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

E1 : Etude, préparation et suivi d'une réalisation - unité 10

Session 2014 • Code sujet : **45022708** • Durée : **5 h 30** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Lecture de plan** (4 questions) — **Page 3**
2. **Chauffage au bois** (4 questions) — **Page 6**
3. **Chauffage au gaz** (5 questions) — **Page 9**
4. **Vérifications des puissances calorifiques** (4 questions) — **Page 12**
5. **Raccordement de l'échangeur** (5 questions) — **Page 15**
6. **Étude du circulateur** (7 questions) — **Page 19**
7. **Traitement d'air** (10 questions) — **Page 22**
8. **Traitement d'eau** (7 questions) — **Page 28**
9. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 31**

Sujet officiel (PDF) : https://bp-genie-climatique.fr/assets/annales/bp-genie-climatique/U10 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation/2014/BP Génie Climatique - U10 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation - Session 2014 - 1-Sujet.pdf

1. Lecture de plan

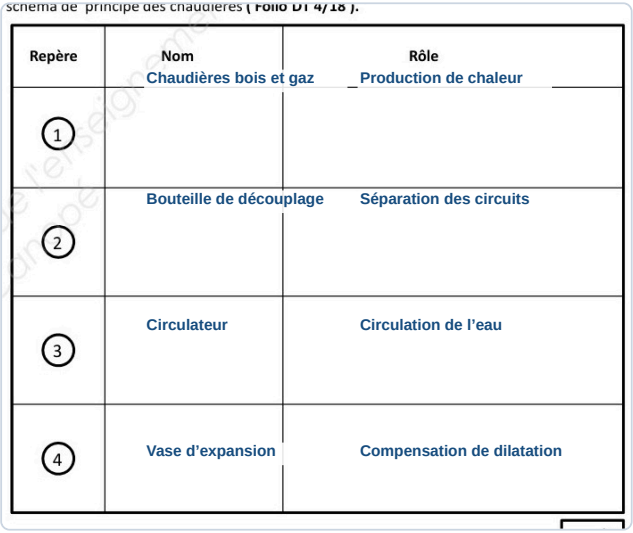
À partir des schémas de principe des chaudières et du circuit de chauffage, le candidat identifie les organes repérés, leurs fonctions et le rôle de deux organes dessinés au même repère. Il complète aussi le raccordement bitube de trois radiateurs et indique le sens de circulation du fluide caloporteur.

Question 1-1. Compléter le tableau en identifiant les éléments numérotés de 1 à 4 sur le schéma de principe des chaudières, puis indiquer le nom et le rôle de chacun.

Le schéma de principe associe les deux générateurs de chaleur à des organes assurant le transfert et la circulation de l'eau. La bouteille sépare hydrauliquement le circuit des chaudières du circuit de distribution. Le circulateur met l'eau en mouvement dans le réseau. Le vase d'expansion absorbe les variations de volume dues aux changements de température et limite ainsi les variations de pression.

Repère	Nom	Rôle
1	Chaudières bois et gaz	Produire la chaleur pour l'installation.
2	Bouteille de découplage	Séparer les circuits primaire et secondaire.
3	Circulateur	Faire circuler l'eau dans le réseau.
4	Vase d'expansion	Compenser la dilatation de l'eau.

Tableau des organes complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

1 : chaudières bois et gaz. 2 : bouteille de découplage. 3 : circulateur. 4 : vase d'expansion.

Question 1-2. Préciser pourquoi deux éléments sont dessinés au repère 1 sur le schéma de principe des chaudières.

Les deux éléments du repère 1 sont les deux chaudières représentées sur le schéma : une chaudière à bois et une chaudière au gaz. Elles constituent deux générateurs distincts de l'installation et alimentent le réseau de chauffage. La présence des deux appareils permet de disposer de deux sources de production de chaleur; leur

fonctionnement et leur répartition dépendent de la régulation prévue pour l'installation.

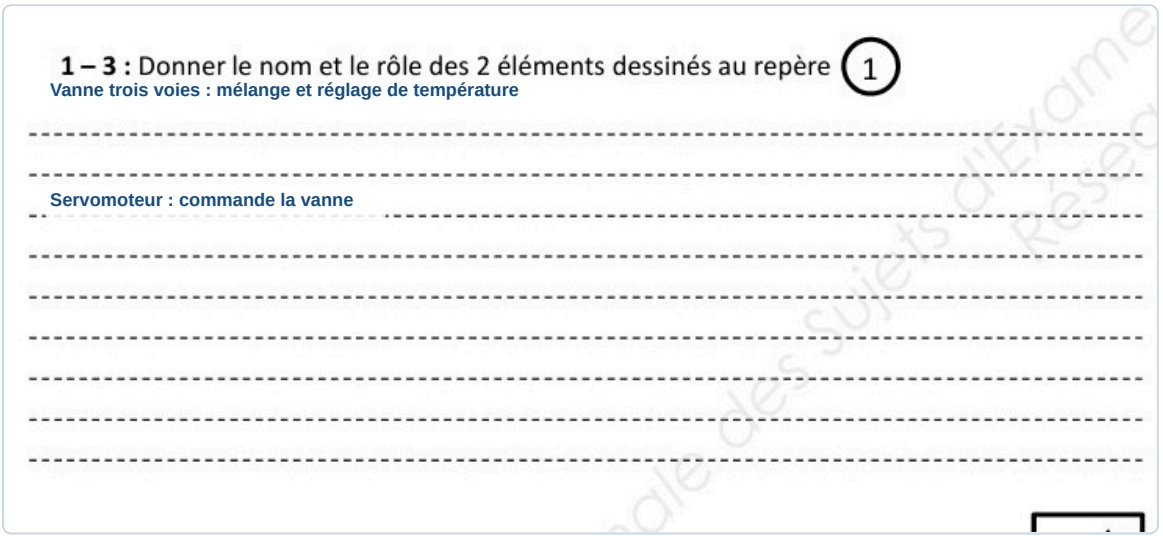
✓ RÉPONSE À RETENIR

Le repère 1 montre les deux générateurs de l'installation : une chaudière à bois et une chaudière au gaz.

Question 1-3. Sur le schéma du circuit de chauffage des radiateurs, donner le nom et le rôle des deux éléments dessinés au repère 1.

Le repère 1 entoure deux organes montés ensemble sur la conduite de départ : la vanne trois voies et son servomoteur. La vanne mélange une partie de l'eau chaude du départ avec l'eau plus froide du retour. Elle module ainsi la température envoyée aux radiateurs. Le servomoteur déplace la vanne selon la commande de régulation. L'ensemble adapte la puissance de chauffage aux besoins du circuit.

Réponse au repère 1



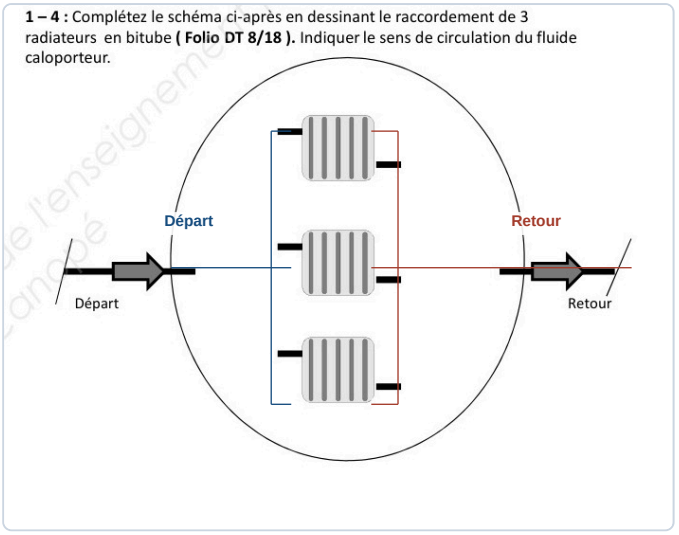
✓ RÉPONSE À RETENIR

Vanne trois voies : mélange départ et retour pour régler la température. Servomoteur : commande l'ouverture de la vanne.

