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

ÉLECTROTECHNIQUE

ÉPREUVE E5.1 : ANALYSE, DIAGNOSTIC, MAINTENANCE

SESSION 2026

Durée : 4 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
ÉLECTROTECHNIQUE	3

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 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : ATELIERS DE CONDITIONNEMENT VAL D'OR, ZONE INDUSTRIELLE DE CHASSIEU, RHÔNE

La ligne de convoyage CV-04 des Ateliers de conditionnement Val d'Or est arrêtée à la suite de déclenchements répétés du variateur de vitesse. Le convoyeur est entraîné par un moteur asynchrone triphasé de 4 kW. Le responsable de maintenance vous demande d'exploiter les relevés disponibles, d'établir un diagnostic argumenté et de préparer une intervention corrective.

Le cahier des charges impose de rétablir le fonctionnement nominal du convoyeur, de conserver les protections existantes si leur adéquation est confirmée, de réaliser les opérations électriques selon les règles de prévention du risque électrique applicables et de renseigner les documents de maintenance après intervention. Toutes les caractéristiques, tolérances et valeurs nécessaires sont données dans les documents techniques DT 1 à DT 3.

Les parties sont indépendantes dans leur rédaction, mais les résultats établis en partie 1 peuvent être réutilisés dans les parties suivantes. Les réponses sont à présenter avec les unités et une justification adaptée.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et exploitation des caractéristiques (4 points)

Compréhension de la chaîne d'énergie et vérification des caractéristiques nominales

À partir du schéma d'architecture du DT 1 et des caractéristiques du DT 2, étudier la chaîne d'entraînement de la ligne CV-04. Les données nominales du moteur sont celles de sa plaque signalétique.

