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 ÉLECTRIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE, PARCOURS AUTOMATISME ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

ÉVALUATION DE LA COMPÉTENCE : INTÉGRER UN SYSTÈME DE COMMANDE ET DE CONTRÔLE DANS UN PROCÉDÉ INDUSTRIEL

SESSION 2026

Durée : 3 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
GÉNIE ÉLECTRIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE, PARCOURS AUTOMATISME ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE	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 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : ATELIER LOIRE CONDITIONNEMENT, SITE INDUSTRIEL D'ÉTUDE SITUÉ À SAINT-ÉTIENNE (LOIRE)

Cadre de l'évaluation : le BUT GEII est organisé en compétences et en modalités d'évaluation définies par les établissements. Il n'existe pas d'épreuve écrite nationale unique portant cet intitulé ni de code ministériel national « C6 ». Le présent sujet est structuré comme une évaluation de la compétence de parcours AII indiquée dans le référentiel. La durée et le coefficient ci-dessus correspondent au format retenu pour ce sujet et ne constituent pas des modalités nationales du diplôme.

L'Atelier Loire Conditionnement souhaite moderniser une cellule de remplissage de bidons de détergent. La cellule comprend un convoyeur, un poste de détection du bidon, une vanne de remplissage et un poste de contrôle du niveau. L'intégration doit permettre le fonctionnement automatique, le réglage d'un volume de consigne depuis une interface opérateur, la traçabilité des défauts et la communication entre l'automate et l'IHM.

Le procédé fonctionne sous une alimentation de commande de 24 V c.c. Le débit nominal de remplissage est de 1,20 L/min. Le volume demandé par bidon est réglable de 0,50 L à 2,00 L. La cadence attendue est de 20 bidons/h. Le temps maximal de cycle, hors intervention opérateur, est de 180 s. Le temps de remplissage doit être calculé par l'automate à partir de la consigne et du débit nominal. Tout défaut de sécurité doit empêcher le démarrage et provoquer l'arrêt du mouvement et la fermeture de la vanne selon l'analyse de risques de la machine.

Les candidats doivent justifier les choix d'intégration, établir les calculs demandés, proposer une séquence de commande, préparer les essais et renseigner les documents réponses. Les données nécessaires sont fournies dans le sujet et les documents techniques DT 1 à DT 3.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle, exigences et cadre de l'intégration (5 points)

Traduction du besoin en fonctions, interfaces et critères de réception

À partir du cahier des charges et du document DT 1, caractériser le système à intégrer. Les exigences de sécurité doivent être traitées comme des exigences de conception à vérifier par l'analyse de risques de la machine, et non comme une validation de sécurité déduite du seul programme automate.

Exigences fonctionnelles et critères de réception

Repère	Exigence	Critère chiffré ou condition de réception
F1	Détecter la présence d'un bidon au poste	Détection confirmée avant autorisation de remplissage
F2	Remplir au volume sélectionné	Consigne réglable de 0,50 L à 2,00 L
F3	Tenir la cadence demandée	20 bidons/h, cycle maximal de 180 s
F4	Informer l'opérateur	Afficher l'état, le volume de consigne et les défauts
S1	Réagir à une demande d'arrêt d'urgence	Arrêt selon l'analyse de risques et la fonction de sécurité définie

Données du cahier des charges et du document DT 1.

1.1 (1,5 point) À partir du besoin, formuler la fonction de service principale de la cellule et citer deux fonctions contraintes, en précisant pour chacune l'élément du système concerné.

1.2 (1,5 point) Identifier trois informations nécessaires à l'automate pour autoriser un cycle automatique et indiquer, pour chacune, le capteur ou l'organe d'interface qui la fournit.

1.3 (2 points) Définir quatre critères de réception vérifiables couvrant le fonctionnement du procédé, l'interface opérateur, la communication et la sécurité. Pour le critère de sécurité, préciser qu'il doit être validé conformément à l'analyse de risques et aux essais de la fonction de sécurité.

PARTIE 2 : Étude technologique, dimensionnement et choix d'intégration (6 points)

Choix des interfaces, calculs de procédé et dimensionnement des échanges

Utiliser les données des documents DT 1 et DT 2. Les calculs doivent faire apparaître la formule, le remplacement numérique, l'unité et le résultat arrondi de manière cohérente. Pour le calcul de charge réseau, retenir les hypothèses simplifiées explicitement données en DT 2.

