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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro MFER, veuillez visiter :
bacpromfer.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

MÉTIERS DU FROID ET DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

SESSION 2026

ÉPREUVE E3 : RÉALISATION ET MISE EN SERVICE D'UNE INSTALLATION, SOUS-ÉPREUVE E31

Coefficient : 5 Durée : 4 heures

Matériel professionnel de mesure et d'intervention mis à disposition sur le poste, équipements de protection individuelle adaptés et documents techniques joints au sujet. Les interventions sur le circuit frigorifique sont réalisées uniquement sur le banc pédagogique prévu à cet effet.

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle, réception et cadre réglementaire (4 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : Étude technologique, dimensionnement et métré (7 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : Préparation de réalisation et mise en service (6 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 4 : Prévention, sécurité et attitude écoresponsable (3 points)	Dossier Questionnement
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES (DT 1, DT 2, DT 3)	Fourni avec le sujet
DOCUMENTS RÉPONSES (DR 1, DR 2) : À RENDRE AVEC LA COPIE	Fin de sujet

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

LES DOCUMENTS RÉPONSES SITUÉS EN FIN DE DOSSIER SONT À COMPLÉTER ET À RENDRE OBLIGATOIREMENT AVEC LA COPIE.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : FROID ATLANTIQUE SERVICES, ATELIER PÉDAGOGIQUE ET CHANTIER DE LA CONSERVERIE LES VERGERS DU MARAIS, SAINT-JEAN-DE-MONTS (VENDÉE)

Vous intervenez au sein de l'équipe de Froid Atlantique Services pour réaliser puis mettre en service une installation frigorifique destinée à une chambre froide positive de la conserverie Les Vergers du Marais. Le chantier porte sur l'implantation des équipements, la préparation des liaisons, les contrôles préalables, les réglages et la remise d'un compte rendu. Le poste d'évaluation reproduit les conditions du chantier ; les opérations frigorifiques nécessitant une manipulation du fluide sont effectuées sur un banc pédagogique identifié, conformément aux consignes de l'établissement.

Cahier des charges : chambre froide de dimensions intérieures 4,00 m × 3,00 m × 2,50 m, consigne d'air +3 °C, température extérieure de calcul +32 °C ; refroidissement quotidien de 600 kg de produits de +18 °C à +3 °C en 8 h ; puissance frigorifique disponible du groupe à ces conditions : 4,00 kW. Les panneaux isolants ont une épaisseur de 100 mm. Le candidat doit organiser son poste, réceptionner et contrôler les approvisionnements, réaliser les opérations pratiques demandées, effectuer les vérifications et réglages autorisés, puis rendre compte de son intervention.

La durée de la séquence pratique est fixée à 4 heures pour cette organisation de session. Les références réglementaires et techniques indiquées dans le dossier sont des repères applicables au contexte décrit ; le candidat applique également les consignes du site et les instructions du fabricant.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle, réception et cadre réglementaire (4 points)

Organiser l'intervention, identifier les fonctions et contrôler les approvisionnements

À partir du cahier des charges et des documents DT 1 à DT 3, préparez l'intervention sur la chambre froide positive. Le contrôle est réalisé avant toute mise sous tension ou intervention sur le circuit frigorifique.

Données principales du chantier

Paramètre	Valeur	Unité
Dimensions intérieures	4,00 × 3,00 × 2,50	m
Consigne de la chambre	+3	°C
Température extérieure de calcul	+32	°C
Masse de produits refroidie par jour	600	kg
Température initiale des produits	+18	°C
Durée de refroidissement prévue	8	h

Données du cahier des charges et du dossier technique

1.1 (1,5 point) Énoncez la fonction de service de l'installation et indiquez deux fonctions techniques nécessaires pour la satisfaire. Pour chaque fonction technique, nommez un organe ou un équipement correspondant sur le schéma DT 1.

1.2 (1,5 point) À la réception des approvisionnements, indiquez trois contrôles à effectuer avant utilisation, en précisant pour chacun le risque ou la non-conformité qu'il permet de détecter.

