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

Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable - Ingénierie, innovation et développement durable, Architecture et construction

Session 2021 • Code sujet : **21-2D2IDACME2** • Durée : **4 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Bilan énergétique et écologique de la cogénération** (3 questions) — **Page 3**
2. **Pertinence économique du moteur de cogénération** (4 questions) — **Page 5**
3. **Validation des composants et des débits de filtration** (6 questions) — **Page 8**
4. **Adressage IP et vérification du réseau de maintenance** (6 questions) — **Page 10**
5. **Vérification de la réglementation thermique pour l'isolation du mur** (5 questions) — **Page 12**
6. **Choix de l'isolant et dimensionnement de sa résistance thermique** (3 questions) — **Page 14**
7. **Prévention de l'humidité et de la condensation dans la paroi** (3 questions) — **Page 16**
8. **Dimensionnement et durée de pose de l'isolation thermique par l'extérieur** (4 questions) — **Page 18**
9. **Sécurisation de la plateforme par un garde-corps** (3 questions) — **Page 21**
10. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 24**

Sujet officiel (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2021/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2021 - 5-Sujet.pdf

1. Bilan énergétique et écologique de la cogénération

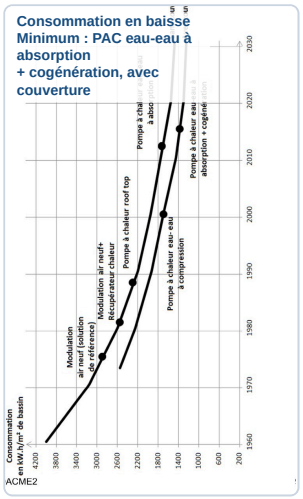
L'étude porte sur la rénovation énergétique du centre nautique des Vals du Dauphiné et sur le principe de la cogénération. Les documents présentent l'évolution des consommations des piscines, les composants de la chaufferie et les effets environnementaux du système.

Étude du bilan énergétique et écologique

Question 1.1. Décrire, d'après le document DT1, la tendance des consommations énergétiques des piscines françaises et citer la technologie de consommation d'énergie la plus performante.

Le graphique montre une baisse marquée de la consommation énergétique moyenne des piscines françaises depuis 1960, malgré l'apparition de solutions successives. La trajectoire la plus basse correspond à une pompe à chaleur eau-eau à absorption avec cogénération et couverture du bassin. La couverture réduit les pertes thermiques, ce qui abaisse encore la consommation.

Tendance et solution la plus économe



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Consommation en forte baisse. Solution la plus performante : pompe à chaleur eau-eau à absorption avec cogénération et couverture du bassin.

Principe de la cogénération

Question 1.2. Identifier les deux blocs du diagramme de blocs internes de la chaufferie permettant de chauffer l'eau des bassins. Compléter le document réponse DR1 en cochant les cases correspondant aux flux d'énergies entrant ou sortant du module de cogénération.

Dans le circuit primaire de la chaufferie, les deux blocs qui chauffent l'eau des bassins sont les chaudières et le module de cogénération. Dans le DR1, le moteur thermique reçoit l'énergie fossile et fournit des énergies mécanique et thermique. L'alternateur reçoit l'énergie mécanique et produit l'énergie électrique. Les échangeurs reçoivent l'énergie thermique et la transmettent au circuit d'eau. Les cases déjà cochées pour l'échangeur d'échappement sont conservées.

Flux énergétiques à cocher dans le DR1

	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
Moteur thermique	✓			✓				✓
Alternateur			✓			✓		
Echangeur échappement							X	X
Echangeur circuits primaires/ secondaires							✓	✓

✓ RÉPONSE À RETENIR

Blocs : chaudières et module de cogénération. Cocher les flux indiqués sur le DR1 : énergie fossile vers le moteur, énergie mécanique vers l'alternateur et énergie thermique vers les échangeurs.

