

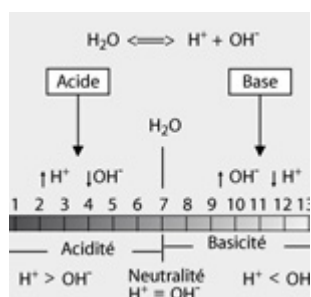
Extract of 3ATP.ORG : site pour la promotion du métier de restaurateur de tableaux

<http://www.3atp.org/Nouvelle-technique-de-nettoyage>

Cours de restauration : technique de restauration
esthétique : le nettoyage

Nouvelles techniques de nettoyage des peintures

- Articles - Le métier : technique -



Publication date: jeudi 14 mars 2013

Description:

Étude des solvants et techniques de nettoyage des surface peintes

Copyright © 3ATP.ORG : site pour la promotion du métier de restaurateur
de tableaux - Tous droits réservés

Afin de palier aux inconvénients des méthodes de nettoyage que nous connaissons, nécessitant l'utilisation de produits corrosifs (pour la peinture), toxiques (pour le restaurateur), et souvent peu contrôlables de part leur rétention et leur volatilité, Richard Wolbers (chimiste à l'Université Delaware USA) a entrepris un travail de recherches et d'expérimentation pour l'Institut Getty au début des années 1980. A partir de 1991, Poalo Cremonesi (chimiste, biochimiste, restaurateur et enseignant) a entrepris les mêmes recherches pour l'Opificio delle pietre dure de Florence.

Introduction

Ces recherches ont abouti à une nouvelle méthode de travail par l'utilisation de "gels de nettoyage". En effet, nous ne sommes pas sans savoir qu'en utilisant des produits liquides (eau, solvants), ces fluides pénètrent rapidement dans les sous-couches (porosité naturelle, craquelures...) et peuvent entraîner des actions invisibles (et donc incontrôlables) dans les sous-couches de la peinture (gonflements, ramollissements, sensibilisations à moyen et longs termes). En pratiquant les nettoyages à l'aide de ces gels, on peut donc palier aux problèmes classiquement rencontrés et trouver de nombreux avantages :

1. Diminution du pouvoir pénétrant d'un liquide ou d'une solution,
2. Action strictement superficielle sans effets secondaires dans les sous-couches,
3. Amélioration du pouvoir mouillant d'un solvant ou d'une solution,
4. Action sélective : localisation très précise de l'action,
5. Limitation des risques d'auréoles périphériques et de coulures incontrôlées,
6. Ralentissement de l'évaporation d'un liquide ou d'une solution,
7. Facilité de travail en 3D (sculptures, moulages...), sur les peintures murales et les grands formats in-situ,
8. Possibilité d'éviter au maximum les dégagements mécaniques (scalpel) dangereux pour la CP,
9. Amélioration de la miscibilité : permet de mélanger des composants qui sinon ne pourraient pas l'être

Le problème posé par ces expérimentations était de savoir si les résidus laissés en surface pouvaient modifier à terme la constitution des couches picturales et si leur réversibilité était toujours effective malgré leur encapsulation dans les vernissages ultérieurs des oeuvres. Ce n'est qu'à l'automne 2000 que la publication des résultats issus des examens de ces résidus sur des oeuvres nettoyées à base de ces gels furent publiés. Les oeuvres nettoyées au milieu des années 1980, sur lesquelles des prélèvements ont été effectués, puis soumis à des tests de vieillissement prématurés (rayonnements d'UV et action de différents gaz polluants) ont permis d'affirmer qu'après plusieurs décennies, les résidus étaient quasiment insignifiants, toujours réversibles dans les vernis et n'avaient modifié en rien la constitution picturale.

I - L'eau

L'eau : H₂O (1 atome d'Oxygène + 2 atomes d'Hydrogène) peut déclencher des actions physiques sur des matériaux solides.

Ex : le sucre et le sel : dissolution simple de ces derniers dans l'eau et des actions chimiques par ionisation

(gonflement et solubilisation) de matériaux polarisables

Ex : en restauration les protéines (gélatines/colles animales, caséine, blanc d'oeuf) et les polysaccharides (amidon, cellulose, gommés arabiques) tant acides que basiques.

Nota : la cire n'est pas polarisable

Expérimentation : Temps de rétention et d'évaporation moyen de l'eau sur une peinture (cf Masschelein Kleiner IRPA : Echantillon sur un tableau de 1873) :

Toile de lin, préparation grasse, bleu cobalt, vernis damar :

- 100% à Temps 0
- 75% de rétention à 1 heure
- 5% à 1h20mn
- 0% à 12h

Les éventuels dégâts consécutifs aux dégâts des eaux sont donc manifestes, à 75%, dans la 1ère heure qui suit l'apport d'humidité (direct ou indirect). D'où l'importance de tests d'humidité dans le diagnostic et l'observation des conséquences éventuelles dans les premières heures du test. L'eau est donc redoutable, non pas à cause de sa rétention, relativement limitée dans le temps, mais à cause des interactions qui peuvent être très dangereuses sur les matériaux constitutifs de oeuvres peintes (encollages, préparations maigres, toiles réactives et/ou au tissage trop serré).

CONTRE INDICATIONS concernant l'utilisation de l'eau :

- Faible pouvoir mouillant sur certaines superficies (cires, acryliques...)
- Fort pouvoir pénétrant sur matériaux poreux (chancis, microcraquelures...)
- Déformations de certaines toiles (coton...)
- Gonflement de certaines préparations (argile, gypse...)
- Pouvoir solvant sur certains matériaux hydrophiles (colles animales...)

- Possibilité d'entraîner des variations dimensionnelles des supports bois
- Peut favoriser l'apparition de biodétériogènes (bactéries, champignons...)
- L'utilisation de l'eau doit être donc justifiée avant toute intervention (cf cours sur le diagnostic)

SOLUTION :

Utiliser l'H₂O sous forme de gel pour limiter les interactions éventuelles, localiser l'action de surface et aussi pour tous travaux d'accès difficiles (sculptures, murs peints, plafonds) de très grands formats (sur lesquels on ne peut que travailler verticalement), et sur les oeuvres contemporaines aux empâtements ou superpositions de matériaux très particuliers (collages...).

II - Le milieu aqueux

a) Acides et bases

L'échelle de Ph (Potentiel Hydrogène) va de 0 à 14.

- L'eau pure (désionisée), qui sert de référence, a un Ph de 7 (neutre)
- Acide de 0 à 7 : Ex : l'acide acétique (vinaigre) Ph 4,75
- Basique de 7 à 14 : Ex : l'alcali ou l'ammoniaque pur Ph 11,3, le décon Ph 13

Tous les matériaux naturels (protéines : colles animales, oeuf, caséines, scories... / polysaccharides : farines, gommes végétales / hydrocarbures : résines naturelles et huiles) deviennent en vieillissant plus acides (< 7) ce qui provoque :

- **L'oxydation**
La formation de groupes carboxyliques acides). Cette même oxydation provoque le jaunissement, le

roussissement, le brunissement des résines composantes de vernis et la modification chromatique de certains pigments originaux ainsi que celle des (anciennes retouches, repeints et surpeints). Cette oxydation conjuguée à l'action de l'air et de la lumière, entraînera donc le constat que : la surface du tableau sera plus acide que l'intérieur.

