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

Épreuve E.2 - Unité U.2

Session 2024 • Code sujet : **2409-MFER PI 2 3** • Durée : **3h** • Coefficient : **3**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Préparation de la réalisation d'une installation** (8 questions) **Page 3**

2. **Préparation de la mise en service de l'installation** (10 questions) **Page 8**

3. **Préparation de la maintenance préventive de la CTA** (7 questions) **Page 12**

4. **Préparation de la maintenance corrective et du remplacement de la batterie chaude** (7 questions) **Page 16**

5. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) **Page 19**

Sujet officiel (PDF) : https://bacpromfer.fr/assets/annales/bac-pro-mfer/E2 - Mise en œuvre d'une installation/2024/Bac Pro MFER - E2 - Mise en œuvre d'une installation - Session 2024 - 2-Sujet.pdf

1. Préparation de la réalisation d’une installation

Le candidat prépare l’installation d’une chambre froide commandée pour la cuisine d’un hôpital, à partir d’une maquette BIM et des documents techniques DT 1 à 9. Il étudie les dimensions de la pièce, le réseau frigorifique, le fluide utilisé, les habilitations et les équipements de protection nécessaires.

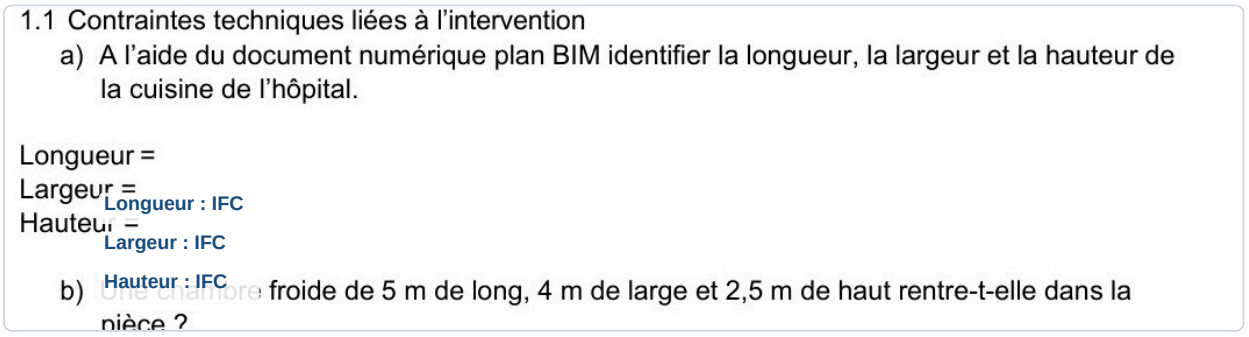
Contraintes techniques

Question 1.1 a). À l’aide du plan BIM numérique, relever la longueur, la largeur et la hauteur de la cuisine de l’hôpital.

Dans le fichier IFC, sélectionner l’espace correspondant à la cuisine et relever ses dimensions avec l’outil de mesure ou les propriétés de l’espace. Reporter la longueur et la largeur dans le plan horizontal, puis la hauteur libre entre sol et plafond. Utiliser les dimensions de l’espace indiquées par la maquette et conserver les unités en mètres.

Dimension	Valeur à relever dans l’IFC
Longueur	À mesurer
Largeur	À mesurer
Hauteur	À mesurer

Dimensions de la cuisine à relever



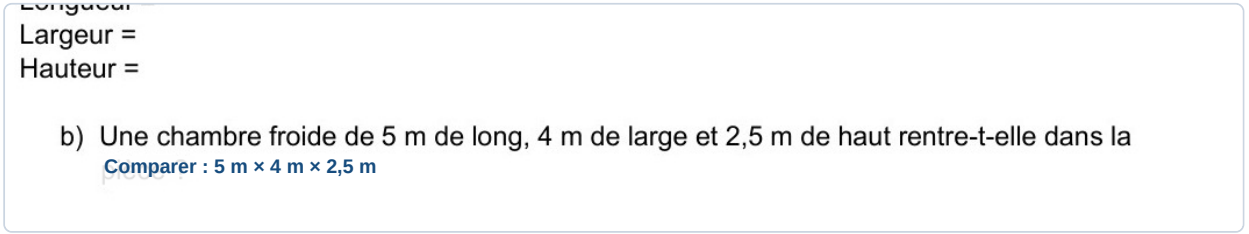
✓ RÉPONSE À RETENIR

Longueur, largeur et hauteur : valeurs à relever dans l’espace cuisine du fichier IFC.

Question 1.1 b). Déterminer si une chambre froide de 5 m de long, 4 m de large et 2,5 m de haut rentre dans la pièce.

Comparer les dimensions libres de la cuisine, relevées dans la maquette, à celles de la chambre froide. La vérification porte sur chaque dimension : la longueur de la pièce doit atteindre 5 m, sa largeur 4 m et sa hauteur libre 2,5 m. Vérifier aussi que l’accès permet l’acheminement et la mise en place. Si une seule dimension manque, la chambre froide ne rentre pas dans la pièce.

Vérification de l’encombrement



✓ RÉPONSE À RETENIR

Elle rentre si la cuisine mesure au moins 5 m × 4 m au sol et 2,5 m de hauteur libre.

Question 1.2. À l'aide du schéma de principe du système frigorifique de la cuisine, identifier et nommer les composants numérotés 1, 3, 5 et 7.

Repérer les composants en suivant le sens de circulation du fluide sur le schéma frigorifique : le compresseur met le fluide en circulation et élève sa pression, puis le condenseur évacue la chaleur. Sur la ligne liquide, le filtre déshydrateur retient l'humidité et les impuretés. L'identification des composants numérotés 1, 3, 5 et 7 est à reporter dans le tableau de la question.

