...

➔ **Les pathologies dues à des produits chimiques peuvent apparaître plusieurs mois ou plusieurs années après l'exposition.**

8.3.2. Risque chimique "plomb"

Le plomb et ses composés sont des substances classées CMR catégorie 1 (toxicité pour la reproduction). Leurs effets sur la santé sont bien connus, notamment l'intoxication au plomb (saturnisme).

En peinture anticorrosion, le risque principal lié au plomb est généré par les opérations de décapage des anciens revêtements contenant du plomb. Ce risque peut également être présent lors de l'application de peinture contenant encore des composés de plomb.



Les deux voies de pénétration du plomb dans l'organisme sont :

- Voie digestive : le plomb ingéré peut provenir des mains sales portées à la bouche (cigarette, aliments souillés...)
- Voie pulmonaire : inhalation des poussières contenant du plomb.

Les mesures particulières de prévention du risque plomb sont à adapter à la nature de l'ancien revêtement et aux conditions d'intervention

➔ **Une habilitation est obligatoire pour les opérateurs susceptibles d'être exposés à cet agent chimique, elle est délivrée par l'employeur après une formation au risque plomb.**

8.3.3. Risque chimique “amiante”

Les fibres d'amiante sont des matériaux qui ont été beaucoup utilisées comme charge dans la composition des peintures, et cela pendant des années (avant 1997). Les fibres d'amiante sont classées CMR catégorie 1 (cancérogène). Inhalées, elles peuvent se déposer au fond des poumons et provoquer des maladies respiratoires graves : plaques pleurales, cancers des poumons et de la plèvre (mésothéliome), fibroses (ou asbestose), etc.



En peinture anticorrosion, le risque principal est généré par les opérations de décapage des anciens revêtements contenant de l'amiante.

➔ **Les opérateurs doivent être formés au risque amiante par un organisme extérieur à l'entreprise et doivent disposer d'une attestation de compétence.**

8.4. Autres risques liés aux activités de peinture anticorrosion

Liste des risques les plus courants et mesures principales de prévention associées (listes et mesures non exhaustives)

ACTIVITÉS	PRINCIPAUX RISQUES	PRINCIPALES MESURES DE PRÉVENTION
TRAVAUX DE PRÉPARATION DE SURFACE		
Décapage par projection d'abrasif	▶ Plaie / inclusion (voire abrasion d'un membre) ▶ Lésion oculaire ▶ Choc lié aux énergies ▶ Risques chimiques (poussières) ▶ Intoxication (adduction d'air)	▶ Formation ▶ Organisation du poste afin d'éviter les interférences entre opérateurs ▶ Liaison visuelle ou phonique entre le sableur et l'aide-sableur ▶ EPI (combinaison et gants à manchette anti-abrasion, casque ventilé, chaussures de sécurité montante) ▶ Commande à distance (poignée "homme mort") ▶ Dispositifs anti-fouettement au niveau des raccordements du réseau d'air comprimé ▶ Vérification de la qualité de l'air respirable ▶ Confinement et ventilation de la zone de travail

ACTIVITÉS	PRINCIPAUX RISQUES	PRINCIPALES MESURES DE PRÉVENTION
TRAVAUX DE PRÉPARATION DE SURFACE		
Décapage HP/THP/UHP	▶ Plaie / perforation / sectionnement ▶ Lésion oculaire ▶ Choc lié aux énergies ▶ Risques chimiques (voire biologiques) ▶ Risques électriques	▶ Formation ▶ Organisation du poste afin d'éviter les interférences entre opérateurs ▶ Liaison visuelle ou phonique entre l'opérateur et le chef de pompe ▶ Surveillance de l'opération avec arrêt d'urgence ▶ EPI (combinaison UHP, bottes UHP, gants UHP, casque avec visière, protection respiratoire) ▶ Pistolet porte-buses avec double commandes ▶ Canon du pistolet d'un mètre minimum ▶ Stabilité de l'opérateur ▶ Dispositifs anti-fouettement spécifiques au niveau des raccordements des flexibles ▶ Mesures appropriées en cas de risque électrique
APPLICATION DES PEINTURES		
Application des peintures	▶ Risques chimiques ▶ Injection sous-cutanée (l'infection peut aller jusqu'à l'amputation d'un membre)	▶ Formation ▶ Voir mesures de prévention dans la partie consacrée aux risques chimiques ▶ Consignes d'utilisation et d'entretien des pistolets ▶ En cas d'injection sous-cutanée, conduire la victime aux urgences avec la FDS du produit
MÉTALLISATION		
Métallisation à la flamme	▶ Brûlure ▶ Incendie / explosion ▶ Risques chimiques (poussières Zn/Al)	▶ Formation ▶ Stockage, protection et maintien des bouteilles de gaz ▶ Vérification des raccordements ▶ Consignes d'utilisation et d'entretien des pistolets ▶ EPI (combinaison de protection, gants, protection oculaire et respiratoire) ▶ Ventilation ▶ Extincteurs ▶ FDS

