

GUIDE DE BONNE PRATIQUE DE LA PULVÉRISATION ÉLECTROSTATIQUE MANUELLE DES PRODUITS DE RESSUAGE

Article rédigé par Pierre Chemin et Patrick Dubosc en juillet 2014

1- INTRODUCTION

L'application par pulvérisation électrostatique des produits de ressuage est issue de celles des peintures.

Bien que cette technique ne soit pas nouvelle, certains ingénieurs de l'aéronautique nous ont signalé qu'ils déplorait que certains opérateurs ne la mettent pas en pratique comme il le fallait. C'est la raison pour laquelle ils nous ont donc sollicités afin que nous élaborions un guide de bonne pratique à ce sujet.

2- RAPPEL HISTORIQUE

En l'an 600 avant Jésus-Christ, le célèbre mathématicien et philosophe grec, Thalès de Milet (-625, -547), découvre l'électrisation en frottant un morceau d'ambre jaune avec une peau de chat. Il attribue à ces objets une « âme » et un « souffle » pour expliquer ce phénomène.

Vers le milieu des années 60, un nouveau procédé vit le jour dans le domaine de l'application des peintures : la pulvérisation électrostatique.

Dans les années 60, un pistolet assez curieux d'application du révélateur sec est décrit dans la première édition de 1963 de l'excellent manuel intitulé « *Principles of Penetrants* » de Carl E. BETZ.



Il s'agissait d'un pistolet à poudre (voir ci-dessus) doté d'un réservoir d'une capacité de l'ordre d'un litre, qui était branché au réseau d'air comprimé, sec et déshuilé, de l'atelier via un manodétendeur. L'air + la poudre sèche étaient propulsés à basse pression de l'ordre de 100-170 kPa.

Le « canon » de 20 cm de long de ce pistolet était réalisé en ébonite. L'ébonite est un isolant électrique. Quand la poudre y entre, le frottement entre la poudre et l'ébonite génère des charges électrostatiques.

Ce type de pistolet n'est plus commercialisé depuis des dizaines d'années. Était-il efficace ?

De bonnes raisons laissent à penser que la pulvérisation devait se faire par « bouffées » de poudre : la poudre s'accumulait dans le canon jusqu'au moment où la pression avait tellement augmenté que, brusquement, elle poussait le « bouchon ». Puis, le bouchon se reformait, et le cycle recommençait.

En avril 1969, la revue mensuelle américaine *Materials Evaluation* publia un article intitulé *Penetrant Inspection by Electrostatic Spray Method* (ndlr: *Contrôle par ressuage à l'aide de la technique d'application électrostatique*). Son auteur n'est pas cité.

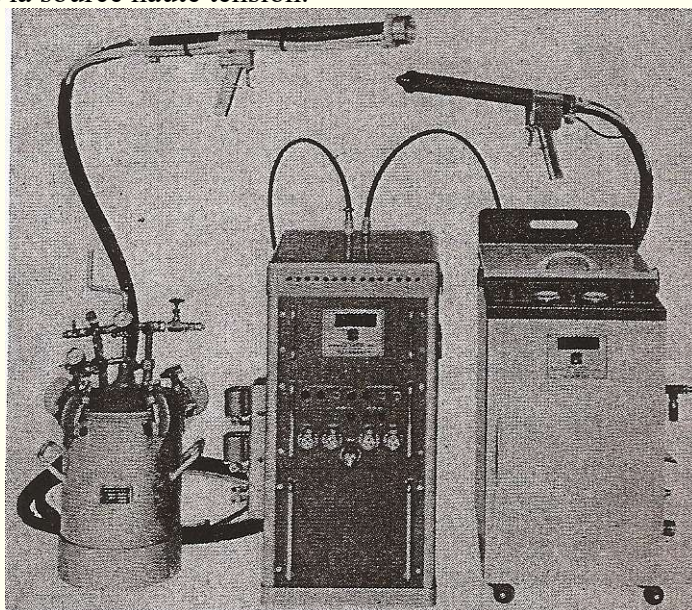
Cet article très intéressant et qui fait date nous apprend qu'une installation manuelle d'application par pulvérisation électrostatique des produits de ressuage coloré et fluorescent avait été mise en route à l'usine d'Aerojet-General à Sacramento en Californie.

