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 FED

BTS Fluides Énergies Domotique - U.41 Analyse et définition d'un système

Session 2018 • Code sujet : **18FE41ADS1** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Analyse de la sous-station de chauffage urbain et de la piscine (9 questions) **Page 3**

2. Analyse de la déshumidification thermodynamique des halles bassins (15 questions) **Page 8**

3. Analyse de la CTA des vestiaires et douches (14 questions) **Page 15**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 21**

Sujet officiel (PDF) : https://bts-fed.fr/assets/annales/bts-fed/E4.1 - Étude des systèmes - Analyse et définition d'un système/2018/BTS FED - E4.1 - Étude des systèmes - Analyse et définition d'un système - Session 2018 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse de la sous-station de chauffage urbain et de la piscine

L'étude porte sur la sous-station d'une piscine municipale raccordée au réseau de chauffage urbain, ses circuits hydrauliques et la production d'eau chaude sanitaire. Il faut analyser les équipements et leur régulation, puis évaluer les performances énergétiques du circulateur du réseau radiateurs.

Appel d'offres

Question 1.1. Donner la signification de « D.P.G.F. lot C.V.C. » dans le cadre d'un appel d'offres et indiquer la fonction de ce document.

D.P.G.F. signifie « Décomposition du prix global et forfaitaire ». Le document détaille les prestations du lot C.V.C. (chauffage, ventilation, climatisation) et leur chiffrage. Il sert aux entreprises à présenter leur offre selon un cadre commun, puis au maître d'ouvrage à comparer les prix proposés pour un même périmètre de travaux.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> D.P.G.F. : Décomposition du prix global et forfaitaire, utilisée pour détailler et comparer les offres du lot C.V.C.

Analyse de la sous-station

Question 1.2. À partir des schémas de principe DT 1-1 et DT 1-2, dresser un tableau indiquant la désignation et la fonction des éléments repérés de 1 à 4.

Repère	Désignation	Fonction
1	Purgeur automatique	Évacue l'air accumulé en partie haute.
2	Vanne de vidange	Permet de vidanger la bouteille casse-pression.
3	Compteur de chaleur	Mesure l'énergie thermique transférée.
4	Vanne trois voies motorisée	Module la température du départ radiateurs par mélange.

Les repères 1 et 2 facilitent respectivement la purge et la maintenance hydraulique. Le repère 3 assure le comptage énergétique, tandis que le repère 4 régule le circuit radiateurs.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 1 : purgeur automatique ; 2 : vanne de vidange ; 3 : compteur de chaleur ; 4 : vanne trois voies motorisée.

Question 1.3. La sous-station du DT 1-2 possède deux vases d'expansion. Expliquer quels dysfonctionnements peuvent apparaître si les vases sont sous-gonflés ou si leurs membranes sont perforées.

Un vase sous-gonflé ou à membrane perforée ne compense plus correctement la dilatation de l'eau. La pression du circuit varie fortement entre les régimes froid et chaud. La surpression peut provoquer l'ouverture des soupapes et des pertes d'eau ; lors du refroidissement, la pression peut devenir insuffisante. Il en résulte des entrées d'air, une mauvaise circulation et un risque de cavitation des pompes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Variations de pression, déclenchements des soupapes, pertes d'eau, entrée d'air et risque de cavitation des pompes.

Question 1.4. La sous-station comporte deux soupapes de sécurité repérées A. Indiquer si les soupapes repérées B sont nécessaires et justifier la réponse à partir des schémas.

Non, les soupapes B ne sont pas nécessaires si les soupapes A protègent déjà le même volume hydraulique. Sur le schéma, les circuits secondaires communiquent avec la bouteille casse-pression et leur protection est assurée par les soupapes A. Une soupape supplémentaire B ne se justifierait que si une partie de ce circuit pouvait être isolée des soupapes A et rester exposée à une surpression.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Non : les soupapes A protègent déjà le circuit secondaire commun. B ne serait nécessaire que pour un volume isolable non protégé.

Production d'E.C.S.

Question 1.5. À partir du DT 1-2, préciser le type de production d'E.C.S. représenté, le montage hydraulique de la vanne trois voies et les éléments nécessaires à la régulation de puissance de l'échangeur, en donnant la fonction de chacun.

Le schéma montre une production d'E.C.S. instantanée par échangeur à plaques, sans ballon de stockage d'E.C.S. La V3V est montée en mélange sur le circuit primaire : elle module le débit chaud envoyé à l'échangeur en le mélangeant au retour.

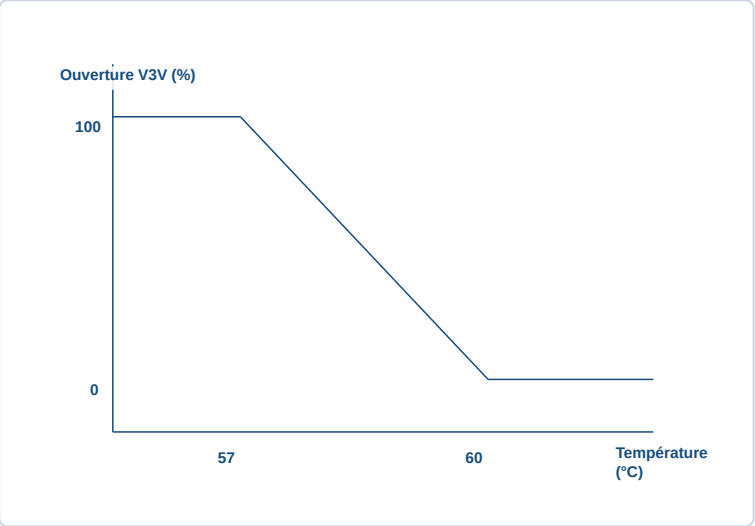
- La sonde mesure la température de sortie d'E.C.S.
- Le régulateur PI compare la mesure à la consigne de 60 °C et commande l'actionneur.
- La V3V motorisée fait varier la puissance transmise par l'échangeur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Production instantanée par échangeur à plaques ; V3V en mélange ; sonde, régulateur PI et actionneur pour moduler la puissance.