Étude du bilan énergétique et écologique

Question 1.3. Justifier le choix de la cogénération d'un point de vue du bilan écologique pour le centre aquatique de La Tour-du-Pin, à partir des données du document DT4.

Le bilan environnemental est contrasté. Avec la cogénération, les émissions de dioxyde de soufre diminuent de 18 %, celles d'oxydes d'azote de 2 % et celles des autres particules de 9 %. En revanche, les émissions de dioxyde de carbone augmentent de 11,15 t, soit 8 %. La cogénération réduit donc plusieurs polluants, mais augmente les émissions de CO_2 : son intérêt écologique n'est pas favorable sur tous les critères.

Comparaison des émissions avec et sans cogénération

CO_2 : +8 %
Autres rejets : en baisse

DT4 : Impact environnemental de la cogénération au centre nautique de la Tour du Pin

Rejets	Sans cogénération	Avec cogénération	Différentiel	Différentiel %
Emissions de Dioxyde de Carbone	138,25 t	149,4 t	+11,15 t	+8%
Emissions de Dioxyde de Soufre	71,87 kg	58,59 kg	-13,28 t	-18%
Emissions de Oxyde d'Azote	140,83 kg	137,6 kg	-3,23 t	-2%
Emissions d'autres particules	171,145 kg	155,61 kg	-15,535 t	-9%

21-2D2IDACME2 10/30

✓ RÉPONSE À RETENIR

Bilan contrasté : baisse du SO_2, des oxydes d'azote et des particules, mais hausse du CO_2 de 11,15 t (+8 %).

2. Pertinence économique du moteur de cogénération

Le centre nautique envisage un moteur de cogénération au gaz naturel et la revente de l'électricité produite à EDF OA. Les calculs portent sur les consommations, les recettes et les frais d'exploitation, puis sur le temps de retour sur investissement et la pertinence du moteur choisi.

Choix du moteur de cogénération

Question 2.1. Calculer en MWh l'énergie de gaz consommée annuellement pour la revente, déterminer le coût annuel du gaz consommé à l'aide du document DT5 et compléter le document réponse DR2.

Sur 3 600 h de fonctionnement annuel, le moteur consomme 98 kW. L'énergie de gaz est donc **98 × 3 600 = 352 800 kWh**, soit **352,8 MWh**. Au tarif de 32 €/MWh, le coût annuel vaut **352,8 × 32 = 11 289,60 €**. Dans le DR2, cette somme est une dépense : elle doit être inscrite avec un signe négatif à la ligne « Coût gaz consommé ».

DR2 complété : coût du gaz consommé

Récapitulatif des coûts d'exploitation		
Coût gaz consommé	- - 11 289,60 €/an	*(Question 2.1)*
Coût du gaz économisé	*+ 9376 euros/an*	
Revente électricité	+	*(Question 2.2)*
Maintenance	- 1944 €/an	
Révision annuelle	- 1238 €/an	
Gain d'exploitation		*(Question 2.3)*

✓ RÉPONSE À RETENIR

Gaz consommé : 352,8 MWh/an. Coût : 11 289,60 €/an, à inscrire en dépense.

Question 2.2. À partir du rendement électrique de 33,8 %, calculer la puissance électrique délivrée et l'énergie électrique produite annuellement. Déduire le gain annuel associé à la revente de toute l'électricité au tarif indiqué dans DT5, puis compléter DR2.

Le rendement électrique s'applique à la puissance de gaz : **98 × 0,338 = 33,124 kW**. En 3 600 h, l'énergie produite atteint **33,124 × 3 600 ÷ 1 000 = 119,2464 MWh**. L'électricité est rachetée au tarif C16 de 147,90 €/MWh, et non au prix ordinaire de 90 €/MWh. La recette annuelle est donc **119,2464 × 147,90 = 17 636,54 €**. Dans le DR2, inscrire cette somme en recette à la ligne « Revente électricité ».

