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 : CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION D'UN PROJET - SOUS-ÉPREUVE E6.2 : RÉALISATION, MISE EN SERVICE D'UN PROJET

SESSION 2026

Durée : 40 minutes

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.

Dossier technique du projet, documents réponse, calculatrice autorisée et matériel professionnel mis à disposition pour la présentation et les essais.

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 : HYDROSERVICES ATLANTIQUE, ATELIER DE PRÉFABRICATION ET STATION DE POMPAGE DE LA ZONE INDUSTRIELLE DE L'ESTUAIRE, 44600 SAINT-NAZAIRE

Dans le cadre du projet de modernisation d'une station de transfert d'eau industrielle, HydroServices Atlantique a réalisé un coffret de commande destiné à piloter une pompe centrifuge entraînée par un moteur asynchrone triphasé. Le candidat intervient en qualité de technicien chargé de finaliser le câblage, de configurer le variateur, puis de préparer et de présenter la mise en service.

Le cahier des charges impose un débit nominal de 12 m³/h, une alimentation triphasée 400 V - 50 Hz, une commande en 24 V continu, la détection des niveaux bas et haut de la cuve de destination, la prévention du fonctionnement à sec et l'interdiction du redémarrage automatique après un arrêt de sécurité ou une perte d'alimentation. Le moteur est commandé par variateur de vitesse. Les opérations de vérification et d'essai sont réalisées selon le protocole fourni au dossier technique et les règles de prévention applicables.

L'évaluation porte sur la réalisation, la configuration, l'application du protocole de mise en service et la communication technique relatives au projet.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle, réglementation et préparation de l'intervention (5 points)

Analyser le besoin, les fonctions de sécurité et les conditions d'intervention

À partir du cahier des charges et des documents DT 1 à DT 3, présentez l'installation, ses fonctions attendues et les précautions nécessaires avant intervention. Les références normatives citées au dossier sont des repères de conception et de vérification applicables au matériel concerné ; les prescriptions du fabricant restent à prendre en compte.

Données principales du projet

Élément	Donnée	Exigence associée
Alimentation de puissance	400 V triphasé, 50 Hz, régime TN-S	Commande par variateur
Moteur	5,5 kW, 400/690 V Δ/Y, In = 11,2 A	Couplage 400 V en triangle
Débit demandé	12 m³/h	Débit nominal de transfert
Commande et capteurs	24 V continu, capteurs PNP	Niveaux bas et haut
Sécurité	Arrêt d'urgence à deux canaux	Pas de redémarrage automatique

Données de l'installation à prendre en compte pour l'analyse.

1.1 (1,5 point) Présentez la chaîne d'énergie et la chaîne d'information de l'installation, depuis l'alimentation électrique jusqu'au transfert d'eau. Identifiez le rôle du variateur, du moteur, de la pompe et des capteurs de niveau.

1.2 (2 points) Énoncez la séquence normale de fonctionnement et les réactions attendues en cas de niveau bas, de niveau haut, d'appui sur l'arrêt d'urgence et de perte puis retour de l'alimentation. Précisez comment le redémarrage volontaire est assuré.

1.3 (1,5 point) Avant toute intervention dans le coffret, décrivez une démarche de prévention adaptée : identification des sources, séparation, condamnation, vérification d'absence de tension et choix des équipements de protection. Citez les références techniques ou réglementaires pertinentes parmi celles fournies au DT 3.

PARTIE 2 : Étude technologique et calculs de dimensionnement (5 points)

Vérifier la cohérence des matériels et exploiter les données électriques

Les caractéristiques nécessaires aux calculs figurent dans les documents DT 1 et DT 2. Utilisez les formules suivantes lorsque cela est nécessaire : puissance active triphasée absorbée estimée, $P = \sqrt{3}\,U\,I\cos\varphi$; chute de tension triphasée, $\Delta U = \sqrt{3}\,I L(R\cos\varphi + X\sin\varphi)$, avec L en kilomètres, R et X en Ω/km ; temps idéal de transfert, $t = V/Q$.