Question 1-4. Compléter le schéma en dessinant le raccordement de trois radiateurs en bitube et indiquer le sens de circulation du fluide caloporteur.

Le raccordement bitube comporte deux collecteurs indépendants : un départ et un retour. Chaque radiateur est raccordé en parallèle entre ces deux conduites, et non en série avec le radiateur suivant. L'eau chaude arrive par le départ et entre dans chaque radiateur par son piquage gauche; elle ressort par le piquage droit et rejoint le collecteur de retour. Les flèches préimprimées indiquent le sens général de circulation.

Raccordement bitube des trois radiateurs



✓ RÉPONSE À RETENIR

Raccorder les trois radiateurs en parallèle entre les collecteurs : départ vers chaque radiateur, puis retour vers le collecteur de retour.

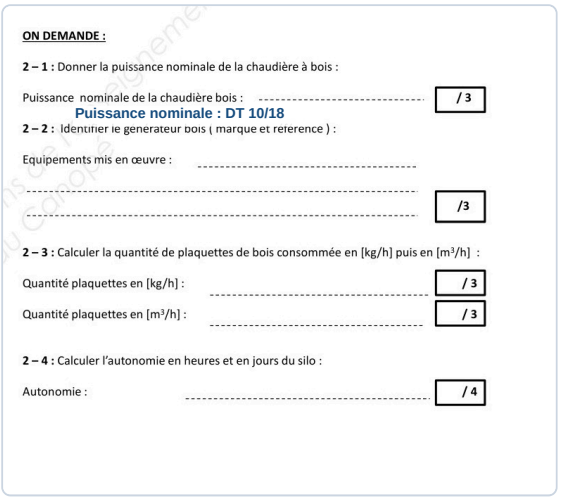
2. Chauffage au bois

Le candidat étudie la chaudière à bois prévue pour le complexe de piscine à partir d'un extrait du CCTP et d'un formulaire de calcul. Il identifie le générateur, calcule la consommation de plaquettes et estime l'autonomie du silo à pleine puissance en fonctionnement permanent.

Question 2-1. Donner la puissance nominale de la chaudière à bois.

La puissance demandée est la puissance nominale indiquée dans le CCTP de la chaudière à bois (DT 10/18). Relever cette valeur en kW et la reporter sur la ligne 2-1. Il s'agit de la puissance utile nominale du générateur, à distinguer de la puissance absorbée par le combustible. Le formulaire de calcul DT 12/18 ne remplace pas cette donnée du CCTP.

Réponse 2-1 sur la ligne dédiée



ON DEMANDE :

2 – 1 : Donner la puissance nominale de la chaudière à bois :

Puissance nominale de la chaudière bois : ---------- / 3

Puissance nominale : DT 10/18

2 – 2 : Identifier le generateur bois (marque et reference) :

Equipements mis en œuvre : ----------

---------- /3

2 – 3 : Calculer la quantité de plaquettes de bois consommée en [kg/h] puis en [m³/h] :

Quantité plaquettes en [kg/h] : ---------- / 3

Quantité plaquettes en [m³/h] : ---------- / 3

2 – 4 : Calculer l'autonomie en heures et en jours du silo :

Autonomie : ---------- / 4

✓ RÉPONSE À RETENIR

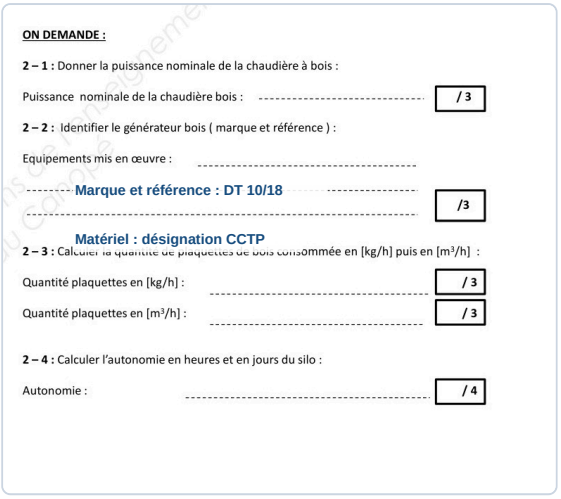
Puissance nominale : valeur en kW indiquée pour la chaudière bois au CCTP DT 10/18.

Question 2-2. Identifier le générateur bois en donnant sa marque et sa référence, et nommer le matériel mis en œuvre.

La désignation complète du générateur se relève dans l'extrait du CCTP DT 10/18. Reporter la marque et la référence, puis nommer le matériel installé. Ne pas confondre le générateur avec le combustible ou le silo.

Réponse à reporter	Source
Marque et référence	CCTP DT 10/18
Matériel mis en œuvre	Désignation du générateur au CCTP

Réponse 2-2 sur les lignes dédiées



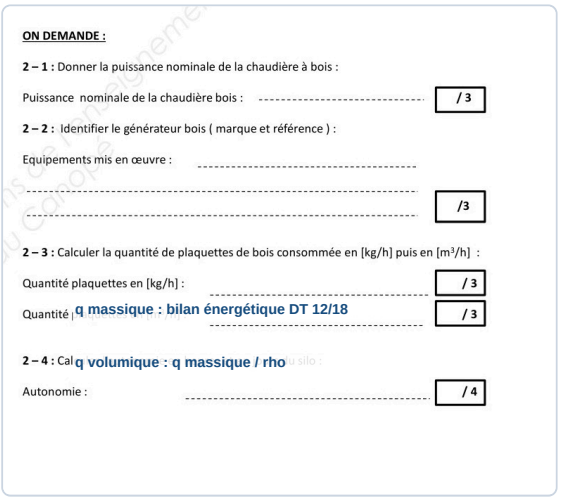
✓ RÉPONSE À RETENIR

Marque, référence et désignation du générateur : celles indiquées au CCTP DT 10/18.

Question 2-3. Calculer la quantité de plaquettes de bois consommée en kg/h puis en m³/h.

À pleine puissance, appliquer le bilan énergétique donné par le formulaire DT 12/18 : le débit massique de plaquettes est obtenu en rapportant la puissance utile à l'énergie utile fournie par kilogramme de combustible. Avec le PCI en kWh/kg et le rendement eta, utiliser q_m=P_n/(PCIeta), en kg/h. Puis calculer le débit volumique par q_v=q_m/rho, où rho est la masse volumique apparente en kg/m³. Arrondir au dixième et indiquer les unités.

Calculs à reporter pour les débits de plaquettes



✓ RÉPONSE À RETENIR

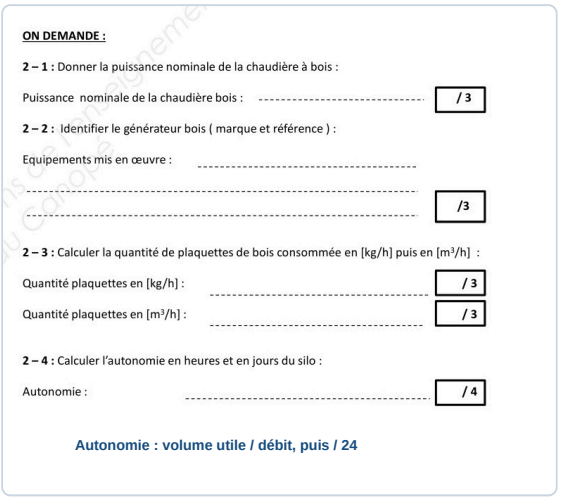
Débit massique : P_n/(PCIeta) kg/h ; débit volumique : q_m/rho m³/h, avec les données DT 10/18 et DT 12/18.

Question 2-4. Calculer l’autonomie en heures et en jours du silo plein, à pleine puissance et en fonctionnement permanent.

1. Calculer l’autonomie en heures en divisant le volume utile du silo plein par le débit volumique de plaquettes obtenu en 2-3.
2. Convertir en jours en divisant la durée en heures par 24.

Utiliser le volume utile du silo indiqué au CCTP et le débit calculé à pleine puissance. Le résultat correspond à un fonctionnement continu, sans interruption ni réserve supplémentaire.

