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

BTS Métiers de la mesure - Épreuve E5 : U5.1

Session 2026 • Code sujet : **26-BTS-2M-E5** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **5**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Analyse fonctionnelle et exigences applicables** (3 questions) — **Page 3**
2. **Étude technologique, choix des capteurs et calculs** (3 questions) — **Page 6**
3. **Préparation de la mise en œuvre et protocole opératoire** (3 questions) — **Page 8**
4. **Prévention et sécurité lors de l'intervention** (3 questions) — **Page 10**
5. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 12**

Sujet officiel (PDF) : https://bts2m.fr/assets/annales/bts-2m/E5.1 - Conception et mise en œuvre d'un système de mesure/2026/BTS 2M - E5.1 - Conception et mise en œuvre d'un système de mesure - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

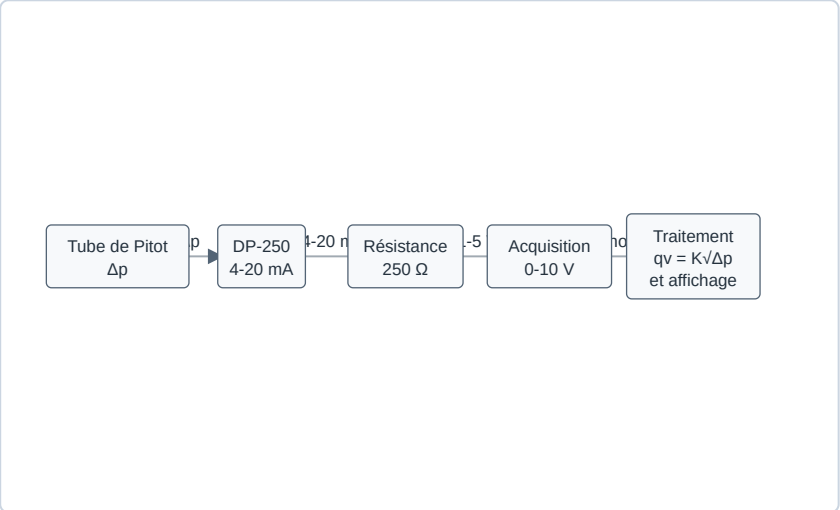
1. Analyse fonctionnelle et exigences applicables

AéraLab Mesures doit instrumenter un conduit de ventilation pour vérifier un débit nominal de 0,120 m³/s, en mesurant la pression différentielle d'un tube de Pitot et la température de l'air. Le système doit convertir et enregistrer les mesures afin de permettre une décision d'acceptation, selon les exigences du projet et les références applicables.

Question 1.1. Établir la chaîne fonctionnelle de mesure depuis le prélèvement de la pression différentielle jusqu'à l'affichage du débit. Faire apparaître au minimum le capteur, le conditionnement, l'acquisition et le traitement.

Le tube de Pitot, orienté dans le sens de l'écoulement, prélève la pression différentielle. Les prises haute et basse sont raccordées sans inversion au DP-250. La résistance de 250 Ω conditionne sa sortie de 4 à 20 mA en une tension de 1 à 5 V, compatible avec l'entrée analogique 0 à 10 V. La carte acquiert et horodate le signal. Le traitement applique la relation du projet, puis le débit calculé est affiché.

Chaîne fonctionnelle de mesure du débit



La résistance convertit le courant du capteur en tension compatible avec l'entrée analogique.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pitot → DP-250 → résistance 250 Ω → acquisition horodatée → calcul du débit → affichage.

Question 1.2. Relever trois exigences du cahier des charges et préciser, pour chacune, une conséquence concrète sur le choix ou la mise en œuvre du système.

Exigence du projet	Conséquence concrète
Débit nominal 0,120 m³/s ; plage acceptée 0,110 à 0,130 m³/s	Calculer le débit et le comparer à la plage d'acceptation.
Pression différentielle de 0 à 250 Pa	Choisir un capteur couvrant cette étendue, tel que le DP-250.
Au moins une valeur par seconde ; fichier horodaté avec unités	Configurer l'acquisition à au moins 1 Hz et enregistrer les unités.

