Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BUT Chimie, veuillez visiter :
butchimie.fr/annales-sujets-et-corriges

BACHELOR UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

CHIMIE

ÉVALUATION DE LA COMPÉTENCE C3 : ÉLABORER DES MATÉRIAUX ET/OU DES PRODUITS FORMULÉS

SESSION 2026

Durée : 3 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
CHIMIE	3, INDICATIF

Moyens de calculs et matériel autorisés :

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14.

Les documents réponses en fin de sujet sont à rendre avec la copie.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : ATELIER FORMULAC, UNITÉ DE FORMULATION DE PEINTURES EN PHASE AQUEUSE, ZONE D'ACTIVITÉS DE VALENCE (DRÔME)

L'Atelier FormuLac doit mettre au point un lot de peinture intérieure mate en phase aqueuse destiné à un chantier de rénovation de locaux administratifs. Le client demande un lot conditionné de **500 kg**, applicable au rouleau, de teinte blanche, avec une bonne résistance au frottement humide et une faible émission de composés organiques volatils.

Le cahier des charges interne fixe une masse volumique de **1,35 kg/L ± 0,03 kg/L**, un pH compris entre **8,5 et 9,2**, une viscosité apparente comprise entre **2,0 et 3,0 Pa·s** selon la méthode interne fournie, une classe de résistance au frottement humide visée de **classe 2** selon le classement de l'EN 13300 et un brillant inférieur ou égal à **5 unités de brillant à 85°**. L'épaisseur humide de référence est de **150 µm**.

Les documents techniques du sujet définissent les données nécessaires aux calculs et aux choix opératoires. Les textes nationaux du BUT Chimie définissent la compétence C3 et ses apprentissages, mais ne fixent pas une épreuve nationale unique portant ce code, ni une durée ou un coefficient nationaux propres à cette épreuve. La durée et le coefficient indicatif mentionnés dans l'en-tête correspondent aux paramètres retenus pour le présent sujet.

Les réponses sont à rédiger dans les documents réponse lorsqu'ils sont fournis. Les calculs doivent faire apparaître les formules, les unités et les résultats arrondis à trois chiffres significatifs, sauf indication contraire.

Partie 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (5 points)

Analyser le besoin, les exigences produit et les références applicables

Vous intervenez comme technicien ou technicienne de formulation. À partir du cahier des charges et du DT 1, identifiez les fonctions attendues et les critères de conformité du produit. Distinguez les exigences du client, les spécifications internes et les références de caractérisation indiquées dans le dossier.

Cahier des charges produit

Caractéristique	Exigence	Méthode ou référence indiquée
Aspect	Peinture blanche mate, homogène, sans grumeaux visibles	Contrôle visuel sur échantillon
Masse volumique à 23 °C	1,35 kg/L ± 0,03 kg/L	Méthode interne : pycnomètre
pH à 23 °C	8,5 à 9,2	Électrode pH étalonnée
Viscosité apparente à 23 °C	2,0 à 3,0 Pa·s	Méthode interne : viscosimètre, géométrie et vitesse constantes
Résistance au frottement humide	Classe visée : 2	EN 13300 et EN ISO 11998
Brillant	≤ 5 unités à 85°	EN ISO 2813
Application de référence	Rouleau, épaisseur humide de 150 µm	Contrôle interne sur panneau

Données fournies par le client et spécifications internes de l'Atelier FormuLac.

1.1 (2 points) Rédigez une analyse fonctionnelle synthétique : indiquez la fonction principale de la peinture et trois contraintes d'usage ou de mise en œuvre auxquelles la formulation doit répondre. Pour chacune, associez un critère mesurable ou observable tiré du cahier des charges.

1.2 (1,5 point) Parmi les exigences du cahier des charges, relevez deux caractéristiques contrôlées par une méthode de mesure et précisez, pour chacune, la valeur ou la plage de conformité à respecter.

1.3 (1,5 point) À partir du DT 1, indiquez le rôle de l'EN 13300, de l'EN ISO 11998 et de l'EN ISO 2813 dans le contrôle du produit. Expliquez pourquoi ces références ne remplacent pas les limites chiffrées du cahier des charges.