Calcul de l’autonomie du silo



ON DEMANDE :

2 – 1 : Donner la puissance nominale de la chaudière à bois :

Puissance nominale de la chaudière bois : ---------- / 3

2 – 2 : Identifier le générateur bois (marque et référence) :

Equipements mis en œuvre : ----------

---------- /3

2 – 3 : Calculer la quantité de plaquettes de bois consommée en [kg/h] puis en [m³/h] :

Quantité plaquettes en [kg/h] : ---------- / 3

Quantité plaquettes en [m³/h] : ---------- / 3

2 – 4 : Calculer l’autonomie en heures et en jours du silo :

Autonomie : ---------- / 4

Autonomie : volume utile / débit, puis / 24

✓ RÉPONSE À RETENIR

Autonomie : volume utile du silo ÷ débit volumique en h ; durée en h ÷ 24 en jours.

3. Chauffage au gaz

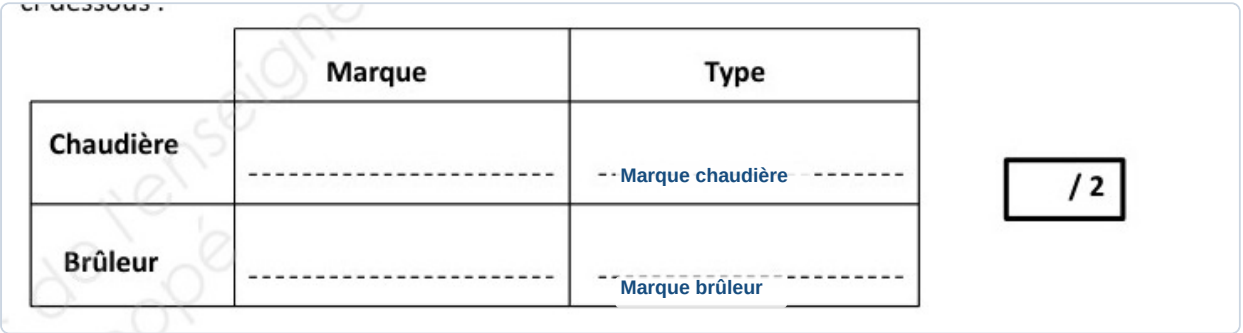
L'étude porte sur la chaudière et le brûleur à gaz du complexe, à partir d'un extrait du CCTP et d'un formulaire de calcul. Le candidat identifie les équipements et calcule la puissance absorbée, le débit de gaz et la capacité totale du volume tampon selon la loi du millième.

Question 3-1. Compléter le tableau en identifiant la marque et le type de la chaudière ainsi que ceux du brûleur.

Reporter les quatre désignations du CCTP DT 11/18 dans le tableau : la marque et le type de la chaudière, puis la marque et le type du brûleur. Conserver les références telles qu'elles sont écrites dans le descriptif, sans confondre la marque avec le modèle.

Appareil	Marque	Type
Chaudière	Selon DT 11/18	Selon DT 11/18
Brûleur	Selon DT 11/18	Selon DT 11/18

Identification des appareils



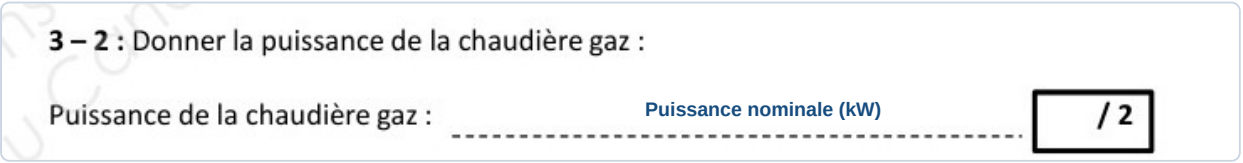
✓ RÉPONSE À RETENIR

Chaudière et brûleur : marques et types indiqués dans le CCTP DT 11/18.

Question 3-2. Donner la puissance de la chaudière à gaz.

Lire dans le CCTP DT 11/18 la puissance nominale de la chaudière à gaz et la reporter avec son unité. Cette puissance correspond à la donnée nécessaire pour déterminer la puissance absorbée du brûleur à la question 3-3. La conserver en kW pour les calculs suivants.

Puissance de la chaudière



✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance chaudière gaz : valeur nominale du CCTP DT 11/18, en kW.

Question 3-3. Calculer la puissance absorbée par le brûleur à gaz en fonction de son rendement.

La puissance absorbée tient compte des pertes : elle est égale à la puissance utile de la chaudière divisée par le rendement. Relever le rendement dans les données techniques, puis le convertir en nombre décimal s'il est donné en pourcentage. Effectuer le calcul et arrondir au dixième, comme demandé.

$P_{abs} = P_{chaudière}/\eta$, avec $\eta = \eta_{\%}/100$.

Calcul de la puissance absorbée

3 – 3 : Calculer la puissance absorbée du brûleur gaz en fonction du rendement :

Puissance brûleur gaz : Pabs = Pchaudière / η / 3

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance absorbée du brûleur : $P_{abs} = P_{chaudière}/\eta$, en kW.

Question 3-4. Calculer le débit de gaz.

Calculer le débit de gaz en divisant la puissance absorbée trouvée en 3-3 par le pouvoir calorifique du gaz indiqué dans le formulaire DT 12/18. Avec une puissance en kW et un pouvoir calorifique en kWh/m³, le résultat s'exprime en m³/h. Arrondir au dixième et préciser l'unité.

$\dot{V}_{gaz} = P_{abs}/PCI$.

Calcul du débit de gaz

3 – 4 : Calculer le débit de gaz :

Débit gaz : Vgaz = Pabs / PCI / 3

✓ RÉPONSE À RETENIR

Débit de gaz : $\dot{V}_{gaz} = P_{abs}/PCI$, en m³/h.

Question 3-5. Calculer la capacité totale du volume tampon suivant la loi du millième.

Appliquer la loi du millième à la puissance nominale de la chaudière. En unités usuelles, le volume tampon en litres est égal à la puissance en watts divisée par 1 000, soit la valeur de la puissance en kilowatts exprimée en litres. Indiquer la capacité totale en litres et arrondir au dixième si nécessaire.

$V_{tampon}[L] = P_{chaudière}[W]/1000$.

Capacité du volume tampon

3 – 5 : Calculer la capacité totale du volume tampon suivant la loi du millième :

Capacité totale : V (L) = P (W) / 1 000 ---------- / 2

✓ RÉPONSE À RETENIR

Capacité totale du volume tampon : puissance chaudière en kW, exprimée en litres selon la loi du millième.

4. Vérifications des puissances calorifiques

Le candidat vérifie les besoins de chauffage de l'eau du bassin de natation à partir des caractéristiques des bassins et des propriétés physiques de l'eau. Il complète un bilan énergétique, détermine une puissance d'échangeur et des temps de remplissage, puis identifie un élément au niveau de la pompe P05.

Question 4-1. Compléter le tableau du bassin de natation en déterminant la température d'eau, l'écart de température, la masse volumique, le volume et la masse d'eau, la quantité d'énergie, les temps de réchauffage en heures et en secondes, ainsi que la puissance nécessaire.

Le document donne la température d'entrée de 10 °C. Les autres caractéristiques du bassin nécessaires aux valeurs numériques sont celles du DT 13/18. Le bilan se complète avec les relations suivantes :

Grandeur	Relation à appliquer
Température d'eau	Valeur du bassin
Écart de température	Température d'eau - 10
Masse volumique	Valeur de l'eau
Volume et masse d'eau	Volume du bassin ; masse = masse volumique × volume
Énergie	Q = masse × 4,18 × écart de température
Temps et puissance	Temps = Q / puissance ; puissance = Q / temps

Convertir le temps en heures en divisant les secondes par 3 600.