Le capteur doit couvrir la plage de pression utile, sans dépasser inutilement l'étendue requise. L'acquisition doit assurer la fréquence minimale et conserver l'heure et les unités dans le fichier. Enfin, le calcul du débit doit permettre de vérifier le point nominal et de comparer le résultat à la plage d'acceptation indiquée au cahier des charges.

Exigences du cahier des charges et conséquences

Exigence	Conséquence pour le système
Débit : 0,120 m³/s ; acceptation : 0,110 à 0,130 m³/s	Calculer et comparer le débit à la plage.
Pression : 0 à 250 Pa	Retenir un capteur couvrant 0-250 Pa.
Au moins 1 valeur/s, fichier horodaté avec unités	Configurer l'acquisition et l'enregistrement en conséquence.

Synthèse de trois exigences du cahier des charges.

✓ RÉPONSE À RETENIR

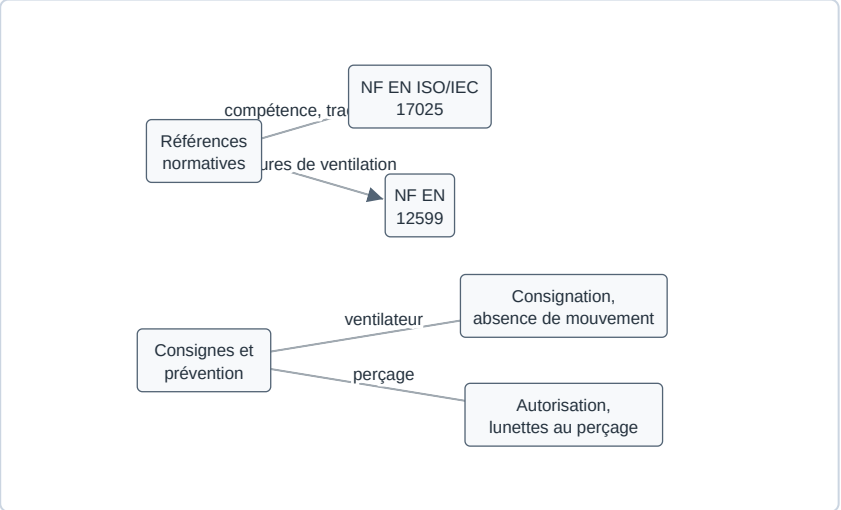
DP-250 couvrant 0 à 250 Pa ; acquisition horodatée avec unités, à au moins 1 valeur par seconde ; vérification du débit dans la plage 0,110 à 0,130 m³/s.

Question 1.3. À partir du DT 3, citer deux références ou obligations pertinentes pour l'organisation des mesures et deux mesures de prévention à appliquer. Distinguer clairement une référence normative d'une consigne propre au projet.

Références normatives : NF EN ISO/IEC 17025 pour les principes de compétence, de traçabilité et de maîtrise des équipements ; NF EN 12599 comme référence technique pour les essais et mesures des systèmes de ventilation. L'organisme vérifie les éditions en vigueur et leur champ d'application.

Obligations et consignes de prévention : appliquer les principes généraux du Code du travail, l'évaluation des risques de l'employeur et la procédure de consignation du site. Pour le poste, arrêter et consigner le ventilateur, puis vérifier l'absence de mouvement ; avant un perçage, obtenir l'autorisation et porter des lunettes avec un outil adapté.

Références et consignes de prévention



Les références normatives sont distinguées des mesures de prévention propres à l'intervention.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Références : NF EN ISO/IEC 17025 et NF EN 12599. Prévention : consignation et vérification de l’arrêt du ventilateur ; autorisation, lunettes et outil adapté pour le perçage.

