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

E.1 : 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 8**
4. **Vérification des puissances calorifiques** (4 questions) — **Page 10**
5. **Raccordement de l’échangeur** (5 questions) — **Page 13**
6. **Étude du circulateur** (7 questions) — **Page 17**
7. **Traitement d’air** (10 questions) — **Page 20**
8. **Traitement d’eau** (7 questions) — **Page 25**
9. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 28**

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 - 3-Sujet.pdf

1. Lecture de plan

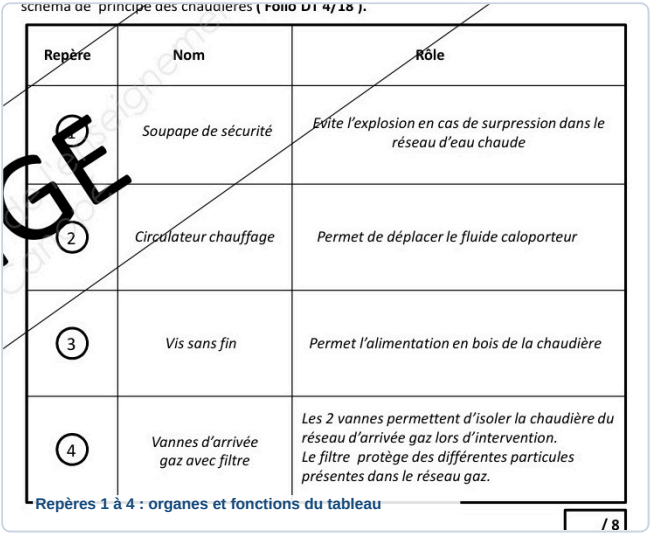
L’étude s’appuie sur le schéma de principe des chaudières et sur des schémas de chauffage et de radiateurs. Il faut identifier des organes et leur rôle, expliquer le doublage d’un dispositif de sécurité, puis compléter un circuit de trois radiateurs.

Question 1-1. Compléter le tableau en identifiant les éléments repérés de 1 à 4 sur le schéma de principe des chaudières et en indiquant le rôle de chacun.

Repère	Nom	Rôle
1	Soupape(s) de sécurité	Évitent l’explosion en cas de surpression dans le circuit d’eau chaude.
2	Circulateur chauffage	Déplace le fluide caloporteur.
3	Vis sans fin	Alimente la chaudière en bois.
4	Vannes d’arrivée gaz avec filtre	Les vannes isolent la chaudière du réseau gaz; le filtre retient les particules.

Les noms et fonctions correspondent aux repères du schéma des chaudières.

Repères des organes de chaudière



Repères 1 à 4 : organes et fonctions du tableau

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

1 : soupapes de sécurité; 2 : circulateur chauffage; 3 : vis sans fin; 4 : vannes d’arrivée gaz avec filtre.

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

Les deux soupapes de sécurité sont doublées. En cas de défaillance de l’une, l’autre peut prendre le relais et maintenir la sécurité de l’installation contre les surpressions.

Doublage des soupapes de sécurité

Deux soupapes : relais en cas de défaillance

/ 8

1 – 2 : Préciser pourquoi 2 éléments sont dessinés au repère (1)

Ces 2 éléments de sécurité sont doublés. En cas de défaillance, l'un peut prendre le relais de l'autre et garantir la sécurité de l'installation.

/ 2

✓ RÉPONSE À RETENIR

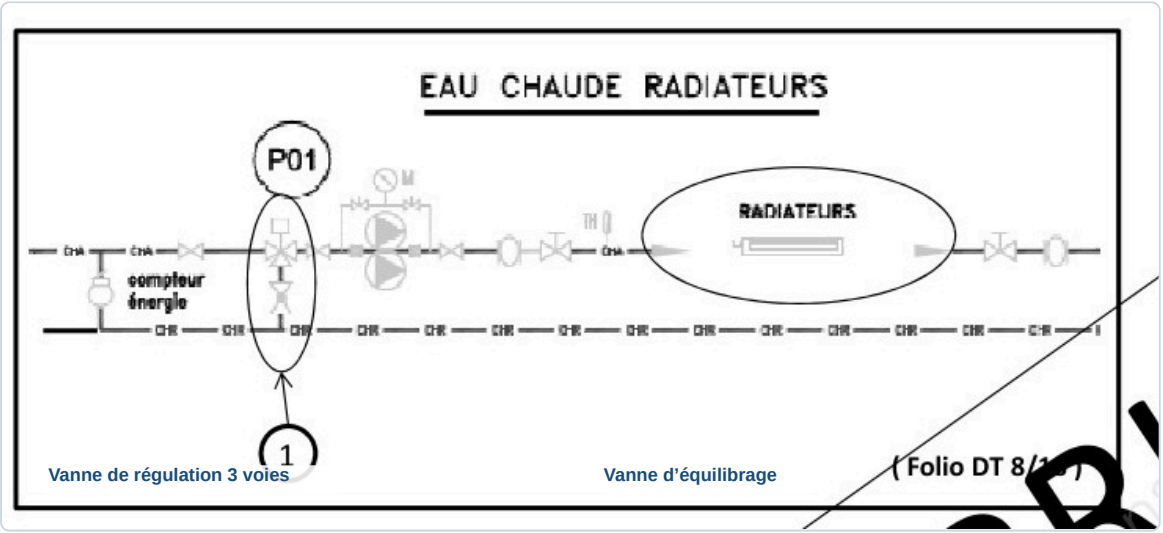
Le doublage permet à une soupape de maintenir la sécurité si l'autre est défaillante.

Question 1-4. Donner le nom et le rôle des deux éléments représentés au repère 1 sur le schéma de chauffage des radiateurs.

Au repère 1 figurent deux organes du circuit des radiateurs :

- **Vanne de régulation 3 voies :** fait varier le débit d'eau chaude et règle ainsi la température des locaux.
- **Vanne d'équilibrage :** crée une perte de charge permettant d'équilibrer le circuit à débit variable.

Organes du circuit des radiateurs



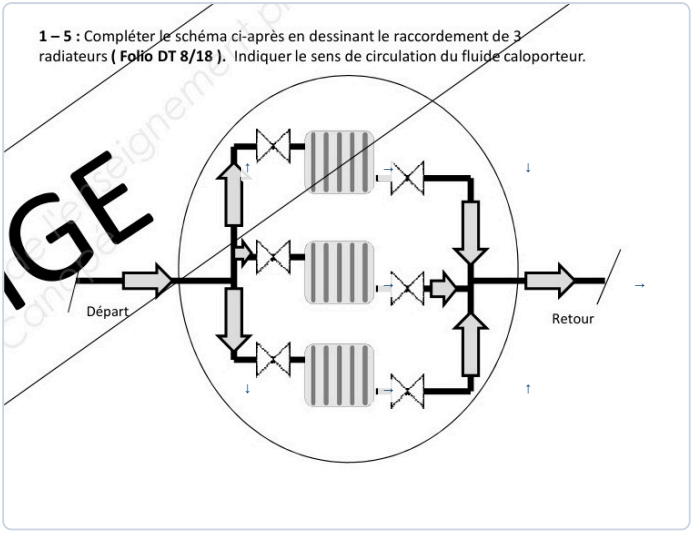
✓ RÉPONSE À RETENIR

Vanne 3 voies : régule le débit et la température. Vanne d'équilibrage : équilibre le circuit par perte de charge.

Question 1-5. Compléter le schéma en dessinant le raccordement de trois radiateurs et en indiquant le sens de circulation du fluide caloporteur.

