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 INDUSTRIEL ET MAINTENANCE

ÉVALUATION DE LA COMPÉTENCE C6 : JUSTIFIER UNE SOLUTION D'AMÉLIORATION

SESSION 2026

Durée : 2 heures 30

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
GÉNIE INDUSTRIEL ET MAINTENANCE	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 : ATELIERS MÉCANIQUES DU VAL DE LOIRE, ZONE INDUSTRIELLE DE LA RICHE, INDRE-ET-LOIRE

La ligne de conditionnement de l'entreprise Ateliers Mécaniques du Val de Loire comprend un convoyeur à bande alimentant une ensacheuse. Le motoréducteur actuel fonctionne en continu, y compris lors des arrêts de l'ensacheuse. Les relevés de maintenance indiquent des échauffements du motoréducteur et deux arrêts non planifiés au cours des six derniers mois. L'entreprise étudie le remplacement du groupe d'entraînement et l'ajout d'une commande adaptée au cycle de production.

Votre mission consiste à analyser le besoin, vérifier que la solution proposée satisfait le cahier des charges, justifier le choix technico-économique et préparer le suivi de sa mise en œuvre. Les données nécessaires figurent dans le dossier technique DT 1 à DT 3. Les références réglementaires et normatives sont à prendre en compte dans le cadre de cette étude, sans se substituer à l'évaluation des risques réalisée par l'entreprise.

Cahier des charges : conserver une vitesse de bande de 0,25 m/s à ± 5 % ; transporter une charge maximale de 180 kg ; permettre l'arrêt du convoyeur lorsque l'ensacheuse est à l'arrêt ; maintenir le niveau sonore mesuré au poste à 75 dB(A) au maximum ; empêcher l'accès aux organes tournants ; réaliser l'intervention en une journée de production planifiée ; ne pas dépasser un investissement matériel de 800 € HT.

Le barème est réparti sur 20 points. Répondre sur les documents réponse DR 1 et DR 2 lorsque cela est demandé et joindre ces documents à la copie.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle, exigences et réglementation (5 points)

Vérification du fonctionnement par rapport au cahier des charges

À partir du contexte et des documents DT 1 à DT 3, caractériser le besoin d'amélioration et établir si la solution proposée répond aux exigences fonctionnelles et de sécurité.

Exigences du cahier des charges à vérifier

Exigence	Valeur attendue	Élément de preuve à rechercher
Vitesse de bande	0,25 m/s ± 5 %	Vitesse calculée ou relevée
Charge transportée	180 kg maximum	Effort et puissance nécessaires
Commande	Arrêt avec l'ensacheuse à l'arrêt	Principe de commande et essai fonctionnel
Protection	Aucun accès aux organes tournants	Protecteur fixe et contrôle après montage
Budget matériel	800 € HT maximum	Coût calculé de la solution

Données fournies par le responsable de production.

1.1 (1,5 point) Formuler la fonction de service principale du convoyeur et relever deux contraintes d'exploitation qui doivent être maintenues après modification.