Numéro	Composant
1	Compresseur
3	Condenseur
5	Filtre déshydrateur
7	Électrovanne liquide

Composants à inscrire dans le tableau 1.2

l'aide du schéma de principe du système frigo ique de la cuisine, identifier et nommer
mposants numérotés 1, 3, 5, 7. **(DT 2)**

Compresseur

Condenseur

Filtre déshydrateur

Électrovanne liquide

✓ RÉPONSE À RETENIR

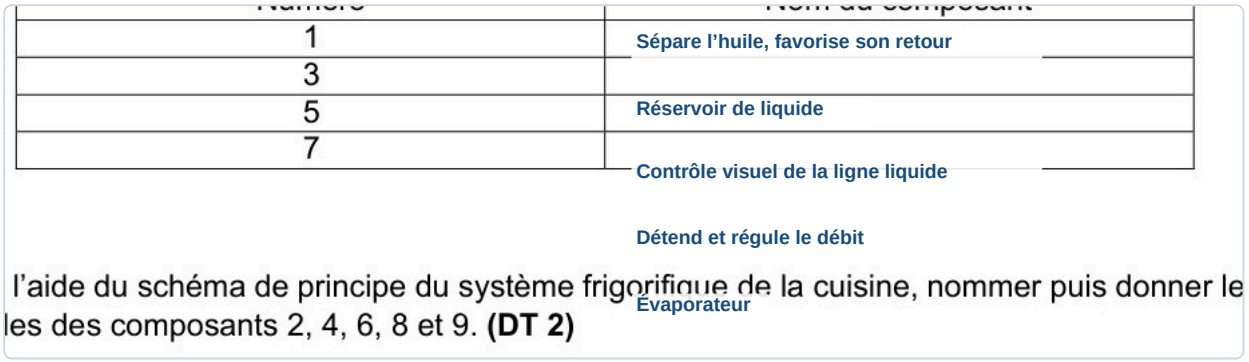
1 : compresseur ; 3 : condenseur ; 5 : filtre déshydrateur ; 7 : électrovanne liquide.

Question 1.3. À l'aide du schéma de principe du système frigorifique de la cuisine, nommer les composants 2, 4, 6, 8 et 9, puis indiquer le rôle de chacun. Certaines cases du tableau donnent déjà le nom ou le rôle d'un composant.

Compléter les cases du tableau en associant chaque organe à sa fonction dans le circuit. Le séparateur d'huile sépare l'huile entraînée par le fluide et favorise son retour au compresseur. Le réservoir stocke le fluide frigorigène, le voyant permet de contrôler la ligne liquide et le détendeur thermostatique règle l'alimentation de l'évaporateur. L'évaporateur absorbe la chaleur de la chambre froide.

N°	Nom	Rôle
2	Séparateur d’huile	Sépare l’huile du fluide et favorise son retour au compresseur.
4	Réservoir de liquide	Contient le fluide frigorigène de l’installation.
6	Voyant liquide	Permet de contrôler visuellement l’état de la ligne liquide.
8	Détendeur thermostatique	Détend le fluide et régule son débit vers l’évaporateur.
9	Évaporateur	Récupère la chaleur présente dans la chambre froide.

Composants et fonctions à inscrire dans le tableau 1.3



✓ RÉPONSE À RETENIR

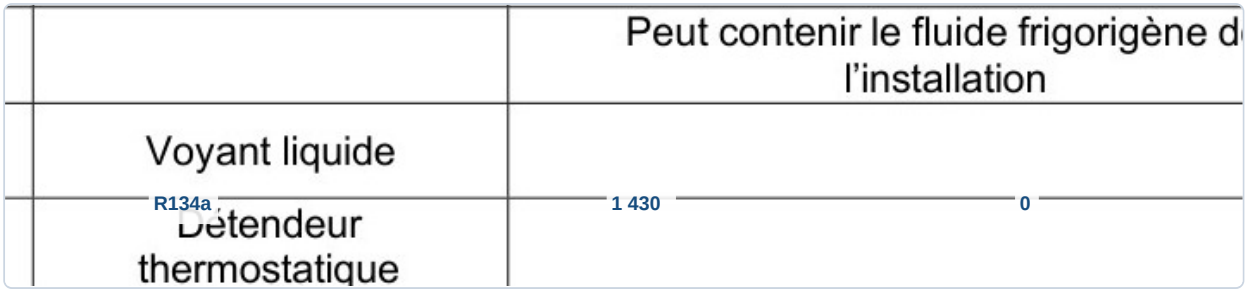
2 : sépare l’huile ; 4 : contient le fluide ; 6 : contrôle la ligne liquide ; 8 : détend et régule le débit ; 9 : capte la chaleur de la chambre froide.

Question 1.4. À l’aide du document technique DT 3, identifier le fluide utilisé par le système frigorifique et renseigner son nom, son PRG et son ODP dans le tableau.

Le diagramme enthalpique fourni avec le sujet porte l’identification R134a. Renseigner ce fluide dans le tableau. Pour le R134a, le PRG est de 1 430 selon la valeur conventionnelle utilisée dans les documents techniques de cette épreuve, et l’ODP est nul. Le PRG caractérise la contribution au réchauffement global ; l’ODP caractérise l’effet potentiel sur la couche d’ozone.

Nom du fluide	PRG	ODP
R134a	1 430	0

Caractéristiques du fluide frigorigène



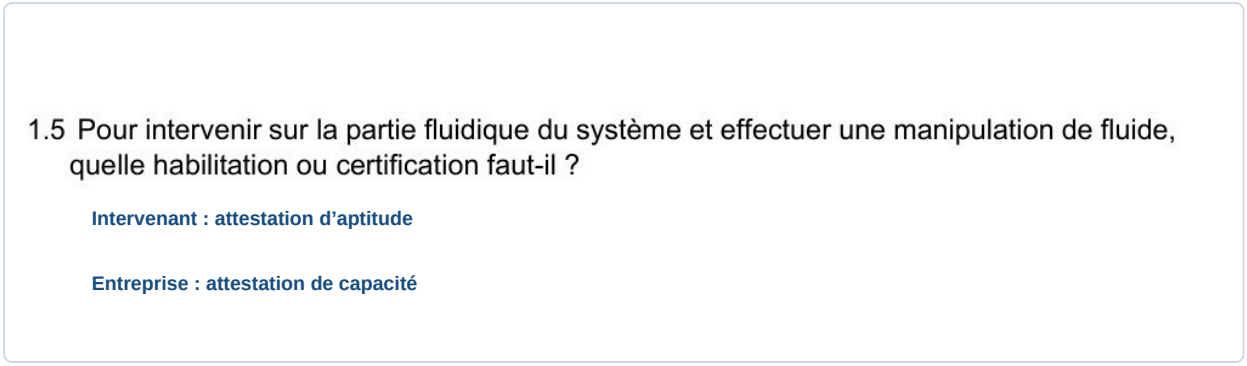
✓ RÉPONSE À RETENIR

R134a ; PRG : 1 430 ; ODP : 0.