Partie 2 : Étude technologique, choix des matières premières et calculs (5 points)

Relier matières premières et propriétés, dimensionner un lot et estimer son coût

La formulation nominale et les données économiques sont fournies au DT 2. Le rendement de fabrication est de **97,5 %** entre la masse chargée et la masse de produit conforme conditionnée. Pour obtenir 500 kg conditionnés, utilisez la relation :

$m_{\text{charge}} = \frac{m_{\text{conditionnée}}}{\eta}$, où $\eta = 0{,}975$.

Pour estimer la quantité nécessaire au chantier, assimilez le film humide à une couche uniforme. Une épaisseur de 150 µm correspond à un volume de peinture de $0{,}150\ \text{L/m}^2$. Prévoyez une perte d'application de 10 % sur la quantité théorique. La masse volumique à utiliser pour ce calcul est de 1,35 kg/L.

Données de lot à exploiter

Donnée	Valeur
Masse conditionnée demandée	500 kg
Rendement de fabrication	97,5 %
Surface à peindre	120 m²
Épaisseur humide de référence	150 µm
Perte d'application	10 %
Masse volumique à utiliser	1,35 kg/L

Les masses de matières premières sont à calculer à partir de la formulation et du rendement fournis au DT 2.

2.1 (1,5 point) À partir de la formulation du DT 2, indiquez le rôle technologique du liant, du dioxyde de titane, du carbonate de calcium et du dispersant. Pour chaque matière première, reliez le rôle indiqué à une propriété attendue de la peinture ou du film sec.

2.2 (2 points) Calculez la masse totale à charger pour obtenir 500 kg conditionnés, puis les masses de chacune des matières premières de la formulation nominale. Présentez vos résultats dans le DR 1. Utilisez les pourcentages massiques du DT 2 et arrondissez les masses au kilogramme près. Vérifiez que la somme des masses calculées correspond à la masse totale de charge, compte tenu des arrondis.

2.3 (1,5 point) Calculez le coût matière du lot chargé à partir des prix unitaires du DT 2. Déterminez ensuite la quantité de peinture à prévoir, en kilogrammes, pour couvrir 120 m² à 150 µm humides en intégrant 10 % de pertes. Utilisez $V = S \times e$, puis $m = \rho V$, et indiquez les unités à chaque étape.

Partie 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (5 points)

Organiser les opérations, maîtriser les paramètres de procédé et contrôler le produit

Le procédé de fabrication et les critères de contrôle sont décrits au DT 3. Le schéma du DT 1 représente une coupe de principe du film appliqué. La cuve de fabrication a une capacité utile de 800 L. Pour vérifier la compatibilité avec la charge, utilisez la masse volumique cible de 1,35 kg/L et limitez le remplissage à 80 % du volume utile de la cuve.

