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 en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BACHELOR UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

GÉNIE INDUSTRIEL ET MAINTENANCE

ÉVALUATION DE LA COMPÉTENCE C5 : SÉCURISER LE FONCTIONNEMENT D'UN SYSTÈME

SESSION 2026

Durée : 2 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
GÉNIE INDUSTRIEL ET MAINTENANCE	3,0 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 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : CONDITIONNEMENT ARMOR, ATELIER DE PRODUCTION, VITRÉ (ILLE-ET-VILAINE)

Vous intervenez comme technicien de maintenance sur la ligne de conditionnement L2 de l'entreprise Conditionnement Armor. La ligne comprend un convoyeur à rouleaux entraîné par un motoréducteur et un tunnel de rétraction alimenté en 400 V triphasé. Une intervention programmée prévoit le remplacement d'un galet, la pose d'un écran de protection près de la zone chaude et le nettoyage d'un capteur.

Le cahier des charges impose de supprimer toute possibilité d'accès au point rentrant du convoyeur pendant le fonctionnement, de maîtriser les risques électriques et thermiques, et de remettre la ligne en service uniquement après contrôles et autorisation du responsable de production. Les données de l'installation et les règles de cotation applicables à ce sujet figurent dans les documents DT 1 à DT 3.

Dans le BUT Génie industriel et maintenance, « Sécuriser » est une compétence du référentiel national. Les codes d'évaluation, la durée et le coefficient de cette épreuve sont ceux de la présente organisation d'évaluation et ne constituent pas un format national standardisé d'épreuve C11.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (5 points)

Comprendre le système, son usage et le cadre de prévention

À partir du contexte et des documents DT 1 et DT 2, analysez la situation avant intervention. Toute proposition doit être reliée aux caractéristiques données de la ligne et aux tâches prévues.

Caractéristiques de la ligne L2

Équipement ou zone	Donnée	Situation d'intervention
Convoyeur à rouleaux	Motoréducteur 400 V triphasé, vitesse du rouleau entraîné 0,42 m/s	Remplacement d'un galet près d'un point rentrant
Tunnel de rétraction	Surface extérieure mesurée à 78 °C en production	Pose d'un écran thermique sur son côté opérateur
Capteur photoélectrique	Alimentation de commande 24 V continu	Nettoyage après consignation de la ligne
Organisation	Un opérateur de production et un technicien de maintenance	Essais de fonctionnement avant remise en production

Données fournies par le dossier de maintenance.

1.1 (1 point) Décrivez la fonction du convoyeur dans la ligne L2 et identifiez deux éléments du système susceptibles de créer un dommage pendant les tâches prévues. Pour chacun, indiquez le mécanisme dangereux à considérer.

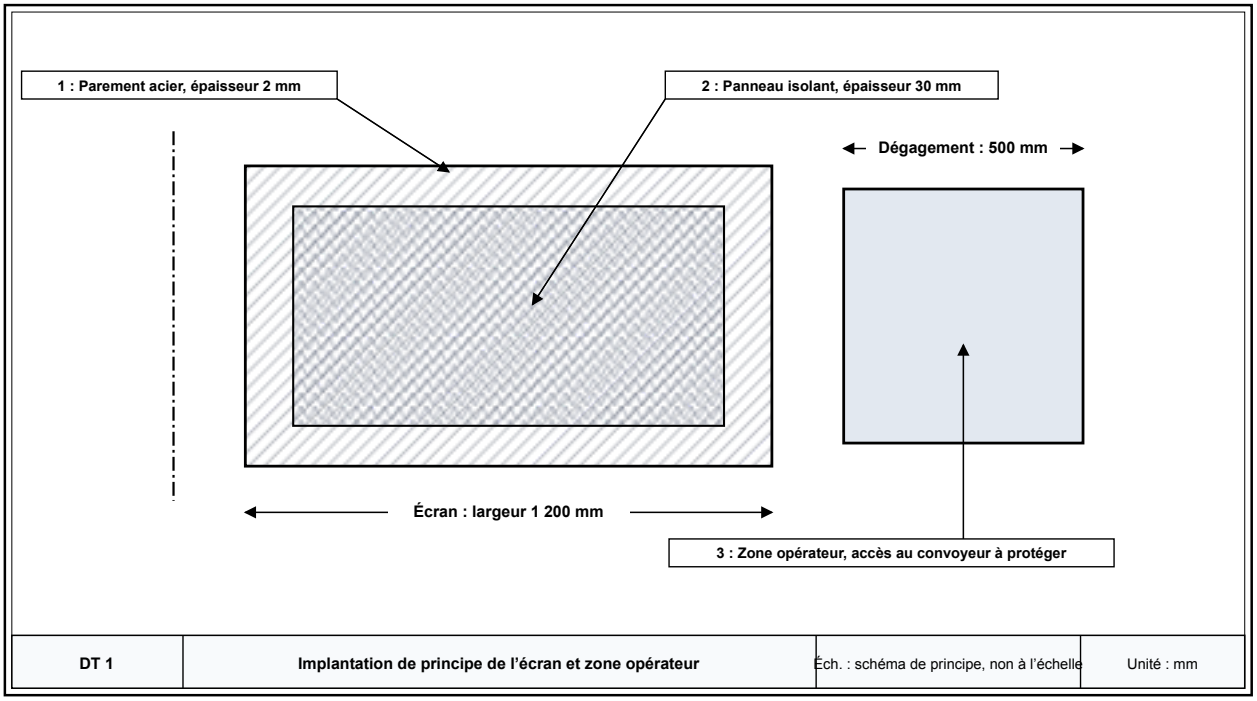
1.2 (2 points) Citez deux obligations générales de prévention applicables à l'intervention et associez chacune à une mesure concrète à appliquer sur la ligne. Appuyez-vous notamment sur les principes de prévention du Code du travail et sur les références indiquées au DT 2. Distinguez une mesure de suppression ou de réduction du risque d'une consigne individuelle.