- **Le nettoyage**

Pour sensibiliser la surface acide, on va donc chercher à provoquer une réaction physique (gonflement ou dissolution) du matériau oxydé (verniss, surpeints, pollution grasse acide...). On utilisera donc une base (Ph supérieur à 7) pour attaquer les liaisons acides et provoquer ainsi une réaction moléculaire. Si le résultat est souvent probant en surface, les couches internes risquent d'être modifiées également (alors qu'elles ne devraient pas être atteinte car peu ou pas oxydées) ce qui peut provoquer un gonflement non contrôlé et le risque immédiat d'usures de la couche picturale alors des usures !!!

Utilisation des produits fonction du Ph

Huiles :

Donc, si on utilise un produit à Ph supérieur à 8,5, on a un risque (d'autant plus grand que la peinture est jeune) de faire gonfler (donc d'user) le film de peinture.

L'huile, + hydrophyle (affinités avec l'eau) que la résine des vernis (hydrophobe) commence son gonflement à partir de Ph 8,5 (huile jeune).

Toujours travailler dans le domaine du Ph entre 5 et 9 (minimum et maximum) de manière à réduire le plus possible les interactions sur les éléments constitutifs de la peinture.

Vernis :

Résine végétale (damar, mastic, copal) + eau : pas de gonflement mécanique mais (ionisation) chimique d'environ 50% des molécules : microfissuration, chancis, délamination ou formation de sels (blooming)

Peintures murales :

Sur les peintures murales, les fonds sont principalement composés de Carbonate de Calcium (CaCO_3). Ce dernier dans l'eau donne un acide : l'acide carbonique. On travaillera donc dans une zone de sécurité plus basique : Ph 6,5 à 10,5 maximum.

b) Méthodes pour le contrôle du Ph

1 - Dilution avec eau

Pas facilement contrôlable car le Ph fonctionne sur une échelle logarithmique : ajout d'un 0 à chaque graduation.

Exemples :

- Ph 7 neutre (eau pure)
- Ph 6 : 10 fois plus acide
- Ph 5 : 100 fois plus acide
- PH 4 : 1000 fois plus acide etc...
- Ph 8 : 10 fois plus basique
- Ph 9 : 100 fois plus basique
- Ph 10 : 1000 plus etc...

2 - Utiliser des " substances tampon " ou " buffers " pour préparer des solutions acides ou basiques.

Définition : La solution tampon a un Ph qui reste fixe même si on ajoute (en petites quantités), un acide, une base ou de l'eau. Ces solutions tampons permettront également une action stable et constante des produits actifs.

Ex : avec certains produits, on a une action instantanée très rapide suivie d'un décroissement très rapide de l'action engagée. Si on utilise une solution active tamponnée, on aura alors une action stable et constante.

Ex. : ammoniac

Nota : toujours rincer (neutraliser) avec de l'eau déminéralisée pour ramener le Ph de surface à 7.

Solutions tampons vendues dans le commerce toutes prêtes se mélangent entre elles pour obtenir le Ph désiré

4 Buffers : 5,5 / 6,5 / 7,5 / 8,5

Variation de 0,5 maximum 5 à 9

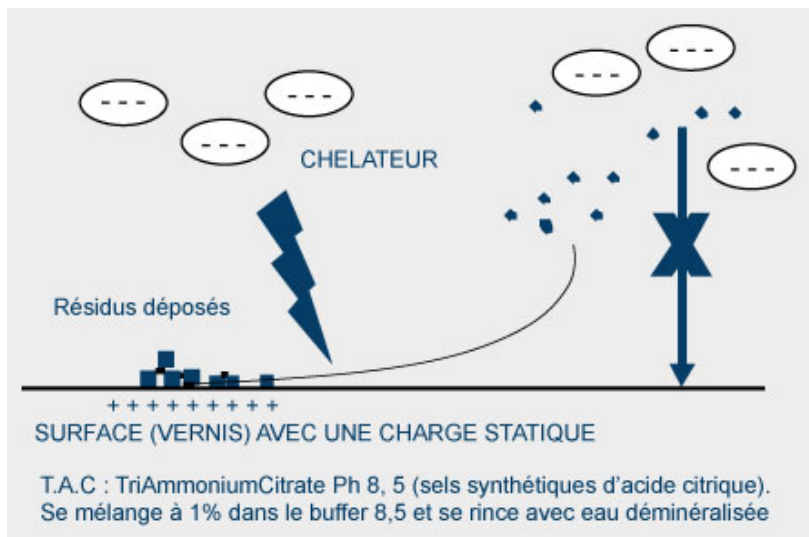
Ph 4 / 7 / 10

Pour réduire le coût : On peut les fabriquer soi-même :

Attention : respecter exactement les dosages sinon modification du Ph !

Préparer à l'avance :

- La solution basique (cf NaOH : hydroxyde de Sodium / soude caustique Ph 14) 100 d'eau pure + 4 gr de NaOH : Ph 13.5
- La solution acide (cf HCl : acide chlorydrique Ph 0.3) 15 ml d'eau pure + 1ml de Hcl : pH 0.5



Préparer 4 solutions-tampon de Ph différents : 5,5 / 6,5 / 7,5 / 8,5 (cf zone de sécurité)

- **Ph 5,5 et 7,5**

2 solutions à base de Bis-Tris (pur : Ph 5,5) - 1,1 gr / 100 ml d'H₂O : on obtient alors un Ph de (5,5)
Ajouter ensuite, goutte à goutte, la solution acide pour obtenir le Ph souhaité : Buffer 6,5

- **Ph 7,5 et 8,5**

2 solutions à base de Tris (pur : Ph 8,5) - 0,6 gr / 100 mL d'H₂O : on obtient alors un Ph de 8,5 à 9 max :
Ajouter goutte à goutte la solution acide pour obtenir le Ph souhaité : 7,5

On pourra donc utiliser ces Buffers pour les nettoyages (décrassages et dévernissages) sans risque pour la C.P.
5,5 / 6,5 / 7,5 / 8,5

Nota : Si l'oeuvre est vernie (surface légèrement acide et hydrophobe), travailler de 7 à 5,5 maximum
Si l'oeuvre n'est pas vernie (surface poreuse), travailler de 7,5 à 9 maximum. Attendre 1h30 avant un deuxième passage (cf évaporation de l'H₂O).