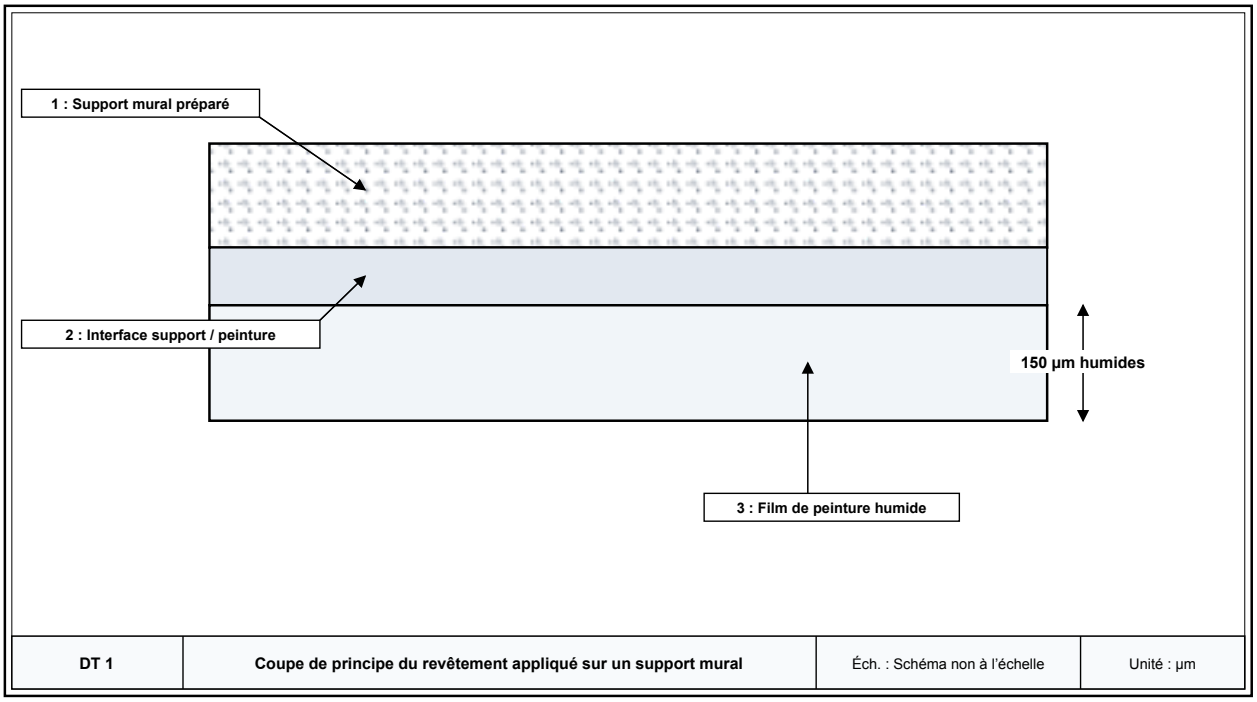


Schéma fonctionnel, non à l'échelle. Les épaisseurs sont indiquées en micromètres.

3.1 (2 points) Rédigez un protocole opératoire ordonné permettant de fabriquer le lot. Faites apparaître au minimum : la vérification et la pesée des matières premières, l'incorporation de la phase aqueuse et des additifs, la dispersion des pigments et charges, l'ajout du liant, l'ajustement final, l'homogénéisation et le prélèvement pour contrôle. Pour chaque étape, indiquez un paramètre ou une précaution de procédé pertinent à surveiller en vous appuyant sur le DT 3.

3.2 (1,5 point) À partir de la masse de charge calculée en 2.2, déterminez le volume correspondant et vérifiez si la charge respecte la limite de remplissage de 80 % de la cuve de 800 L. Présentez le calcul et concluez.

3.3 (1,5 point) À partir du DT 3, indiquez les contrôles à réaliser avant libération du lot. Pour chacun, précisez le critère d'acceptation correspondant au cahier des charges ou au plan de contrôle. Expliquez la conduite à tenir si le pH est inférieur à la plage spécifiée, sans proposer un ajout non documenté : indiquez le principe d'une correction maîtrisée et le contrôle à répéter.

Partie 4 : Prévention et sécurité (5 points)

Identifier les risques et définir des mesures de prévention adaptées

Avant la fabrication, l'opérateur consulte les fiches de données de sécurité des matières premières et réalise l'analyse des risques de son poste. Les informations de danger et les mesures de prévention propres aux matières utilisées pour ce sujet figurent au DT 3. Les règles générales de prévention applicables au poste, notamment celles du Code du travail relatives à l'évaluation et à la prévention des risques professionnels, restent à appliquer.

Repérage initial des risques du poste de formulation

Situation de travail	Danger ou événement redouté	Mesure de prévention à proposer
Pesée de poudre de dioxyde de titane	Dispersion de poussières et inhalation	À compléter dans le DR 2
Transfert de dispersant et de coalescent	Projection ou contact avec la peau et les yeux	À compléter dans le DR 2
Agitation et dispersion en cuve	Contact avec les organes mobiles ou projection de produit	À compléter dans le DR 2
Nettoyage de la cuve et des outils	Contact avec des résidus et rejet non maîtrisé des eaux de lavage	À compléter dans le DR 2

Les caractéristiques de danger des matières premières sont celles résumées dans le DT 3.

4.1 (2 points) Complétez le DR 2 pour les quatre situations de travail du tableau. Pour chacune, identifiez le risque principal et proposez une mesure de prévention collective ou organisationnelle, ainsi qu'un équipement de protection individuelle adapté lorsque celui-ci est nécessaire.

4.2 (1,5 point) Décrivez les vérifications à effectuer avant le démarrage de l'agitateur et indiquez deux mesures permettant de réduire le risque lors de l'incorporation des poudres. Votre réponse doit distinguer la prévention liée à l'équipement de celle liée à la méthode de travail.

