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 BP Génie Climatique, veuillez visiter :
bp-genie-climatique.fr/annales-sujets-et-corriges

BP Génie Climatique

B.P. Monteur en installations de génie climatique - Epreuve E.1

Session 2012 • Code sujet : **45022708** • Durée : **5 h 30** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Lecture et élaboration de schéma de principe** (3 questions) — **Page 3**
2. **Sélection de la bouteille tampon gaz** (2 questions) — **Page 5**
3. **Calcul des déperditions** (5 questions) — **Page 7**
4. **Sélection des deux radiateurs de la salle de classe 1** (6 questions) — **Page 11**
5. **Sélection d'une vanne 3 voies** (3 questions) — **Page 15**
6. **Sélection du circulateur double du circuit radiateur** (4 questions) — **Page 17**
7. **Combustion, rendement, fonctionnement des chaudières bois et fioul** (7 questions) — **Page 19**
8. **Ventilation** (3 questions) — **Page 22**
9. **Pompe à chaleur eau/eau en fonctionnement chauffage** (6 questions) — **Page 24**
10. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 27**

Sujet officiel (PDF) : https://bp-genie-climatique.fr/assets/annales/bp-genie-climatique/U10 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation/2012/BP Génie Climatique - U10 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation - Session 2012 - 1-Sujet.pdf

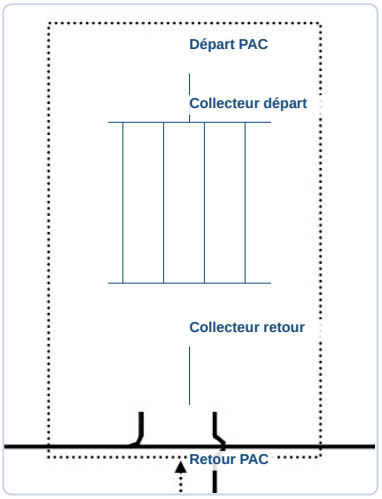
1. Lecture et élaboration de schéma de principe

L'étude porte sur la chaufferie et les circuits de chauffage du nouveau bâtiment, à partir d'un schéma de principe et des documents techniques. Le candidat complète le circuit du plancher chauffant réversible alimenté par la pompe à chaleur, puis identifie les organes de la chaufferie et précise leur rôle.

Question 1.1. Complétez la partie du schéma de principe correspondant au plancher chauffant réversible alimenté par la pompe à chaleur, en identifiant et implantant les éléments et en réalisant leurs raccordements de façon pertinente.

Le schéma représente le plancher chauffant réversible entre les conduites de départ et de retour de la PAC. Raccorder le départ au collecteur de distribution, relier les boucles de plancher entre les deux collecteurs, puis raccorder le collecteur de retour au retour PAC. Les boucles sont disposées en parallèle pour alimenter les différentes zones. Le tracé ci-dessous complète la zone pointillée sans ajouter d'organes dont l'implantation n'est pas indiquée sur cette page.

Circuit du plancher chauffant réversible complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

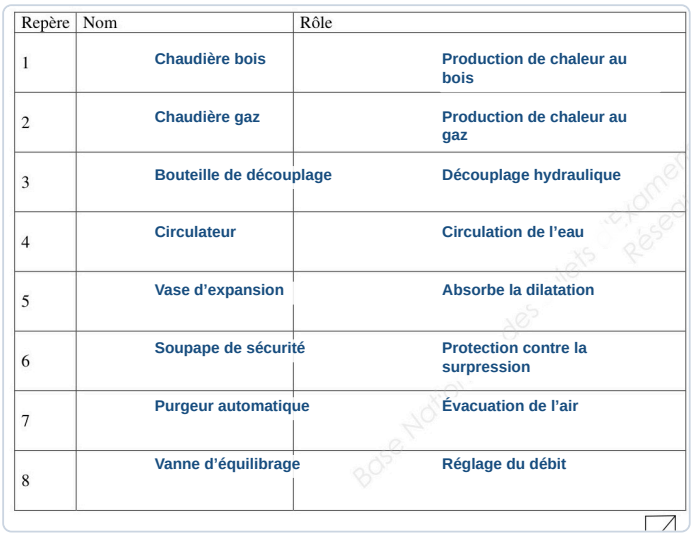
Départ PAC → collecteur départ → boucles en parallèle → collecteur retour → retour PAC.

Question 1.2. Identifiez les éléments numérotés de 1 à 8 sur le schéma de principe de la chaufferie et précisez le rôle de chacun.

Les noms et fonctions récapitulés ci-dessous reprennent la correspondance des repères du schéma de chaufferie. Les chaudières assurent la production de chaleur, tandis que les organes hydrauliques assurent le découplage, la circulation, l'expansion, la sécurité, la purge et l'équilibrage. Le tableau distingue le nom de chaque organe de son rôle dans l'installation.

Repère	Nom	Rôle
1	Chaudière bois	Produit la chaleur par combustion du bois.
2	Chaudière gaz	Produit la chaleur par combustion du gaz.
3	Bouteille de découplage	Découple hydrauliquement les circuits primaire et secondaires.
4	Circulateur	Assure la circulation de l’eau dans le circuit.
5	Vase d’expansion	Absorbe la dilatation de l’eau et stabilise la pression.
6	Soupape de sécurité	Protège l’installation contre les surpressions.
7	Purgeur automatique	Évacue l’air accumulé dans le réseau.
8	Vanne d’équilibrage	Règle et équilibre le débit du circuit.

Tableau des repères complété



Repère	Nom	Rôle
1	Chaudière bois	Production de chaleur au bois
2	Chaudière gaz	Production de chaleur au gaz
3	Bouteille de découplage	Découplage hydraulique
4	Circulateur	Circulation de l’eau
5	Vase d’expansion	Absorbe la dilatation
6	Soupape de sécurité	Protection contre la surpression
7	Purgeur automatique	Évacuation de l’air
8	Vanne d’équilibrage	Réglage du débit

✓ RÉPONSE À RETENIR

1 chaudière bois ; 2 chaudière gaz ; 3 bouteille de découplage ; 4 circulateur ; 5 vase d’expansion ; 6 soupape de sécurité ; 7 purgeur automatique ; 8 vanne d’équilibrage.

Question 1.3. Donnez le nom et le rôle de l’élément n° 9 du schéma de principe de la chaufferie, puis expliquez pourquoi il y en a deux.

L’élément n° 9 est un circulateur double, constitué de deux pompes associées au même circuit. Il met l’eau en circulation et permet de maintenir le service lorsqu’une pompe est arrêtée ou en panne. Les deux circulateurs permettent également une permutation de fonctionnement, selon la conception de l’installation, afin de répartir leur durée d’utilisation.

✓ RÉPONSE À RETENIR

N° 9 : circulateur double. Les deux pompes assurent la circulation et permettent le secours ou l’alternance pour maintenir le service.

2. Sélection de la bouteille tampon gaz

Le candidat dimensionne la bouteille tampon de la chaufferie gaz à partir des caractéristiques de l'installation, du pouvoir calorifique du gaz et de la longueur disponible. Il explique la fonction de la bouteille, puis détermine la puissance du brûleur, le débit de gaz, le volume minimal et le diamètre normalisé à retenir.

Question 2.1. Expliquez le rôle et le fonctionnement de la bouteille tampon placée en chaufferie.

