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 en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BAC STI2D • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Bac STI2D

Architecture et construction

Session 2025 • Code sujet : **25-2D2IDACME3** • Durée : **4 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Capacité et implantation de la STEU de la Feyssine** (4 questions) — **Page 3**
2. **Digestion des boues et bilan des émissions de CO2** (4 questions) — **Page 6**
3. **Réseau informatique et sécurité des intervenants** (3 questions) — **Page 9**
4. **Centrifugation et séparation des boues biologiques** (4 questions) — **Page 11**
5. **Vérification de l'implantation d'une torchère** (4 questions) — **Page 13**
6. **Réduction des nuisances acoustiques du local compresseur biogaz** (4 questions) — **Page 15**
7. **Vérification de la structure supportant les centrifugeuses** (6 questions) — **Page 17**
8. **Bilan thermique du méthaniseur** (4 questions) — **Page 20**
9. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 22**

Sujet officiel (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2025/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2025 - 1-Sujet.pdf

1. Capacité et implantation de la STEU de la Feyssine

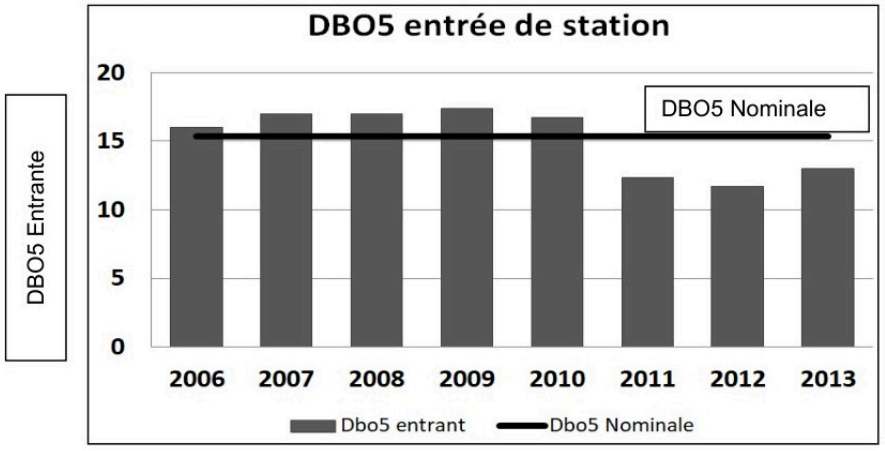
La métropole lyonnaise a mis en service la station de la Feyssine pour délester celle de Saint-Fons et traiter les eaux usées d'une population croissante. Les documents présentent la saturation de Saint-Fons, les exigences d'implantation et des données permettant de comparer plusieurs procédés de traitement.

Question 1.1. Indiquer l'état de saturation de la station de Saint-Fons avant 2011 à partir de l'évolution de la charge entrante en DBO5, puis expliquer pourquoi la mise en service d'une nouvelle STEU était nécessaire.

Sur le graphique DT1, les charges entrantes dépassent la charge nominale de 2006 à 2010 : Saint-Fons était donc saturée avant 2011. Or, au-delà de sa charge nominale, une station ne peut plus traiter correctement les effluents. La mise en service de la Feyssine était nécessaire pour délester Saint-Fons et répondre à l'augmentation de la population métropolitaine, passée de 1 070 000 habitants en 2011 à 1 170 000 en 2021.

Dépassement de la charge nominale

passée la station ne peut plus traiter les effluents.



2006-2010 : charge entrante > nominale

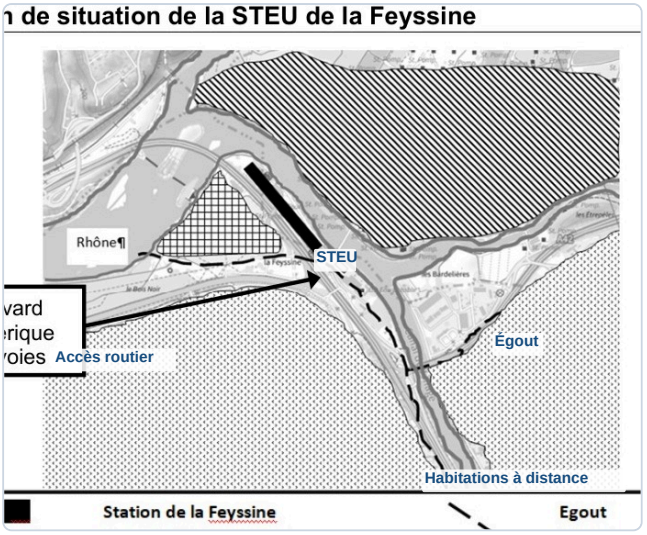
✓ RÉPONSE À RETENIR

Saint-Fons était saturée de 2006 à 2010. La Feyssine était nécessaire pour la délester et traiter les besoins croissants de la métropole.

Question 1.2. Justifier que les caractéristiques du terrain du site de la Feyssine répondent aux exigences d'implantation d'une STEU, en utilisant le diagramme des exigences et le plan de situation.

Le diagramme DT2 exige un accès adapté, la proximité d'un cours d'eau et d'un collecteur d'égout, ainsi qu'un éloignement des habitations. Le plan DT3 situe la station près du boulevard périphérique, du Rhône et du tracé de l'égout, et à l'écart des zones d'habitation. Ces éléments répondent aux exigences d'implantation : l'accès facilite l'exploitation, tandis que la proximité du cours d'eau permet le rejet des eaux traitées et l'éloignement limite les nuisances pour les riverains.

