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

LICENCE

SCIENCES POUR L'INGÉNIEUR

ÉVALUATION C7 : CONDUIRE, ORGANISER ET RÉALISER LES INTERVENTIONS TECHNIQUES DE CONSTRUCTION D'OUVRAGES OU D'INTÉGRATION DE SYSTÈMES

SESSION 2026

Durée : 3 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
SCIENCES POUR L'INGÉNIEUR	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.

Les documents DT 1 à DT 3 et les documents-réponses DR 1 et DR 2 fournis avec le sujet sont les seuls documents autorisés. Matériel d'écriture et calculatrice autorisés.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

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

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : ATELIER RHÔNE-ALPES SYSTÈMES, SITE INDUSTRIEL DE VÉNISSIEUX (RHÔNE)

Vous intervenez au sein de l'équipe chargée d'intégrer un système de surveillance de température et de niveau sur une cuve d'eau industrielle. Le chantier comprend la réalisation d'un massif support, la fabrication et la pose d'un châssis métallique, l'installation d'une armoire de commande et le déploiement d'une liaison de communication avec le poste de supervision.

Le système doit mesurer la température de l'eau et son niveau, transmettre les valeurs à un automate et signaler les dépassements de seuil. La cuve reste en exploitation pendant les travaux. Les interventions doivent donc être préparées, coordonnées avec l'exploitant et réalisées conformément aux consignes de prévention du site.

Le présent sujet évalue le bloc RNCP38980BC07. Le référentiel national associe ce bloc à des compétences d'analyse fonctionnelle, de choix technologique, de programmation ou configuration, de déploiement de systèmes de communication et de mise en œuvre des règles de sécurité. Les modalités de contrôle et les paramètres d'épreuve relèvent du certificateur. La durée indiquée est celle de la présente épreuve et le coefficient est indicatif.

Le barème total est de 20 points. Les documents DT 1 à DT 3 fournissent les données nécessaires. Les calculs seront présentés avec les unités, les résultats seront arrondis à trois chiffres significatifs lorsque cela est pertinent, et toute hypothèse retenue sera explicitée.

PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET RÉGLEMENTAIRE (5 points)

Analyser le besoin, les fonctions attendues et les contraintes du chantier

À partir du cahier des charges et des documents DT 1 à DT 3, établissez l'analyse fonctionnelle de l'installation et identifiez les exigences à vérifier avant le démarrage des travaux.

Exigences principales du système

Fonction ou contrainte	Exigence	Critère de réception
Mesure de température	Plage de 0 à 80 °C, précision système ±1,0 °C	Écart maximal de ±1,0 °C aux points de contrôle
Mesure de niveau	Plage de 0 à 3,0 m, précision système ±2 % de l'étendue	Écart maximal de ±60 mm sur l'étendue
Transmission	Ethernet industriel entre automate et supervision, câble de 18 m maximum	Communication stable pendant 10 min sans perte de trame
Environnement	Armoire extérieure, indice de protection minimal IP65	Contrôle visuel de l'enveloppe et de ses entrées de câbles
Sécurité d'exploitation	Aucun arrêt de la cuve pendant la pose du support et de l'armoire	Autorisation de travail et coordination avec l'exploitant

Synthèse du cahier des charges fournie pour l'analyse fonctionnelle.

1.1 (2 points) Compléter le tableau du DR 1 en formulant, pour l'installation, deux fonctions de service, deux contraintes et un critère mesurable associé à chacune des fonctions de service. Les formulations doivent être vérifiables lors de la réception.