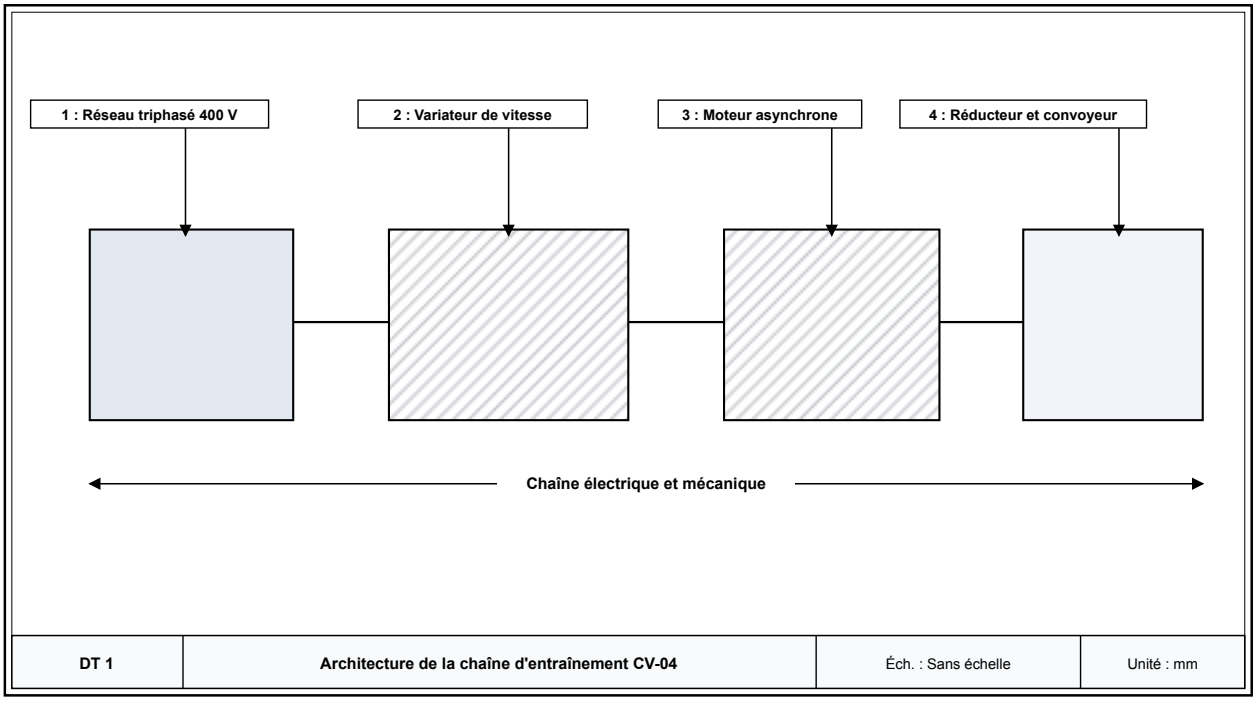


Schéma fonctionnel non à l'échelle. Les repères et les caractéristiques sont détaillés dans les documents techniques.

1.1 (1,5 point) À partir du DT 1, décrire la fonction assurée par chacun des éléments repérés 1 à 4 et indiquer le sens de transfert de l'énergie depuis l'alimentation jusqu'à la charge mécanique.

1.2 (1,5 point) Calculer le courant nominal absorbé par le moteur à partir de la puissance utile, du rendement et du facteur de puissance. Utiliser la relation du DT 2 : $I_n = \frac{P_u}{\sqrt{3}\,U\,\cos\varphi\,\eta}$. Comparer le résultat au courant nominal de plaque et conclure sur sa cohérence.

1.3 (1 point) Indiquer le courant moteur à entrer dans le paramètre de protection thermique du variateur après remplacement du moteur. Justifier le réglage à partir du DT 2 et préciser pourquoi le courant assigné de sortie du variateur ne constitue pas la valeur de réglage du moteur.

PARTIE 2 : Analyse des mesures et diagnostic (7 points)

Traitement des relevés de maintenance et détermination de la cause probable

Le variateur a déclenché trois fois en surcharge en deux postes de production. Les relevés ont été réalisés par du personnel habilité, selon le protocole de mesure du DT 3. Exploiter les données du DT 3 et compléter le DR 1.

Relevés utiles au diagnostic

Grandeur mesurée	Valeur	Référence de comparaison
Tension réseau entre phases	400 V ; 401 V ; 399 V	Réseau nominal 400 V
Courant de sortie du variateur, phases U, V, W	7,9 A ; 8,0 A ; 11,6 A	Courant nominal moteur : 8,1 A
Résistance entre bornes U-V	1,42 Ω	Écart maximal admissible entre les trois mesures : 5 % de leur moyenne
Résistance entre bornes V-W	1,43 Ω	Mêmes conditions de mesure
Résistance entre bornes W-U	1,86 Ω	Mêmes conditions de mesure
Résistance d'isolement des enroulements par rapport à la masse	120 MΩ	Valeur minimale retenue pour ce diagnostic : 1 MΩ

Les mesures de résistance ont été faites moteur isolé de son alimentation et à température stabilisée.

2.1 (2 points) Calculer le courant moyen des trois phases puis le déséquilibre relatif du courant, défini par $d_I = \frac{I_{\max} - I_{\text{moy}}}{I_{\text{moy}}} \times 100$. Présenter le résultat en pourcentage et le comparer au seuil d'alerte de 10 % fourni au DT 3.

2.2 (2 points) Calculer la moyenne des trois résistances entre bornes, puis l'écart relatif entre la valeur maximale et la valeur minimale, défini par $d_R = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\text{moy}}} \times 100$. Comparer cet écart à la limite de 5 % du DT 3. Reporter les calculs et la conclusion dans le DR 1.

2.3 (2 points) Établir le diagnostic le plus probable à partir des tensions, courants, résistances et de la résistance d'isolement mesurés. Relier les symptômes observés à la cause retenue et citer les éléments mesurés qui écartent les autres causes principales.