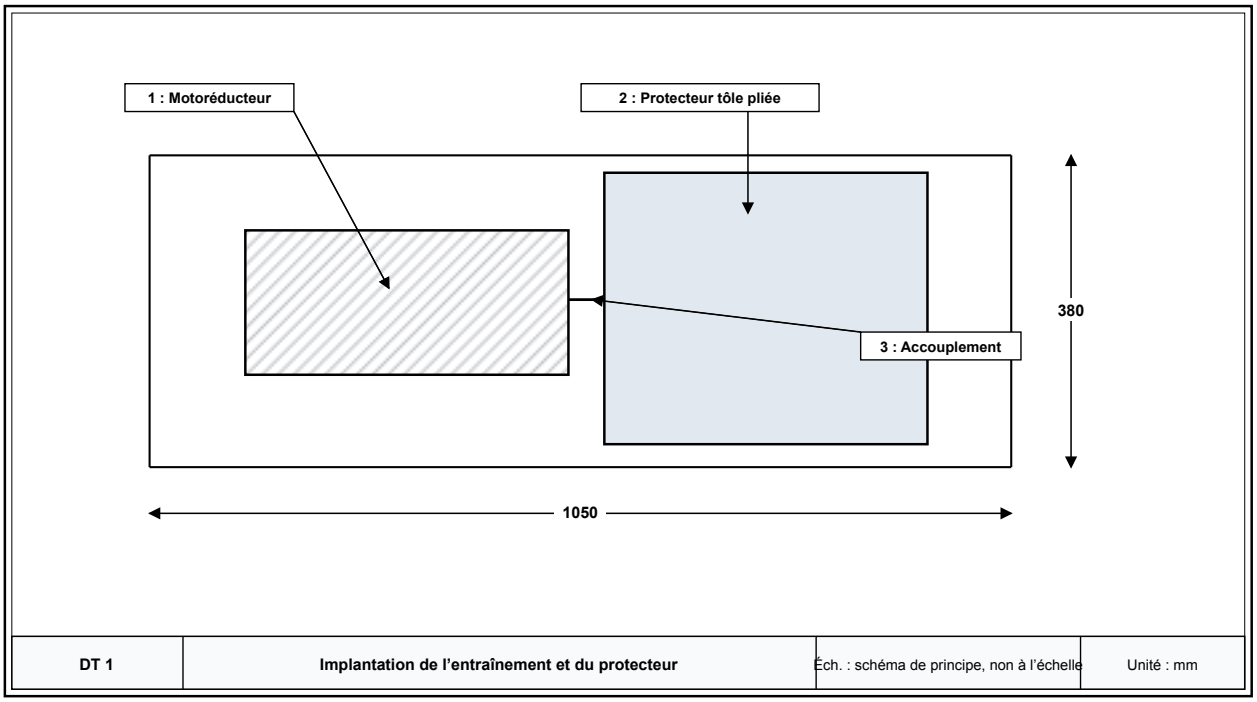
1.2 (2 points) À l'aide des données de DT 1 et DT 2, vérifier si le motoréducteur proposé respecte la vitesse de bande et la charge maximale. Présenter les calculs utiles et conclure pour chacune des deux exigences.

1.3 (1,5 point) Identifier deux risques liés à l'intervention ou à l'exploitation du convoyeur. Pour chacun, proposer une mesure de prévention cohérente avec les références réglementaires ou normatives indiquées dans DT 1. Reporter la réponse dans le DR 1.

PARTIE 2 : Étude technologique et justification du choix (6 points)

Dimensionnement, comparaison technico-économique et veille technologique

La solution étudiée comprend un motoréducteur piloté par variateur et un protecteur métallique fabriqué dans l'atelier. Les caractéristiques des solutions comparées, les mesures de puissance et les dimensions de la tôle sont fournies dans le dossier technique.



DT 1	Implantation de l'entraînement et du protecteur	Éch. : schéma de principe, non à l'échelle	Unité : mm

Données de calcul et de fabrication

Paramètre	Symbole	Valeur
Effort résistant total à la bande	F	350 N
Vitesse de bande requise	v	0,25 m/s
Rendement global réducteur et transmission	η	0,82
Rayon du tambour moteur	r	0,080 m
Puissance électrique moyenne, solution actuelle	P1	0,62 kW
Puissance électrique moyenne, solution proposée	P2	0,31 kW
Temps de fonctionnement annuel	t	2 200 h/an
Prix de l'électricité	c	0,18 €/kWh
Coût motoréducteur et variateur	C1	620 € HT
Coût de la tôle nécessaire au protecteur	C2	38 €/m²
Dimensions de la tôle disponible	L × l	1 200 × 450 mm
Dimensions développées du protecteur	L × l	1 050 × 380 mm
Surépaisseur de débit pour ajustage	a	10 mm par bord

Valeurs communiquées par le service maintenance.

