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

Épreuve E4 - Unité 40 : Mathématiques

Session 2014 • Code sujet : **E4 - Unité 40** • Durée : **1 heure** • Coefficient : **1**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Débit et perte de charge dans une conduite étranglée (3 questions) **Page 3**

2. Volume de l'atelier de peinture et renouvellement d'air (17 questions) **Page 4**

3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://bp-genie-climatique.fr/assets/annales/bp-genie-climatique/U40 - Mathématiques/2014/BP Génie Climatique - U40 - Mathématiques - Session 2014 - 3-Sujet.pdf

1. Débit et perte de charge dans une conduite étranglée

Une conduite comportant un étranglement est représentée par un schéma et décrite par une relation reliant le débit, la section, la perte de charge et la masse volumique du fluide. Les questions demandent de calculer le débit, de transformer la relation pour isoler la perte de charge, puis d'effectuer une application numérique.

Question 1. À partir de la relation fournie, calculer en m³/s le débit Q du fluide pour S = 10⁻⁵ m², ΔP = 2 × 10⁶ Pa et ρ = 900 kg/m³.

On applique la relation donnée : $Q = \frac{3\sqrt{2}}{4} S \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$. Avec les valeurs du sujet : $Q = \frac{3\sqrt{2}}{4} \times 10^{-5} \times \sqrt{\frac{2\times10^{6}}{900}} = 0,0005\ \mathrm{m^3/s}$.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> $Q = 5 \times 10^{-4}\ \mathrm{m^3/s}$

Question 2.1. À partir de la relation du débit et de la propriété donnée sur les racines carrées, montrer, en détaillant les étapes de calcul, que la perte de charge peut s'exprimer par ΔP = (8/9) × ρQ²/S².

À partir de $Q = \frac{3\sqrt{2}}{4} S \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$, on élève les deux membres au carré :

1. $Q^2 = \frac{18}{16} S^2 \frac{\Delta P}{\rho} = \frac{9}{8} S^2 \frac{\Delta P}{\rho}$.
2. On isole ΔP : $\Delta P = \frac{8\rho Q^2}{9S^2}$.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> $\Delta P = \frac{8}{9} \times \frac{\rho Q^2}{S^2}$

Question 2.2. Calculer en Pa la perte de charge ΔP pour S = 1,4 × 10⁻⁵ m², Q = 6,2 × 10⁻⁴ m³/s et ρ = 900 kg/m³. Arrondir le résultat à l'unité.

On remplace les données dans la relation établie : $\Delta P = \frac{8}{9} \times \frac{900\times(6,2\times10^{-4})^2}{(1,4\times10^{-5})^2} = 1\,568\,979,6\ \mathrm{Pa}$. Arrondi à l'unité, cela donne $1\,568\,980\ \mathrm{Pa}$.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> $\Delta P = 1\,568\,980\ \mathrm{Pa}$

2. Volume de l'atelier de peinture et renouvellement d'air

Une entreprise a rénové et agrandi son atelier de peinture et souhaite déterminer son volume ainsi que son taux de renouvellement d'air. Le plan coté permet de décomposer la surface au sol en demi-disque, rectangle et triangle, puis la relation entre débit d'air et volume sert à étudier le taux par calcul et graphiquement.

Partie A - Aire du demi-disque OBCD

Question 1.1. Calculer en mètres la longueur représentée par [OB], rayon du demi-disque OBCD, à partir des dimensions données sur la figure.

ABDF est un rectangle, donc AF = BD. Sur la figure, A, G et F sont alignés : AF = AG + GF = 2,80 + 5,40 = 8,20 m. O est le centre du demi-disque de diamètre BD, donc OB est la moitié de BD : OB = 8,20 ÷ 2 = 4,10 m.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> OB = 4,1 m.

Question 1.2. Calculer en m² l'aire A_1 de la partie représentée par le demi-disque OBCD et arrondir le résultat à l'unité.

L'aire d'un demi-disque de rayon OB vaut la moitié de celle d'un disque : $A_1 = \pi \times OB^2 \div 2$. Avec OB = 4,1 m, $A_1 = \pi \times 4{,}1^2 \div 2 \approx 26{,}41$ m². Arrondie à l'unité, l'aire est de 26 m².

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $A_1 \approx 26$ m².

Partie A - Aire du rectangle ABDF

Question 1.3. Calculer en m² l'aire A_2 de la partie représentée par le rectangle ABDF.

ABDF est un rectangle. Son aire est le produit de ses côtés AB et BD. D'après la question 1.1, BD = 8,2 m, et AB = 11 m. Ainsi, $A_2 = 11 \times 8{,}2 = 90{,}2$ m².