Paramètres électriques et hydrauliques

Paramètre	Valeur	Unité
Tension composée U	400	V
Courant nominal moteur I	11,2	A
Facteur de puissance cos φ	0,82	-
Longueur de câble L	38	m
Résistance linéique à la température de service R	5,52	Ω/km
Réactance linéique X	0,08	Ω/km
Volume de transfert V	18	m³
Débit nominal Q	12	m³/h

Valeurs fournies pour les calculs de vérification.

2.1 (1,5 point) Calculez la puissance active absorbée estimée du moteur à son courant nominal. Comparez le résultat à la puissance utile nominale de 5,5 kW en tenant compte du rendement indiqué au DT 2. Concluez sur la cohérence des données.

2.2 (2 points) Calculez la chute de tension dans le câble moteur de 38 m en utilisant $\sin\varphi = \sqrt{1-\cos^2\varphi}$. Donnez le résultat en volts et en pourcentage de 400 V, puis vérifiez-le au regard de la limite de projet de 3 % indiquée au DT 2.

2.3 (1,5 point) Déterminez le temps idéal nécessaire pour transférer 18 m³ au débit nominal de 12 m³/h. Indiquez une réserve opérationnelle pertinente à prévoir lors de l'essai réel, compte tenu des phases de démarrage, d'arrêt et des conditions hydrauliques.

PARTIE 3 : Préparation de réalisation et protocole de mise en service (6 points)

Réaliser, configurer, contrôler et rendre compte

Le coffret est assemblé conformément au schéma de principe du DT 1. Le candidat expose l'ordre opératoire qu'il met en œuvre, les contrôles associés et les critères de décision avant autorisation de mise sous tension. Les essais sous tension sont réalisés uniquement après validation des contrôles préalables et dans les conditions de sécurité définies au DT 3.

Valeurs à reporter sur le document réponse DR 1

Contrôle	Valeur attendue ou calculée	Critère de décision
Puissance active absorbée estimée	.....	Comparer à la puissance utile et au rendement
Chute de tension du câble moteur	.....	Inférieure ou égale à 3 % de 400 V
Temps idéal de transfert de 18 m³	.....	Comparer au temps mesuré lors de l'essai

Compléter les valeurs calculées et les décisions de vérification.

3.1 (2 points) Décrivez une méthode de réalisation et de contrôle du câblage du coffret : repérage des conducteurs, raccordement des circuits de puissance et de commande, contrôle des serrages, continuité du conducteur de protection et vérification des polarités de la commande 24 V continu. Indiquez les enregistrements à effectuer.

3.2 (2 points) Présentez les paramètres essentiels à contrôler ou à saisir dans le variateur à partir du DT 2 : données de plaque moteur, fréquence minimale et maximale, rampes, source de commande et consigne de vitesse. Expliquez comment vérifier le sens de rotation sans exposer les personnes ni détériorer la pompe.

3.3 (2 points) Établissez l'ordre des contrôles hors tension puis des essais fonctionnels. Précisez les critères d'acceptation relatifs aux capteurs, à l'arrêt d'urgence, au redémarrage après réarmement, au sens de rotation et au débit. Consignez les résultats dans le DR 2 et indiquez la conduite à tenir si un critère n'est pas satisfait.

PARTIE 4 : Prévention, sécurité et communication professionnelle (4 points)

Maîtriser les risques et présenter une décision de mise en service

La mise en service se déroule dans un atelier en présence d'un technicien chargé des essais. La pompe et les parties tournantes sont accessibles depuis une zone balisée. Le coffret comporte des tensions dangereuses en amont du variateur ; la commande 24 V ne constitue pas une séparation de sécurité des circuits de puissance.

Situation de travail et risques à traiter

Situation	Risque principal	Mesure de prévention attendue
Ouverture du coffret	Contact électrique	Consignation et vérification d'absence de tension
Essai de rotation de la pompe	Entraînement mécanique ou projection	Zone balisée, protections en place et présence du surveillant
Essai des capteurs	Débordement ou fonctionnement à sec	Surveillance des niveaux et arrêt immédiat en cas d'anomalie

Analyse attendue avant les essais.