La bouteille tampon est placée sur l'alimentation en gaz de la chaudière. Elle constitue une réserve qui atténue les variations de pression et de débit lorsque le brûleur fonctionne ou change de régime. Le gaz peut ainsi être fourni plus régulièrement au brûleur, ce qui contribue à la stabilité de son alimentation. La capacité et le diamètre de la bouteille sont déterminés à partir du débit de gaz et du volume nécessaire.

Rôle de la bouteille tampon

RÉPONSES.

Réserve de gaz

2.1/ Expliquez le rôle de la bouteille tampon placée en chaufferie

Atténue les variations de pression et de débit

---- Stabilise l'alimentation du brûleur ----------

1

✓ RÉPONSE À RETENIR

Elle constitue une réserve de gaz et stabilise l'alimentation du brûleur en atténuant les variations de pression et de débit.

Question 2.2. Dimensionnez la bouteille tampon : déterminez la puissance du brûleur gaz et le débit théorique de gaz, déduisez le volume minimal de la capacité, calculez le diamètre théorique, puis choisissez un diamètre normalisé. Faites apparaître les formules et les calculs.

Étape	Relation de calcul
Puissance du brûleur	$P_b = P_u/\eta$, avec η exprimé en fraction
Débit théorique de gaz	$Q_g = P_b/10{,}6$, en m³/h
Volume minimal	$V = Q_g t/3600$, avec t en secondes
Diamètre théorique	$D = 1000\sqrt{4V/(\pi \times 1{,}5)}$, en mm
Diamètre normalisé	Choisir la première dimension normalisée supérieure ou égale à D.

Relever la puissance utile et le rendement de la chaudière, puis convertir le rendement en fraction. Avec le PCI fourni de 10,6 kWh/m³, calculer le débit, puis le volume correspondant à la durée de réserve retenue pour le dimensionnement. Enfin, utiliser la longueur disponible de 1,5 m pour calculer le diamètre théorique et choisir la cote normalisée immédiatement supérieure ou égale.

Puissance du brûleur et débit de gaz

Puissance et rendement de la chaudière gaz :

Pb = Pu / η

/2

Déterminez la puissance du brûleur gaz (arrondir les résultats au Kw près) :

/1

Qg = Pb / 10,6

Déterminez le débit théorique de gaz nécessaire au fonctionnement (à 0,01 m^3/h près) :

/1

Volume, diamètre et cote normalisée

Déduisez en le volume minimum de la capacité tampon (en m^3 avec trois chiffres après la

V = Qg × t / 3600

/1,5

Déterminez le diamètre théorique la bouteille (en mm) :

D = 1000 √(4V / (π × 1,5))

/1,5

Choix du diamètre de la bouteille dans le tableau des dimensions normalisées :

Choisir la première cote normalisée ≥ D ---

/0,5

✓ RÉPONSE À RETENIR

Appliquer les relations du tableau avec les caractéristiques de la chaudière et la durée de réserve retenue, puis sélectionner le diamètre normalisé supérieur ou égal au diamètre calculé.

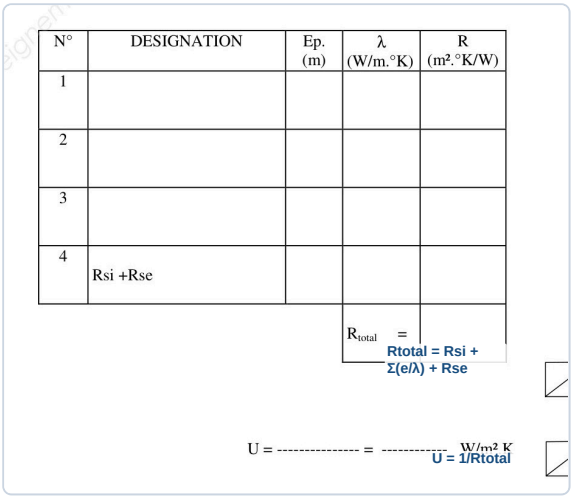
3. Calcul des déperditions

L'étude concerne les déperditions thermiques de la salle de classe 1, à partir du plan, du CCTP et des données de résistance et de transmission thermique. Le candidat calcule les déperditions surfaciques, linéiques et volumiques, puis les additionne pour obtenir le total de la salle.

Question 3.1. Calculez la résistance thermique totale du mur extérieur de la salle de classe 1, puis son coefficient de transmission surfacique U à trois chiffres après la virgule. Présentez le détail des calculs.

Pour chaque couche du mur, relever dans le DT 11 son épaisseur *e* et sa conductivité *λ*, puis calculer *R = e/λ*. Additionner les résistances des couches et les résistances superficielles indiquées dans le tableau : **$R_{total} = R_{si} + \Sigma(e/\lambda) + R_{se}$**. Enfin, calculer **$U = 1/R_{total}$** et arrondir à trois décimales. Le tableau de la question 3.2 donne U = 0,195 pour le mur, mais cette valeur ne remplace pas le calcul demandé à partir des couches.

Calcul de R total et de U



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $R_{total} = R_{si} + \Sigma(e/\lambda) + R_{se}$; $U = 1/R_{total}$, en W/(m²·K).

Question 3.2. Complétez le tableau de calcul des déperditions surfaciques de la salle de classe 1 et déterminez le total.

Désignation	Surface (m²)	U (W/m²·K)	ΔT (K)	Calcul	Déperdition (W)
Mur extérieur	12,52	0,195	ΔT_{mur}	$12,52 \times 0,195 \times \Delta T_{mur}$	$2,4414 \times \Delta T_{mur}$
Menuiserie vers patio	10,3	$U_{menuiserie}$	ΔT_{patio}	$10,3 \times U_{menuiserie} \times \Delta T_{patio}$	Produit des trois valeurs
Total				Somme des deux déperditions	$\Phi_{mur} + \Phi_{menuiserie}$

Appliquer Φ = S × U × ΔT à chaque paroi, avec le coefficient U et l'écart de température correspondants issus du dossier technique. Le facteur du mur vaut 12,52 × 0,195 = 2,4414. Additionner ensuite les deux puissances en watts.

Calcul surfacique

DESIGNATION	Surface m²	U W/ m² K	ΔT K	Calculs	Déperditions W
Mur extérieur	12,52	0,195			
Menuiserie vers patio	10,3				
				Φ = S × U × ΔT	
				Total Total : somme des parois	

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$\Phi_{surfacique\ totale} = 2{,}4414 \times \Delta T_{mur} + 10{,}3 \times U_{menuiserie} \times \Delta T_{patio}$, en W.

Question 3.3. Complétez le tableau de calcul des déperditions linéiques de la salle de classe 1 et déterminez le total.

Pour chaque liaison thermique, renseigner la longueur L, le coefficient linéique ψ et l'écart de température correspondant à partir du plan et du dossier technique. Calculer chaque contribution par $\Phi_i = L_i \times \psi_i \times \Delta T_i$. La déperdition linéique totale est la somme des lignes du tableau. Les unités se vérifient ainsi : m × W/(m·K) × K = W. Ne pas utiliser le coefficient surfacique U à la place de ψ.