On peut ajouter à ces solutions tampons un agent "chélatant". Le "chélateur" (- Chel / pince - en grec) va enrober les dépôts de surface et les garder dans ses particules (cf eaux dermatologiques nettoyantes). Effet "antiredéposition".

Autre mécanisme pour expliquer l'action nettoyante.

Les chélates peuvent agir comme des agents anti-statiques, permettant le détachement de particules de salissure et empêchant leur redéposition à la surface

III - Les agents gélifiants

Les gels aqueux :

- Les éthers de cellulose (Methylan, Tylose, Klucel, Natrosol, Culminal...)
- L'acide polyacrylique (Carbopol, Ultrez...)
- L'agarose (Agar-Agar)

a) - Les éthers de cellulose

De Ph neutre (7), produisent un gel de moyenne viscosité (dosage 4 à 5 gr de poudre dans 100 ml d'eau).

Klucel (hydxypropylcellulose) : a le meilleur vieillissement : pas de jaunissement, peu hygroscopique après séchage, peu de résidus, pas de biodétérioration et le plus stable dans le temps (recommandé par Crémonési).

Nota : peut également être utilisé en vernis isolant (0,5à 1% dans eau) sur CP poreuse (attention aux sous-couches !!!) cf Crémonesi, et comme adhésif /consolidant par le revers (5% dans éthanol).

Ethylcellulose (EC) / Tylose, / Méthylcellulose (colles à papier peint), ont une moins bonne conservation (liquéfaction possible par développement de bactéries), un léger jaunissement et laissent des résidus plus important. Nécessaire pourtant pour la mise en suspension de mélanges de solvants contenant plus de 30 % de solvants peu polaires (cétones : MEK, esters : éthyle lactate, hydrocarbures aliphatiques : W.S,ligroïne).

b) - L'acide polyacrylique : Carbopol ou Ultrez 10 à 21

Solution acide qui doit s'utiliser avec une base tensio-active (Ethomeen) pour obtenir une forme gel (réaction acido-basique). 10 fois plus épaississantes que le Klucel (faible quantité pour même consistance), moins adhésives sur la surface. Utilisé dans les tests du Getty et sert à l'élaboration de la méthode des "Solvants gels de Richard Wolbers". Mais il peut laisser des résidus acides en surface (normalement détruits par les UV).

c) - L'agarose et l' Agar-Agar :

Polysaccharide de structure complexe extrait d'algues Rhodophyceae

Poudre blanche de nature basique (Ph 9)

Produit coûteux si pur (agarose) ou contenant des impuretés (agaropectine dans Agar-Agar)

Nouvelles techniques de nettoyage des peintures

Grande faculté de capillarité mais difficile à préparer (2gr / 100ml d'eau chaude à 80°. Tenir au chaud 15mn, laisser refroidir pour utilisation à 35°). Se conserve quelques semaines au frigo dans récipient hermétique propre.

Conclusion : Le Klucel est le meilleur agent gélifiant neutre actuel.

A ces gels, on peut rajouter un tensio-actif (à la goutte : fiel de boeuf, ethomeen, New Des...) pour favoriser l'application et l'homogénéité de travail de surface).

Nota : Les Buffers pourront être utilisés sous forme de gel : verser progressivement le Klucel (5 gr) dans la solution (100ml) en fouettant. Laisser gonfler 20/30 mn (densité moutarde).

Gels 5,5 / 6,5 / 7,5 et 9 (vérifier avec le Ph mètre/papier si nécessaire)

Nota : Ces gels se posent au coton ou au pinceau, s'essuient à sec et se neutralisent avec de l'eau déminéralisée pour ramener la surface à Ph 7.

Il n'y a pas vraiment de gravité de laisser une solution acide < 7 en action (sauf carbonate de calcium), par contre ne jamais laisser une solution basique trop longtemps appliqué à la surface car risque de formation de sels (blooming) pour deux raisons :

1. Dans la confrontation avec des surfaces hydrophobes (cires naturelles ou synthétiques, vernis maté par la cire, résines vinyliques...), les solutions ou gels aqueux n'auront qu'une action limitée (sensibilisation d'environ 50 % des molécules / blooming / pelage du vernis...) et le résultat d'un nettoyage aqueux ne sera pas homogène.
2. Dans le cas de surface trop sensible au milieu aqueux (dorure, carbonate de calcium) l'utilisation d'une solution ou d'un gel aqueux se révélera dangereuse car entraînera la destruction de la feuille d'or microporeuse (par gonflement du gros blanc ou du bol d'arménie argileux).

Pour ces cas, on se tournera vers des émulsions grasses, qui permettront une véritable "osmose" [1] avec les matériaux concernés (gras/gras), en réduisant au maximum l'apport d'eau. On cherchera à procréer une sorte de « maillage » en améliorant le contact de surface, permettant le nettoyage de surfaces grasses sans danger pour elles mêmes.

IV - Recettes

a) La Pappina Fiorentina

Recette ancestrale de l'école de Florence (Italie), à base de cire d'abeille

- 500 gr de cire d'abeille blanchie
- 750 ml d'eau distillée
- 1,2 gr d'acide stéarique

Au bain marie faire fondre la cire, émulsionner avec l'eau distillée chaude et l'acide stéarique, battre jusqu'à émulsion complète.

Nota : on y rajoute 12 ml d'ammoniaque à 30 % pour obtenir une action basique. Laisser refroidir. Se conserve dans récipient hermétique.

Avantage : légèrement basique, en bonne compatibilité avec les cires naturelles et les vernis durs (mastics, copal...), bonne conservation.

Inconvénients : complexe à préparer, opaque et coloré, odorant

b) L'émulsion grasse synthétique (dispersion) " la mayonnaise " (cf T.P.)

- 10 ml d'H₂O
- 4 mL de Tween 20 (tensio-actif) à mélanger simplement ; puis ajouter, tout doucement, petit à petit :
- 90 ml de white spirit ou d'essence de pétrole désaromatisée (- toxique) ou de ligroïne.

Verser très progressivement, tout en fouettant (appareil à pile, jamais électrique (risque d'explosion !))
Plus l'agitation est rapide, plus on augmente la densité : consistance mayonnaise

Se conserve longtemps dans récipient fermé, à température ambiante (si le flacon reste ouvert, remontée de solvant à la surface, il suffit de remélanger vigoureusement).

A cette émulsion grasse, on peut ajouter des acides (acétique / vinaigre blanc) ou une base (T.E.A/TriEthanolAmine) pour préciser l'action désirée selon le matériau à attaquer.

Action : poser (pinceau) / laisser agir (secondes, minutes) / essuyer a sec (coton) / rincer au W.S.