Question 1.5. Indiquer l'habilitation ou la certification nécessaire pour intervenir sur la partie fluidique du système et effectuer une manipulation de fluide.

Pour manipuler le fluide frigorigène, l'intervenant doit détenir une **attestation d'aptitude** correspondant aux opérations réalisées ; la catégorie I couvre l'ensemble des opérations courantes sur les équipements frigorifiques. L'entreprise qui réalise ces opérations doit également posséder une **attestation de capacité**. Ces deux exigences sont distinctes : l'une concerne la personne, l'autre l'entreprise.

Attestation requise pour l'intervention frigorifique



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

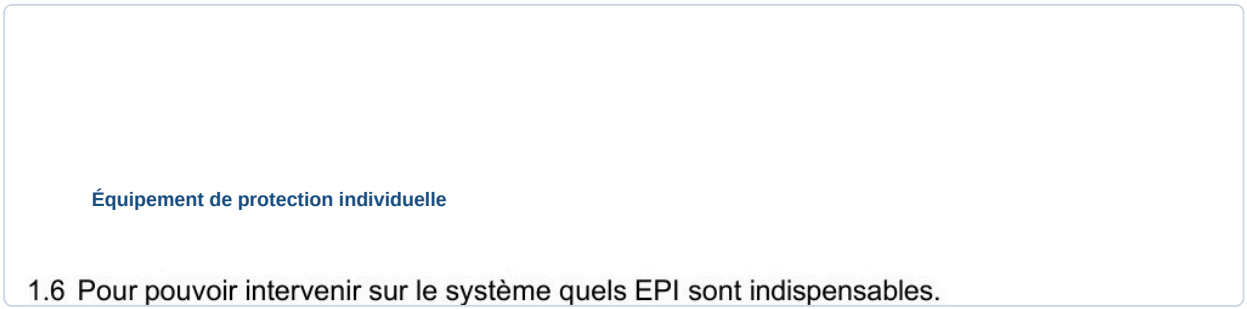
Intervenant : attestation d'aptitude, catégorie adaptée. Entreprise : attestation de capacité.

Équipements de protection individuelle

Question 1.6 a). Donner la signification du sigle EPI.

Le sigle EPI désigne un **équipement de protection individuelle**. Il s'agit d'un équipement porté ou tenu par le travailleur pour le protéger contre un ou plusieurs risques professionnels. Le choix des EPI dépend des tâches prévues, des risques identifiés et des consignes applicables dans l'établissement. Ils complètent les mesures de prévention et les protections collectives, sans les remplacer.

Signification du sigle EPI



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

EPI : équipement de protection individuelle.

Question 1.6 b). Établir une liste d'au moins cinq EPI nécessaires pour cette intervention.

Choisir les EPI en fonction des risques de l'intervention sur l'installation frigorifique. Prévoir au minimum une protection des yeux et du visage contre les projections, des gants adaptés au risque de froid et au fluide manipulé, des chaussures de sécurité et des vêtements de travail couvrants. Ajouter une protection auditive si l'exposition au bruit le nécessite. Vérifier l'état des équipements et leur adaptation avant l'intervention.

- Lunettes de protection et écran facial adapté aux opérations de manipulation.
- Gants de protection contre le froid et le contact avec le fluide.
- Chaussures de sécurité.
- Vêtements de travail couvrants.
- Protection auditive si le niveau sonore l'exige.

EPI à inscrire pour l'intervention

1.6 Pour pouvoir intervenir sur le système quels EPI sont indispensables.
a) Donner la signification d'EPI.

Lunettes et écran facial adapté

b) Etablir une liste d'EPI nécessaires pour cette intervention. (5 EPI minimum)

Gants adaptés au froid et au fluide

Chaussures et vêtements couvrants

Protection auditive si nécessaire

✓ RÉPONSE À RETENIR

Lunettes, écran facial adapté, gants contre le froid, chaussures de sécurité et vêtements couvrants ; protection auditive si nécessaire.

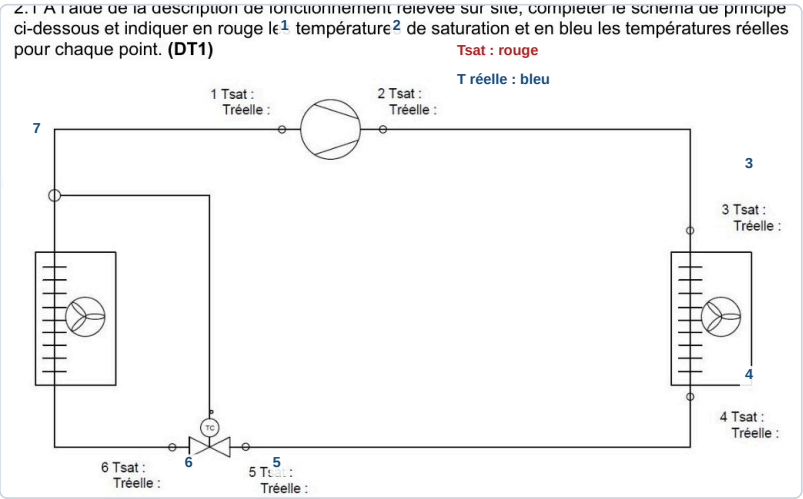
2. Préparation de la mise en service de l’installation

Le candidat prépare la mise en service de la chambre froide et exploite des mesures ainsi que les documents techniques DT 1 à 9. Il étudie le cycle frigorifique, la surchauffe, les grandeurs thermodynamiques, la puissance de l’évaporateur et son réglage.

Question 2.1. À l’aide de la description du fonctionnement relevée sur site, compléter le schéma de principe et indiquer en rouge les températures de saturation et en bleu les températures réelles pour chaque point.