DR2 complété : revente d'électricité

Récapitulatif des coûts d'exploitation		
Coût gaz consommé	-	(Question 2.1)
Coût du gaz économisé	+ 9376 euros/an	
Revente électricité	+ + 17 636,54 €/an	(Question 2.2)
Maintenance	- 1944 €/an	
Révision annuelle	- 1238 €/an	
Gain d'exploitation		(Question 2.3)

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance électrique : 33,124 kW. Production : 119,2464 MWh/an. Recette C16 : 17 636,54 €/an.

Question 2.3. À partir du document réponse DR2, déterminer le gain d'exploitation annuel. À l'aide du document DT6, calculer le nombre d'années nécessaire pour amortir l'installation du moteur ecoGEN33-Agc.

Le gain annuel du DR2 additionne les économies de gaz et la revente, puis retranche le gaz consommé, la maintenance et la révision : **9 376 + 17 636,54 - 11 289,60 - 1 944 - 1 238 = 12 540,94 €/an**. Le DT6 donne un investissement de 97 300 € pour l'ecoGEN33-Agc. Le temps de retour est l'investissement divisé par le gain annuel : **97 300 ÷ 12 540,94 ≈ 7,76 ans**. Inscrire le gain obtenu dans la dernière ligne du tableau DR2.

DR2 complété : gain d'exploitation

Récapitulatif des coûts d'exploitation		
Coût gaz consommé	-	(Question 2.1)
Coût du gaz économisé	+ 9376 euros/an	
Revente électricité	+	(Question 2.2)
Maintenance	- 1944 €/an	
Révision annuelle	- 1238 €/an	
Gain d'exploitation	+ 12 540,94 €/an	(Question 2.3)

✓ RÉPONSE À RETENIR

Gain d'exploitation : 12 540,94 €/an. Temps de retour : environ 7,76 ans.

Question 2.4. Justifier si le moteur ecoGEN33-Agc est pertinent par rapport aux autres moteurs présentés dans DT6, compte tenu du temps de retour sur investissement souhaité inférieur à 8 ans et de la puissance thermique utile limitée à 85 kW.

L'ecoGEN33-Agc fournit 73,4 kW thermiques, sous la limite de 85 kW, et son temps de retour calculé est d'environ 7,76 ans, donc inférieur à 8 ans. Le Gbox50, l'ecoGEN70-Agc et l'Aura 404 dépassent la puissance thermique maximale avec respectivement 97, 114 et 141 kW. L'ecoGEN50-Agc respecte la limite avec 84 kW, mais son temps de retour de 9,3 ans dépasse l'objectif. L'ecoGEN33-Agc est ainsi le seul modèle présenté qui satisfait simultanément les deux exigences du maître d'ouvrage.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'ecoGEN33-Agc est pertinent : 73,4 kW thermiques et un retour d'environ 7,76 ans respectent les deux critères.

3. Validation des composants et des débits de filtration

L'étude vérifie le système de filtration des bassins, conçu pour limiter la pollution et assurer une circulation homogène de l'eau. Les candidats exploitent le diagramme des exigences, le schéma hydraulique et les dimensions du bassin extérieur pour contrôler les choix d'équipements et les débits réglementaires.

Validation des composants de filtrage

Question 3.1. À partir du document DT8, indiquer les exigences satisfaites par la bâche tampon, les filtres des bassins et les pompes des bassins.

Élément	Exigence satisfaite
Bâche tampon	Absorber le volume d'eau déplacé par les baigneurs et éviter la cavitation des pompes.
Filtres des bassins	Clarifier l'eau et retenir les impuretés.
Pompes des bassins	Faire circuler l'eau et assurer le débit de filtration requis.

Ces équipements contribuent au traitement de l'eau et au fonctionnement du circuit de filtration.