V - Les solvants organiques volatils

a) Considération sur leur toxicité

Tableau de toxicité des solvants (cliquer pour ouvrir le tableau)

Liste des phases de risque (phrases R)

R1 Explosif à l'état sec

R2 Risque d'explosion par le choc, la friction, le feu ou d'autres sources d'ignition

R3 Grand risque d'explosion par le choc, la friction, le feu

ou d'autres sources d'ignition

R4 Forme des composés métalliques explosifs très sensible

R5 Danger d'explosion sous l'action de la chaleur

R6 Danger d'explosion en contact ou sans contact avec

l'air

R7 Peut provoquer un incendie

R8 Favorise l'inflammation des matières combustibles

R9 Peut exploser en mélange avec des matières combustibles

R10 Inflammable

R11 Facilement inflammable

R12 Extrêmement inflammable

R14 Réagit violemment au contact de l'eau

R15 Au contact de l'eau, dégage des gaz extrêmement

inflammables

R16 Peut exploser en mélange avec des substances comburantes

R17 Spontanément inflammable à l'air

R18 Lors de l'utilisation, formation possible de mélange

vapeur/air inflammable/explosif

R19 Peut former des peroxydes explosifs

R20 Nocif par inhalation

R21 Nocif par contact avec la peau

R22 Nocif en cas d'ingestion

R23 Toxique par inhalation

R24 Toxique par contact avec la peau

R25 Toxique en cas d'ingestion

R26 Très toxique par inhalation

R27 Très toxique par contact avec la peau

R28 Très toxique en cas d'ingestion

R28 Au contact de l'eau, dégage des gaz toxiques

R30 Peut devenir facilement inflammable pendant l'utilisation

R31 Au contact d'un acide, dégage un gaz toxique

R32 Au contact d'un acide, dégage un gaz très toxique

R33 Danger d'effets cumulatifs

Nouvelles techniques de nettoyage des peintures

R34 Provoque des brûlures
R35 Provoque de graves brûlures
R36 Irritant pour les yeux
R37 Irritant pour les voies respiratoires
R38 Irritant pour la peau
R38 Danger d'effets irréversibles très graves
R40 Possibilité d'effets irréversibles
R41 Risques de lésions oculaires graves
R42 Peut entraîner une sensibilisation par inhalation
R43 Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau
R44 Risque d'explosion si chauffé en ambiance confinée
R45 Peut provoquer le cancer
R46 Peut provoquer des altérations génétiques héréditaires
R48 Risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée
R48 Peut provoquer le cancer par inhalation
R50 Très toxique pour les organismes aquatiques
R51 Toxique pour les organismes aquatiques
R52 Nocif pour les organismes aquatiques
R53 Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique
R54 Toxique pour la flore
R55 Toxique pour la faune
R56 Toxique pour les organismes du sol
R57 Toxique pour les abeilles
R58 Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement
R58 Dangereux pour la couche d'ozone
R60 Peut altérer la fertilité
R61 Risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant
R62 Risque possible d'altération de la fertilité
R63 Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant
R64 Risque possible pour les bébés nourris au lait maternel

Liste des conseils de prudence (Phrases S)

S1 Conserver sous clé
S2 Conserver hors de la portée des enfants
S3 Conserver dans un endroit frais
S4 Conserver à l'écart de tout local d'habitation
S5 Conserver sous...(liquide approprié à spécifier par le fabricant)
S6 Conserver sous...(gaz inerte à spécifier par le fabricant)
S7 Conserver le récipient bien fermé
S8 Conserver le récipient à l'abri de l'humidité
S9 Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé
S12 Ne pas fermer hermétiquement le récipient
S13 Conserver à l'écart des aliments et boissons, y compris ceux pour animaux
S14 Conserver à l'écart des... (matières incompatibles à indiquer par le fabricant)
S15 Conserver à l'écart de la chaleur
S16 Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles
Ne pas fumer
S17 Tenir à l'écart des matières combustibles
S18 Manipuler et ouvrir le récipient avec prudence
S20 Ne pas manger et ne pas boire pendant l'utilisation
S21 Ne pas fumer pendant l'utilisation
S22 Ne pas respirer les poussières
S23 Ne pas respirer les gaz/vapeurs/fumées/aérosols [terme(s) approprié(s) à indiquer par le fabricant]
S24 Eviter le contact avec la peau
S25 Eviter le contact avec les yeux
S26 En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste
S27 Enlever immédiatement tout vêtement souillé ou éclaboussé
S28 Après contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec ... (produits appropriés à indiquer par le fabricant)
S29 Ne pas jeter les résidus à l'égout
S30 Ne jamais verser de l'eau dans ce produit
S33 Eviter l'accumulation de charges électrostatiques
S34 Ne se débarrasser de ce produit et de son récipient qu'en prenant toutes précautions d'usage
S36 Porter un vêtement de protection approprié
S37 Porter des gants appropriés
S38 En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié

S39 Porter un appareil de protection des yeux/du visage

S40 Pour nettoyer le sol ou les objets souillés par ce produit utiliser... (à préciser par le fabricant)

S41 En cas d'incendit et/ou d'explosion ne pas respirer les fumées

S42 Pendant les fumigations/pulvérisations porter un appareil respiratoire appropriés [terme(s) approprié(s) à indiquer par le fabricant]

S43 En cas d'incendie utiliser...(moyens d'extinction à préciser par le fabricant. Si l'eau augmente les risques, ajouter : " ne jamais utiliser d'eau ")

S45 En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette)

S46 En cas d'ingestion, consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette

S47 Conserver à une température ne dépassant pas... x°C(à préciser par le fabricant)

S48 Maintenir humide avec (moyen approprié à préciser par le fabricant)

S49 Conserver uniquement dans le récipient d'origine

S50 Ne pas mélanger avec...(à spécifier par le fabricant)

S51 Utiliser seulement dans des zones bien ventilées

S52 Ne pas utiliser sur de grandes surfaces dans les locaux habités

S53 Eviter l'exposition se procurer des instructions spéciales avant utilisation

S56 Eliminer ce produit et son récipient dans un centre de collecte des déchets dangereux ou spéciaux

S57 Utiliser un récipient approprié pour éviter toute contamination du milieu ambiant

S59 Consulter le fabricant/fournisseur pour des informations relatives à la récupération et au recyclage

S60 Eliminer le produit et son récipient comme un déchet dangereux

S61 Eviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité

S62 En cas d'ingestion ne pas faire vomir : consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette.