C'est en 1975 que fut présentée en France pour la première fois la pulvérisation électrostatique des produits de ressuage.

Un fabricant français de produits de ressuage sollicita le Président du Comité d'Établissement de Nantes-Bouguenais (Loire-Atlantique) de la SNIAS (Société Nationale Industrielle Aérospatiale, devenue AIRBUS) pour effectuer cette présentation dans son usine.

Une cinquantaine de Membres éminents du secteur aéronautique civil et militaire français participèrent à cette présentation effectuée avec un équipement de pulvérisation électrostatique fabriqué par une société britannique.

Cet équipement (voir ci-dessous), comprenait : un générateur haute tension à courant continu et deux réservoirs pressurisés, l'un pour le pénétrant, l'autre pour le révélateur. L'élément pressurisé, genre trémie, pour le révélateur était doté d'un pointeau pour régler le débit de la poudre, et d'un vibro-venturi. Chacun de ces éléments pressurisés alimentait un pistolet de pulvérisation relié à la source haute tension.



*Équipement de pulvérisation électrostatique datant de 1975
À gauche : le poste pénétrant, au centre : le générateur haute tension,
à droite : le poste révélateur*

La gamme de ressuage utilisée était d'emploi très général dans les diverses usines de la SNIAS : un pénétrant fluorescent lavable à l'eau et un révélateur sec.

Grâce au succès de cette présentation, l'application des produits de ressuage par pulvérisation électrostatique se généralisa progressivement dans l'aéronautique.

En cas de chute des pistolets de pulvérisation sur le sol, les buses de pulvérisation et les disques rotatifs situés à leurs extrémités s'endommageaient et nécessitaient d'être remplacés. De plus, ces pistolets de pulvérisation aux canons mesurant une cinquantaine de centimètres étaient assez lourds.

La pulvérisation électrostatique fut d'abord utilisée en aéronautique pour le contrôle des panneaux structuraux (en particulier ceux de l'avion de transport supersonique Concorde) avec mise en œuvre d'un pénétrant fluorescent de sensibilité Niveau 2 lavable à l'eau et d'un révélateur sec (famille de produit ISO 3452-2, IAa Niveau 2).

En 1978, un fabricant de tôles fortes chercha à améliorer sa procédure de contrôle par ressuage.

Dans cette optique, il lança une étude de faisabilité de l'automatisation de l'application par pulvérisation électrostatique des produits de ressuage.

Le but recherché par ce fabricant était de pouvoir remplacer l'application manuelle des produits de ressuage par leur application à l'aide de pistolets de pulvérisation électrostatique fixés à des supports de manière à ce qu'ils puissent effectuer un balayage en XY au-dessus des tôles.

Les pièces concernées étaient de très grandes tôles épaisses en inox (10 m de long, 2,5 m de large et 30 cm d'épaisseur) destinées à l'industrie nucléaire.

Pour le contrôle par ressuage, les tôles étaient positionnées sur le sol horizontalement, légèrement inclinées pour permettre l'écoulement des liquides. Il aurait été souhaitable de positionner les tôles verticalement pour améliorer le ruissellement du solvant, du pénétrant et des eaux de lavage. Cependant, le Comité Hygiène et Sécurité de l'établissement craignait que les tôles en retombant accidentellement blessent des opérateurs.

Ce fabricant fit appel aux deux seules sociétés françaises qui possédaient cette technologie.

La procédure utilisée jusqu'ici était la suivante.

Le dégraissage était effectué au balai en déversant sur la surface des tôles d'abondantes quantités d'acétone. Le pénétrant coloré éliminable à l'eau était appliqué en le répandant sur la tôle également au balai.