Calcul par liaison	Total
$L_i \times \psi_i \times \Delta T_i$	$\Sigma(L_i \times \psi_i \times \Delta T_i)$

Calcul linéique

3.3/ Calcul des déperditions linéiques de la salle de classe 1 :

DESIGNATION	Longueur m	ψ W/ m K	ΔT K	Calculs	Déperditions W
				Φi = Li × ψi × ΔTi	
				Total	

Total : somme des lignes (W)

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$\Phi_{linéique\ totale} = \Sigma(L_i \times \psi_i \times \Delta T_i)$, en W.

Question 3.4. Complétez le tableau de calcul des déperditions volumiques de la salle de classe 1 et déterminez le total.

Désignation	Débit volumique (m³/h)	Écart thermique (K)	Calcul	Déperdition (W)
Renouvellement d'air	Q_V	ΔT	$0{,}34 \times Q_V \times \Delta T$	Φ_V
Total				Φ_V

Relever le débit de renouvellement d'air et l'écart de température indiqués pour la salle dans le DT 11. Utiliser la relation $\Phi_V = 0{,}34 \times Q_V \times \Delta T$, puis reporter le résultat en watts. Le débit doit être exprimé en m³/h et l'écart thermique en kelvins.

Calcul volumique

DESIGNATION	Débit volumique m³/h	ΔT K	Calculs	Déperditions W
			Total	Φv = 0,34 × Qv × ΔT

Résultat en W

de l'enseignement
CEREN

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$\Phi_{volumique} = 0{,}34 \times Q_V \times \Delta T$, en W.

Question 3.5. Déterminez les déperditions totales de la salle de classe 1 en additionnant les déperditions surfaciques, linéiques et volumiques.

Le total demandé rassemble les trois catégories calculées dans les tableaux précédents. Additionner les déperditions surfaciques, linéiques et volumiques, toutes exprimées en watts : $\boldsymbol{\Phi_{totale} = \Phi_{surfacique} + \Phi_{linéique} + \Phi_{volumique}}$. Reporter les trois totaux obtenus et vérifier qu'aucune contribution n'est comptée deux fois. Le résultat final correspond à la puissance thermique à compenser pour la salle de classe 1.

Bilan total des déperditions

3.5/ Calcul des déperditions totales de la salle de classe 1 :

Déperditions totales de la salle de classe 1 = ----------

Φtotale = Φsurf. + Φlin. + Φvol.

Résultat final en W

/1

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\Phi_{totale} = \Phi_{surfacique} + \Phi_{linéique} + \Phi_{volumique}$, en W.

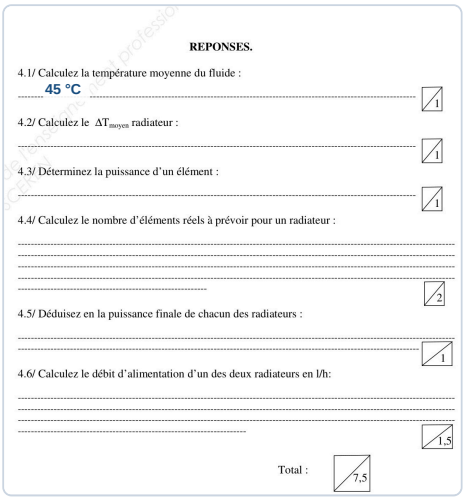
4. Sélection des deux radiateurs de la salle de classe 1

Le candidat dimensionne deux radiateurs identiques REGGANE 3000 type 22H pour la salle de classe 1, en tenant compte de la puissance totale demandée et du régime d'eau. Il exploite la documentation fabricant pour déterminer le nombre d'éléments, la puissance finale de chaque radiateur et le débit d'alimentation.

Question 4.1. Calculez la température moyenne du fluide alimentant le radiateur.

Le régime indiqué pour les radiateurs est de 50/40 °C. La température moyenne du fluide se calcule en faisant la moyenne des températures de départ et de retour : $\theta_{moy} = (50 + 40)/2 = 45\ ^\circ C$. Cette valeur servira ensuite à déterminer l'écart moyen avec la température ambiante, nécessaire à la lecture de la puissance d'un élément dans la documentation fabricant.

Réponse 4.1



REPONSES.

4.1/ Calculez la température moyenne du fluide :

45 °C ..... /1

4.2/ Calculez le ΔT_{moyen} radiateur : ..... /1

4.3/ Déterminez la puissance d'un élément : ..... /1

4.4/ Calculez le nombre d'éléments réels à prévoir pour un radiateur : ..... /2

4.5/ Déduisez en la puissance finale de chacun des radiateurs : ..... /1

4.6/ Calculez le débit d'alimentation d'un des deux radiateurs en l/h: ..... /1,5

Total : /7,5

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> **45 °C**

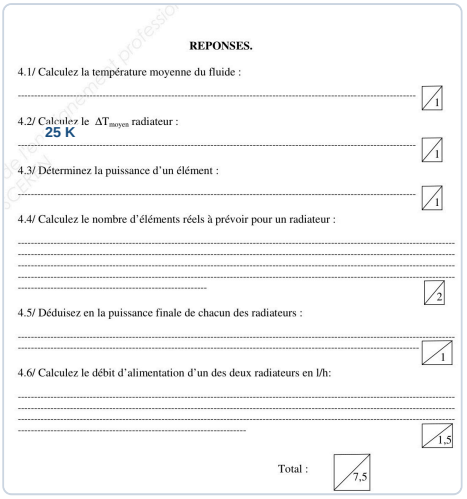
Question 4.2. Calculez l'écart de température moyen du radiateur, ΔT moyen.

On utilise la température moyenne de l'eau calculée à la question précédente et la température ambiante de référence de 20 °C.

1. Température moyenne de l'eau : $45\ ^\circ C$.
2. Écart moyen radiateur : $\Delta T_{moy} = 45 - 20 = 25\ K$.

L'écart obtenu est celui à reporter dans la documentation fabricant pour lire la puissance d'un élément.

Réponse 4.2



REPONSES.

4.1/ Calculez la température moyenne du fluide : ..... /1

4.2/ Calculez le ΔT_{moyen} radiateur : 25 K ..... /1

4.3/ Déterminez la puissance d'un élément : ..... /1

4.4/ Calculez le nombre d'éléments réels à prévoir pour un radiateur : ..... /2

4.5/ Déduisez en la puissance finale de chacun des radiateurs : ..... /1

4.6/ Calculez le débit d'alimentation d'un des deux radiateurs en l/h: ..... /1,5

Total : /7,5

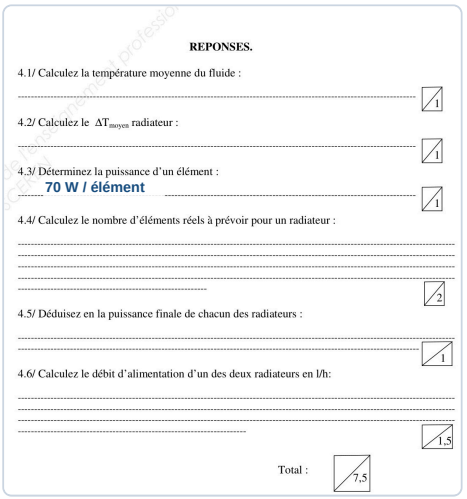
✓ RÉPONSE À RETENIR

$\Delta T_{moy} = 25\,K$

Question 4.3. À partir de la documentation fabricant, déterminez la puissance d'un élément de radiateur.

