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 E6.1 : CONCEPTION, ÉTUDE DÉTAILLÉE DU PROJET

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 : ÉLECTRORIVES, ATELIER DE MAINTENANCE INDUSTRIELLE, ZONE ARTISANALE DES TILLEULS, ANGERS (MAINE-ET-LOIRE)

L'entreprise ÉlectroRives réalise l'extension électrique de son atelier afin d'alimenter une pompe de circulation et un ventilateur d'extraction. L'alimentation disponible est un réseau triphasé 400/230 V, 50 Hz, avec conducteur de protection distribué. Le tableau général BT existant alimente un nouveau tableau divisionnaire TD-AT situé à 40 m du tableau général. Les départs terminaux du moteur de pompe et du ventilateur sont respectivement longs de 25 m et 18 m.

Le cahier des charges impose une alimentation continue des deux récepteurs en fonctionnement simultané, une chute de tension inférieure ou égale à 3 % en régime établi sur la liaison tableau général-TD-AT et inférieure ou égale à 10 % au démarrage de la pompe. La pompe démarre directement. Le courant de démarrage de son moteur vaut 6,5 fois son courant nominal. La puissance appelée par les auxiliaires est de 2,00 kW, avec un facteur de puissance de 0,95. Les liaisons sont en cuivre, posées sur chemin de câbles perforé, à température ambiante de référence de 30 °C.

Les études et les choix seront justifiés à partir des données de ce sujet. Les références normatives sont celles indiquées dans le dossier technique. Toute hypothèse supplémentaire devra être explicitée.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (5 points)

Analyse des récepteurs, du besoin et de l'architecture électrique

Le projet concerne l'alimentation simultanée de la pompe, du ventilateur et des auxiliaires. Utiliser les données du DT 1 et compléter le DR 1 lorsque cela est demandé. Les puissances indiquées pour les moteurs sont des puissances utiles à l'arbre.

Récepteurs à alimenter

Récepteur	Puissance utile	Rendement	Facteur de puissance	Mode de démarrage
Moteur de pompe M1	15,0 kW	0,90	0,86	Direct, 6,5 In
Moteur de ventilateur M2	5,50 kW	0,88	0,82	Direct
Auxiliaires	2,00 kW absorbés	Sans objet	0,95	Sans objet

Données de fonctionnement nominal fournies par le client

1.1 (2 points) Déterminer, pour chaque moteur, la puissance active électrique absorbée. Calculer ensuite la puissance active totale et la puissance réactive totale de l'installation en fonctionnement simultané, auxiliaires compris. Utiliser les relations $P_{abs} = P_u/\eta$, $Q = P\tan(\arccos(\cos\varphi))$ pour les moteurs et la même relation pour les auxiliaires. Présenter les résultats en kW et kvar, arrondis au dixième.

1.2 (1,5 point) Calculer le courant nominal de M1 et celui de M2 sous 400 V triphasé, à partir de $I = P_{abs}/(\sqrt{3}\,U\cos\varphi)$. Calculer ensuite le courant de la liaison d'alimentation de TD-AT à partir des puissances active et réactive totales établies en 1.1, avec $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ puis $I = S/(\sqrt{3}\,U)$. Donner les résultats au dixième d'ampère.

1.3 (1,5 point) À partir du schéma de principe du DT 1, compléter le DR 1 en indiquant la fonction de la liaison entre le tableau général BT et TD-AT ainsi que les trois départs terminaux à prévoir. Préciser, pour chaque départ moteur, les fonctions électriques indispensables à assurer dans l'architecture : sectionnement, protection contre les surintensités, commande et protection contre les surcharges.

PARTIE 2 : Étude technologique et dimensionnement (7 points)

Choix des conducteurs, vérification de la chute de tension et métré

Dimensionner la liaison entre le tableau général BT et TD-AT. La longueur de parcours est de 40 m. Pour le calcul de chute de tension, utiliser la longueur réelle de parcours, et non la longueur avec réserve de pose. Les caractéristiques des conducteurs et les critères retenus sont fournis au DT 2.