Question 1.6. Tracer le graphe de régulation de la vanne trois voies conformément aux préconisations du cahier des charges, avec le pourcentage d'ouverture de la vanne en fonction de la grandeur régulée.

La consigne d'E.C.S. est de 60 °C et la bande proportionnelle vaut 3 °C. En action inverse, la vanne est ouverte à 100 % jusqu'à 57 °C, puis son ouverture diminue linéairement de 100 % à 0 % entre 57 °C et 60 °C. Elle reste fermée au-dessus de 60 °C. Le graphe ci-dessous porte la température régulée en abscisse et l'ouverture en ordonnée.

Graphe de régulation de la V3V d'E.C.S.



✓ RÉPONSE À RETENIR

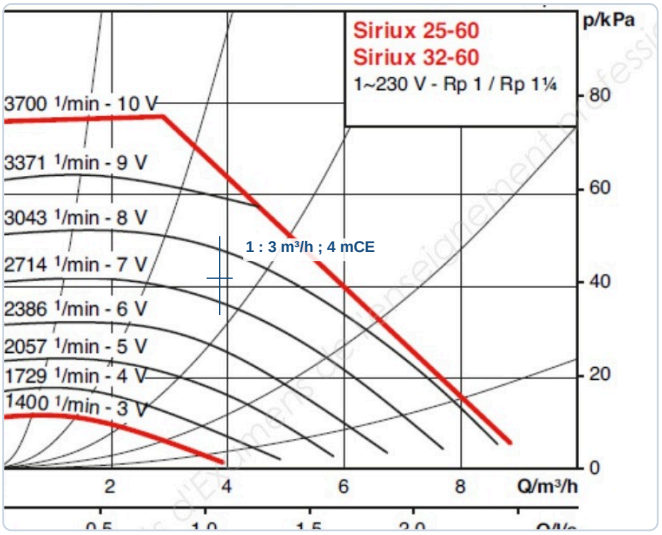
100 % à 57 °C, fermeture linéaire jusqu'à 0 % à 60 °C, puis vanne fermée.

Réseau radiateurs

Question 1.7. Pour le circulateur Siriux D 32-60, placer et nommer « 1 » sur le DR 1-1 le point nominal défini par Qv = 3 m³·h⁻¹ et HM = 4 mCE. Déterminer la puissance thermique distribuée, la puissance absorbée et la puissance hydraulique du circulateur, puis en déduire son rendement à partir du régime radiateurs 60/40 °C et des relations fournies.

Le régime radiateurs 60/40 °C donne un écart de 20 K. Avec un débit de 3 m³/h, soit 0,833 kg/s pour l'eau, la puissance thermique vaut environ 69,7 kW. À Qv = 3 m³/h, la lecture de la courbe de puissance du DR 1-1 donne environ 50 W absorbés. La puissance hydraulique calculée est de 32,7 W ; le rendement correspondant est donc proche de 65 %.

Point nominal 1 du circulateur



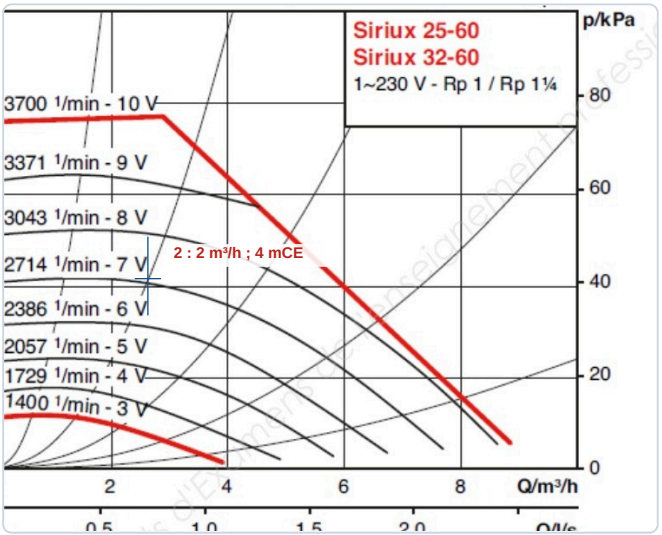
✓ RÉPONSE À RETENIR

Point 1 : (3 m³/h ; 4 mCE). Puissance thermique ≈ 69,7 kW ; absorbée ≈ 50 W ; hydraulique ≈ 32,7 W ; rendement ≈ 65 %.

Question 1.8. Pour les mesures de mi-saison (départ 40 °C, retour 30 °C, Qv = 2 m³·h⁻¹ et HM = 0,4 bar), placer et nommer « 2 » le point sur le DR 1-1, puis indiquer le type de réglage adopté pour ce circulateur.

Le point de fonctionnement se place à Qv = 2 m³/h et HM = 0,4 bar, soit environ 4 mCE. Sur le DR 1-1, il se trouve donc à la même hauteur manométrique que le point nominal, pour un débit inférieur. Le circulateur est piloté à vitesse variable ; ce fonctionnement correspond à un réglage à pression différentielle constante.

Point de fonctionnement 2



✓ RÉPONSE À RETENIR

Point 2 : (2 m³/h ; 4 mCE). Réglage à pression différentielle constante.

Question 1.9. **Pour un débit de 2 $m^3 \cdot h^{-1}$ en mi-saison, comparer le fonctionnement à vitesse variable et à vitesse constante à partir des puissances thermique et absorbée indiquées, puis justifier la solution de gestion de vitesse qui consomme le moins d'énergie.**

Les deux modes fournissent la même puissance thermique, 23,25 kW. À vitesse variable, la puissance absorbée est de 48 W, contre 100 W à vitesse constante. Le premier mode économise donc 52 W, soit 52 % de la puissance absorbée du mode à vitesse constante, sans réduire la chaleur distribuée. Il constitue la solution la plus économe en énergie pour ce débit.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Choisir la vitesse variable : 48 W au lieu de 100 W, soit 52 % de puissance absorbée en moins pour la même puissance thermique.