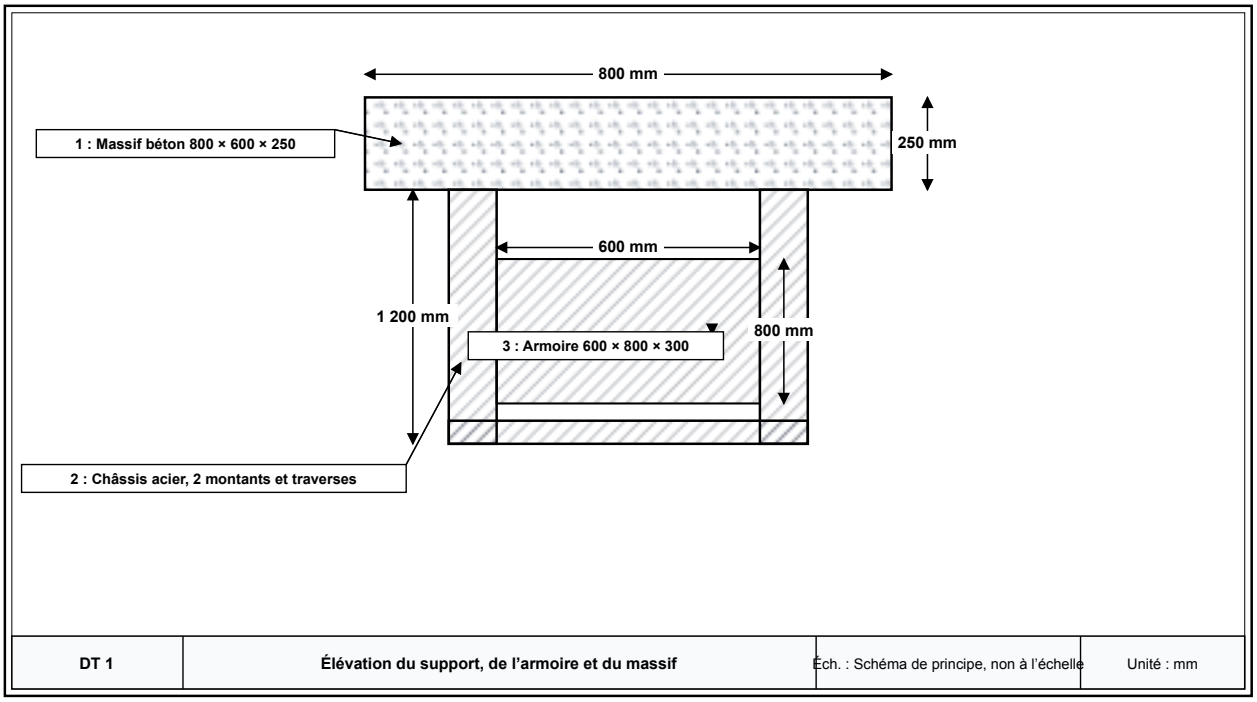
1.2 (1,5 point) Établir une chaîne fonctionnelle indiquant, dans l'ordre, les éléments qui assurent l'acquisition des mesures, leur traitement, leur transmission et leur restitution à l'opérateur. Préciser la nature du signal entre chaque élément en vous appuyant sur le DT 3.

1.3 (1,5 point) Citer trois vérifications réglementaires ou documentaires à effectuer avant l'intervention et associer chacune à une action concrète de préparation. Les réponses doivent notamment prendre en compte le risque électrique, la coactivité et la conformité de l'installation.

PARTIE 2 : ÉTUDE TECHNOLOGIQUE, MATÉRIAUX ET DIMENSIONNEMENT (7 points)

Exploiter le plan, établir un métré et réaliser les calculs de préparation

Le support est constitué d'un massif en béton et d'un châssis en profilés d'acier. Les dimensions et caractéristiques sont données dans les DT 1 et DT 2. Les prix unitaires sont hors taxes. Pour le béton, prévoir une majoration de 10 % du volume géométrique afin de tenir compte des pertes de mise en œuvre. Pour l'isolation de l'armoire, utiliser la relation $R = e/\lambda$.