4.3 (1,5 point) Indiquez la conduite à tenir en cas de projection de produit dans les yeux et en cas de déversement accidentel au sol. Appuyez-vous sur les informations du DT 3 et précisez pourquoi les eaux de lavage ne doivent pas être rejetées directement sans vérification de la procédure du site.

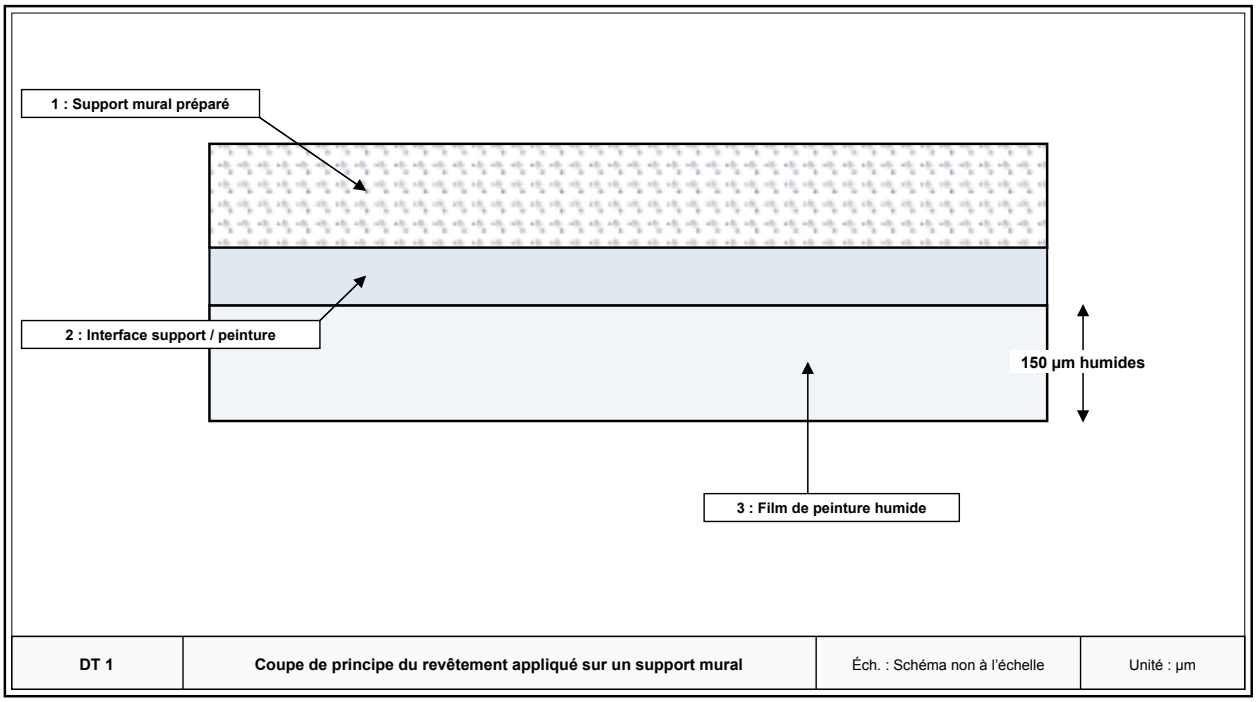
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : CAHIER DES CHARGES, COUPE DE PRINCIPE ET RÉFÉRENCES DE CARACTÉRISATION

Le produit est une peinture blanche mate en phase aqueuse destinée à des murs intérieurs. L'épaisseur d'application de référence est de 150 µm humides. Le schéma associé à la partie 3 montre, de bas en haut, le support mural, l'interface support/peinture et le film humide. Il s'agit d'une représentation fonctionnelle et non d'un plan à l'échelle.

Les références indiquées sont utilisées selon le champ qui leur est attribué dans le sujet : l'EN 13300 sert au classement des peintures et revêtements aqueux pour murs et plafonds intérieurs ; l'EN ISO 11998 décrit une méthode d'évaluation de la résistance au frottement humide et de l'aptitude au nettoyage ; l'EN ISO 2813 décrit la mesure du brillant spéculaire. Les valeurs d'acceptation applicables à ce lot sont celles du cahier des charges client et du plan de contrôle interne fournis ici.