1.3 (2 points) Évaluez le risque de happement au point rentrant avant mesure de prévention à l'aide de la matrice et des niveaux de cotation du DT 2. Donnez la gravité, la probabilité, le niveau de risque calculé et une justification fondée sur les données du dossier.

PARTIE 2 : Étude technologique, choix des matériaux et calculs (5 points)

Dimensionner les moyens matériels et vérifier des données de fabrication

Un écran fixe doit être réalisé pour protéger l'opérateur du rayonnement thermique du tunnel sans obturer les ouvertures de ventilation de la machine. Le plan de principe et les données matière sont fournis au DT 1 et au DT 3. Les résultats seront accompagnés des unités et des étapes de calcul.



Données de calcul et de fabrication

Paramètre	Valeur	Unité ou précision
Dimensions d'un panneau d'écran	1 200 × 900	mm
Tôle acier disponible	2 000 × 1 000 × 2	mm
Masse volumique de l'acier	7 850	kg/m³
Prix de la tôle	4,20	€/kg
Conductivité thermique de l'isolant	0,040	W/(m·K)
Épaisseur de l'isolant	30	mm
Perçage	Foret de diamètre 8,0 mm, vitesse de rotation 1 000 tr/min	Acier doux
Vitesse de coupe recommandée pour le foret fourni	20 à 30	m/min

Valeurs de référence à utiliser pour les questions 2.1 à 2.3.

2.1 (2 points) Calculez la surface de tôle nécessaire pour un panneau, le taux de chute par rapport à une tôle brute de 2 000 × 1 000 mm, la masse de la tôle brute et son coût matière. On considère qu'un panneau est découpé dans une tôle brute et que les chutes ne sont pas valorisées. Utilisez, si nécessaire, les relations suivantes : $S = L \times l$, $m = \rho \times V$ et $C = m \times p$. Exprimez le taux de chute en pourcentage.

2.2 (1,5 point) Calculez la résistance thermique surfacique de l'isolant de 30 mm avec $R = \frac{e}{\lambda}$. Donnez le résultat en $\mathrm{m^2 \cdot K/W}$. Indiquez une limite de cette valeur : elle ne suffit pas, à elle seule, à valider la température de la face accessible de l'écran.

2.3 (1,5 point) Calculez la vitesse de coupe correspondant au perçage prévu avec $V_c = \frac{\pi D n}{1000}$, où D est exprimé en mm et n en tr/min. Vérifiez si la valeur est comprise dans la plage recommandée au DT 3 et concluez sur le réglage.

PARTIE 3 : Préparation de l'intervention et protocole opératoire (5 points)

Organiser une intervention maîtrisée et préparer les opérations

Vous devez remettre au responsable de production une préparation d'intervention claire. L'installation comporte des énergies électrique, mécanique et thermique. Les étapes de consignation et les résultats des vérifications doivent être tracés. Complétez le DR 1 et répondez aux questions.