Dans la documentation fabricant du REGGANE 3000 type 22H, hauteur 750 mm, on relève la puissance d'un élément correspondant à $\Delta T_{moy} = 25\,K$. La valeur retenue est de 70 W par élément. Elle s'applique au modèle et à la hauteur précisés dans l'énoncé, et sert au calcul du nombre d'éléments nécessaires pour chaque radiateur.

Réponse 4.3



REPONSES.

4.1/ Calculez la température moyenne du fluide : ..... /1

4.2/ Calculez le ΔT_{moyen} radiateur : ..... /1

4.3/ Déterminez la puissance d'un élément : 70 W / élément ..... /1

4.4/ Calculez le nombre d'éléments réels à prévoir pour un radiateur : ..... /2

4.5/ Déduisez en la puissance finale de chacun des radiateurs : ..... /1

4.6/ Calculez le débit d'alimentation d'un des deux radiateurs en l/h: ..... /1,5

Total : /7,5

✓ RÉPONSE À RETENIR

70 W par élément

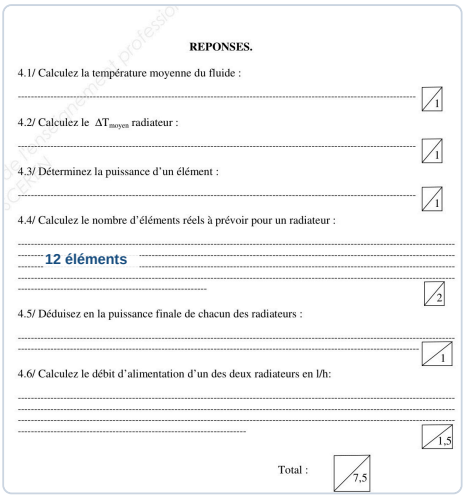
Question 4.4. Calculez le nombre réel d'éléments à prévoir pour un radiateur.

Les deux radiateurs étant identiques, chacun doit fournir la moitié de la puissance totale. Le nombre d'éléments se détermine ensuite à partir de la puissance élémentaire relevée dans la documentation.

1. Puissance demandée par radiateur : $1680/2 = 840\,W$.
2. Nombre d'éléments : $840/70 = 12$.

Le nombre trouvé est entier : aucun arrondi supplémentaire n'est nécessaire.

Réponse 4.4



REPONSES.

4.1/ Calculez la température moyenne du fluide : ..... /1

4.2/ Calculez le ΔT_{moyen} radiateur : ..... /1

4.3/ Déterminez la puissance d'un élément : ..... /1

4.4/ Calculez le nombre d'éléments réels à prévoir pour un radiateur :

12 éléments

..... /2

4.5/ Déduisez en la puissance finale de chacun des radiateurs : ..... /1

4.6/ Calculez le débit d'alimentation d'un des deux radiateurs en l/h: ..... /1,5

Total : /7,5

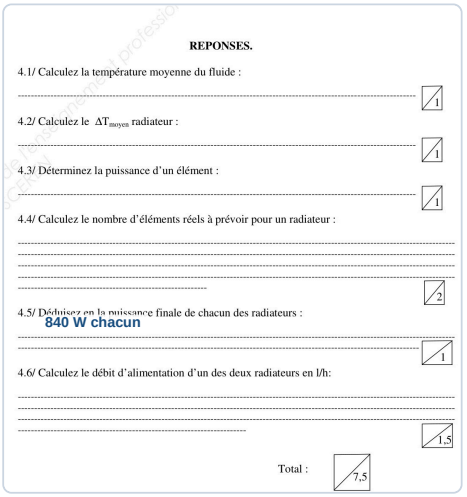
✓ RÉPONSE À RETENIR

12 éléments par radiateur

Question 4.5. Déduisez la puissance finale de chacun des deux radiateurs.

Chaque radiateur comporte 12 éléments, d'une puissance unitaire de 70 W. La puissance finale d'un radiateur est donc $12 \times 70 = 840\,W$. Les deux appareils identiques délivrent ensemble $840 \times 2 = 1680\,W$, ce qui correspond exactement à la puissance totale demandée pour la salle de classe 1.

Réponse 4.5



REPONSES.

4.1/ Calculez la température moyenne du fluide : ..... /1

4.2/ Calculez le ΔT_{moyen} radiateur : ..... /1

4.3/ Déterminez la puissance d'un élément : ..... /1

4.4/ Calculez le nombre d'éléments réels à prévoir pour un radiateur : ..... /2

4.5/ Déduisez en la puissance finale de chacun des radiateurs :

840 W chacun

..... /1

4.6/ Calculez le débit d'alimentation d'un des deux radiateurs en l/h: ..... /1,5

Total : /7,5

✓ RÉPONSE À RETENIR

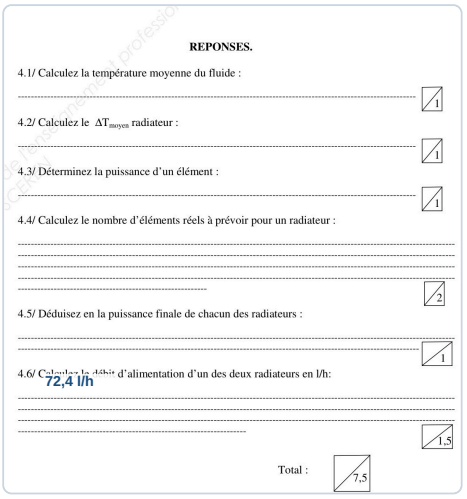
840 W par radiateur

Question 4.6. Calculez le débit d'alimentation d'un des deux radiateurs en litres par heure. La liste des demandes identifie cette tâche comme 4.7, tandis que la zone de réponse la numérote 4.6.

Le débit d'un radiateur se calcule à partir de sa puissance finale et de l'écart entre les températures de départ et de retour. La relation utilisée est $P = 1{,}16\, q_v\, \Delta T$, avec P en watts et q_v en litres par heure.

1. Écart d'eau : $50 - 40 = 10\,K$.
2. Débit : $q_v = 840/(1{,}16 \times 10) = 72{,}4\,l/h$.

Réponse 4.6



REPONSES.

4.1/ Calculez la température moyenne du fluide : ..... /1

4.2/ Calculez le ΔT_{moyen} radiateur : ..... /1

4.3/ Déterminez la puissance d'un élément : ..... /1

4.4/ Calculez le nombre d'éléments réels à prévoir pour un radiateur : ..... /2

4.5/ Déduisez en la puissance finale de chacun des radiateurs : ..... /1

4.6/ Calculez le débit d'alimentation d'un des deux radiateurs en l/h: 72,4 l/h ..... /1,5

Total : /7,5

✓ RÉPONSE À RETENIR

72,4 l/h par radiateur

5. Sélection d'une vanne 3 voies

Le candidat sélectionne la vanne 3 voies du circuit radiateurs à partir de la puissance, du régime de température, des pertes de charge et du graphique fourni. Il détermine le paramètre sur lequel agit la vanne et le débit maximal, puis trace le point de fonctionnement pour choisir le diamètre et relever la perte de charge réelle.

Question 5.1. Indiquez sur quel paramètre agit la vanne 3 voies du circuit radiateur.

