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, épreuve E.1

Session 2009 • Code sujet : **45022708** • Durée : **5 h 30** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Étude du devis descriptif des installations existantes et futures** (8 questions) — **Page 3**
2. **Étude graphique de la chaufferie** (2 questions) — **Page 8**
3. **Étude des diamètres de tuyauteries** (4 questions) — **Page 10**
4. **Étude des pompes et circulateurs** (7 questions) — **Page 12**
5. **Étude des déperditions thermiques d'une paroi verticale** (2 questions) — **Page 15**
6. **Étude des surfaces de chauffe** (8 questions) — **Page 17**
7. **Étude du fonctionnement d'une chaudière à condensation MOREA 2** (13 questions) — **Page 20**
8. **Étude du réseau gaz** (11 questions) — **Page 25**
9. **Étude des équipements de chaufferie** (8 questions) — **Page 32**
10. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 35**

Sujet officiel (PDF) : https://bp-genie-climatique.fr/assets/annales/bp-genie-climatique/U10 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation/2009/BP Génie Climatique - U10 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation - Session 2009 - 3-Sujet.pdf

1. Étude du devis descriptif des installations existantes et futures

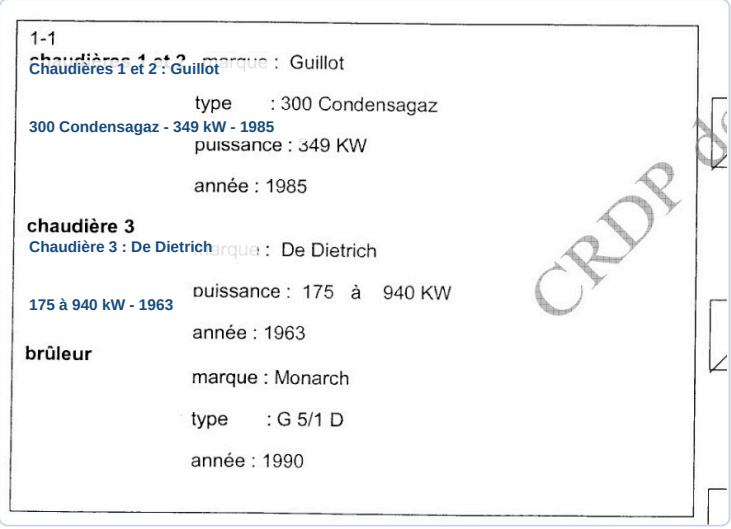
L'étude porte sur la rénovation d'une chaufferie et s'appuie sur les plans ainsi que sur des extraits du CCTP. Elle demande de relever les caractéristiques des équipements existants et prévus, ainsi que les données hydrauliques des réseaux.

Question 1-1. Relever, pour les trois chaudières existantes à déposer, leur marque, leur type, leur puissance et leur année.

Chaudière	Marque et type	Puissance	Année
1 et 2	Guillot, 300 Condensagaz	349 kW	1985
3	De Dietrich, type non précisé	175 à 940 kW	1963

Le brûleur Monarch G 5/1 D, daté de 1990, est aussi mentionné sur la feuille, mais ne fait pas partie des trois chaudières demandées.

Caractéristiques des chaudières existantes



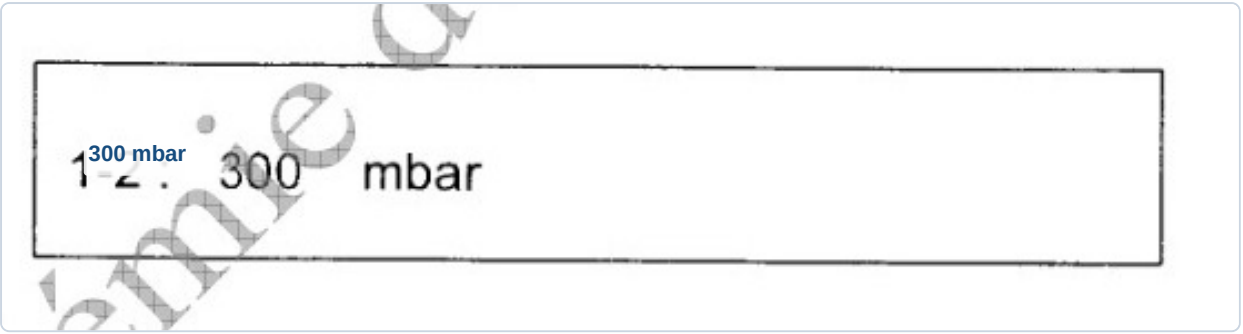
✓ RÉPONSE À RETENIR

Chaudières 1 et 2 : Guillot 300 Condensagaz, 349 kW, 1985. Chaudière 3 : De Dietrich, 175 à 940 kW, 1963.

Question 1-2. Indiquer la pression du gaz en amont du poste de détente.

La pression demandée est celle du gaz en amont du poste de détente : la feuille réponse indique 300 mbar.

Pression du gaz en amont du poste de détente



✓ RÉPONSE À RETENIR

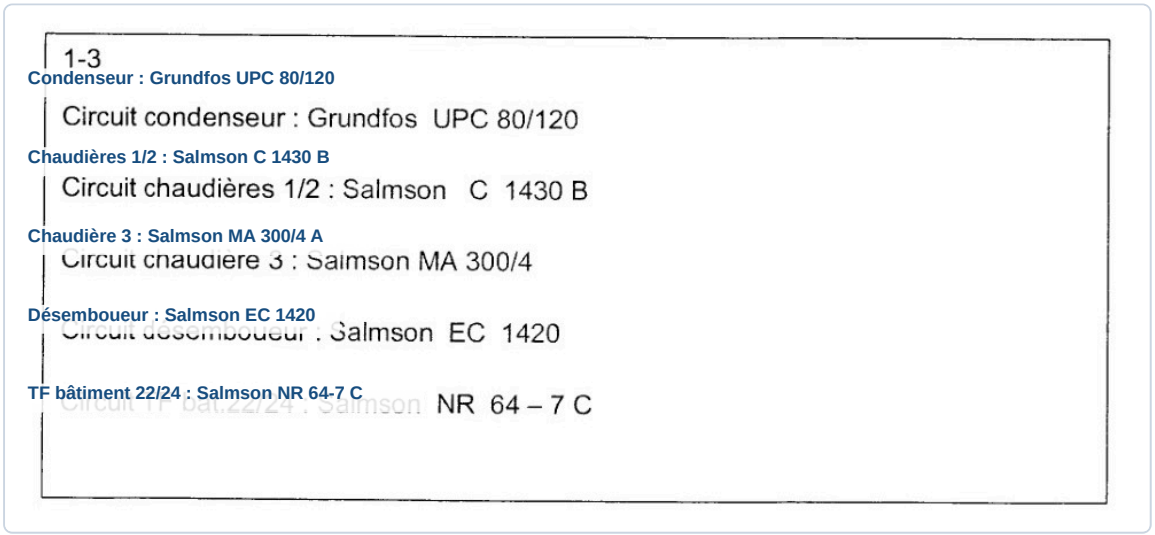
300 mbar.

Question 1-3. Relever les marques et les types des pompes existantes à déposer sur les différents circuits du primaire.

Circuit	Marque et type
Condenseur	Grundfos UPC 80/120
Chaudières 1 et 2	Salmson C 1430 B
Chaudière 3	Salmson MA 300/4 A
Désembouteur	Salmson EC 1420
TF bâtiment 22/24	Salmson NR 64-7 C

Ce sont les références des pompes existantes à déposer sur les circuits indiqués.

Pompes existantes à déposer



✓ RÉPONSE À RETENIR

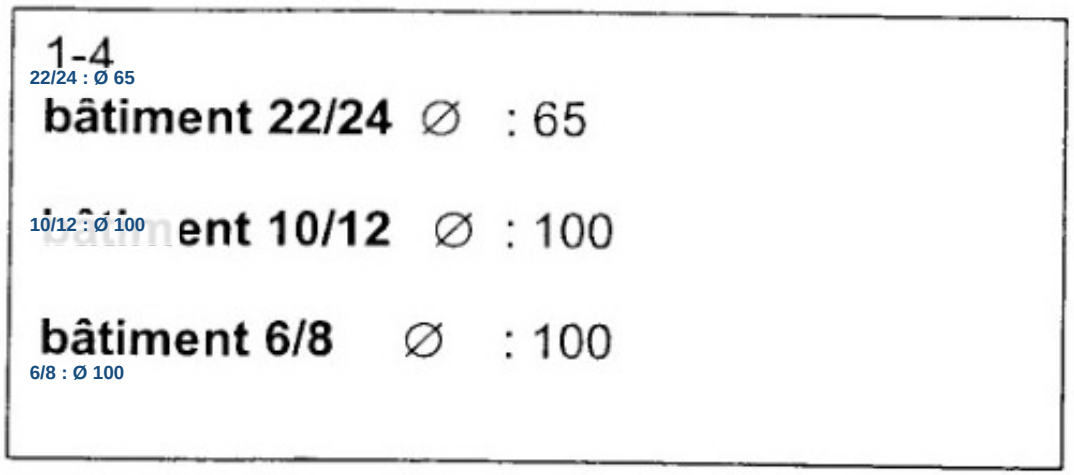
Condenseur : Grundfos UPC 80/120. Chaudières 1/2 : Salmson C 1430 B. Chaudière 3 : Salmson MA 300/4 A. Désembouteur : Salmson EC 1420. TF 22/24 : Salmson NR 64-7 C.

Question 1-4. Indiquer les diamètres des tuyauteries existantes au départ et au retour des réseaux des bâtiments 22/24, 10/12 et 6/8.

Réseau	Diamètre au départ et au retour
Bâtiment 22/24	Ø 65
Bâtiment 10/12	Ø 100
Bâtiment 6/8	Ø 100

La feuille donne un diamètre unique pour chaque réseau, applicable au départ comme au retour.

Diamètres des réseaux existants



✓ RÉPONSE À RETENIR

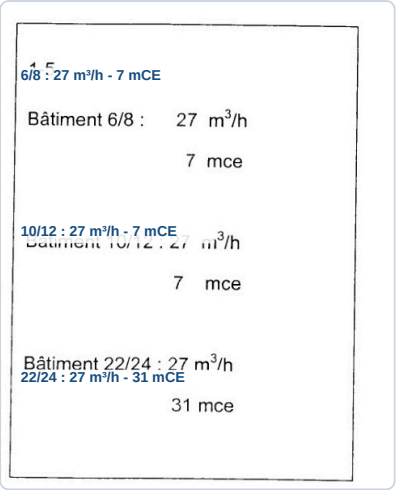
22/24 : Ø 65. 10/12 : Ø 100. 6/8 : Ø 100, au départ et au retour.