Données de calcul du procédé et du réseau

Grandeur	Valeur	Unité
Débit nominal de remplissage	1,20	L/min
Volume de consigne	0,50 à 2,00	L
Entrées TOR utilisées	8	points
Sorties TOR utilisées	6	points
Échanges cycliques estimés	160 octets par cycle	octets
Période de mise à jour	20	ms
Débit nominal du réseau Ethernet	100	Mbit/s

Valeurs fournies pour cette étude.

2.1 (1,5 point) Établir le bilan des entrées et sorties TOR à partir du DT 1. Déterminer le nombre minimal de points d'entrée et de sortie à prévoir, puis proposer une réserve de 20 % arrondie à l'entier supérieur pour chaque type de point.

2.2 (1,5 point) Calculer le temps de remplissage pour une consigne de 1,50 L, puis pour la consigne maximale de 2,00 L. Utiliser la relation $t = V/Q$, avec V en litres et Q en litres par minute. Donner les résultats en secondes et vérifier la compatibilité du temps de remplissage maximal avec le cycle maximal de 180 s.

2.3 (1,5 point) Évaluer le taux d'occupation théorique du réseau dû aux seuls échanges cycliques de données, à l'aide de la relation $D = (N \times 8/T)$, où $N = 160$ octets et $T = 0,020$ s. Exprimer le débit obtenu en bit/s puis en pourcentage du débit nominal de 100 Mbit/s. Indiquer deux limites de cette estimation.

2.4 (1,5 point) Choisir, parmi les solutions décrites en DT 2, une architecture de communication entre l'automate et l'IHM. Justifier le choix par deux critères liés à l'intégration ou à l'exploitation. Indiquer une mesure de configuration ou de maintenance permettant de limiter les indisponibilités ou les accès non autorisés au réseau.

PARTIE 3 : Préparation de la programmation, des essais et de la réception (5 points)

Séquence de fonctionnement, diagnostic et protocole de validation

Le fonctionnement attendu est le suivant : après une demande de marche, l'automate n'autorise le cycle que si les conditions de sécurité sont satisfaites, si le mode automatique est sélectionné et si un bidon est détecté au poste. La vanne s'ouvre pendant la durée calculée à partir du volume de consigne et du débit nominal. À la fin du remplissage, la vanne se ferme et le convoyeur évacue le bidon. Un défaut inhibe un nouveau cycle et doit être signalé à l'opérateur. Compléter le document DR 2 et proposer un protocole d'essais fondé sur les critères de réception.

Étapes de fonctionnement à documenter

Étape	Condition d'entrée	Action attendue
Attente	Alimentation présente, aucun cycle demandé	Vanne fermée, attente d'une demande de marche
Autorisation	Sécurité validée, mode automatique, bidon détecté	Mémoriser le volume de consigne et calculer la durée
Remplissage	Autorisation de cycle présente	Ouvrir la vanne pendant la durée calculée
Fin de cycle	Temporisation de remplissage écoulée	Fermer la vanne, évacuer le bidon, signaler la fin
Défaut	Perte d'une condition requise ou défaut détecté	Inhiber le cycle, mettre les sorties en état sûr défini et afficher le défaut

Séquence fonctionnelle à compléter dans le document réponse DR 2.

3.1 (2 points) Compléter le document DR 2 pour les étapes d'autorisation, de remplissage et de défaut. Décrire, pour chacune, les conditions de transition et les actions de commande principales. La gestion de l'arrêt d'urgence doit rester rattachée à la fonction de sécurité matérielle définie par l'analyse de risques.

3.2 (1,5 point) Proposer un protocole comportant au moins quatre essais de réception. Pour chaque essai, préciser la condition initiale, l'action ou la valeur appliquée, le résultat attendu et la trace à conserver.

3.3 (1,5 point) Le volume réel mesuré lors d'un essai de réception est de 1,44 L pour une consigne de 1,50 L. Calculer l'écart absolu et l'écart relatif en pourcentage par rapport à la consigne. Avec une tolérance de réception fixée à $\pm 5\%$ de la consigne, conclure sur cet essai et citer une vérification à effectuer avant toute modification du programme.

