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 ÉLECTRONIQUE ET SYSTÈMES EMBARQUÉS

ÉVALUATION DE LA COMPÉTENCE C4 : IMPLANTER UN SYSTÈME MATÉRIEL OU LOGICIEL

SESSION 2026

Durée : 2 h 30

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
GÉNIE ÉLECTRIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE : PARCOURS ÉLECTRONIQUE ET SYSTÈMES EMBARQUÉS	3, 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 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : ATELIER DE PRODUCTION DE LA SOCIÉTÉ FICTIVE MÉCAFLUX, ZONE INDUSTRIELLE DE SAINT-QUENTIN-FALLAVIER (ISÈRE)

La société Mécaflux souhaite équiper une presse hydraulique d'un dispositif de mesure et d'enregistrement de la pression. Vous intervenez en tant que technicien(ne) chargé(e) de préparer l'implantation matérielle et logicielle, puis la mise en service du système conçu par le bureau d'études.

Le système comprend un capteur de pression 4-20 mA, un conditionneur sur rail DIN, une carte d'acquisition à microcontrôleur, un afficheur local et une alimentation 24 V continu. L'installation doit être réalisée dans une armoire existante, sans modification de la fonction de sécurité de la presse. Les données sont enregistrées localement pendant un poste de 8 h.

Le cahier des charges impose : mesure de 0 à 10 bar, erreur totale maximale de 0,10 bar sur l'étendue de mesure, fréquence d'acquisition de 10 Hz, enregistrement d'au moins 8 h, alimentation capteur comprise entre 12 V et 30 V, chute de tension dans la ligne capteur inférieure ou égale à 0,20 V à 20 mA, protection de l'électronique contre les contacts accidentels et production d'un dossier de mise en service versionné. Le barème de cette évaluation est de 20 points.

Les références normatives citées dans le dossier sont des références à prendre en compte selon leur champ d'application et l'analyse de l'installation. Elles ne remplacent ni l'analyse de risques de l'intégrateur ni les procédures de sécurité du site.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle, organisationnelle et réglementaire (5 points)

CE4.01 et CE4.02 : prise en compte du contexte industriel et des exigences de conformité

À partir du cahier des charges et des documents DT 1 et DT 2, caractérisez l'intervention avant toute implantation. Toute exigence retenue doit être reliée à une donnée du sujet ou à un document fourni.

Exigences principales du système

Fonction ou contrainte	Exigence	Élément de vérification
Étendue de mesure	0 à 10 bar	Injection de points de pression connus
Signal capteur	4-20 mA	Mesure du courant de boucle
Fréquence d'acquisition	10 Hz	Contrôle de l'horodatage des échantillons
Autonomie d'enregistrement	8 h minimum	Vérification de la capacité mémoire
Chute de tension de ligne	0,20 V maximum à 20 mA	Calcul puis mesure en mise en service

Données du cahier des charges Mécaflux.

1.1 (2 points) Complétez le DR 1 en associant à chaque exigence fonctionnelle une vérification mesurable et un critère d'acceptation. Indiquez au moins quatre exigences distinctes, dont l'étendue de mesure et la durée d'enregistrement.

1.2 (1,5 point) Identifiez trois éléments à vérifier avant l'intervention sur l'armoire existante : au moins un élément organisationnel, un élément documentaire et un élément relatif à la sécurité électrique. Pour chacun, indiquez la personne, le document ou la procédure à consulter.

1.3 (1,5 point) À partir du DT 2, sélectionnez deux références ou exigences de conformité pertinentes pour l'intervention. Pour chacune, précisez son objet et expliquez pourquoi son applicabilité doit être vérifiée dans le contexte de cette intégration. Ne concluez pas à une certification du système sur la seule base de la citation d'une norme.