Question 1-5. Indiquer le débit et la HMT des pompes qui seront installées dans la chaufferie rénovée pour chacun des trois bâtiments.

Bâtiment	Débit	HMT
6/8	27 m³/h	7 mCE
10/12	27 m³/h	7 mCE
22/24	27 m³/h	31 mCE

Les trois débits sont identiques ; la HMT du circuit 22/24 est supérieure à celle des deux autres circuits.

Débits et HMT des pompes



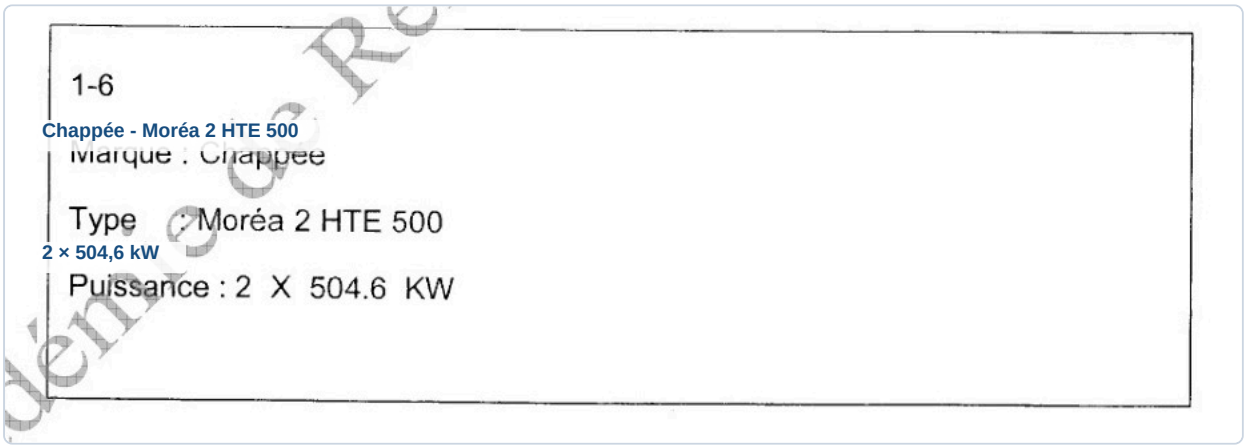
✓ RÉPONSE À RETENIR

6/8 : 27 m³/h, 7 mCE. 10/12 : 27 m³/h, 7 mCE. 22/24 : 27 m³/h, 31 mCE.

Question 1-6. Relever la marque, le type et la puissance des deux chaudières neuves.

La feuille réponse indique deux chaudières de marque Chappée, type Moréa 2 HTE 500. La puissance est donnée sous la forme 2 × 504,6 kW, soit 504,6 kW par chaudière.

Chaudières neuves



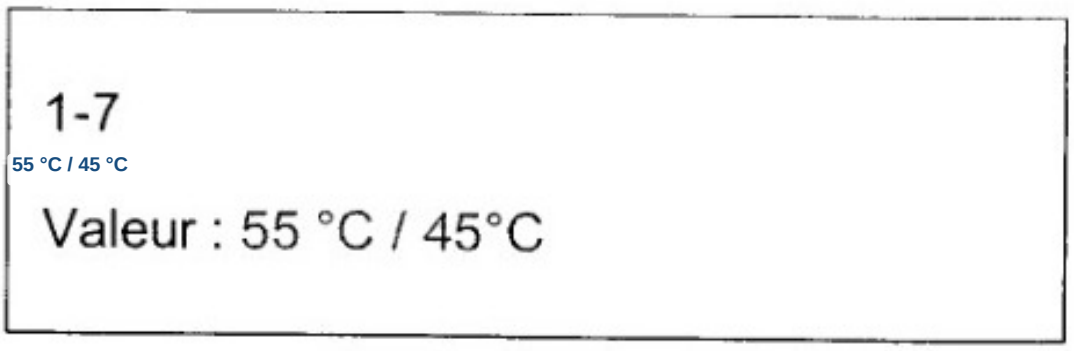
✓ RÉPONSE À RETENIR

2 chaudières Chappée Moréa 2 HTE 500, de 504,6 kW chacune.

Question 1-7. Indiquer la valeur du régime d'eau de l'installation.

Le régime s'écrit départ/retour : 55 °C à l'aller et 45 °C au retour.

Régime d’eau



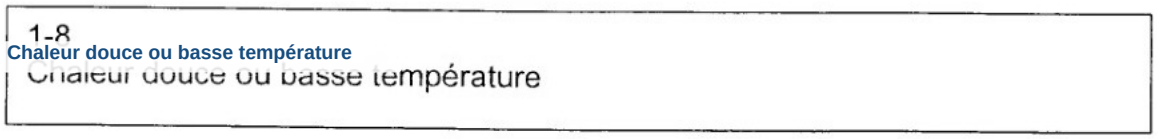
✓ RÉPONSE À RETENIR

55/45 °C.

Question 1-8. Qualifier le régime d’eau indiqué pour l’installation.

Avec une eau à 55 °C au départ et 45 °C au retour, l’installation fonctionne en régime de chaleur douce, également qualifié de basse température.

Qualification du régime d’eau



✓ RÉPONSE À RETENIR

Régime de chaleur douce, ou basse température.

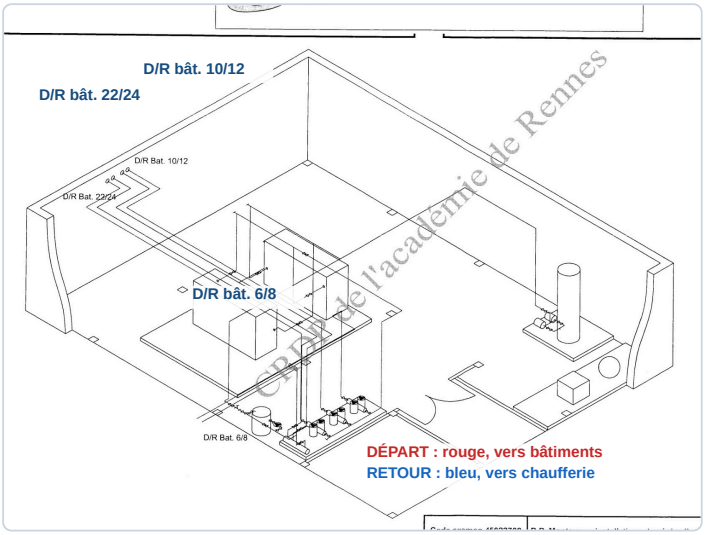
2. Étude graphique de la chaufferie

Le travail consiste à compléter une représentation isométrique du réseau de chauffage de la chaufferie rénovée. Le schéma de principe et la vue en plan servent de références pour tracer les réseaux et positionner les organes.

Question 2-1. Compléter le pré-dessin sur la feuille DR 5/19 en représentant en perspective isométrique les réseaux de départ et de retour chauffage, en schéma unifilaire, avec les couleurs conventionnelles et le sens du fluide.

Sur le pré-dessin de la page DR 5/19, prolongez les conduites en perspective isométrique selon le schéma de principe et la vue en plan. Distinguez le départ chauffage en rouge du retour en bleu. Reliez les chaudières aux branches des bâtiments 6/8, 10/12 et 22/24, sans croiser les conduites. Ajoutez les flèches dans le sens du fluide : départ vers les bâtiments, retour vers la chaufferie. Respectez les directions parallèles de l'isométrie et gardez un tracé unifilaire lisible.

Repères du réseau chauffage



CRDP de l'académie de Rennes

✓ RÉPONSE À RETENIR

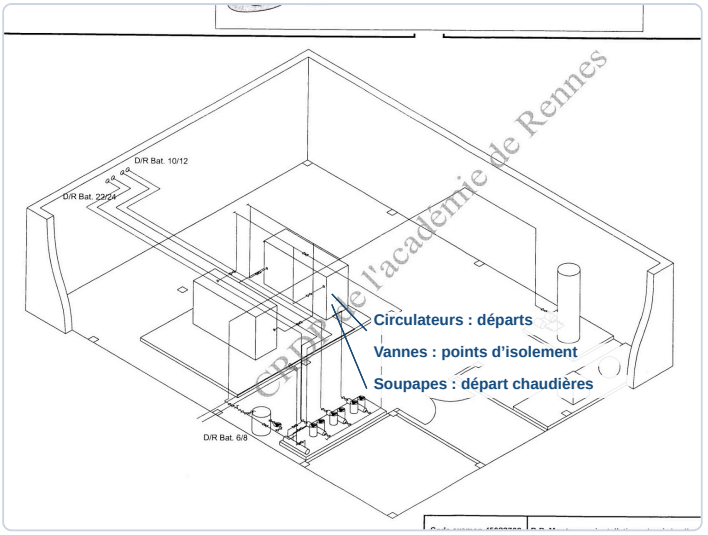
Départ rouge : chaudières vers les bâtiments 6/8, 10/12 et 22/24. Retour bleu : bâtiments vers la chaufferie.

Question 2-2. Positionner sur le réseau les différents organes, notamment les circulateurs, vannes et soupapes, en respectant le schéma de principe, la vue en plan et les conventions de dessin.

Reportez chaque organe sur la conduite et à l'emplacement indiqués par le schéma de principe et la vue en plan. Orientez les symboles selon le sens de circulation.

1. Placez les circulateurs sur les circuits de départ vers les bâtiments desservis.
2. Prévoyez les vannes d'isolement aux emplacements de coupure indiqués, notamment pour isoler les organes et les branches.
3. Positionnez les soupapes de sécurité au départ des chaudières, sans vanne d'isolement entre la chaudière et la soupape.
4. Respectez les couleurs conventionnelles et rendez chaque symbole identifiable.

Repérage des organes à reporter



CRDP de l'académie de Rennes

✓ RÉPONSE À RETENIR

Organes positionnés selon le schéma de principe : circulateurs, vannes d'isolement et soupapes de sécurité.

3. Étude des diamètres de tuyauteries

Le sujet demande de dimensionner la tuyauterie de départ de deux chaudières pour une puissance totale de 1 000 kW. Les calculs utilisent le régime 55/45, une vitesse de circulation imposée et un abaque hydraulique.

Question 3-1. Calculer le débit nominal à assurer au départ des deux chaudières pour une puissance de 1 000 kW et un régime de température de 55/45.

