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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES, OPTION A : SYSTÈMES DE PRODUCTION

SOUS-ÉPREUVE U9 : ORGANISATION DE LA MAINTENANCE

SESSION 2026

Durée : 2 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
MAINTENANCE DES SYSTÈMES, OPTION A : SYSTÈMES DE PRODUCTION	2

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.
Les documents réponses sont à rendre avec la copie.

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

Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : CONDITIONNEMENT VAL DE LOIRE, ATELIER DE CONDITIONNEMENT, 12 RUE DES ARTISANS, 37130 LANGEAIS

Vous êtes technicien de maintenance au sein de l'atelier de conditionnement de l'entreprise Conditionnement Val de Loire. Le convoyeur CV-04 transfère les cartons vers la filmeuse. Une défaillance de son capteur de présence a provoqué plusieurs arrêts de production au cours de la dernière année. Le responsable de maintenance vous demande d'exploiter l'historique, de proposer une organisation adaptée et de préparer une intervention préventive sur le convoyeur.

Le cahier des charges est le suivant : maintenir une vitesse de transfert comprise entre 0,45 $m \cdot s^{-1}$ et 0,55 $m \cdot s^{-1}$; réaliser l'intervention planifiée pendant un arrêt de ligne de 2 heures ; limiter les arrêts non planifiés ; assurer la disponibilité des pièces nécessaires ; appliquer les règles de prévention du site et les consignes relatives aux énergies électrique, pneumatique et mécanique.

Les informations techniques, les données de maintenance et les règles applicables nécessaires à l'étude sont fournies dans les documents DT 1 à DT 3. Les réponses sont à reporter sur la copie et, lorsque cela est demandé, dans les documents DR 1 et DR 2.

PARTIE 1 : Analyse du système, des indicateurs et du cadre de prévention (5 points)

Compétences évaluées : analyser les indicateurs de maintenance et situer le bien dans son environnement fonctionnel et réglementaire

À partir des documents DT 1, DT 2 et DT 3, caractérisez le rôle du convoyeur CV-04 et exploitez les données de fonctionnement de l'année écoulée. Les temps de fonctionnement indiqués dans DT 2 sont des temps effectifs de marche. Les durées de réparation corrective sont des durées d'indisponibilité liées aux réparations.

Données annuelles de maintenance du convoyeur CV-04

Famille de défaillance	Nombre de défaillances	Durée cumulée de réparation (h)
Capteur de présence	7	14
Courroie de transmission	4	16
Motoréducteur	1	6
Total	12	36

Extrait de l'historique de maintenance fourni dans DT 2.

1.1 (1 point) À l'aide du schéma de DT 1, indiquez la fonction principale du convoyeur CV-04 et citez deux éléments participant à la transmission du mouvement entre le motoréducteur et le tapis.

1.2 (2,5 points) Pour la période étudiée, le convoyeur a fonctionné 6 000 h et a subi 12 défaillances. Le temps cumulé de réparation corrective est de 36 h pour 12 réparations. Calculez le MTBF, le MTTR et la disponibilité intrinsèque simplifiée, en utilisant les relations suivantes : $MTBF = \frac{T_{fonctionnement}}{N_{défaillances}}$, $MTTR = \frac{T_{réparation}}{N_{réparations}}$ et $A = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR}$. Présentez les résultats avec leurs unités et arrondissez la disponibilité à 0,1 %.

1.3 (1,5 point) En vous appuyant sur les données de DT 2 et les références de DT 3, identifiez la famille de défaillance prioritaire à traiter et justifiez votre choix par un indicateur quantifié. Citez ensuite une exigence de prévention à prendre en compte avant une intervention sur le convoyeur.

PARTIE 2 : Étude technologique et choix de la stratégie de maintenance (5 points)

Compétences évaluées : analyser les performances et les coûts, définir une stratégie et justifier les moyens logistiques

Le responsable de maintenance souhaite vérifier le fonctionnement du convoyeur et comparer le coût annuel de la situation actuelle avec celui d'une action ciblée sur les capteurs. Les données de vitesse, de coûts et de consommation des pièces sont précisées dans DT 2 et DT 3. Le coût de production perdu est évalué à 180 € par heure d'indisponibilité.

