



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.

Campagne 2010

# 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.**

## CORRIGE

### DOMINANTE "Peintures et encres"

#### I. Préconisation (sur 8 points)

Vous avez à proposer une solution complète pour le recouvrement de canettes de boisson en fer blanc.

1. Précisez les parties à recouvrir et les principales caractéristiques requises pour les différents revêtements. (2 points)

Deux faces à revêtir :

- Face intérieure : flexibilité, résistance chimique, protection anticorrosion, adhérence, pas de produits toxiques susceptibles d'être libérés, résistance à la stérilisation ...
- Face extérieure : flexibilité, adhérence, aspect (couleur, brillant ...), résistance à l'abrasion (transport), résistance aux rayonnements ...

2. Quels revêtements, selon vous, peut-on préconiser ?  
Votre proposition devra être la plus précise possible : (3 points)

Intérieur : vernis

Extérieur : base + vernis

Liants : Acétochlorures séchage air, phénoliques séchage four (durcisseur polyamine), acryliques thermodurcissables séchage four, polyesters séchage UV.

Autres paramètres de formulation : CPV de l'ordre de 20-25 % pour les revêtements opaques, utilisation d'inhibiteurs de corrosion, d'agents de tension ...

3. Indiquez les conditions de mise en œuvre de ces produits : préparation des surfaces, techniques d'application et de séchage. (3 points)

Préparation de surfaces : dégraissage, nettoyage, phosphatation / passivation, rinçages

Application : cylindres (pneumatique)

Séchage : selon le type de liant choisi.

#### II. Expertise (sur 7 points)

Un navire minéralier (transporteur de minerais divers), revient d'un aller-retour en Amérique du Sud, après avoir été récemment repeint sur toute la partie pont (partie supérieure) aux chantiers navals de Marseille.

De nombreuses zones présentent de la corrosion, en particulier sur les parties verticales des « coffrages » (quelques unes sont indiquées par une flèche sur la photo page suivante)

La corrosion s'exprime par des cloques, de tailles variables mais présentes pratiquement sur toutes les parois (largeurs côté mer et longueurs).

La partie plane du pont a été inspectée en intégralité, et on ne retrouve pas de traces de corrosion.

Quelles peuvent être les causes de ce problème important ? (3 points)

Motivez vos hypothèses et précisez comment les vérifier. (3 points)

Comment pourrait-on remédier au problème ? (1 point)

Le phénomène n'est pas généralisé sur toute la surface, donc peu probable que cela vienne de la peinture.

Donc causes possibles :

- Epaisseurs non conformes
- Nombre de couches non respecté
- Traitement de surface différent selon que l'on soit en partie verticale ou horizontale
- Mode d'applications différents selon vertical ou horizontal

Vérification des critères précédents : épaisseurs, coupes microscopiques, prélèvements de peintures décollées (+ analytique sur ces revêtements : IR, DSC...)

Remèdes :

- Décapage mécanique ou chimique des zones concernées
- Remise en peinture en respectant les protocoles préconisés

### III. Formulation (sur 15 points)

Vous avez à formuler une finition pastel satinée pour tous murs intérieurs de maison, y compris salles de bains et cuisines, pièces soumises à de fortes humidités et salissures fréquentes.

Les matières premières imposées sont celles figurant dans le tableau de l'annexe 1.

Votre seul choix « personnel » à motiver, concerne la CPV de cette formule. En effet vous devez décider parmi les deux propositions ci-dessous, laquelle est la mieux adaptée aux besoins techniques du revêtement, puis formuler à partir de ce choix :

- CPV de 28% et ES pondéral de 45%
- CPV de 59% et ES pondéral de 61%

Pour vous orienter dans ce choix, vous pouvez être amené à calculer la CPV Critique du mélange pigmentaire à partir des données du tableau en annexe 1 (densité de l'huile de lin = 0.935)