Après la durée de pénétration requise, les pièces étaient lavées au jet d'eau puis séchées au balai, puis au feutre.

Ensuite, le révélateur humide (non aqueux) était appliqué. Comme il s'agissait de pièces destinées à l'énergie nucléaire, les produits de ressuage devaient être exempts d'halogènes, ce qui faisait que le révélateur était à base de 2-propanol.

Or, le 2-propanol est un produit classé comme étant « facilement inflammable » et c'est donc avec la plus grande inconscience des risques encourus que ce révélateur fut appliqué par pulvérisation électrostatique. Car, à cette époque, les risques que présentait la pulvérisation électrostatique des produits inflammables n'étaient pas pris en compte.

Le 14 décembre 1978, le directeur technique de l'une de ces deux sociétés effectua une démonstration de pulvérisation électrostatique avec un équipement d'une société française.

Quelque temps après, le directeur technique de l'autre société effectua à son tour sa démonstration avec un équipement de la société britannique à laquelle il est fait référence plus haut.

Les essais pratiques donnèrent lieu à des résultats satisfaisants.

Il ne restait donc plus qu'à intégrer ce système dans un ensemble robotisé pour assurer le déplacement des pistolets de pulvérisation électrostatique, de manière à balayer la surface des tôles. Or, à cette époque, aucune de nos deux sociétés n'avait vocation à réaliser d'installation de ressuage.

Finalement, ce fabricant de tôles abandonna ce projet.

Au milieu des années 80, en France, sont apparues :

- Les chaînes automatiques de ressuage pilotées par automates programmables comportant l'application par pulvérisation électrostatique de trois pénétrants fluorescents différents [un pénétrant lavable à l'eau Niveau 2, deux pénétrants fluorescents à post-émulsion Niveaux 2 (ou 3) et 4] et du révélateur sec. Deux chaînes furent fournies à des réparateurs français de moteurs d'avion,
- Une chaîne automatique de ressuage avec gestion et manipulation des pistolets d'application (électrostatique pour le pénétrant fluorescent à post-émulsion Niveau 4 et du révélateur sec, et non électrostatique, c'est-à-dire uniquement pneumatique, pour la solution aqueuse d'émulsifiant hydrophile) à l'aide d'un robot 7 axes fut mise en route dans un atelier flexible français d'usinage des disques de turbines,
- Des chaînes de ressuage avec application par pulvérisation électrostatique de l'émulsifiant hydrophile, par exemple dans des usines d'équipementiers aéronautiques français, pour le contrôle de pièces telles que des carters d'engrenages de moteurs d'avions.

3- SITUATION ACTUELLE

La situation actuelle, telle qu'elle se présente en France, peut être légèrement différente dans d'autres pays.

De nos jours, un grand nombre constructeurs et d'équipementiers aéronautiques utilisent la pulvérisation électrostatique pour l'application des produits de ressuage. Cette technique est utilisée essentiellement sur les grandes pièces. Elle présente peu d'intérêt pour les petites pièces qui sont traitées de préférence par immersion.

Cependant, d'une manière générale, cette technique est ni plus ni moins utilisée qu'avant. Elle est assez peu utilisée dans les secteurs industriels autres que l'aéronautique. Cependant, il existe quelques installations électrostatiques dans les secteurs de l'automobile et de l'énergie. L'émulsifiant hydrophile est appliqué par pulvérisation pneumatique. Il n'est plus appliqué par pulvérisation électrostatique.

Il existe aujourd'hui plusieurs fournisseurs de matériel de pulvérisation électrostatique des peintures qui ont dans leurs gammes respectives des matériels appropriés aux produits de ressuage.

Il existe, depuis au moins 1995, des pistolets de pulvérisation électrostatique autonomes pour les produits liquides qui génèrent seuls leur haute tension grâce à un alternateur intégré directement dans la crosse du pistolet de pulvérisation et qui est entraîné par l'air comprimé.