Le régime 55/45 impose un écart de température de 10 °C. Le débit nécessaire dépend de la puissance à transférer et de cet écart. Avec la relation du formulaire, on divise la puissance de 1 000 kW par le produit de 1,163 et de l'écart thermique : $Q = \frac{1000}{1{,}163 \times (55-45)} = 85{,}98\ \mathrm{m^3/h}$. Ce débit correspond au départ commun des deux chaudières et constitue la valeur de dimensionnement pour la suite de l'étude.

Débit nominal



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Débit nominal au départ commun des deux chaudières : 85,98 m³/h pour le régime 55/45.

Question 3-2. Déterminer par le calcul le diamètre intérieur de la tuyauterie de départ, à partir du débit et d'une vitesse de circulation de 1,25 m/s.

Le diamètre intérieur se détermine avec le débit calculé à la question précédente et la vitesse imposée de 1,25 m/s. La formule du formulaire, avec le débit en m³/h, donne : $d = 18{,}8\sqrt{\frac{85{,}98}{1{,}25}} = 155{,}92\ \mathrm{mm}$. Cette valeur est le diamètre intérieur théorique de la conduite de départ. Elle servira à choisir ensuite une dimension commerciale en acier noir, sans la confondre avec le diamètre extérieur du tube.

Diamètre intérieur calculé



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Diamètre intérieur théorique de la conduite de départ, avant normalisation : 155,92 mm environ.

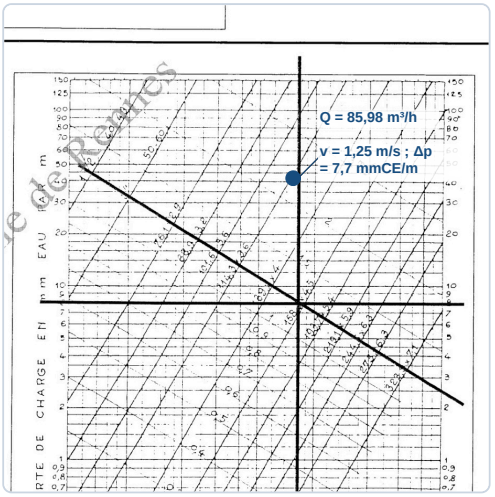
Question 3-3. Vérifier le diamètre sur l'abaque en y traçant le débit et la vitesse, puis relever la perte de charge et reporter les valeurs demandées dans le tableau.

Reporter le débit sur l'axe horizontal de l'abaque, puis suivre la ligne de vitesse correspondant à 1,25 m/s. La lecture de la perte de charge au point d'intersection donne les valeurs à inscrire dans le tableau.

Débit	Vitesse	Perte de charge linéique
85,98 m³/h	1,25 m/s	7,7 mmCE/m

Le point de fonctionnement repéré sur l'abaque confirme la lecture demandée pour la conduite dimensionnée. La perte de charge est exprimée par mètre de tuyauterie, en millimètres de colonne d'eau.

Point de lecture sur l'abaque



✓ RÉPONSE À RETENIR

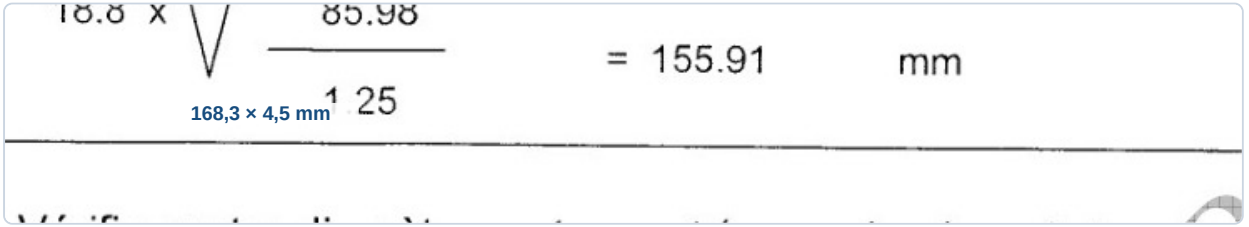
À reporter : débit 85,98 m³/h, vitesse 1,25 m/s et perte de charge linéique 7,7 mmCE/m, lus sur l'abaque.

Question 3-4. Choisir le diamètre normalisé de la tuyauterie en acier noir.

Le diamètre intérieur théorique trouvé est de 155,92 mm. Il faut retenir une dimension normalisée en acier noir dont le diamètre intérieur soit compatible avec cette valeur. Le document réponse indique la dimension choisie sous la forme diamètre extérieur × épaisseur de paroi. Pour un tube de 168,3 mm de diamètre extérieur et de 4,5 mm d'épaisseur, le diamètre intérieur vaut 168,3 − 2 × 4,5, soit 159,3 mm. Cette dimension normalisée convient au dimensionnement.

Matériau	Diamètre extérieur	Épaisseur
Acier noir	168,3 mm	4,5 mm

Diamètre normalisé



✓ RÉPONSE À RETENIR

Diamètre normalisé à choisir pour la tuyauterie en acier noir : 168,3 × 4,5 mm.

4. Étude des pompes et circulateurs

L'étude concerne la pompe du circuit de chauffage du bâtiment 22/24 et la lecture de sa courbe caractéristique. Elle porte également sur la définition de la HMT, le schéma d'un kit de mesure et son utilité pour le contrôle hydraulique.

Question 4-1. Relever la marque et le type de la pompe du circuit de chauffage du bâtiment 22/24.

Repère	Valeur relevée
Marque	Grundfos
Type	TEPD 65 340/2

✓ RÉPONSE À RETENIR

Grundfos, TEPD 65 340/2.

Question 4-2. Indiquer si cette pompe est simple ou double.

Le document réponse indique que la pompe du circuit chauffage du bâtiment 22/24 est double.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pompe double.

Question 4-3. Relever le débit et la HMT de la pompe.

Grandeur	Valeur
Débit	27 m³/h
HMT	31 mCE

Ces deux valeurs définissent le point à reporter sur l'abaque.

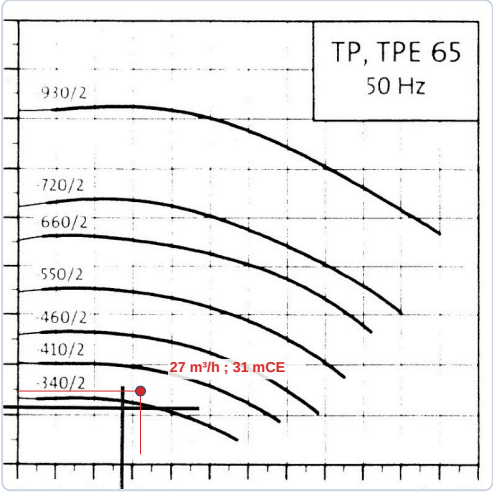
✓ RÉPONSE À RETENIR

27 m³/h et 31 mCE.

Question 4-4. Positionner sur l'abaque le point correspondant au débit et à la HMT relevés, en laissant les traits de construction.

1. Sur l'axe horizontal, repérer Q = 27 m³/h.
2. Sur l'axe vertical, repérer HMT = 31 mCE.
3. Tracer les deux lignes de construction et marquer leur intersection.

Point de fonctionnement sur l'abaque



✓ RÉPONSE À RETENIR

Point à placer : Q = 27 m³/h ; HMT = 31 mCE.

Question 4-5. Définir la HMT, ou hauteur manométrique totale.

La HMT est la hauteur d'énergie que le circulateur doit fournir pour vaincre les pertes de charge linéiques et singulières du circuit le plus défavorisé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

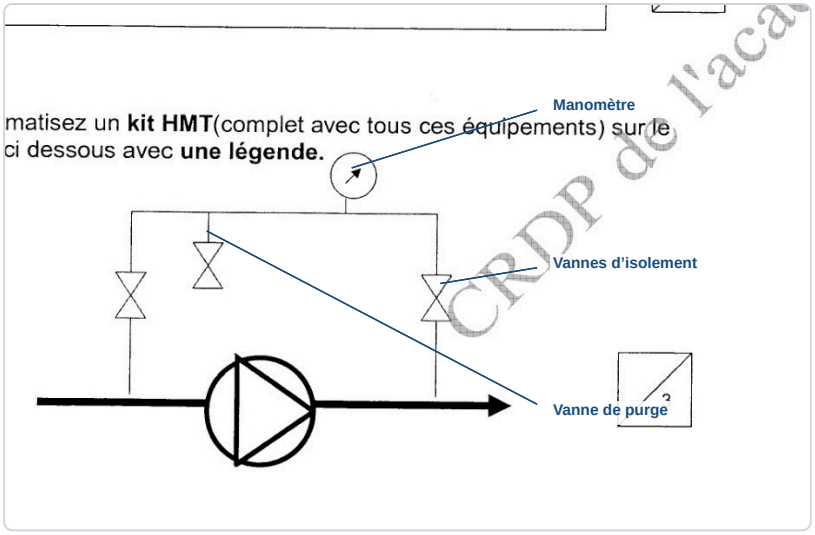
Hauteur nécessaire pour vaincre les pertes de charge du circuit le plus défavorisé.

Question 4-6. Schématiser sur le dessin un kit HMT complet avec ses équipements et une légende, en utilisant les symboles proposés.

Le kit représenté sur le schéma comprend les équipements suivants :

- Un manomètre de pression.
- Des vannes d'isolement.
- Une vanne de purge.

Kit HMT légendé



✓ RÉPONSE À RETENIR

Manomètre, vannes d'isolement et vanne de purge.

Question 4-7. Expliquer le rôle du kit HMT et préciser comment les pressions mesurées permettent de déterminer la HMT et de vérifier le fonctionnement hydraulique.

Le kit mesure les pressions à l'aspiration et au refoulement du circulateur. Leur différence, exprimée en hauteur d'eau, donne la HMT. L'exploitant compare cette mesure à la valeur attendue pour vérifier la régularité du fonctionnement et repérer d'éventuels problèmes hydrauliques.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Mesurer la différence de pression pour contrôler la HMT et repérer un problème hydraulique.