1.3 (1 point) Citez deux exigences de prévention ou de conformité applicables à l'intervention parmi celles rappelées dans le DT 3. Indiquez une mesure concrète à appliquer pour chacune.

PARTIE 2 : Étude technologique, dimensionnement et métré (7 points)

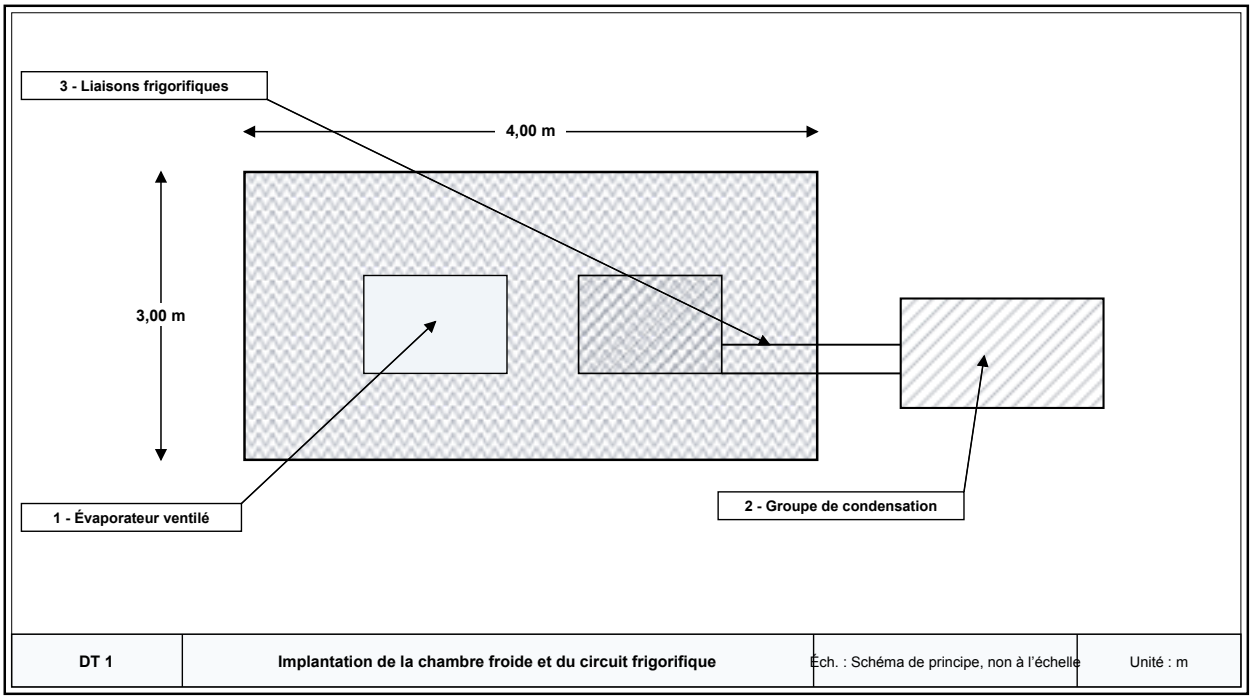
Vérifier la puissance, calculer les déperditions et établir le métré des liaisons

Utilisez les valeurs données dans le DT 2. Les calculs seront présentés avec les unités et les résultats arrondis au centième pour les puissances, puis au dixième pour les longueurs.

Données thermiques et de métré

Grandeur	Valeur	Unité
Conductivité thermique des panneaux	0,022	W/(m·K)
Épaisseur des panneaux	0,100	m
Surface des parois verticales	35,00	m²
Surface du plafond	12,00	m²
Surface du plancher	12,00	m²
Écart de température parois et plafond	29	K
Écart de température plancher	15	K
Apports d'infiltration	0,45	kW
Apports divers et équipements, hors infiltration et produits	0,90	kW
Masse volumique du cuivre à retenir pour le calcul de masse	8 960	kg/m³

Valeurs fournies pour les calculs de dimensionnement



2.1 (2 points) Calculez la résistance thermique surfacique d'un panneau à partir de l'épaisseur et de la conductivité thermique données, avec la relation $R = e/\lambda$. En déduire le coefficient de transmission thermique $U = 1/R$. Donnez les unités.