Repérage des critères d’implantation sur le plan



✓ RÉPONSE À RETENIR

Le site est accessible, proche du Rhône et de l’égout, et éloigné des habitations : les exigences d’implantation sont satisfaites.

Question 1.3. À partir de la capacité de 300 000 équivalents habitants et de l’élimination de 17 100 kg de DBO5, calculer les éléments manquants du document-réponse DR1 pour les différents types de traitement.

Pour la surface, multiplier la capacité par la surface unitaire. Pour l’énergie, multiplier les 17 100 kg de DBO5 éliminés par la consommation unitaire. Pour l’investissement, multiplier le coût unitaire par 300 000 équivalents habitants, puis convertir les euros en millions d’euros. Les valeurs calculées complètent les cases laissées vides dans DR1 :

Donnée	Filtre planté de roseaux	Boue activée, aération prolongée	Biofiltre
Surface (m²)	3 000 000	318 000	75 000
Énergie consommée (kW·h)	8 550	54 720	76 950
Coût d’investissement (M€)	540	68,4	642,6

DR1 complété

Calcul estimatif en fonction du type de traitement de la surface, de la consommation d'énergie et du coût de la STEU de la Feyssine

Donnée	*unité*	Filtre plantée de Roseaux (*Types de traitement*)	Boue Activée aération prolongée	Biofiltre
Surface	m²	3 000 000	**318 000**	**75 000**
Énergie consommée	kW·h	**8 550**	54 720	**76 950**
Cout investissement	M€	**540**	**68,4**	642,6

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Surface : 3 000 000 ; 318 000 ; 75 000 m². Énergie : 8 550 ; 54 720 ; 76 950 kW·h. Investissement : 540 ; 68,4 ; 642,6 M€.

Question 1.4. Pour un terrain de 400 000 m², déterminer le type de traitement le plus adapté et justifier la réponse à partir du document-réponse DR1.

Le filtre planté de roseaux exige 3 000 000 m² : il ne tient pas sur les 400 000 m² disponibles. La boue activée et le biofiltre tiennent tous deux sur le terrain, avec respectivement 318 000 m² et 75 000 m² requis. Si l'on considère aussi le coût présenté dans DR1, la boue activée est le choix le plus équilibré : son investissement est de 68,4 M€, contre 642,6 M€ pour le biofiltre. Elle laisse en outre 82 000 m² disponibles.

Choix adapté à la surface disponible

Calcul estimatif en fonction du type de traitement de la surface, de la consommation d'énergie et du coût de la STEU de la Feyssine

Donnée	*unité*	Filtre plantée de Roseaux (*Types de traitement*)	Boue Activée aération prolongée	Biofiltre
Surface	m²		**318 000**	**75 000**
Énergie consommée	kW·h	**8 550**		**76 950**
Cout investissement	M€	**540**	**68,4**	

Choix conseillé : boue activée

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Choix conseillé : boue activée, avec 318 000 m² requis sur 400 000 m² et un investissement de 68,4 M€.

2. Digestion des boues et bilan des émissions de CO2

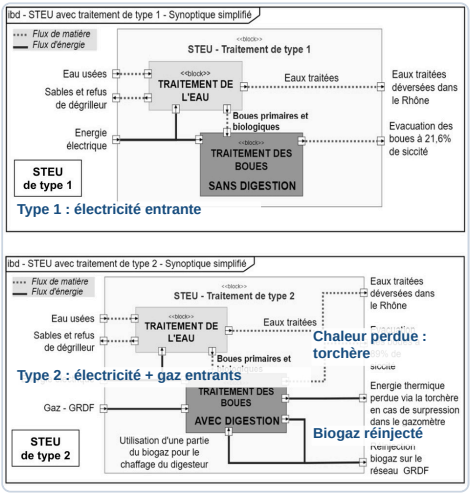
L'étude compare une STEU sans digestion des boues à la station de la Feyssine, qui produit du biogaz par digestion et valorise les boues séchées. Les synoptiques et le document-réponse servent à inventorier les flux d'énergie et à comparer les impacts annuels en équivalent CO2.

Question 2.1. À partir des synoptiques du DT5, lister les différents flux d'énergie entrants et sortants pour les STEU de type 1 et de type 2.

Le DT5 distingue les flux d'énergie, représentés par des traits continus, des flux de matière en pointillés. Le tableau recense les flux qui franchissent la frontière de chaque STEU. Dans le type 2, le biogaz sert aussi au chauffage du digesteur : c'est un flux interne, et non une entrée extérieure. Aucune énergie sortante n'est indiquée pour le type 1.

Type	Énergie entrante	Énergie sortante
1, sans digestion	Énergie électrique	Aucun flux indiqué
2, avec digestion	Énergie électrique et gaz du réseau GRDF	Biogaz réinjecté dans le réseau GRDF et énergie thermique perdue par la torchère en cas de surpression

Flux énergétiques du DT5

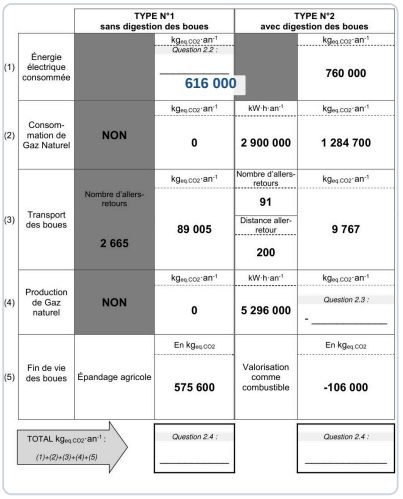


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Type 1 : électricité entrante. Type 2 : électricité et gaz entrants, biogaz réinjecté et chaleur perdue sortants.