Solvants les moins toxiques		
Solvant	Limite d'exposition	
ppm	mg/m3	
Méthanol	200 SK	260 SK
Éthanol	1000	1900
n-Propanol	200 SK	500 SK
Isopropanol	400	980
sec-Butanol	100	305
Isoamyl Alcool	100	360
Acétone	250	590
Ethylméthylcétone	200	590
Diéthylcétone	200	705
Isopropylméthylcétone	200	705
n-Amylméthylcétone	100	465
Méthyl Acétate	200	610
Éthyl acétate	400	1400
n-Propyl Acétate	200	840
Isopropylacétate	250	950
n-Butyle acétate	150	710
sec-Butylacétate	200	950
Isobutylacétate	150	700
n-Amyle Acétate	100	525
sec-Amyle Acétate	125	650
Isoamylacétate	100	525
Térébenthine	100	560
Toluène	100	375
Xylène	100	435
Cyclohexane	300	1050
Hexanes (isomère)	100	350
Solvants les plus toxiques		

Solvant	Limite d'exposition	
ppm	mg/m ³	
n-Butanol	50 C SK	150 SK
Isobutanol	50	150
Diacétone alcool	50	240
Dipropylcétone	50	235
Butyléthylcétone	50	230
Méthylisobutylcétone	50	205
Diisobutylcétone	25	150
Mineral Spirit	100	360
n-Hexane	250	590
n-Heptane	200	590
Amoniac (gas)	25	18

2 risques d'utilisation :

- Contact cutané (liquide)
- Inhalation des vapeurs (volatilité / gaz)

Mesures de sécurité :

- Utilisation de bâtonnets
- Masque et ventilation

Le risque majeur qui concerne les restaurateurs est dû à l'inhalation. Les mesures de contrôle sanitaire et médicaux sont inexistant chez les indépendants, c'est donc au restaurateur lui-même de veiller à prendre toutes les mesures de sécurité pour lui et son entourage (ex : travail à son domicile). Dans un futur assez proche, l'utilisation, dans l'industrie et la vente dans le commerce seront de plus en plus réglementées (cf Europe), les solvants considérés comme les plus dangereux seront proscrits (ex : peintures industrielles à l'eau (acryliques) et plus d'aromatiques).

On peut donc, dès aujourd'hui se tourner vers le choix des solvants les moins toxiques :

Il faut se référer aux listes établies pour les chimistes qui calculent les ppm (parties par million), correspondant à la limite d'exposition recommandée : concentration moyenne de vapeur de solvant dans l'air à ne pas dépasser pour une semaine de travail (40 h).

- Ppm supérieur à 100 : solvant moins toxique
Utilisation fréquente avec, au minimum, une bonne ventilation
- Ppm de 10 à 100 : solvant toxique

Nouvelles techniques de nettoyage des peintures

Utilisation occasionnelle, en petite quantité, avec masque à cartouches et ventilation

- Ppm inférieur à 10 : solvant très toxique / cancérigène
Grand risque même avec une quantité minimale !!!
- Ex : éthanol plutôt qu'alcool à brûlée/ M.E.K plutôt qu'acétone / Ligoïne (ether de pétrole) plutôt que W.S etc...

Nota : toutefois, certains solvants considérés comme dangereux sont incontournables pour certaines actions

Ex : pour la dilution des résines naturelles (damar) seule l'essence de térébenthine fonctionne pas d'alternative !!!.

Danger : forte toxicité mutagène suspectée (mutagénicité) : altération chromosomique héréditaire !

Donc, aujourd'hui, le choix se portera plutôt sur l'utilisation de vernis aux résines synthétiques (Regalrez) diluée dans la ligoïne (éther de pétrole).

b) Différentes résines entrant dans la confection des vernis pour tableaux

Résines naturelles (cliquer pour ouvrir le tableau)

Nom	Résine Mastic	Résine Dammar
Origine	Végétale, Ile Chios, depuis l'antiquité. Ref. bibliographiques dès le XII ^e siècle	Végétale, Malaisie (Asie du Sud-est) dès 1820
Présentation	Larmes jaunes transparentes	Cristaux translucides jaunes à ambrés avec inclusion d'impuretés (qualité de A à H : grosseur et puretés)
Diluant	Essence de térébenthine rectifiée	Essence de térébenthine rectifiée
Mode de préparation	10 à 20% de résine sèche (en poids) à froid	10 à 20% de résine sèche (en poids) à froid, filtrer les impuretés

Nouvelles techniques de nettoyage des peintures

Adjuvant	Huile de lin siccativ (sels de plomb), cire d'abeille, colorant	Huile de lin siccativ (sels de plomb), cire d'abeille, colorant
Tps de séchage	De 8 heures à 8 jours	De 8 heures à 8 jours
Indice de réfraction	Très brillant	Très brillant
Vieillesse ment	Sensible à la chaleur (ramolissement à 35°), friable (farinage), craquèle, crevasse rayable, jaunissement à roussissement. Couteux	Film dur et sensible à la chaleur (ramolissement à 60°), craquèle, jaunissement selon coloration original. Bon marché.
Réversibilité	3A, 2A, Alcool	2A à 3A

Résines synthétiques

Nom	Paraloïde B72	Régalez 1126	Laropal A 81	Isolating Varnish BEVA
Origine	Acrylique depuis les années 80		Urée-aldéhydes	Ethyl Vynil acétate

Nouvelles techniques de nettoyage des peintures

Présentation	Billes transparentes	Prêt à l'emploi : Gloss ou Matt Base de 15% de résine sèche.	Lentilles blanchâtre	Prêt à l'emploi
Diluant	Diacétone alcool	Essence de pétrole	White Spirit 90% cyclohexane + 10% toluène	Alcool, acétone, toluène éther
Préparation	10 à 20% de résine sèche (en volume)	On peut mélanger les 2 poyurs pour un aspect satiné	Dilution à froid	En pulvérisation
Adjuvant	Silices (satiné de Sennelier)	Cire cosmoloïde, silices, Kraton (UV) et Tinuvin (stabilisant)	Cire cosmoloïde, silices, Tinuvin (stabilisant)	Aucun
Séchage	De 2 à 10 heures	De 30 mn à 6 heures	6 à 10 heures	Quelques minutes à 2 heures
Réfraction	Très brillant	Bon nivelage de la CC, film dur et solide, ramolis-sement à 95°, bonne barrière aux UV, haute stabilité. Très grande réversibilité (att.	Très brillant	Très mate

ragréage mastic
W.S.). Couteux.

Nouvelles techniques de nettoyage des peintures

Vieillissement	Film dur et souple, très protecteur, réversibilité moyenne. Résistance à la chaleur : 80°. Bon marché	White spirit à 2l	Excellent pouvoir nivellant, ramolissement à 80° haute résistance au jaunissement, très réversible.	À n'utiliser qu'en intermédiaire. Compatible avec toutes les résines
Réversibilité	2 à 3A		White spirit à 2l	3A doux à fort, 2a, toluène

c) Nouveaux solvants

Ligroïne : Mélange de différents hydrocarbures. Remplaçant du White Spirit.