ACTIVITÉS	PRINCIPAUX RISQUES	PRINCIPALES MESURES DE PRÉVENTION
MÉTALLISATION		
Métallisation à l'arc	▶ Brûlure ▶ Risque électrique ▶ Risques chimiques (poussières Zn/Al)	▶ Formation ▶ Consignes d'utilisation et d'entretien des pistolets ▶ EPI (combinaison de protection, gants, protection oculaire et respiratoire) ▶ Ventilation ▶ Extincteurs ▶ FDS
UTILISATION ET ENTRETIEN DU MATÉRIEL		
Utilisation et entretien du matériel	▶ Plaie / coupure ▶ Choc ▶ Autres selon type de matériel	▶ Conformité et vérifications réglementaires des équipements ▶ Consignes d'utilisation et d'entretien (voir notice du fabricant) ▶ Vérification avant chaque utilisation ▶ Mesures adaptées selon type de matériel et risques spécifiques
LEVAGE ET MANUTENTION MÉCANIQUE		
Opération de levage	▶ Choc ▶ Ecrasement	▶ Opérations placées sous la responsabilité d'un chef de manœuvre formé ▶ Grutier formé ▶ Elingueur formé ▶ Conformité et vérifications réglementaires des engins de levage et accessoires (et plus particulièrement, examen d'adéquation) ▶ Zone de levage signalée / protégée ▶ Stabilité de l'engin de levage ▶ Personne sous les charges (cône de levage)
Utilisation d'un chariot élévateur	▶ Choc ▶ Ecrasement	▶ Cariste formé et habilité (autorisation de conduite) ▶ Conformité et vérifications réglementaires des engins et accessoires ▶ Contrôle des flux de circulation engins / piétons

ACTIVITÉS	PRINCIPAUX RISQUES	PRINCIPALES MESURES DE PRÉVENTION
MANUTENTION MANUELLE		
Manutention manuelle	▶ Mal de dos ▶ Plaie / coupure ▶ Choc	▶ Formation ▶ Limitation des manutentions (notamment par l'organisation et la mise en place d'outils d'aide à la manutention) ▶ Limitation des charges ▶ Gestes et postures
DÉPLACEMENT / CIRCULATION SUR CHANTIER		
Déplacement / circulation	▶ Chute de plain-pied ▶ Choc ▶ Ecrasement	▶ Contrôle des flux de circulation véhicules / piétons ▶ Matérialisation et état des voies de circulation pour les véhicules et les piétons ▶ Se garer en marche arrière ▶ Ne pas faire autre chose lors d'un déplacement ▶ Règles de circulation routière et règles du site
Déplacement au poste de travail	▶ Chute de plain-pied	▶ Organisation du poste de travail ▶ Rangement, et maintien de l'ordre et de la propreté ▶ Limiter l'encombrement ▶ Protéger les zones dangereuses ▶ Installer les câbles et flexibles en hauteur
TRAVAUX EN ESPACE CONFINÉ		
Travaux en espace confiné	▶ Anoxie (manque d'oxygène) ▶ Risques chimiques ▶ Risques électriques ▶ Risques liés à l'évacuation	▶ Formation ▶ Autorisation de travail / consignation ▶ Contrôle des entrées/sorties ▶ Surveillance au trou d'homme ▶ Contrôle de l'atmosphère de travail ▶ Explosimètre / oxygène-mètre ▶ Ventilation avec extraction en partie basse (sauf indications particulières) ▶ Transformateur TBTS (avec différentiel) à l'extérieur de la capacité ▶ Matériel 24 V (et ATEX le cas échéant) ▶ Moyens d'éclairage ▶ Moyens de secours