Sur le schéma, les points 1 et 2 correspondent respectivement à l’aspiration et au refoulement du compresseur. Les points 3 et 4 encadrent le condenseur, 5 et 6 le détendeur, et 7 est à la sortie de l’évaporateur. Reporter en rouge les températures de saturation et en bleu les températures réelles relevées dans DT1. La saturation se détermine selon la pression du côté concerné : basse pression côté évaporateur, haute pression côté condenseur.

Repérage des points du cycle et code couleur



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Reporter aux points 1 à 7 les températures de DT1 : saturation en rouge, température réelle en bleu.

Identification et calcul de la surchauffe

Question 2.2 a). Calculer la surchauffe à l’évaporateur.

La surchauffe à l’évaporateur se calcule au point 7, en sortie de l’évaporateur. Soustraire à la température réelle mesurée la température de saturation correspondant à la pression d’évaporation : $\Delta T_{sh} = T_{réelle,7} - T_{sat,7}$. Reprendre les deux valeurs relevées dans DT1 et vérifier qu’elles concernent le même point de fonctionnement. La différence s’exprime en kelvins ; sa valeur numérique est identique à une différence exprimée en degrés Celsius.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta T_{sh} = T_{réelle,7} - T_{sat,7}$, avec les mesures de DT1.

Question 2.2 b). Indiquer si la valeur de surchauffe calculée est correcte.

Comparer la surchauffe calculée à la valeur ou à la plage de réglage indiquée dans la documentation de l’installation. Elle est correcte si elle respecte cette prescription. Une surchauffe trop faible augmente le risque de retour de liquide au compresseur ; une surchauffe trop élevée réduit la capacité frigorifique. La conclusion dépend donc des mesures du point

7 et de la consigne documentaire, qui doivent être comparées dans les mêmes conditions de fonctionnement.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Valeur correcte si la surchauffe mesurée respecte la consigne de la documentation.

Question 2.2 c). Indiquer s'il y a des risques pour le compresseur dans cette situation et justifier la réponse.

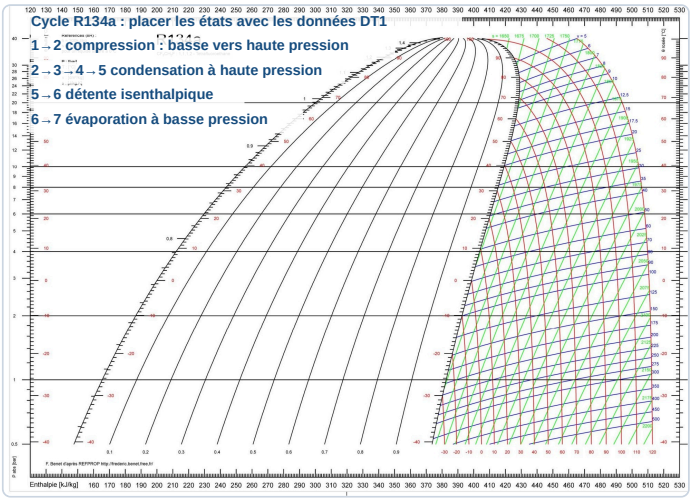
Le risque dépend du résultat de la question 2.2 a). Une surchauffe trop faible peut laisser parvenir du liquide au compresseur, avec un risque de détérioration mécanique ou de dilution de l'huile. Une surchauffe excessive peut accroître la température des gaz aspirés et refoulés. Pour conclure sur cette installation, comparer la surchauffe mesurée à la plage prescrite et retenir le risque correspondant à l'écart observé.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Surchauffe trop faible : risque de retour de liquide. Surchauffe trop élevée : risque d'échauffement du compresseur.

Question 2.3. À l'aide du schéma de principe, tracer le cycle frigorifique sur le diagramme enthalpique afin de vérifier le bon dimensionnement de l'évaporateur.

Placer les états 1 à 7 sur le diagramme R134a à partir des mesures et des caractéristiques de DT1, puis relier les points dans l'ordre du cycle. La compression va de la basse à la haute pression ; la condensation se déroule à haute pression. La détente entre 5 et 6 est isenthalpique, puis le fluide s'évapore à basse pression entre 6 et 7. La position exacte des points dépend des données mesurées, à reporter sur le diagramme fourni.

Diagramme enthalpique : cycle à reporter selon DT1



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Tracer le cycle 1→2→3→4→5→6→7→1, avec une détente isenthalpique de 5 à 6.

Question 2.4. Compléter le tableau des points avec les caractéristiques thermodynamiques nécessaires au dimensionnement de l'installation : températures de saturation et réelles, pression, enthalpie et volume massique.

Compléter chaque ligne avec les températures réelles de DT1 et les propriétés lues sur le diagramme R134a à la pression correspondante. Les points 1 et 7 sont du côté basse pression ; les points 2 à 5 sont du côté haute pression. Après le détendeur, le point 6 est à basse pression et la détente est isenthalpique, donc $h_5 = h_6$. Le volume massique n'est pas demandé au point 6, comme l'indique le tableau du sujet.

Point	T saturation	T réelle	P	h	v''
1	À lire	DT1	À lire	À lire	À lire
2	À lire	DT1	À lire	À lire	À lire
3	À lire	DT1	À lire	À lire	À lire
4	À lire	DT1	À lire	À lire	À lire
5	À lire	DT1	À lire	À lire	À lire
6	À lire	DT1	À lire	$h_6 = h_5$	/
7	À lire	DT1	À lire	À lire	À lire

✓ RÉPONSE À RETENIR

Valeurs à relever pour les points 1 à 7 ; à la détente, $h_6 = h_5$.

Calcul de la puissance de l'évaporateur

Question 2.5 a). À l'aide du dossier technique, identifier le débit massique de fluide et vérifier la puissance de l'évaporateur.