4.1 (2 points) Présentez oralement une analyse des risques avant les essais sous tension. Pour chaque situation du tableau, associez le risque à une mesure de prévention et précisez les conditions d'arrêt immédiat de l'essai.

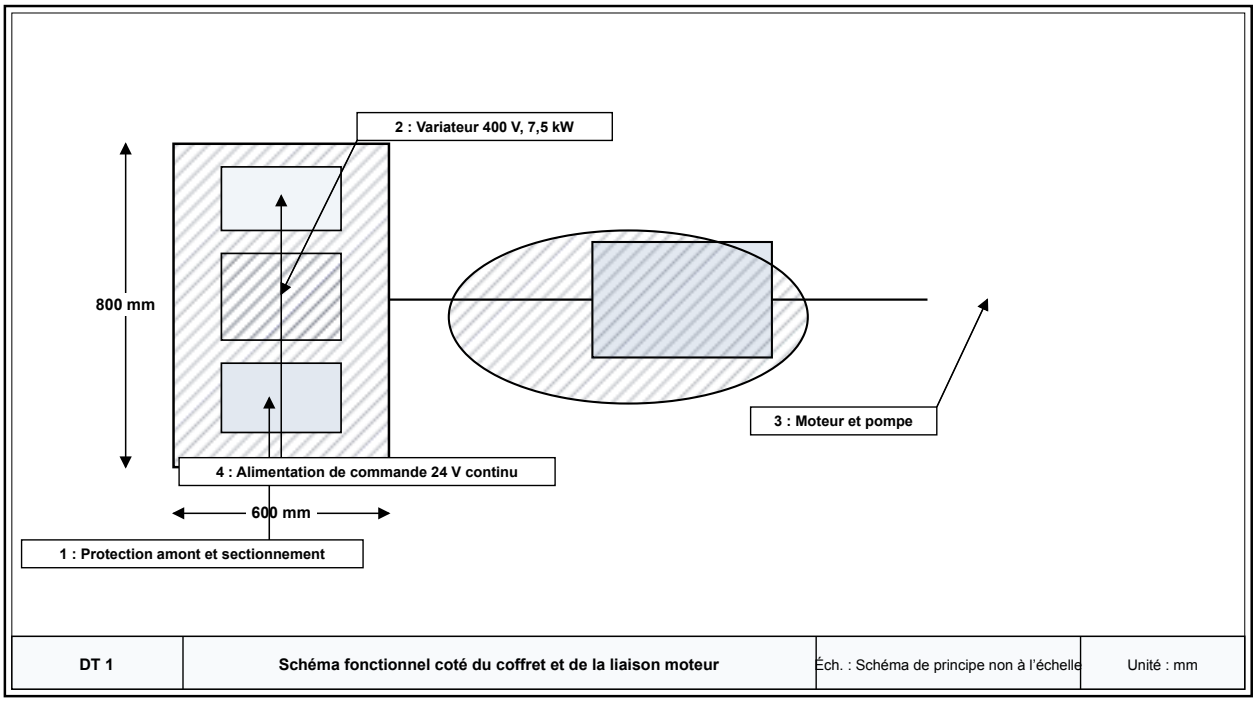
4.2 (2 points) Formulez une conclusion de mise en service destinée au responsable du site : résultats à communiquer, réserves éventuelles, documents à remettre et décision motivée d'autorisation ou de refus d'exploitation. Distinguez clairement l'arrêt d'urgence de la fonction de sectionnement électrique.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : SCHÉMA D'IMPLANTATION ET ARCHITECTURE DU COFFRET DE COMMANDE

Le coffret est alimenté en 400 V triphasé, 50 Hz, régime TN-S. Le départ moteur comprend un dispositif de protection amont, un variateur et un câble cuivre 4G4 mm² de 38 m. Le moteur est raccordé en triangle pour une alimentation de 400 V. La commande est réalisée en 24 V continu. Les entrées logiques du variateur reçoivent les informations de demande de marche et de défaut de niveau. L'arrêt d'urgence agit sur un relais de sécurité raccordé aux entrées STO du variateur, selon la notice du constructeur. La fonction STO réduit le couple moteur mais ne constitue pas un dispositif de sectionnement électrique.