5. Étude des déperditions thermiques d’une paroi verticale

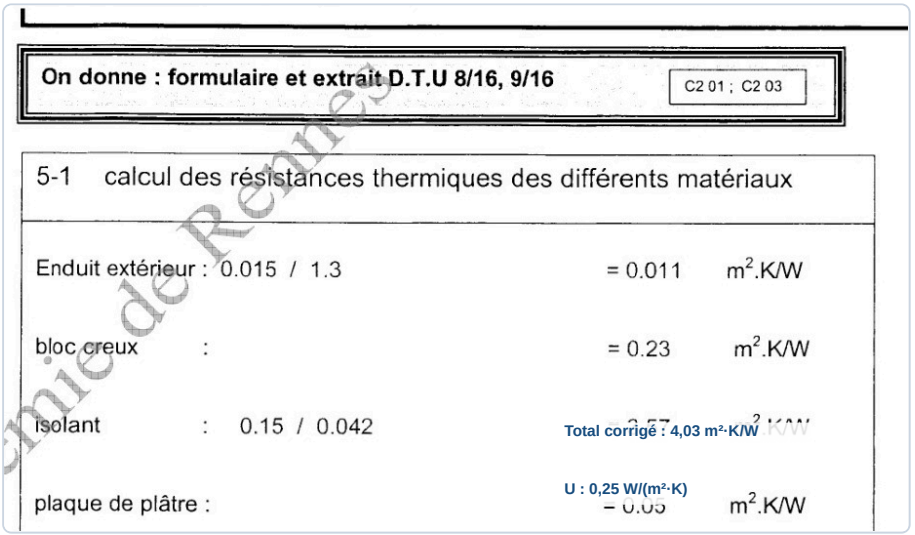
Le sujet présente une paroi extérieure composée d’un bloc creux, d’un enduit, d’un isolant en laine de roche et d’une plaque de plâtre. Il faut calculer les résistances thermiques des couches et vérifier le coefficient de déperditions surfaciques U.

Question 5-1. Calculer les résistances thermiques des différents matériaux et la résistance superficielle, déterminer la résistance thermique totale, puis vérifier le coefficient de déperditions surfaciques U.

Couche	Calcul ou donnée	Résistance thermique (m²·K/W)
Enduit extérieur	0,015 / 1,3	0,0115
Bloc creux	Valeur donnée	0,23
Laine de roche	0,15 / 0,042	3,5714
Plaque de plâtre	Valeur donnée	0,05
Résistance superficielle	Valeur donnée	0,17
Total corrigé	Somme des résistances	4,0315

Les résistances des couches sont calculées par R = e / λ lorsque les données le permettent ; les valeurs du bloc creux, de la plaque et de la résistance superficielle sont celles du sujet. La somme des valeurs non arrondies donne 4,0315 m²·K/W. Le total de 3,98 indiqué sur la feuille est incohérent avec ses propres valeurs. Ainsi, U = 1 / 4,0315 = 0,248, soit 0,25 W/(m²·K) à deux décimales.

Résistances thermiques corrigées


On donne : formulaire et extrait D.T.U 8/16, 9/16

C2 01 ; C2 03

5-1 calcul des résistances thermiques des différents matériaux

Enduit extérieur : 0.015 / 1.3 = 0.011 m².K/W

bloc creux : = 0.23 m².K/W

isolant : 0.15 / 0.042

plaque de plâtre : m².K/W

Total corrigé : 4,03 m²·K/W

U : 0,25 W/(m²·K)

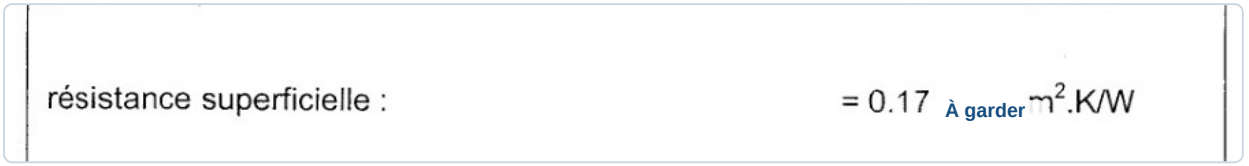
✓ RÉPONSE À RETENIR

Résistance totale corrigée de la paroi : 4,03 m²·K/W ; coefficient U : 0,25 W/(m²·K).

Question 5-2. Indiquer le sens du flux de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur en rayant la réponse incorrecte.

La chaleur se transfère spontanément de la zone la plus chaude vers la zone la plus froide. En période de chauffage, l'intérieur du bâtiment est plus chaud que l'extérieur : le flux traverse donc la paroi de l'intérieur vers l'extérieur. Il faut conserver la réponse « Du chaud vers le froid » et rayer « Du froid vers le chaud », qui indique le sens inverse. Ce sens décrit le transfert thermique à travers la paroi vers l'air extérieur.

Sens du flux thermique



✓ RÉPONSE À RETENIR

Le flux thermique va du chaud vers le froid, donc de l'intérieur vers l'extérieur à travers la paroi.

6. Étude des surfaces de chauffe

Il s'agit de justifier le nombre d'éléments d'un radiateur REGGANE 3000 de type 21 S 600 pour un local dont les déperditions sont de 1 000 W. La température ambiante, le régime d'eau et la notice de puissance sont fournis pour effectuer les calculs.

Question 6-1. Calculer la température moyenne du fluide pour le régime d'eau indiqué.

Le régime d'eau est de 55/45 °C : l'eau entre dans le radiateur à 55 °C et en ressort à 45 °C. La température moyenne du fluide est la moyenne de ces deux températures, soit $(55 + 45)/2 = 50$ °C. Cette moyenne sert ensuite à déterminer l'écart avec la température ambiante du local. Elle est donc la donnée de départ pour la lecture de puissance dans la notice du radiateur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Température moyenne du fluide : 50 °C.

Question 6-2. Calculer l'écart de température du radiateur à partir de sa température moyenne et de la température ambiante.

Donnée	Valeur
Température moyenne du fluide	50 °C
Température ambiante	19 °C
Écart de température	31 °C

On soustrait la température ambiante à la température moyenne du fluide : $50 - 19 = 31$ °C. La notice donne les puissances par plages de 10 °C et par incréments de 1 °C. Pour le calcul suivant, il faut donc lire la ligne du modèle 21 S dans le groupe 30 °C, puis la colonne 1 °C.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Écart de température du radiateur : 31 °C.

Question 6-3. Rechercher dans la notice la puissance thermique d'un élément correspondant au type de radiateur et à l'écart de température calculé.

La notice concerne un radiateur REGGANE 3000 standard de hauteur 600 mm. Pour le type demandé, sélectionner la ligne 21 S dans le groupe de température 30 °C. Comme l'écart calculé est de 31 °C, lire la colonne 1 °C, qui ajoute l'incrément nécessaire à cette ligne. La puissance correspondante est de 34,5 W par élément. Cette valeur est celle à utiliser pour dimensionner le radiateur à partir des déperditions du local.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Puissance par élément 21 S 600 à Δt = 31 °C : 34,5 W.

Question 6-4. Calculer le nombre théorique d'éléments nécessaire pour couvrir les déperditions du local.

Donnée	Valeur
Déperditions du local	1 000 W
Puissance d'un élément	34,5 W
Nombre théorique	28,99 éléments

Le nombre théorique se calcule en divisant le besoin du local par la puissance d'un élément : $1000/34.5 = 28.99$. Le résultat décimal indique qu'il faut choisir un nombre entier d'éléments. L'arrondi final doit être fait vers le haut pour couvrir les déperditions, ce qui sera précisé à la question suivante.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Nombre théorique : 28,99 éléments.

Question 6-5. Déterminer le nombre final d'éléments à installer.

1. Le calcul théorique donne environ 28,99 éléments.
2. Retenir le nombre entier supérieur, car le radiateur doit couvrir au moins 1 000 W de déperditions.
3. Avec 29 éléments, la puissance totale est $29 \times 34.5 = 1000.5$ W, donc le besoin est couvert.

Le choix final est ainsi de 29 éléments. Le résultat imprimé sur le sujet, 29,98 éléments, ne correspond pas à la division de 1 000 W par 34,5 W ; le calcul direct donne environ 28,99.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Nombre final à installer : 29 éléments REGGANE 3000, type 21 S 600.

Question 6-6. Calculer la puissance finale du radiateur retenu.

Grandeur	Valeur
Nombre d'éléments retenu	29
Puissance par élément	34,5 W
Puissance totale	1 000,5 W

La puissance finale s'obtient en multipliant le nombre d'éléments retenu par la puissance unitaire : $29 \times 34.5 = 1000.5$ W. Le radiateur dépasse ainsi de 0,5 W les déperditions indiquées pour le local. Cette puissance finale, et non la valeur théorique non arrondie, sert au calcul du débit d'alimentation.

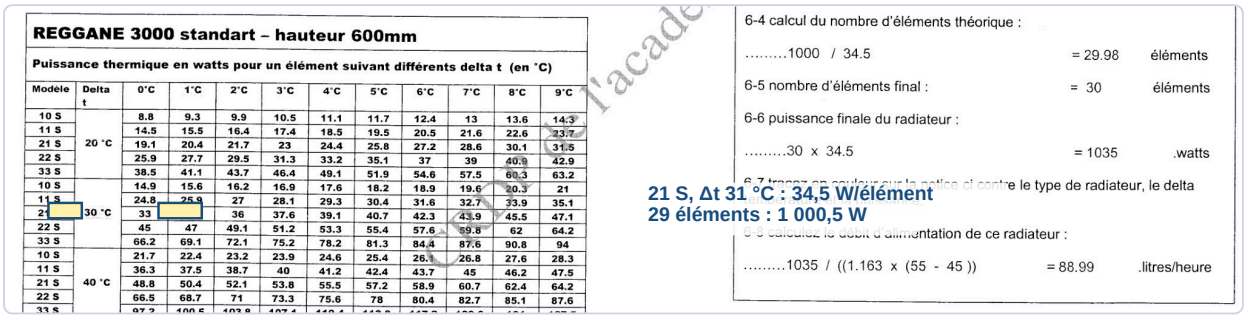
✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance finale du radiateur : 1 000,5 W.

Question 6-7. Tracer en couleur sur la notice le type de radiateur, l'écart de température et la puissance correspondante.

Sur la notice, repérer la ligne 21 S dans le groupe 30 °C, puis la colonne 1 °C correspondant à l'écart réel de 31 °C. La case donne 34,5 W par élément. L'annotation met en évidence cette lecture et indique la puissance totale du radiateur retenu, calculée avec 29 éléments. Elle distingue ainsi la puissance unitaire de la puissance finale à inscrire pour l'ensemble du radiateur.