Données disponibles pour la préparation

Opération	Donnée de préparation	Condition préalable
Dégraissage du capteur	Solution prête à l'emploi : 5,0 L au total, dilution à 2 % de concentré	Équipement consigné, produit identifié et fiche de données de sécurité consultée
Remplacement du galet	Galet de rechange vérifié, outillage adapté et zone de travail balisée	Absence de mouvement et immobilisation mécanique vérifiées
Écran de protection	Panneau acier et isolant conformes aux dimensions du DT 1	Ventilation et accès de maintenance de la machine préservés
Essais après intervention	Essai à vide, puis contrôle des protections et validation de la production	Personnel hors zone dangereuse et protecteurs remontés

Extrait des consignes internes de l'entreprise.

3.1 (2 points) Complétez le DR 1 en ordonnant les opérations de préparation, consignation, intervention, contrôle et remise à disposition. Faites apparaître les énergies à isoler, le contrôle d'absence de tension lorsque requis, la maîtrise des énergies résiduelles et les personnes qui valident les étapes sensibles.

3.2 (1,5 point) La solution de nettoyage doit représenter 2 % du volume final de 5,0 L. Calculez le volume de concentré et le volume d'eau à préparer. Indiquez une précaution de mise en œuvre adaptée à la fiche de données de sécurité et à la présence d'équipements électriques.

3.3 (1,5 point) Avant le perçage de l'écran et son montage, indiquez trois contrôles à réaliser sur la préparation de fabrication ou le montage afin d'éviter un défaut de protection, une arête dangereuse ou une dégradation de la machine.

PARTIE 4 : Prévention, surveillance et conduite à tenir (5 points)

Choisir des mesures de prévention et vérifier l'efficacité des protections

À partir du DT 2, du DT 3 et des résultats consignés au DR 2, hiérarchisez les risques résiduels et définissez les conditions d'essai et de remise en service. La cotation demandée dans cette partie utilise exclusivement la matrice fournie pour ce sujet.

Matrice de cotation du risque

G × P	1 : improbable	2 : possible	3 : probable
1 : dommage léger	1	2	3
2 : blessure avec arrêt possible	2	4	6
3 : blessure grave ou irréversible	3	6	9

Règle de cotation fournie pour cette évaluation : niveau de risque R = gravité G × probabilité P.

4.1 (2 points) Complétez le DR 2 pour les risques de happement, de contact électrique et de brûlure. Pour chaque risque, donnez un danger, une situation d'exposition, une mesure de prévention prioritaire et un moyen de vérifier que cette mesure est effective. Cotez le risque résiduel après mesures à l'aide de la matrice fournie.

4.2 (1,5 point) Décrivez les contrôles à effectuer avant un essai à vide, puis les conditions permettant un essai en présence de l'opérateur de production. Votre réponse doit préciser la position des protecteurs, la maîtrise de la zone dangereuse, le rôle de chaque intervenant et les critères d'arrêt immédiat de l'essai.

4.3 (1,5 point) Établissez la conduite à tenir si, lors de l'essai, l'écran vibre ou si un échauffement anormal est constaté. Précisez les actions immédiates, l'information à transmettre, les vérifications avant une nouvelle remise en service et la trace à conserver.