ACTIVITÉS	PRINCIPAUX RISQUES	PRINCIPALES MESURES DE PRÉVENTION
AUTRES RISQUES		
Divers	► Risque électrique	► Maintien de la conformité électrique des équipements ► Vérification à la (re)mise en service des installations électriques de chantier ► Vérification réglementaire des installations fixes ► Formation et habilitation du personnel
	► Anoxie	► Contrôle de l'atmosphère de travail ► Explosimètre / oxygène-mètre ► Masque de fuite
	► Noyade	► Protection de rive ► Barque (motorisée si présence de courant) ► Gilets de sauvetage ► Bouées de sauvetage
	► Forte chaleur	► Organisation du travail (notamment horaires, cadences et pauses) ► Limiter les activités physiques ► Local frais pour les pauses ► Eau potable fraîche à disposition ► Alerter les secours dès l'observation des symptômes d'un coup de chaleur
	► Troubles musculosquelettiques (TMS) ► Gestes et postures	► Organisation du travail ► Adaptation des moyens d'accès ► Changement d'activité ► Limitation des postures contraignantes ► Tenir compte des spécificités du matériel
	► Risques psychosociaux	► Organisation du travail ► Développement des bonnes pratiques managériales

8.5. Notions d'hygiène

La préservation de la santé du peintre passe par le respect des règles générales d'hygiène suivantes :

- Port des vêtements de protection (plus sur-combinaison si nécessaire) et des gants adaptés (plus crème barrière si nécessaire) au cours du travail
- Entretenir ses EPI (notamment changer les filtres des masques respiratoires lorsque nécessaire)
- Ne pas se laver les mains au diluant
- Ne pas manger, ni mâcher de la gomme sur le chantier
- Après le travail, se laver soigneusement
- Se laver les mains avec un savon adapté avant chaque pause (repas, café, cigarette,)
- Ne pas porter de vêtements imprégnés de produits dangereux
- Laver les vêtements régulièrement
- Ne pas fumer (ou ôter les gants pour fumer en dehors de la zone de travail)
- Garder les sanitaires propres
- Au niveau des vestiaires, ranger et séparer vos vêtements de ville de vos équipements de travail
- Quitter ses vêtements de travail lors de la pause déjeuner



9. ENVIRONNEMENT

9.1. Risques générés par les activités de peinture industrielle	128
9.2. Gestion des déchets	128
9.3. Autres mesures de protection de l'environnement	130
9.4. Traitement des situations accidentelles	132

9. ENVIRONNEMENT



La protection de l'environnement est un enjeu majeur qui s'inscrit dans une stratégie de développement durable.

Afin de maîtriser leurs risques environnementaux, les entreprises mettent en place et animent une politique environnementale.

9.1. RISQUES GÉNÉRÉS PAR LES ACTIVITÉS DE PEINTURE INDUSTRIELLE

Les principales nuisances potentielles sont :

- Pollution des sols et sous-sols
- Pollution des eaux
- Emission de COV
- Pollution de l'air, effet sur la santé publique (émission de poussières toxiques ou CMR)
- Effet indirect sur la sûreté des installations
- Incendie / explosion
- Bruit

9.2. GESTION DES DÉCHETS

Définition : tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon, est considéré comme déchet.

Le producteur d'un déchet a l'obligation de le collecter, trier, conditionner et d'assurer son traitement, en respect de la réglementation applicable.

Note : Dans le cas de déchets générés par le décapage d'un ancien revêtement (abrasifs usagés), le maître d'ouvrage est considéré comme le producteur des déchets.