2.1 (1,5 point) Calculer la puissance mécanique utile à la bande, puis la puissance mécanique requise à l'entrée du réducteur en tenant compte du rendement. Utiliser les relations $P_u = Fv$ et $P_{entrée} = P_u /$
eta. Comparer le résultat à la puissance nominale de 0,37 kW du motoréducteur proposé et conclure sur la marge disponible.

2.2 (2 points) Calculer la vitesse de rotation du tambour en tr/min à partir de $v =$
$omegar$ et $n = 60$
$omega/(2$
$pi)$. Le rapport de réduction proposé est de 47,5 et la vitesse nominale du moteur est de 1 420 tr/min. Vérifier que la vitesse obtenue est dans la tolérance du cahier des charges. Reporter le résultat et la conclusion dans le DR 1.

2.3 (1,5 point) Calculer l'économie annuelle d'énergie et le temps de retour simple de l'investissement matériel. Utiliser $E_{économisée} = (P_1 - P_2)t$, $G = E_{économisée}c$ et $T = C_{total}/G$. Pour le coût du protecteur, prendre l'aire réelle du flan développé, sans la surépaisseur d'ajustage, et ajouter 12 % de chute matière. Vérifier le respect du plafond de 800 € HT.

2.4 (1 point) À partir du tableau comparatif de DT 3, retenir une caractéristique technologique de la solution proposée qui présente un intérêt pour l'amélioration. Indiquer également une vérification à effectuer lors de l'essai de réception afin de confirmer cette caractéristique sur l'installation réelle.

PARTIE 3 : Préparation de l'intervention et suivi du projet (5 points)

Organisation, fabrication, contrôles et suivi

La modification doit être réalisée pendant une journée d'arrêt planifié. La tôle est découpée et pliée dans l'atelier de maintenance. L'intervention comprend la consignation, la dépose de l'entraînement existant, le montage, le raccordement, les réglages et les essais. Compléter le DR 2 avec une séquence opératoire exploitable par l'équipe.

Ressources et données d'atelier

Opération ou ressource	Donnée
Tôle acier galvanisé	Épaisseur 2 mm, format 1 200 × 450 mm
Développé du protecteur avant ajustage	1 050 × 380 mm
Surépaisseur totale à ajouter au débit	10 mm par bord
Perçage des fixations	Foret HSS Ø 8 mm, vitesse de rotation 900 tr/min
Temps disponible pour la fabrication du protecteur	1 h 30
Durée maximale de l'arrêt planifié	8 h

Données fournies pour préparer la fabrication du protecteur.

3.1 (2 points) Déterminer les dimensions de débit du flan en intégrant la surépaisseur de 10 mm par bord. Calculer l'aire du flan débité, l'aire du développé fini, la chute en m² et le rendement matière $R_m = A_{fini} / A_{débit}$ en pourcentage. Calculer ensuite le coût matière du flan débité au tarif de 38 €/m². Inscrire les résultats dans le DR 2.

3.2 (1,5 point) Calculer la vitesse de coupe correspondant au perçage avec un foret de diamètre 8 mm à 900 tr/min, avec $V_c = piDn/1000$, où D est exprimé en mm et V_c en m/min. Proposer deux contrôles à effectuer sur le protecteur fabriqué avant son montage.

3.3 (1,5 point) Compléter le DR 2 par un ordre opératoire cohérent et identifier deux jalons de suivi du projet, avec pour chacun un responsable ou une preuve attendue. La séquence doit intégrer la consignation, les essais fonctionnels et la validation avant remise en production.

PARTIE 4 : Prévention, sécurité et validation de la solution (4 points)

Maîtrise des risques et vérification après modification

Avant la remise en service, l'équipe doit vérifier la conformité du montage, le fonctionnement de la commande et l'efficacité des mesures de prévention. Les principes de prévention et les références mentionnés dans DT 1 s'appliquent à la préparation et à la réalisation de l'intervention.