PARTIE 2 : Étude technologique et dimensionnement (6 points)

Choix d'implantation, calculs électriques et vérification des performances

Le capteur délivre un courant linéaire de 4 à 20 mA pour une pression de 0 à 10 bar. La carte d'acquisition possède une entrée analogique de 0 à 3,3 V et une résolution de 12 bits. Le courant est converti en tension par une résistance de précision de 150 Ω. Utilisez les données des DT 1 et DT 2 et reportez vos résultats dans le DR 1 lorsque cela est demandé.

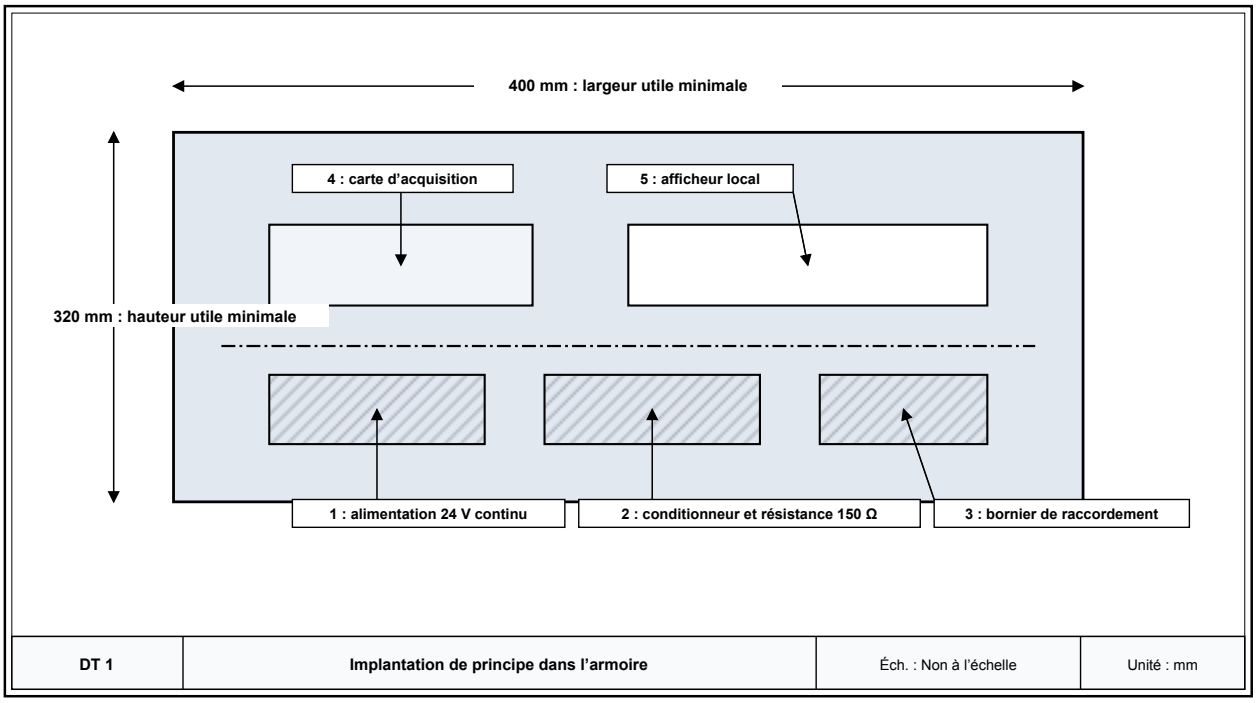


Schéma de principe non à l'échelle. Les dimensions indiquées sont des dimensions utiles minimales.

Données électriques et mécaniques

Paramètre	Valeur	Unité ou précision
Résistance de conversion	150	Ω, tolérance ±0,1 %
Entrée analogique	0 à 3,3	V
Résolution du convertisseur	12	bits, codes de 0 à 4095
Longueur du câble capteur	18	m, longueur aller
Section des conducteurs cuivre	0,50	mm²
Résistivité du cuivre à 20 °C	0,0175	Ω·mm²/m
Dimensions utiles de l'armoire	400 × 320	mm, largeur × hauteur

Valeurs applicables au dimensionnement de l'installation.