Question 2.2. Calculer les émissions annuelles de CO2 équivalent dues à la consommation électrique d'une STEU de type 1, à raison de 6 160 000 kW·h par an et de 0,1 kg équivalent CO2 par kW·h, puis compléter la case correspondante de la ligne (1) du DR2.

Les émissions annuelles se calculent en multipliant la consommation électrique par le facteur d'émission fourni. Pour la STEU de type 1 : **6 160 000 × 0,1 = 616 000 $kg_{éq.CO_2}·an^{-1}$**. Reporter cette valeur dans la case de la ligne (1), colonne « type n°1 » du DR2. Le résultat est annuel, puisque la consommation électrique donnée est exprimée par an.

DR2 complété : émissions électriques



		TYPE N°1 sans digestion des boues		TYPE N°2 avec digestion des boues	
(1)	Énergie électrique consommée		kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} Question 2.2 : 616 000		kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} 760 000
(2)	Consommation de Gaz Naturel	NON	kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} 0	kW·h·an^{-1} 2 900 000	kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} 1 284 700
(3)	Transport des boues	Nombre d'allers-retours 2 665	kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} 89 005	Nombre d'allers-retours 91 ; Distance aller-retour 200	kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} 9 767
(4)	Production de Gaz naturel	NON	kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} 0	kW·h·an^{-1} 5 296 000	kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} Question 2.3 : -
(5)	Fin de vie des boues	Épandage agricole	En kg$_{éq.CO2}$ 575 600	Valorisation comme combustible	En kg$_{éq.CO2}$ -106 000
	TOTAL kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} : (1)+(2)+(3)+(4)+(5)		Question 2.4 :		Question 2.4 :

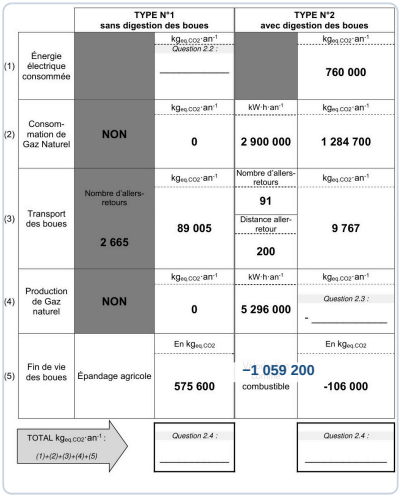
✓ RÉPONSE À RETENIR

Type 1, ligne (1) : 616 000 $kg_{éq.CO_2}·an^{-1}$.

Question 2.3. Calculer l'impact négatif annuel en CO2 équivalent de la production de 5 296 000 kW·h de biogaz, avec une absorption équivalente à 0,2 kg de CO2 par kW·h, puis compléter la ligne (4) « Production de Gaz naturel » du DR2 pour la STEU de type 2.

Le sujet indique que chaque kW·h de biogaz produit équivaut à une absorption de 0,2 kg de CO_2. L'impact est donc négatif : **5 296 000 × 0,2 = 1 059 200 $kg_{éq.CO_2}·an^{-1}$** absorbés. Inscrire **−1 059 200** dans la case de la ligne (4), colonne « type n°2 » du DR2. Le signe moins représente l'absorption de CO_2.

DR2 complété : production de biogaz



		TYPE N°1 sans digestion des boues		TYPE N°2 avec digestion des boues	
(1)	Énergie électrique consommée		kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} Question 2.2 :		kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} 760 000
(2)	Consommation de Gaz Naturel	NON	kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} 0	kW·h·an^{-1} 2 900 000	kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} 1 284 700
(3)	Transport des boues	Nombre d'allers-retours 2 665	kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} 89 005	Nombre d'allers-retours 91 ; Distance aller-retour 200	kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} 9 767
(4)	Production de Gaz naturel	NON	kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} 0	kW·h·an^{-1} 5 296 000	kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} Question 2.3 : -
(5)	Fin de vie des boues	Épandage agricole	En kg$_{éq.CO2}$ 575 600	−1 059 200 combustible	En kg$_{éq.CO2}$ -106 000
	TOTAL kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} : (1)+(2)+(3)+(4)+(5)		Question 2.4 :		Question 2.4 :

✓ RÉPONSE À RETENIR

Type 2, ligne (4) : −1 059 200 $kg_{éq.CO_2}·an^{-1}$, soit une absorption de CO_2.

Question 2.4. Calculer sur le DR2 les impacts totaux en kg équivalent CO2 pour les deux types de STEU, puis conclure sur l'intérêt de la digestion des boues dans une démarche de développement durable.

Le total additionne les cinq postes du DR2, en conservant le signe de chaque impact. Les valeurs électriques sont celles des questions précédentes et les autres termes sont repris du tableau. Le type 2 présente un bilan inférieur : la valorisation du biogaz et des boues compense en partie les émissions liées à la consommation de gaz et au transport des boues.