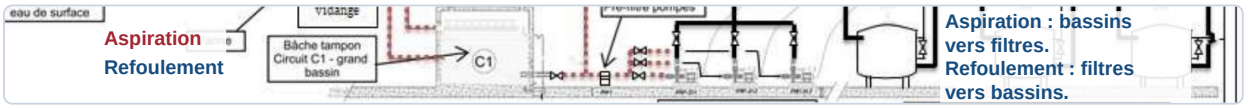
> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Bâche tampon : compenser les variations de volume. Filtres : clarifier l'eau. Pompes : assurer sa circulation et le débit de filtration.

Question 3.2. Sur le document réponse DR3, identifier les circuits d'aspiration et de refoulement utilisés pour filtrer l'eau du bassin extérieur et du bassin intérieur par le circuit C1. Justifier l'identification par au moins un argument technique.

Sur le schéma, le circuit rouge en pointillés est l'aspiration : il conduit l'eau des bassins vers la bâche tampon, puis vers les pompes et les filtres. Le circuit noir est le refoulement : il ramène l'eau filtrée vers les bassins.

Le sens de circulation et la position des filtres permettent de distinguer les deux circuits.

DR3 complété : circuits d'aspiration et de refoulement



> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Rouge en pointillés : aspiration. Trait noir : refoulement.

Question 3.3. Indiquer si l'hydraulicité utilisée dans la piscine est classique, inversée ou mixte, puis justifier la réponse à partir du document DT8.

L'hydraulicité est **mixte** : l'eau est reprise à la fois en surface par les goulottes et au fond par les bondes. L'eau traitée est ensuite renvoyée vers les bassins par des arrivées situées sur les parois.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Hydraulicité mixte : reprise en surface et au fond, avec refoulement par les parois.

Validation des débits de filtration

Question 3.4. Calculer le volume du bassin extérieur à partir du document DT7, relever dans DT8 le temps nécessaire à la filtration de ce type de bassin, puis calculer le débit réglementaire en m³·h⁻¹.

La longueur en pente vaut $25 - 12 = 13$ m. La section longitudinale du bassin est $12 \times 3{,}2 + 13 \times \frac{3{,}2+2}{2} = 72{,}2$ m², donc son volume vaut $72{,}2 \times 12{,}5 = 902{,}5$ m³. Le DT8 donne un temps de filtration de 4 h pour ce bassin, de profondeur supérieure à 1,50 m. Le débit réglementaire est donc $902{,}5/4 = 225{,}6$ m³·h⁻¹, arrondi au dixième.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Volume : 902,5 m³. Temps de filtration : 4 h. Débit réglementaire : 225,6 m³·h⁻¹.

Question 3.5. Calculer, à partir du document DT8, le débit d'eau qui doit être évacué en surface, sachant que l'élimination de la couche superficielle doit être assurée à 50 % au minimum par les surfaces.

La reprise en surface doit représenter au moins 50 % du débit réglementaire calculé pour le bassin extérieur. Le débit minimal à évacuer en surface est donc $0{,}50 \times 225{,}625 = 112{,}8$ m³·h⁻¹, arrondi au dixième.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Débit minimal évacué en surface : 112,8 m³·h⁻¹.

Question 3.6. Relever dans DT8 le débit de la goulotte de reprise du bassin extérieur et conclure sur sa conformité à la norme de recirculation de l'eau.

Le DT8 indique un débit de reprise de 157,5 m³·h⁻¹ pour la goulotte du bassin extérieur. Il dépasse le minimum requis en surface, soit 112,8 m³·h⁻¹ : la goulotte est conforme.

✓ RÉPONSE À RETENIR

157,5 m³·h⁻¹ ≥ 112,8 m³·h⁻¹ : goulotte conforme.

4. Adressage IP et vérification du réseau de maintenance

L'étude porte sur l'organisation du réseau informatique de la piscine et sur la communication des automates de maintenance utilisant ModbusTCP. Le schéma réseau et une capture Wireshark servent à déterminer des adresses IP, les paramètres du sous-réseau et l'adresse de l'automate de la chaudière.