Raccorder les trois radiateurs en parallèle entre les collecteurs de départ et de retour. Le fluide chaud circule du départ vers chaque radiateur, puis rejoint le collecteur de retour après avoir cédé sa chaleur.

Sens de circulation dans les trois radiateurs



✓ RÉPONSE À RETENIR

Trois radiateurs en parallèle : départ vers les radiateurs, puis retour vers le collecteur commun.

2. Chauffage au bois

L'étude porte sur une chaudière à bois décrite dans un extrait du CCTP et s'appuie sur un formulaire de calcul. Elle demande d'identifier le générateur, d'évaluer la consommation de plaquettes et de déterminer l'autonomie du silo à pleine puissance.

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

La valeur indiquée sur le corrigé du sujet pour la chaudière à bois est **360 kW**. C'est la puissance nominale demandée, à distinguer de la référence commerciale « Pyrot 400 ». Cette puissance sert ensuite au calcul de la consommation de plaquettes à pleine puissance. Aucun calcul supplémentaire n'est requis pour cette question.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Puissance nominale de la chaudière à bois : **360 kW**.

Question 2-2. Identifier le générateur bois en indiquant sa marque et sa référence.

> Le générateur prévu est une chaudière à bois de marque **KOB**, référence **Pyrot 400**.

Il faut distinguer la marque, KOB, de la référence du modèle, Pyrot 400. La puissance nominale de 360 kW est la donnée de fonctionnement demandée séparément, elle ne remplace pas la référence commerciale.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Chaudière à bois **KOB Pyrot 400**.

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

À pleine puissance, la consommation massique est la puissance divisée par l'énergie retenue par kilogramme de plaquettes : $360/3{,}5 = 102{,}9$ kg/h. Avec une masse volumique de 260 kg/m³, le débit volumique est $102{,}9/260 = 0{,}3958$ m³/h. Arrondi au millième, ce débit vaut 0,396 m³/h. Le corrigé source inscrit 0,395 m³/h, ce qui correspond à une troncature, pas à un arrondi usuel.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Consommation : **102,9 kg/h**, soit **0,396 m³/h** de plaquettes.

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

1. Avec le débit non arrondi, l'autonomie vaut $80/(102{,}9/260) = 202{,}1$ h, soit environ 202 h.
2. En fonctionnement permanent, $202{,}1/24 = 8{,}42$ jours, soit environ 8,4 jours.

Le résultat reste une estimation à pleine puissance continue. La valeur de 202 h du corrigé est cohérente à l'heure près, mais son débit intermédiaire de 0,395 m³/h est tronqué.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Autonomie du silo à pleine puissance : **environ 202 h, soit 8,4 jours**.

3. Chauffage au gaz

L'étude s'appuie sur le CCTP relatif à la chaudière au gaz et sur un formulaire de calcul. Elle porte sur l'identification de la chaudière et du brûleur, puis sur la puissance absorbée, le débit de gaz et le dimensionnement du volume tampon selon la loi du millième.

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

Les deux appareils sont identifiés séparément : la chaudière est le générateur de chaleur et le brûleur assure la combustion du gaz. Reporter la marque et le type de chacun dans le tableau.

Équipement	Marque	Type
Chaudière	GUILLOT	Totaltub ST
Brûleur	CUENOD	C120 VX507 T300 T1

✓ RÉPONSE À RETENIR

Chaudière : GUILLOT Totaltub ST. Brûleur : CUENOD C120 VX507 T300 T1.

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

La puissance de la chaudière au gaz est donnée directement dans le corrigé du sujet. C'est la puissance nominale de l'appareil, avant de calculer la puissance absorbée par le brûleur en tenant compte du rendement. Elle s'exprime en kilowatts.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance de la chaudière au gaz : 450 kW.

Question 3-3. Calculer la puissance absorbée par le brûleur au gaz en fonction du rendement.

Le rendement relie la puissance utile à la puissance absorbée : puissance absorbée = puissance utile / rendement. Ainsi, pour la chaudière de 450 kW et un rendement de 0,93, le calcul donne 450 / 0,93 = 483,9 kW, soit 484 kW à l'unité comme dans le corrigé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance absorbée du brûleur : 484 kW.

Question 3-4. Calculer le débit de gaz nécessaire et préciser son unité.

Le pouvoir calorifique utilisé est de 11,6 kWh/m³. Le débit nécessaire s'obtient en divisant la puissance du brûleur par ce pouvoir calorifique :

Débit = 484 / 11,6 = 41,7 m³/h

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Débit de gaz nécessaire : 41,7 m³/h.

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

Avec la loi du millième, le volume tampon en m³ est égal au débit de gaz en m³/h divisé par 1 000. La conversion en litres multiplie ensuite le résultat par 1 000 :

1. 41,7 / 1 000 = 0,0417 m³.
2. 0,0417 × 1 000 = 41,7 litres.

La valeur imprimée de 0,0361 m³ est incohérente avec 41,7 litres ; le calcul donne 0,0417 m³.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Volume tampon : 0,0417 m³, soit 41,7 litres.

4. Vérification des puissances calorifiques

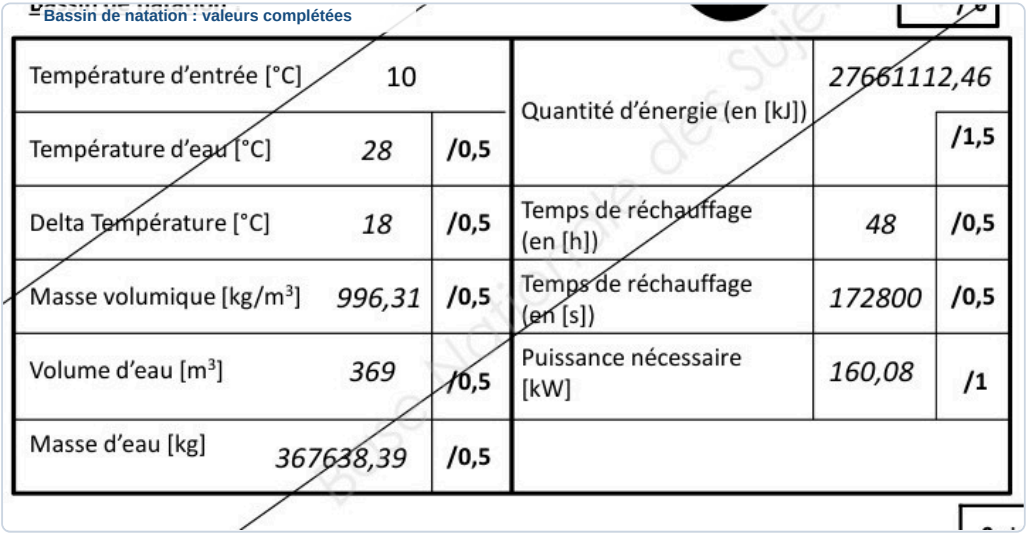
Les caractéristiques des bassins et les propriétés physiques de l'eau permettent de vérifier les besoins thermiques des échangeurs. L'exercice demande de compléter un tableau de calcul pour le bassin de natation, d'estimer un temps à partir d'une énergie et d'une puissance, et d'identifier un dispositif associé à la pompe P05.

Question 4-1. Compléter le tableau du bassin de natation avec les températures, l'écart de température, la masse volumique, le volume et la masse d'eau, la quantité d'énergie, les temps de réchauffage et la puissance nécessaire.