2. Analyse de la déshumidification thermodynamique des halles bassins

Une pompe à chaleur produit simultanément de l'eau glacée pour déshumidifier l'air des halles bassins et de l'eau chaude valorisée pour l'air neuf et les bassins. L'étude porte sur l'impact environnemental du fluide frigorigène, les besoins psychrométriques, le fonctionnement hydraulique et frigorifique de la PAC ainsi que sa régulation.

Analyse réglementaire

Question 2.1. Pour une installation frigorifique, indiquer la fonction de l'indice T.E.W.I. (Total Equivalent Warming Impact).

Le T.E.W.I. mesure l'impact sur le réchauffement climatique d'une installation frigorifique sur toute sa durée de vie. Il additionne les émissions directes liées au fluide frigorigène et les émissions indirectes dues à l'électricité consommée. Cet indicateur permet donc de comparer l'impact climatique global des installations, en kilogrammes équivalent CO_2.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Mesurer l'impact climatique total de l'installation sur sa durée de vie, en kg équivalent CO_2.

Question 2.2. À partir de la formule du T.E.W.I., identifier les trois termes de l'addition qui contribuent à cet indice. Interpréter les résultats de calcul fournis et conclure sur l'importance de l'étanchéité de l'installation.

Les trois termes correspondent aux émissions dues aux fuites en fonctionnement, au fluide non récupéré au démontage, puis à l'électricité consommée. Les émissions indirectes sont les plus élevées, mais les émissions directes liées au fluide atteignent aussi 15 536,3 kg équivalent CO_2. Une installation étanche limite les fuites et réduit ainsi une part évitable de l'impact climatique.

Contribution	Émissions
Fuites en fonctionnement	10 966,8 kg CO_2
Fluide non récupéré au démontage	4 569,5 kg CO_2
Consommation électrique	312 000 kg CO_2

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les émissions indirectes dominent. L'étanchéité évite toutefois 15 536,3 kg équivalent CO_2 d'émissions directes.

Question 2.3. Déterminer la fréquence de contrôle d'étanchéité de cette PAC à partir de sa charge en R410A, de son équivalent CO_2 et du tableau réglementaire fourni.

La charge de R410A est de 9,5 kg et son GWP100 de 1 924 kg équivalent CO_2 par kilogramme. L'équivalent CO_2 de la charge est donc de 18 278 kg, soit 18,278 tonnes. La PAC appartient à la tranche de 5 à 50 tonnes du tableau réglementaire. Le contrôle est annuel sans détecteur fixe et tous les deux ans avec détecteur fixe.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 18,278 t équivalent CO_2 : contrôle annuel sans détecteur fixe, ou tous les 2 ans avec détecteur fixe.

Analyse des besoins

Question 2.4. Expliquer pourquoi une légère surpression doit être maintenue en permanence dans les halles bassins et décrire comment cette surpression peut être réalisée.

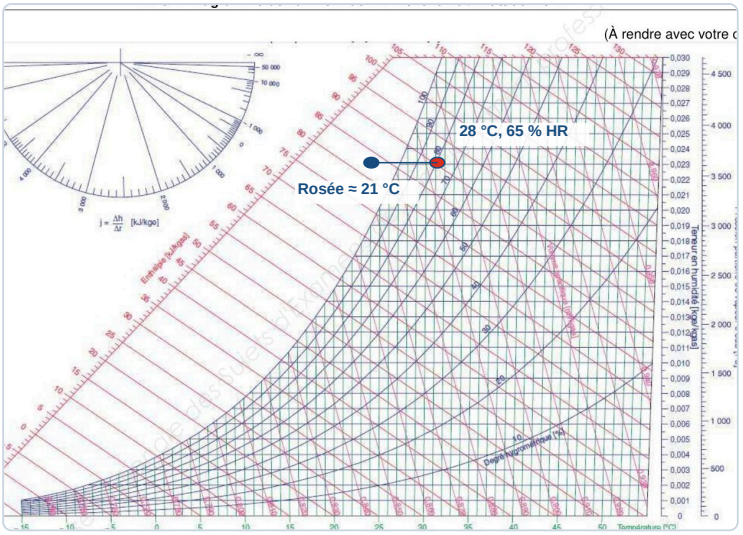
La surpression limite les transferts d'air chaud et humide des halles vers les locaux voisins et les parois du bâtiment. Elle réduit ainsi les risques de condensation, de corrosion et de dégradation des matériaux. Pour la créer, on règle l'insufflation légèrement au-dessus de l'extraction. En inoccupation, le débit d'air neuf reste minimal et le recyclage maximal, conformément au fonctionnement décrit dans le sujet.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Insuffler légèrement plus d'air qu'on en extrait pour limiter les transferts d'humidité vers les locaux et le bâtiment.

Question 2.5. À l'aide du diagramme de l'air humide DR 3-1, déterminer la température à laquelle la vapeur d'eau contenue dans l'air de la halle bassin commence à se condenser, pour des conditions intérieures de 28 °C et 65 % d'humidité relative.

Sur le diagramme, placer l'état de l'air à 28 °C et 65 % d'humidité relative, puis suivre une ligne de teneur en humidité constante jusqu'à la courbe de saturation. La température à l'intersection est le point de rosée. En refroidissant l'air au-dessous de cette température, la vapeur d'eau commence à se condenser.

Point de rosée à 28 °C et 65 % HR



✓ RÉPONSE À RETENIR

Point de rosée : environ 21 °C.

Question 2.6. Justifier l'intérêt et l'importance de la fonction déshumidification dans ce projet, en distinguant les modes inoccupation et occupation.

La déshumidification limite la condensation et les dégradations du bâtiment, tout en maintenant des conditions adaptées à l'usage de la piscine. En mode inoccupation, l'évaporation des bassins constitue le besoin de base, couvert par la batterie froide alimentée par la PAC, avec peu d'air neuf et beaucoup de recyclage. En mode occupation, l'augmentation du débit d'air neuf complète cette déshumidification lorsque les besoins augmentent.