Lecture de la notice du radiateur



REGGANE 3000 standart – hauteur 600mm

Puissance thermique en watts pour un élément suivant différents delta t (en °C)

Modèle	Delta t	0°C	1°C	2°C	3°C	4°C	5°C	6°C	7°C	8°C	9°C
10 S	20 °C	8.8	9.3	9.9	10.5	11.1	11.7	12.4	13	13.6	14.3
11 S		14.5	15.5	16.4	17.4	18.5	19.5	20.5	21.6	22.6	23.7
21 S		19.1	20.4	21.7	23	24.4	25.8	27.2	28.6	30.1	31.5
22 S		25.9	27.7	29.5	31.3	33.2	35.1	37	39	40.9	42.9
33 S		38.5	41.1	43.7	46.4	49.1	51.9	54.6	57.5	60.3	63.2
10 S	30 °C	14.9	15.6	16.2	16.9	17.6	18.2	18.9	19.6	20.3	21
11 S		24.8	25.9	27	28.1	29.3	30.4	31.6	32.7	33.9	35.1
21 S		33	34.5	36	37.6	39.1	40.7	42.3	43.9	45.5	47.1
22 S		45	47	49.1	51.2	53.3	55.4	57.6	59.8	62	64.2
33 S		66.2	69.1	72.1	75.2	78.2	81.3	84.4	87.6	90.8	94
10 S	40 °C	21.7	22.4	23.2	23.9	24.6	25.4	26.1	26.8	27.6	28.3
11 S		36.3	37.5	38.7	40	41.2	42.4	43.7	45	46.2	47.5
21 S		48.8	50.4	52.1	53.8	55.5	57.2	58.9	60.7	62.4	64.2
22 S		66.5	68.7	71	73.3	75.6	78	80.4	82.7	85.1	87.6
33 S		97.2	100.5	103.8	107.1	110.4	113.8	117.2	120.6	124	127.5

✓ RÉPONSE À RETENIR

21 S, Δt = 31 °C : 34,5 W par élément. Pour 29 éléments : 1 000,5 W.

Question 6-8. Calculer le débit d'alimentation du radiateur à partir de sa puissance finale et du régime d'eau.

Le débit se calcule à partir de la puissance finale et de l'écart entre départ et retour. Le radiateur fournit 1 000,5 W et le régime d'eau 55/45 °C donne un écart de $55 - 45 = 10$ °C. Avec la relation indiquée, $1000.5/(1.163 \times 10) = 86.03$ L/h. Ce débit correspond aux 29 éléments retenus. Le résultat de 88,99 L/h imprimé sur le sujet repose sur la puissance de 1 035 W, issue du choix de 30 éléments.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Débit d'alimentation pour 29 éléments : environ 86,03 L/h.

7. Étude du fonctionnement d’une chaudière à condensation MOREA 2

L’exercice étudie la modulation d’une chaudière MOREA 2 et les échanges thermiques associés à la condensation. Il mobilise aussi les réglages de régulation, l’analyse de combustion sur diagramme et le calcul du rendement sur PCS.

Question 7-1. Indiquer la plage de puissance minimale et maximale du brûleur modulant.

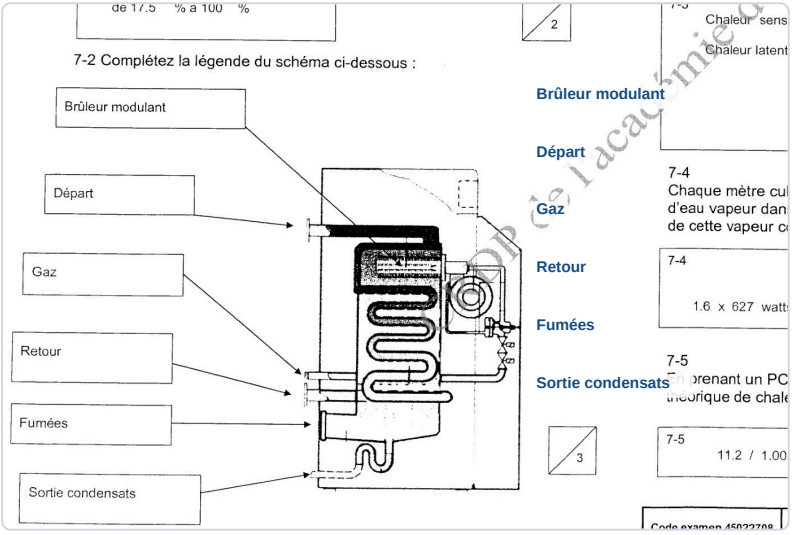
La puissance du brûleur modulant varie de 17,5 % à 100 % de sa puissance nominale.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Puissance minimale : 17,5 % ; maximale : 100 %.

Question 7-2. Compléter la légende du schéma de la chaudière en identifiant les éléments et les raccordements indiqués.

Le schéma identifie le brûleur modulant et les raccordements d’eau de départ et de retour, l’arrivée de gaz, l’évacuation des fumées et la sortie des condensats.

Légende du schéma de la chaudière MOREA 2



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Brûleur modulant ; départ ; gaz ; retour ; fumées ; sortie des condensats.

Question 7-3. Expliquer ce qu’une chaudière à condensation permet de récupérer par rapport à une chaudière traditionnelle à haut rendement.

La chaudière récupère la chaleur sensible en abaissant la température des fumées, ainsi que la chaleur latente libérée lorsque la vapeur d’eau contenue dans les fumées se condense.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Récupération de chaleur sensible et de chaleur latente de condensation.

Question 7-4. Calculer la puissance théorique disponible par condensation de la vapeur d'eau produite par la combustion d'un mètre cube de gaz naturel, à partir des données fournies.

Un mètre cube de gaz produit 1,6 litre de vapeur d'eau. Avec 627 W disponibles par litre condensé : **1,6 × 627 = 1 003,2 W**, soit 1,0032 kW.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance théorique : 1 003,2 W, soit 1,0032 kW par m³ de gaz.

Question 7-5. Calculer le pourcentage théorique de chaleur latente contenue dans les fumées à partir du PCS indiqué.

La chaleur latente rapportée au PCS représente : **(1,0032 ÷ 11,2) × 100 = 8,957 %**. La chaleur latente est donc une part du PCS, et non l'inverse.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Chaleur latente théorique : 8,96 % du PCS.

Question 7-6. Indiquer la valeur de la pente de régulation pour un plancher chauffant basse température.

Pour un plancher chauffant basse température, la pente de régulation indiquée est de 0,8.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pente de régulation : 0,8.

Question 7-7. Déterminer la température de départ correspondant à une température extérieure de -10 °C.

Pour une température extérieure de −10 °C, la température de départ indiquée sur le document est de 40 °C.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Température de départ : 40 °C.

Question 7-8. Indiquer la température moyenne des fumées en sortie de chaudière par rapport à la température de retour.

En sortie de chaudière, la température moyenne des fumées est de 5 à 10 °C supérieure à la température de retour.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Température des fumées : 5 à 10 °C au-dessus de la température de retour.

Question 7-9. Indiquer ce qui fait varier le débit de gaz au brûleur et permet la modulation de puissance.

La vitesse variable du ventilateur fait varier le débit de gaz au brûleur et permet ainsi la modulation de puissance.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La vitesse variable du ventilateur.

Question 7-10. Indiquer les quatre mesures à effectuer pour réaliser une analyse de combustion du gaz.

Les quatre mesures nécessaires à l'analyse de combustion sont :

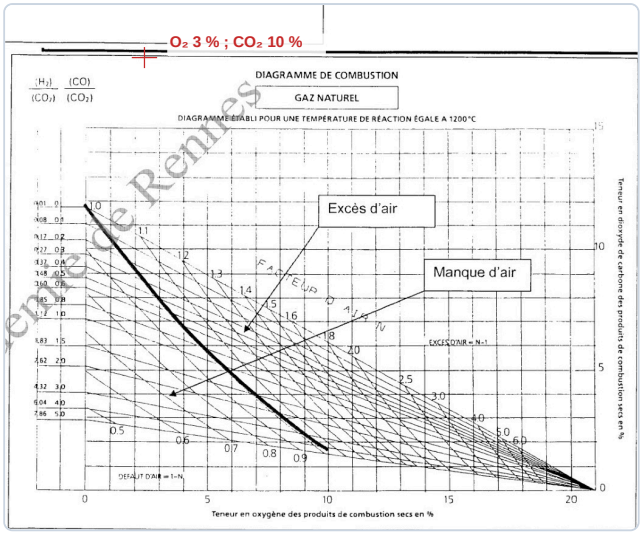
- la teneur en CO_2 ;
- la teneur en CO ;
- la température des fumées ;
- la température ambiante.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> CO_2, CO, température des fumées et température ambiante.

Question 7-11. Reporter sur le diagramme de combustion les teneurs en CO_2 et en O_2 indiquées.

Sur le diagramme, placer le point à l'intersection de 3 % d'O_2 en abscisse et de 10 % de CO_2 en ordonnée.

Point de mesure reporté sur le diagramme de combustion



Exemple de Rennes

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> O_2 = 3 % ; CO_2 = 10 %.

Question 7-12. Déterminer la valeur de l'excès d'air à partir des données de combustion.

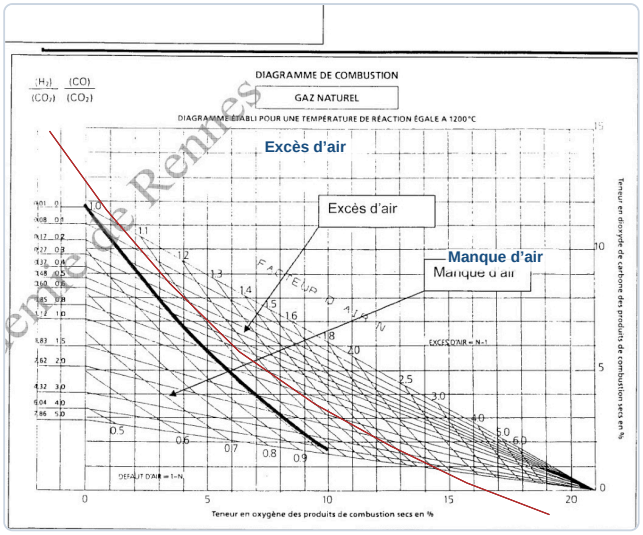
Le coefficient d'excès d'air est 1,15. La part au-dessus de l'air théorique vaut : **(1,15 − 1) × 100 = 15 %**.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Excès d'air : 15 %.

Question 7-13. Tracer sur le diagramme la courbe séparant les combustions en excès d'air et en manque d'air, repérer les deux zones par une légende, puis calculer le rendement sur PCS avec la formule de Siegert et les données fournies.

La courbe épaisse du diagramme sépare les domaines d'excès d'air et de manque d'air ; les deux zones sont repérées sur le schéma. Avec la formule de Siegert : **100 − [0,565 × (70 − 20) ÷ 10] = 97,175 %**, soit 97,18 % au centième.