2. Étude technologique, choix des capteurs et calculs

Le candidat dimensionne la chaîne d'acquisition destinée à mesurer la pression différentielle et la température dans le conduit, puis à calculer le débit. Les caractéristiques des capteurs, de l'entrée analogique et des équipements servent à justifier les choix, calculer le pas de quantification et estimer le coût de la chaîne.

Question 2.1. Choisir le capteur de pression différentielle le plus adapté à l'étendue requise. Justifier le choix par la plage, la sortie électrique, l'exactitude au point Δp = 100 Pa et la compatibilité avec l'acquisition décrite dans le DT 2.

Le DP-250 convient à la plage requise de 0 à 250 Pa. À 100 Pa, son exactitude est ±(0,005 × 100 + 0,2) = ±0,7 Pa, contre ±10 Pa pour le DP-1000, dont l'exactitude vaut 1 % de l'étendue. La sortie 4 à 20 mA du DP-250 devient 1 à 5 V grâce à la résistance de 250 Ω, donc reste dans la plage d'entrée 0 à 10 V de la carte. Le DP-1000 est également compatible en tension, mais il est surdimensionné et moins exact au point étudié.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Choix : DP-250, étendue 0 à 250 Pa, sortie convertie en 1 à 5 V et exactitude de ±0,7 Pa à 100 Pa.

Question 2.2. Pour une pression différentielle mesurée de 100 Pa, calculer le débit volumique avec K = 0,0120 $m^3 \cdot s^{-1} \cdot Pa^{-1/2}$. Déterminer ensuite le pas de quantification en pression de l'entrée analogique du DT 2, en tenant compte de la résistance de conversion du courant. Présenter les étapes de calcul.

Avec la relation du DT 1, pour Δp = 100 Pa : qv = 0,0120 × √100 = 0,120 m³/s. La résistance de 250 Ω convertit les 4 à 20 mA du capteur en 1 à 5 V, soit une variation de 4 V pour 250 Pa. Le pas de l'entrée analogique est 10/4096 = 0,002441 V. Rapporté à la pression, le pas vaut (250/4) × (10/4096) = 0,1526 Pa par niveau, soit environ 0,153 Pa.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pour Δp = 100 Pa : qv = 0,120 m³/s ; pas de quantification en pression : 0,153 Pa.

Question 2.3. **À partir du DT 2, calculer le coût total HT des éléments nécessaires à une chaîne comportant un capteur de pression DP-250, un capteur de température, une carte d'acquisition, la résistance de conversion et un afficheur. Ajouter le forfait de câblage et de montage de 35 € HT et présenter la somme détaillée.**

Élément	Coût HT
Capteur de pression DP-250	180 €
Capteur de température T-50	75 €
Carte d'acquisition	220 €
Résistance de conversion	4 €
Afficheur	95 €
Câblage et montage	35 €

Le total additionne les cinq postes matériels de la chaîne ainsi que le forfait de câblage et de montage. La résistance de conversion est nécessaire pour adapter le signal 4 à 20 mA du DP-250 à l'entrée en tension de la carte. Le calcul est donc : 180 + 75 + 220 + 4 + 95 + 35 = 609 €. Ce montant correspond au coût complet HT, sans omettre aucun composant nécessaire à la chaîne.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Coût total HT de la chaîne complète, résistance de conversion et forfait de câblage et montage compris : 609 €.

3. Préparation de la mise en œuvre et protocole opératoire

Le candidat prépare une mesure reproductible et traçable du débit dans le conduit représenté au DT 1, à partir de la pression différentielle et de la température. Il rédige un protocole, évalue l'incertitude sur le débit et complète le document réponse pour présenter les équipements et conclure sur la conformité au critère de réception.

Question 3.1. Rédiger un protocole opératoire ordonné comprenant la vérification préalable des équipements, le raccordement des prises de pression, le positionnement des capteurs, le paramétrage de l'acquisition, la stabilisation, le relevé des données et l'enregistrement des résultats. Préciser au moins deux contrôles destinés à éviter une erreur de mesure.