## ANNEXE 1

Nature de produit	Caractéristiques principales	Doses ou proportions
Dispersion Styène - Acrylique à haute Tg	45% ES dans l'eau Densité livraison = 1.03	■
Dispersion Polyuréthane	50% ES dans l'eau Densité livraison = 1.01	■
Dispersant	Solution d'un sel d'alkylammonium d'un polymère polyfonctionnel	0.5% en masse sur total des pulvérulents en masse
Antimousse	Acrylique non siliconé	0.5% en masse sur total formule en masse
TiO <sub>2</sub>	Densité = 4.10, prise d'huile = 20% en poids	■
Oxyde de fer jaune	Densité = 5.40, prise d'huile = 45ml/100g	■
Rouge organique	Densité = 1.89 Prise d'huile = 80ml/100g	■
CaCO <sub>3</sub> fin	Densité = 2.75, prise d'huile = 15% en poids	■
CaCO <sub>3</sub> moyen	Densité = 2.70, prise d'huile = 15% en poids	■
Eau	« solvant »	QSP extrait sec
Dipropylène Glycol Mono Méthyl Ether	Coalescent	3% en masse sur total liants en masse
Bactéricide	Protection en emballage	0.1% en masse sur total formule en masse
Fongicide - Algicide	Protection du feuil sec	0.3% en masse sur total formule en masse
Epaississant	PU associatif	1.2% en masse sur total formule en masse

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

(QSP = Quantité Suffisante Pour...)

CPVC = 57% (2 points)

CPV de 28% et ES pondéral de 45% (1 point)

Formule et calculs : (12 points)

	masse	densité	volume	%v	Vp	28,00	m p
TiO2	100,00	4,10	24,39	0,68681353	19,2307788		78,85
Ox fe J	0,50	5,40	0,09	0,00260735	0,07300573		0,39
Rouge orga	0,10	1,89	0,05	0,00148991	0,04171756		0,08
CaCO3 fin	20,00	2,75	7,27	0,20479531	5,73426858		15,77
CaCO3							
moy	10,00	2,70	3,70	0,10429391	2,92022937		7,88
P6	0,00	2,10	0,00	0	0		0,00
P7	0,00	2,80	0,00	0	0		0,00
P8	0,00	1,00	0,00	0	0		0,00
	130,60		35,51	1,00	28,00		102,97 mp

						72,00		
coupage	masse sec	densité sec	volume	%v	Vl	m sec	ES	m liv
Sty Acryl	80,00	1,07	74,84	0,79	57,05	60,99	0,45	135,53
PUD	20,00	1,02	19,61	0,21	14,95	15,25	0,50	30,49
LC	0,00	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00
LD	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00
LF	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00
	100,00		94,44	1,00	72,00	76,24		166,02

**Volatils totaux**

m sec totale	179,21
ES poids peint	0,45
m totale peinture	398,24

volatils totaux 219,03

Additifs	masses
mousse	1,99
disp	0,51
épai	4,78
coal	2,29
bact et fong	1,59
	11,17

**Solvants à rajouter**

(coupage)

total 118,08

Répartition par solvant		propor.
eau	118,08	1,00
S2	0,00	0,00
S3	0,00	0,00
S4	0,00	0,00
	118,08	1,00

F4	masses	pour 1000g
Sty Acryl	135,53	340,32
PUD	30,49	76,57
TiO <sub>2</sub>	78,85	197,99
Ox fe J	0,39	0,99
Rouge orga	0,08	0,20
CaCO <sub>3</sub> fin	15,77	39,60
CaCO <sub>3</sub> moy	7,88	19,80
mousse	1,99	5,00
disp	0,51	1,29
épai	4,78	12,00
coal	2,29	5,74
bact et fong	1,59	4,00
eau	118,08	296,50
total	<b>398,24</b>	<b>1000,00</b>

#### IV. Matières Premières (15 points)

1. Une acrylique a une Tg de 32°C et une TMFF de 27°C

1.1 Définir ces deux termes. (1 point)

Tg : température de transition vitreuse. Température au voisinage de laquelle un solide amorphe passe à l'état caoutchoutique.

TMFF : température minimale de formation du film. Température qui marque le début du ramollissement du polymère.

1.2.A partir de ces valeurs, que peut-on prévoir quant aux propriétés de la peinture et du film ? On se basera sur les points suivants : (2 points)

- Taux de COV  
TMF élevée : nécessité d'ajouter des agents de coalescence ⇒ COV élevé
- Résistance au blocking  
Bonne résistance au blocking
- Souplesse du film  
Film plutôt rigide
- Résistance à l'abrasion  
Bonne résistance à l'abrasion

1.3. La fiche technique mentionne également une excellente résistance aux alcalins.

Pour quelle raison recherche-t-on cette propriété ? (0.5 point)

Certains supports minéraux sont alcalins (ex : béton).