Bilan énergétique du bassin

Température d'entrée [°C]	10	Entrée : 10 °C			
Température d'eau [°C]	---------	/0,5	Quantité d'énergie (en [kJ])	---------	/1,5
Delta Température [°C]	---------	/0,5	Temps de réchauffage (en [h])	---------	/0,5
Masse volumique [kg/m³]	---------	/0,5	M = ρ × V Temps de réchauffage (en [s])	---------	/0,5
Volume d'eau [m³]	---------	/0,5	Puissance nécessaire	---------	/1
Masse d'eau [kg]	---------	/0,5	Q = M × 4,18 × ΔT		

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Température d'entrée : 10 °C. Les autres valeurs du tableau se déterminent avec les caractéristiques du bassin et les relations indiquées.

Question 4-2. Donner la puissance prévisionnelle minimale de l'échangeur à partir des données techniques indiquées.

La valeur de 160 kW est explicitement imposée à la question 4-3 pour le calcul du temps de remplissage en maintenant la température de l'eau. Elle donne la puissance utilisée dans ce calcul. La question 4-2 demande la puissance prévisionnelle minimale de l'échangeur ; la valeur à reporter est donc 160 kW si cette puissance imposée correspond à celle de l'échangeur.

Puissance de l'échangeur

4 – 2 Donner la puissance prévisionnelle minimale de l'échangeur (**Folio DT14/18**)

P = _____ **P = 160 kW** **/ 2**

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance utilisée pour le calcul de la question 4-3 : 160 kW.

Question 4-3. Calculer le temps de remplissage du bassin de natation en secondes puis en heures, en maintenant la température de l'eau, avec Q = 28 000 000 kJ et P = 160 kW.

1. La relation donnée est P = Q / t, donc t = Q / P = 28 000 000 / 160 = 175 000 s.
2. En heures, 175 000 / 3 600 = 48,61 h au centième près.

Le calcul utilise l'énergie et la puissance prescrites dans l'énoncé. La durée est calculée à puissance constante, sans interruption.

Temps de remplissage

4 – 3 Calculer le temps de remplissage en [s] puis en [h] en maintenant la température d'eau du bassin de natation. On prendra Q = 28000000 kJ et P = 160 kW.

t [s] = ---------- **175 000 s** **/ 3**

t [h] = **48,61 h** ---------- **/ 3**

✓ RÉPONSE À RETENIR

Temps de remplissage : 175 000 s, soit 48,61 h.

Question 4-4. Donner le nom de l’élément repéré A au niveau de la pompe P05, puis préciser son rôle et sa fonction.

La question renvoie au repère A du schéma de principe DT 7/18, au niveau de la pompe P05. Il faut nommer l’organe désigné par ce repère, puis décrire son rôle dans le circuit et sa fonction. L’indication « au niveau de la pompe P05 » ne suffit pas à identifier l’organe : le repère A doit être lu sur le schéma correspondant.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Nom, rôle et fonction : à relever à partir du repère A sur le schéma DT 7/18.

5. Raccordement de l’échangeur

À partir du CCTP, de la documentation fournisseur et du schéma de l’installation de piscine, le candidat prépare le raccordement de l’échangeur qui réchauffe l’eau du bassin. Il complète les circuits hydrauliques, indique le sens des fluides et raccorde les entrées et la sortie du régulateur aux appareils concernés.

Question 5-1. Donner le nom de l’échangeur choisi pour le réchauffage du bassin de natation.

Le schéma de l’installation représente un échangeur constitué d’un empilement de plaques. C’est un échangeur à plaques : il transfère la chaleur entre le circuit primaire et l’eau de piscine tout en maintenant les deux fluides séparés. Inscrire son type sur la ligne prévue.

Nom de l’échangeur

À plaques

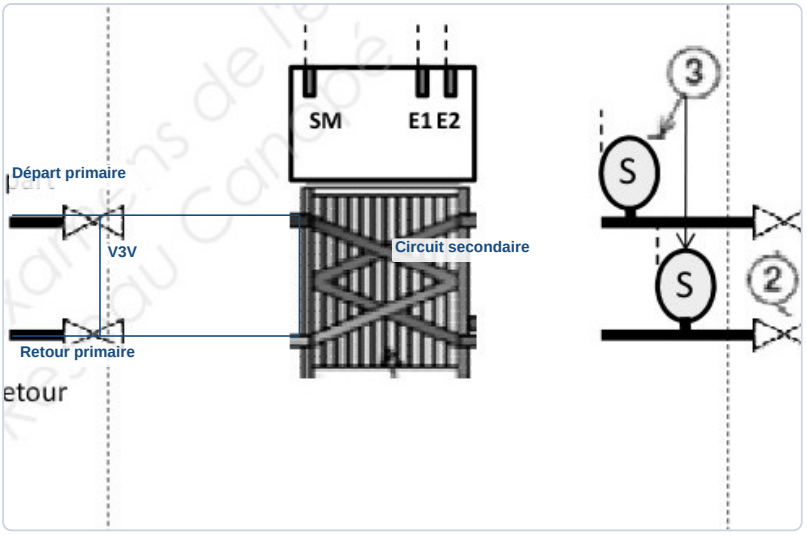
✓ RÉPONSE À RETENIR

Échangeur à plaques.

Question 5-2. Dessiner sur le schéma le raccordement des canalisations sur l’échangeur et la vanne trois voies.

Le circuit primaire relie le départ et le retour aux deux piquages de l’échangeur. La vanne trois voies, placée sur le départ, dirige le fluide vers l’échangeur ou vers la dérivation qui rejoint le retour. Le circuit secondaire relie séparément la boucle de filtration aux deux autres piquages. Les circuits primaire et secondaire ne se mélangent pas.

Raccordement des circuits sur le schéma



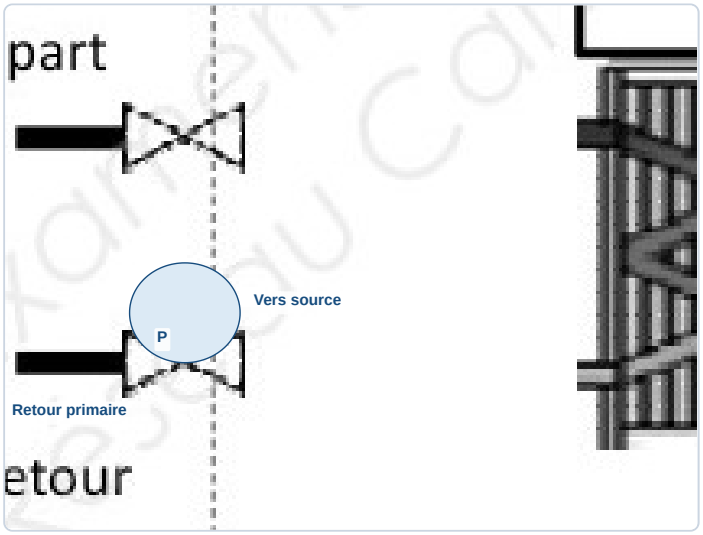
✓ RÉPONSE À RETENIR

Primaire : départ, vanne trois voies, échangeur et retour avec dérivation. Secondaire : boucle de filtration raccordée séparément aux deux piquages de l'échangeur.

Question 5-3. Positionner la pompe pour obtenir un fonctionnement en variation de débit.

Pour faire varier le débit dans l'échangeur, placer la pompe en série sur le circuit primaire, sur la conduite de retour, après l'échangeur et avant le retour vers la source de chaleur. Elle doit être orientée pour refouler vers la source. La pompe de filtration de piscine, repérée 13, appartient au circuit secondaire et ne correspond pas à cette pompe primaire.