1. Vérifier l'état, les plages et la validité métrologique des capteurs et de l'acquisition. Mettre le DP-250 à zéro et contrôler l'étanchéité des raccords.
2. Repérer les prises, raccorder les voies haute et basse sans inversion et orienter le tube de Pitot dans le sens de l'écoulement. Placer la sonde de température dans l'air mesuré, sans contact avec la paroi.
3. Raccorder les signaux et paramétrer les unités, l'horodatage et une fréquence d'au moins une valeur par seconde.
4. Après stabilisation, relever pression et température, calculer le débit et enregistrer les valeurs avec les conditions de mesure.

Contrôles anti-erreur : vérifier le zéro avant la mesure, le sens des flexibles et l'absence de fuite.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Capteur mis à zéro, raccords étanches et voies correctement raccordées ; mesure stabilisée et données horodatées enregistrées à au moins 1 Hz.

Question 3.2. Calculer l'incertitude-type liée à la limite d'exactitude en utilisant uexact = 0,7/√3. Calculer l'incertitude-type composée sur la pression par uc(Δp) = √(uexact² + urep²), puis l'incertitude élargie relative sur le débit. Utiliser la relation de propagation u(qv)/qv = 1/2 × uc(Δp)/Δp, avec Δp = 100 Pa, qv = 0,120 m³/s et k = 2.

La limite d'exactitude suit une loi rectangulaire : $\mathbf{u_{exact} = 0,7/\sqrt{3} = 0,404\ Pa}$. En combinant cette valeur avec la répétabilité de 0,50 Pa, on obtient $\mathbf{u_c(\Delta p) = \sqrt{(0,404^2 + 0,50^2)} = 0,643\ Pa}$. L'incertitude-type relative sur le débit vaut \(1/2)(0,643/100) = 0,003215, soit 0,3215 %. Avec k = 2, l'incertitude élargie relative est 0,643 %. Pour q_v = 0,120 m³/s, l'incertitude élargie vaut 0,000771 m³/s.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> u_{exact} = 0,404 Pa ; $u_c(\Delta p)$ = 0,643 Pa ; incertitude élargie relative = 0,643 % ; $U(q_v)$ = 0,000771 m³/s.

Question 3.3. **Compléter le DR 1 avec les équipements retenus, leurs plages utiles et les contrôles préalables. À partir du résultat en débit et de l'incertitude élargie calculée, conclure sur la conformité au critère de réception du DT 3. Présenter la conclusion sous la forme qv ± U(qv).**

Fonction	Équipement retenu	Plage ou caractéristique utile	Contrôle préalable
Pression différentielle	DP-250	0 à 250 Pa ; sortie 4 à 20 mA	Zéro, étanchéité et sens des voies
Température	T-50	0 à 50 °C ; exactitude ±0,5 °C	État et validité métrologique
Acquisition et conversion	Carte d'acquisition et résistance de conversion 250 Ω	2 entrées 0 à 10 V ; 12 bits ; horodatage	Alimentation, câblage et configuration
Affichage et enregistrement	Afficheur et fichier d'acquisition	Pression, température et débit ; au moins 1 valeur/s	Unités, horloge et test d'enregistrement
Débit et conformité	Calcul $q_v = K\sqrt{\Delta p}$	0,120 ± 0,000771 m³/s	Intervalle compatible avec le critère

Avec K = 0,0120 et Δp = 100 Pa, q_v = 0,120 m³/s. L'intervalle élargi [0,119229 ; 0,120771] m³/s est inclus dans la plage d'acceptation [0,110 ; 0,130] m³/s et dans le critère 0,120 ± 0,003 m³/s : la mesure est conforme.

DR 1 complété : équipements, contrôles et décision

Fonction	Équipement retenu	Plage ou caractéristique utile	Contrôle avant mesure
Mesure de pres DP-250 férentielle	0-250 Pa ; 4-20 mA	Zéro ; fuite ; voies
Mesure de T-50 érature	0-50 °C ; ±0,5 °C	État ; validité
Acquisition Carte + résistance	2 entrées 0-10 V ; 12 bits	Alim. ; câblage ; réglage
Affichage et Afficheur + fichier	Unités ; horodatage ; ≥1 Hz	Horloge ; test d'enregistrement
Résultat de débit et décision de conformité Calcul du débit	0,120 ± 0,000771 m³/s	Conforme ; intervalle accepté

Document à compléter par le candidat.