1.4.Certains liants résistent mal aux alcalins. Donner un exemple de famille chimique concernée par ce problème et nommer le phénomène qui apparaît. (1 point)

Famille des alkydes. Réaction de saponification

## 2. Polyuréthanes bicomposants.

2.1. Qu'appelle-t-on « pot life » des systèmes polyuréthanes bicomposants ? Expliquer.  
(1 point)

Temps maximum pour appliquer le produit : au-delà de cette limite, le produit durcit dans le pot et devient inapplicable.

2.2. Quelle doit-être la composition des deux composants ? On explicitera la nature chimique des liants utilisés (plusieurs solutions possibles).(1 point)

Base :

- Polyol
- Additifs
- Pigments, charges
- Solvants

Durcisseur : polyisocyanate + solvants

2.3. Indiquer trois propriétés du film sec lorsqu'on emploie ce type de produit  
(0.5 point)

Résistance mécanique (dureté, résistance à l'abrasion), souplesse, résistance chimique.

2.4. Indiquer deux utilisations possibles de ce produit.. (0.5 point)

Vernis pour parquets, peintures et vernis industrie, automobile ...

## 3. vernis photoréticulables

3.1. Qu'appelle-t-on vernis photoréticulable ? (0.5 point)

Vernis durcissant par réticulation en présence de rayonnements UV.

3.2. Donner quatre avantages de ce produit.(1 point)

Environnement (diluant réactif : pas d'émission de COV), rendement (meilleure conversion énergétique qu'avec l'énergie thermique), temps (durcissement rapide), propriétés du film (dureté...).

3.3. Donner deux utilisations possibles de ce produit.(1 point)

Vernis industrie (ex : CD, phares de voitures, sport ...), vernis automobile, vernis bois ...

3.4. Donner la réaction qui se produit lors du séchage d'un vernis photoréticulable. (1 point)

Polymérisation d'un oligomère : mécanisme radicalaire.

3.5. Quelles matières premières doit-on utiliser pour la formulation de ce type de vernis ? (1 point)

Oligomère, photoinitiateur, diluant réactif (facultatif).



4. Lors du stockage de cette formulation de peinture, quels sont les principaux facteurs favorables qui peuvent influencer le développement bactérien ? (1 point)

Réponse : la qualité de l'eau utilisée (eau distillée, eau du robinet, eau de « forage » ou de puits ...), la température, le pH, la présence ou l'absence d'air, la sensibilité des matières premières (dispersion de polymère, épaississant, tensio-actif, pigments et charges ...)

5. Si cette peinture est utilisée pour les murs d'une salle de bains sans fenêtre, quel est le risque principal au niveau développement des micro-organismes ? (1 point)  
Comment se traduit visuellement ce développement sur le film de peinture ?  
Quel additif permet de remédier à ce problème ?

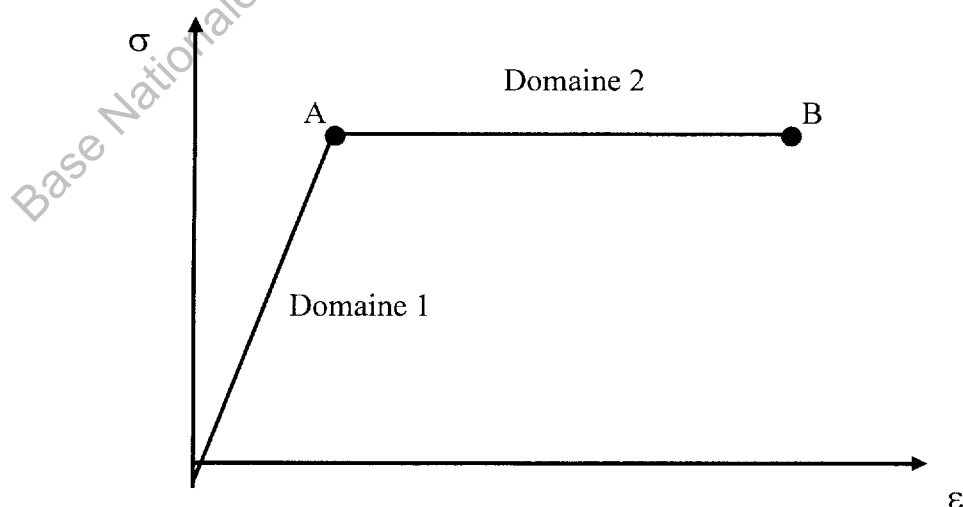
Réponse : développement de moisissures ou champignons (microscopiques)  
se traduit souvent par des tâches ou des zones noires  
additif remède : un fongicide

6. Si cette peinture est utilisée pour les murs extérieurs d'une maison située en bord de mer en Bretagne, quel est le risque principal au niveau développement des micro-organismes ? (1 point)  
Comment se traduit visuellement ce développement sur le film de peinture ?  
Quel additif permet de remédier à ce problème ?