Relever dans le dossier technique le débit massique $\dot{m}$, puis les enthalpies aux points 6 et 7 sur le diagramme R134a. La puissance frigorifique absorbée par l'évaporateur se calcule par $P_{évap} = \dot{m}\,(h_7 - h_6)$. Avec $\dot{m}$ en kg/s et les enthalpies en kJ/kg, la puissance obtenue est en kW. Reporter le débit documentaire et comparer la puissance calculée à celle indiquée pour l'évaporateur.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$P_{évap} = \dot{m}\,(h_7 - h_6)$, avec $\dot{m}$ issu du dossier technique.

Question 2.5 b). Comparer le résultat à la valeur donnée par la documentation.

Comparer la puissance obtenue en 2.5 a) à la valeur de la documentation. Vérifier que les deux puissances sont exprimées dans la même unité et correspondent aux mêmes conditions de fonctionnement. Un petit écart peut provenir des lectures graphiques ou des arrondis ; en cas d'écart important, contrôler le débit massique et les enthalpies retenues aux points 6 et 7.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La puissance calculée doit être cohérente avec la valeur documentaire aux mêmes conditions.

Question 2.5 c). À l'aide des documents techniques DT 4 et DT 8, déterminer si la puissance correspond.

Comparer le besoin frigorifique défini dans DT4 à la puissance de l'évaporateur sélectionné dans DT8. La sélection convient si la puissance disponible couvre le besoin aux conditions de fonctionnement prévues. Vérifier également que la puissance documentaire correspond au fluide et au régime de l'installation ; une comparaison de valeurs établies à des conditions différentes ne permet pas de valider le dimensionnement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Dimensionnement adapté si la puissance de l'évaporateur couvre le besoin défini dans DT4.

Question 2.6. Indiquer comment régler la surchauffe à la sortie de l'évaporateur et quelle valeur de réglage respecter.

Mesurer la température réelle à la sortie de l'évaporateur et déterminer la température de saturation à partir de la pression d'aspiration. Régler progressivement le détendeur thermostatique, puis attendre la stabilisation avant chaque nouvelle mesure. Sur un détendeur classique, serrer la vis de réglage augmente généralement la surchauffe et la desserrer la diminue. Terminer en contrôlant une surchauffe stable, égale à la valeur de réglage prescrite pour l'installation.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Régler progressivement le détendeur et respecter la valeur de surchauffe prescrite pour l'installation.

3. Préparation de la maintenance préventive de la CTA

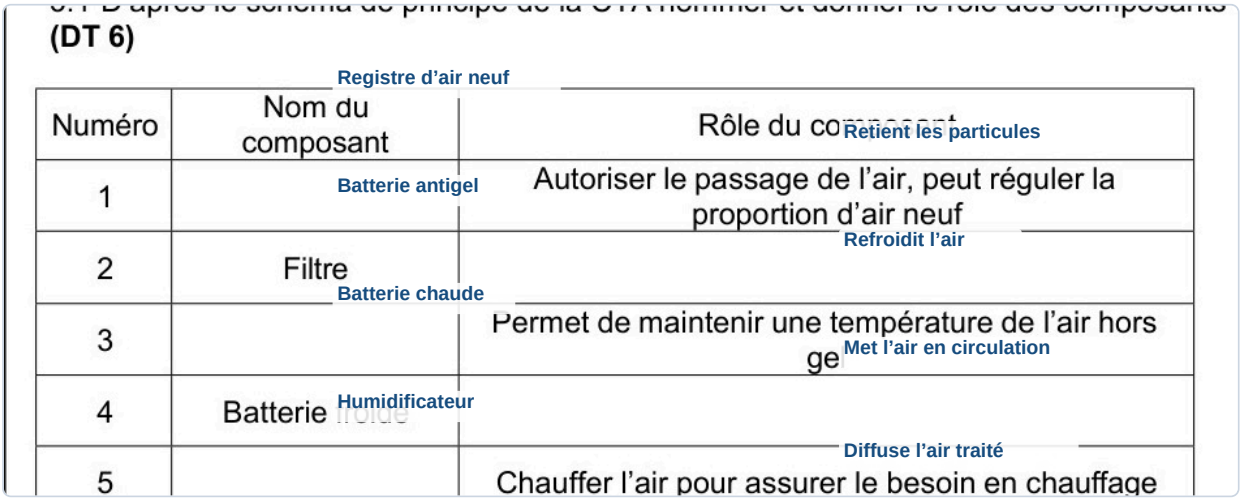
Le candidat prépare la maintenance préventive de la centrale de traitement d'air (CTA), à partir d'une maquette BIM et des documents techniques DT 1 à 9. Il repère les composants, les étapes d'intervention, l'encrassement du filtre, les risques et les moyens de travail en hauteur.

Question 3.1. À partir du schéma de principe de la CTA, nommer les composants numérotés de 1 à 8 et indiquer le rôle de chacun. Certaines cases du tableau donnent déjà le nom ou le rôle d'un composant.

Les composants sont identifiés selon leur fonction dans la CTA. Les appellations usuelles des éléments dont le rôle est fourni sont précisées ci-dessous. Le registre module l'air neuf, le filtre retient les particules, les batteries ajustent la température et le ventilateur assure la circulation. L'humidificateur ajoute de l'humidité, puis la bouche diffuse l'air traité.

Numéro	Composant	Rôle
1	Registre d'air neuf	Règle le passage et la proportion d'air neuf.
2	Filtre	Retient les poussières et particules.
3	Batterie antigel	Maintient l'air hors gel.
4	Batterie froide	Refroidit et peut déshumidifier l'air.
5	Batterie chaude	Réchauffe l'air pour répondre au besoin de chauffage.
6	Ventilateur	Met l'air en circulation.
7	Humidificateur	Humidifie l'air.
8	Bouche de soufflage	Diffuse l'air traité dans le local.