Les principes généraux à mettre en œuvre pour la bonne gestion des déchets sont les suivants :

- Réduire au maximum la production de déchets liée aux activités
- Trier les déchets en fonction de leur nature (notamment ce qui est valorisable, et selon leur destination)
- Assurer le conditionnement et le stockage temporaire
- Valoriser et recycler au maximum
- Assurer la collecte des déchets en fonction de leur destination
- Assurer le traitement des déchets en conformité avec la réglementation applicable
- Assurer la traçabilité de leur traitement

Types de déchets

On distingue les déchets essentiellement selon leur dangerosité (dangereux, non dangereux, inerte).

Les **déchets inertes** sont des déchets qui ne subissent, en cas de stockage, aucune modification physique, chimique ou biologique importante et ne présentent pas de danger pour l'homme ou l'environnement. Exemples : béton, déblais, abrasifs non pollués...

Les **déchets non dangereux et non inertes** sont des déchets qui malgré des modifications possibles ne contiennent pas de matières dangereuses pour la santé ou l'environnement. Exemples : bois, métaux, plastiques, emballages non souillés, cartons, abrasifs usagés non pollués...

Les **déchets dangereux** sont des déchets qui, par leurs caractères toxiques ou de danger, nécessitent d'être éliminés dans une filière spécifique. Exemples : peinture, emballages souillés, chiffons d'essuyage, piles/batteries, huiles, déchets d'équipement électrique et électronique, abrasifs pollués par des substances dangereuses (plomb, amiante, etc.).

Notion de **déchet ultime** : il s'agit d'un déchet qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment. Seuls les déchets ultimes peuvent être envoyés dans un centre de stockage de déchets en fonction de leurs caractéristiques.



9.3. AUTRES MESURES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les principales nuisances et mesures de protection liées aux activités de peinture industrielle sont synthétisées dans le tableau présenté ci-après.

Cette partie concerne uniquement les activités hors ateliers de peinture, sachant que ces derniers sont soumis à la réglementation ICPE leur imposant des prescriptions techniques particulières.

ACTIVITÉS	NUISANCES PRINCIPALES	PRINCIPALES MESURES DE PROTECTION
Décapage par projection d'abrasif	► Pollution des sols et sous-sols (compresseur thermique)	► Mise en place d'un bac de rétention souple sous les équipements concernés ► Produits de cure (absorbants) à disposition pour récupérer les éventuels polluants déversés
	► Pollution des sols et sous-sols (abrasifs pollués)	► Récupération et traitement des abrasifs usagés
	► Pollution de l'air	► Zone de travail confinée ► Mise en place d'extracteurs / dépoussiéreurs (récupération des poussières)
	► Bruit	► Exécution des travaux pendant les horaires réglementés (en cas de risque de troubles du voisinage)
Décapage HP/THP/UHP	► Pollution des sols et sous-sols (motopompe thermique et unité de filtration)	► Pompe sur rétention ► Unité de filtration sur rétention
	► Pollution des sols et sous-sols (effluents)	► Canalisation, récupération et traitement des effluents
	► Pollution des eaux (effluents)	► Traitement et analyse des effluents ► Autorisation de rejet
	► Bruit	► Exécution des travaux pendant les horaires réglementés (en cas de risque de troubles du voisinage)

ACTIVITÉS	NUISANCES PRINCIPALES	PRINCIPALES MESURES DE PROTECTION
Application des peintures	► Pollution des sols et sous-sols (compresseur thermique)	► Mise en place d'un bac de rétention souple sous les équipements concernés ► Produits de cure (absorbants) à disposition pour récupérer les éventuels polluants déversés
	► Pollution des sols et sous-sols (déversement de peinture ou solvant, déchets)	► Stockage des produits dans un container adapté ► Mise en place d'un bac de rétention souple au niveau de la zone de préparation des produits ► Protection des zones environnantes (bâchage, mise en place de polyane...) ► Nettoyage du matériel sur zone de rétention ► Récupération et conditionnement des solvants usagés ► Produits de cure (absorbants) à disposition pour récupérer les éventuels déversements de produits ► Conditionnement et protection des déchets
	► Pollution de l'air et des surfaces environnantes (aérosols dus au mode d'application par pulvérisation) ► Emission de COV	► Zone de travail confinée et ventilée ► Choix de produits non ou moins solvants



9.4 TRAITEMENT DES SITUATIONS ACCIDENTELLES

Afin d'en limiter les conséquences, il est important de connaître la conduite à tenir en cas d'observation de situations accidentelles.