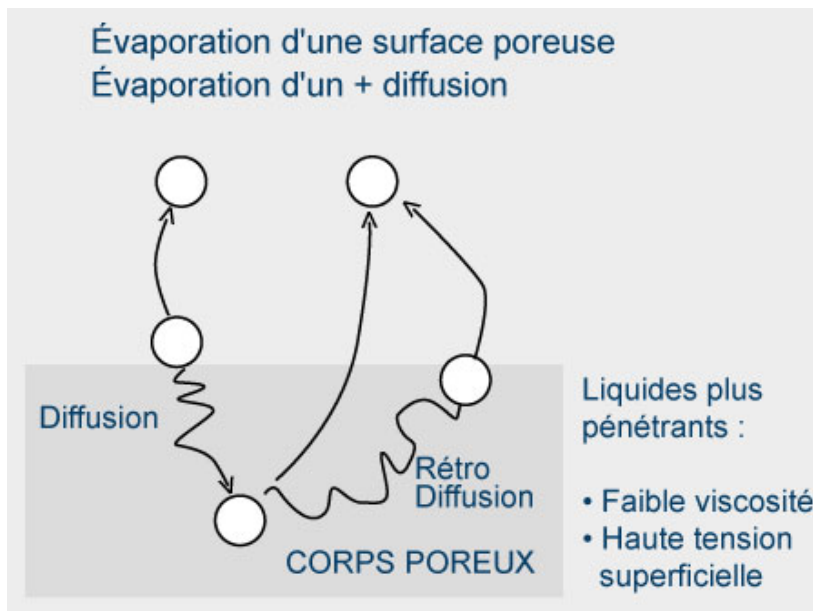
Ethyle lactate : solvant " écologique ". Famille Ester/Alcool. Polaire. Peu volatil. Ce dernier remplacera avantageusement le diacétone alcool (ppm 50 !) dans la dilution du paraloïd (médium pour la retouche). Paraloïd 20/ Ethyle Lactate 70 / M.E.K 10

Nota : Le mélange E.L 80 /M.E.K 20 (E.L.M ?) pouvant servir pour les allègements, dévernissages, régénération des vernis durs et la sensibilisation de repeints anciens...

Dyméthylsulfoxyde (D.M.S.O) : alternative au D.M.F car moins toxique mais rétention beaucoup plus longue (résidus de 50 % à 5 jours au lieu de 12h).

Ethyle Acétate : à utiliser pour réduire l'action du DMSO (5/10/20) à la place du toluène.

VI - Application sur un corps poreux



Définition

Solvant organique volatil : liquide se transformant en vapeur dans l'atmosphère.

Quand on applique un solvant organique volatil sur un corps poreux, on peut constater un processus en 3 étapes :

1. pénétration (et 1ère évaporation d'un certain pourcentage)
2. diffusion (pores, micro-craquelures et craquelures)
3. évaporation et solubilisation d'une partie de la CP

Nota : Plus la température ambiante sera élevée et plus l'évaporation sera rapide. Plus le liquide est fluide et plus il "mouillera" la surface (cf tension superficielle) en s'étalant. Il aura donc une faible diffusion interne. Plus le solvant sera visqueux, moins il s'étalera mais plus il pénétrera : profonde diffusion et longue rétention.

a) Choix d'utilisation de solvants " neutres "

Ces derniers sont préférables car ils ont une action physique - limitée entre les molécules- et seront donc moins agressifs que des solvants acides ou (basiques). Ils ne modifieront pas l'organisation des molécules et ne risqueront donc pas d'entraîner des ruptures adhésives ou des modifications pigmentaires.

- Alcools (éthanol dénaturé 95°...)
- Cétones (M.E.K...)
- Esters (Ethyle Acétate)
- Hydrocarbures (Ligroïne)

En utilisant, pour le nettoyage, ces solvants (purs ou en mélanges) on provoquera donc un gonflement des résines qui permettront un allègement progressif des vernis oxydés et des surpeints récents.

On va donc utiliser des solvants appropriés (stables et faiblement toxiques) pour préparer un certain nombre de mélanges.

Nota : avec ces solvants, on peut attaquer la plus grande majorité des matériaux filmogènes naturels, mais parfois ces solvants ont une action insuffisante sur certains matériaux très résistants (non réversibles). On devra donc se tourner vers l'utilisation de solvants plus corrosifs.

b) Les Solvants dipolaires aprotiques

Ces solvants vont avoir une action chimique. Ils vont pouvoir :

- Rompre les liaisons protéiniques (tempéra : gélatine, caséïne, oeuf...), les polysaccharides (amidon, cellulose, gommés...), matériaux insensibles aux solvants neutres.
- Dissoudre les huiles réticulées (par la présence de fer ou d'aluminium dans certains pigments) ou plus anciennes (de moins en moins sensibles aux solvants neutres).

Famille des amides : Formamide, Diméthylformamide, Diméthylsulfoxyde (le moins toxique donc préférable).

Mais attention, ces solvants sont parmi les plus toxiques et ils ont un temps de rétention très long !!!

DMF : évaporation partielle 50% à 12h. 40% à 15h. et à 95% à 40 jours, le DMSO à 60 jours !!!

DMSO : moins toxique mais plus dangereux pour l'oeuvre !

On évitera donc d'utiliser ces solvants purs mais on les diluera avec le solvant polaire neutre très volatil le plus approprié : l'Ethyle Acétate.

Cf : l'azéotropie (faculté d'un solvant à favoriser l'évaporation d'un autre).

Attention : plus on mélange de solvants et plus les proportions doivent être rigoureuses sinon on perd l'azéotropie (3 solvants max.).

Nota : on les utilisera plutôt sous forme gélifiée. Le rinçage se faisant systématiquement avec de l'Ethyle Acétate (2 ou 3 fois).