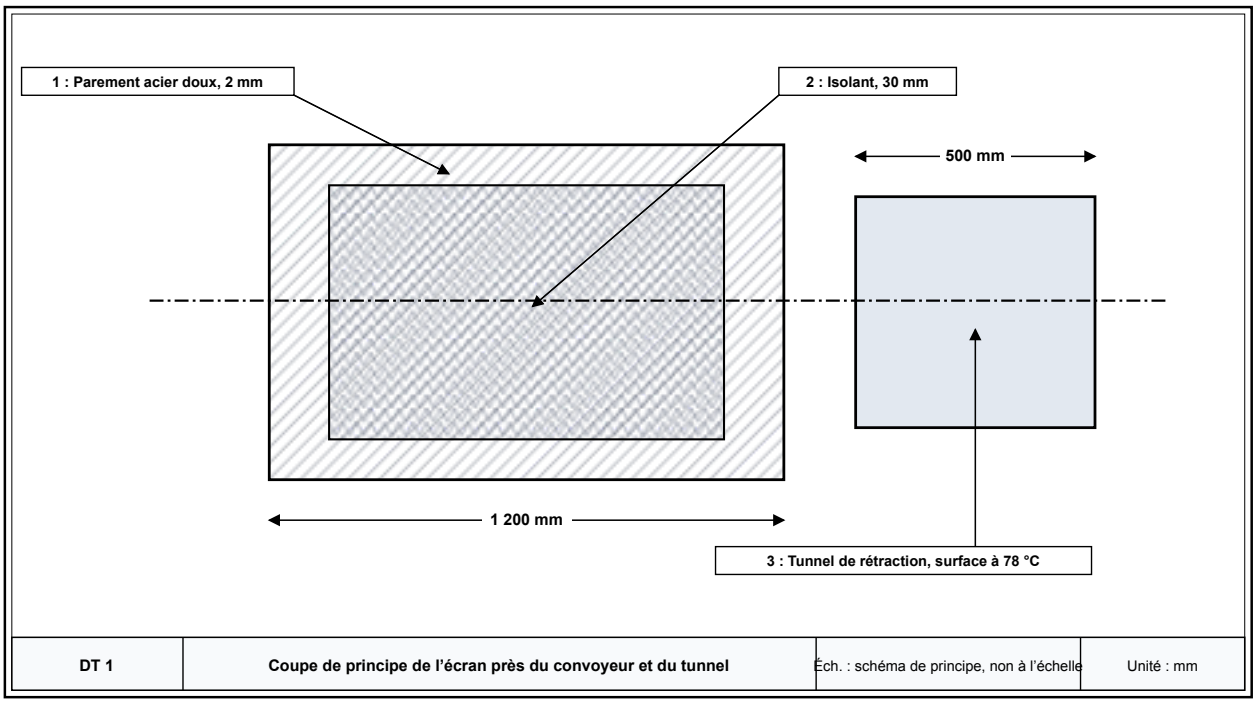
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : INSTALLATION L2 ET PRINCIPE D'IMPLANTATION DE L'ÉCRAN

La ligne L2 comprend un convoyeur à rouleaux motorisé et un tunnel de rétraction. Le point rentrant entre un rouleau entraîné et le produit transporté est accessible depuis le côté opérateur lorsque le protecteur est retiré. Le rouleau tourne à 0,42 m/s en production. Le tunnel présente une température de surface mesurée de 78 °C en fonctionnement.

L'écran envisagé comporte un parement en acier doux de 2 mm et une couche isolante de 30 mm. Le panneau a une largeur de 1 200 mm et une hauteur de 900 mm. Il est installé à 500 mm de la zone opérateur suivant le schéma de principe. L'implantation finale doit préserver la ventilation, les accès de maintenance et les protecteurs d'origine. Le schéma n'est pas un plan d'exécution : les points de fixation et les jeux doivent être vérifiés sur la machine réelle avant fabrication.



DT 1	Coupe de principe de l'écran près du convoyeur et du tunnel	Éch. : schéma de principe, non à l'échelle	Unité : mm

DT 2 : PRINCIPES DE PRÉVENTION ET RÉFÉRENCES APPLICABLES

La démarche de prévention s'appuie sur les principes généraux de prévention du Code du travail, notamment l'évaluation des risques, la suppression du risque à la source, la priorité aux protections collectives et l'adaptation des consignes à l'intervention. Les articles R. 4321-1 et suivants concernent la mise à disposition d'équipements de travail appropriés et adaptés ; les articles R. 4323-1 et suivants portent notamment sur l'utilisation et la maintenance des équipements de travail.

La norme NF EN ISO 12100 constitue une référence pour l'appréciation et la réduction des risques liés aux machines. La norme NF EN ISO 13850 traite de la fonction d'arrêt d'urgence, qui ne remplace ni un protecteur ni une consignation. Pour les opérations présentant un risque électrique, appliquer les prescriptions de prévention correspondant à l'opération et aux habilitations requises ; la NF C 18-510 est

une référence pour les opérations sur les ouvrages et installations électriques. La consignation de l'installation est réalisée selon la procédure de l'établissement et par les personnes autorisées.

Pour la matrice de cotation de ce sujet, $R = G \times P$. Gravité G : 1, dommage léger ; 2, blessure avec arrêt possible ; 3, blessure grave ou irréversible. Probabilité P : 1, improbable après mesures ; 2, possible ; 3, probable. Cette matrice est une convention de l'évaluation et ne constitue pas une méthode nationale unique de cotation.