2.2 (2 points) Calculez les déperditions par transmission des parois verticales et du plafond, puis celles du plancher. Utilisez $P = U \times S \times \Delta T$. Présentez les deux résultats en kW.

2.3 (2 points) Calculez la puissance nécessaire au refroidissement quotidien des produits à l'aide de $P_{produits} = m \times c_p \times \Delta T / t$, avec $c_p = 3,70\ \text{kJ/(kg·K)}$. Additionnez cette puissance aux déperditions par transmission, aux apports d'infiltration et aux apports divers. Appliquez ensuite une majoration de 15 % : $P_{dimensionnement} = 1,15 \times P_{total}$. Comparez le résultat à la puissance frigorifique disponible de 4,00 kW et concluez.

2.4 (1 point) Le DT 2 indique une longueur mesurée de 8,0 m pour la ligne liquide et de 12,0 m pour la ligne d'aspiration. Ajoutez 10 % de réserve de pose à chacune. Calculez les longueurs à prévoir et reportez-les dans le DR 1.

PARTIE 3 : Préparation de réalisation et mise en service (6 points)

Réaliser les opérations demandées, contrôler l'installation et rendre compte

Sur le poste attribué, réalisez les opérations pratiques autorisées et décrites dans le DT 1 et le DT 2. Les gestes professionnels, le respect de l'ordre opératoire, la qualité des assemblages et la traçabilité sont évalués pendant l'intervention. Les valeurs de contrôle du banc pédagogique sont fournies au DT 2 afin de permettre une interprétation sans raccordement à un circuit non prévu à cet effet.

Relevés disponibles du banc pédagogique

Grandeur mesurée	Valeur mesurée	Valeur attendue au point de fonctionnement
Température d'évaporation saturante	-8 °C	-10 à -6 °C
Température de la ligne d'aspiration au point de mesure	+2 °C	Mesure à interpréter
Température de condensation saturante	+42 °C	+38 à +48 °C
Température liquide en sortie de condenseur	+34 °C	Mesure à interpréter
Température d'air en entrée d'évaporateur	+8 °C	Mesure à interpréter
Température d'air en sortie d'évaporateur	+3 °C	Mesure à interpréter

Relevés stabilisés après fonctionnement du banc

3.1 (2 points) Sur le poste, organisez les composants et les outils, identifiez les liaisons et les repères, puis réalisez le montage ou l'assemblage demandé par l'examinateur conformément au schéma DT 1. Faites contrôler votre poste avant toute mise sous tension. L'évaluation porte sur l'identification, la qualité d'exécution, la propreté et le respect de la notice.

3.2 (1,5 point) Décrivez et réalisez, dans l'ordre, les contrôles préalables à la mise en service demandés sur le banc : contrôle visuel et mécanique, vérification électrique hors tension, puis vérification de la disponibilité des protections. Consignez les résultats dans le DR 2. N'effectuez aucune ouverture du circuit frigorifique.

3.3 (1,5 point) À partir des relevés du DT 2, calculez la surchauffe $SH = T_{aspiration} - T_{évaporation}$ et le sous-refroidissement $SR = T_{condensation} - T_{liquide}$. Calculez également l'écart de température d'air à l'évaporateur. Reportez les résultats dans le DR 2 et indiquez si les deux températures de saturation sont dans leur plage attendue.

3.4 (1 point) Rédigez un compte rendu bref indiquant l'état du poste, les contrôles réalisés, les résultats calculés et toute réserve à signaler avant remise de l'installation au client.