L'alternateur couplé à un ensemble cascade génère la charge électrostatique interne. Ces pistolets de pulvérisation permettent de s'affranchir d'un générateur déporté dans une armoire et éliminent donc le besoin d'un fil supplémentaire le long des tuyaux.

Des chaînes de ressuage automatiques existent dans lesquelles le pénétrant est appliqué par pulvérisation électrostatique dans une cuve ; c'est une aberration, car les produits vont s'appliquer aussi sur les parois. Dans les faits, on a un brouillard de produit, qui pourrait être produit de façon beaucoup plus simple et plus économique par des pistolets pneumatiques. La consommation de produit est souvent supérieure à ce qu'elle devrait être quand on utilise un équipement électrostatique.

La plupart du temps, la pulvérisation électrostatique est effectuée dans des cabines similaires à des cabines de peinture.

Les autres améliorations concernent la sécurité des opérateurs. Des avancées majeures ont été réalisées concernant la ventilation des cabines, maintenant assez semblable à celle des cabines de peinture. Toujours penser, lorsque c'est possible, à mettre l'extraction EN BAS de la cabine : les vapeurs des produits sont plus lourdes que l'air, et on évite en outre de remonter des produits au niveau du nez des opérateurs.

4- PRINCIPE FONDAMENTAL

Le principe de la pulvérisation électrostatique consiste à :

- Conférer des charges électriques à des gouttelettes de liquides ou à des particules solides,
- Créer une tension électrique continue entre la pièce mise à la terre et l'extrémité du canon du pistolet de pulvérisation des gouttelettes de liquides ou des particules solides, ce qui génère un champ électrostatique.

La technique repose sur le phénomène physique suivant :

Des particules chargées électriquement de signes contraires s'attirent. Lorsque ces particules sont placées dans un champ électrique, elles s'alignent sur les lignes de force du champ.

En pratique, ce champ électrique est obtenu par création d'une différence de potentiel entre la pièce, mise à la terre, et le pistolet de pulvérisation relié au générateur électrostatique. Cette différence de potentiel peut aller de 30 kV à 100 kV, selon les modèles et les applications. L'intensité du courant peut être comprise entre 50 et 200 μ A, selon les modèles. La charge négative des particules est produite au moyen d'un atomiseur rotatif (cas du pistolet à liquide), et par une électrode chargée entourant la buse de pulvérisation (cas du pistolet à poudre). Il en résulte un recouvrement total des pièces quelle que soit leur géométrie. Par un seul passage du pistolet de pulvérisation, les surfaces avant et arrière de la pièce sont, en principe, recouvertes uniformément.

Les gouttelettes liquides et les particules solides, ainsi chargées électriquement, lorsqu'elles sont pulvérisées, sont attirées par toute surface reliée à la terre et perdent alors leurs charges électriques.

Avantages du procédé :

- Produits de ressuage utilisés toujours neufs, d'où performances constantes.

- Moins de pertes en produits : 80 à 90 % du produit vont sur la surface de la pièce ; très peu de produit part dans les ventilations ; moins de pénétrant est utilisé par m² de pièce, d'où réduction de la consommation en produits de ressuage et en charbon actifs pour traiter les eaux de rinçage/lavage,
- Très faible quantité de révélateur sec appliquée, sous forme d'un voile extrêmement mince, d'où excellente sensibilité et définition stupéfiante des indications,
- Meilleur pouvoir couvrant : le produit va sur la surface de la pièce,
- Moins de gouttelettes de liquides ou de particules solides en suspension dans l'atmosphère ambiante, d'où disparition du brouillard (donc réduction de la pollution atmosphérique), d'où meilleures conditions de travail pour l'opérateur,
- Gain de temps d'application, en particulier sur les grandes surfaces,
- Plus grande uniformité du revêtement de la surface de la pièce. Le produit pulvérisé se répartit uniformément sur toute la surface de la pièce et se dépose également sur l'envers de celle-ci par effet dit de contournement, appelé également effet enveloppant, dans certaines limites,
- Etc.