Données de calcul de la liaison

Section cuivre	Intensité admissible Iz	Résistance linéique à 70 °C	Réactance linéique
6 mm²	41 A	3,70 Ω/km	0,08 Ω/km
10 mm²	57 A	2,25 Ω/km	0,08 Ω/km
16 mm²	76 A	1,42 Ω/km	0,08 Ω/km

Extrait des caractéristiques de conducteurs cuivre en pose sur chemin de câbles

2.1 (2 points) En utilisant le courant de la liaison calculé en 1.2, retenir la plus petite section du tableau pour laquelle le courant d'emploi respecte le critère $I_b \le I_n \le I_z$, avec un disjoncteur de liaison de calibre $I_n = 50\,\text{A}$. Justifier le choix par comparaison avec la section immédiatement inférieure.

2.2 (2 points) Vérifier la chute de tension en régime établi de la liaison de 40 m avec la section retenue. Utiliser $\Delta U = \sqrt{3}\,I\,L\,(R\cos\varphi + X\sin\varphi)$, avec L en km, R et X en Ω/km, le courant total de 1.2 et $\cos\varphi = P/S$ calculé à partir des puissances totales. Exprimer la chute en volts et en pourcentage de 400 V, puis conclure au regard de la limite de 3 %.

2.3 (2 points) Vérifier la chute de tension au démarrage de M1 dans la liaison tableau général-TD-AT. Pour cette vérification, prendre $I_{dém} = 6,5 I_{M1}$, $\cos\varphi_{dém} = 0,35$, et négliger le courant des autres récepteurs pendant le calcul de la chute de tension de démarrage. Utiliser la formule de 2.2 avec la longueur de 40 m et les caractéristiques du conducteur retenu. La limite du cahier des charges est de 10 % de 400 V.

2.4 (1 point) Établir le métré de la liaison à commander en prévoyant 10 % de réserve sur la longueur de parcours. Le câble retenu est vendu au mètre et coûte 8,40 € HT/m. Calculer la longueur à commander, arrondie au mètre supérieur, puis le coût HT correspondant.

PARTIE 3 : Choix des protections et préparation des documents techniques (5 points)

Vérification du court-circuit et définition des départs moteurs

Les caractéristiques des dispositifs disponibles et les données de court-circuit sont précisées au DT 3. Les dispositifs retenus doivent assurer la protection des conducteurs et des moteurs, sans déclenchement intempestif lors du démarrage direct de M1.

Extrait des matériels disponibles

Matériel	Caractéristiques	Utilisation prévue
Disjoncteur de liaison	50 A, courbe C, pouvoir de coupure 10 kA	Protection de la liaison vers TD-AT
Disjoncteur moteur M1	Réglage thermique 24 à 32 A, déclenchement magnétique réglable de 10 à 14 fois le réglage thermique	Protection du départ M1
Contacteur M1	Catégorie AC-3, 32 A minimum à 400 V	Commande du moteur M1
Disjoncteur moteur M2	Réglage thermique 9 à 13 A, déclenchement magnétique réglable de 10 à 14 fois le réglage thermique	Protection du départ M2
Contacteur M2	Catégorie AC-3, 12 A minimum à 400 V	Commande du moteur M2

Caractéristiques communiquées par le fournisseur

3.1 (2 points) Calculer le courant de court-circuit maximal triphasé présumé à l'origine de la liaison, puis estimer le courant de court-circuit triphasé au niveau de TD-AT. Pour l'estimation au tableau, utiliser $I_{k3} = U/(\sqrt{3}\,Z)$, avec $U = 400\,\text{V}$, l'impédance équivalente de source $Z_s = 0,0289\,\Omega$ et l'impédance de phase de la liaison assimilée à sa résistance $R\,L$, en prenant $R = 2,25\,\Omega/\text{km}$ et $L = 0,040\,\text{km}$. Déterminer si le pouvoir de coupure de 10 kA du disjoncteur de liaison est suffisant.

3.2 (1,5 point) À partir du courant d'emploi de la liaison, de l'intensité admissible du conducteur retenu et des caractéristiques des matériels du DT 3, justifier le choix du disjoncteur de liaison 50 A. Vérifier également que son pouvoir de coupure est supérieur au courant de court-circuit maximal présumé au point d'installation.