Grandeur	Valeur
Température d'entrée	10 °C
Température de l'eau	28 °C
Écart de température	18 °C
Masse volumique	996,31 kg/m³
Volume d'eau	369 m³
Masse d'eau	367638,39 kg
Quantité d'énergie	27661112,46 kJ
Temps de réchauffage	48 h, soit 172800 s
Puissance nécessaire	160,08 kW

L'écart de température vaut 28 − 10 = 18 °C. La masse d'eau est obtenue par ρ × V, puis l'énergie par M × C × ΔT avec C = 4,18 kJ/(kg·K). La puissance nécessaire est Q divisé par 172800 s. Les valeurs sont celles du tableau du bassin de natation.

Tableau du bassin de natation complété



Bassin de natation : valeurs complétées

Température d'entrée [°C]	10		Quantité d'énergie (en [kJ])	27661112,46	/1,5
Température d'eau [°C]	28	/0,5			
Delta Température [°C]	18	/0,5	Temps de réchauffage (en [h])	48	/0,5
Masse volumique [kg/m³]	996,31	/0,5	Temps de réchauffage (en [s])	172800	/0,5
Volume d'eau [m³]	369	/0,5	Puissance nécessaire [kW]	160,08	/1
Masse d'eau [kg]	367638,39	/0,5			

✓ RÉPONSE À RETENIR

ΔT = 18 °C ; masse = 367638,39 kg ; énergie = 27661112,46 kJ ; durée = 48 h ; puissance = 160,08 kW.

Question 4-2. Donner la puissance prévisionnelle minimale de l'échangeur alimentant l'eau du bassin.

La question demande la puissance prévisionnelle minimale de l'échangeur du bassin de natation. La valeur à reporter est celle indiquée dans le corrigé du sujet. Elle ne se confond pas avec la puissance nécessaire de 160,08 kW calculée pour le bassin à la question 4-1 : il s'agit ici de la puissance minimale demandée pour l'échangeur.

Puissance minimale de l'échangeur



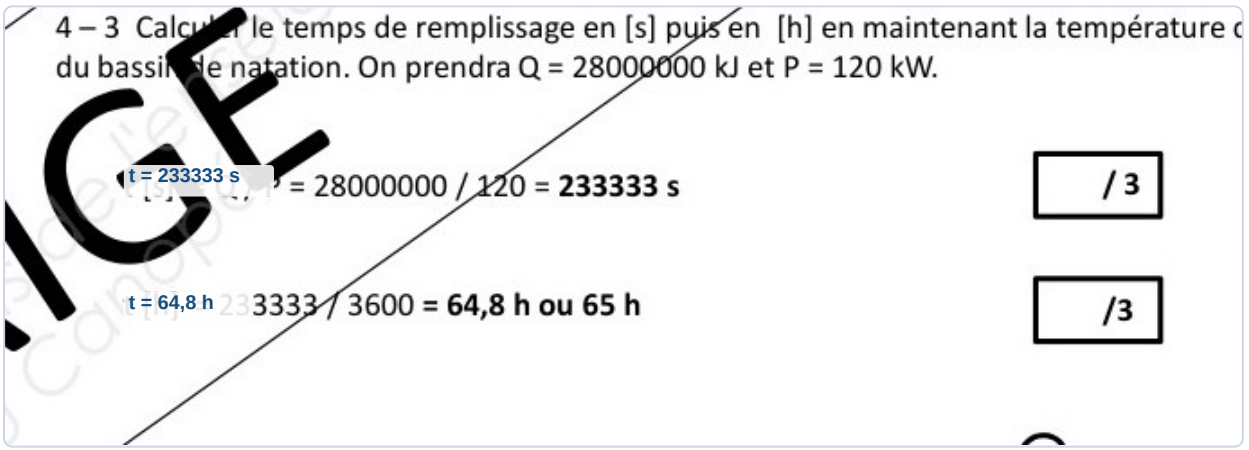
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Puissance prévisionnelle minimale de l'échangeur : **120 kW**.

Question 4-3. Calculer le temps de remplissage en secondes puis en heures, en maintenant la température de l'eau du bassin de natation, avec les valeurs d'énergie et de puissance indiquées.

La relation donnée est t = Q/P. La puissance de 120 kW équivaut à 120 kJ/s, donc le quotient de l'énergie en kJ par cette puissance donne le temps en secondes. Pour convertir ce résultat en heures, on divise par 3600. Le calcul utilise les valeurs imposées dans l'énoncé : Q = 28000000 kJ et P = 120 kW.

Temps de remplissage du bassin



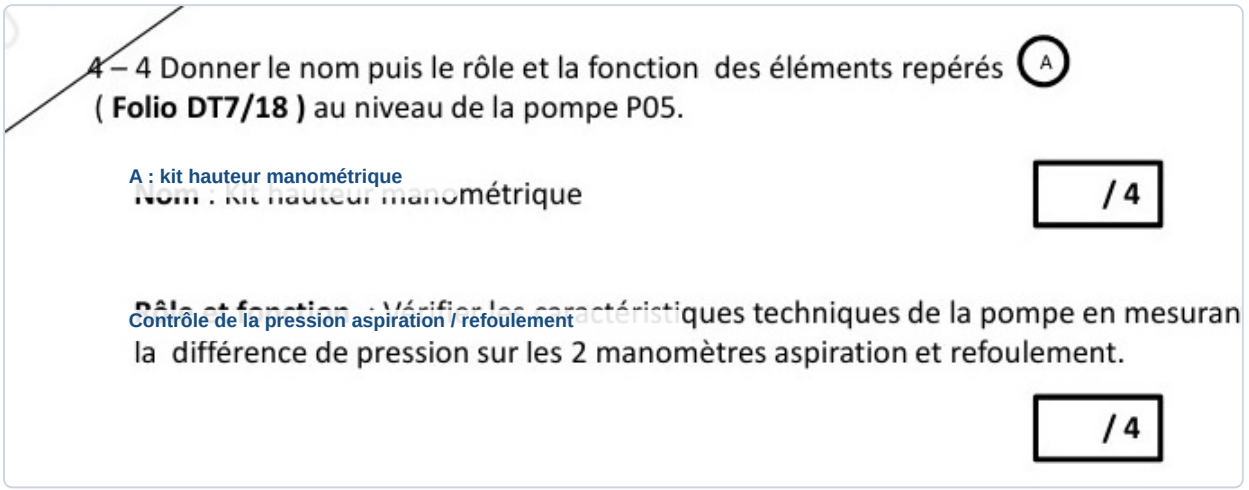
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Temps de remplissage : **233333 s**, soit **64,8 h** (environ 65 h).

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

L'élément A est un **kit hauteur manométrique**. Il sert à vérifier les caractéristiques de la pompe P05 en mesurant la différence de pression entre l'aspiration et le refoulement. La comparaison des pressions relevées par les manomètres permet de contrôler la hauteur manométrique fournie par la pompe et donc son fonctionnement.

Élément A au niveau de la pompe P05



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Kit hauteur manométrique : mesure de la différence de pression entre aspiration et refoulement pour vérifier la pompe.