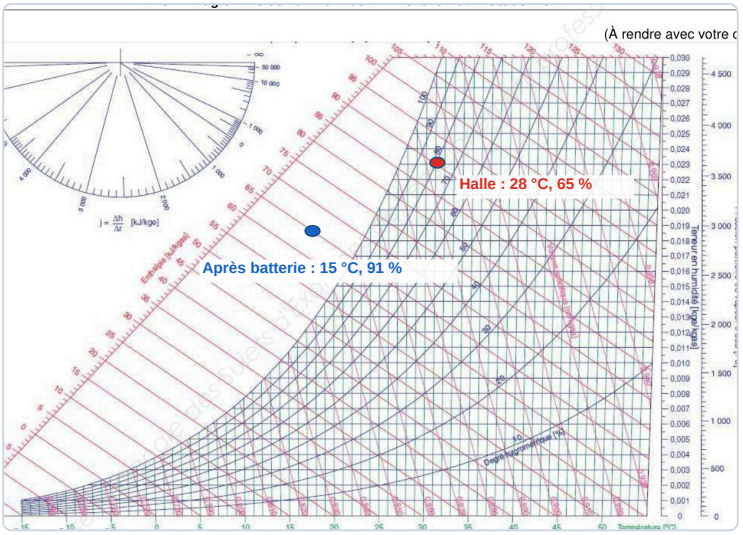
✓ RÉPONSE À RETENIR

En inoccupation, la PAC couvre le besoin de base ; en occupation, l'air neuf accru complète la déshumidification.

Question 2.7. En mode inoccupation, l'évaporation des bassins est estimée à 50 kg·h⁻¹. Pour l'air après batterie froide (15 °C, 91 % d'humidité) et l'air de la halle (28 °C, 65 % d'humidité), avec un débit traversant de 7 500 m³·h⁻¹, déterminer la puissance de la batterie froide à l'aide du diagramme DR 3-1 et vérifier si la puissance frigorifique de la PAC est suffisante.

Lecture du diagramme : l'enthalpie vaut environ 40 kJ/kg d'air sec après la batterie et 68 kJ/kg dans la halle. Avec un volume massique d'environ 0,87 m³/kg d'air sec, le débit massique est estimé à 2,39 kg/s. Ainsi, la puissance extraite est d'environ 67 kW. Elle reste inférieure aux 76 kW frigorifiques de la PAC, qui est donc suffisante.

États d’air pour le calcul de la batterie froide



✓ RÉPONSE À RETENIR

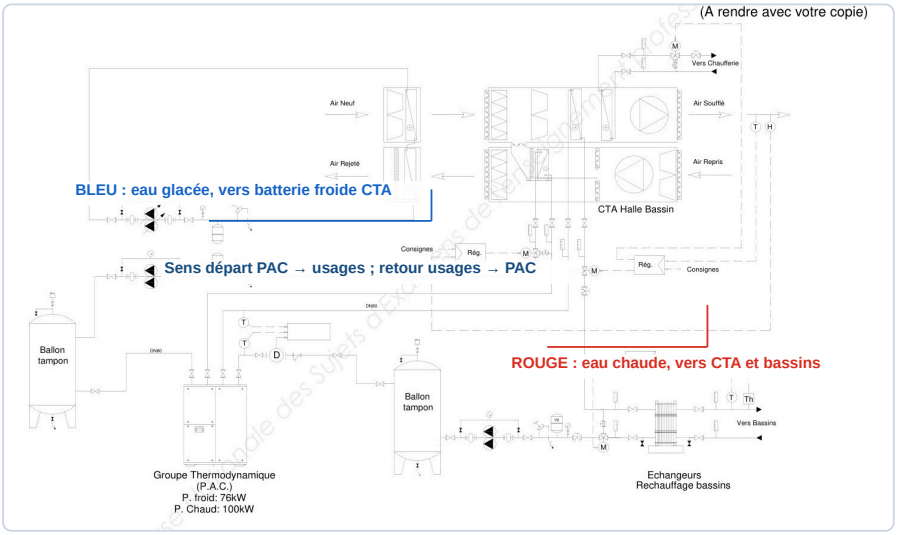
Puissance de batterie ≈ 67 kW. La PAC de 76 kW est suffisante, avec environ 9 kW de marge.

Fonctionnement de la PAC

Question 2.8. Sur le schéma DR 2-1, identifier et surligner en bleu le réseau d’eau glacée, en rouge le réseau d’eau chaude, puis indiquer les sens de circulation.

Sur le DR 2-1, le réseau d’eau glacée relie la PAC, son ballon tampon et la batterie froide de la CTA. Le réseau d’eau chaude relie la PAC et son ballon tampon aux batteries de chauffage de la CTA et aux échangeurs de réchauffage des bassins. Les flèches indiquent le départ de la PAC vers les usages et le retour des usages vers la PAC, dans chaque circuit fermé.

Réseaux d’eau glacée et d’eau chaude



✓ RÉPONSE À RETENIR

Bleu : PAC, ballon tampon et batterie froide de la CTA. Rouge : PAC, ballon tampon, chauffage de la CTA et échangeurs des bassins.

Question 2.9. À partir du schéma DR 2-1, conclure sur l'intérêt de la solution PAC pour ce projet.

La PAC produit simultanément l'eau glacée nécessaire à la déshumidification et l'eau chaude issue de la récupération de chaleur. Cette chaleur contribue au préchauffage de l'air neuf et au réchauffage de l'eau des bassins. La solution répond donc à plusieurs besoins complémentaires avec un même équipement et valorise l'énergie qui serait autrement rejetée, ce qui limite le recours à des productions séparées.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La PAC déshumidifie l'air et valorise la chaleur récupérée pour l'air neuf et les bassins.

Question 2.10. Indiquer la fonction du ballon tampon implanté sur le circuit d'eau glacée et expliquer la démarche à suivre pour le dimensionner.

Le ballon tampon assure un volume d'eau suffisant, stabilise la température et limite les démarrages trop fréquents de la PAC lorsque la charge est faible. Pour le dimensionner, prendre dans la documentation constructeur le volume minimal requis et comparer ce volume à celui du circuit. Si celui-ci est insuffisant, calculer le complément à partir de la puissance minimale, du temps minimal de fonctionnement et de l'écart de température admissible.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le ballon garantit le volume minimal d'eau et limite les cycles courts ; son volume dépend des prescriptions constructeur et du circuit.