3.3 (1,5 point) Compléter le DR 2 pour les départs M1 et M2 : courant nominal, réglage thermique proposé, calibre minimal du contacteur disponible et valeur du seuil magnétique minimal correspondant au réglage retenu. Pour M1, vérifier que le courant de démarrage $6,5 I_{M1}$ reste inférieur au seuil magnétique minimal réglé à $10 I_r$. Le réglage thermique proposé doit protéger le moteur sans être inférieur à son courant nominal.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité (3 points)

Préparation d'une intervention électrique en atelier

Avant la pose et le raccordement du nouveau départ, le responsable de travaux prépare l'intervention avec l'exploitant de l'installation. Les règles de prévention applicables et les opérations prévues figurent au DT 3.

4.1 (1,5 point) Présenter, dans l'ordre, les étapes essentielles de mise en sécurité de la partie d'installation concernée avant travaux hors tension : identification de l'ouvrage, séparation de toutes les sources, condamnation, identification de la partie condamnée, vérification d'absence de tension et mise à la terre et en court-circuit lorsqu'elles sont requises par l'analyse de risque et les règles applicables. Indiquer le rôle de l'intervenant habilité et du chargé de consignation.

4.2 (1,5 point) Relever trois risques propres à l'intervention dans cet atelier et associer à chacun une mesure de prévention adaptée. La réponse doit inclure au moins un risque électrique et tenir compte de la coactivité avec l'activité de maintenance de l'atelier.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : SCHÉMA DE PRINCIPE DE L'INSTALLATION ET DONNÉES DES RÉCEPTEURS

Le tableau général BT existant est alimenté en 400/230 V triphasé, 50 Hz. Le courant de court-circuit triphasé présumé au départ de la nouvelle liaison est de 8,0 kA. Le nouveau tableau TD-AT est installé à 40 m du tableau général. Il comporte un départ pour le moteur de pompe M1, un départ pour le moteur de ventilateur M2 et un départ auxiliaires. Les puissances utiles, rendements et facteurs de puissance des récepteurs sont indiqués ci-dessous. Les moteurs sont triphasés et les auxiliaires sont alimentés en triphasé équilibré.

Les puissances active et réactive sont à additionner pour obtenir les grandeurs totales. Pour un récepteur de puissance utile P_u et de rendement η, la puissance active absorbée est $P_{abs} = P_u / \eta$. Pour un facteur de puissance $\cos\varphi$, la puissance réactive est $Q = P \tan\varphi$, avec $\varphi = \arccos(\cos\varphi)$.