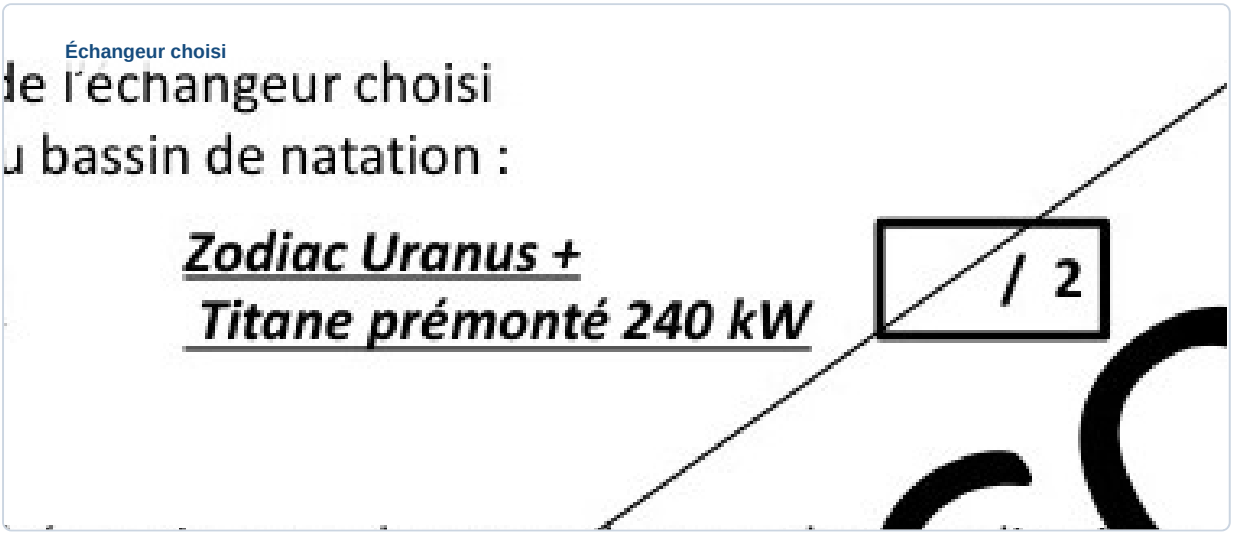
5. Raccordement de l’échangeur

L’exercice porte sur le réchauffage de l’eau du bassin de natation à partir d’un extrait du CCTP, d’une documentation technique et de schémas. Il évalue le choix de l’échangeur, le raccordement hydraulique, le positionnement de la pompe et les liaisons avec le régulateur.

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

La désignation donnée pour l’échangeur de réchauffage du bassin de natation est **Zodiac Uranus + Titane prémonté, 240 kW**. Reporter le nom complet et la puissance dans la zone de réponse. Le document ne demande pas de calcul de dimensionnement ni de justification complémentaire du choix.

Désignation de l’échangeur



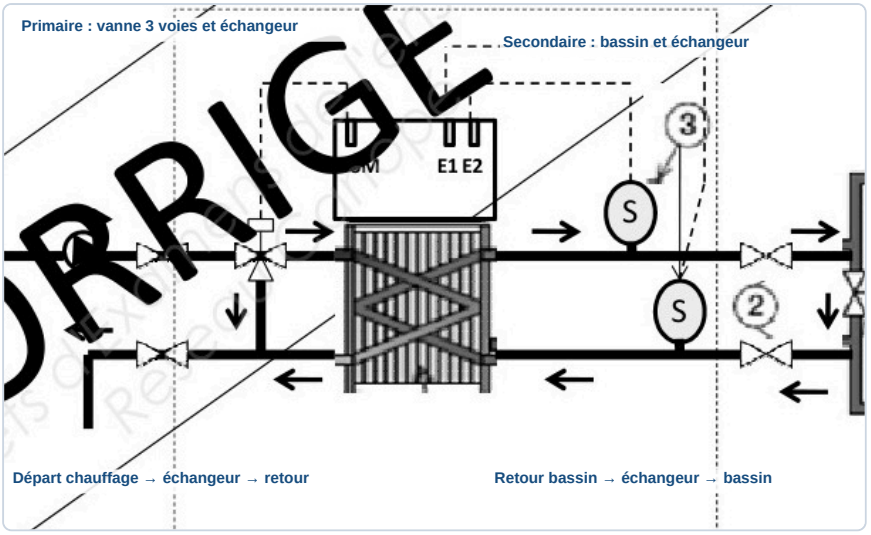
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Zodiac Uranus + Titane prémonté, 240 kW.

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

Tracer les deux circuits séparément. Sur le primaire, conduire le départ chauffage vers la vanne trois voies, puis vers l’échangeur ; relier la sortie de l’échangeur au retour chauffage. Raccorder le troisième orifice de la vanne au retour pour assurer le mélange. Sur le secondaire, l’eau revient du bassin par la conduite basse, traverse l’échangeur et repart vers le bassin par la conduite haute. Conserver les organes de filtration et les vannes indiqués.

Raccordement primaire et secondaire



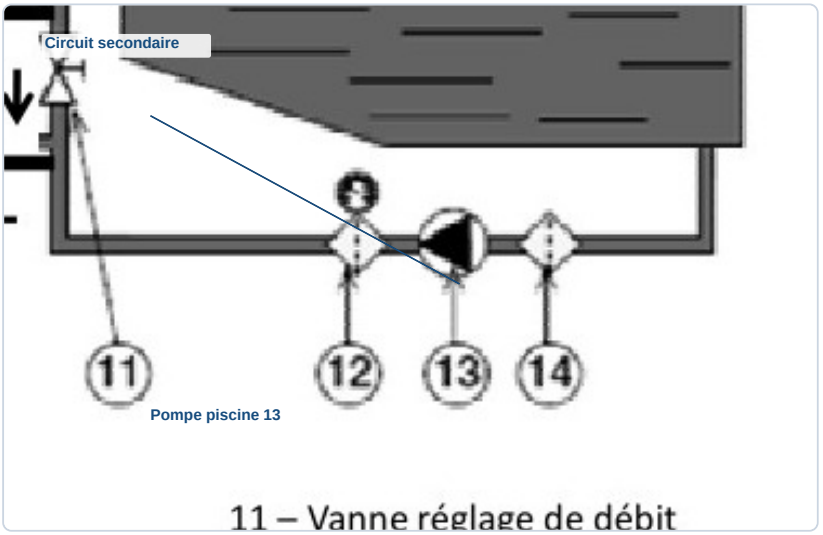
✓ RÉPONSE À RETENIR

Primaire : départ chauffage, vanne trois voies, échangeur, retour avec mélange. Secondaire : retour bassin, échangeur, départ vers le bassin.

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

La pompe concernée est la pompe de circulation du bassin, repère 13. Elle se place sur le circuit secondaire, sur la conduite de retour du bassin, en amont de l'échangeur. La régulation peut alors faire varier le débit d'eau du bassin qui traverse l'échangeur. Ne pas ajouter une pompe primaire : le schéma désigne explicitement la pompe 13 comme « pompe piscine ».

