



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Campagne 2009

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CRDP Aquitaine

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

Expertise (7 points)

Un de vos clients, spécialisé dans la fabrication de panneaux métalliques pour le bâtiment, vous fait une réclamation sur les peintures que vous lui avez fournies.

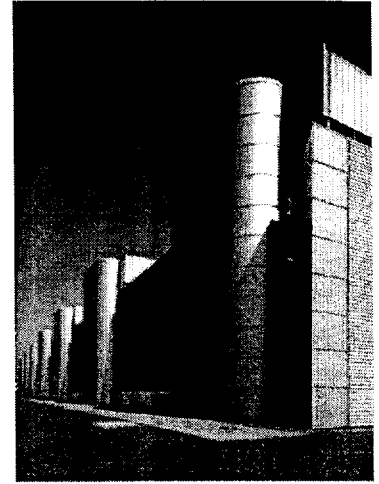
Il a en effet constaté que le système coil-coating appliqué sur des tôles en acier présente les défauts suivants :

Tenue insuffisante à la corrosion

Manque d'adhérence

Modification de teinte au bout d'un an

Le système est composé d'un primaire époxy, d'épaisseur 15 μm et d'une finition polyester d'épaisseur 20 μm . Les deux couches sont réticulées par cuisson au four à 190°C.



1) Quelles peuvent-être les origines d'une mauvaise tenue à la corrosion ? **(2 points)**

- Préparation du support insuffisante : phosphatation
- Humidité présente dans le film : pb de perméabilité ?
- Film insuffisamment protecteur
- Epaisseurs non respectées
- Cuisson insuffisante

2) De la même manière, donner différentes causes possibles d'un manque d'adhérence. **(1 point)**

- Préparation du support
- Conditions de séchage : époxy trop, ou pas assez réticulée (changement des températures de cuisson entre primaire et finition)

3) Quelle grandeur mesure-t-on pour évaluer la modification de la teinte du revêtement ? Comment peut-on tester la tenue extérieure du revêtement ? **(1 point)**

- Ecart colorimétrique ΔE
- Vieillissement accéléré (ex : sites d'exposition en Floride ...), xenotest, ...

4) Pour chaque défaut, indiquer vos démarches, notamment les informations que vous devrez recueillir auprès du fournisseur des panneaux. **(2 points)**

- Corrosion : vérifier que l'acier a bien été phosphaté, dégraissé, nettoyé ; demander dans quelles conditions (humidité, T°) le revêtement a été appliqué ; tester la peinture sur des éprouvettes en acier phosphaté : test au BS
- Manque d'adhérence : les conditions de séchage sont-elles bien celles qui sont préconisées ? Le revêtement appliqué est-il bien celui qui a été fourni ?

- Modification de teinte : la finition a-t-elle été modifiée ? A-t-on utilisé une qualité pour l'extérieur ? A-t-on utilisé des pigments stables en température (cuisson) ? Démarche : vieillissement UV sur la finition fournie.

- 5) Quelles solutions le fournisseur des panneaux pourra-t-il mettre en œuvre pour corriger ces problèmes ? **(1 point)**

Après amélioration du traitement de surface, application d'une époxy adaptée, au besoin en modifiant le durcisseur et les conditions de réticulation, et application d'une finition polyester contenant des absorbants UV.

Préconisation (8 points)

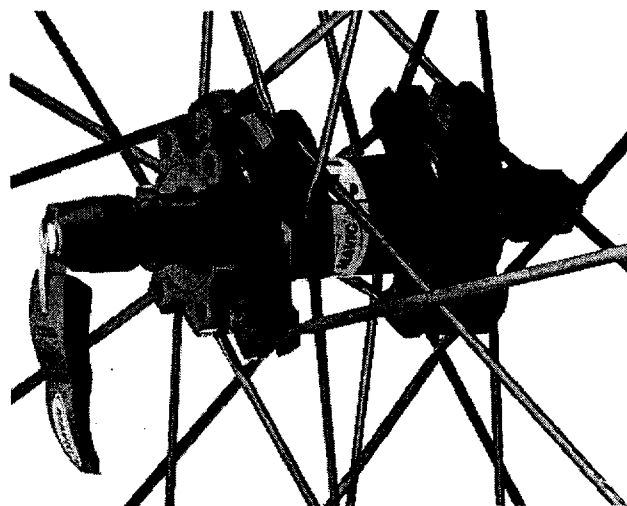
La société fabricant de peintures industrielles, dans laquelle vous travaillez, souhaite s'implanter dans le domaine du sport et loisir.