2.1 (2 points) Calculez la tension aux bornes de la résistance de 150 Ω pour les courants de 4 mA et 20 mA. Vérifiez que l'entrée analogique 0-3,3 V n'est pas dépassée. Utilisez la relation $U = RI$.

2.2 (1,5 point) Calculez la résistance aller-retour du câble de 18 m, puis la chute de tension à 20 mA. Utilisez $R = \rho\frac{L}{S}$, où L est la longueur totale aller-retour. Concluez au regard de la limite de 0,20 V.

2.3 (1,5 point) Déterminez la résolution en pression d'un pas de conversion en utilisant la plage de tension correspondant à 4-20 mA et 4095 intervalles. Calculez ensuite le code numérique idéal à 6 bar. Présentez les étapes et arrondissez le code au nombre entier le plus proche.

2.4 (1 point) À 10 échantillons par seconde, avec un enregistrement de 8 h et 2 octets stockés par échantillon, calculez la mémoire minimale nécessaire en octets puis en kilooctets décimaux. Indiquez une marge de capacité pertinente à réserver pour les horodatages et les métadonnées.

PARTIE 3 : Préparation de l'installation et protocole de mise en service (5 points)

AC34.01ESE, AC34.02ESE et AC34.03ESE : procédure, exécution et dossier de conformité

Le bureau d'études a validé le principe représenté au DT 1. Avant intervention, vous devez produire une procédure opératoire exploitable par un autre technicien, effectuer les contrôles de mise en service prévus et assurer la traçabilité des versions. Complétez le DR 2.

Séquence minimale de mise en service

Étape	Action attendue	Preuve ou résultat à enregistrer
1	Vérification documentaire et préparation du poste	Référence des documents et autorisation de travail
2	Contrôle hors tension du câblage et de l'implantation	Résultats du contrôle visuel et de continuité
3	Mise sous tension et contrôle des alimentations	Valeurs mesurées et instrument utilisé
4	Essai des points de mesure et vérification de l'enregistrement	Valeurs injectées, valeurs lues et conclusion
5	Clôture, sauvegarde et remise au client	Version logicielle et dossier de conformité

Ordre de travail à adapter et à compléter par le candidat.

3.1 (2 points) Complétez le DR 2 en rédigeant une procédure d'installation et de mise en service en au moins cinq étapes ordonnées. Pour chaque étape, indiquez une action, une condition préalable ou un point d'arrêt pertinent, ainsi qu'une preuve à conserver.

3.2 (1,5 point) Proposez un plan d'essais comportant au minimum trois points répartis sur l'étendue de mesure, dont 0 bar et 10 bar. Pour chaque point, indiquez la valeur de courant théorique, la tension attendue aux bornes de 150 Ω et le moyen de vérification. La relation de conversion est $I = 4 + 1,6P$, avec I en mA et P en bar.

3.3 (1,5 point) Décrivez une méthode de versionnage et de remise du livrable comprenant l'identifiant de version, la date, l'auteur, l'état de validation et les fichiers à archiver. Expliquez comment éviter qu'une version non validée soit chargée lors de la mise en service.

PARTIE 4 : Prévention, sécurité et accompagnement du client (4 points)

CE4.01 et CE4.03 : prévention des risques et démarche qualité de service

L'installation est réalisée à proximité d'une presse en exploitation. La procédure de sécurité du site et l'autorisation d'intervention priment pour toute action sur l'équipement. Les travaux de câblage sont effectués par des personnes autorisées, avec les mesures de consignation adaptées à l'analyse de risques.

Situations de travail à analyser

Situation	Risque à considérer	Mesure de prévention attendue
Ouverture de l'armoire	Contact avec des parties électriques ou voisinage de parties sous tension	.....
Intervention à proximité de la presse	Mouvement inattendu de l'équipement ou énergie hydraulique résiduelle	.....
Essai sous tension	Erreur de mesure, court-circuit ou exposition à un danger électrique	.....
Remise au client	Utilisation ou interprétation incorrecte des résultats	.....

À compléter dans le DR 2.