Données technico-économiques pour l'analyse

Donnée	Valeur
Vitesse nominale du moteur	1 500 tr·min⁻¹
Rapport de réduction du motoréducteur	30
Diamètre du tambour moteur	0,200 m
Défaillances annuelles du capteur	7
Coût d'un capteur	240 €
Coût du kit de prévention des défaillances capteur	1 800 € par an, pièces et contrôle compris
Coût d'indisponibilité de production	180 €·h⁻¹

Valeurs communiquées par le service maintenance et le service production.

2.1 (1,5 point) Calculez la vitesse théorique du tapis à partir de la vitesse du tambour et de son diamètre, en négligeant le glissement. Utilisez $n_{tambour} = \frac{n_{moteur}}{30}$ et $v = \frac{\pi D n_{tambour}}{60}$. Donnez le résultat en m·s⁻¹ et concluez au regard de la plage contractuelle de 0,45 m·s⁻¹ à 0,55 m·s⁻¹.

2.2 (1,5 point) Calculez la part des défaillances attribuables au capteur de présence en pourcentage du total annuel. À partir de ce résultat et de la répartition de l'historique, proposez une stratégie de maintenance ciblant la défaillance prioritaire et justifiez-la en une ou deux phrases.

2.3 (2 points) Évaluez le coût annuel direct de la situation actuelle en additionnant : 3 980 € de pièces remplacées, 48 h de main-d'œuvre corrective à 42 €·h⁻¹ et 36 h d'indisponibilité de production à 180 €·h⁻¹. Calculez ensuite l'écart entre ce coût et le coût annuel du kit de prévention des défaillances capteur, fixé à 1 800 €. Précisez ce que cette comparaison permet de conclure et une limite de la comparaison.

PARTIE 3 : Organisation et préparation de l'intervention (6 points)

Compétence évaluée : organiser l'activité de maintenance corrective et préventive

Une intervention préventive de remplacement et de contrôle de la courroie est programmée lors du prochain arrêt de ligne. Le stock comprend actuellement un capteur de présence et aucune courroie de rechange. La consommation annuelle de courroies est de 4 unités. L'entreprise fonctionne 220 jours par an. Le délai fournisseur des courroies est de 10 jours ouvrés. Pour ces courroies, le stock de sécurité retenu par le service est de 1 unité.

L'intervention courroie nécessite deux techniciens pendant 2 heures. Le contrôle du capteur dure 20 minutes et peut être effectué pendant l'intervention par l'un des deux techniciens. Les opérations de consignation et de déconsignation sont réalisées par un technicien habilité ; elles occupent au total 20 minutes du créneau d'arrêt. L'arrêt de ligne disponible est de 2 heures au total.

Opérations et contraintes de l'intervention planifiée

Opération	Durée	Ressources et contrainte
Consignation et déconsignation	20 min au total	Un technicien habilité
Remplacement et réglage de la courroie	2 h	Deux techniciens
Contrôle du capteur de présence	20 min	Un technicien, réalisable en parallèle du remplacement de la courroie
Créneau d'arrêt de ligne disponible	2 h au total	Aucun dépassement autorisé

Temps exprimés en temps écoulé, hors préparation documentaire réalisée avant l'arrêt.

3.1 (1,5 point) Calculez la consommation moyenne journalière de courroies, puis la demande moyenne pendant le délai fournisseur de 10 jours ouvrés. Calculez le point de commande en ajoutant le stock de sécurité de 1 unité et en arrondissant à l'entier supérieur. Indiquez le stock disponible à partir duquel la commande doit être déclenchée.

3.2 (2,5 points) Complétez dans le DR 1 la préparation de l'intervention : références des éléments à contrôler ou remplacer, quantité nécessaire, moyens principaux et critères de contrôle après intervention. Utilisez les données de DT 1 et DT 3. Les valeurs de contrôle à retenir sont celles fournies dans DT 3.