STEU	Calcul du total ($kg_{éq.CO_2}·an^{-1}$)	Total
Type 1	616 000 + 0 + 89 005 + 0 + 575 600	1 280 605
Type 2	760 000 + 1 284 700 + 9 767 − 1 059 200 − 106 000	889 267

La digestion réduit le bilan annuel de 391 338 $kg_{éq.CO_2}$.

DR2 complété : bilans totaux

		TYPE N°1 sans digestion des boues		TYPE N°2 avec digestion des boues	
(1)	Énergie électrique consommée		$kg_{éq.CO2}·an^{-1}$ Question 2.2 : ____		$kg_{éq.CO2}·an^{-1}$ 760 000
(2)	Consommation de Gaz Naturel	NON	$kg_{éq.CO2}·an^{-1}$ 0	$kW·h·an^{-1}$ 2 900 000	$kg_{éq.CO2}·an^{-1}$ 1 284 700
(3)	Transport des boues	Nombre d'allers-retours 2 665	$kg_{éq.CO2}·an^{-1}$ 89 005	Nombre d'allers-retours 91 ; Distance aller-retour 200	$kg_{éq.CO2}·an^{-1}$ 9 767
(4)	Production de Gaz naturel	NON	$kg_{éq.CO2}·an^{-1}$ 0	$kW·h·an^{-1}$ 5 296 000	$kg_{éq.CO2}·an^{-1}$ Question 2.3 : - ____
(5)	Fin de vie des boues	Épandage agricole	En $kg_{éq.CO2}$ 575 600	Valorisation comme combustible	En $kg_{éq.CO2}$ -106 000
	TOTAL $kg_{éq.CO2}·an^{-1}$: (1)+(2)+(3)+(4)+(5)		Question 2.4 : 1 280 605		Question 2.4 : 889 267

✓ RÉPONSE À RETENIR

Type 1 : 1 280 605 $kg_{éq.CO_2}·an^{-1}$. Type 2 : 889 267 $kg_{éq.CO_2}·an^{-1}$. La digestion réduit l'impact annuel de 391 338 $kg_{éq.CO_2}$.

3. Réseau informatique et sécurité des intervenants

Les intervenants portent des détecteurs multigaz connectés au réseau Ethernet afin d'être surveillés en temps réel sur le site. Le sujet fournit l'adresse et le masque du réseau, les plages réservées aux équipements ainsi que l'adresse binaire de la première borne WiFi.

Question 3.1. Calculer le nombre maximal d'hôtes du réseau défini par l'adresse 172.16.0.0 et le masque 255.255.0.0. Convertir ensuite en décimal le numéro d'hôte binaire de la première borne WiFi afin d'obtenir son adresse IP.

Le masque 255.255.0.0 réserve 16 bits au réseau et laisse 16 bits pour les hôtes. Le nombre maximal d'adresses utilisables est donc $2^{16} - 2 = 65\,534$, en excluant l'adresse réseau et l'adresse de diffusion. La conversion binaire de la borne n°1 donne les octets 10101100 = 172, 00010000 = 16, 00110010 = 50 et 11001000 = 200. Son adresse IP est donc 172.16.50.200.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 65 534 hôtes utilisables ; adresse de la borne WiFi n°1 : 172.16.50.200.

Question 3.2. Proposer une adresse IP pour la deuxième borne WiFi qui soit compatible avec le réseau Ethernet de la station et la plage réservée aux bornes WiFi, puis justifier la proposition.

Élément	Valeur
Réseau de la station	172.16.0.0, masque 255.255.0.0
Plage réservée au WiFi	172.16.50.0 à 172.16.50.255
Adresse proposée pour la borne n°2	172.16.50.201

Le masque /16 rend compatible avec le réseau toute adresse commençant par 172.16. La proposition appartient aussi à la plage réservée aux bornes WiFi. Elle est distincte de l'adresse de la borne n°1, 172.16.50.200, et peut donc être attribuée à la borne n°2 sans conflit avec celle-ci.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Adresse proposée pour la borne WiFi n°2 : 172.16.50.201.

Question 3.3. Conclure quant à la capacité de l'installation à garantir la sécurité des personnes.

L'installation fournit les éléments nécessaires à une surveillance en temps réel des intervenants, grâce aux détecteurs multigaz reliés au réseau Ethernet et aux points d'accès WiFi prévus pour couvrir le site.

- Les alertes peuvent signaler la présence de gaz nocifs.
- La sécurité dépend aussi du bon fonctionnement des détecteurs et du réseau, ainsi que de la réaction du personnel en cas d'alerte.

Le dispositif renforce donc la sécurité, mais ne peut à lui seul la garantir.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le dispositif renforce la sécurité par la surveillance en temps réel, sans la garantir à lui seul.

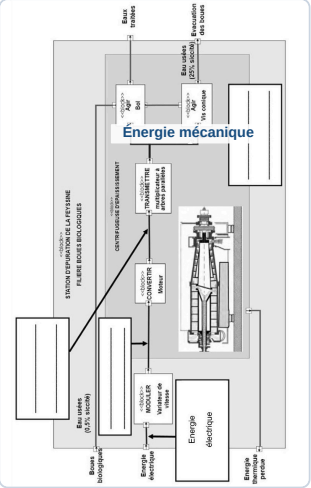
4. Centrifugation et séparation des boues biologiques

Une centrifugeuse épaissit les boues biologiques en séparant la phase liquide des matières solides grâce à la rotation du bol et de la vis de convoyage. Le candidat étudie les flux d'énergie et calcule puis compare les forces centrifuges appliquées aux boues et à l'eau.