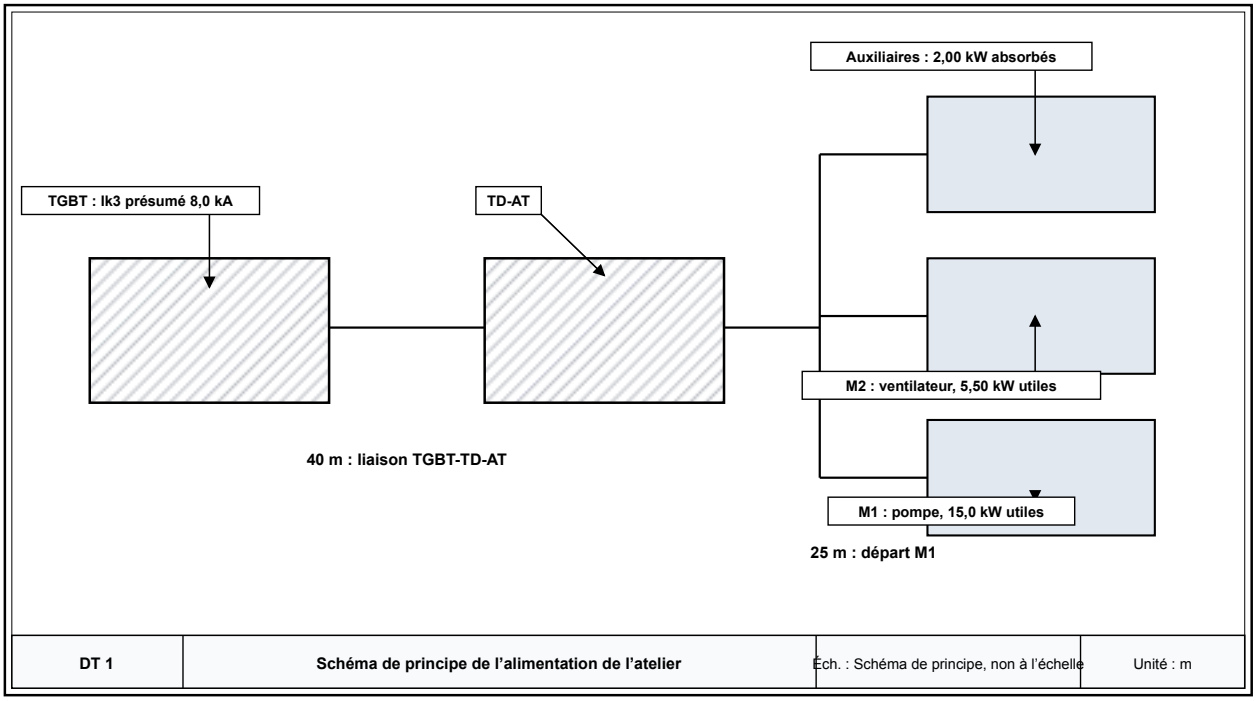


Schéma fonctionnel sans représentation des dispositifs de protection internes. Les longueurs indiquées sont les longueurs de parcours.

Caractéristiques des récepteurs

Repère	Puissance utile ou absorbée	Rendement	cos φ	Longueur du départ terminal
M1	15,0 kW utiles	0,90	0,86	25 m
M2	5,50 kW utiles	0,88	0,82	18 m
Auxiliaires	2,00 kW absorbés	Sans objet	0,95	À préciser par l'installateur

Valeurs nominales fournies par le constructeur et le client

DT 2 : DONNÉES DE DIMENSIONNEMENT DES CONDUCTEURS ET CRITÈRES DE CHUTE DE TENSION

Les valeurs ci-dessous s'appliquent à des conducteurs en cuivre isolés, posés sur chemin de câbles perforé, à 30 °C, dans les conditions de référence du projet. Pour la liaison principale, la longueur de parcours est de 40 m. Pour la vérification au démarrage de M1, on néglige les autres courants et on utilise le facteur de puissance de démarrage fourni dans l'énoncé.

La chute de tension triphasée est calculée par $\Delta U = \sqrt{3}\, I\, L\, (R\cos\varphi + X\sin\varphi)$, où L est exprimée en kilomètres et R, X en ohms par kilomètre. Le pourcentage de chute est $100\Delta U/U$, avec $U = 400\,\text{V}$. Le critère client est de 3 % en régime établi pour la liaison principale et de 10 % au démarrage de M1.

Pour le métré, prévoir 10 % de réserve de pose sur la longueur de parcours. Le prix contractuel du câble retenu est de 8,40 € HT par mètre.

Caractéristiques électriques des conducteurs cuivre

Section	Intensité admissible Iz	R à 70 °C	X
6 mm²	41 A	3,70 Ω/km	0,08 Ω/km
10 mm²	57 A	2,25 Ω/km	0,08 Ω/km
16 mm²	76 A	1,42 Ω/km	0,08 Ω/km

Données de projet pour la pose spécifiée

Exigences fonctionnelles du client

Grandeur vérifiée	Valeur exigée	Condition d'étude
Chute de tension liaison principale	≤ 3 % de 400 V	Fonctionnement simultané établi
Chute de tension au démarrage de M1	≤ 10 % de 400 V	Démarrage direct de M1
Réserve de longueur pour commande du câble	10 %	Sur 40 m de parcours

Extrait du cahier des charges de l'extension

DT 3 : PROTECTIONS, MATÉRIELS DISPONIBLES ET PRÉVENTION DES RISQUES

Le courant de court-circuit triphasé présumé au départ de la liaison est de 8,0 kA. Pour le calcul simplifié au niveau de TD-AT, l'impédance équivalente de source est assimilée à $Z_s = 0,0289\,\Omega$ par phase. L'impédance de la liaison est assimilée à sa résistance à 70 °C. Le pouvoir de coupure du disjoncteur installé doit être au moins égal au courant de court-circuit présumé au point où il est installé.