PARTIE 4 : Prévention, sécurité et attitude écoresponsable (3 points)

Identifier les risques et appliquer les mesures de prévention

Avant et pendant l'intervention, l'opérateur applique les consignes du site, les instructions du fabricant et les principes de prévention. Le DT 3 précise les risques retenus pour cette situation.

Situations dangereuses observées au poste

Situation	Risque principal	Mesure de prévention à proposer
Câble d'alimentation présent dans la zone de circulation	Chute de plain-pied ou détérioration du câble	.....
Intervention de contrôle électrique à proximité d'équipements alimentés	Choc électrique	.....
Manipulation de tubes cuivre coupés et d'outils	Coupure ou projection	.....

À analyser avant intervention

4.1 (1,5 point) Complétez le tableau du DR 1 en associant à chaque situation un risque et une mesure de prévention adaptée. Distinguez les mesures collectives et les équipements de protection individuelle lorsqu'ils sont pertinents.

4.2 (1 point) Indiquez les conditions à respecter avant un contrôle électrique et citez les vérifications nécessaires pour éviter une remise sous tension intempestive pendant l'intervention.

4.3 (0,5 point) Citez une action écoresponsable à appliquer pour limiter les déchets ou éviter tout rejet de fluide frigorigène au cours de cette intervention.

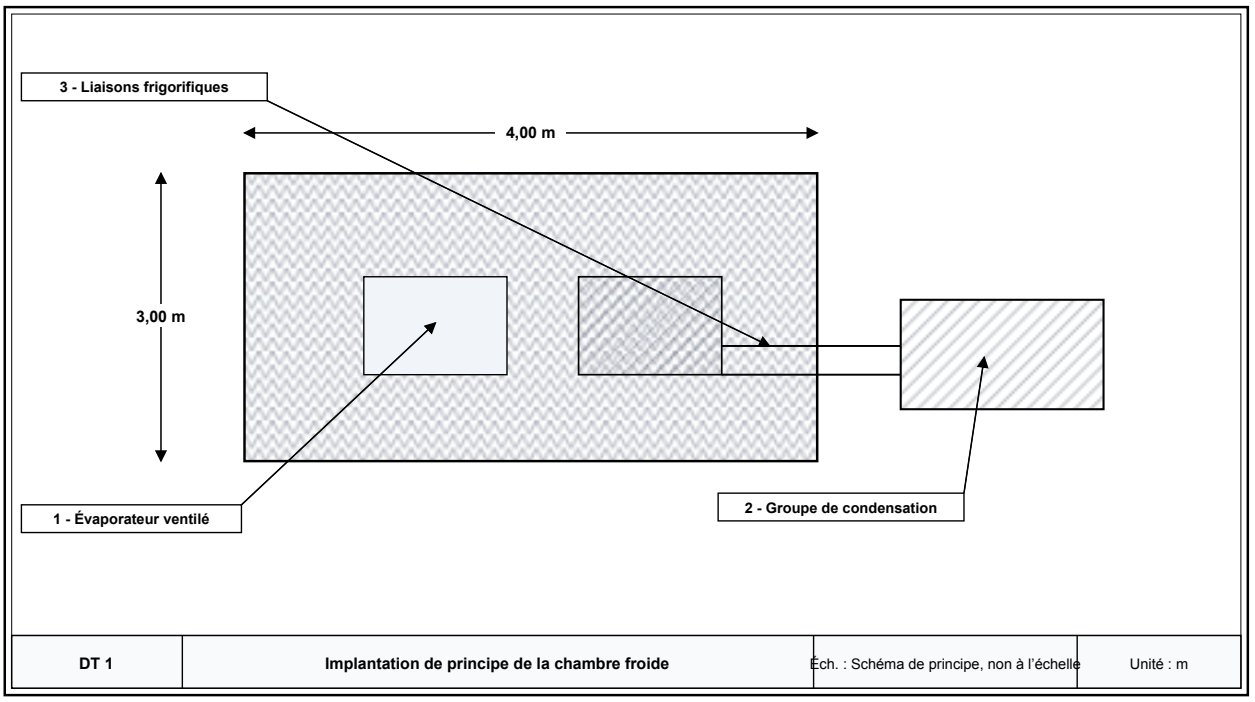
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : SCHÉMA D'IMPLANTATION ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE

L'installation comprend une chambre froide positive isolée, un évaporateur ventilé placé dans le volume, un groupe de condensation implanté à l'extérieur et deux liaisons frigorifiques. Le schéma de principe indique les éléments à repérer et les trajets généraux. Les raccordements, supports, dégagements et sens de circulation sont réalisés conformément aux plans d'exécution et aux notices des matériels présents au poste.