Question 4.1. Sur le document-réponse DR3, inscrire la nature des flux d'énergie circulant dans le système en distinguant énergie électrique et énergie mécanique.

Le moteur reçoit l'énergie électrique et la convertit en énergie mécanique, transmise au bol et à la vis. Sur le DR3, l'énergie électrique est déjà indiquée ; compléter le flux mécanique dans la case vide.

Flux d'énergie à inscrire sur le DR3



✓ RÉPONSE À RETENIR

Entrée du moteur : énergie électrique. Transmission au bol et à la vis : énergie mécanique.

Question 4.2. À partir de la fréquence de rotation du bol de 2 600 tr·min-1, calculer sa vitesse angulaire Ωbol en rad·s-1.

Un tour correspond à 2π radians. Pour convertir 2 600 tr·min^{-1} en rad·s^{-1}, on calcule $\Omega_{bol} = 2\pi \times 2600/60$, soit environ 272,3 rad·s^{-1}.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\Omega_{bol} \approx 272{,}3 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$

Question 4.3. **En prenant pour la suite une vitesse angulaire du bol de 300 rad·s-1, calculer en kN la force centrifuge Fcb appliquée aux boues biologiques à l'aide des données du DT7.**

Donnée	Valeur
Masse volumique des boues	1 200 kg·m^{-3}
Volume du bol	1 m^{3}
Rayon du bol	0,335 m
Vitesse angulaire	300 rad·s^{-1}

Avec $F_{cb} = \rho_{boues} V_{bol} R_{bol} \Omega^2$, on obtient la force en newtons, puis on divise par 1 000 pour l'exprimer en kilonewtons.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $F_{cb} = 36\,180\ \text{kN}$

Question 4.4. **En considérant que la force centrifuge appliquée à l'eau est de 30 200 kN, comparer les forces appliquées aux boues et à l'eau, puis conclure sur le dispositif de séparation par centrifugation.**

La force sur les boues est supérieure à celle sur l'eau de $36\,180 - 30\,200 = 5\,980$ kN, soit environ 1,20 fois cette dernière. La centrifugation plaque les boues contre la paroi et les achemine vers leur sortie, tandis que l'eau est évacuée séparément.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $F_{cb} = 36\,180\ \text{kN} > F_{ce} = 30\,200\ \text{kN}$: la centrifugation sépare les boues de l'eau.

5. Vérification de l’implantation d’une torchère

En cas de surproduction de méthane, une torchère permet de brûler le gaz excédentaire plutôt que de le rejeter directement dans l’air. Le candidat vérifie les dimensions du fût, les charges sur ses cornières et la capacité de la dalle et du sol à supporter l’installation.

Question 5.1. En considérant le fût de la torchère comme un cylindre creux, calculer son volume de matière à partir du diamètre extérieur, de l’épaisseur et de la hauteur indiqués dans le DT8.

Le diamètre intérieur vaut le diamètre extérieur moins deux épaisseurs : $1{,}500 - 2 \times 0{,}010 = 1{,}480$ m. Le volume de matière est la différence entre les volumes des cylindres extérieur et intérieur : $V = \frac{\pi}{4}(1{,}500^2 - 1{,}480^2) \times 7$. Le fût contient donc environ $0{,}3277$ m³ d’inox.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Volume de matière du fût : $V \approx 0{,}3277\ \text{m}^3$.

Question 5.2. À partir du volume de matière calculé et de la masse volumique de l’inox 316, calculer la masse du fût, puis calculer le poids Pc que devra supporter chaque cornière en tenant compte des équipements fixés sur la torchère.

La masse du fût est $m = V\rho = 0{,}327668 \times 8\,000 \approx 2\,621$ kg. Avec les équipements, la masse totale soutenue par les quatre cornières est d’environ $2\,621 + 1\,250 = 3\,871$ kg. Le poids par cornière vaut donc $P_c = (3\,871{,}34 \times 9{,}81)/4 \approx 9\,494$ N.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse du fût : environ 2 621 kg. Poids par cornière : environ 9 494 N.

Question 5.3. Calculer la surface de la dalle en béton, puis la contrainte de compression du sol sous la dalle équipée, dont le poids est de 200 000 N. Comparer cette contrainte à la valeur admissible du sol de 0,1 MPa et conclure sur sa capacité à supporter le système.

Le plan DT8 indique une dalle de $4{,}00$ m par $2{,}50$ m : $S = 4{,}00 \times 2{,}50 = 10{,}0$ m². La contrainte du sol vaut $\sigma_{sol} = 200\,000/10{,}0 = 20\,000$ Pa, soit $0{,}020$ MPa. Elle est inférieure à la contrainte admissible de $0{,}1$ MPa : le sol peut supporter la dalle équipée.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Surface : 10,0 m². Contrainte : 0,020 MPa, inférieure à 0,1 MPa. Le sol est compatible.

Question 5.4. Conclure sur l'intérêt et la possibilité d'installer une torchère sur ce site.