Cas des déversements de produits chimiques

Des kits permettant de limiter l'épandage des produits (fuite d'hydrocarbure ou d'huile, déversement de peinture ou solvant...) et de les récupérer, sont à disposition et à utiliser dans ce cas de figure. Les produits ainsi récupérés sont à conditionner et traiter en tant que déchet dangereux.

Cas des rejets et pollutions accidentelles

En cas de rejet accidentel de produits ou d'effluents dangereux dans les sols ou les eaux, le premier réflexe est de stopper la source de pollution, de sécuriser la zone impactée et de confiner les pollutions autant que possible. Le SDIS (ou des sociétés spécialisées) peut être appelé en urgence pour traiter le sinistre et limiter son impact.

Il est aussi nécessaire d'alerter rapidement les services compétents de la préfecture (voire le maire) qui pourront vous aider dans la gestion post-accidentelle de l'événement.





10. ANNEXES

10.1. Synthèse des principales normes	136
10.2. Supports de communication GEPI	140
10.3. Equipe projets & remerciements	142

10.1. SYNTHÈSE DES PRINCIPALES NORMES

NF : Norme française **EN** : Norme européenne **ISO** : Norme internationale

NORME	TITRE OU OBJET
Généralités concernant la protection anticorrosion par peinture	
NF EN ISO 12944	Peinture et vernis - Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture
Partie 1	Introduction générale
Partie 2	Classification des environnements
Partie 3	Conception et dispositions constructives
Partie 4	Types de surface et de préparation de surface
Partie 5	Systèmes de peinture anticorrosion
Partie 6	Essai de performance en laboratoire
Partie 7	Exécution et surveillance des travaux de peinture
Partie 8	Développement de spécifications pour les travaux neufs et l'entretien
Partie 9	Systèmes de peinture protectrice et méthodes d'essai de performance en laboratoire pour la protection des structures offshore et structures associées
NF EN ISO 9223	Corrosion des métaux et alliages - Corrosivité des atmosphères Classification
NF EN ISO 9226	Corrosion des métaux et alliages - Corrosivité des atmosphères Détermination de la vitesse de corrosion d'éprouvettes de référence pour l'évaluation de la corrosivité
NF EN ISO 4618	Peinture et vernis - Termes et définitions
Conditions de mise en œuvre et de contrôle	
NF EN ISO 4628	Peintures et vernis - Évaluation de la dégradation des revêtements - Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect
Partie 1	Introduction générale et système de désignation
Partie 2	Évaluation du degré de cloquage
Partie 3	Évaluation du degré d'enrouillement
Partie 4	Évaluation du degré de craquelage
Partie 5	Évaluation du degré d'écaillage
Partie 6	Cotation du degré de farinage par la méthode du ruban adhésif
Partie 7	Évaluation du degré de farinage selon la méthode du morceau de velours