3.3 (2 points) Établissez l'enchaînement des opérations et vérifiez si elles peuvent être réalisées dans le créneau de 2 heures. Tenez compte des 20 minutes cumulées de consignation et déconsignation, des 2 heures de remplacement et réglage, ainsi que du contrôle du capteur réalisable en parallèle. Indiquez le temps écoulé nécessaire et concluez sur la faisabilité. Si le créneau est insuffisant, proposez une mesure d'organisation concrète, sans réduire le temps nécessaire au remplacement de la courroie.

PARTIE 4 : Prévention des risques et remise en service (4 points)

Compétence évaluée : organiser une intervention en maîtrisant les risques et les énergies

Le remplacement de la courroie expose les intervenants à des risques mécaniques, électriques et liés aux mouvements de la ligne. Le convoyeur est alimenté en 400 V, comporte un vérin pneumatique de tension et présente un risque de mouvement du tapis par inertie. Les consignes applicables à l'intervention sont précisées dans DT 3.

Repérage des risques de l'intervention

Situation dangereuse	Dommage possible
Accès aux poulies et à la courroie pendant un mouvement	Entraînement ou écrasement
Intervention sur un circuit électrique alimenté	Électrisation ou électrocution
Libération de la pression du vérin ou déplacement par inertie	Choc, pincement ou mouvement inattendu

Les mesures de prévention doivent être adaptées aux situations décrites dans DT 3.

4.1 (2 points) Complétez le DR 2 en associant à chaque situation dangereuse le dommage possible et une mesure de prévention adaptée. Les mesures doivent prendre en compte la consignation des énergies et la prévention de tout redémarrage intempestif.

4.2 (1 point) Indiquez une séquence cohérente de mise en sécurité avant intervention, depuis l'arrêt de la ligne jusqu'à la vérification de l'absence de risque de mouvement. Faites apparaître le traitement des énergies électrique, pneumatique et mécanique.

4.3 (1 point) Citez deux vérifications à effectuer avant la remise en service et précisez une condition qui doit être satisfaite avant le déverrouillage des dispositifs de consignation.

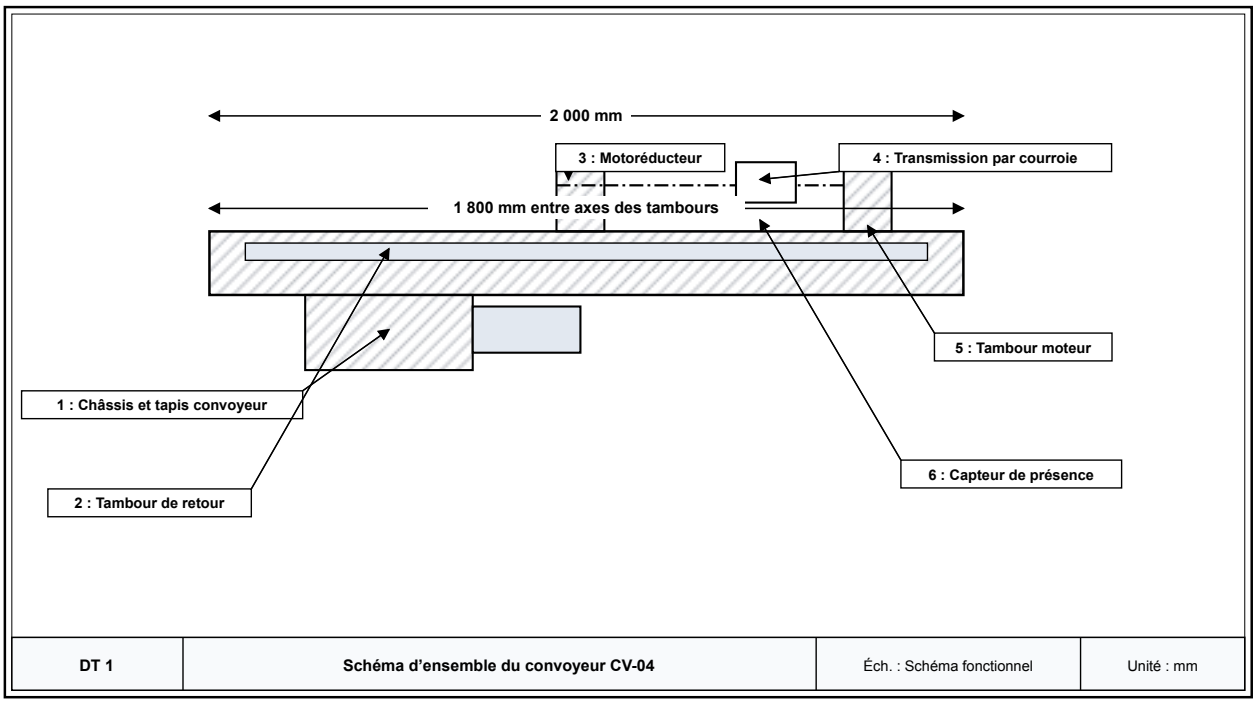
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : CONVOYEUR CV-04 : SCHÉMA D'IMPLANTATION ET CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