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $A_2 = 90{,}2$ m².

Partie A - Aire du triangle rectangle EFG

Question 1.4. Montrer par calcul que la mesure de l'angle FGE est égale à 20°.

Les points G, E et D forment l'angle GED de 110°. Comme F, E et D sont alignés, l'angle GEF lui est supplémentaire : 180° − 110° = 70°. Le triangle EFG est rectangle en F ; ses deux angles aigus ont une somme de 90°. Donc FGE = 90° − 70° = 20°.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> ∠FGE = 20°.

Question 1.5. Dans le triangle EFG rectangle en F, utiliser une relation trigonométrique pour calculer en mètres la longueur représentée par [FE]. Arrondir le résultat à l'unité.

Dans le triangle EFG rectangle en F, GF = 5,40 m est adjacent à l'angle FGE = 20°, et FE est le côté opposé. La tangente donne tan(20°) = FE ÷ 5,40, donc FE = 5,40 × tan(20°) ≈ 1,97 m. À l'unité près, FE mesure 2 m.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> FE ≈ 2 m, à l'unité près.

Question 1.6. Calculer en m² l'aire A_3 de la partie représentée par le triangle EFG.

Le triangle EFG est rectangle en F : son aire est la moitié du produit de ses côtés perpendiculaires. En reprenant FE arrondi à 2 m à la question précédente et GF = 5,40 m, A_3 = 5,40 × 2 ÷ 2 = 5,4 m².

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> A_3 = 5,4 m².

Partie A - Aire de la surface au sol de l'atelier

Question 1.7. En prenant A_1 = 26 m², A_2 = 90,2 m² et A_3 = 5,4 m², calculer en m² l'aire A_s de la surface au sol représentée par la figure ABCDEG.

Partie	Aire
Demi-disque A_1	26 m²
Rectangle A_2	90,2 m²
Triangle A_3	5,4 m²

La surface au sol est la somme de ces trois parties : A_s = 26 + 90,2 + 5,4 = 121,6 m².

✓ RÉPONSE À RETENIR

A_s = 121,6 m².

Partie A - Volume de l'atelier de peinture

Question 1.8. Sachant que la hauteur sous plafond de l'atelier mesure 3 m, calculer son volume V en m³.

Le volume est le produit de l'aire au sol par la hauteur sous plafond. Avec A_s = 121,6 m² et une hauteur de 3 m : V = 121,6 × 3 = 364,8 m³. L'unité est bien le mètre cube, car m² × m = m³.

✓ RÉPONSE À RETENIR

V = 364,8 m³.

Partie B - Évolution du taux de renouvellement d'air

Question 2.1.a. À partir de la relation T = Q/V et du débit d'air neuf constant Q = 300 m³/h, exprimer T en fonction de V.

La relation donnée est T = Q ÷ V. Le débit d'air neuf est constant et vaut Q = 300 m³/h. En remplaçant Q dans la relation, on obtient T(V) = 300 ÷ V, où V est exprimé en m³. Le taux T s'exprime en h^{-1}, soit en renouvellements par heure.

✓ RÉPONSE À RETENIR

T(V) = 300/V, en h^{-1}.

Question 2.1.b. Calculer le taux de renouvellement d'air T de l'atelier agrandi pour V = 330 m³. Arrondir le résultat au centième.

On utilise T = Q ÷ V avec Q = 300 m³/h et V = 330 m³. Ainsi, T = 300 ÷ 330 ≈ 0,909 h^{-1}. Arrondi au centième, le taux de renouvellement d'air de l'atelier est de 0,91 h^{-1}.

✓ RÉPONSE À RETENIR

T ≈ 0,91 h^{-1}.

Partie B - Tableau de valeurs

Question 2.2. Compléter sur l'annexe le tableau de valeurs de f(x) = 300/x pour x = 100, 150, 200, 300 et 400. Arrondir les résultats au dixième.

Pour chaque valeur de x, on calcule f(x) = 300 ÷ x, puis on arrondit au dixième. Le tableau complété donne 3,0 pour x = 100, 2,0 pour x = 150, 1,5 pour x = 200, 1,0 pour x = 300 et 0,8 pour x = 400. La valeur déjà indiquée pour x = 150 est conservée.