Position de la pompe piscine



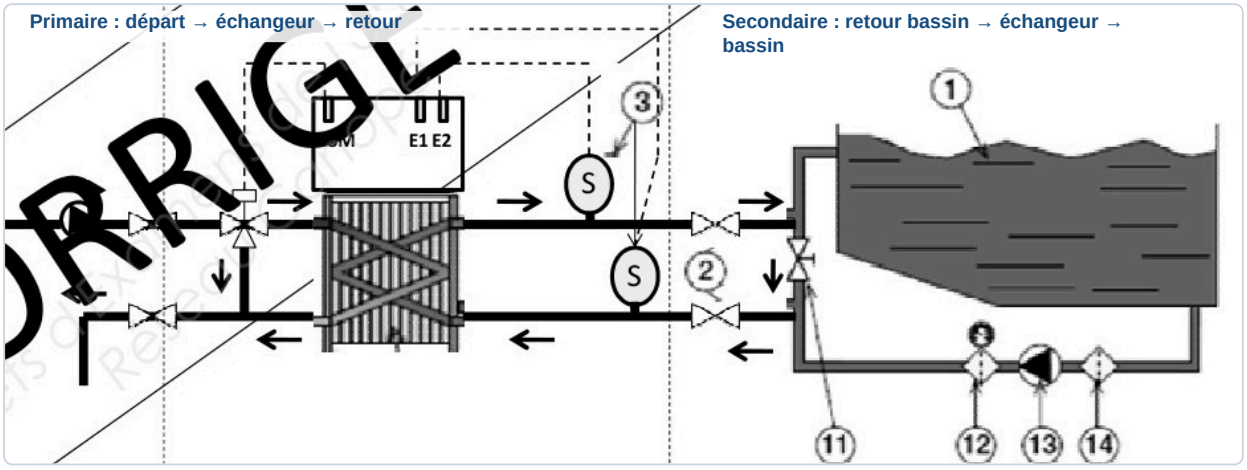
✓ RÉPONSE À RETENIR

Pompe 13 sur le circuit secondaire, sur le retour du bassin avant l'échangeur.

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

Indiquer les sens de circulation sur les deux circuits. Sur le primaire, l'eau de chauffage passe de la vanne trois voies vers l'échangeur, puis retourne au circuit de chauffage ; le troisième orifice assure le mélange avec le retour. Sur le secondaire, l'eau revient du bassin par la conduite basse et traverse l'échangeur ; l'eau réchauffée repart vers le bassin par la conduite haute. Les deux circuits restent séparés dans l'échangeur.

Sens de circulation des fluides



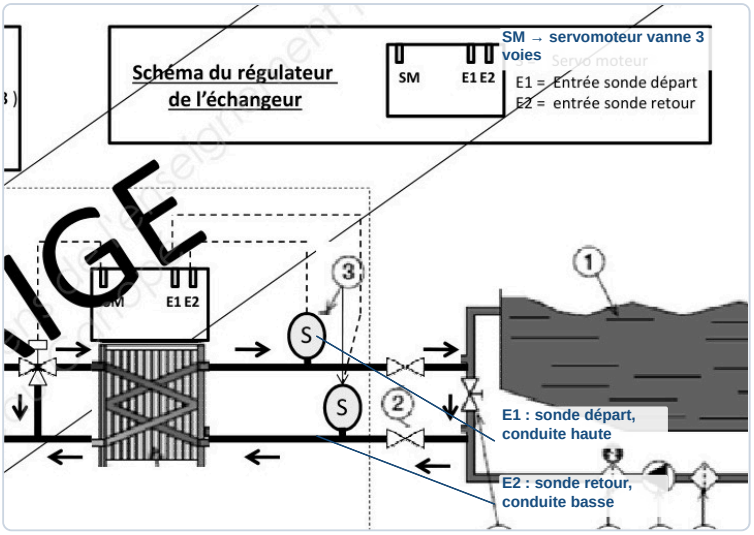
✓ RÉPONSE À RETENIR

Primaire : vanne trois voies vers échangeur, puis retour chauffage. Secondaire : bassin vers échangeur par le bas, puis retour au bassin par le haut.

Question 5-5. Raccorder les entrées et la sortie du régulateur aux appareils concernés.

Relier la sortie **SM** du régulateur au servomoteur de la vanne trois voies. Raccorder l'entrée **E1** à la sonde de départ, placée sur la conduite haute entre l'échangeur et le bassin. Raccorder l'entrée **E2** à la sonde de retour, placée sur la conduite basse entre le bassin et l'échangeur. Respecter ces repères pour que la régulation distingue bien départ et retour.

Raccordement des sondes et du servomoteur



✓ RÉPONSE À RETENIR

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

6. Étude du circulateur

L'étude concerne les pompes installées sur le préparateur d'eau chaude sanitaire et s'appuie sur leurs caractéristiques techniques et une courbe de fonctionnement. Elle traite de leur identification, de leur alimentation électrique, du calcul des puissances et de la lecture de la hauteur manométrique.

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

La marque indiquée est **SALMSON** et la référence est **DXM 40/45**. Le corps comprend deux pompes, qui peuvent fonctionner à des vitesses différentes. La réponse attendue au nombre de moteurs est donc deux. Il s'agit d'un circulateur double, et non d'une pompe unique à deux réglages de vitesse.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Pompe SALMSON DXM 40/45 : deux pompes et deux moteurs, pouvant fonctionner à des vitesses différentes.

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.

Les réponses à entourer sont :

- Raccordement : **monophasé**.
- Type de courant : **alternatif**.

La justification est le symbole « ~ » figurant dans le tableau des caractéristiques techniques. Ce symbole désigne une alimentation en courant alternatif. Il confirme le type de courant demandé, tandis que le raccordement monophasé est indiqué séparément sur le document réponse.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Raccordement monophasé ; courant alternatif, comme l'indique le symbole « ~ » dans les caractéristiques de la pompe.

Question 6-3. Pour un réglage de vitesse V2, donner la vitesse de rotation et la puissance électrique de la pompe P2.

Réglage	Vitesse de rotation	Puissance de P2
V2	1 480 tr/min	100 W

Les deux valeurs sont celles données pour le fonctionnement en vitesse 2. La puissance concerne la pompe P2 seule, avant le calcul de la puissance consommée par l'ensemble P1 + P2.

✓ RÉPONSE À RETENIR

En vitesse V2 : 1 480 tr/min pour la vitesse de rotation et 100 W pour la puissance électrique de P2.

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

Pour l'ensemble des deux pompes en vitesse 2, le document réponse indique une tension de 230 V et une intensité de 1 A. Ces valeurs sont celles à utiliser pour calculer la puissance électrique totale à la question suivante. Elles ne correspondent pas aux caractéristiques de la pompe P2 prise isolément.

✓ RÉPONSE À RETENIR

En vitesse 2, pour P1 + P2 : tension U = 230 V et intensité I = 1 A.

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

Pour l'ensemble des pompes, la puissance électrique consommée se calcule avec le facteur de puissance indiqué : $P_c = U \times I \times 0{,}8$. En utilisant $U = 230$ V et $I = 1$ A, on obtient $P_c = 230 \times 1 \times 0{,}8 = 184$ W. Le résultat correspond à la puissance cumulée de P1 et P2 en vitesse 2.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La puissance électrique consommée par l'ensemble P1 + P2 en vitesse 2 est de 184 W.

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

La puissance totale de l'ensemble est la somme des puissances des deux pompes : $P_c = P_1 + P_2$. On connaît $P_c = 184$ W et la puissance de P2, $P_2 = 100$ W. Donc $P_1 = P_c - P_2 = 184 - 100 = 84$ W. Il s'agit de la puissance électrique de P1 en vitesse 2.