Question 2.11. Justifier la présence d'un vase d'expansion sur le circuit d'eau glacée et expliquer l'intérêt de son calorifugeage intégral, prévu au D.C.E.

Dans un circuit fermé, le vase d'expansion absorbe les variations de volume de l'eau dues aux changements de température et contribue au maintien de la pression. Il protège ainsi les équipements contre les surpressions et les dépressions. Son calorifugeage intégral limite les apports de chaleur vers l'eau glacée et évite que l'humidité de l'air ne condense sur la surface froide du vase.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le vase compense la dilatation de l'eau ; son calorifugeage limite les gains thermiques et la condensation.

Question 2.12. À partir du document constructeur DT 2-1, vérifier si le régime d'eau glacée et le débit d'eau retenus par le bureau d'étude sont compatibles avec les limites de fonctionnement de la PAC.

Le régime 5/11 °C correspond à un écart de 6 °C. Sur le graphique constructeur, pour une température de sortie de 5 °C, cet écart se situe à la limite maximale admissible de l'évaporateur : le régime est donc compatible. Pour 76 kW, le débit d'eau requis est d'environ 10,9 m³/h. Le tableau donne, pour le modèle 300, une plage de 9,5 à 29,2 m³/h : le débit est conforme.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Régime 5/11 °C admissible à la limite haute. Débit ≈ 10,9 m³/h, conforme à la plage 9,5 à 29,2 m³/h.

Question 2.13. À l'aide du document constructeur DT 2-2, citer les avantages du choix de ne pas glycoler l'eau glacée.

Le tableau constructeur montre que les solutions glycolées ont une chaleur massique plus faible que l'eau pure et une viscosité plus élevée. Ne pas glycoler l'eau favorise donc le transfert thermique et réduit les pertes de charge ainsi que l'énergie de pompage. Ce choix évite aussi les précautions propres au glycol indiquées dans le document, notamment les vérifications de compatibilité des matériaux, des joints et des raccords.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

L'eau non glycolée améliore les échanges thermiques, réduit les pertes de charge et évite les contraintes de compatibilité liées au glycol.

Question 2.14. Identifier les composants frigorifiques de la pompe à chaleur repérés de 1 à 4 sur le document réponse DR 2-2.

Le repère 1 pointe le compresseur CP1. Le repère 2 désigne l'évaporateur, où le fluide frigorigène absorbe de la chaleur au circuit d'eau glacée. Le repère 3 indique le détendeur, qui abaisse la pression du fluide avant son entrée dans l'évaporateur. Le repère 4 désigne le condenseur, où le fluide cède sa chaleur au circuit d'eau chaude.

Composants frigorifiques, tableau complété

N°	Désignation	Fonction
1	Compresseur CP1	Compression du fluide frigorigène
2	Évaporateur	Prélève la chaleur du circuit d'eau glacée
3	Détendeur	Abaisse la pression du fluide
4	Condenseur	Cède la chaleur au circuit d'eau chaude

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

1 : compresseur ; 2 : évaporateur ; 3 : détendeur ; 4 : condenseur.

Question 2.15. Expliquer le principe de la régulation en cascade de puissance 100 % - 50 % - 0 % des deux compresseurs scroll à démarrage direct, puis proposer une autre solution de régulation des compresseurs.

Les deux compresseurs identiques fonctionnent en démarrage direct par paliers : les deux en marche donnent 100 % de puissance, un seul donne 50 %, et les deux à l'arrêt donnent 0 %. Le régulateur commande leur enclenchement selon la demande, avec des temporisations pour limiter les démarrages répétés. Une permutation du compresseur prioritaire équilibre leur durée de fonctionnement. Une autre solution consiste à piloter un compresseur par variateur de vitesse.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 100 % : deux compresseurs ; 50 % : un compresseur ; 0 % : arrêt. Autre solution : variateur de vitesse sur un compresseur.

3. Analyse de la CTA des vestiaires et douches

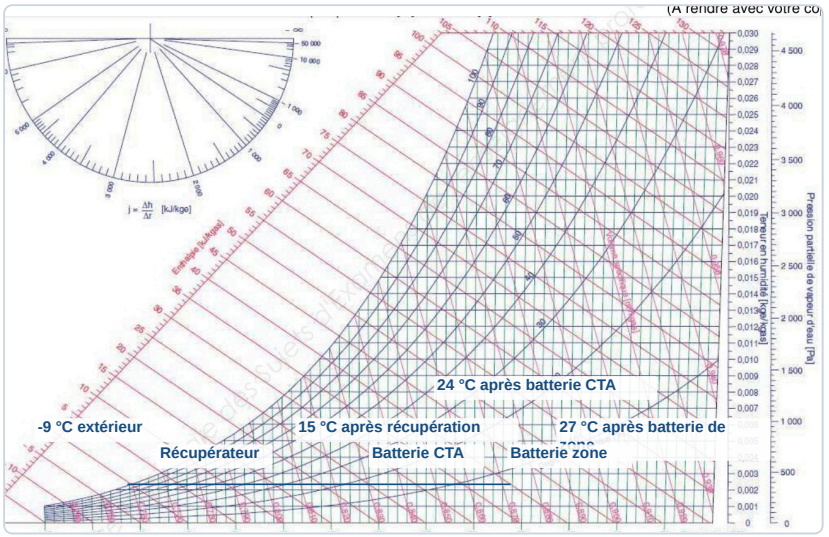
La CTA des vestiaires et douches fonctionne en tout air neuf, récupère la chaleur de l'air extrait et prépare un air neutre, complété par des batteries de zones pour les douches. L'étude porte sur l'évolution de l'air, la régulation, les entrées-sorties du régulateur et les aspects électriques des moteurs et composants.

Fonctionnement de la CTA

Question 3.1. Pour les conditions nominales d'hiver, tracer sur le DR 3-1 l'évolution de l'air neuf dans la CTA et en sortie des batteries de zones, en repérant les éléments traversés.