Tableau CTA complété



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

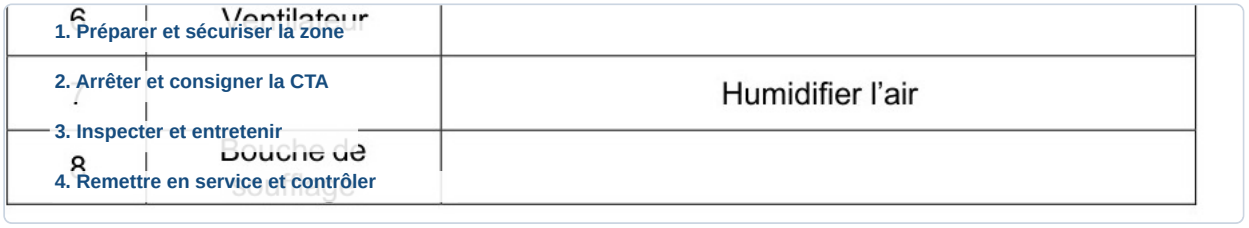
1 registre d'air neuf ; 2 filtre ; 3 batterie antigel ; 4 batterie froide ; 5 batterie chaude ; 6 ventilateur ; 7 humidificateur ; 8 bouche de soufflage.

Question 3.2. Lister au moins trois étapes de la maintenance préventive d'une CTA.

1. Préparer l'intervention, informer les occupants, baliser la zone et prévoir les protections adaptées.

2. Arrêter la CTA, isoler et consigner son alimentation électrique avant toute ouverture.
3. Inspecter les filtres, les batteries, le ventilateur, les courroies et l'évacuation des condensats. Nettoyer ou remplacer les éléments selon leur état et les prescriptions d'entretien.
4. Remonter les protections, vérifier qu'aucun outil n'est oublié, puis déconsigner et remettre en marche selon la procédure.
5. Contrôler le fonctionnement et consigner les opérations ainsi que les anomalies relevées dans le suivi de maintenance.

Étapes de maintenance préventive



✓ RÉPONSE À RETENIR

Préparer et sécuriser ; arrêter et consigner ; inspecter et entretenir ; remettre en service, contrôler et consigner les résultats.

Question 3.3. Indiquer le paramètre qui permet d'identifier l'encrassement d'un filtre.

L'encrassement se repère par la perte de charge du filtre, c'est-à-dire la différence de pression entre l'amont et l'aval. Elle se mesure avec un manomètre différentiel raccordé aux prises de pression situées de part et d'autre du filtre. Une perte de charge qui augmente indique un colmatage progressif. Comparer la mesure au seuil d'entretien ou de remplacement indiqué par le fabricant ou défini pour l'installation, puis remplacer le filtre si ce seuil est atteint.

Paramètre d'encrassement du filtre



✓ RÉPONSE À RETENIR

La perte de charge du filtre, mesurée comme la différence de pression entre l'amont et l'aval.

Question 3.4. Identifier les risques auxquels on est exposé lors d'une intervention sur la CTA de la cuisine.

L'intervention sur la CTA de la cuisine expose notamment à des risques liés à l'équipement et à la coactivité avec le personnel. Il faut repérer les dangers avant l'ouverture et sécuriser le poste.

- Risque électrique lors d'une intervention sans consignation.
- Happement par le ventilateur et coupure sur les tôles ou arêtes.
- Chute lors de l'accès aux parties en hauteur.

- Brûlure au contact d’une batterie chaude et exposition aux poussières lors du nettoyage.
- Heurt ou gêne liés aux déplacements dans une zone de cuisine en activité.

Risques à repérer en cuisine



✓ RÉPONSE À RETENIR

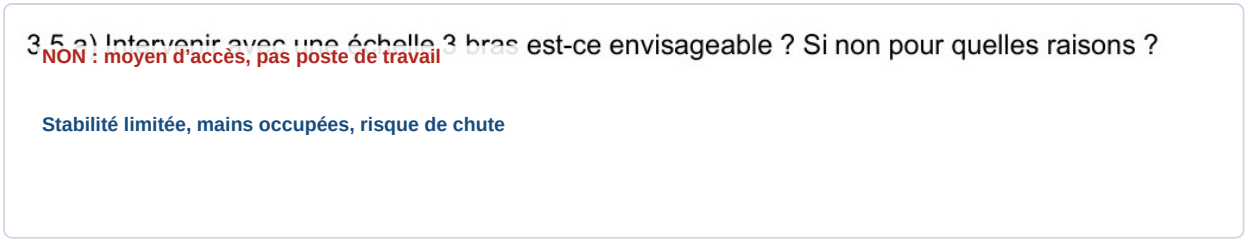
Risques électrique, mécanique, de chute, de coupure, de brûlure et d’exposition aux poussières, avec coactivité en cuisine.

Matériels et outillages

Question 3.5 a). Indiquer si une intervention avec une échelle trois bras est envisageable et, si ce n’est pas le cas, en expliquer les raisons.

Non, une échelle trois plans n’est pas adaptée à cette opération comme poste de travail. Une échelle sert principalement à accéder à un niveau ; elle offre peu de stabilité pour une intervention qui demande de manipuler des éléments et de garder les mains libres. Le travail en hauteur, les efforts latéraux et la durée de l’intervention augmentent le risque de chute. Il faut privilégier un équipement offrant une plateforme stable et des protections collectives, choisi selon la hauteur et l’accès à la CTA.

Échelle trois plans non adaptée



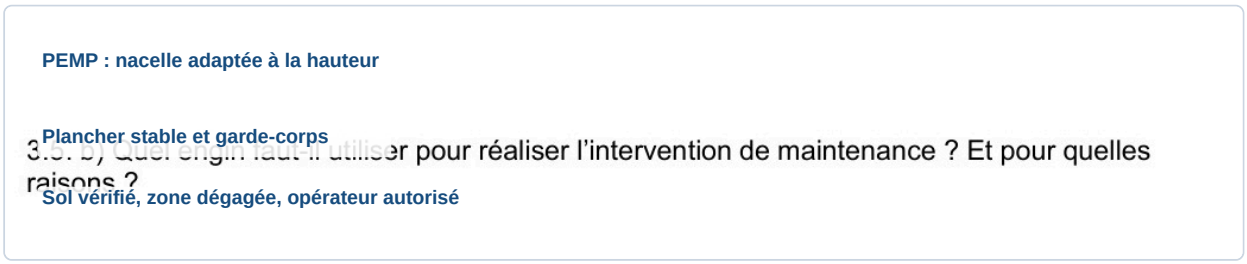
✓ RÉPONSE À RETENIR

Non : l’échelle trois plans ne constitue pas un poste de travail assez stable et sûr pour cette maintenance.