Quelques contacts ont été pris dans ce sens par les technico-commerciaux de l'entreprise, en particulier auprès de la Société MAVIC (fabricant de roues de vélos principalement).

Pour les roues de « Vélo Tout Terrain », un nouveau moyeu a été développé (pièce rouge brillante sur l'image ci-contre), et cela donne l'occasion à Mavic de vous tester sur la mise en peinture de cette pièce. La matière est de l'aluminium traité en surface, pour limiter la corrosion et faciliter l'adhérence des peintures.

Vous avez donc à conseiller Mavic sur le(ou les) revêtement(s) qui paraît(ssent) le mieux adapté(s) pour revêtir cette pièce.

- 1) Lors de cette préconisation, vous aurez à bâtir un **cahier des charges succinct** des principales contraintes que ce type de pièce est amené à subir.



(3 points)

CdC :

- Aspect
 - Résistance aux chocs et à l'abrasion
 - Tenue à la rayure
 - Tenue extérieure (UV, humidité...)
 - Adhérence
 - ...
- 2) Votre préconisation devra mentionner : **le type de peinture, son mode d'application, son mode de séchage et/ou réticulation**, avec comme objectifs principaux :
Etre le plus « écorespectueux » possible
Productivité importante
Grande qualité d'aspect

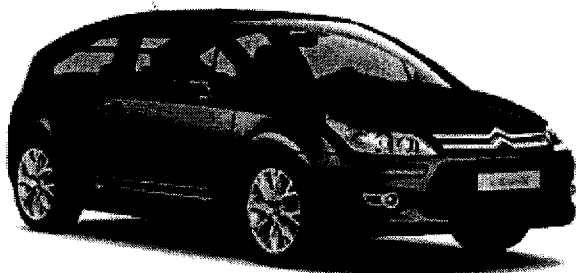
(5 points)

Type de peinture : poudre polyester ou PU, ou peinture liquide : PU2K ou PU four hydro ou acrylique four hydro

Mode d'application : pistoletage liquide ou poudre

Mode de séchage : si PU2K environ 30mn – 100°C, autres cas cuisson de 10mn – 180°C à 20mn – 160°C

Formulation (15 points)



Réalisez la formule à 1000g d'une finition **Acrylique / Polyester four monocomposante rouge vif satiné**, applicable sur carrosseries automobiles chez le constructeur (ce type de finition est systématiquement recouvert d'un vernis brillant).

- 1) Choisissez les matières premières les mieux adaptées à cette formulation, dans l'optique de peintures « écorespectueuses », figurant dans l'une des deux colonnes du tableau ci-dessous (les caractéristiques détaillées des matières premières sont données dans l'annexe 1). **(2 points)**

Nature de produit	Caractéristiques principales	
	Choix A	Choix B
Liant Acrylique carboxylé	65% ES dans acétate de butyle	45% ES dans l'eau
Liant Polyester carboxylé	75% ES dans xylène	Neutralisé à 50% ES dans eau 95 + DMEA 5
Liant mélamine isobutyliée	95% ES dans butanol	/
Liant Hexa Méthoxy Méthyl Mélamine		100% ES
Dispersant polymère	Coploymère bloqué dans mélange PMA/AB*	Coploymère bloqué dans eau
Antimousse	/	Acrylique non siliconé
Pigment Rouge Organique	/	Pérylène
Pigment Rouge Minéral	Chromate de Plomb	/
Pigment Violet Organique	Tétrachloro-thio-indigo	
Charge	BaSO ₄	
Charge	Talc	
Agent d'étalement	polysiloxane	polysiloxane
Eau	/	« solvant »
Dipropylène Glycol Mono Méthyl Ether	/	Coalescent
Toluène	Solvant	/
Xylène	Solvant	/
Solvant Naphta	Solvant	/
Epaississant	/	PU associatif

(* : PMA = acétate de méthoxy propyle, AB = acétate de butyle)

Choix B car phase aqueuse

- 2) Puis fixez les critères de CPV et ES vous paraissant les plus pertinents pour l'utilisation du revêtement, entre les deux possibilités ci-dessous :
- CPV=30%, ES 55%
 - CPV=60%, ES 60%

(pour information, la CPVC de ce mélange pigmentaire se situe aux environ de 48%)

Justifiez vos choix de matières premières et CPV.