Caractéristiques et prix des matériaux

Élément	Caractéristique	Prix unitaire HT
Béton prêt à l'emploi	Masse volumique : 2 300 kg/m³	165 €/m³
Profilé acier galvanisé	Longueur commerciale : 6,00 m ; section 40 × 40 × 3 mm	18 €/m
Armoire extérieure	600 × 800 × 300 mm ; IP65 ; isolation 40 mm	420 €/unité
Ancrage mécanique	4 unités ; charge admissible du fabricant : 4,0 kN par ancrage	6 €/unité
Câble Ethernet industriel	Longueur posée : 18 m	2,40 €/m

Données de calcul du chantier, DT 2.

2.1 (2 points) Calculer le volume géométrique du massif, puis le volume de béton à commander avec la majoration de 10 %. Calculer la masse correspondante du béton commandé à partir de la masse volumique fournie dans le DT 2.

2.2 (2 points) À partir du DT 1, établir la feuille de débit du châssis : deux montants de 1 200 mm, deux traverses hautes de 800 mm et une traverse intermédiaire de 800 mm. Calculer la longueur totale nécessaire, le nombre de barres commerciales de 6,00 m à commander, la chute totale et le rendement matière. On négligera la largeur de coupe de la scie. Utiliser $\text{rendement} = \text{longueur utile} / \text{longueur achetée} \times 100$.

2.3 (1,5 point) Calculer la résistance thermique surfacique de la paroi isolante de l'armoire avec $e = 0,040\ \text{m}$ et $\lambda = 0,025\ \text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Indiquer l'unité de R et conclure sur l'aptitude de cette donnée à satisfaire, à elle seule, une exigence réglementaire globale portant sur l'armoire complète.

2.4 (1,5 point) Calculer le coût HT des matières et équipements du périmètre suivant : volume de béton commandé calculé à la question 2.1, une barre d'acier de 6,00 m, une armoire, quatre ancrages et 18 m de câble Ethernet. Présenter le calcul par poste et le total. Calculer également la vitesse de rotation n d'un foret de diamètre $D = 10\ \text{mm}$ pour une vitesse de coupe $V_c = 25\ \text{m/min}$, avec $n = \frac{1000 V_c}{\pi D}$. Arrondir au multiple de 10 tr/min le plus proche.

PARTIE 3 : PRÉPARATION DE FABRICATION ET PROTOCOLE OPÉRATOIRE (5 points)

Organiser l'intervention, configurer le système et définir les essais

Vous préparez l'intervention avant la prise de poste. Le système utilise un automate alimenté en 24 V continu. Les valeurs des capteurs sont lues par l'automate, puis transmises à la supervision par Ethernet. Les données de réglage et les seuils figurent dans le DT 3.

Paramètres de configuration et critères de test

Paramètre	Valeur à appliquer	Critère de validation
Capteur de niveau	4 mA = 0,00 m ; 20 mA = 3,00 m	Erreur maximale : 0,06 m
Capteur de température	Entrée 4 - 20 mA ; 4 mA = 0 °C ; 20 mA = 80 °C	Erreur maximale : 1,0 °C
Alarme de niveau haut	Seuil : 2,70 m	Alarme active à 2,70 m ou au-dessus
Adresse de l'automate	192.168.10.20/24	Réponse au test de communication depuis le poste de supervision
Essai de communication	Durée : 10 min	Aucune perte de trame ni interruption

DT 3 : valeurs imposées par le cahier des charges du site.

3.1 (2 points) Rédiger un protocole opératoire ordonné comportant au minimum six étapes, depuis la préparation de la zone jusqu'à la remise en service. Inclure le contrôle du massif et des ancrages, la pose mécanique, le raccordement, la configuration et la réception. Pour chaque étape, indiquer au moins un point de contrôle mesurable ou observable.

3.2 (1,5 point) Déterminer la valeur de courant correspondant à un niveau de 2,10 m, en supposant une relation linéaire entre 0,00 m à 4 mA et 3,00 m à 20 mA. Écrire la relation utilisée, effectuer le calcul et indiquer si le niveau calculé est inférieur ou supérieur au seuil d'alarme de 2,70 m.