Courbe séparatrice et zones du diagramme de combustion



Académie de Rennes

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement sur PCS : 97,18 %.

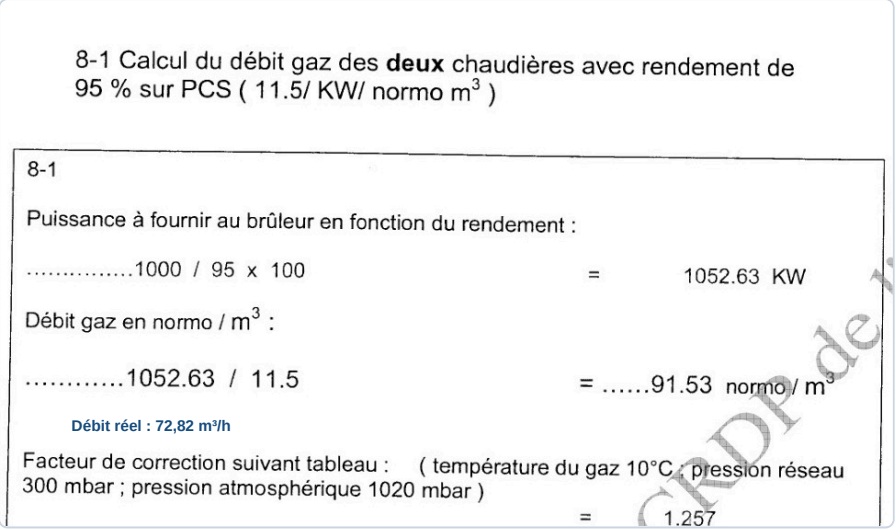
8. Étude du réseau gaz

L'étude dimensionne le réseau gaz d'une installation comportant deux chaudières et examine le volume tampon nécessaire. Les calculs portent sur le débit corrigé, les volumes de tuyauterie et de collecteur, le choix du diamètre et les règles d'assemblage.

Question 8-1. Calculer le débit de gaz des deux chaudières en tenant compte du rendement sur PCS, du pouvoir calorifique et du facteur de correction lié aux conditions de pression et de température, puis déterminer le débit réel.

Puissance à fournir : 1000 / 0,95 = 1052,63 kW. Débit normalisé : 1052,63 / 11,5 = 91,53 Nm³/h. En appliquant le facteur de correction 1,257 : 91,53 / 1,257 = 72,82 m³/h réels, arrondis au centième.

Débit gaz calculé


8-1 Calcul du débit gaz des **deux** chaudières avec rendement de 95 % sur PCS (11.5/ KW/ normo m^3)

8-1

Puissance à fournir au brûleur en fonction du rendement :

.....1000 / 95 x 100 = 1052.63 KW

Débit gaz en normo / m^3 :

.....1052.63 / 11.5 = ...91.53 normo / m^3

Débit réel : 72,82 m³/h

Facteur de correction suivant tableau : (température du gaz 10°C ; pression réseau 300 mbar ; pression atmosphérique 1020 mbar)

= 1.257

✓ RÉPONSE À RETENIR

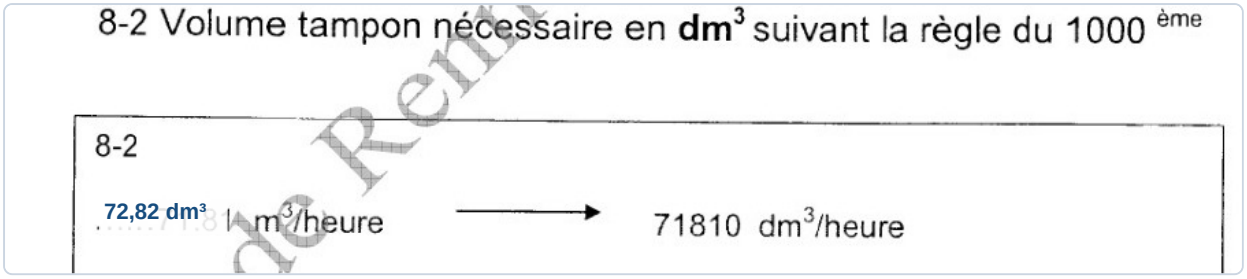
Débit normalisé : 91,53 Nm³/h. Débit réel : 72,82 m³/h.

Question 8-2. Calculer le volume tampon nécessaire en dm³ en appliquant la règle du 1000 à la puissance de l'installation.

Étape	Calcul	Résultat
Conversion en dm³/h	72,82 × 1000	72 820 dm³/h
Règle du 1000	72 820 / 1000	72,82 dm³

Le volume tampon requis est obtenu en divisant le débit réel exprimé en dm³/h par 1000.

Volume tampon nécessaire



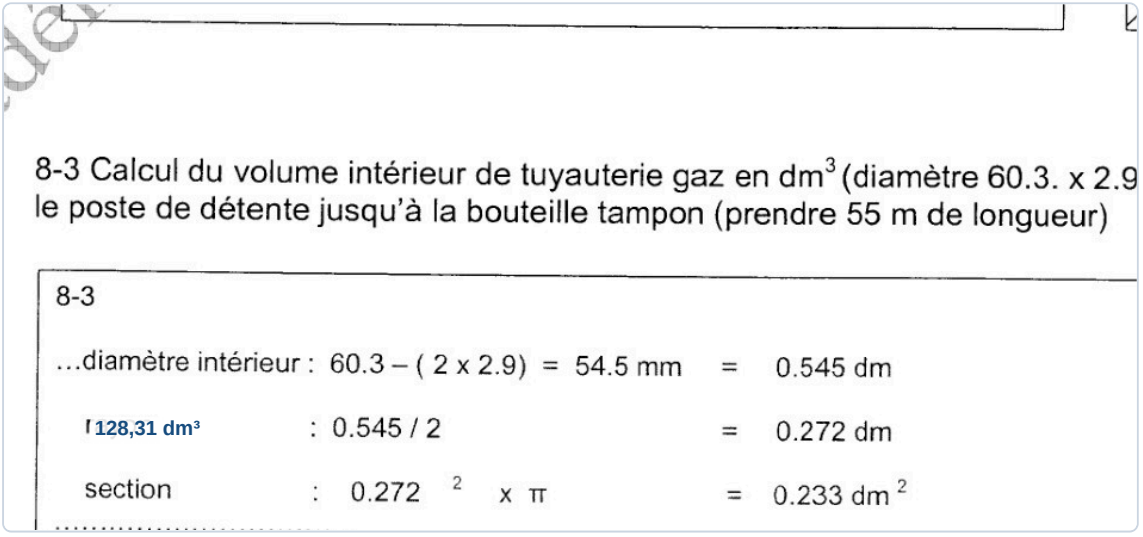
✓ RÉPONSE À RETENIR

Volume tampon nécessaire : 72,82 dm³.

Question 8-3. Calculer le volume intérieur de la tuyauterie gaz entre le poste de détente et la bouteille tampon à partir du diamètre et de la longueur indiqués.

Le diamètre intérieur est 60,3 − 2 × 2,9 = 54,5 mm, soit 0,545 dm. Le rayon vaut 0,2725 dm et la longueur de 55 m correspond à 550 dm. Le volume cylindrique est donc π × 0,2725² × 550 = 128,31 dm³.

Volume intérieur de la tuyauterie



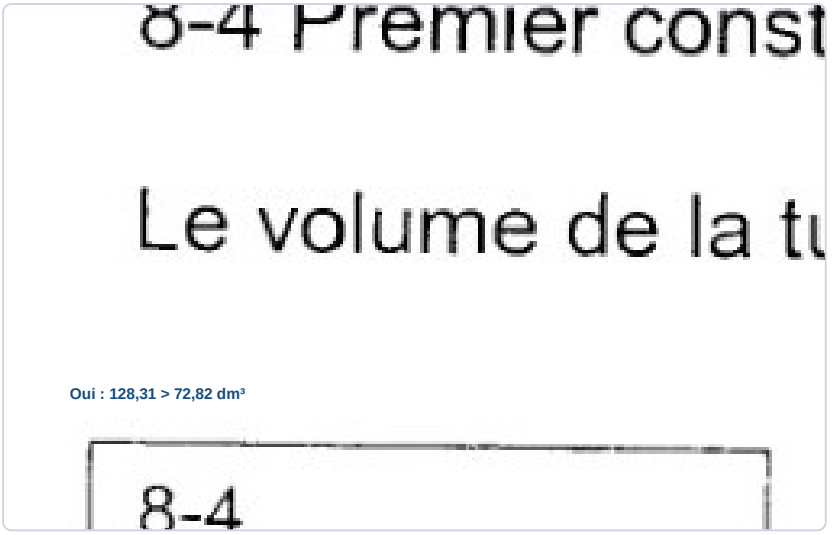
✓ RÉPONSE À RETENIR

Volume intérieur de la tuyauterie : 128,31 dm³.

Question 8-4. Indiquer si le volume de la tuyauterie calculé est suffisant pour être utilisé comme volume tampon.

La tuyauterie contient 128,31 dm³, alors que le volume tampon nécessaire est de 72,82 dm³. Son volume intérieur est donc suffisant pour assurer cette fonction.

Constat sur la tuyauterie



✓ RÉPONSE À RETENIR

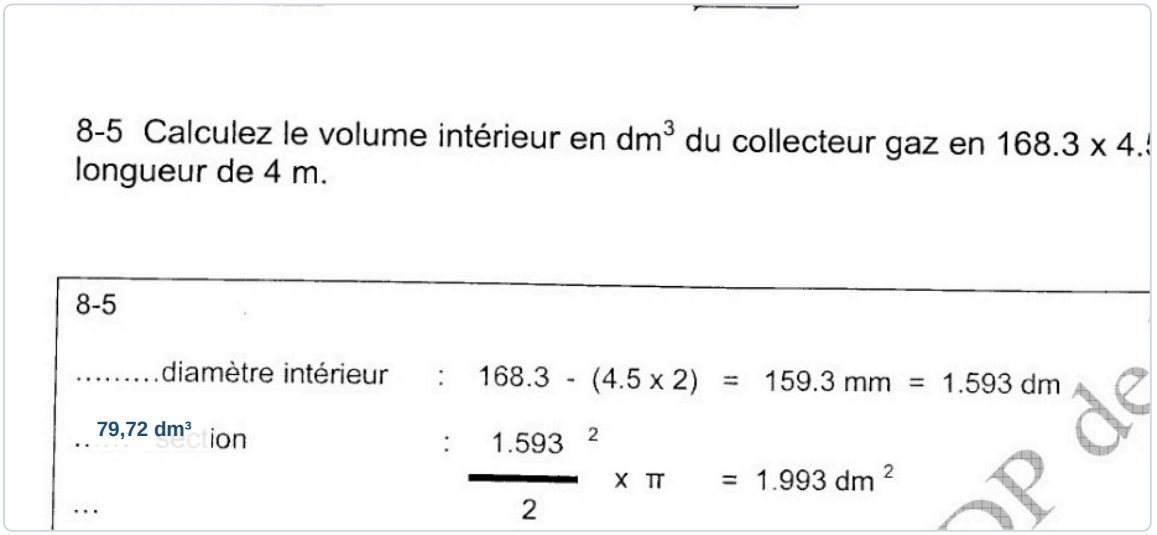
Oui : 128,31 dm³ disponibles pour 72,82 dm³ requis.