NORME	TITRE OU OBJET
Conditions de mise en œuvre et de contrôle	
Partie 8	Évaluation du degré de décollement et de corrosion autour d'une rayure ou d'un autre défaut artificiel
Partie 10	Évaluation du degré de corrosion filiforme
NF EN ISO 8501	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et produits assimilés - Évaluation visuelle de la propreté d'un subjectile
Partie 1	Degrés de rouille et degrés de préparation des subjectiles d'acier non recouverts et des subjectiles d'acier après décapage sur toute la surface des revêtements précédents
Partie 2	Degré de préparation des subjectiles d'acier précédemment revêtus après décapage localisé des couches
Partie 3	Degré de préparation des soudures, arêtes et autres zones présentant des imperfections
Partie 4	États de surface initiaux, degrés de préparation et degrés de fleurette de rouille après décapage à l'eau sous haute pression
NF T35-520	Peintures et vernis - Préparation de surface d'acier déjà revêtue - Décapage à l'eau sous pression
NF EN ISO 8502	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Essais pour apprécier la propreté d'une surface
Partie 2	Recherche en laboratoire des chlorures sur les surfaces nettoyées
Partie 3	Évaluation de la poussière sur les surfaces d'acier préparées pour la mise en peinture (méthode du ruban adhésif sensible à la pression)
Partie 4	Principes directeurs pour l'estimation de la probabilité de condensation avant application de peinture
Partie 5	Mesurage des chlorures sur les surfaces d'acier préparées pour la mise en peinture (méthode du tube détecteur d'ions)
Partie 6	Extraction des contaminants solubles en vue de l'analyse (Méthode de Bresle)
NF EN ISO 8503	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Caractéristiques de rugosité des subjectiles d'acier décapés
Partie 1	Spécifications et définitions des comparateurs viso-tactiles ISO pour caractériser les surfaces décapées par projection d'abrasif
Partie 2	Méthode de classification d'un profil de surface en acier décapé par projection d'abrasif - Utilisation des comparateurs viso-tactiles
Partie 3	Méthode d'étalonnage des comparateurs viso-tactiles ISO et de classification d'un profil de surface - Utilisation d'un microscope optique
Partie 4	Méthode d'étalonnage des comparateurs viso-tactiles ISO et de classification d'un profil de surface - Utilisation d'un appareil à palpeur
Partie 5	Méthode de l'empreinte sur ruban adhésif pour la détermination du profil de surface

NORME	TITRE OU OBJET
Conditions de mise en œuvre et de contrôle	
NF EN ISO 8504	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Méthodes de préparation des subjectiles
Partie 1	Principes généraux
Partie 2	Décapage par projection d'abrasif
Partie 3	Nettoyage à la main et à la machine
NF EN 10238	Produits en acier de construction grenailés par projection d'abrasif et prépeints de façon automatique
NF EN ISO 11126	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés - Spécifications pour abrasifs non métalliques destinés à la préparation par projection
Partie 1	Introduction générale et classification
Partie 3	Scories de raffinage du cuivre
Partie 4	Cendres fondues
Partie 5	Scories de raffinage du nickel
Partie 6	Scories de four de métallurgie
Partie 7	Oxyde d'aluminium fondu
Partie 8	Sable d'olivines
Partie 9	Staurolite
Partie 10	Almandite
Propriétés physiques ou chimiques des peintures	
NF EN ISO 2808	Peintures et vernis - Détermination de l'épaisseur du feuil
ISO 19840	Peintures et vernis - Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture - Mesure et critères d'acceptation de l'épaisseur d'un feuil sec sur des surfaces rugueuses.
NF T30-124	Peintures et vernis - Mesurage de l'épaisseur du feuil sec - Méthode non destructive à flux magnétique
NT T34-554	Peintures et vernis - Système de peinture anticorrosion - Stabilité dans le temps des caractéristiques colorimétriques d'une peinture de finition pour ouvrage métallique
Partie 1	Critères de performances
NF EN ISO 29601	Peintures et vernis - Anticorrosion par systèmes de peinture - Évaluation de la porosité d'un feuil sec.

NORME	TITRE OU OBJET
Propriétés physiques ou chimiques des peintures	
ISO 4578	Adhésifs - Détermination de la résistance au pelage des assemblages à forte cohésion - Méthode des galets mobiles
NF EN ISO 15711	Peintures et vernis - Détermination de la résistance au décollement cathodique des revêtements exposés à l'eau de mer
NF EN ISO 2409	Peintures et vernis - Essai de quadrillage
NF EN ISO 4624	Peintures et vernis - Essai de traction
NF EN ISO 16276	Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture - Évaluation et critères d'acceptation de l'adhésion/cohésion (résistance à la rupture) d'un revêtement
Partie 1	Essai de traction
Partie 2	Essai de quadrillage et essai à la croix de Saint-André
Certification des opérateurs	
NF T30-609	Peintures et vernis - Norme de certification des opérateurs
Partie 1	Niveaux 1 et 2 : opérateurs pour la mise en œuvre des revêtements anticorrosion des structures métalliques
Partie 2	Niveau 3 : Conducteur de travaux pour la mise en œuvre des revêtements anticorrosion des structures métalliques
Corrosion des métaux et alliages	
NF EN ISO 8044	Corrosion des métaux et alliages - Termes principaux et définitions
NF EN ISO 9226	Corrosion des métaux et alliages - Corrosivité des atmosphères - Détermination de la vitesse de corrosion d'éprouvettes de référence pour l'évaluation de la corrosivité
Galvanisation et métallisation	
ISO 1461	Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier - Spécifications et méthodes d'essai.
ISO 2063 (toutes les parties)	Projection thermique - Zinc, aluminium et alliages de ces métaux.