Question 3.5 b). Indiquer quel engin utiliser pour réaliser l’intervention de maintenance et justifier ce choix.

Utiliser une plate-forme élévatrice mobile de personnel (PEMP), adaptée à la hauteur et à la configuration d’accès à la CTA. Son plancher stable et ses garde-corps permettent de travailler dans de meilleures conditions qu’avec une échelle. Avant l’utilisation, vérifier la portance et la planéité du sol, dégager et baliser la zone, puis contrôler l’état de l’engin. La conduite et les manœuvres doivent être réalisées par une personne autorisée, en respectant les consignes du fabricant et les règles de sécurité du site.

Engin adapté à la maintenance



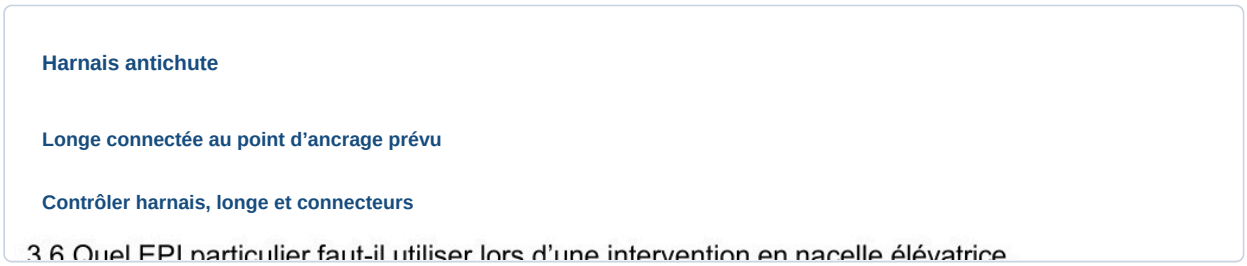
✓ RÉPONSE À RETENIR

Utiliser une PEMP adaptée : sa plateforme stable et ses garde-corps sécurisent le travail en hauteur.

Question 3.6. Indiquer l'EPI particulier à utiliser lors d'une intervention en nacelle élévatrice.

L'EPI particulier attendu est un harnais antichute adapté à l'utilisation de la nacelle. Si le constructeur et les consignes du site l'exigent, le relier au point d'ancrage prévu dans le panier au moyen d'une longe adaptée. Avant utilisation, vérifier l'état du harnais, de la longe et des connecteurs, puis régler correctement l'équipement. Le harnais ne remplace pas les garde-corps : respecter les instructions du fabricant de la PEMP et les règles de prévention applicables.

EPI antichute en nacelle



✓ RÉPONSE À RETENIR

Harnais antichute adapté à la nacelle, avec longe reliée au point d'ancrage prévu lorsque requis.

4. Préparation de la maintenance corrective et du remplacement de la batterie chaude

Le candidat prépare la maintenance corrective de la CTA de la cuisine de l'hôpital : le remplacement de la batterie chaude et la vérification de son dimensionnement. Il exploite le planning et les relevés d'air, trace l'évolution sur le diagramme de l'air humide, calcule la puissance et prépare la vérification d'étanchéité.

Question 4.1. À l'aide du planning DT 9, identifier la date prévue pour le remplacement de la batterie chaude et le temps prévu pour cette intervention.

Sur le planning DT 9, repérer la ligne « remplacement de la batterie chaude ». Relever la date prévue dans la colonne de planification et la durée indiquée sur cette même ligne. Ces deux données sont à reporter sans les déduire d'une autre intervention.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Date et durée : celles inscrites sur la ligne « remplacement de la batterie chaude » du planning DT 9.

Question 4.2. Indiquer ce qu'il faut faire d'une partie du fluide qui se révèle en trop lors de l'intervention.

1. Récupérer le fluide frigorigène excédentaire dans une bouteille de récupération adaptée, à l'aide d'une station de récupération.
2. Peser et identifier la bouteille, puis consigner la quantité récupérée.
3. Réutiliser le fluide s'il est conforme ou le remettre à une filière agréée. Ne jamais le rejeter dans l'atmosphère.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Récupérer l'excédent en bouteille, le peser et le tracer. Ne pas le rejeter dans l'atmosphère.

Question 4.3. À l'aide des relevés d'informations de la CTA sur site, identifier les conditions de l'air extérieur et de soufflage, puis remplir le tableau avec la température sèche, l'humidité relative, l'humidité spécifique, l'enthalpie, le volume spécifique, la température de rosée et la température humide.

Pour chaque point, reporter la température sèche et l'humidité relative mesurées sur site. Placer le point sur le diagramme de l'air humide, puis relever les autres propriétés sur les courbes correspondantes. Les valeurs de l'air extérieur et du soufflage doivent provenir des relevés CTA et du diagramme, sans être estimées.

Point	T sèche (°C)	Hr (%)	r (g eau/kg air sec)	h (kJ/kg air sec)	v'' (m³/kg air sec)	T rosée (°C)	T humide (°C)
Extérieur	Relevé sur site	Relevé sur site	Lecture diagramme	Lecture diagramme	Lecture diagramme	Lecture diagramme	Lecture diagramme
Soufflage	Relevé sur site	Relevé sur site	Lecture diagramme	Lecture diagramme	Lecture diagramme	Lecture diagramme	Lecture diagramme

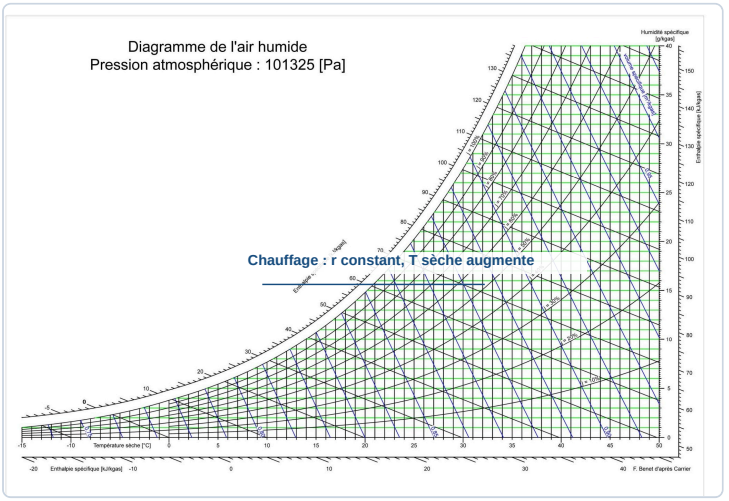
✓ RÉPONSE À RETENIR

Compléter les deux lignes avec les relevés CTA, puis les lectures correspondantes sur le diagramme de l'air humide.