Le CV-04 transporte des cartons depuis une table d'accumulation jusqu'à la filmeuse. Le motoréducteur entraîne un tambour moteur par une transmission par courroie. Le tapis est guidé par un tambour de retour. Un capteur de présence détecte le passage des cartons et transmet l'information à l'automate de ligne.

Données nominales : moteur asynchrone triphasé, vitesse de rotation 1 500 $tr \cdot min^{-1}$; rapport de réduction du réducteur 30 ; diamètre du tambour moteur 200 mm ; vitesse contractuelle du tapis 0,45 $m \cdot s^{-1}$ à 0,55 $m \cdot s^{-1}$. Les dimensions du schéma sont données à titre d'identification des éléments et ne constituent pas un plan de fabrication.



Représentation fonctionnelle sans valeur d'échelle pour la fabrication. Cotes données en millimètres.

Repères fonctionnels

Repère	Composant	Fonction
1	Châssis et tapis convoyeur	Supporter et transporter les cartons
2	Tambour de retour	Guider le tapis et permettre son retour
3	Motoréducteur	Fournir le mouvement de rotation à vitesse réduite
4	Courroie de transmission	Transmettre le mouvement au tambour moteur
5	Tambour moteur	Entraîner le tapis
6	Capteur de présence	Détecter le passage des cartons

Identification des principaux composants du CV-04.

DT 2 : HISTORIQUE DE MAINTENANCE ET DONNÉES TECHNICO-ÉCONOMIQUES

Période analysée : une année complète d'exploitation. Le convoyeur a cumulé 6 000 h de fonctionnement effectif et 12 défaillances correctives. Les durées de réparation sont comptabilisées en indisponibilité de maintenance corrective. Les coûts de pièces remplacées totalisent 3 980 €. Les réparations correctives ont mobilisé 48 h de main-d'œuvre, valorisées à 42 € par heure et par technicien. Le coût d'indisponibilité de production retenu pour l'étude est de 180 € par heure.

Pour l'analyse, le MTBF est calculé à partir du temps effectif de fonctionnement et du nombre de défaillances. Le MTTR est calculé à partir de la durée cumulée de réparation et du nombre de réparations. La disponibilité demandée est la disponibilité intrinsèque simplifiée, sans prise en compte des temps d'attente logistique ni des arrêts programmés.

Historique annuel par famille de défaillance

Famille	Nombre de défaillances	Durée de réparation (h)	Coût des pièces remplacées (€)
Capteur de présence	7	14	1 680
Courroie de transmission	4	16	1 600
Motoréducteur	1	6	700
Total	12	36	3 980

Données extraites de la GMAO de l'entreprise.

Données de fonctionnement et coûts

Paramètre	Valeur
Temps effectif annuel de fonctionnement	6 000 h
Durée totale des réparations correctives	36 h
Main-d'œuvre corrective annuelle	48 h à 42 €·h^{-1}
Coût annuel des pièces correctives	3 980 €
Coût horaire d'indisponibilité de production	180 €·h^{-1}
Coût annuel du kit de prévention ciblant les capteurs	1 800 €
Consommation annuelle de courroies	4 unités
Délai fournisseur d'une courroie	10 jours ouvrés
Jours de fonctionnement annuels	220 jours

Valeurs validées par les services maintenance et production.