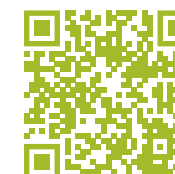
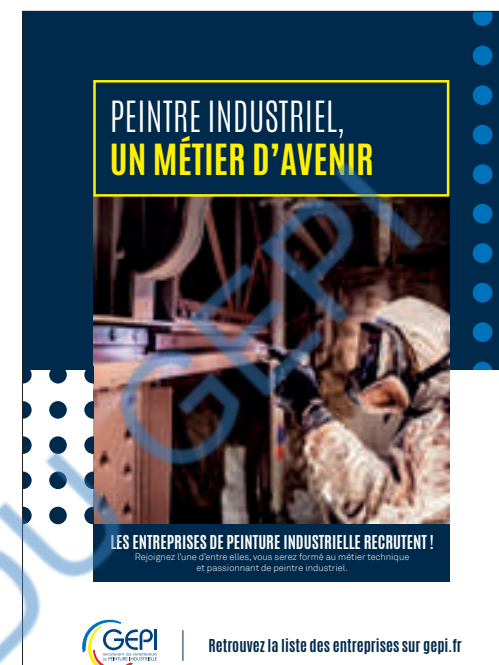
10.2. SUPPORTS DE COMMUNICATION GEPI



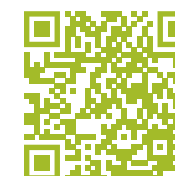
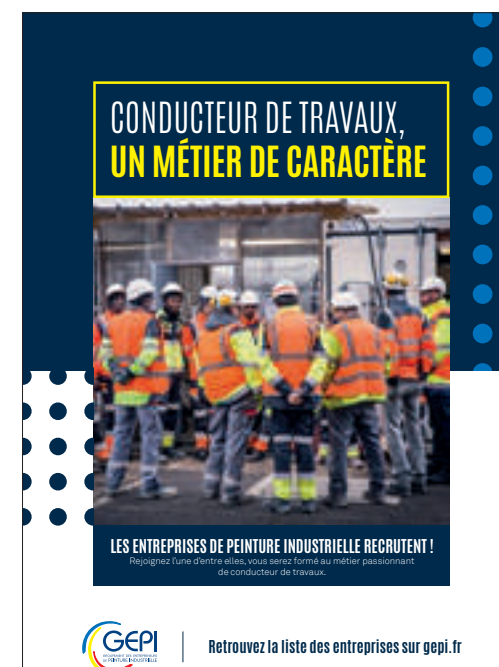
Retrouvez la plaquette
de présentation du GEPI



Découvrez la peinture industrielle
en vidéo et sa plaquette



Découvrez le métier de peintre
industriel en vidéo et sa plaquette



Découvrez le métier de conducteur
de travaux en vidéo et sa plaquette

10.3. EQUIPE PROJETS & REMERCIEMENTS

Chef de projet :

M. LE CLOAREC Christophe GEPI

Comité de rédaction :

M. BALAVOINE David	ALTRAD PREZIOSO
M. CELLI Daniel	MASCI
M. CHAMPEVAL Didier	LOCATELLI
M. JANSSEN Christophe	LASSARAT
M. MARSAC Frédéric	SAFE365
MME TANG Emilie	OHGPI

Remerciement au :

Conseil d'Administration du GEPI.