3.3 (1,5 point) Compléter le DR 2 avec quatre essais de réception couvrant les deux capteurs, l'alarme de niveau haut et la communication Ethernet. Pour chaque essai, préciser la condition d'essai, le résultat attendu et une trace à conserver dans le compte rendu.

PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ (3 points)

Identifier les risques et définir les mesures de prévention avant et pendant l'intervention

Les travaux se déroulent à proximité d'une cuve en service. Ils comportent des opérations de perçage, de manutention, de raccordement électrique et d'essai de l'installation. Les interventions électriques sont réalisées uniquement par des personnes disposant de l'habilitation adaptée aux opérations prévues et dans le cadre de l'organisation de prévention du site.

Données de sécurité applicables au chantier

Situation	Risque principal	Mesure attendue
Intervention électrique	Contact direct ou indirect, remise sous tension intempestive	Consignation selon la procédure du site, vérification d'absence de tension par une personne habilitée
Perçage et découpe	Projection, coupure, bruit et poussières	Écran ou balisage, protections adaptées, contrôle de l'outil et de la pièce bridée
Manutention du châssis	Écrasement, chute de charge, troubles musculosquelettiques	Évaluer la masse, utiliser une aide adaptée, définir une zone d'exclusion et coordonner le levage
Travaux en coactivité	Interférence avec l'exploitation de la cuve	Autorisation de travail, balisage, information de l'exploitant et coordination des phases

Consignes de préparation et références à considérer selon le champ d'application de l'intervention.

4.1 (1,5 point) Pour les opérations de perçage, de manutention du châssis et de raccordement électrique, indiquer un danger, un dommage possible et une mesure de prévention collective ou organisationnelle pour chaque opération. Répondre dans le tableau du DR 1.

4.2 (1,5 point) Décrire l'ordre des vérifications nécessaires avant le premier essai sous tension. Votre réponse doit distinguer les vérifications mécaniques, électriques et fonctionnelles, et préciser qui peut autoriser la mise sous tension dans l'organisation du chantier.

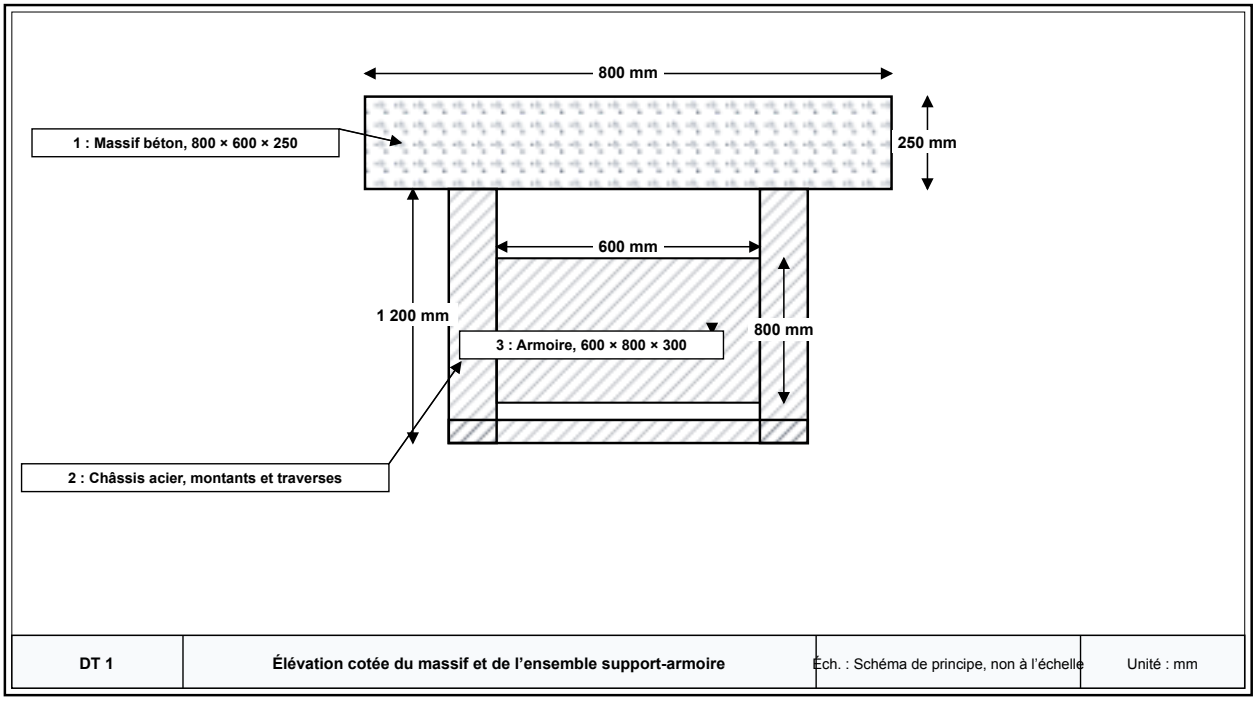
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : PLAN DE PRINCIPE ET DIMENSIONS DE L'OUVRAGE