Transmission et visualisation des informations

Question 4.1. Déterminer, d'après le schéma de câblage du réseau informatique DT9, l'adresse IP de l'automate qui gère la cogénération.

Le schéma DT9 indique directement l'adresse de l'automate de cogénération. Le suffixe `/29` précise le masque du sous-réseau, mais ne fait pas partie de l'adresse IP à donner.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 192.168.0.33

Question 4.2. Pour l'automate de filtration ayant l'adresse 192.168.0.34 et le masque 255.255.255.248, déterminer l'adresse du sous-réseau de la partie maintenance en précisant la méthode utilisée.

1. Le masque 255.255.255.248 correspond à des blocs de 8 adresses dans le dernier octet : les blocs commencent à 0, 8, 16, 24, 32, etc.
2. L'adresse 192.168.0.34 appartient au bloc 32 à 39. L'adresse réseau est la première adresse de ce bloc.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Adresse du sous-réseau : 192.168.0.32.

Question 4.3. Déterminer l'adresse de broadcast du sous-réseau de la partie maintenance en précisant la méthode utilisée.

Le sous-réseau identifié à la question précédente contient les adresses de 192.168.0.32 à 192.168.0.39. La dernière adresse du bloc est l'adresse de broadcast, utilisée pour diffuser un message à tous les équipements du sous-réseau.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Adresse de broadcast : 192.168.0.39.

Question 4.4. Déterminer le nombre d'adresses disponibles pour le sous-réseau de la partie maintenance.

Un masque `/29` laisse 3 bits pour les adresses des équipements. Le bloc comporte donc 8 adresses au total. L'adresse réseau et l'adresse de broadcast ne peuvent pas être attribuées à des équipements : seules les autres adresses sont disponibles.

✓ RÉPONSE À RETENIR

6 adresses utilisables.

Question 4.5. Déterminer le nombre d'adresses qui sont restées libres dans le sous-réseau de la partie maintenance.

Le sous-réseau offre 6 adresses attribuables, de 192.168.0.33 à 192.168.0.38. Quatre sont utilisées : cogénération (.33), filtration (.34), chaudière (.35, identifiée à la question 4.6) et console de supervision (.36), comme indiqué sur DT9 ou déduit de DT10. Il reste les deux adresses suivantes.

✓ RÉPONSE À RETENIR

2 adresses libres : 192.168.0.37 et 192.168.0.38.

Question 4.6. À partir du synoptique du paquet ICMP fourni dans DT10, déterminer l'adresse IP de l'automate de la chaudière en hexadécimal et en décimal.

Dans la capture, l'adresse source du paquet IP est `C0 A8 00 24`, soit celle de la console (.36). L'adresse destination est `C0 A8 00 23` : c'est donc l'automate de chaudière visé par le ping. En convertissant les octets hexadécimaux en décimal, on obtient 192.168.0.35.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Hexadécimal : C0.A8.00.23. Décimal : 192.168.0.35.

5. Vérification de la réglementation thermique pour l’isolation du mur

La réhabilitation prévoit une isolation thermique par l’extérieur et un bardage métallique sur un mur en béton du centre nautique. L’étude compare les principes d’isolation, calcule la résistance thermique du mur rénové et vérifie sa conformité à l’arrêté du 22 mars 2017.

Réglementation thermique

Question A.1. Compléter le tableau du document réponse DRS1 en indiquant, pour chaque critère, les performances de l’isolation thermique intérieure (ITI) et de l’isolation thermique par l’extérieur (ITE).

L’ITI est moins coûteuse et préserve l’aspect extérieur, mais elle ne conserve pas la forte inertie thermique du mur et ne supprime pas les ponts thermiques. L’ITE coûte davantage et modifie l’aspect extérieur, mais elle conserve l’inertie du mur côté intérieur et réduit les ponts thermiques.