En hiver, l'air extérieur à -9 °C est réchauffé à 15 °C par le récupérateur, puis à 24 °C par la batterie chaude de la CTA. La batterie de zone porte ensuite l'air destiné aux douches à 27 °C. Ces transformations sont des réchauffages sensibles : l'humidité spécifique reste constante. Sur le diagramme, placer les quatre états à cette humidité spécifique et les relier horizontalement, en nommant chaque équipement traversé.

Évolution de l'air neuf en hiver



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Air neuf : -9 °C → récupérateur : 15 °C → batterie CTA : 24 °C → batterie de zone : 27 °C.

Question 3.2. Vérifier la validité de la puissance de 15 kW indiquée dans le D.O.E. pour la batterie chaude de la CTA, en utilisant la relation thermique fournie.

Le débit massique d'air vaut environ 5200 × 1,2 / 3600 = 1,73 kg/s, en prenant une masse volumique de 1,2 kg/m³. La batterie chauffe l'air de 15 °C à 24 °C, soit 9 K. Avec une capacité thermique massique de l'air d'environ 1,005 kJ/(kg·K), la puissance calculée est $P = q_m \, c_p \, \Delta T \approx 15{,}7$ kW. La valeur de 15 kW donnée par le D.O.E. est donc cohérente, compte tenu des arrondis.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Puissance calculée : environ 15,7 kW. Les 15 kW du D.O.E. sont cohérents.

Question 3.3. **Indiquer si la notice de mise en service de la CTA doit se trouver dans le D.C.E. ou dans le D.O.E., puis justifier la réponse.**

La notice de mise en service relève du D.O.E. Le D.C.E. décrit les prestations et les performances attendues pour la consultation et l'exécution des travaux. Le D.O.E., constitué à la fin du chantier, rassemble les documents correspondant à l'installation effectivement réalisée, notamment les notices nécessaires à sa mise en service, à son exploitation et à son entretien.

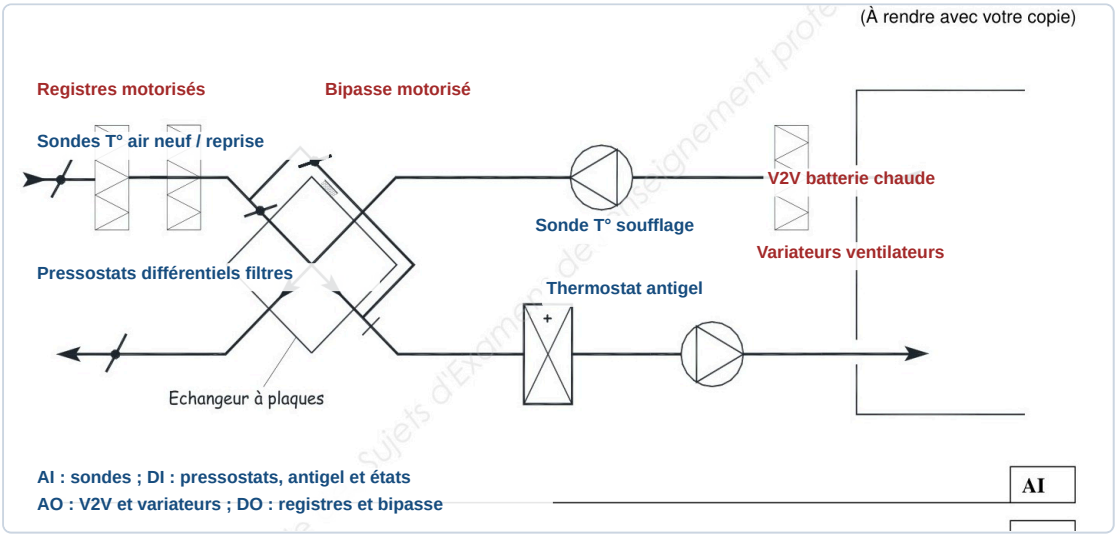
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La notice de mise en service figure dans le D.O.E.

Éléments de régulation

Question 3.4. **À partir du descriptif de la CTA, compléter le schéma fluidique DR 3-2 en ajoutant les sondes et capteurs, les actionneurs et la descente de points.**

Sur le schéma fluidique, repérer les sondes de température d'air neuf, de reprise et de soufflage, ainsi que les pressostats différentiels des filtres et le thermostat antigel. Les actionneurs sont les registres motorisés, le bipasse du récupérateur, la vanne deux voies et les variateurs des ventilateurs. La descente de points relie mesures et états aux entrées analogiques ou numériques, et commandes modulantes ou tout-ou-rien aux sorties correspondantes du régulateur.

Capteurs, actionneurs et descente de points



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Capteurs : sondes de température, pressostats différentiels et thermostat antigel. Actionneurs : registres, bipasse, V2V et variateurs.

Question 3.5. Indiquer sous forme de tableau le nombre d'entrées et sorties analogiques et numériques (AI, DI, AO, DO) à prévoir sur le régulateur.

Le régulateur doit disposer d'entrées analogiques pour les mesures continues et d'entrées numériques pour les états tout-ou-rien. Les sorties analogiques assurent les réglages modulants, tandis que les sorties numériques commandent les actionneurs tout-ou-rien. Le schéma DR 3-3 distingue ces familles de points et indique les voies disponibles au régulateur. Le bilan à prévoir est le suivant :