Tableau de valeurs complété

Valeurs de x	100	150	200	300	400
Valeurs de $f(x)$	3,0	2	1,5	1,0	0,8

✓ RÉPONSE À RETENIR

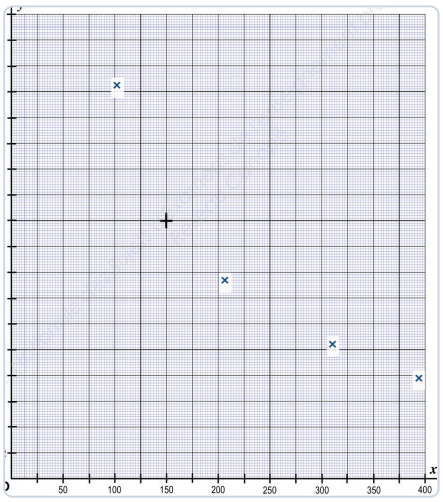
Pour x = 100, 150, 200, 300 et 400 : f(x) = 3,0 ; 2,0 ; 1,5 ; 1,0 ; 0,8.

Partie B - Représentation graphique

Question 2.3.a. Dans le repère de l'annexe, placer les points de la courbe C d'abscisses 100, 200, 300 et 400. Le point de coordonnées (150 ; 2) est déjà placé.

Avec f(x) = 300 ÷ x, les ordonnées demandées sont f(100) = 3, f(200) = 1,5, f(300) = 1 et f(400) = 0,75. Placer ces quatre points dans le repère de l'annexe. Le point (150 ; 2) est déjà représenté.

Points de la courbe placés sur le repère



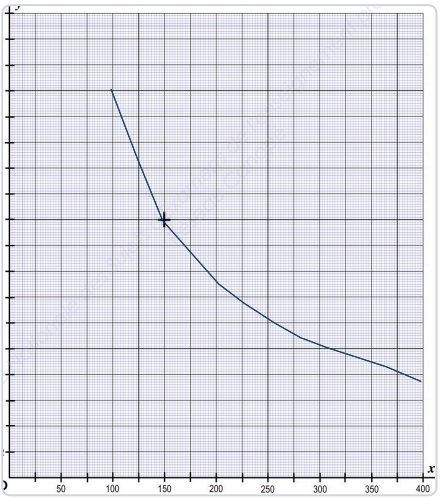
✓ RÉPONSE À RETENIR

Points à placer : (100 ; 3), (200 ; 1,5), (300 ; 1) et (400 ; 0,75).

Question 2.3.b. Tracer dans le repère de l'annexe la courbe C représentative de la fonction f définie par f(x) = 300/x sur [100 ; 400].

La courbe représente f(x) = 300 ÷ x sur l'intervalle [100 ; 400]. Elle est décroissante et passe notamment par les points du tableau, dont (100 ; 3), (150 ; 2), (200 ; 1,5), (300 ; 1) et (400 ; 0,75). Tracer une courbe régulière passant par ces points.

Courbe f(x) = 300/x tracée sur le repère



✓ RÉPONSE À RETENIR

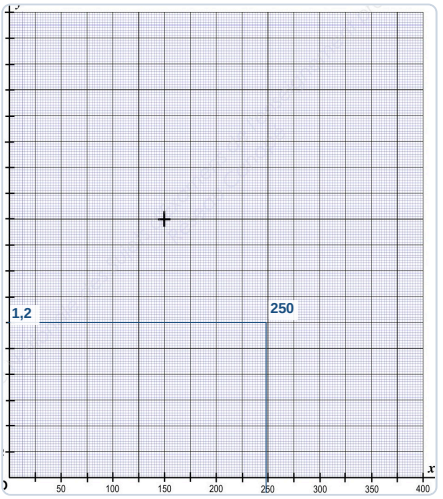
Courbe décroissante de f(x) = 300/x passant par les points du tableau.

Partie B - Lectures graphiques

Question 2.4.a. À partir de la courbe tracée, déterminer la valeur de x pour laquelle f(x) = 1,2, en laissant apparents les traits de lecture sur le graphique.

Sur la courbe, partir de l'ordonnée 1,2, rejoindre la courbe puis descendre verticalement jusqu'à l'axe des abscisses. La lecture donne x = 250. La relation f(x) = 300 ÷ x confirme cette lecture : 300 ÷ 1,2 = 250.

Lecture graphique de f(x) = 1,2



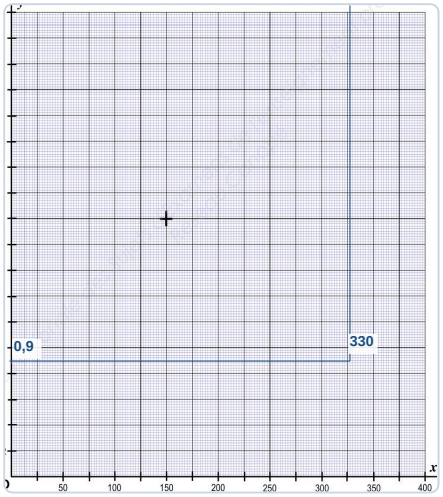
✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour f(x) = 1,2, x = 250.