Situations à maîtriser

Situation	Risque principal	Élément de validation attendu
Intervention sur l'entraînement	Mise en mouvement intempestive	Consignation et vérification d'absence d'énergie
Essai convoyeur en fonctionnement	Contact avec les organes tournants	Protecteur en place et zone d'essai sécurisée
Modification du circuit de commande	Arrêt non conforme au cycle	Essai du lien avec l'état de l'ensacheuse

Exemples de situations à examiner avant et après intervention.

4.1 (2 points) Décrire, dans l'ordre, les étapes essentielles de mise en sécurité avant la dépose du motoréducteur. Préciser les énergies à isoler et le moyen de vérifier l'absence d'énergie dangereuse. Indiquer pourquoi un simple arrêt par bouton de commande ne constitue pas à lui seul une consignation.

4.2 (1 point) Établir trois critères mesurables ou observables de réception de l'amélioration, couvrant au minimum la vitesse de bande, le fonctionnement de la commande et la protection des organes tournants.

4.3 (1 point) Proposer une action de suivi après remise en service permettant de confirmer la pérennité de l'amélioration et indiquer la donnée à consigner dans l'historique de maintenance.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DONNÉES FONCTIONNELLES, IMPLANTATION ET RÉFÉRENCES DE PRÉVENTION

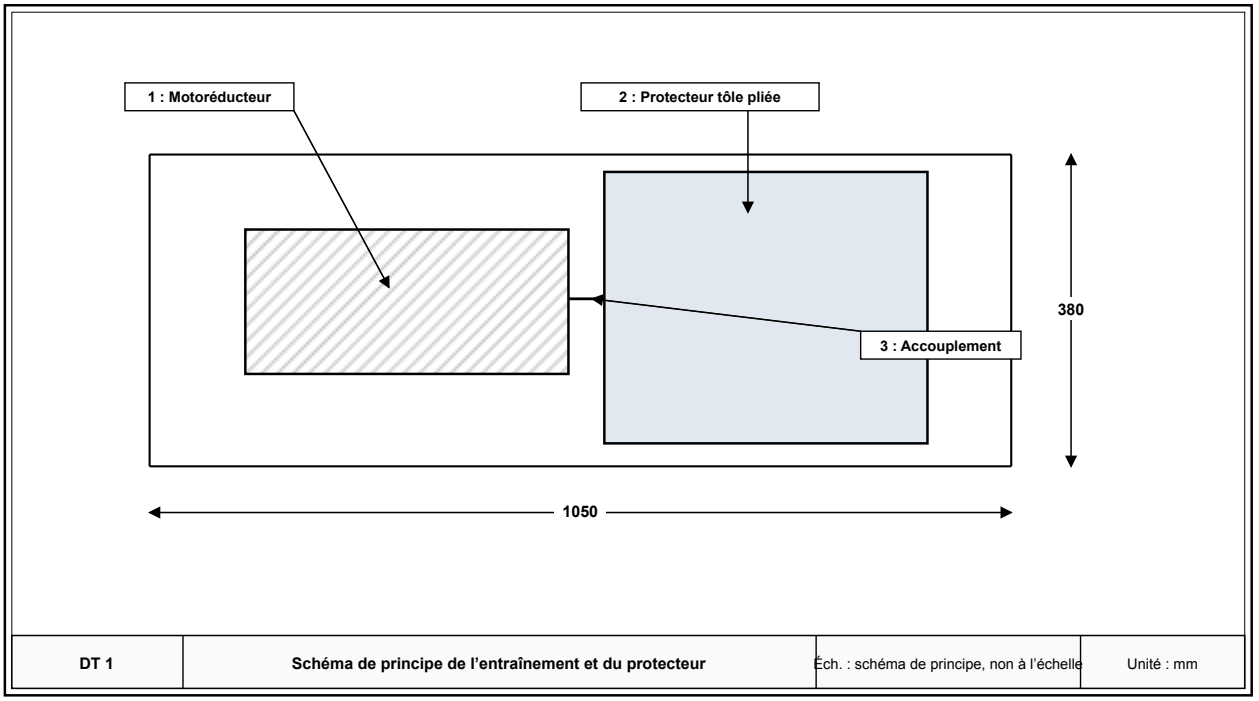
Installation étudiée : convoyeur horizontal à bande, tambour moteur de rayon 80 mm, charge maximale transportée 180 kg. L'effort résistant total estimé au fonctionnement nominal, incluant les frottements et la charge, est de 350 N. La vitesse de bande demandée est de 0,25 m/s, tolérance ± 5 %. Le rendement global du réducteur et de la transmission est de 0,82.