Concernant l'économie de produit, cela est vrai sur des pièces de grande surface, mais c'est moins évident pour les petites pièces. En réalité, une certaine quantité de produit appliqué par pulvérisation électrostatique est perdue, car il n'arrive pas sur la surface de la pièce. Il est difficile de mesurer l'économie faite grâce à la pulvérisation électrostatique. Certains fournisseurs chiffrent à environ 1/6^{ème} l'économie en produit par rapport à la pulvérisation pneumatique. Mais les contextes peuvent être tellement différents.

L'effet enveloppant de la pulvérisation électrostatique garantit que les grandes pièces reçoivent généralement un recouvrement complet et uniforme de pénétrant et de révélateur.

En revanche, la pulvérisation électrostatique ne permet ni de réduire la durée de pénétration, ni d'accroître la sensibilité de détection.

À condition que les opérateurs comprennent comment l'utiliser de la bonne manière, la pulvérisation électrostatique donne de très bons résultats avec une très faible consommation de produit ; c'est très bon pour l'environnement, du fait que très peu de produit part à l'atmosphère ou s'égoutte des pièces.

5- PRODUITS DE RESSUAGE APPLICABLES PAR PULVÉRISATION ÉLECTROSTATIQUE

En général, tous les pénétrants à base pétrolière peuvent être ainsi appliqués, de même que les révélateurs secs en utilisant du matériel ne nécessitant pas un système d'isolation.

Les produits de ressuage à base aqueuse, tels que : les émulsifiants hydrophiles, les pénétrants à base aqueuse, etc. peuvent également être appliqués selon cette technique si l'on utilise du matériel approprié nécessitant un système d'isolation et un caisson isolant pour les produits, généralement monté sur un chariot doté de roues en caoutchouc ou matière plastique.

En ce qui concerne les révélateurs à base de solvant (humide non aqueux), l'application par pulvérisation électrostatique de ceux qui étaient à base 1,1,1-trichloréthane, donc ininflammables, était possible. Cependant, l'entrée réellement en vigueur au niveau mondial du Protocole de Montréal relatif aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone, le 30 novembre 2005 a imposé la suppression, entre autres, du 1,1,1-trichloréthane.

Dans la majorité des cas, le 1,1,1-trichloréthane a été remplacé dans les révélateurs humides (non aqueux) par le 2-propanol dont le point d'éclair (en vase clos au moyen de l'appareil Pensky-Martens) est de 11,7 °C, donc classé comme produit facilement inflammable. Parfois, le 2-propanol est associé à de la propanone dont le point d'éclair (en vase clos au moyen de l'appareil Abel) est de - 18 °C ; de ce fait, cette forme de révélateur est classée comme produit facilement inflammable, et ne doit pas être appliquée par pulvérisation électrostatique.

Comme les pénétrants colorés ne peuvent être utilisés qu'avec cette forme de révélateur, la pulvérisation électrostatique des produits de ressuage n'est donc utilisée en réalité qu'en ressuage fluorescent avec, dans la quasi-totalité des cas, un révélateur sec.

6- MISE EN ŒUVRE DU PROCÉDÉ

Le matériel électrostatique doit être utilisé exclusivement par un personnel formé et qualifié, connaissant parfaitement les exigences figurant dans le manuel d'utilisation.

6.1- DIFFÉRENTS TYPES DE PISTOLETS DE PULVÉRISATION

Chaque produit de ressuage nécessite un pistolet de pulvérisation approprié :

- Un pour chacun des pénétrants à base pétrolière utilisés, afin d'éviter la contamination croisée des pénétrants et de se dispenser du nettoyage du pistolet de pulvérisation et des canalisations avant de changer de pénétrant dans le cas où le même pistolet de pulvérisation serait utilisé pour appliquer plusieurs pénétrants,
- Un pour l'émulsifiant hydrophile ou le pénétrant à base aqueuse,
- Un pour le révélateur sec.