Le cycle fonctionnel comprend l'évaporation du fluide dans l'évaporateur, la compression de la vapeur, la condensation dans le groupe extérieur, puis la détente avant le retour à l'évaporateur. Les composants exacts et leurs repères doivent être confirmés sur la plaque signalétique et les documents fabricant du matériel installé.



DT 2 : DONNÉES DE CALCUL, MATÉRIAUX ET RELEVÉS DE FONCTIONNEMENT

Parois : surface verticale totale 35,00 m², plafond 12,00 m² et plancher 12,00 m². Panneaux isolants d'épaisseur $e = 0,100\ \mathrm{m}$, de conductivité thermique $\lambda = 0,022\ \mathrm{W/(m\cdotp K)}$. Pour le calcul simplifié, retenir un écart de température de 29 K pour les parois verticales et le plafond, et de 15 K pour le plancher. Apports d'infiltration : 0,45 kW. Apports divers et équipements, hors infiltration et refroidissement des produits : 0,90 kW.

Produits : masse quotidienne 600 kg, chaleur massique à retenir $c_p = 3,70\ \mathrm{kJ/(kg\cdotp K)}$, température initiale +18 °C, température finale +3 °C et durée de refroidissement 8 h. Une majoration de dimensionnement de 15 % est à appliquer au total des charges calculées.

Métré et matière : longueurs mesurées avant réserve : ligne liquide 8,0 m et ligne d'aspiration 12,0 m. Ajouter une réserve de pose de 10 %. Pour le calcul de masse du cuivre, utiliser une

masse volumique de 8 960 kg/m³. La longueur de tubes est établie par métré ; aucun diamètre de tube n'est à choisir dans ce sujet, le diamètre retenu étant celui de la notice de l'équipement installé.

Relevés du banc pédagogique : température d'évaporation saturante -8 °C ; température de la ligne d'aspiration au point de mesure +2 °C ; température de condensation saturante +42 °C ; température de liquide en sortie de condenseur +34 °C ; air en entrée de l'évaporateur +8 °C ; air en sortie +3 °C. Plages attendues des températures de saturation : évaporation de -10 °C à -6 °C, condensation de +38 °C à +48 °C.

Relations utiles : résistance thermique $R = e/\lambda$; coefficient de transmission $U = 1/R$; puissance transmise $P = U \times S \times \Delta T$; puissance de refroidissement sensible $P = m \times c_p \times \Delta T/t$, avec les unités rendues cohérentes avant calcul ; surchauffe $SH = T_{aspiration} - T_{évaporation}$; sous-refroidissement $SR = T_{condensation} - T_{liquide}$.

Caractéristiques des matériaux et valeurs de fonctionnement

Élément ou grandeur	Donnée	Unité ou observation
Panneau isolant	Épaisseur 0,100 ; conductivité 0,022	m ; W/(m·K)
Tube cuivre	Masse volumique 8 960	kg/m³
Réserve de pose des tubes	10	%
Surchauffe calculée sur les relevés	Température aspiration - température évaporation	K
Sous-refroidissement calculé sur les relevés	Température condensation - température liquide	K

Données à utiliser pour les calculs et l'interprétation

DT 3 : RÉFÉRENCES DE PRÉVENTION, DE CONFORMITÉ ET D'ORGANISATION DE L'INTERVENTION

Prévention au travail : les principes généraux de prévention et l'obligation de prévention des risques professionnels sont rappelés par le Code du travail, notamment les articles L. 4121-1 et L. 4121-2. L'intervention est organisée après analyse des risques, mise en ordre de la zone et application des consignes du site. Les opérations électriques sont effectuées par une personne autorisée, avec les procédures et équipements adaptés à l'opération.