2.4 (1 point) Indiquer une vérification complémentaire à réaliser avant de remettre le moteur en service, sans effectuer d'essai sous tension sur un moteur dont le défaut n'a pas été levé. Préciser le résultat attendu pour autoriser la poursuite de l'intervention.

PARTIE 3 : Préparation et réalisation de la maintenance corrective (5 points)

Choix du matériel, préparation de l'intervention et contrôle après maintenance

Le diagnostic conduit à prévoir le remplacement du moteur. Le moteur de remplacement proposé au DT 2 est compatible avec l'entraînement. Les conditions de coût et les critères de réception après intervention sont fournis dans les documents techniques.

Données de préparation de l'intervention

Élément	Donnée
Moteur de remplacement	680 €
Main-d'œuvre	2 techniciens pendant 1,5 h chacun
Coût horaire d'un technicien	42 €/h
Durée d'arrêt planifiée	3 h
Critère d'acceptation du courant à vide après intervention	Écart maximal entre phases inférieur ou égal à 5 % du courant moyen

Les coûts sont exprimés hors taxes et les durées sont des durées de travail facturées.

3.1 (1,5 point) Calculer le coût total de l'intervention comprenant le moteur et la main-d'œuvre. Présenter le calcul avec l'unité monétaire.

3.2 (2 points) Établir l'ordre logique des principales opérations de remplacement du moteur, depuis la préparation du poste jusqu'au remontage. Faire apparaître la consignation, le repérage des conducteurs, la dépose, les contrôles mécaniques de l'accouplement et la remise en place des protections. Renseigner le DR 2.

3.3 (1,5 point) À partir des critères du DT 3, proposer les contrôles et essais à effectuer avant la remise à la production. Indiquer les valeurs ou résultats qui conditionnent l'acceptation de la remise en service et les informations à inscrire dans le compte rendu de maintenance.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité de l'intervention (4 points)

Maîtrise du risque électrique et prévention des risques liés à la manutention et aux essais

L'intervention comprend une opération sur le circuit de puissance du variateur et la dépose d'un moteur d'une masse de 38 kg. Appliquer les consignes de prévention du DT 3 et les règles de sécurité indiquées dans le

dossier technique.

Risques identifiés et mesures de prévention

Phase de travail	Risque principal	Mesure de prévention de référence
Ouverture de l'armoire et intervention sur le variateur	Contact électrique ou énergie résiduelle	Consignation, vérification d'absence de tension et respect du temps de décharge
Dépose et repose du moteur	Écrasement, chute de charge ou effort excessif	Moyen de levage adapté, zone dégagée et manutention coordonnée
Essais de remise en service	Entraînement mécanique et démarrage intempestif	Zone balisée, carters remis en place et personnel averti

Compléter le DR 2 en reliant les phases de travail aux risques et aux mesures de prévention.

4.1 (2 points) Décrire les étapes de mise en sécurité électrique préalables à l'intervention sur le moteur et le variateur. Préciser notamment la séparation de toutes les sources d'énergie, la condamnation, l'identification, la vérification d'absence de tension et la prise en compte du temps de décharge du bus continu indiqué au DT 3.

4.2 (1 point) Identifier deux risques non électriques liés à l'intervention et associer à chacun une mesure de prévention adaptée au contexte de la dépose du moteur et des essais.

4.3 (1 point) Indiquer les dispositions à prendre pour prévenir un démarrage dangereux lors des essais et les éléments de traçabilité à enregistrer avant la clôture de l'intervention.