DRS1 complété : performances de l’ITI et de l’ITE

	Coût de mise en œuvre	Forte Inertie thermique	Suppression des ponts thermiques	Préservation de l'architecture extérieure
ITI (Isolation Thermique Intérieure)	+	–	–	+
ITE (Isolation Thermique par l'Extérieur)	–	+	+	–

Si la performance est bonne +, si la performance est mauvaise –

✓ RÉPONSE À RETENIR

Dans l’ordre du tableau : ITI : +, −, −, + ; ITE : −, +, +, −.

Question A.2. À partir de la composition du mur dans DTS1 et de l’extrait réglementaire DTS2, préciser la résistance thermique minimale que doit atteindre le mur après rénovation.

Le mur est en contact avec l’extérieur. La Tour-du-Pin, en Isère, se situe en zone H1 sur la carte du document DTS2. Pour les murs extérieurs en zone H1, le tableau réglementaire fixe une résistance thermique minimale de 2,9 m²·K/W.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Résistance thermique minimale exigée : 2,9 m²·K/W.

Question A.3. Expliquer, à partir des documents DTS1 et DTS3, pourquoi la somme des résistances superficielles Rsi + Rse à retenir est égale à 0,17 m²·K/W.

Le mur est vertical et le flux thermique le traverse horizontalement. Le tableau DTS3 donne alors Rsi = 0,13 m²·K/W et Rse = 0,04 m²·K/W. Leur somme vaut 0,13 + 0,04 = 0,17 m²·K/W.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rsi + Rse = 0,17 m²·K/W.

Question A.4. Calculer la résistance thermique totale du mur après rénovation à partir des documents DTS1 et DTS4, puis présenter les calculs sur le document réponse DRS2.

Avec R = e/λ et les épaisseurs en mètres : plaque de plâtre, 0,015/0,3 = 0,05 ; béton armé, 0,20/1,65 ≈ 0,121 ; isolant, 0,10/0,04 = 2,50 m²·K/W. On ajoute les résistances superficielles de 0,17 m²·K/W. La lame d'air ventilée et le bardage ne contribuent pas à l'isolation selon DTS1.

DRS2 complété : résistances thermiques du mur

	Plaque de plâtre	Béton Armé	Isolant
Calcul de la résistance thermique de chacun des matériaux	0,015 / 0,3 = 0,050	0,20 / 1,65 ≈ 0,121	0,10 / 0,04 = 2,50
Calcul de la résistance thermique totale du mur	Rtotal = 0,17 + 0,050 + 0,121 + 2,50 ≈ 2,84 m²·K/W		

✓ RÉPONSE À RETENIR

Résistance thermique totale après rénovation : environ 2,84 m²·K/W.

Question A.5. Vérifier, en expliquant la comparaison effectuée, si le mur rénové respecte la réglementation thermique du 22 mars 2017.

Le seuil applicable au mur extérieur en zone H1 est de 2,9 m²·K/W. Le calcul donne environ 2,84 m²·K/W : cette valeur est inférieure au minimum requis. Le mur rénové décrit dans DTS1 ne respecte donc pas la réglementation thermique du 22 mars 2017.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Non conforme : 2,84 m²·K/W < 2,9 m²·K/W.

6. Choix de l’isolant et dimensionnement de sa résistance thermique

Cette partie est une option : le candidat traite la partie B ou la partie E. Elle porte sur les paramètres de la résistance thermique, le calcul de l’épaisseur d’isolant nécessaire et le choix multicritère d’un isolant.

Choix de l’isolant

Question B.1. Citer deux paramètres permettant d’augmenter la résistance thermique du mur et expliquer dans quel sens chacun doit être modifié.