Pompe sur le retour primaire



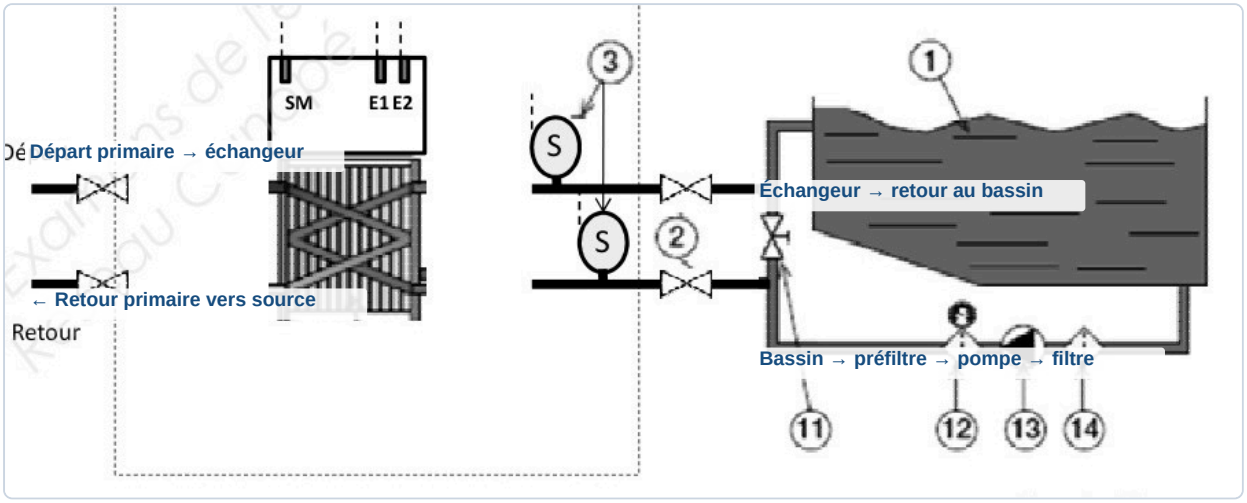
✓ RÉPONSE À RETENIR

Pompe primaire sur le retour de l'échangeur, orientée vers la source de chaleur.

Question 5-4. Indiquer par des flèches le sens de circulation des fluides sur les circuits primaire et secondaire de l'installation.

Sur le circuit primaire, le fluide part du départ, traverse la vanne trois voies et l'échangeur, puis revient vers la source par la conduite de retour. Sur le circuit secondaire, l'eau quitte le bassin, traverse le préfiltre, la pompe et le filtre, passe dans l'échangeur, puis retourne au bassin réchauffée. Tracer les flèches dans ces sens sur les conduites correspondantes.

Sens de circulation des fluides



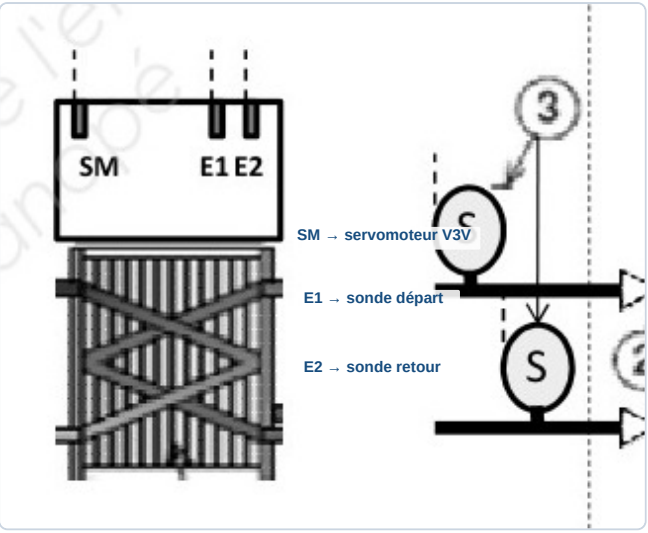
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Primaire : départ vers échangeur, puis retour vers la source. Secondaire : bassin vers filtration et échangeur, puis retour réchauffé au bassin.

Question 5-5. Raccorder les entrées et la sortie du régulateur aux appareils correspondants, en tenant compte des repères du schéma du régulateur.

Le repère SM commande le servomoteur de la vanne trois voies. Le repère E1 reçoit la sonde placée au départ de l'échangeur et le repère E2 reçoit la sonde placée à son retour. Sur le schéma, relier chaque borne à l'appareil correspondant en respectant ces repères. Les deux sondes renseignent le régulateur sur les températures de départ et de retour.

Liaisons du régulateur



✓ RÉPONSE À RETENIR

SM : servomoteur de la vanne trois voies. E1 : sonde de départ. E2 : sonde de retour.

6. Étude du circulateur

L'étude concerne la pompe installée sur le préparateur d'eau chaude sanitaire et s'appuie sur sa documentation technique, le schéma de principe et une courbe de fonctionnement. Le candidat identifie les caractéristiques de la pompe, analyse son alimentation électrique et détermine les puissances ainsi que la hauteur manométrique du groupe.

Question 6-1. Donner la marque et la référence de la pompe installée, puis préciser combien de moteurs comprend son corps de pompe.

Le repère de la courbe indique le modèle **DVM 40-45**, de marque Salmson. Le corps est double : il contient un moteur pour chacune des pompes P1 et P2.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Salmson DVM 40-45 ; 2 moteurs.

Question 6-2. Préciser si le raccordement électrique est monophasé ou triphasé, puis indiquer si le courant d'alimentation est continu ou alternatif et justifier la réponse.

Le raccordement est monophasé. L'alimentation du moteur est en courant alternatif : le courant du réseau change périodiquement de sens, contrairement au courant continu.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Monophasé ; courant alternatif.

Question 6-3. Pour un réglage en vitesse V2, donner la vitesse en tr/min et la puissance électrique de la pompe P2 en watts.

Pour le réglage V2, la vitesse indiquée est de 1 450 tr/min. La puissance électrique P2 se relève dans les caractéristiques de la pompe pour ce même réglage, puis s'exprime en watts.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> V2 = 1 450 tr/min ; P2 = valeur constructeur en vitesse V2.

Question 6-4. Donner la tension U et l'intensité I aux bornes de l'ensemble des pompes P1 et P2 en vitesse 2.

En monophasé, relever la tension nominale U et l'intensité correspondant au fonctionnement simultané de P1 et P2 en vitesse 2 dans les caractéristiques électriques. Reporter ces deux valeurs, sans additionner les intensités de réglages différents.

✓ RÉPONSE À RETENIR

U et I : valeurs nominales de l'ensemble P1 + P2 en vitesse 2.

Question 6-5. Calculer en watts la puissance électrique consommée par l'ensemble des pompes P1 et P2 en vitesse 2.

La puissance active de l'ensemble s'obtient avec les valeurs relevées en 6-4. Utiliser la relation monophasée indiquée par les données électriques : si le facteur de puissance est fourni, $P_c = U \times I \times \cos\varphi$; sinon, appliquer la relation demandée dans le formulaire.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$P_c = U \times I$ selon le formulaire, en W.

Question 6-6. Déduire la puissance électrique de la pompe P1 en vitesse 2 en détaillant le calcul.

La puissance totale étant la somme des puissances électriques des deux pompes, isoler celle de P1 : $P_1 = P_c - P_2$. Remplacer par la puissance totale déterminée en 6-5 et la puissance constructeur de P2 en vitesse 2, puis exprimer le résultat en watts.

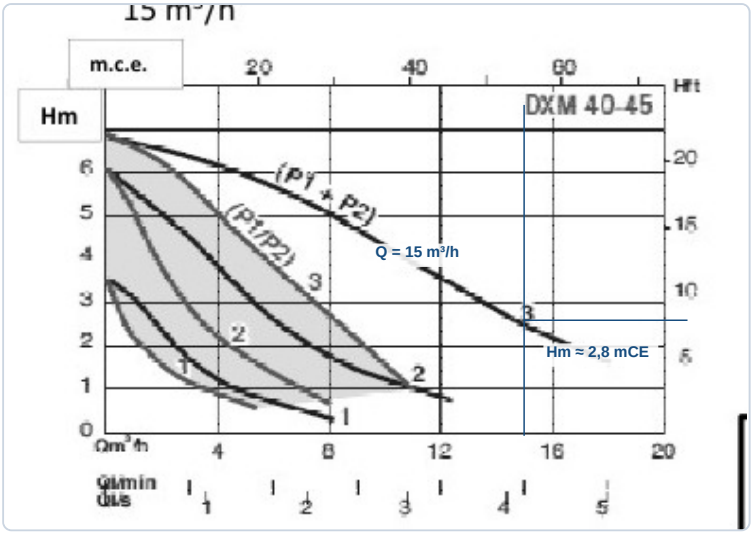
✓ RÉPONSE À RETENIR

$P_1 = P_c - P_2$, en W.