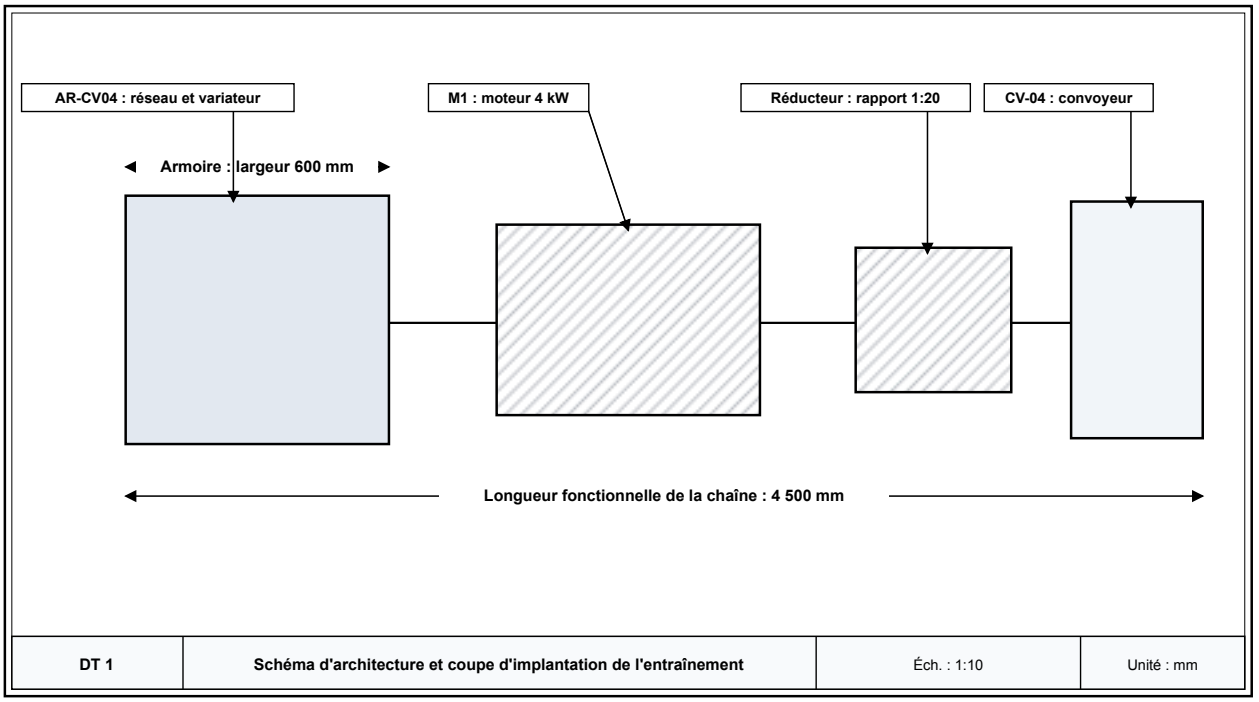
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : ARCHITECTURE ET IMPLANTATION DE LA CHAÎNE D'ENTRAÎNEMENT CV-04

La ligne CV-04 est alimentée par un réseau triphasé basse tension 400 V, 50 Hz. La chaîne comprend un variateur de vitesse, un moteur asynchrone triphasé, un réducteur et un convoyeur. Le variateur commande la fréquence et la tension appliquées au moteur. Le convoyeur transporte les colis vers le poste de palettisation.

L'armoire de commande est repérée AR-CV04. Le moteur M1 est installé à proximité du réducteur, sur un châssis boulonné. Le câble moteur est un câble cuivre 4G2,5 mm². Les mesures de diagnostic du sujet sont supposées réalisées avec des appareils adaptés et en état de validité métrologique.



DT 2 : CARACTÉRISTIQUES DU MOTEUR, DU VARIATEUR ET DONNÉES ÉCONOMIQUES

Les caractéristiques ci-dessous sont les données de référence pour les calculs et le choix du matériel. Le moteur de remplacement proposé possède les mêmes caractéristiques électriques et mécaniques que le moteur installé. Le facteur de puissance et le rendement sont donnés à la charge nominale.