La vanne 3 voies mélange l'eau chaude de départ avec l'eau de retour. En faisant varier leur proportion, elle adapte la température de l'eau envoyée aux radiateurs et donc leur puissance émise. Elle agit ainsi sur la température de départ du circuit radiateurs. Ce réglage permet de répondre aux besoins de chauffage, sans agir directement sur la puissance de la chaudière.

Réponse 5.1

5.1/ Indiquez sur quel paramètre agit la vanne 3 voies du circuit radiateur.

- Température de départ ---------- 1

✓ RÉPONSE À RETENIR

Elle régule la température de départ du circuit radiateurs.

Question 5.2. Calculez, à 0,1 m³/h près, le débit d'eau maximal véhiculé dans le circuit radiateur.

Le débit maximal se calcule à partir de la puissance transmise et de l'écart de température du régime radiateurs : $P = 1{,}16\, q\, \Delta T$. Ici, $\Delta T = 50 - 40 = 10\,\mathrm{K}$, donc $q = 38{,}2/(1{,}16 \times 10) = 3{,}293\,\mathrm{m^3/h}$. Arrondi au dixième demandé, le débit à retenir est de 3,3 m³/h.

Réponse 5.2

5.2/ Calculez le débit d'eau maximal en m³/h véhiculé dans le circuit radiateur à 0,1m³/h près.

- q = 3,3 m³/h ----------

✓ RÉPONSE À RETENIR

Débit maximal : 3,3 m³/h.

Question 5.3. Tracez les paramètres de l'installation sur le graphique, puis déduisez le diamètre de la vanne 3 voies et la perte de charge réelle qu'elle engendre.

Le point théorique associe le débit retenu de 3,3 m³/h à la perte de charge du circuit, 2 500 Pa, soit 2,5 kPa. La lecture de l'abaque conduit à une vanne DN 40, Kvs 25. Pour cette vanne, la perte de charge au débit considéré vaut $3{,}3^2/25^2 \times 100\,000 = 1\,742{,}4\,\mathrm{Pa}$. Le point réel est donc à 3,3 m³/h et environ 1,74 kPa.

Abaque et réponses 5.3 annotés

5.3/ Effectuez le tracé des paramètres de l'installation sur le graphique ci-dessous d'une couleur verte ou bleue. En déduire le diamètre de la vanne 3 voies et sa perte de charge réelle.

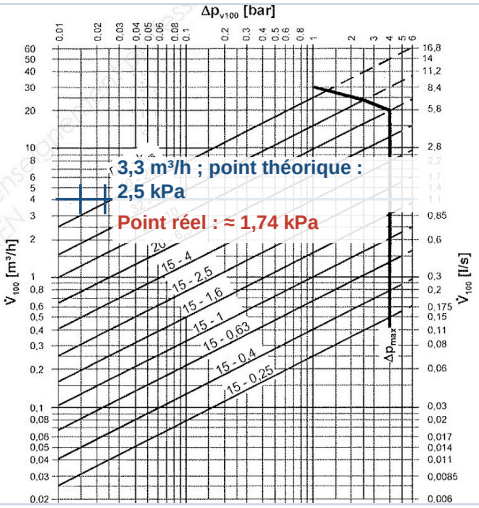
Perte de charge réelle vanne 3 voies :

≈ 1 740 Pa

Diamètre vanne 3 voies :

DN 40

3,5



Bibliothèque Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

✓ RÉPONSE À RETENIR

Vanne DN 40, Kvs 25. Perte de charge réelle : environ 1 740 Pa.

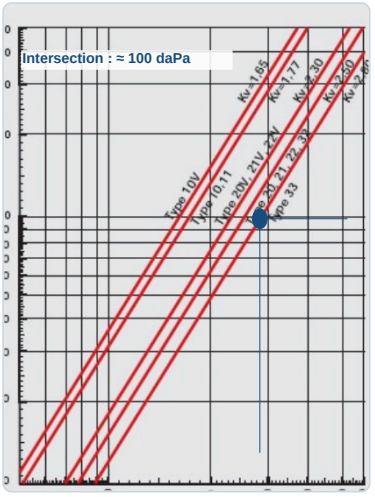
6. Sélection du circulateur double du circuit radiateur

L'exercice porte sur le réseau radiateur le plus éloigné et la sélection d'un circulateur double à débit variable. Le candidat relève la perte de charge du radiateur sur un graphique, calcule les pertes de charge totales, rappelle les deux rôles du circulateur et choisit une référence adaptée en positionnant le point de fonctionnement.

Question 6.1. À l'aide du graphique fourni, déterminez les pertes de charge du radiateur REGGANE 3000 type 22 le plus éloigné, pour le débit indiqué.

Le débit indiqué est de 0,09 m³/h, soit environ 90 kg/h pour l'eau. Sur le graphique des pertes de charge, on repère ce débit sur l'axe horizontal puis la courbe du REGGANE 3000 type 22. La lecture à leur intersection donne environ 100 daPa. Cette lecture graphique est approximative et sert ensuite au calcul des pertes de charge du réseau.

Lecture graphique du radiateur type 22



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Perte de charge du radiateur type 22 : environ 100 daPa, soit 1 000 Pa.

Question 6.2. Calculez les pertes de charge totales du réseau le plus éloigné en additionnant celles des tuyauteries, de la vanne 3 voies et du radiateur.

On convertit les pertes de la vanne et du radiateur en mètres de colonne d'eau, puis on additionne les trois contributions :

Élément	Perte de charge	Équivalent
Tuyauteries	7,5 mCE	7,5 mCE
Vanne 3 voies	3 000 Pa	0,3 mCE
Radiateur	100 daPa	0,1 mCE

La perte totale du réseau le plus éloigné est donc d'environ 7,9 mCE.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pertes de charge totales du réseau le plus éloigné : environ 7,9 mCE.

Question 6.3. Donnez les deux rôles essentiels d'un circulateur dans un circuit de chauffage.

Dans un circuit de chauffage, le circulateur met l'eau en mouvement et assure l'alimentation hydraulique des émetteurs.

- Il fournit le débit nécessaire à la circulation de l'eau et à l'alimentation des radiateurs.
- Il génère la différence de pression permettant de vaincre les pertes de charge dans les tuyauteries, la vanne et les radiateurs.

Ces deux fonctions garantissent la circulation du fluide dans l'ensemble du réseau.

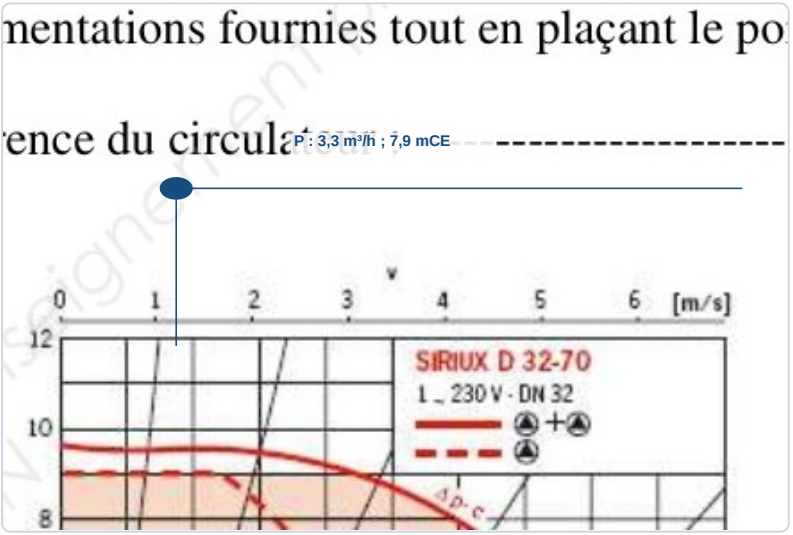
✓ RÉPONSE À RETENIR

Le circulateur assure le débit d'eau nécessaire et fournit la pression requise pour vaincre les pertes de charge du circuit.