Question 4.4. Tracer l'évolution de l'air sur le diagramme de l'air humide et relever les caractéristiques thermodynamiques des points dans le tableau, afin de vérifier le dimensionnement de la batterie chaude.

Placer les points extérieur et soufflage à partir de leurs températures sèches et humidités relatives. Une batterie chaude réchauffe l'air sans en modifier l'humidité spécifique : relier les deux états par un segment horizontal, orienté vers les températures sèches croissantes. Lire ensuite les caractéristiques thermodynamiques sur le diagramme et les reporter dans le tableau de la question 4.3.

Évolution de l'air dans la batterie chaude



✓ RÉPONSE À RETENIR

Le chauffage se trace à humidité spécifique constante : segment horizontal vers les températures sèches croissantes.

Calcul et vérification de la puissance

Question 4.5 a). Calculer le débit massique au soufflage, puis la puissance de la batterie chaude à installer.

Prendre le débit volumique au soufflage et le volume spécifique correspondant au point soufflage. Calculer le débit massique par $\dot{m} = \dot{V}/v''$, en mettant les unités en cohérence. Puis utiliser les enthalpies lues sur le diagramme : $P = \dot{m}\,(h_{soufflage} - h_{extérieur})$. Avec $\dot{m}$ en kg/s et h en kJ/kg, la puissance obtenue est en kW.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\dot{m} = \dot{V}_{soufflage}/v''_{soufflage}$ et $P_{batterie} = \dot{m}(h_{soufflage} - h_{extérieur})$.

Question 4.5 b). Vérifier que le résultat correspond à la batterie sélectionnée par l'entreprise et justifier la réponse.

Comparer la puissance calculée à la puissance utile de la batterie retenue par l'entreprise, en vérifiant que les deux valeurs correspondent aux mêmes conditions de fonctionnement. La batterie est correctement sélectionnée si sa puissance utile couvre le besoin calculé. Tenir compte de la puissance nominale indiquée par le fabricant et des conditions de sélection, notamment les températures et le débit d'air.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La sélection est adaptée si la puissance utile de la batterie, aux conditions retenues, est au moins égale au besoin calculé.

Question 4.6. Lors de la remise en service, décrire comment procéder à la vérification d'étanchéité de la batterie chaude.

1. Isoler la batterie et la préparer à l'essai selon la procédure du fabricant.
2. Raccorder une bouteille d'azote munie d'un détendeur et d'un manomètre. Monter progressivement à la pression prescrite, sans dépasser la pression admissible des équipements.
3. Après stabilisation, contrôler les raccords et la batterie avec un détecteur adapté ou un produit moussant, puis surveiller la pression pendant la durée prescrite.
4. Dépressuriser lentement et consigner le résultat. Ne jamais utiliser d'oxygène ou d'air comprimé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Effectuer un essai à l'azote à la pression prescrite, rechercher les fuites et surveiller le maintien en pression.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2024)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve E.2, unité U.2 du Bac professionnel Métiers du Froid et des Énergies Renouvelables, session 2024, porte le code 2409-MFER PI 2 3. D'une durée de 3 h et de coefficient 3, elle étudie une chambre froide et une CTA en milieu hospitalier. Elle évalue la préparation d'installation, la mise en service, la maintenance préventive et la maintenance corrective.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La surchauffe à l'évaporateur est l'écart entre la température réelle du fluide en sortie et sa température de saturation à la même pression.
- La puissance frigorifique de l'évaporateur se calcule à partir du débit massique et de l'écart d'enthalpie du fluide.
- Sur un diagramme enthalpique, placer les états du fluide puis relier les transformations du cycle frigorifique.
- Le diagramme de l'air humide permet de relever les caractéristiques thermodynamiques de l'air à partir de son état.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les unités et les conditions de mesure avant tout calcul ou comparaison thermodynamique.
- Distinguer les températures réelles des températures de saturation et préciser les points concernés sur le schéma.
- Tracer proprement les cycles et évolutions sur les diagrammes, avec des points et des transformations clairement identifiés.
- Pour les interventions, adapter les moyens d'accès, les EPI et les mesures de prévention aux risques et contraintes repérés.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la surchauffe à la sortie de l'évaporateur ?

Relever la température réelle du fluide à la sortie de l'évaporateur et la température de saturation correspondant à la pression mesurée au même endroit. La surchauffe est la différence entre ces deux températures, exprimée en degrés Celsius.

Q : Comment exploiter le diagramme enthalpique pour vérifier un cycle frigorifique ?

Reporter les états du fluide à partir des pressions et températures disponibles, puis relier les points selon les transformations du cycle. Lire les enthalpies permet ensuite d'évaluer les échanges énergétiques et de vérifier la puissance de l'évaporateur.

Q : Comment répartir le temps entre les situations professionnelles ?

Le sujet indique un temps conseillé de 45 minutes pour chacune des quatre situations S1 à S4, soit 3 heures au total. Suivre cette répartition aide à traiter toutes les consignes et à conserver du temps pour vérifier calculs et tableaux.

Q : Quels éléments sont explicitement pris en compte dans les critères d'évaluation ?

Les critères portent notamment sur l'exactitude des identifications et des calculs, la qualité des tracés et la vérification du dimensionnement. Pour les interventions, les données doivent être exploitables et ordonnées, et les contraintes, matériels et protections adaptés.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacpromfer.fr/assets/annales/bac-pro-mfer/E2 - Mise en œuvre d'une installation/2024/Bac Pro MFER - E2 - Mise en œuvre d'une installation - Session 2024 - 2-Sujet.pdf
Ressources Bac Pro MFER : 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.