4.1 (2 points) Complétez le tableau de prévention du DR 2. Pour chaque situation, indiquez un risque concret et une mesure de prévention adaptée, en distinguant les opérations hors tension des essais nécessitant une mise sous tension.

4.2 (1 point) Indiquez deux conditions qui imposent l'arrêt de l'intervention et la demande d'un avis ou d'une autorisation complémentaire. Vos réponses doivent tenir compte de la sécurité des personnes et de la préservation de la fonction de sécurité de la presse.

4.3 (1 point) Rédigez les éléments essentiels d'une transmission au client à l'issue de la mise en service : résultat des essais, réserve éventuelle, consignes d'exploitation et documents remis. La transmission doit permettre au client de comprendre les limites du système et les suites à donner en cas d'écart.

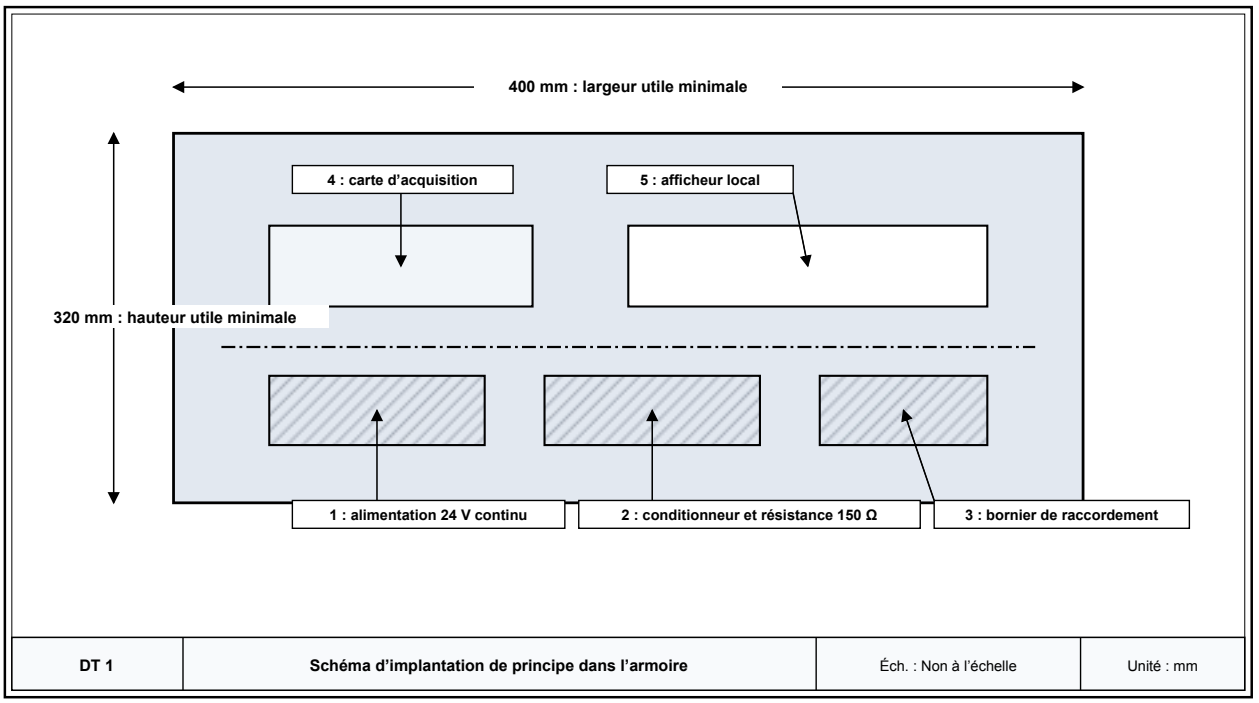
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : IMPLANTATION DE PRINCIPE ET CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME

Le système est alimenté en 24 V continu. Le capteur de pression fournit un courant 4-20 mA proportionnel à une pression de 0-10 bar. Le courant est converti en tension par une résistance de 150 Ω placée à proximité de l'entrée analogique. La carte d'acquisition accepte une tension comprise entre 0 et 3,3 V et convertit cette tension sur 12 bits, soit 4095 intervalles entre les codes extrêmes. Le câble capteur mesure 18 m en longueur aller et comporte deux conducteurs cuivre de 0,50 mm². L'armoire dispose d'une zone utile minimale de 400 mm de largeur par 320 mm de hauteur.