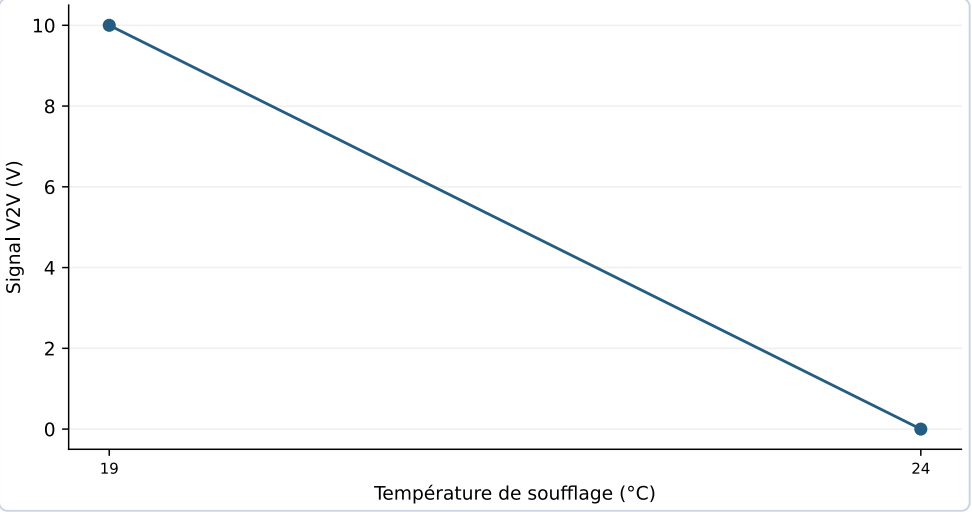
Type d'entrée-sortie	Nombre
AI	8
DI	8
AO	4
DO	11

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

AI : 8 ; DI : 8 ; AO : 4 ; DO : 11.

Question 3.6. Tracer le graphe de régulation de la vanne deux voies de la batterie chaude, pilotée par un signal 0-10 V avec une bande proportionnelle XP de 5 °C, afin d'assurer les conditions de soufflage définies en hiver.

La consigne de soufflage en hiver est de 24 °C. Pour une régulation de chauffage, la bande proportionnelle XP de 5 °C s'étend de 19 °C à 24 °C. La vanne est entièrement ouverte à 19 °C ou en dessous, puis se ferme linéairement dans cette bande. Elle est fermée à 24 °C ou au-dessus. Le signal de commande décroît ainsi de 10 V à 0 V lorsque la température de soufflage augmente.



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

19 °C : 10 V ; 24 °C : 0 V. Vanne ouverte sous 19 °C, fermée à partir de 24 °C.

Question 3.7. À partir des entrées-sorties établies à la question 3.5, donner un exemple de point physique exploitable en supervision pour chacune des catégories TM (télémesure), TC (télécommande), TA (téléalarme) et TR (téléréglage).

Exemples de points physiques utilisables par la supervision :

- TM : température mesurée par la sonde de reprise.
- TC : ordre de marche du ventilateur.
- TA : défaut du thermostat antigel.
- TR : consigne de température de soufflage modifiable à distance.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> TM : température de reprise ; TC : marche ventilateur ; TA : défaut antigel ; TR : consigne de soufflage.

Raccordement électrique

Question 3.8. Citer un document réglementaire pouvant servir de référence pour vérifier la conformité des installations électriques et valider le choix des protections lors du raccordement de la CTA.

La norme NF C 15-100 constitue une référence pour vérifier la conformité d'une installation électrique basse tension et le choix de ses protections. Elle permet notamment de contrôler l'adéquation des protections aux circuits et aux conditions d'installation. C'est un document réglementaire pertinent pour préparer et suivre le raccordement électrique de la CTA.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Référence : norme NF C 15-100.

Question 3.9. À partir du schéma de commande DR 3-3, indiquer les bornes du régulateur utilisées pour piloter la vanne deux voies de la batterie chaude, piloter le variateur du ventilateur de soufflage et raccorder la sonde de température de reprise.

Sur le schéma DR 3-3, la V2V de la batterie chaude reçoit sa commande sur la sortie analogique AO12, aux bornes OUT12 et COM12. Le variateur du ventilateur de soufflage reçoit le signal 0-10 V sur AO14, aux bornes OUT14 et COM14. La sonde de température de reprise est un transmetteur 0-10 V : elle se raccorde à l'entrée UI1, avec l'alimentation sur +15 V, le signal sur IN1 et le commun sur COM1.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> V2V : OUT12-COM12 ; variateur soufflage : OUT14-COM14 ; sonde reprise : +15 V-IN1-COM1 sur UI1.

Question 3.10. À partir des documents DT 3-1 et DR 3-3, indiquer les conditions nécessaires à la mise en fonctionnement du moteur du ventilateur de reprise.

Le moteur de reprise est alimenté par le départ protégé D2 et commandé par le variateur associé. Le circuit doit être autorisé par la coupure de proximité et par la chaîne de sécurité du moteur, dont la protection par résistance isotherme ou sonde PTC. Il faut également un ordre de marche et une consigne de vitesse valides, sans défaut du variateur. Les retours de marche et de défaut représentés au schéma doivent confirmer l'état attendu.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> D2 alimenté, coupure de proximité fermée, protection moteur valide, ordre de marche et consigne présents, sans défaut variateur.

Question 3.11. À partir de l'extrait de notice technique de la sonde de référence TS-9101-8322, indiquer les principales caractéristiques de cet élément.