Question 6-7. À partir de la courbe de fonctionnement, donner la hauteur manométrique Hm de l'ensemble P1 + P2 pour un débit de 15 m³/h.

Sur la courbe du fonctionnement P1 + P2, repérer le débit de 15 m³/h sur l'axe horizontal, puis lire la hauteur correspondante sur l'axe vertical. La lecture graphique est approximative.

Lecture de la hauteur manométrique à 15 m³/h



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$H_m \approx 2{,}8$ mCE.

7. Traitement d’air

Le candidat étudie la centrale de traitement d’air CTA01 du hall des bassins à partir de son schéma, des conditions de fonctionnement en hiver et du diagramme psychrométrique. Il analyse les composants et les états de l’air, puis détermine le débit massique, la puissance transférée et l’efficacité du récupérateur de chaleur à caloduc.

Question 7-1. Expliquer le fonctionnement et l’intérêt d’un récupérateur de chaleur de type caloduc.

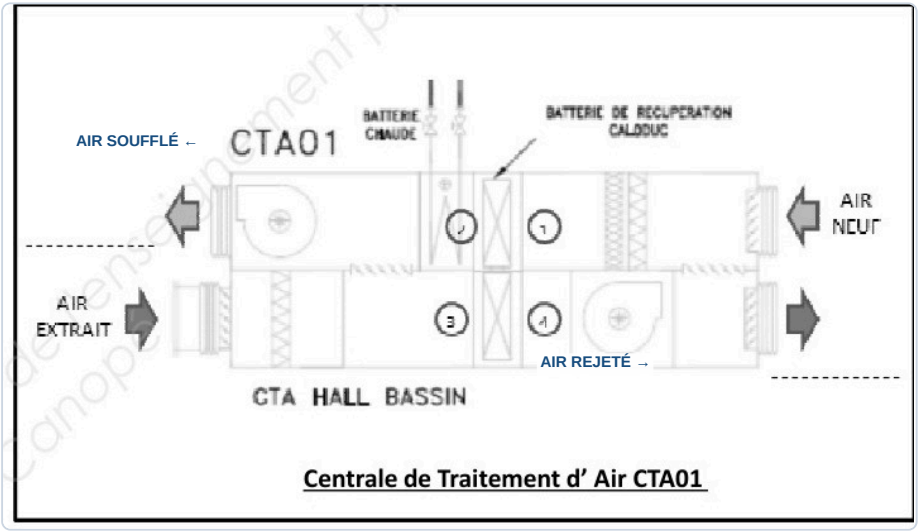
Le caloduc contient un fluide qui s’évapore au contact de l’air extrait chaud. Sa vapeur se déplace vers la zone froide, où elle se condense en transmettant sa chaleur à l’air neuf. Le liquide retourne ensuite vers la zone chaude et le cycle recommence. Les deux flux d’air restent séparés. Le récupérateur limite ainsi les pertes thermiques et réduit le besoin de chauffage de l’air neuf.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le caloduc préchauffe l’air neuf grâce à la chaleur de l’air extrait, sans mélanger les deux flux.

Question 7-2. Compléter le schéma de la CTA01 en situant l’air soufflé et l’air rejeté.

Sur le schéma, l’air neuf entre à droite dans le circuit supérieur et ressort à gauche après avoir été réchauffé : c’est l’air soufflé. L’air extrait entre à gauche dans le circuit inférieur, cède sa chaleur dans le récupérateur, puis ressort à droite : c’est l’air rejeté. Les deux circuits sont séparés et leurs sens de circulation sont opposés dans le récupérateur.

Air soufflé et air rejeté dans la CTA01



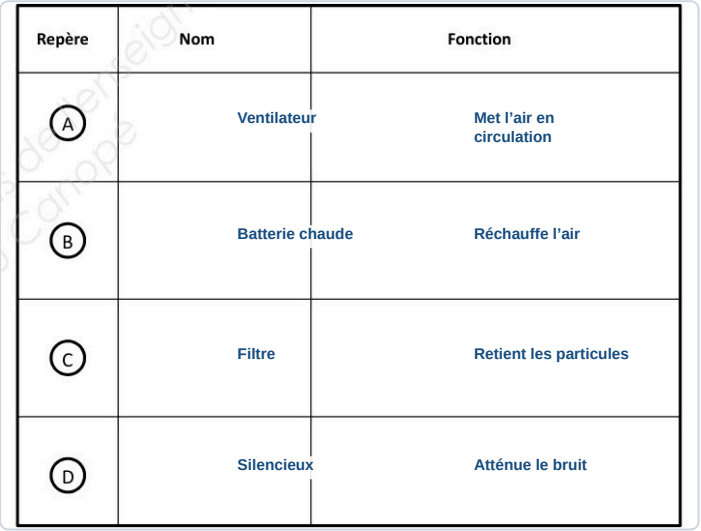
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Sortie supérieure gauche : air soufflé. Sortie inférieure droite : air rejeté.

Question 7-3. Compléter le tableau en indiquant le nom et la fonction des éléments repérés de A à D sur le schéma de principe de la CTA01.

Repère	Nom	Fonction
A	Ventilateur	Met l'air en circulation dans la CTA.
B	Batterie chaude	Réchauffe l'air.
C	Filtre	Retient les poussières et les particules.
D	Silencieux	Atténue le bruit transmis par le flux d'air.

Le repérage suit les symboles du schéma : A est le ventilateur, B la batterie chaude, C le filtre et D le silencieux. Leurs fonctions sont respectivement la mise en circulation, le chauffage, la filtration et l'atténuation acoustique de l'air traité.

Composants et fonctions de la CTA01



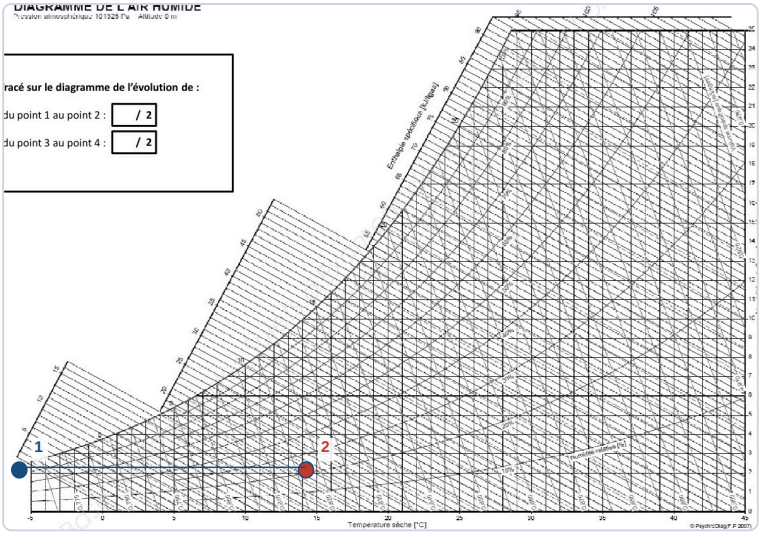
✓ RÉPONSE À RETENIR

A : ventilateur ; B : batterie chaude ; C : filtre ; D : silencieux.

Question 7-4. Placer sur le diagramme psychrométrique le point 1 correspondant à l'air neuf entrant dans la CTA01 et le point 2 en sortie du récupérateur à hygrométrie constante. Compléter le tableau de l'air neuf 1 avec la température sèche, l'humidité relative, l'enthalpie et le volume spécifique, puis tracer l'évolution du point 1 au point 2.

Au point 1, les données imposées sont Ts = -4 °C et HR = 90 %. La lecture du diagramme donne h ≈ 2,0 kJ/kgas et Vs = 0,765 m³/kgas. Au point 2, Ts = 15 °C et l'humidité absolue reste constante : placer le point sur la même ligne d'humidité absolue que le point 1. Le diagramme donne alors HR ≈ 23 %, h ≈ 21,2 kJ/kgas et Vs ≈ 0,82 m³/kgas.