La loi nominale du capteur est $I = 4 + 1,6P$, avec I exprimé en mA et P en bar. La tension de conversion est donnée par $U = RI$. La résistance aller-retour d'une ligne cuivre est estimée par $R = \rho\frac{L}{S}$, avec $\rho = 0,0175\ \Omega \cdot \mathrm{mm}^2/\mathrm{m}$, L la longueur totale des conducteurs et S leur section.



Les dimensions utiles sont indiquées. Le schéma ne remplace pas le plan de câblage de fabrication.

Caractéristiques des éléments

Élément	Caractéristique	Exigence ou limite
Capteur	0-10 bar, sortie 4-20 mA	Alimentation admise : 12-30 V continu
Résistance de conversion	150 Ω, tolérance ±0,1 %	Conversion du courant en tension
Entrée analogique	0-3,3 V, résolution 12 bits	4095 intervalles
Câble	18 m aller, cuivre 0,50 mm²	Chute maximale autorisée : 0,20 V à 20 mA
Enregistrement	10 échantillons/s, 2 octets/échantillon	Durée minimale : 8 h

Données fournies pour l'étude.

DT 2 : RÉFÉRENCES DE CONFORMITÉ, QUALITÉ ET SÉCURITÉ APPLICABLES À EXAMINER

Les références ci-dessous constituent des repères pour l'analyse. Il appartient à l'intégrateur de vérifier leur version en vigueur, leur champ d'application et les exigences contractuelles applicables à l'installation complète.

- Code du travail : principes généraux de prévention, évaluation des risques et organisation des interventions. Les opérations électriques sont réalisées par des personnes compétentes et autorisées selon les règles applicables au site.
- NF C 18-510 : référence française relative aux opérations sur les ouvrages et installations électriques et à la prévention du risque électrique. Les mesures opérationnelles doivent être définies selon la situation réelle et les procédures du site.
- NF EN 60204-1 : référence relative à l'équipement électrique des machines. Son applicabilité et les exigences associées sont à examiner selon l'équipement et le périmètre de modification.
- NF EN 61010-1 : exigences de sécurité pour les appareils électriques de mesure, de commande et de laboratoire, à considérer pour les matériels entrant dans son champ.
- Directive 2014/30/UE relative à la compatibilité électromagnétique : vérifier les obligations pertinentes pour le produit ou l'intégration concernée.
- Directive 2011/65/UE dite RoHS et règlement REACH : prendre en compte les obligations applicables aux équipements et aux substances concernés.
- ISO 9001 : référence de système de management de la qualité, applicable à une démarche d'organisation lorsqu'elle est retenue par l'entreprise ou exigée contractuellement. La citation de cette norme ne signifie pas que l'entreprise est certifiée.

Le système étudié ne commande pas la presse et ne modifie pas ses fonctions de sécurité. Toute modification du périmètre ou des fonctions de commande impose une nouvelle analyse et une validation par les personnes responsables de l'équipement.

Contrôles documentaires et exigences à vérifier

Domaine	Repère fourni	Contrôle à effectuer
Sécurité des interventions	Code du travail, NF C 18-510	Autorisation, habilitation, consignation et procédure du site
Équipement électrique de machine	NF EN 60204-1	Applicabilité à l'équipement et au périmètre de modification
Compatibilité électromagnétique	Directive 2014/30/UE	Exigences concernant les matériels et l'intégration
Traçabilité qualité	Procédure interne, repère ISO 9001 si retenu	Version des documents, validation et archivage
Substances et composants	RoHS et REACH selon applicabilité	Déclarations et informations fournisseur disponibles

Liste de repères à confronter aux documents du site et au périmètre réel de l'installation.