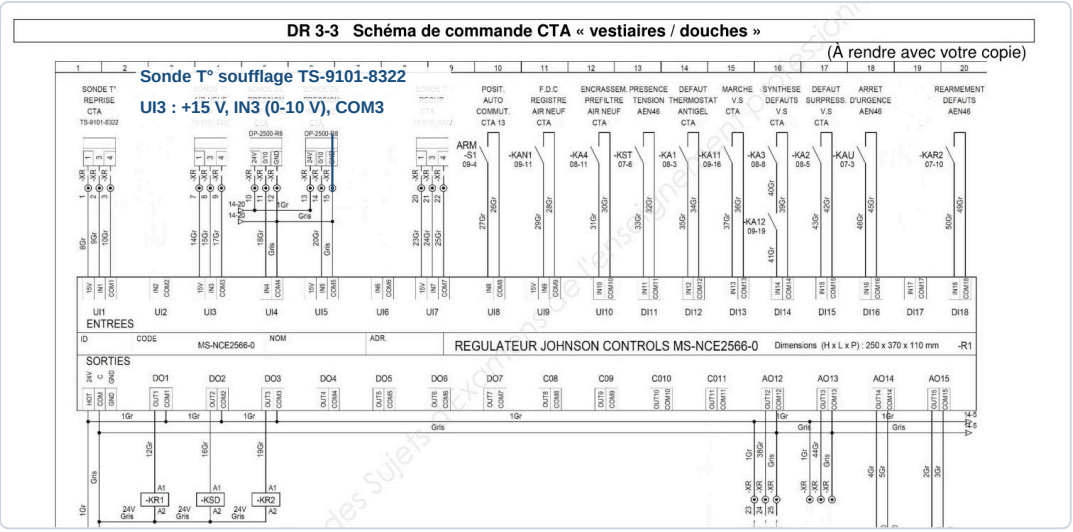
La référence TS-9101-8322 est une sonde à réponse rapide de 200 mm, avec transmetteur 0-10 V linéaire. Sa plage de mesure est de -20 à +40 °C. Elle est alimentée en 15 Vcc ±10 %, consomme 0,1 VA (5 mA), présente une précision de ±1 % de la plage et accepte une charge de sortie maximale de 2 mA. Ces caractéristiques correspondent au tableau technique du DT 3-2.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> TS-9101-8322 : réponse rapide, 200 mm, -20 à +40 °C, alimentation 15 Vcc ±10 %, sortie 0-10 V, précision ±1 %.

Question 3.12. Ajouter sur le schéma électrique DR 3-3 la sonde de température de soufflage, en utilisant la même technologie que la sonde de température de reprise.

La sonde de soufflage est du même type que la sonde de reprise : un transmetteur 0-10 V alimenté en 15 Vcc. Le schéma DR 3-3 montre une entrée universelle libre, UI3. Raccorder l'alimentation de la sonde sur +15 V, son signal sur IN3 et son commun sur COM3. L'annotation ajoute ainsi la sonde au schéma sans modifier les autres liaisons.

Ajout de la sonde de température de soufflage



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Sonde T° soufflage : UI3, +15 V-IN3-COM3.

Question 3.13. À partir du document DT 3-1, indiquer la référence du disjoncteur installé sur la ligne d'alimentation du ventilateur de reprise.

Sur le schéma de puissance DT 3-1, le départ du ventilateur de reprise est repéré D2. La référence inscrite auprès de ce disjoncteur est A9F77316. Le schéma précise également son calibre de 16 A et sa courbe C. Ces données identifient l'appareil installé sur la ligne d'alimentation du ventilateur de reprise.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Ventilateur de reprise : D2, A9F77316, 16 A, courbe C.

Question 3.14. À partir du document DT 3-3, justifier l'adaptation du calibre et de la courbe du disjoncteur du ventilateur de reprise, en considérant un cos φ de 0,8.

Le moteur de reprise est donné pour 7,5 kW, sous 400 V triphasé. Avec cos φ = 0,8, le courant estimé est I = 7500/(√3 × 400 × 0,8) ≈ 13,5 A. Le calibre de 16 A est supérieur à ce courant estimé. La courbe C convient aux applications générales et aux appels de courant usuels ; le démarrage étant commandé par variateur, l'appel est limité par rapport à un démarrage direct.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

I estimé ≈ 13,5 A : le disjoncteur 16 A, courbe C, est adapté.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2018)

Bilan de l'épreuve : Épreuve U.41 du BTS Fluides Énergies Domotique, session 2018, code 18FE41ADS1, d'une durée de 4 heures et de coefficient 4. L'étude porte sur les installations CVC et plomberie d'une piscine municipale : sous-station de chauffage urbain, déshumidification des halles bassins par PAC et CTA des vestiaires. Elle évalue l'analyse de systèmes, les calculs thermiques et hydrauliques, la régulation et le raccordement électrique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Puissance thermique : P = débit massique × chaleur massique × écart de température, ou P = débit massique × écart d'enthalpie.
- Rendement d'un circulateur : η = puissance hydraulique utile / puissance électrique absorbée.
- Le point de rosée est la température à laquelle l'air, refroidi à humidité absolue constante, atteint la saturation.
- Le T.E.W.I. additionne les impacts des fuites de fluide, du fluide restant en fin de vie et de l'énergie consommée.

Points de vigilance & attentes du jury

- Préciser les unités et convertir les débits avant les calculs de puissance ou de rendement.
- Sur un diagramme psychrométrique, distinguer température sèche, humidité relative, humidité absolue et enthalpie.
- Sur les schémas, suivre séparément les réseaux, les sens de circulation, les capteurs et les actionneurs.
- Pour une protection électrique, confronter le courant calculé aux caractéristiques du moteur et au calibre et à la courbe du disjoncteur.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment utiliser le diagramme de l'air humide pour déterminer un état ou une puissance ?

Repérez deux propriétés connues pour localiser l'état d'air, puis lisez les autres grandeurs sur le diagramme. Pour une puissance de batterie, déterminez l'écart d'enthalpie et appliquez P = débit massique × écart d'enthalpie.

Q : Comment vérifier le rendement d'un circulateur à partir de son point de fonctionnement ?

Relevez le débit et la hauteur manométrique, puis calculez la puissance hydraulique avec des unités cohérentes. Divisez cette puissance utile par la puissance absorbée lue ou donnée. Exprimez le rendement en pourcentage.

Q : Comment organiser les quatre heures de l'épreuve ?

Le sujet conseille 15 minutes de lecture, puis 70 minutes pour la partie 1, 85 minutes pour la partie 2 et 70 minutes pour la partie 3. Chaque partie doit être rendue sur une copie séparée.

Q : Que faut-il soigner pour répondre aux attentes de notation sur les schémas et les calculs ?

Utilisez les documents techniques et réponses indiqués, identifiez clairement les repères et les sens de circulation, et présentez les calculs avec unités. Le sujet donne des barèmes indicatifs par partie, mais pas de barème détaillé par question.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bts-fed.fr/assets/annales/bts-fed/E4.1 - Étude des systèmes - Analyse et définition d'un système/2018/BTS FED - E4.1 - Étude des systèmes - Analyse et définition d'un système - Session 2018 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Fluides Énergies Domotique : 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.