PARTIE 4 : Prévention, sécurité et documentation d'intervention (4 points)

Préparation de l'intervention et maîtrise des risques

Pour une intervention d'intégration, les opérateurs peuvent être exposés aux risques électriques, mécaniques et liés au produit. Appliquer les principes de prévention, les procédures de l'établissement et les habilitations adaptées à l'opération. Les références réglementaires et normatives du DT 3 orientent la démarche sans remplacer l'analyse de risques de la machine ni les procédures du site.

Risques et mesures de prévention à analyser

Situation	Danger principal	Mesure ou vérification à proposer
Modification du câblage	Contact électrique ou court-circuit	À compléter
Essai convoyeur en mode réglage	Entraînement ou coincement	À compléter
Débordement ou fuite de détergent	Contact avec le produit et glissade	À compléter
Raccordement au réseau industriel	Perte de communication ou accès non autorisé	À compléter

Extrait du dossier technique DT 3.

4.1 (1,5 point) Pour les trois premières situations du tableau, proposer une mesure de prévention adaptée et une vérification préalable à la remise en service. Distinguer les mesures de protection des personnes des mesures destinées à préserver le procédé.

4.2 (1 point) Indiquer les étapes essentielles de préparation d'une intervention électrique sur l'armoire avant modification du câblage, en tenant compte de l'habilitation, de la mise en sécurité, de l'identification des circuits et de la vérification d'absence de tension selon la procédure applicable.

4.3 (1,5 point) Énumérer les éléments à enregistrer dans le dossier de mise en service pour assurer la traçabilité de l'intégration : citer au moins six éléments couvrant la configuration, les essais, les anomalies et les informations remises à l'exploitant.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : ARCHITECTURE FONCTIONNELLE ET SCHÉMA D'IMPLANTATION DE LA CELLULE

Cellule d'étude : le convoyeur amène un bidon au poste de remplissage. Le capteur B1 détecte la présence du bidon. Le capteur B2 confirme sa position sous la buse. La vanne Y1 commande le remplissage. Le capteur B3 confirme la position de la butée de sortie. Le moteur M1 entraîne le convoyeur par l'intermédiaire d'un variateur. L'automate échange les données de conduite avec une IHM et reçoit les états nécessaires à la séquence.

Entrées TOR identifiées : B1 présence bidon, B2 position remplissage, B3 position sortie, BP1 marche, BP2 arrêt de service, sélecteur AUTO, retour variateur prêt, défaut variateur. **Sorties TOR identifiées :** commande marche convoyeur, commande vanne Y1, voyant cycle, voyant défaut, avertisseur sonore, autorisation de réarmement variateur. Les fonctions liées à l'arrêt d'urgence et aux protecteurs sont traitées par l'architecture de sécurité déterminée par l'analyse de risques; ne pas considérer leur simple lecture par l'automate standard comme une fonction de sécurité.

Repères de la figure : schéma d'implantation fonctionnel sans échelle géométrique. Les valeurs portées par les lignes de cote indiquent les distances d'implantation retenues pour l'étude.