Question 8-5. Calculer le volume intérieur du collecteur gaz de diamètre 168,3 x 4,5 mm sur une longueur de 4 m.

Grandeur	Calcul	Résultat
Diamètre intérieur	168,3 − 2 × 4,5	159,3 mm = 1,593 dm
Rayon intérieur	1,593 / 2	0,7965 dm
Volume sur 4 m	π × 0,7965² × 40	79,72 dm³

La longueur est convertie en 40 dm pour obtenir le volume en dm³.

Volume du collecteur



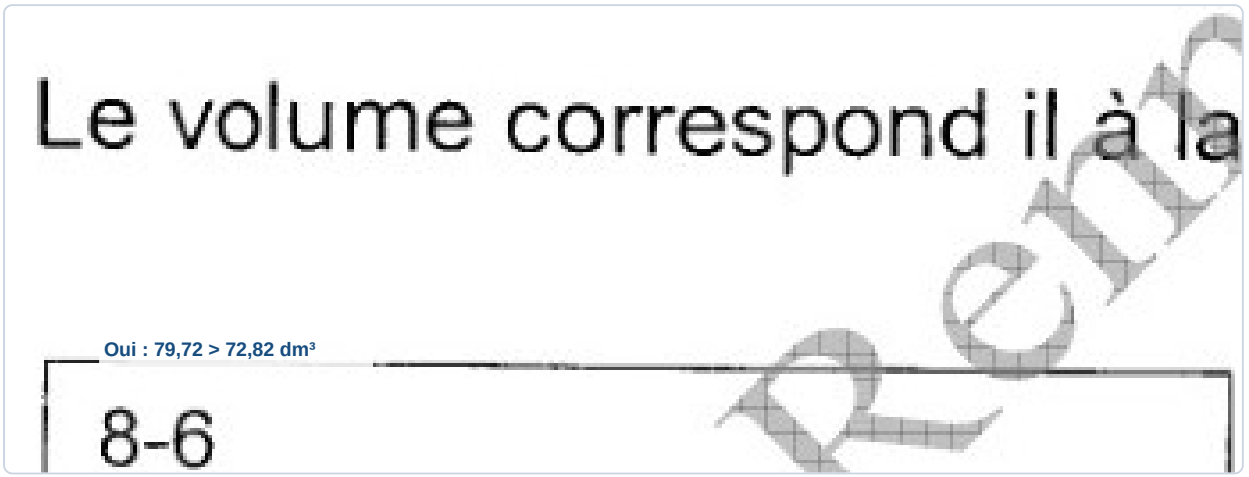
✓ RÉPONSE À RETENIR

Volume intérieur du collecteur : 79,72 dm³.

Question 8-6. Indiquer si le volume calculé du collecteur correspond à la capacité tampon nécessaire.

Le collecteur contient 79,72 dm³, contre 72,82 dm³ nécessaires. Il possède donc, à lui seul, la capacité tampon requise.

Constat sur le collecteur



✓ RÉPONSE À RETENIR

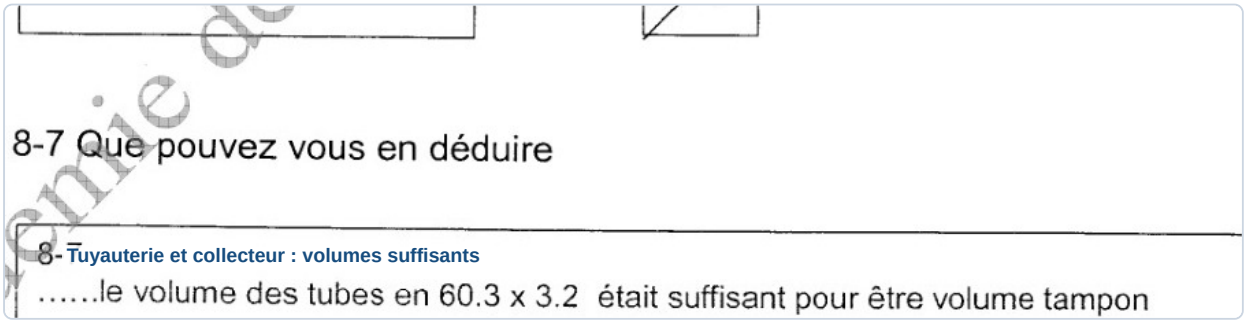
Oui : 79,72 dm³ disponibles pour 72,82 dm³ requis.

Question 8-7. Déduire des constats précédents si les volumes de tuyauterie et de collecteur permettent d'assurer la fonction de volume tampon.

1. La tuyauterie retenue, en 60,3 × 3,2 mm sur 55 m, contient environ 125,50 dm³.
2. Le collecteur contient 79,72 dm³.

Chacun de ces volumes dépasse les 72,82 dm³ requis : tuyauterie et collecteur peuvent donc assurer séparément la fonction de volume tampon.

Conclusion sur les volumes tampons



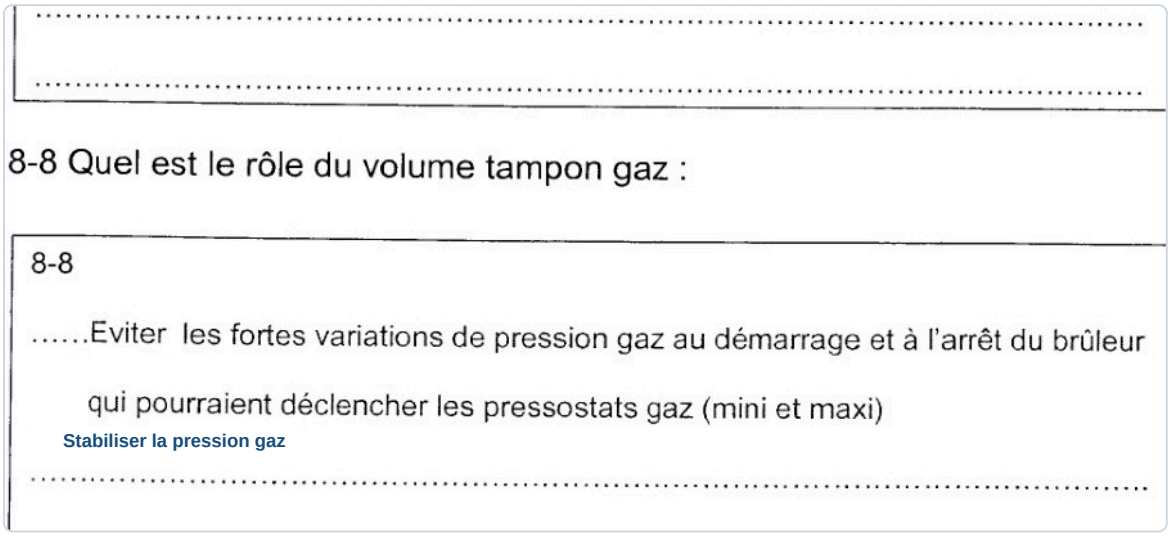
✓ RÉPONSE À RETENIR

La tuyauterie retenue et le collecteur ont chacun un volume suffisant pour assurer le tampon gaz.

Question 8-8. Expliquer le rôle du volume tampon gaz dans le fonctionnement de l'installation.

Le volume tampon amortit les variations de pression dues au démarrage et à l'arrêt du brûleur. Il stabilise l'alimentation en gaz et évite les déclenchements intempestifs des pressostats gaz mini et maxi.

Rôle du volume tampon gaz



✓ RÉPONSE À RETENIR

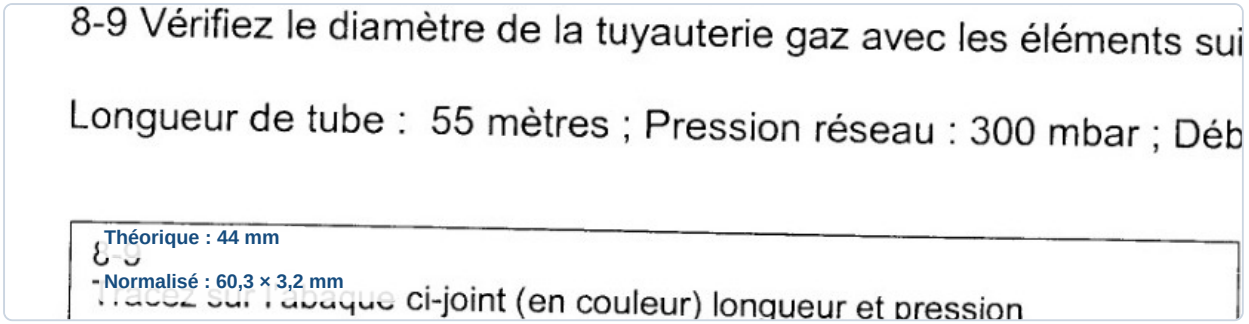
Il stabilise la pression gaz et évite le déclenchement des pressostats lors des démarrages et arrêts.

Question 8-9. Vérifier le diamètre de la tuyauterie gaz à l'aide de l'abaque, de la longueur, de la pression du réseau et du débit indiqués, puis choisir le diamètre normalisé en acier noir.

Donnée	Valeur
Longueur	55 m
Pression réseau	300 mbar
Débit	72 m³/h
Diamètre théorique lu sur l'abaque	44 mm
Diamètre normalisé acier noir	60,3 × 3,2 mm

La lecture de l'abaque avec la longueur, la pression et le débit indiqués donne le diamètre théorique, puis le diamètre normalisé est choisi.

Résultat de lecture de l’abaque



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Diamètre théorique : 44 mm. Diamètre normalisé : 60,3 × 3,2 mm.

Question 8-10. Indiquer le mode d’assemblage à utiliser pour les tubes en acier noir de cette installation gaz.

Pour cette installation gaz en acier noir, les tubes sont assemblés par soudure oxyacétylénique.