La torchère brûle le méthane excédentaire au lieu de le rejeter directement dans l'air, ce qui limite les émissions de méthane. La contrainte calculée sous la dalle, $0{,}020$ MPa, est inférieure à la contrainte admissible du sol, $0{,}1$ MPa. L'implantation est donc possible du point de vue de la capacité portante du sol et de la dalle.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La torchère peut être installée et permet de brûler le méthane excédentaire plutôt que de le rejeter directement dans l'air.

6. Réduction des nuisances acoustiques du local compresseur biogaz

Les compresseurs qui assurent le brassage des boues émettent un niveau sonore de 95 dB et sont installés dans un local en béton armé. Les documents donnent l'exigence réglementaire ICPE, les caractéristiques du local et les données nécessaires pour évaluer le niveau sonore à l'extérieur.

Question A.1. Relever le niveau sonore maximal Lpmax imposé par la réglementation ICPE en dehors des locaux, puis relever le niveau de pression acoustique Lw produit par les compresseurs.

Le DTS2 indique que le niveau sonore à l'extérieur des locaux doit être strictement inférieur à 45 dB. Il s'agit donc d'un seuil à ne pas atteindre, et non d'une valeur autorisée égale à 45 dB. L'énoncé précise que le niveau de pression acoustique émis par les compresseurs est de 95 dB.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Exigence ICPE : L_p < 45 dB ; niveau émis par les compresseurs : L_w = 95 dB.

Question A.2. Relever l'épaisseur des murs en béton armé du local compresseur biogaz, puis calculer leur masse surfacique sachant que la masse volumique du béton armé est de 2 500 kg·m-3.

Le DTS1 indique que les murs du local sont en béton armé de 16 cm d'épaisseur, soit 0,16 m. La masse surfacique est le produit de la masse volumique par l'épaisseur : $m_s = \rho e = 2\,500 \times 0,16 = 400\,\mathrm{kg\cdot m^{-2}}$. Cette valeur correspond bien à la masse surfacique retenue dans la question suivante.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Épaisseur des murs : 0,16 m ; masse surfacique : 400 kg·m^{-2}.

Question A.3. Pour la suite, prendre une masse surfacique de 400 kg·m-2. Déterminer l'affaiblissement acoustique Rw des murs à l'aide du DTS3, puis calculer le niveau sonore Lp perçu en dehors du local.

À 400 kg·m^{-2}, le graphique du DTS3 donne un affaiblissement acoustique d'environ 46 dB. Le document fournit la relation $L_p = L_w - R_w$. En remplaçant par les valeurs de l'énoncé et du graphique, on obtient $L_p = 95 - 46 = 49$ dB pour le niveau sonore perçu à l'extérieur du local.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Affaiblissement des murs : $R_w \approx 46$ dB ; niveau sonore extérieur : $L_p \approx 49$ dB.

Question A.4. Conclure sur le respect du niveau sonore maximal Lpmax et, en cas de non-respect, proposer une solution d'amélioration possible.

Le niveau calculé de 49 dB dépasse le seuil réglementaire, qui exige un niveau inférieur à 45 dB : le local n'est donc pas conforme. Le tableau du DTS3 propose, pour un mur en béton de 160 mm, un doublage en laine minérale de 10 + 100 mm donnant un affaiblissement de 54 dB. Avec ce doublage, le niveau transmis serait de $95 - 54 = 41$ dB, conforme au seuil.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Non conforme à 49 dB. Un doublage en laine minérale de 10 + 100 mm ramènerait le niveau à environ 41 dB, sous le seuil de 45 dB.

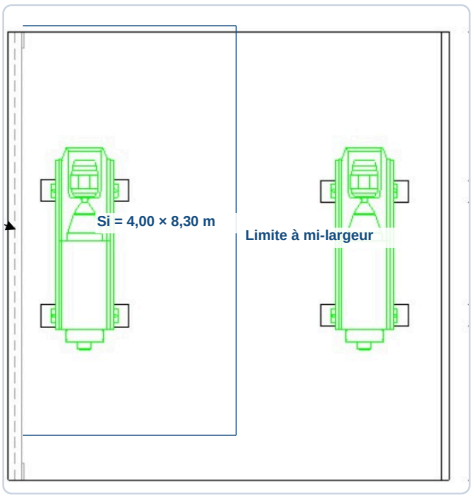
7. Vérification de la structure supportant les centrifugeuses

Deux centrifugeuses de 11 tonnes sont installées sur une dalle alvéolée en béton armé reposant sur un mur porteur et une poutre métallique IPE450. Le candidat détermine les charges reprises par la poutre, puis vérifie sa résistance en flexion et sa flèche à partir des documents techniques.

Question B.1. Tracer sur le DRS1 la surface d'influence Si de la dalle sur la poutre IPE450, puis calculer Si en m².

Sur le plan du DRS1, la poutre longe le côté de 8,30 m. Sa surface d'influence s'étend jusqu'à la mi-largeur de la dalle : la largeur totale cotée est de 8,00 m, donc la bande reprise mesure 4,00 m. La surface est rectangulaire. On obtient donc Si = (8,00 ÷ 2) × 8,30 = 33,2 m². La zone à tracer est cette bande entre la poutre et la ligne médiane de la dalle.

Surface d'influence de la poutre



✓ RÉPONSE À RETENIR

Si = 33,2 m².

Question B.2. Avec une masse volumique du béton armé alvéolé de 1 500 kg·m-3 et une dalle de 16 cm d'épaisseur, calculer le poids de la surface d'influence Si en daN, puis en déduire la charge linéique permanente g apportée par Si sur la poutre IPE450.