✓ RÉPONSE À RETENIR

q_v = (0,120 ± 0,000771) m³/s ; intervalle [0,119229 ; 0,120771] m³/s, conforme aux critères de réception.

4. Prévention et sécurité lors de l’intervention

La pose des prises de pression et des capteurs intervient sur une installation de ventilation à fonctionnement intermittent, avec des risques liés au ventilateur, au conduit, à l’électricité et aux câbles. Le candidat s’appuie sur les consignes du site, les principes de prévention et le DT 3 pour organiser une intervention sûre et assurer la traçabilité des mesures.

Question 4.1. Compléter le DR 2 en associant à chacune des situations dangereuses le risque principal, une mesure de prévention adaptée et un moyen concret de vérifier l’efficacité de cette mesure avant le début de la mesure.

Le tableau reprend les quatre situations du DR 2 et les risques indiqués au DT 3. Pour chaque prévention, la vérification doit être concrète et réalisée avant le début de la mesure : état de consignation, disponibilité des protections et outils, contrôle électrique si nécessaire et dégagement du passage.

Situation dangereuse	Risque principal	Prévention	Vérification de l’efficacité
Près du ventilateur	Entraînement ou choc par une partie mobile	Arrêt et consignation selon la procédure du site	Consignation vérifiée et absence de mouvement constatée
Perçage ou accès au conduit	Projection de particules et coupure	Autorisation, lunettes et outil adapté	Autorisation validée, lunettes portées et outil contrôlé
Raccordement électrique	Contact électrique	Matériel adapté, contrôle visuel et mise hors tension si nécessaire	Matériel et câbles intacts ; absence de tension vérifiée si mise hors tension
Câbles et flexibles en circulation	Trébuchement ou arrachement des raccords	Cheminement sécurisé et zone balisée	Passage dégagé, zone balisée et raccords maintenus

DR 2 complété : analyse des risques

Situation dangereuse	Risque principal	Mesure de prévention	Vérification de l’efficacité
Intervention près du ventilateur en fonctionnement intermittent	Entraînement ou choc	Arrêt, consignation	Mouvement nul, consignation
Perçage ou accès au conduit	Projection, coupure	Autorisation, lunettes, outil adapté	Autorisation, EPI et outil
Raccordement de l’acquisition électrique	Contact électrique	Matériel adapté, hors tension si requis	Câbles intacts ; absence
Câbles et flexibles en zone de circulation	Trébuchement, arrachement	Cheminement sécurisé, balisage	Passage libre, raccords maintenus

✓ RÉPONSE À RETENIR

Consigner le ventilateur, autoriser et protéger l’accès au conduit, contrôler le raccordement électrique et sécuriser les câbles et flexibles.

Question 4.2. Décrire la procédure à appliquer avant toute intervention à proximité des parties mobiles du ventilateur. Préciser comment confirmer l'absence de mouvement et empêcher une remise en marche intempestive.

1. Informer les personnes concernées et arrêter le ventilateur conformément à la procédure du site.
2. Isoler ses alimentations, neutraliser le démarrage automatique, puis poser et identifier le dispositif de consignation afin d'empêcher toute remise en marche intempestive.
3. Vérifier la consignation et constater visuellement l'immobilité complète des parties mobiles avant de s'approcher. Pour une intervention électrique, vérifier également l'absence de tension avec un appareil adapté, selon la procédure applicable.
4. Ne commencer qu'après ces vérifications. La consignation est retirée à la fin par la personne autorisée, selon la procédure du site.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Arrêt, isolement et consignation ; vérifier l'immobilité complète et empêcher tout redémarrage avant l'intervention.