Question 6.4. Choisissez le circulateur double à débit variable le plus adapté parmi les documentations fournies et placez le point de fonctionnement P sur le graphique.

Le débit total demandé est de 3,3 m³/h et la hauteur manométrique requise est d'environ 7,9 mCE, d'après le calcul du réseau le plus éloigné. Sur l'abaque du SIRIUX D 32-70, ce point se trouve dans la plage de fonctionnement. Le circulateur double D 32-70 convient donc ; placer P à l'intersection du débit 3,3 m³/h et de la hauteur 7,9 mCE sur son graphique.

Point de fonctionnement du circulateur retenu



✓ RÉPONSE À RETENIR

Circulateur double : SALMSON SIRIUX D 32-70. Point P : 3,3 m³/h et environ 7,9 mCE.

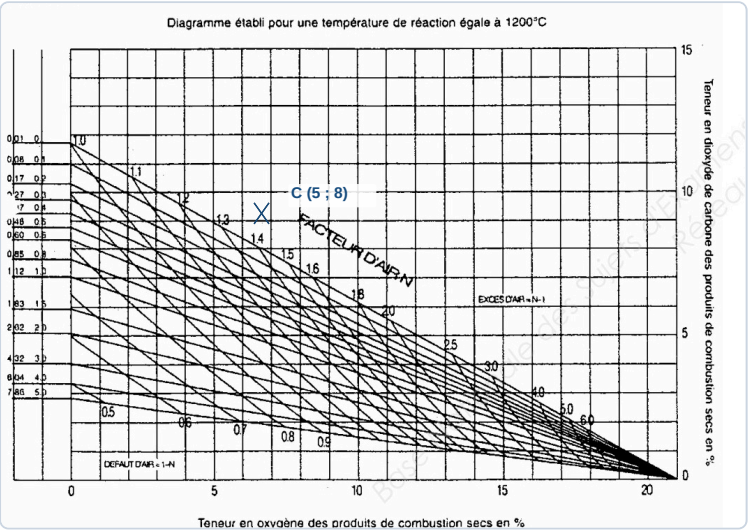
7. Combustion, rendement, fonctionnement des chaudières bois et fioul

L'analyse porte sur la combustion d'une chaudière gaz WIESSMANN type VITOPLEX, à partir des mesures de l'analyseur et du diagramme d'Ostwald, ainsi que sur l'utilisation d'une chaudière bois KOB type PYROT. Le candidat caractérise la combustion, calcule son rendement avec la formule de Siegert, propose une amélioration éventuelle du réglage et présente les intérêts du bois dans l'installation.

Question 7.1. Tracez et identifiez sur le diagramme d'Ostwald le point caractéristique de la combustion à partir des mesures fournies.

Sur le diagramme d'Ostwald, repérez **5 % d'O_2** en abscisse et **8 % de CO_2** en ordonnée. Placez leur intersection et identifiez-la par la lettre C.

Point caractéristique de combustion



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> C : O_2 = 5 % ; CO_2 = 8 %.

Question 7.2. À partir du diagramme d'Ostwald, déterminez le pourcentage d'excès ou de défaut d'air.

La lecture du diagramme au point C donne un coefficient d'air voisin de **1,3**. L'air théorique correspond à un coefficient égal à 1 : l'excès est donc $(1,3 - 1) \times 100$. Le coefficient étant supérieur à 1, la combustion se fait avec un excès d'air.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Excès d'air : environ 30 %.

Question 7.3. Déterminez le pourcentage de CO en présentant les calculs et en arrondissant le résultat à 0,1 % près.

Au point C, le diagramme donne un rapport CO/CO_2 voisin de **0,15**. La teneur en CO s'obtient en multipliant ce rapport par la teneur mesurée en CO_2 : $CO = 0,15 \times 8 = 1,2\%$. Cette lecture graphique est approximative, mais le résultat demandé au dixième est d'environ 1,2 %.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Teneur en CO : environ 1,2 %.

Question 7.4. Déterminez le type de combustion et indiquez si elle est satisfaisante, en justifiant votre réponse.

La teneur en CO lue sur le diagramme est importante : la combustion n'est donc pas complète. Malgré l'excès d'air, elle n'est pas satisfaisante, car le CO est un produit toxique et révèle un réglage ou une combustion à corriger.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Combustion incomplète et non satisfaisante : teneur en CO élevée.

Question 7.5. Calculez le rendement de combustion à l'aide de la formule de Siegert et présentez les calculs.

Pour le gaz naturel, la perte par les fumées selon Siegert vaut $q = (T_f - T_a)\left(\frac{0,37}{21-O_2} + 0,009\right)$. Avec les mesures : $q = (220 - 19)\left(\frac{0,37}{21-5} + 0,009\right) = 6,457\%$. Le rendement est donc $\eta = 100 - q = 93,543\%$, soit 94 % à 1 % près.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rendement de combustion : 94 %.

Question 7.6. Analysez le rendement obtenu et proposez une amélioration du réglage du brûleur si le rendement était insuffisant.

Le rendement calculé est proche de 94 %, mais la teneur en CO indique une combustion de mauvaise qualité : le rendement seul ne suffit pas à conclure que le réglage est satisfaisant. Si le rendement était insuffisant, vérifier le brûleur et l'échangeur, puis régler l'apport d'air et le débit de gaz. Contrôler ensuite l'O_2, le CO et la température des fumées à l'analyseur, sans compromettre la sécurité.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement proche de 94 %, mais combustion à corriger vu le CO élevé. Régler air et gaz, puis contrôler les fumées.

Question 7.7. Précisez les intérêts d'utiliser le bois comme combustible plutôt que le fioul ou le gaz dans cette installation.

Le bois est une ressource renouvelable, souvent disponible localement, et peut réduire la dépendance de l'installation au gaz et au fioul. Il diversifie l'approvisionnement énergétique et peut limiter le coût du combustible selon la ressource et les conditions d'achat. Son utilisation demande toutefois un stockage adapté, l'évacuation des cendres et l'entretien de la chaudière.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le bois est renouvelable et peut réduire la dépendance au gaz et au fioul, sous réserve d'un approvisionnement adapté.

8. Ventilation

L'exercice concerne les ventilations basse et haute obligatoires de la chaufferie et l'évacuation des gaz brûlés des chaudières. Le candidat explique les fonctions de ces ventilations et les risques d'une aération insuffisante, identifie leur mode de réalisation, puis calcule les sections minimales et les compare aux installations existantes.

Question 8.1. Expliquez le rôle des ventilations haute et basse obligatoires dans la chaufferie et les conséquences d'une aération insuffisante.