Points 1 et 2 et évolution à humidité absolue constante



Valeurs psychrométriques de l'air neuf au point 1

Grandeur Physique	Température Sèche Ts [°C]	Humidité Relative HR [%]	Enthalpie h [kJ/kgas]	Volume spécifique Vs [m³/kgas]
Air Neuf 1	-4	90	2,0	0,765

✓ RÉPONSE À RETENIR

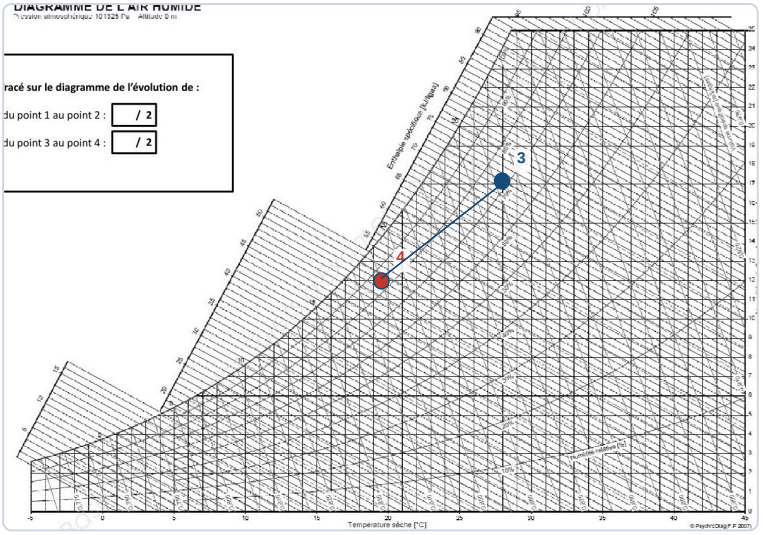
Point 1 : -4 °C, 90 %, h ≈ 2,0 kJ/kgas, Vs = 0,765 m³/kgas. Point 2 : 15 °C, HR ≈ 23 %, h ≈ 21,2 kJ/kgas, Vs ≈ 0,82 m³/kgas.

Question 7-5. Placer sur le diagramme psychrométrique les points 3 et 4 correspondant à l'air extrait à l'entrée et à la sortie du récupérateur. Compléter les tableaux des grandeurs physiques de l'air extrait 3 et de l'air rejeté 4, puis tracer l'évolution du point 3 au point 4.

État	Ts	HR	h	Vs
Air extrait 3	28 °C	70 %	≈ 71 kJ/kgas	≈ 0,88 m³/kgas
Air rejeté 4	20 °C	80 %	≈ 50 kJ/kgas	≈ 0,85 m³/kgas

Placer chaque point à l'intersection de sa température sèche et de son humidité relative sur le diagramme. La lecture fournit l'enthalpie et le volume spécifique indiqués. Tracer ensuite l'évolution du point 3 vers le point 4 : l'air extrait se refroidit en cédant une partie de sa chaleur à l'air neuf dans le récupérateur.

Points 3 et 4 et évolution de l'air extrait



Valeurs psychrométriques de l'air extrait et rejeté

suivants :

Grandeur Physique	Température Sèche Ts [°C]	Humidité Relative HR [%]	Enthalpie h [kJ/kgas] 71	Volume spécifique Vs [m³/ 0,88
Air Extrait 3	28	70		

Grandeur Physique	Température Sèche Ts [°C]	Humidité Relative HR [%]	Enthalpie h [kJ/kgas] 50	Volume spécifique Vs [m³/kgas] 0,85
Air Rejeté 4	20	80		

✓ RÉPONSE À RETENIR

Point 3 : 28 °C, 70 %, h ≈ 71 kJ/kgas, Vs ≈ 0,88 m³/kgas. Point 4 : 20 °C, 80 %, h ≈ 50 kJ/kgas, Vs ≈ 0,85 m³/kgas.

Question 7-6. Déterminer en kg/s le débit massique d'air Qm au point 1 à partir du débit volumique de 25 000 m³/h et du volume spécifique Vs = 0,765 m³/kgas. Arrondir le résultat au centième.

La relation donnée est Qm = Qv/Vs. Convertir d'abord le débit volumique de 25 000 m³/h en m³/s en le divisant par 3 600, puis diviser par le volume spécifique au point 1, soit 0,765 m³/kgas. Ainsi, Qm = (25 000 / 3 600) / 0,765. Arrondir le résultat au centième, comme le demande l'énoncé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Qm = 9,08 kg/s.

Question 7-7. Pour l'air neuf au point 2, dont la température sèche est de 15 °C, compléter le tableau des grandeurs physiques : température sèche, humidité relative, enthalpie et volume spécifique.

Grandeur au point 2	Valeur
Température sèche	15 °C
Humidité relative	≈ 23 %
Enthalpie	≈ 21,2 kJ/kgas
Volume spécifique	≈ 0,82 m³/kgas

La température sèche de 15 °C est imposée. Le point 2 se place à humidité absolue constante par rapport au point 1, car le récupérateur transfère de la chaleur sans ajouter d'humidité à l'air neuf. Les trois autres grandeurs se lisent au point ainsi obtenu sur le diagramme psychrométrique.

Tableau complété de l'air neuf au point 2

Grandeur Physique	Température Sèche Ts [°C]	Humidité Relative HR [%]	Enthalpie h [kJ/kgas]	Volume spécifique Vs [m³/kgas]
Air Neuf 2	15	23 %	21,2	0,82

✓ RÉPONSE À RETENIR

Ts = 15 °C ; HR ≈ 23 % ; h ≈ 21,2 kJ/kgas ; Vs ≈ 0,82 m³/kgas.

Question 7-8. Calculer la puissance transférée à l'air neuf à l'aide de la relation P = Qm × (h2 - h1).

La puissance transférée est le débit massique multiplié par l'augmentation d'enthalpie de l'air neuf. En utilisant Qm = 9,08 kg/s, h2 ≈ 21,2 kJ/kgas et h1 ≈ 2,0 kJ/kgas, on obtient P = 9,08 × (21,2 - 2,0). Les unités donnent des kJ/s, équivalents à des kW. Le résultat est arrondi au dixième.

✓ RÉPONSE À RETENIR

P ≈ 174,3 kW.

Question 7-9. Avec hmax = 34 kJ/kg, calculer le gain enthalpique maximal possible sur l'air neuf selon Δhmax = hmax - h1.

Le gain enthalpique maximal est défini comme l'écart entre l'enthalpie maximale possible et l'enthalpie de l'air neuf entrant. Avec hmax = 34 kJ/kg et h1 ≈ 2,0 kJ/kgas, le calcul est Δhmax = 34 - 2,0. Le résultat s'exprime en kJ/kgas, comme les enthalpies utilisées dans le bilan.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Δhmax ≈ 32,0 kJ/kgas.

Question 7-10. Calculer en pourcentage l’efficacité du récupérateur de chaleur selon ε = (h2 - h1) / Δhmax.

L’efficacité est le rapport entre l’élévation réelle d’enthalpie de l’air neuf et l’élévation maximale possible, exprimé en pourcentage. En reprenant h2 ≈ 21,2 kJ/kgas, h1 ≈ 2,0 kJ/kgas et Δhmax ≈ 32,0 kJ/kgas, on calcule ε = ((21,2 - 2,0) / 32,0) × 100. Le résultat est arrondi au pourcentage entier.

✓ RÉPONSE À RETENIR

ε ≈ 60 %.

8. Traitement d’eau

L’étude porte sur le choix d’un adoucisseur pour le traitement de l’eau de la piscine, à partir du CCTP, des caractéristiques des adoucisseurs Cillit Reflex et du bulletin d’analyse de l’eau. Le candidat exploite les notions de TH, TAC et pH, la balance de Taylor et les données relatives à la résine et au calcium.

Question 8-1. Donner le code référence de l’adoucisseur à installer.