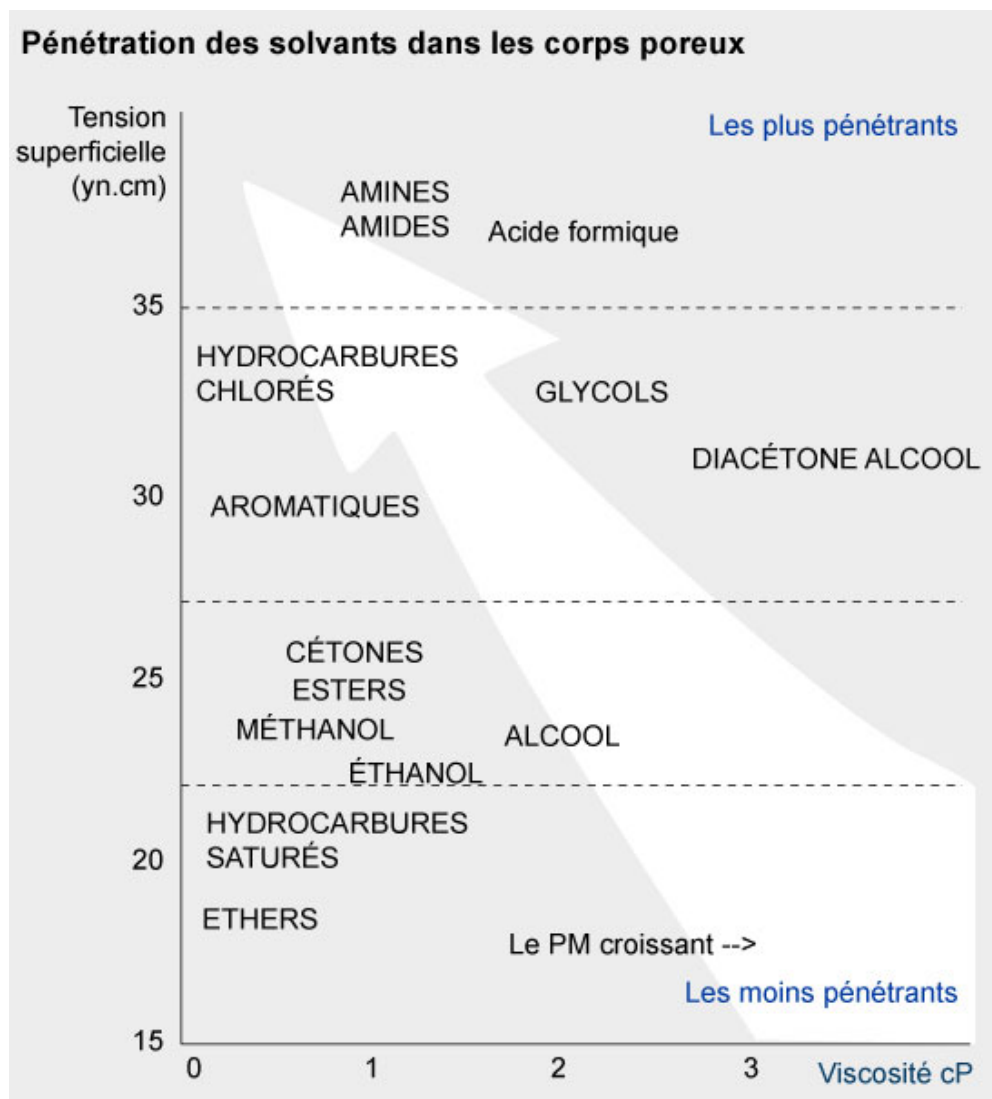
c) - Les solvants acides ou basiques

En dernier recours, il reste la gamme de solvants acides ou basiques. Ces derniers ne sont pas à prendre en considération mais il faut néanmoins les citer pour des cas extrêmes. Ils sont trop toxiques (pour les restaurateurs) et trop corrosifs pour les oeuvres d'art.

- **Solvants acides** : acide formique et acide acétique glacial (pur)
- **Solvants basiques ou alcalins** : Pyridine et n-Butylamine

Il sera toujours plus prudent de les utiliser en dilution dans l'eau (attention aux projections éventuelles lors de la

préparation des mélanges !!!)

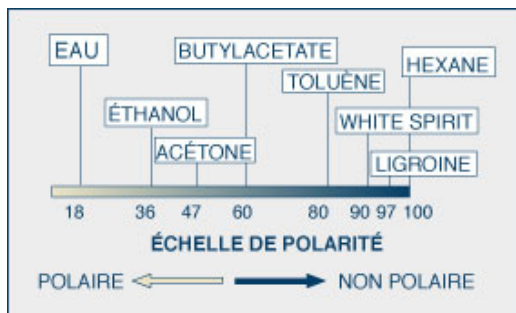


<object classid='clsid:d27cdb6e-ae6d-11cf-96b8-444553540000'
codebase='http://fpdownload.macromedia.com/pub/shockwave/cabs/flash/swflash.cab#version=6,0,0,0' width='670'
height='460'> <param name='class' value='' /><param name='largeur' value='670' /> <!--[if !IE]> «--» <param
name='class' value='' /><param name='largeur' value='670' /> <!--» <![endif]--»

Courbes de rétention des solvants

Cocher les cases pour voir apparaître les courbes

VII - Solubilité des solvants



La mesure des paramètres de solubilité des solvants

a) - La polarité / Définition / Schéma

Dans le choix du solvant destiné à une action sur une résine, les paramètres les plus importants sont ceux qui définissent la polarité.

La Polarité peut être exprimée par la valeur Fd.

Mr Teas a pu établir différents paramètres (forces) caractérisant les solvants :

- **Les forces polaires** : Fp (liaisons plus polaires)
- **Les liaisons hydrogènes** : Fh
- **Les forces non polaires** : Fd (liaisons moins polaires)

Nota : polarité : une liaison entre 2 atomes est polaire si la répartition des électrons qui participent à la liaison n'est pas équitable entre les atomes. Il y a alors un site électrostatiquement légèrement négatif et un site légèrement positif. Ces sites peuvent alors agir par attraction ou répulsion électrostatique.

Chaque force pouvant se situer sur une échelle de 1 à 100. Selon son barème, on peut donc placer les solvants à l'intérieur du Triangle.

Nouvelles techniques de nettoyage des peintures

On a pû ainsi établir une prévision de zones de solubilité des substances filmogènes naturelles (résines, vernis, huiles...) et faire une sélection des solvants appropriés en choisissant le moins toxique dans une même zone. Pour des raisons de sécurité, les solvants appliqués doivent être exclusivement choisis parmi ceux listés dans la table suivantes.

<dl class='spip_document_93 spip_documents spip_documents_right' style='float:right;'>

Exemple de l'éthanol Fd = 36 / Fp = 18 / Fh =46 soit Fh = 100-36-18=46

Raisons de sécurité

Solvant	Fd	Fp	Fh	N°
Solvants les moins toxiques (rel>100ppm) - utilisation quotidienne				
Ligroïne	97	2	1	1
Cyclohexane	94	2	4	2
n-Butyle Acétate	60	13	27	3
n-Propyle Acétate	57	15	28	4
Diéthylcétone	56	27	17	5
Méthyléthylcétone`	53	30	17	6
Éthyle Acétate	51	18	31	7
Acétone	47	32	21	8
Méthyle Acétate	45	36	19	9
n-Propanol	40	15	44	10
Isopropanol	38	17	45	11
Éthanol	36	18	46	12

Nouvelles techniques de nettoyage des peintures

Solvants toxiques (rel 10-100ppm) - utilisation occasionnelle				
Minéral Spirits	90	4	6	13
Toluène	80	7	13	14
Térébenthine	77	18	5	15
Limonène	75	20	5	16
Isoamylacétate	60	12	28	17
Isobutylméthylcétone	58	22	20	18
Alcool benzylique	48	16	36	19
Diacétone alcool	45	24	31	20
Éthyl Lactate	44	21	35	21
n-Butanol	43	15	42	22

Détermination expérimentale de la zone de solubilité d'un matériel solide, (Ex : Gomme - Laque)

Un certain nombre de solvants totaux et partiels sont appliqués sur le matériel. En unissant les différents points (Solvants et partiels) On détermine la zone de solubilité.