(2 points + 11 points pour le tableau)

CPV = 30%, car sinon au-delà de la CPVC, d'où des performances insuffisantes ; également pour être satiné et non complètement mat.

	masses	pour 1000g
Acryl	105.01	386.65
Polyester	23.63	87.00
Mélamine	19.69	72.50
rouge orga	43.59	160.50
violet	0.87	3.21
baso4	21.80	80.25
talc	4.36	16.05
Mousse	1.36	5.00
Disper	4.94	18.20
Epais	1.36	5.00
Cosolvt	1.58	5.80
étalement	0.54	2.00
eau	42.87	157.84
total	271.60	1000.00

Matières Premières (15 points)

1) Les revêtements d'étanchéité pour les façades peuvent parfois poser des problèmes d'encrassement (4 points)

a) Quel est l'origine de ce défaut ? (2 points)

Pb de collant superficiel (tack) : le film, trop poisseux, capte les poussières.

b) Comment peut-on mesurer le degré d'encrassement d'un film en laboratoire ? (1 point)

Immersion dans une suspension de noir de carbone par exemple ; mesure de ΔE sur le film.

Eventuellement : mesure de tack (?)

2) Afin de comprendre l'influence du liant sur ce problème, on compare des liants acryliques purs, fréquemment utilisés pour ce type d'application

Les liants sont obtenus à partir des monomères suivants :

2-EHA = 2-éthyl hexyl acrylate

$T_g = -58^\circ\text{C}$

nBA = n-butyl acrylate

$T_g = -43^\circ\text{C}$

iBa = isobutyl acrylate

$T_g = -17^\circ\text{C}$

EA = Ethyl acrylate

$T_g = -8^\circ\text{C}$

MA = Méthyl acrylate

$T_g = +22^\circ\text{C}$

a) Parmi ceux-ci, lesquels pourraient apporter la plus grande élasticité au revêtement ? (2 points)
Tg les plus basses, mais trop faibles amènent du tack

b) Certains de ces liants apporteraient du « tack », que signifie ce terme ? (1 point)

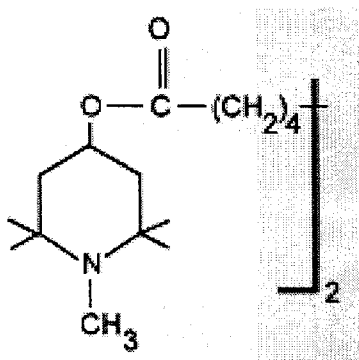
Tack = collant instantané (mesuré par une force d'arrachement, à partir d'éprouvettes encollées)

c) Précisez les liants susceptibles de poser un problème d'encrassement (justifiez votre réponse).
Ceux dont les Tg sont à -58 et -43°C (2 points)

d) On a, depuis quelques années, développé des liants élastomères réticulables en surface. Quel est leur intérêt dans le domaine de la façade ? (2 points)

Intérêt : filmification plus facile, possible sans agents de coalescence (T_g basse) ; bonne élasticité, et en même temps on évite le tack (réticulation en surface).

3) Un anti-UV dont la formule chimique figure ci-dessous, est fréquemment employé



a) Quelles familles d'anti-UV connaissez-vous ? **(1 point)**

Absorbant UV, capteur de radicaux libres

b) A quelle famille appartient celui-ci ? Détailler son mode d'action. **(2 points)**

HALS = capteur de radicaux libres, mécanisme : blocage des radicaux libres, par formation d'un radical stable, car encombré stériquement (mécanisme de régénérescence non demandé).

c) Quel est l'intérêt de cette famille d'anti-UV en formulation ? **(2 points)**

Avantages : protection du film contre le farinage ... (action en surface, contrairement aux absorbants UV)

Physico-chimie (15 points)

1) Dans la formulation (acrylique – polyester rouge vif satiné four monocomposante) que vous avez réalisée, figure un épaississant .