Repérage fonctionnel des ensembles. Les cotes de l'enveloppe sont données pour l'implantation, elles ne représentent pas les dimensions internes des appareils.

Repères d'architecture

Repère	Fonction	Donnée de projet
1	Protection et sectionnement de l'alimentation	Dispositif amont à condamner avant intervention
2	Variation de vitesse	Variateur triphasé 400 V, puissance nominale 7,5 kW
3	Entraînement hydraulique	Moteur asynchrone et pompe centrifuge
4	Commande et détection	Alimentation 24 V continu, capteurs PNP

Composition fonctionnelle de l'installation.

DT 2 : CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIELS ET DONNÉES DE CALCUL

Les valeurs ci-dessous sont les données du projet retenues pour l'étude. Le courant admissible du câble a été établi pour le mode de pose retenu et les conditions ambiantes du local. Pour la vérification simplifiée de la protection contre les surcharges, on utilisera les critères de projet $I_b \leq I_n \leq I_z$ et $I_2 \leq 1,45 I_z$. Pour un dispositif gG retenu dans ce projet, prendre $I_2 = 1,6 I_n$. La limite de chute de tension retenue pour la liaison étudiée est de 3 % de la tension composée.

Caractéristiques des équipements

Équipement	Caractéristique	Valeur
Moteur	Puissance utile nominale	5,5 kW
Moteur	Tension et couplage	400/690 V Δ/Y
Moteur	Courant nominal sous 400 V	11,2 A
Moteur	Facteur de puissance nominal	cos φ = 0,82
Moteur	Rendement nominal	η = 0,88
Variateur	Alimentation et puissance nominale	3 × 400 V, 7,5 kW
Variateur	Courant de sortie nominal	16 A
Variateur	Protection amont prescrite pour le projet	Fusibles gG 20 A
Câble moteur	Type, longueur et section	Cuivre 4G4 mm², 38 m
Câble moteur	Courant admissible Iz retenu	27 A
Câble moteur	R à température de service et X	R = 5,52 Ω/km ; X = 0,08 Ω/km
Cuve de destination	Volume de transfert étudié	18 m³
Pompe	Débit nominal demandé	12 m³/h

Données issues des plaques signalétiques et fiches de sélection du projet.

Paramètres initiaux de configuration du variateur

Paramètre	Valeur de projet	Contrôle attendu
Tension nominale moteur	400 V	Concordance avec le couplage triangle
Courant nominal moteur	11,2 A	Saisie conforme à la plaque signalétique
Fréquence nominale moteur	50 Hz	Saisie conforme à la plaque signalétique
Fréquence minimale de projet	25 Hz	Respect de la plage de fonctionnement hydraulique
Fréquence maximale de projet	50 Hz	Ne pas dépasser la fréquence nominale moteur
Rampe d'accélération	5 s	Démarrage progressif sans défaut
Rampe de décélération	5 s	Arrêt maîtrisé sans défaut
Commande	Entrées logiques	Essai de la chaîne de commande et des sécurités

Valeurs de mise en service à confirmer avec la plaque moteur et la notice du variateur.

DT 3 : RÉFÉRENCES TECHNIQUES, CONTRÔLES ET PRÉVENTION

Les références suivantes guident l'intervention selon le domaine concerné : NF C 15-100 pour les installations électriques basse tension ; NF EN 60204-1 pour les équipements électriques de machines ; NF EN 61439-1 pour les ensembles d'appareillage à basse tension ; Code du travail, notamment les dispositions relatives à la prévention du risque électrique et aux opérations sur les installations. Appliquer l'édition en vigueur et les prescriptions du fabricant. Les valeurs de contrôle ci-dessous sont des critères de réception définis pour ce projet et ne remplacent pas les prescriptions réglementaires ou celles du constructeur.