Question 4.3. Indiquer les informations minimales à inscrire dans le compte rendu pour assurer la traçabilité de la mesure et permettre sa réutilisation par un autre opérateur.

Le compte rendu doit permettre à un autre opérateur de retrouver les conditions de l'essai, la chaîne utilisée et le traitement appliqué. Il comprend au minimum :

- Date, heure, lieu, installation contrôlée et identité de l'opérateur.
- Références et identifiants des capteurs et de l'acquisition, plages utilisées et état d'étalonnage ou de vérification.
- Position et orientation du Pitot, raccordement, conditions de mesure, fréquence d'acquisition et unités.
- Données enregistrées, méthode de traitement, résultat avec incertitude et décision de conformité.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Consigner l'opérateur, la date et le lieu, l'installation, les équipements et leur statut métrologique, le montage, les conditions et paramètres d'acquisition, les données, le résultat avec incertitude et la décision.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BTS MÉTIERS DE LA MESURE

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2026)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve BTS Métiers de la mesure, session 2026, code 26-BTS-2M-E5, dure 2 heures et a un coefficient 5. Le dossier AéraLab Mesures porte sur l'instrumentation d'un conduit de ventilation et la vérification d'un débit d'air. Il évalue l'analyse fonctionnelle, le choix des capteurs, les calculs métrologiques, le protocole de mesure, la décision de conformité, la prévention et la traçabilité.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour le montage étudié, le débit volumique se calcule par $q_v = K\sqrt{\Delta p}$, avec q_v en m^3/s et Δp en Pa.
- Une sortie 4 à 20 mA peut être convertie en tension par une résistance de précision avant l'entrée analogique.
- Pour une limite d'exactitude de loi rectangulaire ±a, l'incertitude-type vaut $a/\sqrt{3}$.
- L'incertitude élargie est $U = k u_c$; la conformité exige que $[q_v - U ; q_v + U]$ soit inclus dans la plage d'acceptation.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier que l'étendue du capteur couvre la plage requise et que sa sortie est compatible avec l'acquisition.
- Pour la quantification, tenir compte de la résistance de conversion et des 4096 niveaux sur 0 à 10 V.
- Raccorder sans inversion les voies haute et basse pression, orienter le Pitot dans l'écoulement et vérifier l'étanchéité ainsi que le zéro.
- Pour conclure, comparer tout l'intervalle élargi à la plage d'acceptation, et non le seul débit central.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le débit à partir de la pression différentielle ?

Utilisez la relation donnée pour le montage, $q_v = K\sqrt{\Delta p}$. Remplacez Δp par sa valeur en pascals et K par 0,0120 $m^3 \cdot s^{-1} \cdot Pa^{-1/2}$, puis vérifiez que le résultat est exprimé en m^3/s.

Q : Comment passer du signal 4 à 20 mA à un pas de pression ?

Calculez la tension aux bornes de la résistance de 250 Ω avec $U = RI$. Reliez ensuite le pas de tension de l'entrée, 10 V répartis sur 4096 niveaux, à l'étendue de pression de 0 à 250 Pa du capteur.

Q : Comment organiser son temps dans cette épreuve ?

Le dossier attribue 4 points à la partie 1, puis 6, 6 et 4 points aux parties suivantes. Répartissez le temps en fonction du barème, réservez une marge aux calculs d'incertitude et n'oubliez pas de rendre les deux documents réponses.

Q : Quel critère faut-il appliquer pour déclarer le débit conforme ?

Présentez le résultat sous la forme $q_v \pm U(q_v)$, puis construisez l'intervalle correspondant. Selon le DT 3, cet intervalle doit être entièrement inclus dans la plage d'acceptation de 0,110 à 0,130 m^3/s.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bts2m.fr/assets/annales/bts-2m/E5.1 - Conception et mise en œuvre d'un système de mesure/2026/BTS 2M - E5.1 - Conception et mise en œuvre d'un système de mesure - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Métiers de la Mesure : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

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.