1.1. pourquoi prévoit-on un épaississant et que pourrait-il se passer si on n'en utilisait pas ?

coulure et sédimentation

(2 points)

1.2. quel est l'intérêt d'apporter de la viscosité à haut gradient de vitesse ?

garnissant et moins de risques de coulures

(1 point)

1.3. quel est l'intérêt d'apporter de la viscosité à bas gradient de vitesse ?

éviter la sédimentation en emballage et après dilution pour application, diminution des coulures

(1 point)

1.4. quel serait le meilleur profil rhéologique à obtenir dans ce cas ?

le plus adapté serait Newtonien

(1 point)

2) Quel est le rôle de l'agent dispersant dans cette peinture ? Quel est son mode d'action ?

(3 points)

L'agent dispersant permet d'améliorer la dispersion, de stabiliser la dispersion

Il comporte une partie ayant une affinité pour les pulvérulents et une partie ayant une affinité pour le milieu de dispersion. Dans les solvants, il agit principalement par encombrement stérique

Dans l'eau il agit principalement par répulsion ionique

3) Si la couleur finale n'est pas aussi vive que la couleur attendue, quelle peuvent en être les causes ? Quelles solutions peut-on envisager pour résoudre le problème ?

(4 points)

La couleur peut manquer de vivacité si

la quantité de pigment introduite est inférieure à la quantité souhaitée

la dispersion est mal réalisée

la « qualité » des pigments n'est pas conforme (taille, nature..)

solutions :

refabriquer : réajuster la quantité et ou la nature des pigments

Améliorer la dispersion (augmenter le temps, la viscosité, changer d'additifs...)

Ajouter la couleur par addition de pâte pigmentaire

- 4) Quel est le mode d'action de l'agent d'étalement ? Sur quelle caractéristique physicochimique influence-t-il ? **(3 points)**

Modification de l'interface liquide solide

La tension superficielle

ANNEXE 1

Nature de produit	Choix A	Choix B	Doses ou proportions
Liant Acrylique carboxylé	65% ES dans acétate de butyle Densité sec = 1.13	45% ES dans l'eau Densité sec = 1.08	60 % de la masse sèche de liant
Liant Polyester carboxylé	75% ES dans xylène Densité sec = 1.142	Neutralisé à 50% ES Densité sec = 1.18	15 % de la masse sèche de liant
Liant mélamine isobutylée	95% ES dans butanol Densité sec = 1.21	/	25 % de la masse sèche de liant
Liant Hexa Méthoxy Méthyl Mélamine		100% ES Densité = 1.213	25 % de la masse sèche de liant
Dispersant polymère	Copolymère bloqué dans mélange PMA/AB*	Copolymère bloqué dans eau	7% en masse sur pulvérulents en masse
Antimousse	/	Acrylique non siliconé	0.5% en masse sur total formule en masse
Pigment Rouge Organique	/	Pérylène Densité = 1.89	100 g
Pigment Rouge Minéral	Chromate de Plomb Densité = 4.50	/	100 g
Pigment Violet Organique	Tétrachloro-thio-indigo Densité = 2.05		2 g
Charge	BaSO ₄ Densité = 4.40		50 g
Charge	Talc Densité = 2.80		10 g
Agent d'étalement	polysiloxane	polysiloxane	0.2% en masse sur total formule en masse
Eau	/	« solvant »	QSP extrait sec
Dipropylène Glycol Mono Méthyl Ether	/	Coalescent	2% en masse sur total liants en masse
Toluène	Solvant	/	1
Xylène	Solvant	/	1
Solvant Naphta	Solvant	/	1
Epaississant	/	PU associatif	0.5% en masse sur total formule en masse

Tous les additifs seront considérés, pour des raisons de simplification de la formule, comme étant à 0% d'extrait sec, et densité = 1.

Coupages liants et pulvérulents exprimés en masses sèches.