Entraînement proposé : moteur asynchrone 0,37 kW, vitesse nominale 1 420 tr/min, réducteur de rapport 47,5, variateur de fréquence avec entrée de commande issue de l'état de marche de l'ensacheuse. L'ensacheuse dispose d'un contact sec disponible pour cette commande. Le niveau sonore relevé avec la solution proposée lors de l'essai fournisseur est de 72 dB(A) au poste de mesure défini par l'entreprise.

Protecteur prévu : tôle acier galvanisé de 2 mm, dimensions développées 1 050 × 380 mm, fixée par vis nécessitant un outil pour la dépose. Le protecteur couvre l'accouplement et les parties accessibles de l'entraînement. L'entreprise doit vérifier les distances de sécurité et l'absence d'accès aux zones dangereuses en fonction de l'installation réelle.

Références à considérer : Code du travail, principes généraux de prévention et prescriptions relatives à l'utilisation des équipements de travail ; NF EN ISO 12100 pour l'appréciation et la réduction des risques ; NF EN ISO 14120 pour les protecteurs ; NF EN ISO 13857 pour les distances de sécurité ; NF EN 60204-1 pour l'équipement électrique des machines. Les éditions applicables et les exigences propres au site sont à vérifier par l'entreprise avant travaux.

Le schéma ci-dessous est un schéma de principe. Les dimensions cotées sont les dimensions réelles du protecteur, et non une mesure à prendre sur le dessin.



Paramètres d’exploitation

Paramètre	Valeur
Effort résistant total	350 N
Vitesse de bande demandée	0,25 m/s ± 5 %
Charge maximale	180 kg
Rayon du tambour	0,080 m
Rendement global	0,82
Puissance nominale du motoréducteur proposé	0,37 kW
Rapport de réduction	47,5
Vitesse nominale moteur	1 420 tr/min
Niveau sonore mesuré lors de l’essai fournisseur	72 dB(A)

DT 2 : CONSOMMATIONS, COÛTS ET DONNÉES DE FABRICATION

Les mesures de puissance électrique moyenne ont été réalisées à charge et cadence comparables. La solution actuelle consomme 0,62 kW en moyenne pendant 2 200 h/an. L’estimation de la solution proposée, variateur compris, est de 0,31 kW en moyenne pour la même durée annuelle. Le prix d’achat de l’électricité retenu pour l’étude est de 0,18 €/kWh.

Le motoréducteur et le variateur coûtent 620 € HT. La tôle acier galvanisé est valorisée à 38 €/m². La tôle disponible mesure 1 200 × 450 mm. Le développé fini du protecteur mesure 1 050 × 380 mm. Pour le débit, ajouter 10 mm à chacune des quatre dimensions de bord, soit 20 mm à chaque dimension totale. La chute est calculée par différence entre l’aire du flan débité et l’aire du développé fini. Pour l’estimation du coût d’achat du flan, prendre l’aire du flan débité au tarif indiqué.

Formules utiles : puissance mécanique $P_u = Fv$; puissance d’entrée avec rendement $P_{entrée} = P_u/$
eta ; vitesse angulaire
$omega = v/r$; vitesse de rotation $n = 60$
$omega/(2$
$pi)$; énergie annuelle $E = Pt$; rendement matière $R_m = A_{fini}/A_{débit}$; vitesse de coupe $V_c =$
$piDn/1000$, avec D en mm, n en tr/min et V_c en m/min.