DT 3 : FICHE DE PRÉPARATION, CRITÈRES DE CONTRÔLE ET RÈGLES DE PRÉVENTION

Caractéristiques de l'intervention courroie : courroie de transmission de référence CV04-TR, quantité nécessaire : 1 ; contrôle de l'alignement des poulies : défaut maximal 1 mm sur une longueur de référence de 1 000 mm ; tension de la courroie après montage : 400 N, mesurée avec le tensiomètre disponible dans l'atelier. Contrôler l'état des poulies et vérifier que les protections sont remontées avant l'essai.

Moyens disponibles : outillage manuel d'atelier, tensiomètre, règle d'alignement, multimètre adapté aux vérifications de l'installation par une personne habilitée, cadenas personnels et dispositif de condamnation identifié. La courroie CV04-TR est une pièce de rechange compatible, stockée dans le magasin technique.

Prévention : le site applique une procédure de consignation des énergies avant toute intervention dans une zone présentant un risque de mouvement. Les sources à isoler pour cette intervention sont l'alimentation électrique 400 V, l'alimentation pneumatique du vérin de tension et l'énergie mécanique résiduelle du tapis et des organes tournants. La procédure du site prévoit l'arrêt, la séparation des sources d'énergie, la condamnation et l'identification des organes de coupure, la dissipation ou le maintien en sécurité des énergies résiduelles, puis la vérification de l'état sûr avant le début du travail. Le déconsignation et le redémarrage sont réalisés après retrait des outils, remontage des protections, évacuation des intervenants et accord du responsable de ligne.

Références de prévention à mobiliser : Code du travail, dispositions relatives à la prévention des risques liés aux équipements de travail, notamment les articles R. 4323-1 et suivants ; NF EN ISO 12100 pour la démarche d'appréciation et de réduction des risques liés aux machines ; NF C 18-510 pour les opérations sur les installations électriques et l'habilitation des intervenants, selon les opérations effectuées. Les consignes du site et les prescriptions du fabricant restent applicables.

Données de préparation et critères d’acceptation

Élément	Valeur ou exigence
Courroie à remplacer	Référence CV04-TR, quantité 1
Alignement maximal des poulies	1 mm sur 1 000 mm
Tension après montage	400 N
Contrôle final	Protection remontée, essai fonctionnel et absence de bruit ou de déplacement anormal
Énergies à prendre en compte	Électrique 400 V, pneumatique du vérin, énergie mécanique résiduelle
Documents de prévention	Code du travail, NF EN ISO 12100, NF C 18-510 selon les opérations

Valeurs à appliquer pour l’intervention sur le CV-04.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : préparation de l'intervention, questions 3.2 et 3.3

À RENDRE AVEC LA COPIE

Compléter les cases marquées « ... ». Pour l'enchaînement, inscrire les opérations dans l'ordre et préciser leur durée. Les critères de contrôle doivent être exprimés avec les valeurs fournies dans les documents techniques.

Nomenclature et moyens de l'intervention

Élément ou opération	Référence ou caractéristique	Quantité ou durée	Moyens nécessaires	Critère de contrôle ou résultat attendu
Courroie de transmission	.....	.....	.....	.....
Contrôle de l'alignement des poulies	.....	.....	.....	.....
Réglage de la tension	.....	.....	.....	.....
Contrôle du capteur de présence	.....	.....	.....	.....
Remise en service	.....	.....	.....	.....

À compléter par le candidat.

Ordonnancement de l'intervention

Rang	Opération	Durée	Ressource ou condition
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

À compléter par le candidat. Indiquer les opérations en parallèle le cas échéant.

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 : analyse des risques, question 4.1

À RENDRE AVEC LA COPIE

Pour chaque situation dangereuse, compléter le dommage possible et proposer une mesure de prévention adaptée aux énergies et aux conditions de l'intervention.

Tableau d'analyse des risques de l'intervention

Situation dangereuse	Dommage possible	Mesure de prévention adaptée
Accès aux poulies et à la courroie pendant un mouvement	.....	.....
Intervention sur un circuit électrique alimenté	.....	.....
Libération de la pression du vérin ou déplacement par inertie	.....	.....

À compléter par le candidat.

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.