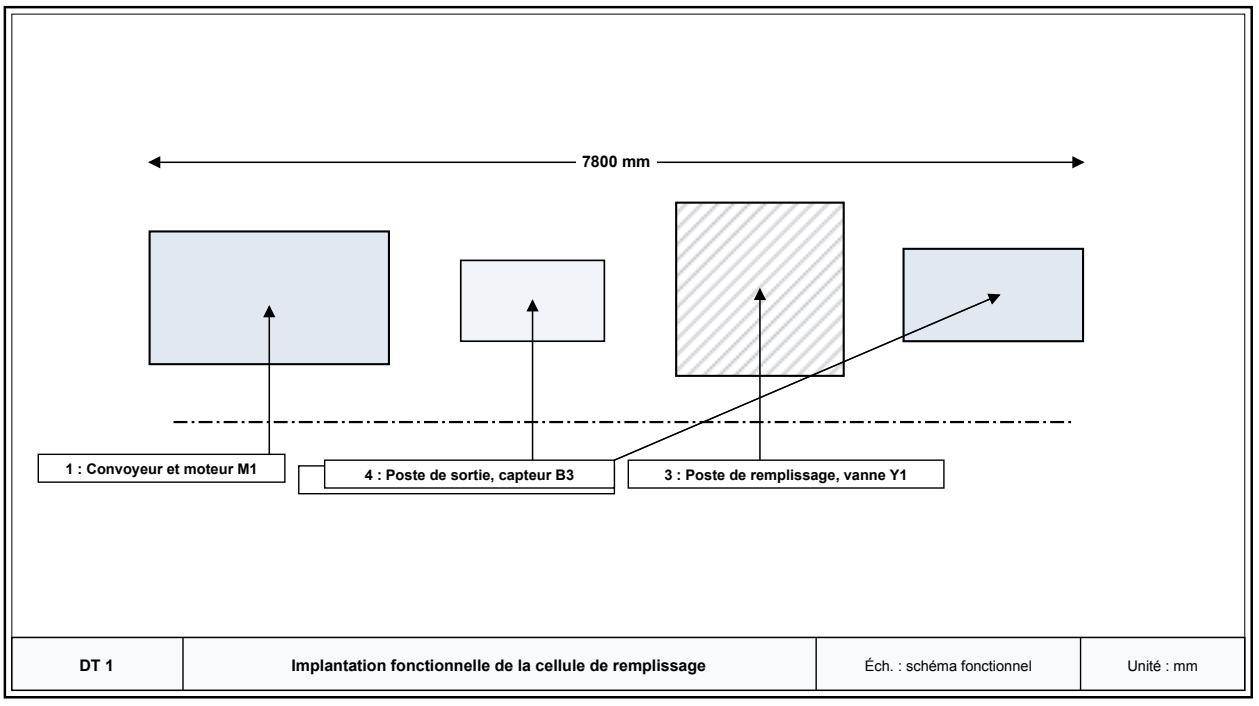


Schéma de principe, non destiné à la fabrication mécanique. Les repères désignent les équipements de la cellule.

Repérage des équipements et informations échangées

Repère	Type	Rôle	Information attendue
B1	Entrée TOR	Détection bidon	Présence / absence
B2	Entrée TOR	Position au poste de remplissage	Position confirmée / non confirmée
B3	Entrée TOR	Détection en sortie	Bidon évacué / non évacué
M1	Actionneur	Entraînement du convoyeur	Marche commandée et retour prêt variateur
Y1	Actionneur	Ouverture de la vanne de remplissage	Commande ouverture / fermeture
IHM1	Interface opérateur	Saisie consigne et visualisation	Volume, mode, état et défauts
API1	Automate programmable	Séquence et échanges	Entrées, sorties et données de conduite

Données d'implantation et de commande fournies pour l'étude.

DT 2 : DONNÉES D'INTÉGRATION, CALCULS ET EXIGENCES DE COMMUNICATION

Procédé : débit nominal de la vanne $Q = 1,20\ \mathrm{L/min}$, volume de consigne $V = 0,50$ à $2,00\ \mathrm{L}$, cadence visée de 20 bidons/h et durée maximale de cycle de 180 s. Pour cette étude, le calcul de durée nominale est $t = V/Q$. Cette estimation ne prend pas en compte les transitoires hydrauliques, la dispersion du débit, la fermeture de vanne ni l'étalonnage du système. Une mesure réelle du volume reste nécessaire à la réception.

Réseau : la cellule dispose d'un réseau Ethernet industriel à 100 Mbit/s. Les échanges cycliques estimés entre l'automate et l'IHM représentent 160 octets par cycle, avec une période de mise à jour de 20 ms. Pour une estimation simplifiée, le débit utile demandé par ces échanges est calculé par $D = (N \times 8/T)$, avec N exprimé en octets et T en secondes. Ce calcul ne comprend pas les en-têtes, les acquittements, les échanges non cycliques, les retransmissions ni les autres équipements du réseau.

Solutions envisageables : une liaison Ethernet industrielle dédiée entre API1 et IHM1, ou le raccordement au réseau de production existant après accord du responsable informatique industrielle. Le choix doit tenir compte de la disponibilité, du diagnostic, de la maintenance, de la segmentation et du contrôle des accès. Les références de protocoles et de langages doivent être vérifiées dans les documents des équipements retenus.