Pour le départ moteur M1, le seuil magnétique du disjoncteur moteur est réglable de 10 à 14 fois le réglage thermique choisi. Pour cette étude, retenir le seuil magnétique minimal $I_{m,min} = 10 I_r$. Le courant de démarrage vaut $6,5 I_{M1}$. Pour M2, appliquer la même règle de réglage thermique au courant nominal calculé.

Références à prendre en compte pour la conception et la prévention : NF C 15-100 pour les installations électriques basse tension, NF EN IEC 61439-1 et NF EN IEC 61439-2 pour les ensembles d'appareillage basse tension, NF EN 60204-1 lorsque l'équipement relève de l'équipement électrique d'une machine, et NF C 18-510 pour les opérations sur les ouvrages et installations électriques. L'intervention est organisée conformément aux principes de prévention du Code du travail. Les références citées orientent l'étude ; les données chiffrées de dimensionnement à appliquer sont celles du présent dossier.

Matériels disponibles pour les départs et la liaison

Repère	Caractéristiques	Fonction
QF0	Disjoncteur 50 A, courbe C, pouvoir de coupure 10 kA	Protection de la liaison TGBT-TD-AT
QF1	Disjoncteur moteur, réglage thermique 24 à 32 A, magnétique réglable de 10 à 14 fois Ir	Protection du départ M1
KM1	Contacteur catégorie AC-3, 32 A minimum à 400 V	Commande de M1
QF2	Disjoncteur moteur, réglage thermique 9 à 13 A, magnétique réglable de 10 à 14 fois Ir	Protection du départ M2
KM2	Contacteur catégorie AC-3, 12 A minimum à 400 V	Commande de M2

Sélection proposée par le fournisseur

Rappels de prévention pour les travaux prévus

Situation de travail	Risques principaux	Mesures à prévoir
Raccordement au TGBT	Contact électrique, arc électrique, erreur d'identification	Organisation de la consignation, identification de l'ouvrage, vérification d'absence de tension et emploi des équipements adaptés
Pose du cheminement et du câble	Chute de plain-pied, manutention, heurt avec les équipements de maintenance	Balisage, rangement des circulations, moyens de manutention adaptés et coordination de la coactivité
Essais et remise en service	Mise en mouvement de la pompe ou du ventilateur, exposition à des parties actives	Information des personnes concernées, zone d'essai contrôlée, vérification des protections et autorisation de remise en service

Éléments à intégrer à la préparation de l'intervention

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Analyse fonctionnelle et relevé des grandeurs électriques **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les cases indiquées par « ... ». Joindre les calculs à la copie et reporter dans le tableau les résultats arrondis conformément aux questions.

Bilan des récepteurs en fonctionnement simultané

Récepteur	P absorbée (kW)	Q (kvar)	Courant nominal (A)	Fonctions à assurer sur le départ
M1	.....	.....	.....	Sectionnement, protection surintensités, commande, protection surcharge
M2	.....	.....	.....	Sectionnement, protection surintensités, commande, protection surcharge
Auxiliaires	2,00	.....	.....	Sectionnement et protection adaptés au circuit
Total / liaison TGBT-TD-AT	.....	.....	.....	Protection de la liaison

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Fiche de choix et de réglage des protections moteurs — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases « ... » à partir des résultats de calcul. Les réglages thermiques doivent être compatibles avec les courants nominaux. Indiquer les unités et joindre les vérifications demandées en partie 3.

Synthèse de dimensionnement des départs moteurs

Départ	Courant nominal calculé	Réglage thermique proposé Ir	Seuil magnétique minimal 10 Ir	Courant de démarrage à vérifier	Contacteur disponible à retenir
M1	.....	.....	.....	.....	KM1 : AC-3, 32 A minimum
M2	.....	.....	.....	Sans objet dans cette vérification	KM2 : AC-3, 12 A minimum

Synthèse de vérification de la liaison principale

Grandeur	Résultat candidat	Conclusion
Section retenue	.....	.....
Courant d'emploi Ib	.....	.....
Chute de tension en régime établi	.....	.....
Courant de court-circuit estimé au TD-AT	.....	Pouvoir de coupure QF0 : ...

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.