<object classid='clsid:d27cdb6e-ae6d-11cf-96b8-444553540000'
codebase='http://fpdownload.macromedia.com/pub/shockwave/cabs/flash/swflash.cab#version=6,0,0,0' width='680'
height='530'> <param name='class' value='' /><param name='largeur' value='680' /> <!--[if !IE]> «--» <param
name='class' value='' /><param name='largeur' value='680' /> <!--» <![endif]-->
Pour voir l'emplacement d'un solvant, passer sur son nom

VIII - Le nettoyage

Travaux Pratiques : Allègements, Dévernissage, Dégagements de repeints...

Les tests de solubilité : (solvants toujours présentés du plus faible au plus fort)

a) Les solvants fluides

1 - Solvants neutres : L / LA1 à LA9 / A / LE1 à LE9 / AE1 à AE3 /

Mélange	% Volume	Paramètre de Solubilité				
			Éthanol	Fd	Fp	Fh
N	Ligroïne	Acétone				
L	100	0		97	2	1
LA1	90	10		92	5	3
LA2	80	20		87	8	5
LA3	70	30		82	11	7
LA4	60	40		77	14	9
LA5	50	50		72	17	11
LA6	40	60		67	20	13
LA7	30	70		62	23	15
LA8	20	80		57	26	17
LA9	10	90		52	29	19
A	0	100		47	32	21
LE1	90		10	91	4	5
LE2	80		20	85	5	10
LE3	70		30	79	7	14

Nouvelles techniques de nettoyage des peintures

LE4	60		40	73	8	19
LE5	50		50	87	10	23
LE6	40		60	60	12	28
LE7	30		70	54	13	33
LE8	20		80	48	15	37
LE9	10		90	42	16	42
E			100	36	18	46
AE1		75	25	44	29	27
AE2		50	50	42	25	35
AE3		25	75	39	21	40

On peut ajouter à cette liste :

3A doux : Ligoïne 50 / Acétone (MEK) 25 / Ethanol 25 : LAE doux

3 A fort : Ligoïne 33 / Acétone (MEK) 33 / Ethanol 33 : LAE fort

ELM80 : Ethyl lactate / 80 / M.E.K. 20

2 - Décapants :

Ethyle Acétate / DMSO

DMSO 5 : 95/5

DMSO 10 : 90/10

DMSO 20 : 80/20

DMSO 30 : 70/30

DMSO 50 : 50/50 : de façon occasionnelle seulement car blanchiment de surface (condensation et dissolution partielle de la couche superficielle (évaporation trop rapide des résidus sensibilisés).

b) Les solvants gels

Tous ces solvants et mélanges de solvants peuvent être utilisés sous forme de gels. L'épaississant variera en fonction de la polarité des solvants ou des mélanges de solvants.

Nouvelles techniques de nettoyage des peintures

Les polaires : dans le klucel (de 2 à 10g / 100 ml) :

- Ethanol
- DMSO
- Ethyl lactate
- Et tous les mélanges contenant plus de 25 % de ces solvants

Rinçage : solvant polaire le plus volatil (jamais d'hydrocarbure (W.S ou ligroïne) pur qui risquerait de faire pénétrer au lieu d'évaporer. Utiliser Ethyle Acétate ou LA5 ou LE2.

Les solvants moins polaires : dans l'Ethylcellulose (EC) (de 2 à 10g / 100 ml)

- Cétones (MEK)
- Esters (ethyle acétate)
- Hydrocarbures aromatiques (W.S,ligroïne)
- Et tous les mélanges contenant plus de 25 % de ces solvants

Ex : DMSO/Ethyle Acétate : DMSO inférieur à 35% utiliser l'EC (éthyle cellulose)

Rinçage : hydrocarbures (W.S ou ligroïne)

Le carbopol (épaississant) + l'ethomeen C-12 ou C-25 (tensio-actif renforçant l'action du solvant) choisi en fonction de la polarité.

C-25 : solvants polaires

C-12 : solvants moins polaires

Solvants polaires	Solvants moins polaires
<p>- 20 ml Ethomeen C-25 - 2 gr Carbopol - 10-15 ml d'eau - 100 ml de solvant ou mélange de solvant</p> <p>Rinçage : Hydrocarbures (ligroïne)</p>	<p>- 20 ml Ethomeen C-12 - 2 gr Carbopol - Quelques gouttes (1,5 ml) d'eau - 100 ml de solvant ou mélange de solvant</p> <p>Rinçages : MEK 50 / ligroïne 50 % : LA5 Ethanol 20/ligroïne 80 % : LE2 Ethyle Acétate</p>

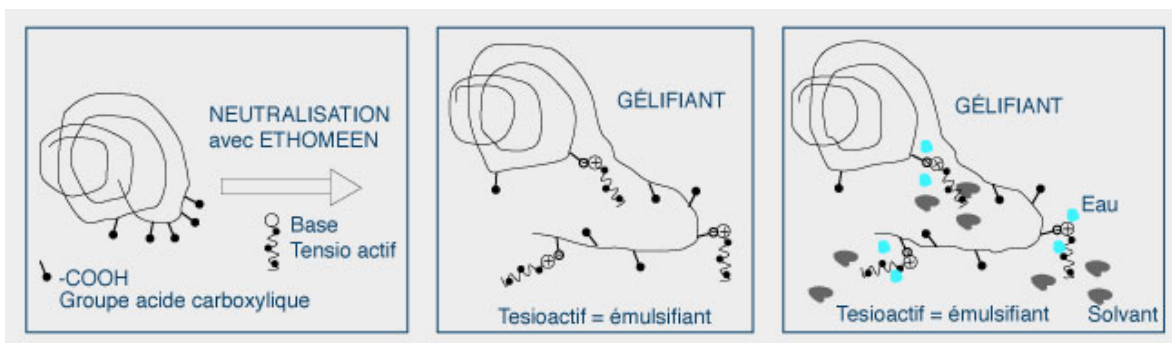
Fabrication :

Verser le carbopol dans l'ethomeen puis l'eau (respecter scrupuleusement les proportions),

Nouvelles techniques de nettoyage des peintures

Mélanger (idéal au mélangeur) jusqu'à épaissement (quelques mn).

Quand on observe l'épaississement, verser progressivement le(s) solvant(s) et continuer de mélanger pour obtenir la consistance désirée.



```
<!-- var CollapsiblePanel1 = new Spry.Widget.CollapsiblePanel("CollapsiblePanel1"); var CollapsiblePanel2 = new Spry.Widget.CollapsiblePanel("CollapsiblePanel2"); var CollapsiblePanel3 = new Spry.Widget.CollapsiblePanel("CollapsiblePanel3"); //-->
```

[1] Osmose : phénomène physique dû aux différences de pression par les différences de concentrations.