Contrôles préalables et critères de projet

Étape	Contrôle ou essai	Critère de projet
1	Identification des sources et consignation	Sources identifiées, séparation et condamnation réalisées
2	Vérification d'absence de tension	Résultat conforme, appareil de vérification contrôlé avant et après usage
3	Continuité du conducteur de protection	Continuité vérifiée sur les masses et la liaison équipotentielle
4	Inspection du câblage	Repérage, sections, raccordements et serrages conformes au dossier
5	Essai des entrées de sécurité	Arrêt d'urgence provoque l'état sûr ; réarmement manuel nécessaire
6	Essai de niveau bas	Interdiction de marche en cas de risque de fonctionnement à sec
7	Essai de niveau haut	Arrêt de la pompe avant débordement de la cuve
8	Essai du débit	Débit stabilisé conforme à la cible de 12 m^3/h, sous réserve des conditions hydrauliques
9	Retour après perte d'alimentation	Aucun redémarrage automatique sans action volontaire de l'opérateur

Séquence de contrôle à adapter aux procédures du site et aux notices des matériels.

Risques et mesures de prévention

Danger	Situation dangereuse	Mesures de prévention
Électrique	Ouverture ou intervention dans le coffret	Personnel habilité, consignation, condamnation, vérification d'absence de tension et protections adaptées
Mécanique	Rotation de l'arbre ou entraînement de la pompe	Protections en place, zone balisée, essai bref et surveillé
Hydraulique	Débordement, manque d'eau ou fuite	Surveillance des niveaux, contrôle des vannes et arrêt immédiat en cas d'anomalie
Organisationnel	Mise sous tension non maîtrisée	Information des personnes présentes, coordination et autorisation préalable de l'essai

Mesures à sélectionner selon l'analyse préalable et l'organisation du site.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à remettre : questions 2.1, 2.2 et 2.3 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les résultats avec les unités, les étapes de calcul utiles et une conclusion pour chaque vérification. Ce document sert de support aux explications techniques du candidat.

Tableau de calcul et de décision

Grandeur recherchée	Calcul et résultat	Décision ou commentaire
Puissance active absorbée estimée P	.....	.....
Sinus de l'angle φ	.....	.....
Chute de tension ΔU en V	.....	.....
Chute de tension en pourcentage	.....	.....
Temps idéal de transfert t	.....	.....

Reporter les calculs effectués à partir des données du DT 2.

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse à remettre : questions 3.1, 3.2 et 3.3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter le tableau de suivi des opérations. Pour chaque ligne, indiquer le résultat constaté, le critère d'acceptation et la décision. En cas de non-conformité, préciser l'action à engager avant de poursuivre la mise en service.

Feuille de contrôles et d'essais

Opération	Résultat constaté	Critère d'acceptation	Décision et action en cas d'écart
Continuité du conducteur de protection	.....	Continuité vérifiée sur les masses	.....
Inspection et serrage des raccordements	.....	Conformité au schéma et aux prescriptions constructeur	.....
Configuration des données moteur	.....	Valeurs conformes à la plaque signalétique	.....
Essai arrêt d'urgence et réarmement	.....	État sûr obtenu ; réarmement manuel requis	.....
Essai niveau bas et niveau haut	.....	Pas de marche à sec ; arrêt avant débordement	.....
Essai du sens de rotation et du débit	.....	Sens correct ; débit cible de 12 m³/h vérifié	.....
Retour après perte d'alimentation	.....	Absence de redémarrage automatique	.....
Conclusion de réception	.....	Tous les critères applicables sont satisfaits ou réserves formalisées	.....

Les résultats sont renseignés au cours des opérations ou à partir des relevés fournis dans le dossier de projet.

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.