DT 3 : DONNÉES DE CALCUL, ESSAIS ET TRAÇABILITÉ

La plage de courant utile est de $20 - 4 = 16$ mA et la plage de pression est de 10 bar. La résistance de conversion vaut 150 Ω. Le convertisseur analogique-numérique utilise les codes 0 à 4095, soit 4095 intervalles. Pour déterminer un code idéal, utilisez la tension de conversion correspondant à la pression considérée et la relation $N = 4095\frac{U}{3{,}3}$. Pour la mémoire, le nombre d'échantillons est égal à la fréquence d'acquisition multipliée par la durée en secondes.

À 10 Hz pendant 8 h, la durée vaut 8×3600 secondes. La taille minimale des seules valeurs brutes vaut nombre d'échantillons multiplié par 2 octets. Les horodatages, en-têtes de fichiers, journaux d'événements et réserves de fonctionnement doivent être évalués séparément.

Un dossier de mise en service exploitable comporte notamment : identification de l'équipement, indice et date des documents, liste des matériels, procédure appliquée, instruments utilisés et statut de leur vérification, résultats des essais, écarts et actions correctives, identité des intervenants et validation finale. Une version diffusée doit être clairement distinguée d'un brouillon.

Points d'essai de référence

Pression	Courant théorique	Tension théorique sur 150 Ω	Résultat mesuré	Conclusion
0 bar	4 mA	0,60 V	À mesurer	À conclure
5 bar	12 mA	1,80 V	À mesurer	À conclure
10 bar	20 mA	3,00 V	À mesurer	À conclure

Les courants sont déterminés par la loi nominale du capteur.

Éléments minimaux de traçabilité

Élément	Exemple de donnée à inscrire
Identification du système	Équipement, emplacement et référence
Version	Indice, date, auteur et état de validation
Essais	Valeurs attendues, valeurs mesurées et conclusion
Écarts	Description, décision et action corrective
Remise au client	Documents fournis, consignes et réserves

Données à conserver dans le dossier remis au client.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 1.1, 2.1 à 2.4 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez directement les tableaux. Indiquez les unités, les formules utilisées et les étapes de calcul. Les résultats sans démarche ne permettent pas d'attribuer la totalité des points.

Matrice exigences et vérifications : question 1.1

Exigence	Vérification mesurable	Critère d'acceptation
Étendue de mesure	.....	.....
Durée d'enregistrement	.....	.....
Fréquence d'acquisition	.....	.....
Chute de tension de ligne	.....	.....
Autre exigence pertinente	.....	.....

Résultats des calculs de dimensionnement : questions 2.1 à 2.4

Grandeur recherchée	Formule et application numérique	Résultat avec unité	Conclusion
Tension à 4 mA	.....	.....	.....
Tension à 20 mA	.....	.....	.....
Résistance et chute de tension du câble	.....	.....	.....
Résolution en pression et code à 6 bar	.....	.....	.....
Mémoire minimale pour 8 h	.....	.....	.....

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 3.1, 3.2 et 4.1 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez les tableaux en rédigeant des actions concrètes et vérifiables. La procédure doit respecter l'ordre des opérations et les règles de sécurité du site.

Procédure opératoire et mise en service : question 3.1

N°	Action	Condition préalable ou point d'arrêt	Preuve à conserver
1	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....
5	.....	.....	.....

Plan d'essais capteur : question 3.2

Pression	Courant théorique	Tension théorique sur 150 Ω	Moyen de vérification et résultat attendu
0 bar	.....	.....	.....
... bar	.....	.....	.....
10 bar	.....	.....	.....

Analyse des risques et mesures de prévention : question 4.1

Situation	Risque à considérer	Mesure de prévention attendue
Ouverture de l'armoire	.....	.....
Intervention à proximité de la presse	.....	.....
Essai sous tension	.....	.....
Remise au client	.....	.....

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.