Support en gris béton, interface en gris et film humide en teinte claire. Schéma non à l'échelle.

Spécifications et contrôles du lot

Contrôle	Critère d'acceptation	Moment du contrôle
Aspect	Homogène, blanc, sans grumeaux visibles	Après homogénéisation
Masse volumique à 23 °C	1,35 kg/L ± 0,03 kg/L	Échantillon de lot
pH à 23 °C	8,5 à 9,2	Échantillon de lot
Viscosité apparente à 23 °C	2,0 à 3,0 Pa·s	Méthode interne à géométrie et vitesse constantes
Frottement humide	Classe visée : 2	Selon EN 13300 et méthode EN ISO 11998
Brillant à 85°	≤ 5 unités	Selon EN ISO 2813

Critères internes établis à partir du cahier des charges client.

DT 2 : FORMULATION NOMINALE ET DONNÉES ÉCONOMIQUES DES MATIÈRES PREMIÈRES

La formulation nominale est exprimée en pourcentage massique de la charge totale. Les masses du lot sont calculées sur la masse totale à charger, avant prise en compte du rendement de fabrication. Les prix unitaires sont des prix d'achat indicatifs fournis pour le calcul du coût matière. Ils ne comprennent ni emballage, ni main-d'œuvre, ni énergie.

Le rendement massique de fabrication est de 97,5 %. Il correspond au rapport entre la masse conforme conditionnée et la masse totale chargée. La masse volumique cible du produit fini est de 1,35 kg/L.

Formulation et propriétés fonctionnelles

Matière première	Pourcentage massique	Prix indicatif	Rôle technologique principal
Dispersion de liant acrylique	40,0 %	1,20 €/kg	Formation du film et adhérence
Dioxyde de titane	16,0 %	2,40 €/kg	Opacité et blancheur
Carbonate de calcium	10,0 %	0,18 €/kg	Charge minérale et ajustement des propriétés du film
Eau	31,0 %	0,08 €/kg	Phase continue et ajustement de la consistance
Dispersant	0,8 %	3,20 €/kg	Stabilisation de la dispersion des pigments et charges
Épaississant	0,5 %	4,50 €/kg	Ajustement de la viscosité
Agent de coalescence	1,2 %	2,10 €/kg	Aide à la formation d'un film continu
Agent antimousse	0,5 %	1,80 €/kg	Limitation de la formation et de la persistance de mousse
Total	100,0 %	Sans objet	Formulation nominale

Pourcentages massiques rapportés à la masse totale de charge.

Données de calcul de lot

Paramètre	Valeur
Masse conditionnée demandée	500 kg
Rendement de fabrication	97,5 %
Capacité utile de la cuve	800 L
Taux de remplissage maximal autorisé pour le calcul	80 % du volume utile
Masse volumique cible	1,35 kg/L

À utiliser pour les calculs de masse et de coût matière.

DT 3 : PROCÉDÉ DE FABRICATION, PLAN DE CONTRÔLE ET INFORMATIONS DE PRÉVENTION

Procédé général proposé pour le lot : vérifier l'identification et l'état des matières premières ; peser chaque constituant séparément ; introduire l'eau dans la cuve ; incorporer le dispersant et une partie des additifs sous agitation ; ajouter progressivement les pigments et charges en limitant la mise en suspension de poussières ; disperser jusqu'à obtention d'un mélange homogène ; réduire la vitesse d'agitation avant l'ajout du liant ; incorporer le liant, l'agent de coalescence, l'épaississant et l'antimousse selon l'ordre défini par la fiche de fabrication ; homogénéiser ; prélever un échantillon ; effectuer les contrôles ; conditionner le produit conforme et identifier le lot.

Le réglage de vitesse, la durée de dispersion et l'ordre exact d'ajout doivent être confirmés par la fiche de fabrication validée du site. En l'absence de ces valeurs chiffrées dans le présent dossier, elles ne doivent pas être inventées : le candidat doit indiquer les paramètres à maîtriser et la nécessité de respecter la fiche validée.