La résistance électrique des pistolets de pulvérisation doit être contrôlée tous les jours selon la procédure stipulée par le fournisseur.

6.2- PRESSION DE PULVÉRISATION

Les recommandations du fournisseur du matériel de pulvérisation électrostatique doivent être prises en compte, en particulier en ce qui concerne la pression maximale de service stipulée qui ne doit jamais être dépassée.

Il n'est pas impossible qu'une spécification applicable puisse stipuler des pressions à respecter.

Notez que la pression ici n'a pas d'influence sur la qualité du procédé. Si la pression est trop élevée, elle entraîne une surconsommation de produits. Une pression trop faible n'a pratiquement aucun effet, sauf que l'opérateur passera plus de temps pour appliquer le produit. Il y a donc une pression optimale, à définir expérimentalement.

Vérifier quotidiennement les manomètres. À noter que le manomètre qui mesure la pression envoyée pour pousser le produit peut être défini comme un « indicateur » (la valeur réelle de la pression n'est pas très importante ; c'est plutôt un moyen de s'assurer qu'il y a bien une poussée par l'air comprimé), plutôt que comme un mesureur. C'est une différence importante du point de vue de l'Assurance de la Qualité : un indicateur n'a pas besoin d'être étalonné, d'où des économies de temps, d'argent, moins de papier... Il faut seulement que le Niveau 3 responsable de l'installation le stipule, et il est recommandé de mettre une étiquette « Indicateur » sur le manomètre : cela évite des questions et des discussions inutiles lors d'un audit.

Si la pièce comporte des surfaces en retrait, des trous borgnes ou des surfaces concaves, ceux-ci se comportent comme des cages de Faraday. Le produit pulvérisé ne pénètre pas dans le trou ou ne va pas sur la surface. Dans de telles conditions, la haute tension doit être coupée (habituellement, une gâchette sur le pistolet de pulvérisation permet de passer de mode électrostatique en mode pneumatique) ; le produit est appliqué uniquement parce que l'air comprimé le pousse (dès que l'on se trouve en dehors des trous borgnes, des surfaces en retrait ou concaves, on remet la haute tension).

6.3- MISE À LA TERRE

Le matériel, de même que les opérateurs se trouvant sur la zone de pulvérisation ou à proximité, la ou les pièces à contrôler ainsi que tous les autres objets conducteurs se trouvant sur la zone de pulvérisation doivent être mis à la terre conformément aux prescriptions du fournisseur du matériel.

Les opérateurs doivent porter des chaussures dotées de semelles conductrices, en cuir par exemple, ou porter un bracelet de mise à la terre pour éviter une accumulation de charges d'électricité statique. Ne pas porter des chaussures dotées de semelles en caoutchouc ou en plastique car elles sont non conductrices.

Ce point est d'une importance capitale lors de l'utilisation de l'application par pulvérisation électrostatique des produits de ressuage pour que l'opérateur soit relié à la terre pour des raisons de sécurité.

De plus, l'opérateur doit conserver le contact entre la main et la poignée du pistolet de pulvérisation reliée à la terre. Si l'opérateur doit porter des gants, ils doivent être conducteurs. S'ils sont non-conducteurs, les doigts ou la paume des doivent être découpés.

Le sol dans la zone de travail doit être conducteur de l'électricité et mis à la terre.

Si le matériel n'est pas convenablement relié à la terre et si les locaux sont mal ventilés, des flammes ou des étincelles peuvent générer des conditions de danger et provoquer un incendie ou une explosion.

En cas de la moindre formation d'étincelles d'électricité statique ou si l'opérateur ressent un choc lors de l'utilisation de l'équipement, il doit cesser immédiatement la pulvérisation, identifier et résoudre le problème.