Fiche de caractéristiques et de remplacement

Équipement ou grandeur	Caractéristique	Valeur
Moteur M1 installé	Puissance utile nominale	4,0 kW
Moteur M1 installé	Tension nominale entre phases	400 V
Moteur M1 installé	Fréquence nominale	50 Hz
Moteur M1 installé	Courant nominal de plaque	8,1 A
Moteur M1 installé	Rendement nominal	0,88
Moteur M1 installé	Facteur de puissance nominal	cos φ = 0,82
Moteur de remplacement	Puissance utile et tension	4,0 kW ; 400 V
Moteur de remplacement	Courant nominal et rendement	8,1 A ; 0,88
Variateur installé	Courant assigné de sortie	11 A
Variateur installé	Réglage de protection thermique moteur	À régler selon le courant nominal porté sur la plaque du moteur
Moteur de remplacement	Prix d'achat	680 € HT
Intervention	Main-d'œuvre et taux horaire	2 techniciens ; 1,5 h par technicien ; 42 € HT/h

DT 3 : PROCÉDURE DE DIAGNOSTIC, CRITÈRES DE RÉCEPTION ET PRÉVENTION

Pour comparer les trois courants mesurés, utiliser $I_{\text{moy}} = \frac{I_U + I_V + I_W}{3}$, puis $d_I = \frac{I_{\max} - I_{\text{moy}}}{I_{\text{moy}}} \times 100$. Un déséquilibre de courant supérieur à 10 % est considéré comme anormal pour le diagnostic de cette installation.

Pour les résistances entre phases, calculer la moyenne arithmétique des trois valeurs. L'écart relatif entre la résistance maximale et la résistance minimale est $d_R = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\text{moy}}} \times 100$. La limite d'acceptation retenue pour des mesures effectuées dans les mêmes conditions est de 5 %. Une résistance d'isolement satisfaisante par rapport à la masse ne permet pas, à elle seule, d'exclure un défaut entre spires ou une anomalie de continuité d'un enroulement.

Les critères de remise en service sont les suivants : absence de défaut électrique constaté, protections et réglages conformes aux caractéristiques du moteur, accouplement vérifié, carters remis en place, sens de rotation conforme, absence de bruit ou vibration anormale et courant à vide équilibré avec un écart maximal de 5 % par rapport au courant moyen. Le moteur doit être raccordé et les essais réalisés dans les conditions prévues par les consignes du site.

La présence d'un variateur impose d'attendre au minimum 5 minutes après coupure de son alimentation avant toute intervention dans l'armoire. Cette attente ne remplace pas la vérification d'absence de tension. Les opérations sont conduites par du personnel disposant de la formation et de l'habilitation adaptées,

conformément aux consignes de l'employeur et aux prescriptions applicables, notamment celles de la NF C 18-510. L'équipement électrique de la machine relève également des prescriptions applicables de la NF EN 60204-1.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Questions 2.2 et 2.3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases indiquées par « ... ». Faire apparaître les unités, les calculs intermédiaires utiles et une conclusion rédigée.

Tableau d'analyse des résistances entre phases

Grandeur	Calcul ou valeur	Résultat
Résistance moyenne	(1,42 + 1,43 + 1,86) / 3	.....
Résistance minimale	Lecture des relevés du DT 3	.....
Résistance maximale	Lecture des relevés du DT 3	.....
Écart relatif d_R	(R_max - R_min) / R_moy × 100	.....
Comparaison à la limite	Limite : 5 %	.....
Conclusion sur l'état des enroulements	Argument à partir des mesures	.....

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 : Questions 3.2 et 4.2 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les colonnes « Opérations et contrôles » et « Risque et mesure de prévention ». Numéroter les opérations dans l'ordre chronologique et adapter les mesures de prévention aux risques identifiés.

Préparation de l'intervention et analyse des risques

Phase	Opérations et contrôles	Risque et mesure de prévention
Préparation du poste	.....	.....
Mise en sécurité électrique	.....	.....
Dépose du moteur	.....	.....
Pose et raccordement du moteur de remplacement	.....	.....
Contrôles avant essais	.....	.....
Essais et clôture de l'intervention	.....	.....

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.