Remerciement pour leur participation active à :

M. ANDREU Dominique	PEINTURES MAESTRIA
M. BALBERINI Georges	ALTRAD PREZIOSO
M. BOUVIER Alain	ALTRAD PREZIOSO
MME DUPIN Jenny	BATTAGLINO
M. LEJEUNE Benoît	ALTRAD PREZIOSO
M. MANDEL Charles	LASSARAT
M. PFIHL Pierre	SIPEV
M. PINON Alain	ACQPA
M. SCHREIBER Philippe	GRACO
M. TESSIER Igor	DOUGÉ FORMATION CONSEIL
MME RANDU Isabelle	ALTRAD PREZIOSO

Crédit Photo :

Altrad PRESIOZO, Battaglino, C. Boulon, CETS, GRACO, HEMPEL, Istock, LASSARAT, PEINTURES MAESTRIA, A. Tinel.

Droits de propriété intellectuelle

Ce document est la propriété exclusive du GEPI, toute reproduction est interdite sans accord préalable. Pour toute information, contacter contact@gepi.fr.

Contacts :

Si malgré tout le soin apporté à ce document, des erreurs ou omissions subsistaient, nous vous remercions par avance de bien vouloir nous les signaler à contact@gepi.fr, afin que nous puissions y remédier lors de rééditions.

Pour commander ce guide en version imprimée, veuillez nous adresser votre demande à contact@gepi.fr.

La **Filière Peinture Anticorrosion** repose sur quatre associations : le groupement professionnel des fabricants de peinture (Groupement Anticorrosion Marine du SIPEV), celui des entrepreneurs de peinture industrielle (GEPI), l'organisme certificateur de produits et de compétences (ACQPA), l'office chargé d'homologuer les garanties des travaux proposés (OHGPI).

La Filière Peinture Anticorrosion a pour mission de promouvoir la qualité et de diffuser la connaissance technique auprès de tous les acteurs de la profession et ses partenaires. En ce sens la « Collection Guides Techniques » de la Filière Peinture Anticorrosion a été créée pour mettre à disposition des ouvrages qui regroupent les différents savoirs sous un format pratique et illustré, tout en gardant un souci de pédagogie.

Liste des ouvrages disponibles :

1. Guide technique de la protection anticorrosion des structures métalliques par systèmes de peinture, édition 2021
2. Guide pour la formation du peintre anticorrosion, édition 2023



SIPEV Syndicat national des Industries des Peintures - Groupement Anticorrosion / Marine

Le SIPEV - Groupement Anticorrosion/Marine fédère et représente les fabricants de peintures, pour promouvoir leur industrie et les faire progresser dans les problématiques communes, en particulier réglementaires, techniques et environnementales.

Contact : Tél. 01 53 23 00 00 – <https://fipec.org/contacts/>



GEPI Groupement des Entrepreneurs de Peinture Industrielle

Le GEPI fédère les entreprises d'application de peinture anticorrosion industrielle. Il est fortement impliqué dans l'information de ses adhérents sur les évolutions techniques et réglementaires. Il assure de la promotion de la profession, sa représentation et sa défense dans les organismes techniques et certificateurs. Le GEPI est également responsable de plusieurs formations qualifiantes.

Contact : Tél. 01 40 69 53 74 – www.gepi.fr – contact@gepi.fr



ACQPA Association pour la Certification et la Qualification en Peinture Anticorrosion

L'ACQPA, créée en 1994 et accréditée par le COFRAC, délivre la certification des systèmes de peinture et des niveaux de compétences professionnelles.

Contact : Tél. 01 40 55 12 09 (produits) / 01 40 55 12 08 (personnels) – www.acqpa.com



OHGPI Office d'Homologation des Garanties de Peinture Industrielle

Créé en 1958, l'OHGPI homologue les garanties de travaux de peinture industrielle et de revêtement anticorrosion. L'Office examine et donne un avis technique impartial sur ces garanties conjointes entre ses adhérents fabricants et entrepreneurs.

Contact : Tél. 01 58 05 07 57 – www.ohgpi.com – info@ohgpi.com



**FILIÈRE PEINTURE
ANTICORROSION**

Édition 2023