Données techniques disponibles pour l'intégration

Équipement ou fonction	Donnée	Valeur ou exigence
Alimentation de commande	Tension nominale	24 V c.c.
Vanne Y1	Débit nominal utilisé pour l'estimation	1,20 L/min
Consigne opérateur	Plage de volume	0,50 à 2,00 L
Cadence	Production visée	20 bidons/h
Échanges API1-IHM1	Charge cyclique estimée	160 octets par cycle
Échanges API1-IHM1	Période	20 ms
Réseau Ethernet	Débit nominal	100 Mbit/s
Références techniques	Programmation API	IEC 61131-3, selon l'équipement et le projet

Valeurs de calcul fournies par le cahier des charges de la cellule.

DT 3 : RÉFÉRENCES DE CONCEPTION, SÉCURITÉ, ESSAIS ET DOCUMENTATION

Références techniques à prendre en compte selon le périmètre du projet : IEC 61131-3 pour les langages de programmation des automates programmables; NF EN 60204-1 pour les équipements électriques des machines; NF EN ISO 13849-1 pour la conception des parties des systèmes de commande relatives à la sécurité. La version applicable, le champ d'application et les exigences retenues doivent être confirmés par le responsable du projet et l'analyse de risques. La citation d'une norme ne constitue pas, à elle seule, une démonstration de conformité.

Prévention : les interventions électriques sont réalisées par du personnel disposant de la formation et de l'habilitation adaptées à l'opération, conformément aux procédures applicables, notamment au Code du travail et aux prescriptions de sécurité électrique en vigueur. Avant intervention, préparer les travaux, identifier les sources d'énergie, mettre l'installation dans l'état de sécurité requis et appliquer la procédure de vérification d'absence de tension lorsque celle-ci est requise. Toute neutralisation d'un protecteur ou d'une fonction de sécurité est interdite hors procédure spécifique autorisée et mesures compensatoires validées.

Essais et traçabilité : consigner la version du programme et de la configuration, les paramètres de communication, les instruments utilisés, les résultats des essais, les écarts constatés, les actions correctives et l'accord de réception. Les essais de sécurité sont exécutés selon le plan de validation issu de l'analyse de risques par des personnes compétentes.

Références et éléments à vérifier dans le projet

Référence ou domaine	Objet	Application dans l'étude
IEC 61131-3	Langages de programmation des automates programmables	Structuration et documentation du programme de commande
NF EN 60204-1	Équipement électrique des machines	Conception, vérifications et documentation électrique selon le périmètre retenu
NF EN ISO 13849-1	Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité	Conception des fonctions de sécurité selon l'analyse de risques
Code du travail et règles de prévention électrique	Santé et sécurité au travail	Préparation, compétences, habilitations et procédures d'intervention
Plan de validation du projet	Essais et réception	Critères, résultats, écarts et signatures de réception

Repères documentaires : vérifier les éditions et exigences contractuelles applicables.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Bilan des points d'entrées-sorties et critères de réception, questions 1.3 et 2.1 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases marquées « ... ». Pour le bilan des entrées-sorties, indiquer le nombre minimal de points puis le nombre à prévoir après application de la réserve de 20 %, arrondi à l'entier supérieur. Pour les critères de réception, formuler des critères vérifiables et associer une méthode de contrôle.

Bilan des entrées-sorties de l'automate

Type de point	Nombre minimal	Calcul de la réserve	Nombre à prévoir
Entrées TOR	.....	.....	.....
Sorties TOR	.....	.....	.....

À compléter à partir du DT 1.

Critères de réception proposés

Domaine	Critère de réception	Méthode ou trace de vérification
Procédé	.....	.....
Interface opérateur	.....	.....
Communication	.....	.....
Sécurité	.....	.....

Compléter par des critères mesurables ou directement vérifiables.

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Séquence de commande et protocole d'essais, questions 3.1 et 3.2 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les tableaux. Les actions qui relèvent de la fonction de sécurité doivent être décrites en référence à l'architecture et au plan de validation de sécurité du projet; ne pas attribuer une fonction de sécurité à un automate standard sans justification de conception.

Séquence de fonctionnement à compléter

Étape	Conditions de transition ou de maintien	Actions de commande et informations IHM
Autorisation	.....	.....
Remplissage	.....	.....
Fin de cycle	.....	.....
Défaut	.....	.....

Décrire les conditions de transition et les actions de commande.

Protocole d'essais de réception

Essai	Condition initiale	Action ou valeur appliquée	Résultat attendu	Trace à conserver
1	.....	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....	.....

Décrire au moins quatre essais distincts, leurs résultats attendus et les traces associées.

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.