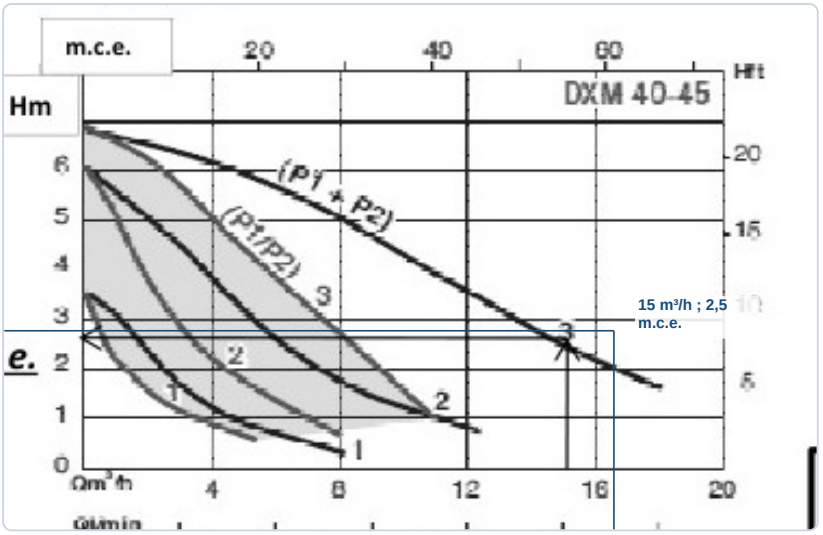
✓ RÉPONSE À RETENIR

La puissance électrique de la pompe P1 en vitesse 2 est de 84 W.

Question 6-7. Déterminer la hauteur manométrique Hm de l'ensemble des pompes pour un débit de 15 m³/h à partir de la courbe fournie.

Sur la courbe de fonctionnement de l'ensemble **P1 + P2**, repérer 15 m³/h sur l'axe horizontal et lire la hauteur correspondante sur l'axe vertical. L'intersection des deux repères donne une hauteur manométrique de 2,5 m.c.e. Le visuel conserve le tracé de lecture sur la courbe du document réponse.

Lecture de Hm à 15 m³/h



✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour un débit de 15 m³/h, la hauteur manométrique de l'ensemble P1 + P2 est de 2,5 m.c.e.

7. Traitement d’air

L’étude porte sur la centrale de traitement d’air CTA01 du hall des bassins et s’appuie sur son schéma, les conditions de référence et un diagramme psychrométrique. Elle évalue le fonctionnement des équipements, les états et évolutions de l’air, ainsi que les calculs de débit massique, de puissance transférée et d’efficacité du récupérateur.

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

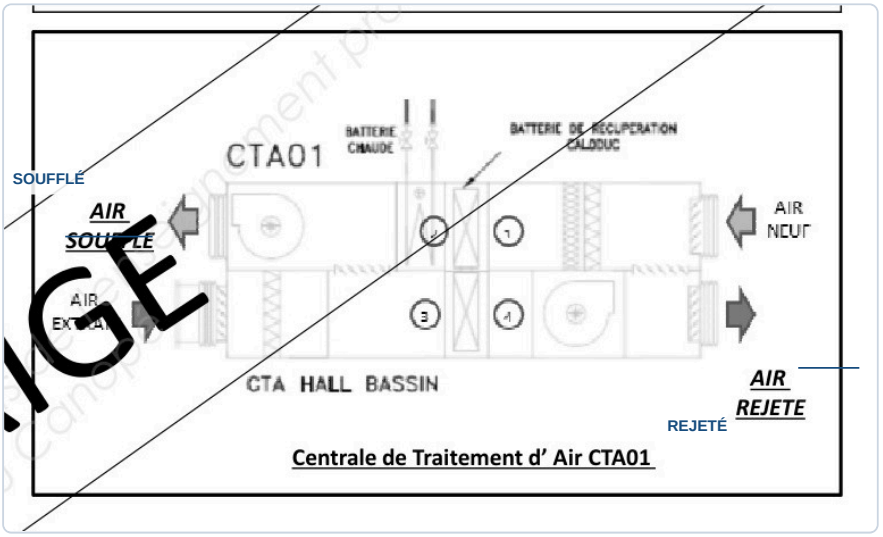
Le caloduc transfère la chaleur entre l’air extrait et l’air neuf dans un échangeur statique, sans mélanger les deux flux. La chaleur vaporise un fluide dans les tubes côté air extrait ; sa condensation réchauffe l’air neuf, puis le fluide retourne vers la zone chaude. Ce préchauffage réduit la puissance demandée à la batterie chaude et la consommation de chauffage.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le caloduc récupère la chaleur de l’air extrait pour préchauffer l’air neuf, sans mélange des flux.

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

L’air neuf entre dans la CTA par la droite. Après récupération et traitement, il sort par la gauche vers le hall : c’est l’air soufflé. L’air repris du hall entre dans la partie basse gauche, traverse séparément le récupérateur et ressort par la droite : c’est l’air rejeté. Les deux flux échangent de la chaleur sans se mélanger.

Sorties d’air sur la CTA01



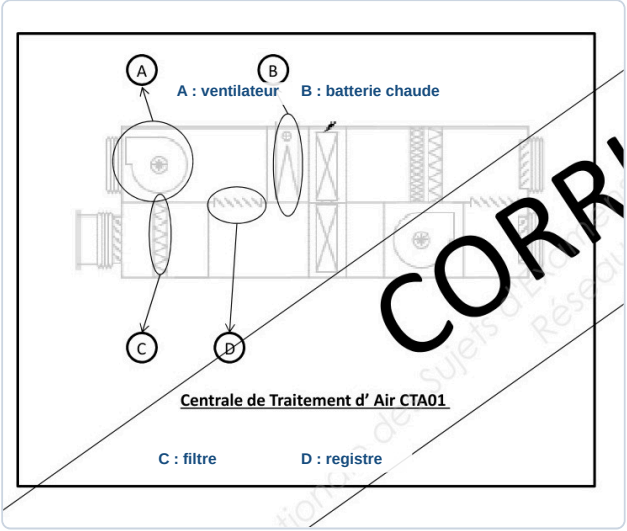
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Air soufflé : sortie gauche vers le hall. Air rejeté : sortie droite.

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.

Les repères désignent les organes représentés sur le schéma. Le ventilateur distribue l'air traité dans le hall, la batterie chaude complète le chauffage après récupération, le filtre retient les particules de l'air repris et le registre règle le débit d'air admis dans le récupérateur.

Repère	Nom	Fonction
A	Ventilateur de soufflage	Envoie l'air traité dans le réseau aéraulique du hall.
B	Batterie chaude	Réchauffe l'air en sortie du récupérateur.
C	Filtre	Filtre l'air repris avant retraitement.
D	Registre réglable	Règle le volume d'air à l'entrée du récupérateur.

Repères des organes sur le schéma CTA01



✓ RÉPONSE À RETENIR

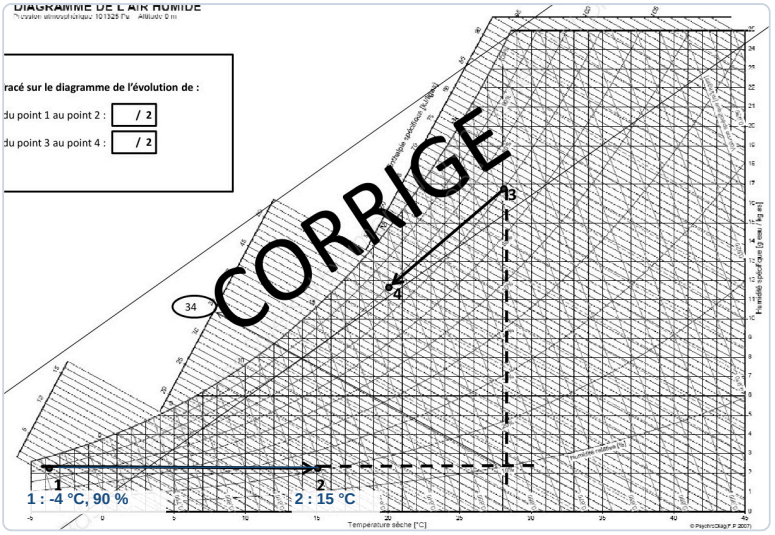
A : ventilateur de soufflage. B : batterie chaude. C : filtre. D : registre réglable.