Informations de prévention communiquées pour cette étude : le dioxyde de titane en poudre peut générer des poussières ; éviter leur dispersion et leur inhalation. Le dispersant et l'agent de coalescence peuvent provoquer une irritation en cas de contact ; consulter leurs fiches de données de sécurité pour les équipements de protection et les premiers secours. L'agitateur comporte des organes mobiles ; les protections doivent rester en place pendant le fonctionnement. Le mélange et les eaux de lavage ne doivent pas être rejetés sans application de la procédure environnementale du site. En cas de projection oculaire, appliquer immédiatement les consignes de la fiche de données de sécurité et la procédure d'urgence du site, rincer sans délai à l'eau pendant la durée indiquée dans cette fiche et demander une évaluation médicale selon les consignes applicables.

Plan de contrôle et actions en cas d'écart

Caractéristique	Critère	Action si résultat hors spécification
Aspect	Homogène, blanc, sans grumeaux visibles	Bloquer le lot et rechercher la cause selon la procédure du site
Masse volumique	1,32 à 1,38 kg/L	Vérifier le prélèvement, la température et la méthode avant décision
pH	8,5 à 9,2	Bloquer le lot ; correction uniquement selon instruction validée, puis nouvelle mesure
Viscosité apparente	2,0 à 3,0 Pa·s	Vérifier les conditions de mesure puis appliquer, si autorisé, une correction documentée
Frottement humide	Classe visée : 2	Essai selon le plan de contrôle et la méthode citée au DT 1
Brillant à 85°	≤ 5 unités	Essai selon le plan de contrôle et la méthode citée au DT 1

Tout ajustement est réalisé selon une instruction validée et suivi d'un nouveau contrôle.

Situations dangereuses et principes de prévention

Opération	Risque principal	Principe de prévention
Pesée et incorporation des poudres	Poussières et inhalation	Limiter les émissions à la source, utiliser les protections collectives disponibles et suivre la fiche de données de sécurité
Transfert de liquides	Projection ou contact cutané et oculaire	Transvaser avec un moyen adapté, éviter les éclaboussures et porter les protections prescrites
Agitation en cuve	Contact avec les organes mobiles et projections	Vérifier les protections, ne pas intervenir sur les organes en mouvement et arrêter l'équipement avant intervention
Nettoyage	Contact avec résidus et rejet non maîtrisé	Appliquer la procédure du site, collecter les effluents et consulter les fiches de données de sécurité

Les mesures doivent être adaptées par l'employeur après évaluation des risques du poste.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse : Questions 2.2 et 2.3 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez les tableaux. Présentez les formules, les unités et les étapes de calcul sur votre copie. Pour les masses des matières premières, arrondissez au kilogramme près. Pour le coût, arrondissez au centime d'euro.

Feuille de calcul des masses de matières premières

Matière première	Pourcentage massique	Masse à charger (kg)
Dispersion de liant acrylique	40,0 %	.....
Dioxyde de titane	16,0 %	.....
Carbonate de calcium	10,0 %	.....
Eau	31,0 %	.....
Dispersant	0,8 %	.....
Épaississant	0,5 %	.....
Agent de coalescence	1,2 %	.....
Agent antimousse	0,5 %	.....
Masse totale à charger	100,0 %	.....

Calcul du coût matière et de la quantité pour le chantier

Calcul demandé	Résultat avec unité
Coût matière total du lot chargé	.....
Volume théorique pour 120 m² à 150 µm	.....
Volume à prévoir avec 10 % de pertes	.....
Masse de peinture à prévoir	.....

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse : Questions 4.1 et 4.2 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez le tableau pour chaque situation. Indiquez au moins une mesure de prévention collective ou organisationnelle et, lorsque cela est nécessaire, un équipement de protection individuelle adapté. Pour la mise en marche de l'agitateur, distinguez les vérifications de l'équipement des précautions de méthode.

Tableau d'analyse des risques et des mesures de prévention

Situation	Risque principal	Mesure collective ou organisationnelle	Équipement de protection individuelle adapté
Pesée de poudre de dioxyde de titane	.....	.....	.....
Transfert de dispersant et d'agent de coalescence	.....	.....	.....
Agitation et dispersion en cuve	.....	.....	.....
Nettoyage de la cuve et des outils	.....	.....	.....

Vérifications avant démarrage de l'agitateur

Point à vérifier	Action ou précaution à indiquer
Protections et état de l'équipement	.....
Zone de travail et accès à la cuve	.....
Méthode d'incorporation des poudres	.....
Situation nécessitant l'arrêt de l'équipement	.....

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.