Question 2.4.b. Déterminer graphiquement la valeur de f(330), puis comparer ce résultat à celui obtenu à la question 2.1.b. Laisser apparents les traits de lecture sur le graphique.

À l'abscisse x = 330, la lecture graphique donne environ 0,9. Le calcul donne f(330) = 300 ÷ 330 ≈ 0,91 h^{-1}, soit 0,9 au dixième comme sur le graphique. Au centième, on retrouve le résultat de la question 2.1.b.

Lecture graphique de f(330)



✓ RÉPONSE À RETENIR

Graphiquement, f(330) ≈ 0,9 ; au centième, f(330) ≈ 0,91 h^{-1}, comme en 2.1.b.

Partie B - Interprétation

Question 2.5.a. À partir des résultats obtenus, indiquer comment évolue le taux de renouvellement d'air lorsque le volume du local augmente, à débit d'air constant.

À débit constant, T = 300 ÷ V. Lorsque le volume V augmente, le quotient diminue. Les valeurs du tableau le confirment : le taux passe de 3 renouvellements par heure pour 100 m^3 à 0,75 renouvellement par heure pour 400 m^3.

✓ RÉPONSE À RETENIR

À débit constant, le taux de renouvellement diminue lorsque le volume augmente.

Question 2.5.b. Dans les conditions données, indiquer si le taux de renouvellement d'air et le volume du local sont proportionnels, puis justifier la réponse.

Pour que T et V soient proportionnels, leur quotient T ÷ V doit être constant. Or T = 300 ÷ V : le taux varie en sens inverse du volume. Par exemple, si le volume double de 100 à 200 m³, le taux passe de 3 à 1,5 h^{-1}. Les deux grandeurs ne sont donc pas proportionnelles.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Non, le taux et le volume ne sont pas proportionnels.

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

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de mathématiques du BP Monteur en installations de génie climatique, session Printemps 2014, est l'épreuve E4, unité 40. D'une durée d'une heure et de coefficient 1, elle étudie le débit et la perte de charge dans une conduite, puis le volume d'un atelier de peinture et son renouvellement d'air. Les compétences évaluées mobilisent calculs, géométrie, trigonométrie, fonctions et lectures graphiques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour la conduite étranglée, $Q = (3\sqrt{2}/4) \times S \times \sqrt{(\Delta P/\rho)}$, avec les unités précisées dans le sujet.
- En isolant ΔP dans la relation du débit, on obtient $\Delta P = (8/9) \times \rho Q^2/S^2$.
- L'aire d'un demi-disque de rayon r vaut $\pi r^2/2$; le volume d'un atelier à hauteur constante vaut aire au sol multipliée par la hauteur.
- À débit constant $Q = 300$ m³/h, le taux de renouvellement d'air est $T = Q/V$, donc $f(x) = 300/x$.

Points de vigilance & attentes du jury

- Conserver les unités et les puissances de 10 dans les calculs; arrondir uniquement selon la précision demandée.
- Déduire le rayon de la moitié du diamètre BD et utiliser les dimensions du plan, qui n'est pas à l'échelle.
- Dans le triangle rectangle, repérer l'angle et les côtés concernés avant de choisir la relation trigonométrique.
- Respecter les échelles du repère, placer les points précisément et laisser apparents les traits de lecture demandés.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment transformer la formule du débit pour obtenir la perte de charge ?

Isoler d'abord la racine dans la relation du débit, puis élever les deux membres au carré. Réorganiser ensuite les facteurs et les coefficients pour obtenir $\Delta P = (8/9) \times \rho Q^2/S^2$.

Q : Comment calculer le taux de renouvellement d'air et interpréter la fonction ?

Diviser le débit d'air neuf Q, exprimé en m³/h, par le volume V, en m³. Pour $Q = 300$, $T = 300/V$: le taux diminue lorsque le volume augmente, et ces grandeurs ne sont pas proportionnelles.

Q : Comment procéder pour compléter l'annexe et exploiter le graphique ?

Calculer les valeurs avec $f(x) = 300/x$, en appliquant l'arrondi demandé, puis placer les points et tracer la courbe. Utiliser ensuite le graphique pour les lectures et garder les traits de lecture apparents.

Q : Quels critères de présentation et d'arrondi faut-il respecter ?

Rédiger le détail des calculs sur la copie et utiliser les unités demandées. Respecter l'arrondi propre à chaque question : à l'unité, au centième ou au dixième. L'annexe est à rendre avec la copie.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bp-genie-climatique.fr/assets/annales/bp-genie-climatique/U40 - Mathématiques/2014/BP Génie Climatique - U40 - Mathématiques - 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.