Question 7-4. Placer sur le diagramme psychrométrique le point 1 correspondant à l'air neuf entrant, puis le point 2 en sortie du récupérateur à hygrométrie constante. Compléter le tableau des grandeurs physiques de l'air neuf au point 1.

Le point 1 correspond à l'air neuf extérieur : température sèche de -4 °C et humidité relative de 90 %. Le point 2 est à 15 °C après récupération. À hygrométrie constante, le trajet 1-2 suit une ligne horizontale sur le diagramme psychrométrique.

État	Ts (°C)	HR (%)	h (kJ/kgas)	Vs (m³/kgas)
Air neuf 1	-4	90	0,5	0,765

Trajet de l'air neuf entre les points 1 et 2



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

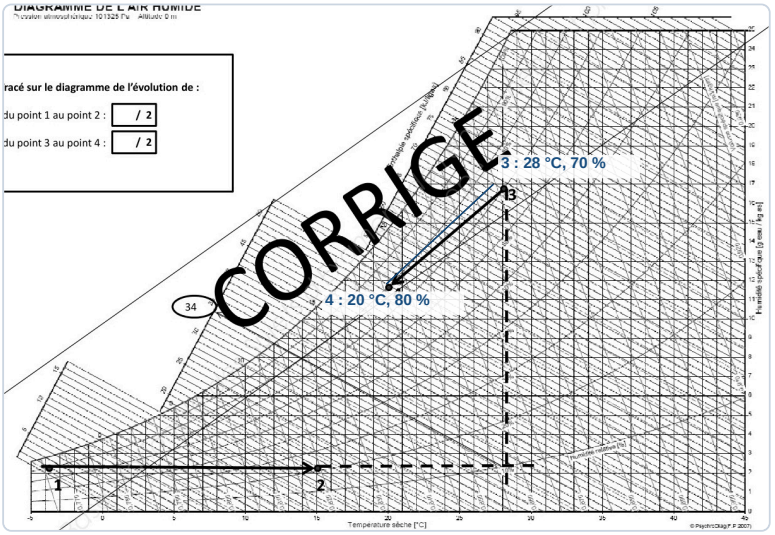
Point 1 : -4 °C, 90 %, 0,5 kJ/kgas, 0,765 m³/kgas. Point 2 : 15 °C, à hygrométrie constante.

Question 7-5. Placer sur le diagramme 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 et de l'air rejeté, puis tracer les évolutions de l'air entre les points 1 et 2 et entre les points 3 et 4.

Le point 3 représente l'air extrait entrant dans le récupérateur, et le point 4 l'air rejeté après échange thermique. Reportez les états du tableau sur le diagramme, puis reliez 3 à 4. L'air extrait se refroidit de 28 °C à 20 °C et son enthalpie diminue. Le trajet 1-2 de l'air neuf reste distinct.

État	Ts (°C)	HR (%)	h (kJ/kgas)	Vs (m³/kgas)
Air extrait 3	28	70	70,5	0,876
Air rejeté 4	20	80	49,5	0,846

Évolution de l'air extrait dans le récupérateur



✓ RÉPONSE À RETENIR

Point 3 : 28 °C, 70 %, 70,5 kJ/kgas, 0,876 m³/kgas. Point 4 : 20 °C, 80 %, 49,5 kJ/kgas, 0,846 m³/kgas.

Question 7-6. Déterminer le débit massique d'air Qm au point 1 à partir du débit volumique et du volume spécifique fournis, puis arrondir le résultat au centième.

La page donne un débit volumique de 2 500 m³/h et un volume spécifique de 0,765 m³/kgas. On convertit le débit horaire en débit par seconde, puis on divise par le volume spécifique : $Q_m = 2500/(3600 \times 0,765)$. Le résultat arrondi au centième est 0,91 kg/s. La valeur 9,08 kg/s imprimée dans le corrigé correspondrait à un débit de 25 000 m³/h, et non à la donnée affichée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

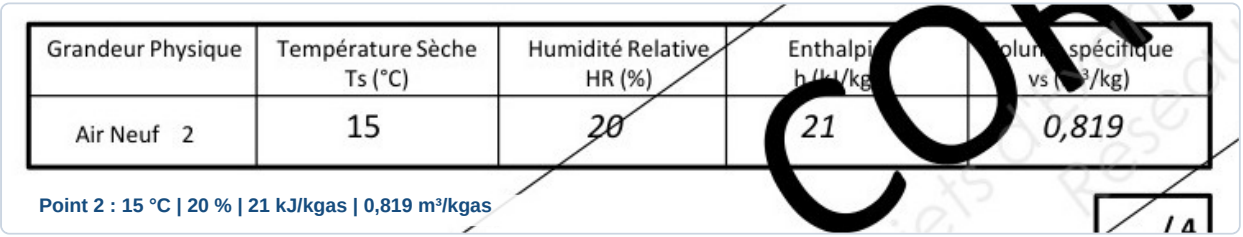
Qm = 0,91 kg/s.

Question 7-7. À partir de la température sèche indiquée pour l'air neuf en sortie du récupérateur, compléter le tableau des grandeurs physiques au point 2.

La température sèche du point 2 est fixée à 15 °C. Le point se situe sur le diagramme à teneur en humidité constante par rapport au point 1. Les grandeurs correspondantes sont reportées dans le tableau : l'humidité relative diminue lorsque l'air est réchauffé, tandis que son enthalpie augmente.

État	Ts (°C)	HR (%)	h (kJ/kgas)	Vs (m³/kgas)
Air neuf 2	15	20	21	0,819

Valeurs psychrométriques de l'air neuf au point 2



Point 2 : 15 °C | 20 % | 21 kJ/kgas | 0,819 m³/kgas

✓ RÉPONSE À RETENIR

Point 2 : 15 °C, 20 %, 21 kJ/kgas, 0,819 m³/kgas.

Question 7-8. Calculer la puissance transférée sur l'air neuf à partir du débit massique et de la différence d'enthalpie entre les points 2 et 1.

La puissance transférée est le débit massique multiplié par l'augmentation d'enthalpie entre les points 1 et 2. En utilisant le débit calculé à partir de la valeur imprimée de 2 500 m³/h, on obtient $P = [2500/(3600 \times 0,765)] \times (21 - 0,5)$. Le résultat est en kJ/s, soit en kW.

✓ RÉPONSE À RETENIR

P = 18,61 kW.

Question 7-9. À partir de l'enthalpie maximale possible indiquée, déterminer le gain enthalpique maximal sur l'air neuf.

Le gain enthalpique maximal est la différence entre l'enthalpie maximale possible et celle de l'air neuf entrant. Avec $h_{max} = 34$ kJ/kgas et $h_1 = 0,5$ kJ/kgas, on calcule $\Delta h_{max} = 34 - 0,5$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Δhmax = 33,5 kJ/kgas.

Question 7-10. Calculer en pourcentage l'efficacité du récupérateur de chaleur à partir du gain enthalpique réel et du gain enthalpique maximal.

L'efficacité est le rapport entre le gain enthalpique réel et le gain maximal, multiplié par 100. Le gain réel vaut $21 - 0,5 = 20,5$ kJ/kgas et le gain maximal vaut 33,5 kJ/kgas. Le résultat arrondi au dixième donne l'efficacité à inscrire.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Efficacité du récupérateur : 61,2 %.