Mode d’assemblage gaz



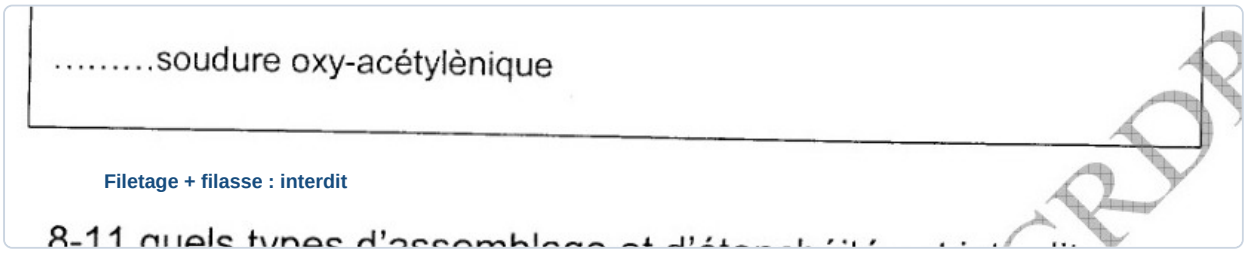
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Assemblage par soudure oxyacétylénique.

Question 8-11. Indiquer le type d’assemblage et d’étanchéité interdit pour une installation gaz en acier noir.

L’assemblage fileté avec étanchéité à la filasse est interdit pour le gaz sur acier noir.

Assemblage interdit



✓ RÉPONSE À RETENIR

Filetage avec étanchéité à la filasse : interdit.

9. Étude des équipements de chaufferie

Cette partie porte sur les fonctions d'équipements repérés sur le schéma de principe, dont un dispositif de filtration et un système de maintien de pression. Elle traite aussi du fonctionnement d'un adoucisseur d'eau et demande de compléter la légende de son schéma.

Question 9-1. Expliquer le rôle de l'équipement numéro 6 sur le schéma de principe.

L'équipement n° 6 filtre le fluide caloporteur et piège les particules qui y circulent. Il retient notamment les particules magnétiques, comme les oxydes de fer et les limailles, ainsi que les boues et autres impuretés. Cette filtration limite l'encrassement et protège les organes du circuit, notamment les chaudières et les circulateurs.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Le n° 6 piège les particules magnétiques, les boues et les impuretés du fluide caloporteur.

Question 9-2. Expliquer le rôle de l'équipement numéro 7 sur le schéma de principe.

L'équipement n° 7 assure le maintien de pression de l'installation, fonction liée à l'expansion du fluide. Il assure également le remplissage et l'appoint d'eau du circuit, en remplacement du disconnecteur mentionné dans le corrigé du sujet. Son fonctionnement est automatique : les déverseurs interviennent lorsque la pression augmente, tandis que les pompes immergées assurent l'appoint lorsque la pression baisse.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Le n° 7 assure le maintien de pression, le remplissage et l'appoint d'eau du circuit.

Question 9-3. Indiquer à quel moment les déverseurs de l'équipement numéro 7 s'ouvrent.

Les déverseurs s'ouvrent lors d'une élévation de la température du fluide, qui entraîne une augmentation de la pression dans le circuit. Ils interviennent lorsque cette pression atteint leur seuil de réglage afin de limiter sa hausse. La réponse attendue porte donc sur l'augmentation de température et de pression, sans qu'il soit nécessaire d'ajouter une valeur de consigne absente du schéma fourni.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Ils s'ouvrent lorsque l'élévation de température provoque une hausse de la pression.

Question 9-4. Indiquer à quel moment les pompes immergées de l'équipement numéro 7 se mettent en route.

Les pompes immergées se mettent en route lorsque la température du fluide baisse et que la pression du circuit diminue. Elles permettent alors de rétablir la pression par un appoint d'eau. La réponse attendue est donc le lien entre le refroidissement du fluide et la baisse de pression, sans préciser de seuil chiffré qui n'est pas indiqué sur le document.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Elles démarrent lors d'une baisse de température entraînant une baisse de pression.

Question 9-5. Relever le type de l'adoucisseur et le volume de résine.

La référence inscrite sur le document réponse est « CILLIT Rubis Volumo 45 ». Il faut relever cette désignation telle qu'elle apparaît. Le chiffre 45 correspond à la capacité de résine indiquée pour l'adoucisseur, exprimée en litres. La réponse associe donc la marque et le type de l'appareil à son volume de résine, sans modifier la référence du modèle.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Adoucisseur CILLIT Rubis Volumo 45 : volume de résine de 45 L.

Question 9-6. Expliquer le rôle des résines dans l'adoucisseur.

Les résines adoucissent l'eau par échange d'ions. Elles captent les ions calcium et magnésium, responsables de la dureté, et les remplacent par des ions sodium. En fonctionnement, les résines se chargent progressivement en calcium et magnésium. Lorsqu'elles sont saturées, elles doivent être régénérées avec la saumure préparée à partir du chlorure de sodium du bac à sel.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les résines échangent les ions calcium et magnésium de l'eau contre des ions sodium.

Question 9-7. Expliquer le rôle du chlorure de sodium contenu dans le bac à sel.

Le chlorure de sodium du bac à sel permet de préparer la saumure utilisée pour régénérer les résines. Cette régénération intervient lorsque les résines sont saturées en ions calcium et magnésium. La saumure leur restitue des ions sodium et permet ainsi de rétablir leur capacité d'échange pour poursuivre l'adoucissement de l'eau.

✓ RÉPONSE À RETENIR

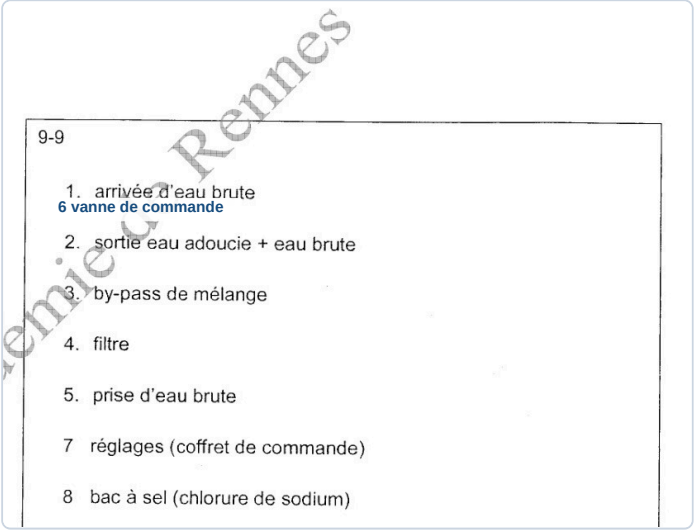
Le chlorure de sodium sert à régénérer les résines saturées en calcium et magnésium.

Question 9-9. Compléter la légende du schéma de l'adoucisseur en associant les repères aux éléments et raccordements indiqués.

Compléter le repère manquant 6 dans la légende : il désigne la vanne de commande de l'adoucisseur. Les autres repères sont repris ci-dessous conformément au schéma. Le visuel ajoute le repère 6 sur la ligne laissée vide entre les repères 5 et 7 de la légende originale.

Repère	Élément ou raccordement
1	Arrivée d’eau brute
2	Sortie eau adoucie et eau brute
3	By-pass de mélange
4	Filtre
5	Prise d’eau brute
6	Vanne de commande de l’adoucisseur
7	Réglages, coffret de commande
8	Bac à sel, chlorure de sodium
9	Évacuation de l’eau de régénération
10	Trop-plein du bac à sel
11	Bouteille de résine
12	Siphon vers égout
13	Prise d’eau adoucie

Repère 6 ajouté à la légende de l’adoucisseur



✓ RÉPONSE À RETENIR

1 arrivée d’eau brute ; 2 sortie adoucie et brute ; 3 by-pass de mélange ; 4 filtre ; 5 prise d’eau brute ; 6 vanne de commande ; 7 coffret de commande ; 8 bac à sel ; 9 évacuation de régénération ; 10 trop-plein ; 11 bouteille de résine ; 12 siphon vers égout ; 13 prise d’eau adoucie.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2009)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve E.1 du B.P. Monteur en installations de génie climatique, session 2009, porte le code 45022708 et dure 5 h 30, coefficient 4. Consacrée à la rénovation d'une chaufferie, elle évalue la lecture de plans, le dimensionnement des réseaux hydrauliques et gaz, les calculs thermiques, l'analyse d'une chaudière à condensation et l'identification des équipements.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le débit d'eau se calcule par Q = P / (1,163 × ΔT), avec P en kW, ΔT en °C et Q en m³/h.
- Pour une couche homogène, R = e / λ ; le coefficient surfacique s'obtient par U = 1 / R totale.
- Le nombre d'éléments d'un radiateur dépend de sa puissance unitaire lue dans la notice pour le modèle et l'écart de température considérés.
- La chaudière à condensation récupère de la chaleur sensible et latente des fumées en abaissant leur température.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les unités à chaque étape, notamment les conversions entre mm, dm, m³/h et dm³.
- Sur un abaque, tracer les grandeurs demandées proprement et conserver les traits de construction.
- Pour les plans isométriques, respecter les couleurs conventionnelles, le sens du fluide et le schéma de principe.
- Présenter les calculs avec la formule, les valeurs substituées, les unités et un résultat arrondi de façon cohérente.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le débit d'eau à partir de la puissance et du régime de température ?

Calculez d'abord ΔT en soustrayant la température de retour à celle de départ. Appliquez ensuite Q = P / (1,163 × ΔT), avec P en kW. Le résultat est en m³/h ; indiquez les unités dans les étapes.

Q : Comment vérifier le coefficient U d'une paroi multicouche ?

Calculez chaque résistance avec R = e / λ, en exprimant l'épaisseur en mètres. Additionnez les résistances des couches et les résistances superficielles fournies, puis calculez U = 1 / R totale.

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

L'épreuve comporte neuf thèmes, notés sur 200 points au total. Repérez d'abord les tâches et les documents, puis répartissez le temps selon les points et la difficulté. Gardez une réserve pour vérifier les calculs et les schémas.

Q : Quels critères de présentation faut-il respecter pour les schémas et les abaques ?

Les tracés doivent être lisibles et respecter les conventions graphiques, les couleurs et le sens du fluide. Conservez les traits de construction lorsqu'ils sont demandés et accompagnez les calculs d'unités et de résultats clairement repérés.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bp-genie-climatique.fr/assets/annales/bp-genie-climatique/U10 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation/2009/BP Génie Climatique - U10 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation - Session 2009 - 3-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.