La ventilation basse renouvelle l'air et apporte l'oxygène nécessaire à la combustion. La ventilation haute favorise l'évacuation de l'air chaud et le renouvellement de l'atmosphère de la chaufferie. Si l'aération est insuffisante, l'oxygène disponible diminue et la combustion peut devenir incomplète. Cela entraîne un mauvais fonctionnement des chaudières et peut produire du monoxyde de carbone, avec un risque grave d'intoxication pour les occupants.

Fonctions des ventilations

Basse : air comburant

8.1/ Expliquez le rôle des ventilations haute et basse obligatoires dans la chaufferie et les conséquences d'une aération insuffisante.

Haute : évacuation air chaud

Défaut : risque CO

/3

✓ RÉPONSE À RETENIR

La ventilation basse apporte l'air comburant ; la haute évacue l'air chaud. Une aération insuffisante favorise la combustion incomplète et l'intoxication au CO.

Question 8.2. Déterminez si les ventilations basse et haute de la chaufferie sont réalisées par conduit d'air ou par ouverture en paroi.

Les ventilations basse et haute sont des ouvertures en paroi donnant sur l'extérieur, et non des conduits d'air. Elles assurent le renouvellement de l'air de la chaufferie. Les conduits de fumée sont distincts : ils évacuent les gaz brûlés des chaudières et ne remplacent pas les ouvertures de ventilation. Les grilles ou ouvertures doivent rester libres pour garantir le passage de l'air.

Mode de réalisation des ventilations

8.2/ Déterminez comment se font les ventilations basse et haute dans la chaufferie. Par conduit d'air ou par ouverture en paroi ?

Ouverture en paroi

Ventilation basse :

Ouverture en paroi

Ventilation haute :

/2

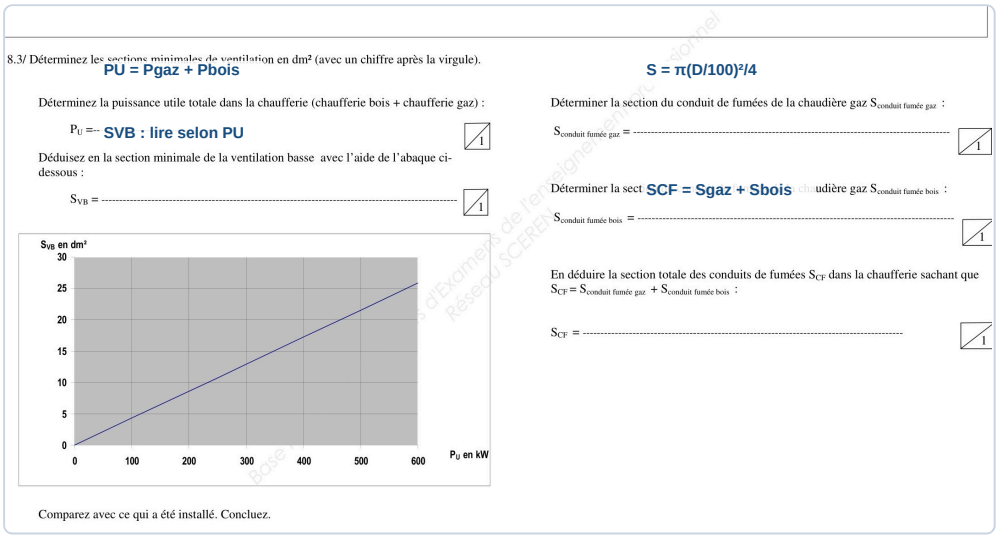
✓ RÉPONSE À RETENIR

Ventilation basse : ouverture en paroi vers l'extérieur. Ventilation haute : ouverture en paroi vers l'extérieur.

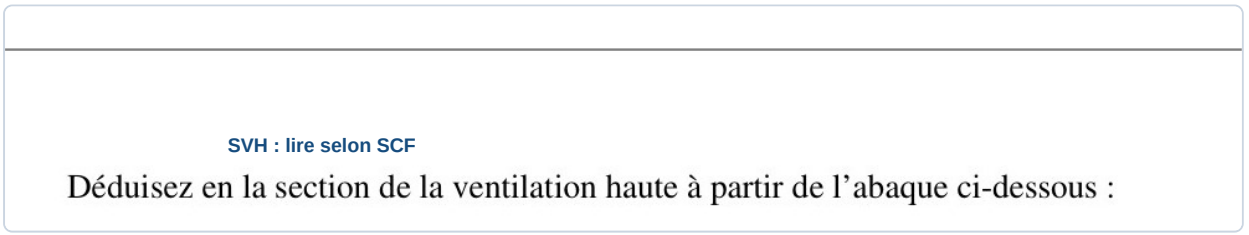
Question 8.3. Déterminez la puissance utile totale de la chaufferie, les sections des conduits de fumée des chaudières gaz et bois, puis leur section totale. À l'aide des abaques, calculez les sections minimales des ventilations basse et haute, comparez-les à celles installées et concluez. Donnez les résultats en dm² avec un chiffre après la virgule.

Additionner les puissances utiles des chaudières gaz et bois pour obtenir P_U. Pour chaque conduit circulaire, calculer sa section en dm² par S = π × (D en mm / 100)² / 4, puis additionner les deux sections pour obtenir S_{CF}. Lire S_{VB} sur l'abaque de la page 18 à la puissance totale, puis S_{VH} sur celui de la page 19 à la section totale des conduits. Comparer ces minima aux sections libres réellement installées : chaque ventilation doit atteindre au moins la valeur requise.

Calcul des sections et lecture de l'abaque



Lecture de la ventilation haute



✓ RÉPONSE À RETENIR

Sections minimales : lire S_{VB} selon P_U et S_{VH} selon S_{CF}. L'installation est conforme si les sections libres atteignent ces minima.

9. Pompe à chaleur eau/eau en fonctionnement chauffage

L'étude porte sur le cycle frigorifique d'une pompe à chaleur eau/eau fonctionnant en chauffage, avec les régimes d'eau et les hypothèses de fonctionnement indiqués. Le candidat identifie le fluide, définit les changements d'état, calcule les températures d'évaporation et de condensation, trace le cycle, calcule le COP chaud et interprète ce coefficient.

Question 9.1. Déterminez le fluide frigorigène utilisé dans la pompe à chaleur à partir de la documentation fournie.

Le document réponse indique les régimes d'eau et les conditions du cycle, mais le nom du fluide se lit sur l'abaque fourni page 21. Son cartouche porte « DuPont Suva 410A (R-410A) ». Cet abaque pression-enthalpie est celui à utiliser pour tracer le cycle de la pompe à chaleur étudiée. Le fluide frigorigène identifié est donc le R-410A.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Fluide frigorigène utilisé : R-410A, conformément au cartouche de l'abaque pression-enthalpie fourni.

Question 9.2. Définissez l'évaporation et la condensation du fluide frigorigène en précisant, pour chacune, le passage entre les états concernés.

Les changements d'état s'effectuent dans les échangeurs de la pompe à chaleur. Dans l'évaporateur, le fluide reçoit de la chaleur de l'eau glycolée et passe de l'état liquide à l'état vapeur. Dans le condenseur, il cède de la chaleur à l'eau de chauffage et passe de l'état vapeur à l'état liquide. Ces transformations permettent le transfert de chaleur du circuit froid vers le circuit chaud.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Évaporation : passage de l'état liquide à l'état vapeur. Condensation : passage de l'état vapeur à l'état liquide.