8. Traitement d’eau

L’exercice mobilise des extraits du CCTP, les caractéristiques des adoucisseurs Cillit Reflex, les définitions du TH et du TAC, une analyse de l’eau et la balance de Taylor. Il porte sur le choix et la capacité d’un adoucisseur, puis sur la détermination des paramètres de dureté et de la concentration en calcium.

Question 5-1. Donner le code de référence de l’adoucisseur à installer.

La référence se relève dans la réponse du sujet pour l’adoucisseur Cillit Reflex retenu. Recopier le code complet permet d’identifier sans ambiguïté le modèle à installer. La référence donnée est CKO100179 ; elle est cohérente avec les caractéristiques d’échange et le volume de résine demandés à la question suivante.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Code de référence : **CKO100179**

Question 5-2. Indiquer la capacité d’échange de l’adoucisseur et le volume de résine correspondant.

Caractéristique	Valeur
Capacité d’échange	1790 °F·m³
Volume de résine	325 litres

Ces caractéristiques correspondent à l’adoucisseur référencé CKO100179. La capacité d’échange exprime la quantité de dureté que la résine peut retenir avant régénération. Le volume de résine sert ensuite au calcul de la diminution de dureté par litre de résine, demandé en 5-3.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Capacité d’échange : **1790 °F·m³** ; volume de résine : **325 litres**.

Question 5-3. Calculer la capacité de diminution de dureté, pour 1 m³ d’eau, d’un litre de résine à partir des données fournies.

La capacité de diminution par litre de résine est la capacité d’échange divisée par le volume de résine : $1790/325 = 5,5077$. Arrondie au dixième, elle vaut 5,5 °F. Un litre de résine peut donc abaisser de 5,5 °F la dureté d’un mètre cube d’eau, avant régénération. Les unités résultent de la capacité d’échange rapportée aux 325 litres de résine.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **5,5 °F par m³ d’eau et par litre de résine**

Question 8-4. Donner les valeurs du pH et du TAC de l'eau de ville à l'entrée de la piscine.

Le bulletin d'analyse de l'eau de ville indique les valeurs à relever avant traitement. Le pH caractérise son acidité ou son alcalinité ; le TAC traduit son alcalinité. Pour cette eau à l'entrée de la piscine, le sujet donne un pH de 7,2 et un TAC de 15 °F. Ces deux mesures sont ensuite utilisées sur la balance de Taylor.

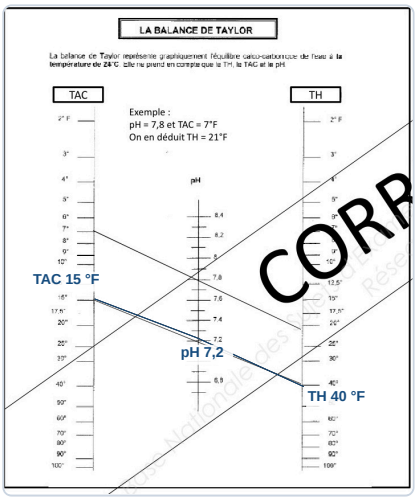
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> **pH = 7,2 ; TAC = 15 °F**

Question 8-5. Placer les valeurs du pH et du TAC sur la balance de Taylor, laisser apparents les traits de construction et lire la valeur du TH sur le diagramme.

1. Repérer TAC = 15 °F sur l'échelle de gauche et pH = 7,2 sur l'échelle centrale.
2. Tracer la droite passant par ces deux repères et la prolonger jusqu'à l'échelle TH de droite.
3. Lire le TH à l'intersection avec cette échelle.

Le visuel reporte ces repères et conserve le trait de construction. La lecture de la balance de Taylor donne un titre hydrotimétrique total de 40 °F.

Balance de Taylor complétée



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> **TH = 40 °F**

Question 8-6. À l'aide de la formule du TH, calculer le titre hydrotimétrique calcique en degrés français.

Le titre calcique est égal au titre total diminué du titre magnésien : $TH_{Ca} = TH - TH_{Mg}$. La balance donne $TH = 40\,^{\circ}F$. Le titre magnésien vaut $9,6/2,4 = 4\,^{\circ}F$. On obtient donc $TH_{Ca} = 40 - 4 = 36\,^{\circ}F$. Le titre calcique de l'eau de ville est ainsi de 36 degrés français.

✓ RÉPONSE À RETENIR

TH_{Ca} = 36 °F

Question 8-7. Déterminer la concentration en ions calcium [Ca^{2+}], en mg/l, à partir du titre hydrotimétrique calcique.

La conversion donnée dans le sujet est de 4 mg/l de calcium par degré français de titre calcique. En utilisant le résultat précédent, $[Ca^{2+}] = TH_{Ca} \times 4 = 36 \times 4 = 144$. La concentration en ions calcium de l'eau est donc de 144 mg/l. Le calcul porte bien sur le titre calcique, et non sur le titre hydrotimétrique total.

✓ RÉPONSE À RETENIR

[Ca^{2+}] = 144 mg/l

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BP GÉNIE CLIMATIQUE

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

Bilan de l'épreuve : L'épreuve E.1 du BP Monteur en installations de génie climatique, session 2014, porte le code 45022708 et dure 5 h 30, coefficient 4. Elle étudie les installations CVC d'une piscine municipale : chaudières bois et gaz, échangeurs, circulateurs, CTA et traitement d'eau. Les compétences évaluées couvrent la lecture de plans, les raccordements, les calculs thermiques et hydrauliques, la psychrométrie et l'analyse de la qualité de l'eau.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La puissance thermique vérifie P = Q/t ; pour l'eau, l'énergie s'évalue par Q = m × c × ΔT.
- Le débit massique d'air se calcule par Qm = Qv/Vs, avec des unités cohérentes et le débit volumique converti en secondes.
- L'efficacité du récupérateur se calcule par $\varepsilon = (h_2 - h_1)/\Delta hmax \times 100$.
- Le titre calcique se déduit du TH total en retranchant le TH magnésien ; la conversion en mg/l de Ca^{2+} suit la relation fournie.

Points de vigilance & attentes du jury

- Présenter les calculs, conserver les unités et respecter les arrondis demandés dans chaque partie.
- Sur les schémas hydrauliques, distinguer les circuits primaire et secondaire et indiquer clairement le sens des fluides.
- Tracer lisiblement les états et les évolutions sur le diagramme psychrométrique et laisser visibles les constructions demandées.
- Pour les lectures graphiques, utiliser le point de fonctionnement demandé et reporter les valeurs avec leur unité.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la durée de réchauffage d'un bassin ?

Utilisez la relation P = Q/t et isolez le temps : t = Q/P. Vérifiez que les unités sont compatibles, puis convertissez les secondes en heures en divisant par 3 600.

Q : Comment déterminer le débit massique d'air à partir du débit volumique ?

Divisez le débit volumique Qv par le volume spécifique Vs. Si Qv est fourni en m³/h et que Qm est attendu en kg/s, convertissez d'abord le débit horaire en secondes.

Q : Comment répartir le temps pendant cette épreuve de cinq heures trente ?

L'épreuve comporte huit parties notées sur 160 points. Répartissez le temps en fonction des points, gardez une marge pour les tracés et vérifiez les unités ainsi que les réponses laissées incomplètes.

Q : Quels critères sont particulièrement importants pour les schémas et diagrammes ?

Les consignes exigent des tracés clairs et précis, notamment sur les schémas de raccordement et le diagramme psychrométrique. Indiquez les sens de circulation demandés et laissez apparents les traits de construction.

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 - 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.