Le volume de béton repris par la poutre vaut Si × e = 33,2 × 0,16 = 5,312 m³. Sa masse est ce volume multiplié par la masse volumique de 1 500 kg·m⁻³. Le poids en daN se calcule avec g = 9,81 m·s⁻², puis en divisant les newtons par 10. Enfin, la charge linéique permanente est le poids réparti sur la portée de 8,30 m : g = P/8,30.

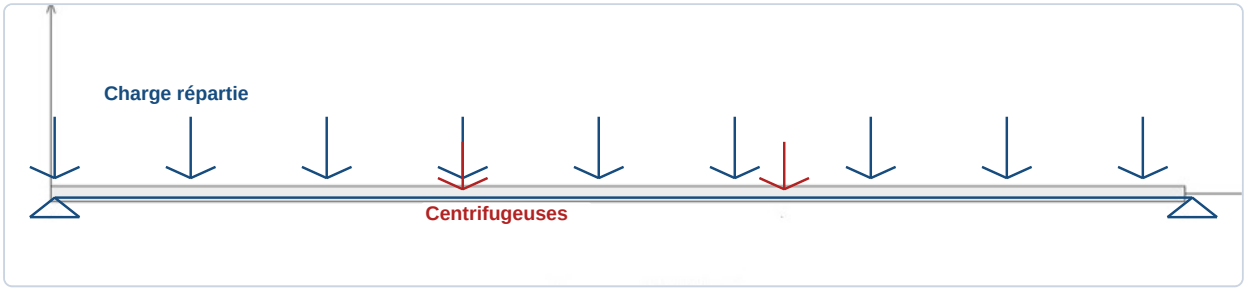
✓ RÉPONSE À RETENIR

Poids de dalle : 7 816,6 daN. Charge linéique permanente : 941,8 daN·m⁻¹.

Question B.3. Compléter sur le DRS1 le schéma statique de la poutre IPE450 en représentant les appuis et les charges appliquées, sans indiquer leurs valeurs.

Le schéma DTS4 montre une poutre simplement appuyée aux deux extrémités, soumise à une charge répartie descendante et aux charges ponctuelles des deux centrifugeuses. Sur le DRS1, dessiner les deux réactions verticales vers le haut aux appuis, la charge répartie vers le bas sur la portée entière et deux flèches ponctuelles descendantes aux positions indiquées par DTS4 : 2,95 m et 5,35 m depuis l'appui gauche. Ne pas inscrire de valeurs de charges.

Schéma statique complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

Deux appuis, une charge répartie descendante et deux charges ponctuelles descendantes.

Question B.4. Relever le moment fléchissant maximal Mmax dans la poutre, calculer le moment statique Wel.z de l'IPE450 et le moment fléchissant admissible Mf, puis comparer les moments et expliquer si la poutre est correctement dimensionnée vis-à-vis de la contrainte.

DTS4 donne Mmax = 4,092 × 10^8 N·mm. Le tableau DTS5 indique Wel.z = 1 499,69 cm^3, soit 1 499 690 mm^3. Avec Re = 250 MPa = 250 $N·mm^{-2}$, le moment admissible en valeur absolue est |Mf| = Re × Wel.z = 3,749225 × 10^8 N·mm. Comme Mmax dépasse cette valeur admissible, la contrainte de flexion dépasse la limite de résistance : la poutre IPE450 n'est pas correctement dimensionnée en flexion.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Mmax = 4,092 × 10^8 N·mm ; |Mf| = 3,749 × 10^8 N·mm. Résistance en flexion non vérifiée.

Question B.5. Relever la flèche maximale dans la poutre en mm, calculer la flèche admissible f pour l'IPE450, puis comparer les valeurs et expliquer si la poutre est correctement dimensionnée vis-à-vis de la flèche.

La courbe DTS4 atteint −29 mm : la flèche maximale en valeur absolue est donc 29 mm. La portée entre appuis est cotée à 8 300 mm. D'après DTS5, la limite admissible vaut f = L/250 = 8 300/250 = 33,2 mm. La flèche réelle reste inférieure à la limite admissible. Le critère de déformation à l'ELS est donc respecté pour la poutre IPE450.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Flèche maximale : 29 mm ; flèche admissible : 33,2 mm. Critère de flèche respecté.

Question B.6. Conclure sur le choix d'une poutre IPE450.

Le choix de l'IPE450 n'est pas validé dans son ensemble. La flèche maximale de 29 mm respecte la limite de 33,2 mm, mais le moment maximal de $4{,}092 \times 10^8$ N·mm dépasse le moment admissible de $3{,}749 \times 10^8$ N·mm. La poutre échoue donc au critère de résistance en flexion. Il faut retenir une section plus résistante ou renforcer la structure, puis vérifier à nouveau la résistance et la flèche.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'IPE450 respecte le critère de flèche, mais pas la résistance en flexion : son choix n'est pas validé.

8. Bilan thermique du méthaniseur

La température des boues dans le méthaniseur doit être maintenue à 37 °C, et les parois en contact avec l'air extérieur sont isolées thermiquement. L'étude porte sur les parois latérales et compare les flux de chaleur entrants et sortants à partir des caractéristiques de la paroi.

Question C.1. Donner les valeurs des résistances thermiques de surface Rsi et Rse à prendre en compte, calculer la résistance thermique totale Rt de la paroi, puis en déduire sa conductance thermique U.