Le code de référence se relève dans le tableau technique Cillit Reflex pour le modèle répondant à la prescription du CCTP. Recopier la référence complète, en distinguant le code produit de la capacité d’échange et du volume de résine. Ces trois informations doivent correspondre au même modèle. Le folio de réponse indique où reporter le code, mais ne reproduit pas le tableau de sélection ni la prescription détaillée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Code référence : référence complète du modèle retenu selon le CCTP et le tableau Cillit Reflex.

Question 8-2. Donner la capacité d’échange de l’adoucisseur et le volume de résine.

Pour le modèle identifié en 8-1, relever dans la documentation Cillit Reflex les deux caractéristiques demandées. Reporter la capacité d’échange en °F·m³ et le volume de résine en litres. Ne pas confondre ces données avec la capacité de diminution calculée en 8-3. La page de réponse précise les unités, mais ne contient pas les valeurs du tableau technique.

Caractéristique	Valeur à reporter
Capacité d’échange	Valeur du modèle retenu, en °F·m³
Volume de résine	Valeur du même modèle, en litres

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Capacité d’échange et volume de résine : valeurs du modèle retenu dans le tableau Cillit Reflex.

Question 8-3. Calculer, suivant le rappel fourni, de combien de degrés français un litre de résine peut diminuer la dureté de 1 m³ d’eau. Détailler le calcul.

Diviser la capacité d’échange de l’adoucisseur par le volume de résine correspondant. Les unités °F·m³ et litres donnent la diminution de dureté, en °F, obtenue pour 1 m³ d’eau avec un litre de résine. Poser directement le rapport avec les deux valeurs du modèle sélectionné en 8-1 et 8-2, sans arrondir avant le résultat final. Les données nécessaires au calcul sont celles de la documentation technique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Diminution de dureté : capacité d’échange ÷ volume de résine, en °F pour 1 m³ d’eau par litre de résine.

Question 8-4. À partir du bulletin d'analyse, donner les valeurs du pH et du TAC de l'eau de ville en entrée de la piscine.

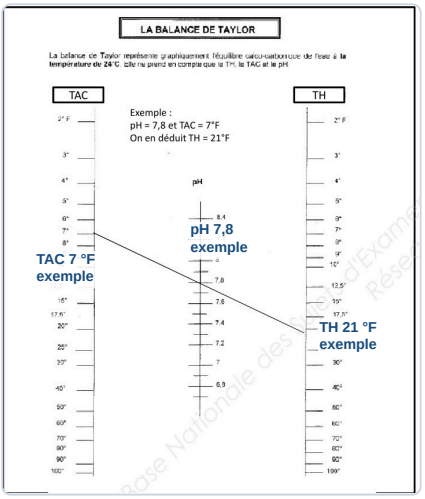
Relever les deux mesures dans le bulletin d'analyse de l'eau de ville mentionné au folio DT 18/18. Reporter le pH sans unité et le TAC en degrés français. Les nombres donnés dans l'exemple de la balance de Taylor ne sont pas les valeurs de l'analyse : ils servent uniquement à illustrer la lecture du diagramme. Utiliser les résultats du bulletin pour les questions 8-5 à 8-7.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> pH et TAC : valeurs mesurées dans le bulletin d'analyse de l'eau de ville.

Question 8-5. Placer les valeurs du pH et du TAC sur la balance de Taylor, laisser apparents les traits de construction et déterminer le TH en degrés français.

Sur la balance, placer le TAC sur l'échelle de gauche et le pH sur l'échelle centrale, puis tracer la droite entre ces repères. Lire le TH à l'intersection avec l'échelle de droite. L'image fournie montre seulement l'exemple imprimé : TAC 7 °F et pH 7,8 donnent TH 21 °F. Pour la réponse de l'exercice, utiliser les valeurs du bulletin d'analyse, puis laisser visibles les traits de construction.

Repères de l'exemple imprimé de la balance de Taylor



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Exemple imprimé sur la balance : TAC 7 °F, pH 7,8, TH 21 °F. Pour l'eau analysée, reporter la lecture issue de ses valeurs.

Question 8-6. Calculer le titre hydrotimétrique calcique THCa en degrés français avec la relation THCa = TH - THMg et la valeur de THMg donnée dans les documents.

La relation demandée est $\mathbf{TH_{Ca} = TH - TH_{Mg}}$. Utiliser le TH lu sur la balance avec les valeurs du bulletin, puis soustraire le titre magnésien indiqué dans les documents. Exprimer les deux titres en degrés français et reporter leur différence en °F. Le schéma fourni ne donne pas le TH de l'eau analysée : le TH de l'exemple de Taylor ne

doit donc pas être substitué à la lecture recherchée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> TH_{Ca} = TH lu pour l'eau analysée − TH_{Mg} indiqué dans les documents, en °F.

Question 8-7. Déterminer la concentration en ions calcium [Ca^{2+}] en mg/l.

Convertir le TH calcique obtenu en 8-6 en concentration massique de calcium. Un degré français correspond à 10 mg/L de $CaCO_3$; la fraction massique du calcium dans $CaCO_3$ est 40,08/100,09. Ainsi, la concentration en Ca^{2+} vaut TH_{Ca} × 10 × 40,08/100,09, en mg/L. Insérer le TH_{Ca} calculé, puis arrondir le résultat selon la précision attendue.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> [Ca^{2+}] = TH_{Ca} × 10 × 40,08/100,09 mg/L, soit environ 4,00 × TH_{Ca} mg/L.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2014)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve écrite E.1 du BP Monteur en installations de génie climatique, session 2014, porte le code 45022708, dure 5 h 30 et a le coefficient 4. Elle s'appuie sur le projet de piscine communautaire de Rosporden. Les huit questions évaluent la lecture de plans, l'étude des chaudières, les calculs énergétiques, les raccordements, le traitement d'air et le traitement de l'eau.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- L'énergie thermique de l'eau se calcule par Q = M × C × ΔT, puis la puissance par P = Q/t en harmonisant les unités.
- Le débit massique d'air se détermine par Qm = Qv/Vs, en convertissant le débit volumique dans des unités cohérentes.
- La puissance transférée à l'air par le récupérateur se calcule par P = Qm × (h2 - h1).
- La balance de Taylor relie le pH et le TAC au TH ; le titre calcique se calcule avec THCa = TH - THMg.

Points de vigilance & attentes du jury

- Présenter les calculs avec les unités et les conversions nécessaires ; respecter la précision demandée dans chaque question.
- Sur les schémas hydrauliques, distinguer les circuits primaire et secondaire et indiquer clairement le sens des fluides.
- Rendre lisibles les tracés et points demandés sur le diagramme psychrométrique et la balance de Taylor.
- Pour les lectures de courbes et de plans, repérer précisément l'élément demandé et utiliser les documents techniques associés.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le temps de réchauffage demandé pour le bassin ?

Calculez d'abord l'énergie avec Q = M × C × ΔT, puis le temps avec t = Q/P. Avec Q en kJ et P en kW, le temps obtenu est en secondes ; divisez-le par 3 600 pour le convertir en heures.

Q : Comment lire les états de l'air sur le diagramme psychrométrique ?

Repérez la température sèche et l'humidité relative données, puis marquez leur intersection sur le diagramme. Lisez ensuite les autres grandeurs demandées et tracez l'évolution de l'air en respectant les conditions indiquées, notamment l'hygrométrie constante.

Q : Comment gérer le temps et le barème de cette épreuve ?

L'épreuve dure 5 h 30 et comporte huit questions pour un total de 160 points. Appuyez-vous sur les points attribués pour répartir le temps, puis gardez une marge pour vérifier les calculs, les unités et les schémas.

Q : Quels critères de présentation sont explicitement attendus par le sujet ?

Le sujet demande des calculs justes, les unités précisées et une précision au dixième ou au centième selon les questions. Il exige aussi des tracés clairement apparents sur les diagrammes et des tracés précis pour l'étude du circulateur.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bp-genie-climatique.fr/assets/annales/bp-genie-climatique/U10 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation/2014/BP Génie Climatique - U10 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation - Session 2014 - 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.