Le massif est un parallélépipède de 800 mm de largeur, 600 mm de profondeur et 250 mm de hauteur. Le châssis comprend deux montants de 1 200 mm, deux traverses hautes de 800 mm et une traverse intermédiaire de 800 mm. L'armoire mesure 600 mm de largeur, 800 mm de hauteur et 300 mm de profondeur. Le schéma d'élévation représente le massif, le châssis et l'armoire. Vérifier sur site les cotes d'implantation et l'absence d'interférence avant fabrication.

La largeur de coupe de la scie est négligée pour les calculs de débit demandés. La fixation du châssis au massif est réalisée par quatre ancrages mécaniques, sous réserve de validation du support réel et des prescriptions du fabricant des ancrages.



DT 1	Élévation cotée du massif et de l'ensemble support-armoire	Éch. : Schéma de principe, non à l'échelle	Unité : mm

DT 2 : FICHE TECHNIQUE MATÉRIAUX, DONNÉES DE CALCUL ET RÉFÉRENCES

Les valeurs de prix et caractéristiques ci-dessous sont celles retenues pour le chiffrage de cette étude. Le volume de béton doit être majoré de 10 % pour la commande. Pour le calcul de résistance thermique, l'épaisseur isolante est $e = 0,040\ \text{m}$ et la conductivité thermique est $\lambda = 0,025\ \text{W}\backslash\text{cdotp}\text{m}^{-1}\backslash\text{cdotp}\text{K}^{-1}$. La vitesse de coupe recommandée pour le perçage de l'acier avec le foret considéré est $V_c = 25\ \text{m/min}$. Les références réglementaires sont à appliquer selon le champ d'application réel du chantier, les prescriptions du fabricant et les règles de l'établissement.

Références de préparation à consulter : Code du travail, notamment les principes de prévention des risques professionnels et les dispositions applicables aux équipements de travail et à l'électricité ; NF C 18-510 pour les opérations sur les ouvrages et installations électriques dans son domaine d'application ; NF C 15-100 pour les installations électriques basse tension relevant de son champ ; Eurocode 3, série NF

EN 1993, pour les vérifications de structures en acier si elles sont requises par le dimensionnement du projet. Les références citées ne remplacent pas l'analyse de risque, les plans approuvés ni les notices des fabricants.