Installations frigorifiques : la série NF EN 378 constitue une référence de sécurité et d'environnement pour les systèmes frigorifiques et pompes à chaleur. Les prescriptions applicables dépendent de l'installation, du fluide, de la charge et du local. Les instructions du fabricant et les règles de sécurité du banc pédagogique prévalent pour les manipulations d'évaluation. Toute opération nécessitant une manipulation du fluide frigorigène est réservée aux personnes disposant des habilitations et attestations requises. Aucun rejet volontaire de fluide dans l'atmosphère n'est autorisé.

Électricité : les installations sont conçues et vérifiées selon les règles applicables, notamment la NF C 15-100 lorsque pertinente, et les prescriptions du matériel. Avant un contrôle nécessitant

une mise hors tension, l'alimentation est isolée, condamnée si nécessaire et l'absence de tension vérifiée avec un dispositif approprié. Aucun contrôle sous tension n'est réalisé sans autorisation, procédure et équipement adaptés.

Approvisionnements et environnement : contrôler la référence, l'état, la quantité, la compatibilité et la documentation des matériels. Séparer les chutes de cuivre et emballages selon les filières prévues ; maintenir les extrémités des tubes propres et obturées ; prévenir les pertes de fluide et signaler toute anomalie.

Repères d'intervention à appliquer

Domaine	Référence ou consigne	Application au poste
Prévention des risques professionnels	Code du travail, articles L. 4121-1 et L. 4121-2	Analyser les risques, organiser la zone, appliquer les mesures de prévention
Sécurité des systèmes frigorifiques	Série NF EN 378 et notice fabricant	Respecter les consignes de sécurité et les limites d'intervention
Sécurité électrique	NF C 15-100 lorsque pertinente et procédure du site	Isoler, prévenir la remise sous tension et vérifier l'absence de tension
Protection de l'environnement	Réglementation applicable aux fluides frigorigènes	Éviter tout rejet, récupérer les déchets et signaler les anomalies

Synthèse des exigences à prendre en compte sur le chantier

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 2.4 et 4.1

À RENDRE AVEC LA COPIE

Complétez les cellules signalées par « ... ». Indiquez les unités et formulez des mesures adaptées à la situation de travail.

Métré des liaisons et analyse des risques

Élément	Donnée de départ ou situation	Calcul, risque ou mesure à compléter
Ligne liquide	8,0 m mesurés, réserve de 10 %	Longueur à prévoir : ...
Ligne d'aspiration	12,0 m mesurés, réserve de 10 %	Longueur à prévoir : ...
Câble d'alimentation dans la circulation	Chute de plain-pied ou détérioration du câble	Mesure de prévention : ...
Contrôle électrique à proximité d'équipements alimentés	Choc électrique	Mesure de prévention : ...
Tubes cuivre coupés et outils	Coupure ou projection	Mesure de prévention : ...

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 3.2 et 3.3

À RENDRE AVEC LA COPIE

Consignez les contrôles réalisés sur le poste. Effectuez les calculs à partir des valeurs du DT 2 et inscrivez les unités. Toute anomalie constatée doit être signalée à l'examinateur.

Fiche de contrôles et d'interprétation des relevés

Contrôle ou grandeur	Résultat / calcul du candidat	Conclusion ou observation
Contrôle visuel et mécanique	.....	.....
Vérification électrique hors tension	.....	.....
Vérification des protections et de la zone de travail	.....	.....
Surchauffe SH	... K	.....
Sous-refroidissement SR	... K	.....
Écart de température de l'air à l'évaporateur	... K	.....
Température d'évaporation saturante	-8 °C	.....
Température de condensation saturante	+42 °C	.....

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.