Repères de prévention à mobiliser

Situation	Principe ou référence	Application à l'intervention
Accès au point rentrant	Protection contre les risques liés aux équipements de travail	Maintenir un protecteur fixe ou une protection adaptée empêchant l'accès en fonctionnement
Énergies électrique et mécanique	Prévention du risque électrique et maîtrise des énergies dangereuses	Isoler, condamner, vérifier l'état sûr et maîtriser les énergies résiduelles selon la procédure du site
Essai de fonctionnement	Évaluation des risques et organisation de l'intervention	Zone dégagée, protecteurs remontés, personnels informés et critères d'arrêt définis
Surface chaude	Réduction de l'exposition et protection collective	Écran correctement fixé, température de surface contrôlée et ventilation préservée

Références et mesures à considérer selon la nature de l'opération.

DT 3 : DONNÉES MATIÈRE, FABRICATION ET PRÉPARATION DES PRODUITS

Pour les calculs de tôle, utiliser une tôle brute de 2 000 × 1 000 × 2 mm, une masse volumique de l'acier de 7 850 kg/m³ et un prix de 4,20 €/kg. Le panneau fini à réaliser mesure 1 200 × 900 mm. Le volume d'une tôle brute est calculé à partir de ses dimensions converties en mètres.

Pour l'isolant, utiliser $R = \frac{e}{\lambda}$, avec $e = 0,030\ \mathrm{m}$ et $\lambda = 0,040\ \mathrm{W/(m\cdot K)}$. La résistance thermique calculée caractérise la couche selon les hypothèses données ; elle ne prédit pas à elle seule la température de surface de l'écran monté.

Pour le perçage, utiliser $V_c = \frac{\pi D n}{1000}$, avec $D = 8,0\ \mathrm{mm}$ et $n = 1000\ \mathrm{tr/min}$. La plage de vitesse de coupe recommandée pour le foret fourni dans l'acier doux est de 20 à 30 m/min. Pour le nettoyage, préparer 5,0 L de solution finale à 2 % de concentré en volume ; suivre la fiche de données de sécurité du produit retenu, éviter les projections et empêcher toute pénétration de liquide dans les équipements électriques.

Valeurs de référence pour les calculs et la préparation

Grandeur	Valeur	Unité
Longueur et largeur de la tôle brute	2 000 × 1 000	mm
Épaisseur de la tôle	2	mm
Masse volumique de l'acier	7 850	kg/m³
Prix de l'acier	4,20	€/kg
Épaisseur de l'isolant e	0,030	m
Conductivité thermique λ	0,040	W/(m·K)
Diamètre du foret D	8,0	mm
Vitesse de rotation n	1 000	tr/min
Plage de vitesse de coupe	20 à 30	m/min
Volume final et concentration de solution	5,0 à 2	L et % vol.

Données fournies pour les calculs de la partie 2 et de la partie 3.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Préparation et déroulement de l'intervention

À RENDRE AVEC LA COPIE

Compléter le tableau dans l'ordre chronologique. Préciser les énergies concernées, les contrôles et les validations. Une étape ne peut être engagée si la condition de sécurité associée n'est pas satisfaite.

Séquence d'intervention et points d'arrêt

Étape	Opération à réaliser	Énergies ou dangers concernés	Contrôle ou validation avant étape suivante
.....	Informer la production, baliser et préparer la zone	.....	.....
.....	Arrêter la ligne et isoler les énergies selon la procédure du site	.....	.....
.....	Condamner les organes d'isolement et vérifier l'état sûr	.....	.....
.....	Remplacer le galet, fabriquer et poser l'écran, nettoyer le capteur	.....	.....
.....	Contrôler le montage, remonter les protecteurs et dégager la zone	.....	.....
.....	Réaliser l'essai à vide puis autoriser la remise à disposition	.....	.....

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse à rendre avec la copie : Tableau d'analyse des risques résiduels

À RENDRE AVEC LA COPIE

Compléter une ligne par risque. Pour la cotation résiduelle, attribuer G et P après mise en place des mesures proposées, puis calculer $R = G \times P$ selon la matrice du sujet.

Analyse des risques et surveillance

Danger et situation d'exposition	Dommage envisageable	Mesure de prévention prioritaire	Vérification ou surveillance	G	P	R
Point rentrant du convoyeur accessible pendant l'intervention ou l'essai	.....	.....	.....	....	...	....
Énergie électrique lors de l'intervention sur la ligne	.....	.....	.....	....	...	....
Surface chaude du tunnel et écran thermique	.....	.....	.....	....	...	....

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.