Réponse : développement d'algues, souvent associé à des moisissures ou champignons (microscopiques)  
se traduit souvent par des tâches ou des zones vertes, brunes, noires, rouges ...  
additif remède : un algicide + un fongicide

## V. Physico-Chimie (15 points)

1. Pour étudier précisément les propriétés d'un film de peinture, il est possible de réaliser sur ce film un essai de traction : on obtient la courbe suivante :



1.1. Décrire brièvement un protocole, ainsi que le matériel utilisé pour obtenir une telle courbe. (1 point)

Application d'un film de peinture sur un support non adhérent (silicone), puis pelage du film. Utilisation d'une machine de traction.

1.2. Nommer et définir les grandeurs indiquées en abscisse et en ordonnée. (2 points)

$\sigma = F/S$  : Contrainte de tension

$\epsilon$  : Elongation (rapport de distances)

1.3. Nommer les points A et B, ainsi que les domaines 1 et 2. (2 points)

A : Limite d'élasticité

B : point de rupture

1 : domaine élastique

2 : domaine plastique

1.4. Définir de manière précise les expressions suivantes :

Matériau ductile, matériau rigide, matériau résistant.

(comportement en traction)

Ductile : élongation à la rupture élevée.

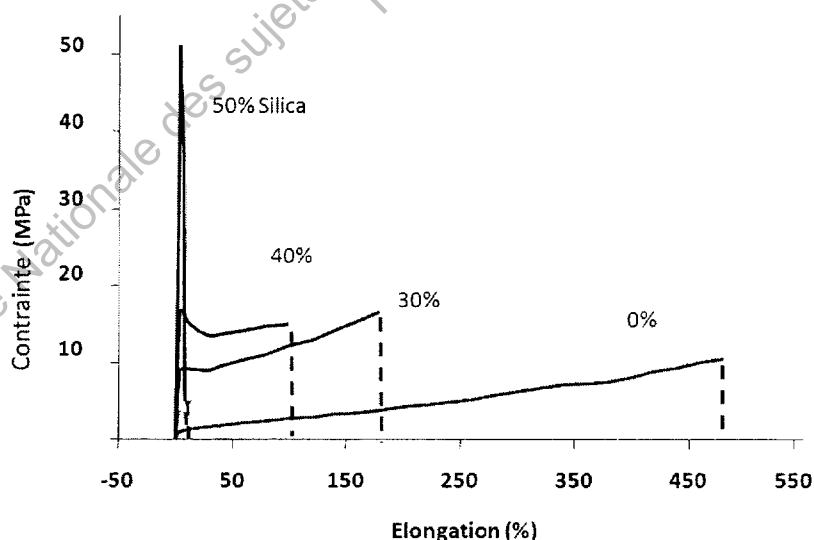
Rigide : module d'Young élevé.

Résistant : contrainte à la rupture élevée.

(3 points)

2. Les nanocomposites polymères permettent d'améliorer les propriétés mécaniques des films de peinture. Ce sont des polymères renforcés par des particules de silice de taille nanométrique

En réalisant des essais de traction sur différents nanocomposites, on observe les comportements suivants, en fonction du taux de silice :



Indiquer, en justifiant, comment les particules de silice modifient les propriétés suivantes du polymère : (3 points)

- Ductilité : diminution
- Souplesse : diminution
- Résistance : augmentation

3. Afin de corriger un problème de cordage, sur une peinture, on souhaite utiliser un additif thixotropant.

3.1. Qu'est-ce que la thixotropie ? Expliquer cette propriété à partir d'une interprétation microscopique. (1 point)

Thixotropie : viscosité dépendant du temps + phénomène réversible

3.2. Comment fonctionnent les additifs « thixotropants » ? (1 point)

Effet associant + formation de micelles

3.3. Fréquemment des utilisateurs de peintures disent : « ma peinture est thixo ! », en constatant que la viscosité chute lors de l'application. Cette observation est-elle suffisante pour qualifier le produit de thixotrope ? Expliquer. (1 point)

Non ! le + souvent rhéofluidification simple, par déstructuration du réseau « gélifié » indépendant du temps

3.4. Quel terme serait ici plus adapté ? (1 point)

Rhéofluidifiant

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel  
Parisau SUCRENA