Données de calcul économique et d'atelier

Donnée	Valeur
Puissance moyenne actuelle	0,62 kW
Puissance moyenne proposée	0,31 kW
Durée annuelle de fonctionnement	2 200 h
Tarif de l'électricité	0,18 €/kWh
Coût motoréducteur et variateur	620 € HT
Prix de la tôle	38 €/m²
Format de tôle disponible	1 200 × 450 mm
Dimensions du développé fini	1 050 × 380 mm
Surépaisseur de débit	10 mm par bord
Foret de fabrication	HSS, diamètre 8 mm
Vitesse de rotation de perçage	900 tr/min

DT 3 : COMPARAISON DES SOLUTIONS ET SUIVI DE RÉALISATION

Le service maintenance a comparé les options suivantes. Les puissances électriques moyennes sont des valeurs mesurées ou estimées à charge comparable. Le coût indiqué ne comprend pas la main-d'œuvre interne. La solution retenue doit rester compatible avec les commandes existantes et être validée par des essais sur site.

Pour la veille technologique, l'équipe doit consulter la notice du variateur et vérifier les fonctions effectivement disponibles sur le modèle installé. Aucune fonction non indiquée dans la documentation constructeur ne peut être considérée comme acquise.

Comparaison des solutions d'amélioration

Critère	Solution A : entraînement actuel	Solution B : motoréducteur et variateur	Solution C : motoréducteur seul
Puissance électrique moyenne	0,62 kW	0,31 kW	0,48 kW
Adaptation à l'arrêt de l'ensacheuse	Non	Oui, par entrée de commande du variateur	Non, sans ajout de commande
Coût matériel hors protecteur	0 € de remplacement	620 € HT	410 € HT
Réglage de la vitesse	Non prévu	Paramétrable dans les limites de la notice	Non prévu
Mesure de validation à réaliser	Relevé de référence	Vitesse, séquence de commande, intensité et bruit	Vitesse et bruit

Jalons indicatifs du projet

Jalon	Échéance	Preuve attendue
Validation de l'étude et des composants	Avant commande	Fiche de choix signée par le responsable maintenance
Préparation et fabrication du protecteur	Avant l'arrêt planifié	Contrôle dimensionnel et dossier de fabrication
Montage et essais de réception	Pendant l'arrêt planifié	Fiche d'essais complétée et anomalies levées
Retour d'expérience	Après 1 mois de fonctionnement	Relevé de consommation, incidents et observations opérateur

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Questions 1.3 et 2.2 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les cases signalées par « ... ». Pour la question 2.2, faire apparaître les calculs, unités et conclusion. Pour la question 1.3, formuler une mesure de prévention adaptée à chaque risque retenu.

Analyse des risques et mesures de prévention

Situation dangereuse	Risque identifié	Mesure de prévention proposée
.....	.....	.....
.....	.....	.....

Vérification de la vitesse de bande

Grandeur	Calcul ou résultat	Conclusion au regard de l'exigence
Vitesse de rotation du tambour	.....	.....
Vitesse calculée de la bande	.....	.....

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 et 3.3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les tableaux. Indiquer les unités, les calculs utiles et l'ordre des opérations. Les jalons doivent comporter une échéance et une preuve de réalisation ou de validation.

Feuille de débit et estimation matière

Élément à déterminer	Calcul	Résultat
Dimensions de débit du flan	.....	.....
Aire du flan débité	.....	.....
Aire du développé fini	.....	.....
Chute matière	.....	.....
Rendement matière	.....	.....
Coût matière du flan débité	.....	.....

Ordre opératoire et suivi du projet

Rang	Opération ou jalon	Contrôle ou preuve attendue
1	.....	.....
2	.....	.....
3	.....	.....
4	.....	.....
5	.....	.....
6	.....	.....

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.