Caractéristiques et prix unitaires

Produit	Données	Prix HT
Béton prêt à l'emploi	Masse volumique : 2 300 kg/m³ ; majoration de commande : 10 %	165 €/m³
Profilé acier galvanisé	Barre commerciale de 6,00 m ; section 40 × 40 × 3 mm	18 €/m
Armoire extérieure	Dimensions 600 × 800 × 300 mm ; IP65 ; isolant 40 mm	420 €/unité
Ancrage mécanique	4 unités ; charge admissible fabricant : 4,0 kN par unité	6 €/unité
Câble Ethernet industriel	Longueur : 18 m	2,40 €/m
Foret pour acier	Diamètre : 10 mm ; vitesse de coupe : 25 m/min	Donnée de calcul

Valeurs retenues pour les calculs de l'épreuve.

DT 3 : ARCHITECTURE FONCTIONNELLE, RÉGLAGES ET PROCÉDURE DE RÉCEPTION

Les capteurs de niveau et de température délivrent un signal analogique de 4 à 20 mA. L'automate reçoit les deux signaux sur des entrées analogiques configurées selon les étendues indiquées ci-dessous. L'automate transmet les mesures à la supervision par câble Ethernet industriel. L'alimentation de commande est de 24 V continu. L'alarme de niveau haut est active lorsque le niveau mesuré est supérieur ou égal à 2,70 m.

Le système est accepté si les erreurs de mesure restent dans les tolérances, si l'alarme se déclenche conformément au seuil et si la communication fonctionne pendant 10 minutes sans perte de trame. Une anomalie constatée pendant un essai doit conduire à l'arrêt de l'essai, à la mise en sécurité de l'installation et à l'enregistrement du défaut.

Chaîne de mesure et valeurs de réception

Fonction	Équipement ou signal	Réglage ou critère
Mesurer le niveau	Capteur analogique 4 - 20 mA et entrée automate	4 mA = 0,00 m ; 20 mA = 3,00 m ; erreur maximale 0,06 m
Mesurer la température	Capteur analogique 4 - 20 mA et entrée automate	4 mA = 0 °C ; 20 mA = 80 °C ; erreur maximale 1,0 °C
Traiter les données	Automate 24 V continu	Échelle des entrées et comparaison au seuil configurées
Transmettre les données	Ethernet industriel, automate 192.168.10.20/24	10 minutes sans perte de trame ni interruption
Signaler le niveau haut	Sortie d'alarme de l'automate vers la supervision	Alarme active pour un niveau supérieur ou égal à 2,70 m

Paramètres de configuration imposés par le cahier des charges.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse : analyse fonctionnelle et prévention — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les tableaux. Pour chaque réponse, employer une formulation précise et vérifier la cohérence avec le cahier des charges et les documents techniques.

Analyse fonctionnelle et critères de réception : question 1.1

Type	Formulation ou critère vérifiable
Fonction de service 1	.....
Critère mesurable associé à la fonction 1	.....
Fonction de service 2	.....
Critère mesurable associé à la fonction 2	.....
Contrainte 1	.....
Contrainte 2	.....

Analyse des risques : question 4.1

Opération	Danger	Dommage possible	Mesure de prévention
Perçage	.....	.....	.....
Manutention du châssis	.....	.....	.....
Raccordement électrique	.....	.....	.....

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse : feuille de débit et essais de réception — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cellules marquées « ... ». Indiquer les unités, les conditions d'essai et les critères permettant de conclure à la conformité.

Feuille de débit du châssis : question 2.2

Repère	Désignation	Quantité	Longueur unitaire (mm)	Longueur totale (mm)
A	Montant	2	1 200	.....
B	Traverse haute	2	800	.....
C	Traverse intermédiaire	1	800	.....
Total utile	.....	.....	.....	.....
Barres commerciales à commander	Longueur commerciale : 6 000 mm	.....	.....	.....
Chute totale	.....	.....	.....	.....
Rendement matière	.....	.....	.....	... %

Essais de réception du système : question 3.3

Essai	Condition d'essai	Résultat attendu	Trace à conserver
Capteur de niveau	.....	.....	.....
Capteur de température	.....	.....	.....
Alarme de niveau haut	.....	.....	.....
Communication Ethernet	.....	.....	.....

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.