6.4- DISTANCE OPÉRATEUR – PIÈCES/PAROIS

L'opérateur doit toujours avoir présent à l'esprit que lui, tout comme la pièce, doit être relié à la terre. Comme les gouttelettes de liquide ou des particules solides pulvérisées en électrostatique se déposeront sur l'objet situé le plus près de la sortie du pistolet de pulvérisation, relié à la terre, la distance entre la buse du pistolet de pulvérisation et la surface de la pièce doit être inférieure à celle entre la buse du pistolet de pulvérisation et l'opérateur. Dans le cas contraire, c'est l'opérateur qui recevra le produit pulvérisé : il deviendra tout jaune après l'application du pénétrant fluorescent et tout blanc après l'application du révélateur sec. De nombreux opérateurs qui utilisent pour la première fois la pulvérisation électrostatique se font ainsi surprendre ! Une bonne leçon, non oubliée pour les applications suivantes !

De même, la distance entre la buse du pistolet de pulvérisation et la surface de la pièce doit être inférieure à celle entre la buse du pistolet de pulvérisation et les parois métalliques, sinon ce sont les parois qui seront revêtues de pénétrant ou de révélateur.

6.5- QUALITÉ DE L'AIR COMPRIMÉ

La propreté et la siccité de l'air comprimé doivent être vérifiées, ce qui nécessite de purger régulièrement les déshuileurs, les filtres à air, etc.

La présence d'humidité dans l'air comprimé est mal comprise de nombreux opérateurs. En effet, toute installation d'air comprimé comprend un assécheur en sortie de compresseur. Il est recommandé d'installer un autre assécheur, juste en amont du point d'utilisation, garantissant d'obtenir un point de rosée de au moins - 20 °C, à défaut de - 40 °C. L'assécheur doit être entretenu conformément aux instructions du fabricant !

Note : Le point de rosée est la température à laquelle une quantité donnée d'air humide doit être refroidie, à une pression barométrique constante, pour que la vapeur d'eau se condense en eau. L'eau condensée s'appelle la rosée. Le point de rosée est une température de saturation.

Le point de rosée est en étroite relation avec l'humidité relative de l'air (ou degré d'hygrométrie). Une humidité relative élevée signifie que le point de rosée est proche de la température actuelle de l'air. Une humidité relative de 100 % signifie que le point de rosée est égal à la température actuelle et que l'air est saturé en eau. Lorsque le point de rosée reste à la même température alors que la température de l'air augmente, cela entraîne une baisse de l'humidité relative.

L'air comprimé, brutalement détendu de 600 kPa, la pression du réseau, à environ 30 kPa, pour pousser le révélateur en poudre, se refroidit énormément, ce qui entraîne la condensation d'humidité sur la poudre, entre autres, si l'air n'est pas assez sec : d'où l'exigence du point de rosée à - 20 °C, et même, si possible, à - 40 °C.

6.6- VÉRIFICATION D'EFFICACITÉ ÉLECTROSTATIQUE

Certaines spécifications, telles que celle d'AIRBUS, stipulent d'effectuer journalièrement un contrôle de la performance du revêtement obtenu avec les pistolets de pulvérisation électrostatique du pénétrant et du révélateur.

6.7- NETTOYAGE DU MATÉRIEL

Le nettoyage du matériel ne doit pas être effectué lorsque le matériel est sous tension. Décharger la tension du système.

Utiliser des produits de nettoyage selon les recommandations du fournisseur de matériel.

6.8- ENTRETIEN DU MATÉRIEL DE PULVÉRISATION

Le bon état du matériel de pulvérisation doit être vérifié tous les jours. Toute pièce usagée ou endommagée doit être remplacée sans délai.

Se conformer aux prescriptions du fournisseur de matériel concernant les procédures de nettoyage du matériel de pulvérisation.

6.9- ENTRETIEN DE LA CABINE DE PULVÉRISATION

La cabine de pulvérisation doit être maintenue propre et débarrassée de tout déchet (papiers, chiffons, etc.).