Question 9.3. Calculez les températures d'évaporation et de condensation de la pompe à chaleur à partir des températures d'eau et des écarts indiqués.

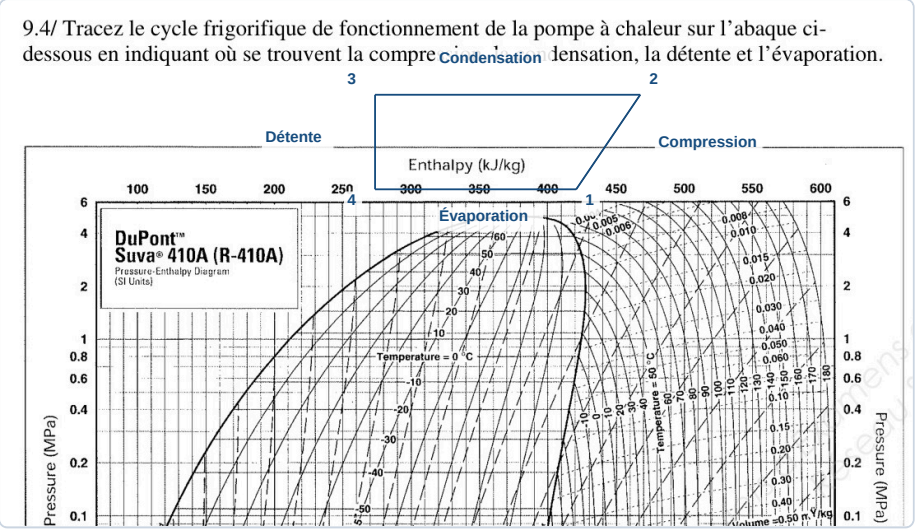
La température d'évaporation se déduit de la température de sortie de l'eau glycolée, soit 0 °C, diminuée de 10 °C : 0 − 10 = −10 °C. La température de condensation se déduit de la température de sortie de l'eau chaude, soit 45 °C, augmentée de 10 °C : 45 + 10 = 55 °C. Les températures d'entrée d'eau ne sont pas celles utilisées dans ces deux relations.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Température d'évaporation : −10 °C. Température de condensation : 55 °C, selon les écarts indiqués dans le sujet.

Question 9.4. Tracez le cycle frigorifique de fonctionnement sur l'abaque fourni et identifiez clairement la compression, la condensation, la détente et l'évaporation.

Sur l'abaque R-410A de la page 21, repérer d'abord la basse pression correspondant à l'évaporation à −10 °C et la haute pression correspondant à la condensation à 55 °C. Placer ensuite les états dans l'ordre : 1 en sortie d'évaporateur, 2 après compression isentropique, 3 en sortie de condenseur avec sous-refroidissement de 7 °C, puis 4 après détente isenthalpique. Relier 4 à 1 pour fermer le cycle. Le tracé annoté indique les quatre transformations.

Cycle frigorifique R-410A annoté sur l'abaque



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Cycle à tracer : 1 → 2 compression, 2 → 3 condensation, 3 → 4 détente isenthalpique, 4 → 1 évaporation.

Question 9.5. Calculez le COP chaud de la pompe à chaleur à l'aide de la relation fournie et des valeurs enthalpiques relevées sur l'abaque.

Sur l'abaque, les lectures enthalpiques approximatives retenues sont : entrée compresseur, $h_1 \approx 425$ kJ/kg ; sortie compresseur, $h_2 \approx 470$ kJ/kg ; sortie condenseur, $h_3 \approx 290$ kJ/kg. La relation fournie donne COP chaud = $(h_2 - h_3) / (h_2 - h_1) = (470 - 290) / (470 - 425) = 4{,}0$. Les valeurs d'enthalpie sont des lectures graphiques, donc approximatives.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Avec les enthalpies lues sur l'abaque, le COP chaud calculé est d'environ 4,0.

Question 9.6. Définissez ce que représente le COP chaud d’une pompe à chaleur et analysez le résultat obtenu.

Le COP chaud est le rapport entre la chaleur fournie au circuit de chauffage et le travail consommé par le compresseur, conformément à la relation donnée. Il est sans unité. Un COP d’environ 4 signifie que, dans les conditions de fonctionnement étudiées, la pompe à chaleur fournit environ 4 kWh de chaleur pour 1 kWh consommé par le compresseur. Cette valeur dépend des températures de fonctionnement.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le COP chaud est le rapport chaleur fournie sur travail du compresseur. Ici, environ 4 kWh de chaleur sont fournis par kWh consommé.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2012)

Bilan de l'épreuve : Épreuve E.1 du B.P. Monteur en installations de génie climatique, session 2012, code 45022708, d'une durée de 5 h 30 et de coefficient 4. À partir des dossiers réponse et technique consacrés à l'extension d'un centre de formation, elle évalue la lecture de schémas, les calculs thermiques, le dimensionnement des équipements, l'analyse de combustion, la ventilation et l'étude d'une pompe à chaleur.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour une paroi multicouche, Rtotal additionne les résistances des couches et les résistances superficielles, puis U = 1/Rtotal.
- Les déperditions thermiques surfaciques, linéiques et volumiques sont calculées séparément puis additionnées.
- Le débit d'eau dépend de la puissance transférée et de l'écart de température entre départ et retour.
- Le COP chaud est le rapport entre la chaleur fournie au condenseur et le travail de compression du fluide frigorigène.

Points de vigilance & attentes du jury

- Présentez les formules, les étapes de calcul et les unités, en respectant les arrondis demandés.
- Lisez les abaques avec précision et faites apparaître clairement les tracés et le point de fonctionnement.
- Vérifiez la cohérence des résultats avant de choisir un diamètre, un appareil ou une section normalisée.
- Distinguez les températures d'eau des températures d'évaporation et de condensation du fluide frigorigène.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le coefficient U d'un mur multicouche ?

Calculez la résistance thermique de chaque couche, ajoutez-les ainsi que les résistances superficielles Rsi et Rse pour obtenir Rtotal, puis utilisez U = 1/Rtotal. Respectez les unités et l'arrondi demandé.

Q : Comment exploiter un diagramme de cycle frigorifique pour calculer le COP chaud ?

Tracez les quatre transformations selon les hypothèses de l'énoncé, puis relevez les enthalpies aux états nécessaires. Appliquez le rapport entre la chaleur cédée au condenseur et le travail de compression, selon la relation fournie.

Q : Comment organiser le temps pendant cette épreuve de 5 h 30 ?

L'épreuve comporte neuf questions totalisant 100 points. Repérez les barèmes, préparez les documents utiles et répartissez votre temps selon les points attribués. Gardez une marge pour vérifier les calculs, les unités et les tracés.

Q : Qu'attend le jury pour les calculs et les lectures graphiques ?

Le sujet demande de présenter les méthodes, les résultats avec leurs unités et les précisions indiquées. Les tracés doivent être nets et le point de fonctionnement identifiable. Appuyez-vous sur les données et documents techniques fournis.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bp-genie-climatique.fr/assets/annales/bp-genie-climatique/U10 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation/2012/BP Génie Climatique - U10 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation - Session 2012 - 1-Sujet.pdf
Ressources BP Génie Climatique : 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.