Le flux est horizontal : le DTS6 donne **Rsi = 0,13** et **Rse = 0,04 m²·K·W⁻¹**. Les couches traversées sont l'air (10 mm), le polystyrène (100 mm), le béton (200 mm) et la tôle d'aluminium (2 mm). Ainsi, Rt = 0,13 + 0,04 + 0,010/0,024 + 0,100/0,043 + 0,200/1,75 + 0,002/230 = 3,03 m²·K·W⁻¹. La conductance est U = 1/Rt = 0,330 W·m⁻²·K⁻¹.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rsi = 0,13 ; Rse = 0,04 m²·K·W⁻¹ ; Rt ≈ 3,03 m²·K·W⁻¹ ; U ≈ 0,330 W·m⁻²·K⁻¹.

Question C.2. Avec les températures indiquées de 37 °C et -10 °C, Rt = 3,15 m²·K·W-1 et une surface S de 574 m², calculer en W le flux de chaleur Φ à travers la paroi.

Pour cette question, on utilise la résistance totale imposée pour la suite : Rt = 3,15 m²·K·W⁻¹. L'écart de température vaut ΔT = 37 − (−10) = 47 K. Avec Φ = S × ΔT/Rt, le flux est Φ = 574 × 47/3,15 ≈ 8 564 W. Comme l'intérieur est plus chaud que l'extérieur, ce flux correspond à une perte de chaleur du méthaniseur vers l'extérieur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Φ ≈ 8 564 W, sortant du méthaniseur vers l'extérieur.

Question C.3. Les boues entrantes apportant 5 787 W, calculer la différence entre le flux de chaleur entrant et le flux de chaleur sortant du méthaniseur.

Le flux entrant avec les boues est de 5 787 W. Le flux sortant à travers les parois vaut environ 8 564,44 W, d'après la question précédente. La différence demandée, flux entrant − flux sortant, est donc 5 787 − 8 564,44 = −2 777,44 W. Le signe négatif indique que les pertes par les parois dépassent l'apport des boues : le méthaniseur présente un déficit thermique dans les conditions données.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Flux entrant − flux sortant ≈ −2 777 W, soit un déficit thermique d'environ 2,78 kW.

Question C.4. Conclure sur le maintien de la température dans le méthaniseur et proposer une solution permettant de maintenir une température de 37 °C.

Sans apport complémentaire, le méthaniseur ne peut pas maintenir 37 °C : les pertes thermiques dépassent l'apport des boues d'environ 2,78 kW. Il faut donc compenser ce déficit par un chauffage d'appoint régulé, fournissant au moins cette puissance dans les conditions étudiées. Une solution est de récupérer une partie de l'énergie du biogaz produit et de chauffer les boues par échangeur, tout en conservant l'isolation des parois.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La température de 37 °C nécessite un chauffage d'appoint d'au moins 2,78 kW, par exemple alimenté par le biogaz.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC STI2D

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2025)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité Architecture et construction du baccalauréat technologique STI2D, session 2025, code 25-2D2IDACME3, d'une durée de 4 heures, sans coefficient imprimé. L'étude porte sur la STEU de la Feyssine et sa méthanisation. Elle évalue les performances de traitement, les bilans énergétiques et environnementaux, le réseau, la centrifugation, l'acoustique, la structure et les transferts thermiques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Charge entrante supérieure à la charge nominale : la STEU ne peut plus traiter correctement les effluents.
- Bilan de CO2 équivalent : multiplier l'énergie par le facteur indiqué et sommer les impacts des postes, en tenant compte de leur signe.
- Force centrifuge : Fcb = ρboues × Vbol × Rbol × Ω², avec Ω en rad·s-1 et F en newtons.
- Flux thermique : Φ = U × S × ΔT, avec U = 1/Rt et Rt égal à la somme des résistances thermiques.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer les flux de matière des flux d'énergie et identifier correctement leur sens sur les synoptiques.
- Pour les adresses IP, respecter le masque, les plages réservées et les adresses réseau et diffusion.
- Vérifier les conversions d'unités avant les calculs : mm en m, N en kN et MPa en unités cohérentes.
- Comparer chaque résultat à la limite ou à la valeur admissible correspondante avant de conclure.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la vitesse angulaire à partir d'une fréquence en tours par minute ?

Convertissez les tours par minute en tours par seconde en divisant par 60. Multipliez ensuite par 2π : Ω = 2πn/60, avec n en tr·min-1 et Ω en rad·s-1.

Q : Comment vérifier si une poutre est correctement dimensionnée en flexion ?

Relevez le moment maximal et calculez le moment admissible à partir de la limite élastique et du module de section. La poutre satisfait ce critère si le moment solliciteur ne dépasse pas le moment admissible.

Q : Comment organiser le temps entre les deux parties de l'épreuve ?

La durée totale est de 4 heures. Le sujet indique 2 h 30 à titre indicatif pour la partie commune et 1 h 30 pour la partie spécifique; les deux parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans l'ordre choisi.

Q : Le barème détaillé est-il indiqué pour chaque question ?

Le sujet attribue 12 points à la partie commune et 8 points à la partie spécifique, sans indiquer de répartition par question ou sous-partie. Il convient donc de traiter toutes les consignes sans supposer de pondération particulière.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2025/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2025 - 1-Sujet.pdf
Ressources Bac STI2D : 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.