7- HYGIÈNE ET SÉCURITÉ

L'opérateur doit se conformer :

- À la réglementation en vigueur applicable en ce qui concerne la sécurité (incendie, électricité, etc.),
- Aux règles d'hygiène et de sécurité prescrites dans les fiches de données de sécurité (FDS), mises à jour régulièrement par le fournisseur, relatives aux produits de ressuage utilisés.

Il faut porter une attention particulière au port de masques respiratoires par les opérateurs et à la bonne ventilation de la cabine d'application des produits de ressuage pour éviter l'accumulation de vapeurs.

L'utilisateur doit se reporter au manuel d'instruction relatif à l'équipement utilisé pour s'assurer de sa compatibilité avec le produit à pulvériser, en ce qui concerne le point d'éclair minimum et la concentration maximale en solvant organique du produit à pulvériser.

Cette affirmation avait été lancée en partant du principe que les gouttelettes de pénétrant, chargées négativement au contact de l'électrode du pistolet, sont attirées sur la surface de la pièce mise à la terre, en raison du champ électrostatique qui règne entre l'électrode du pistolet et la surface de la pièce. Leur vitesse, de même que leur énergie cinétique, augmentent en s'approchant de la surface de la pièce. De ce fait, le résultat était une pénétration prétendument plus rapide du pénétrant dans les discontinuités.

C'était une idée fausse.

En effet, les gouttelettes de pénétrant arrivant à la surface de la pièce perdent, de toute manière, leur charge électrique : le pénétrant, quelle que soit sa technique d'application, s'introduit dans les discontinuités uniquement par capillarité.

DEUXIÈME IDÉE FAUSSE : LA PULVÉRISATION ÉLECTROSTATIQUE PERMET D'ACCROÎTRE LA SENSIBILITÉ DE DÉTECTION

Un autre avantage, attribué à la pulvérisation électrostatique, est de permettre d'appliquer une couche plus faible de pénétrant sur la surface de la pièce à contrôler que toute autre technique d'application. De ce fait, la consommation de pénétrant diminuerait ⁽²⁾. C'est vrai.

Une autre affirmation est que le pénétrant appliqué en couche mince s'évapore plus facilement, ce qui augmente la concentration des colorants dans la discontinuité, de sorte que lors de l'examen, une indication très faible peut devenir un « peu moins faible » et, par conséquent, être mise en évidence avec une probabilité de détection plus élevée.

Évidemment, c'est également une idée fausse, de nos jours.

En effet, les pénétrants actuels ont un point d'éclair (en vase clos Pensky-Martens) supérieur à 93 °C et leur tension de vapeur, extrêmement faible, est d'environ 0,002 kPa à 20 °C, 0,009 kPa à 38 °C et 0,022 kPa à 50 °C.

Les anciens pénétrants, dont le point d'éclair était de l'ordre de 70 °C, avaient une tension de vapeur légèrement plus élevée, de l'ordre de 0,035 kPa à 20 °C.

Par conséquent, dans des conditions normales d'utilisation, aux températures habituelles comprises entre 10 et 50 °C, même si une faible évaporation se produisait, elle s'effectuerait en surface et non à l'intérieur des discontinuités. De ce fait, son effet serait tout à fait négligeable, d'autant plus que la durée de pénétration est généralement de l'ordre de 10 à 60 minutes ⁽³⁾.

CONCLUSION

Toute affirmation peut être trompeuse. Nous devons nous méfier.

En cas de doute, mieux vaut donc consulter un Expert en ressuage qui sera en mesure de rétablir la vérité, le cas échéant en s'appuyant sur les propriétés physiques et chimiques fondamentales des produits de ressuage.

Références

⁽¹⁾ Pierre CHEMIN et Patrick DUBOSC, *Historique du ressuage*.

(2) Pierre CHEMIN et Patrick DUBOSC, *L'arroseur arrosé*.

(3) Patrick DUBOSC et Pierre CHEMIN, *Application du pénétrant : pourquoi est-il capital « d'éviter l'accumulation » et « d'effectuer l'égouttage » du pénétrant ?*