Pour une couche homogène, la résistance thermique est donnée par **R = e/λ**. Il faut donc augmenter l’épaisseur *e* de l’isolant, ou choisir un matériau dont la conductivité thermique *λ* est plus faible. Dans les deux cas, la couche laisse moins facilement passer la chaleur. Ces paramètres concernent l’isolant et peuvent être ajustés lors de sa sélection et de sa mise en œuvre.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Augmenter l’épaisseur de l’isolant et choisir un matériau de conductivité thermique λ plus faible.

Question B.2. Calculer la nouvelle épaisseur de l’isolant nécessaire pour obtenir une résistance thermique totale du mur de 4,6 m²·K/W, en conservant une conductivité thermique λ = 0,04 W·m⁻¹·K⁻¹ et la composition du mur, à l’aide de DTS4.

Les résistances des couches de plâtre et de béton, ainsi que des échanges superficiels, restent inchangées. La résistance à obtenir pour l’isolant est donc la résistance totale visée moins ces contributions.

1. Plâtre : 0,015/0,3 = 0,05 m²·K/W ; béton : 0,20/1,65 ≈ 0,1212 m²·K/W.
2. Isolant : 4,6 − 0,17 − 0,05 − 0,1212 ≈ 4,2588 m²·K/W.
3. Avec e = Rλ : e ≈ 4,2588 × 0,04 = 0,1704 m.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Épaisseur requise : environ 0,170 m, soit 17,0 cm, pour une résistance totale de 4,6 m²·K/W.

Question B.3. Classer les isolants selon les critères du document réponse DRS3, choisir un isolant parmi ceux proposés et argumenter le choix.

Isolant	Prix /6	Énergie grise /6	Émissions de CO_2 /6	Total /18
Laine de verre	6	5	3	14
Laine de roche	5	2	1	8
Polystyrène expansé	1	3	2	6
Laine de coton recyclée	4	4	4	12
Fibre de bois	2	1	6	9
Laine de chanvre	3	6	5	14

Les notes suivent le classement des performances de chaque critère, puis sont additionnées. La laine de verre et la laine de chanvre sont ex æquo à 14/18. Le chanvre est un choix pertinent pour ses meilleures notes en énergie grise et en émissions de CO_2.

DRS3 complété : notes et classement

Isolants	Caractéristiques		Critères de prix		Critères d'énergie grise		Critères de Gaz à effet de serre		*Notes globales /18*
	λ *W/m.K*	Epaisseurs *cm*	Coûts *€/m²*	Notes */6*	Teneurs *kWh/m²*	Notes /6	Emissions *kg CO_2/m²*	Notes /6	
Laine de verre	0,04	17	8,8	6	62.23	5	10.17	3	14
Laine de roche	0,04	17	12,15	5	106.75	2	27.06	1	8
Polystyrène expansé PSE	0,04	17	30	1	82.08	3	10.35	2	6
Laine de coton recyclée	0,04	17	15,40	4	71.28	4	2.43	4	12
Fibre de bois	0,04	17	28,20	2	120.02	1	-18.27	6	9
Laine de chanvre	0,04	17	18,85	3	38.88	6	-0.58	5	14

Choix de l'isolant sur le DRS3

Choix de l'isolant :

Laine de chanvre : 14/18

✓ RÉPONSE À RETENIR

Choix conseillé : laine de chanvre, 14/18, ex æquo avec la laine de verre.

7. Prévention de l’humidité et de la condensation dans la paroi

Cette partie examine les effets de l’humidité sur l’isolant du mur rénové et la prévention des condensations dans la paroi. Les candidats utilisent les données d’humidité et de température, le diagramme de l’air humide et la coupe de la paroi pour expliquer le rôle et la position du pare-vapeur.

Prévention de l’humidité

Question C.1. Expliquer la conséquence d’une infiltration d’eau sur la résistance thermique de l’isolant et proposer une solution pour éviter ou limiter cette dégradation.

L’eau infiltrée dans l’isolant augmente sa conductivité thermique. À épaisseur identique, comme $R = e/\lambda$, sa résistance thermique diminue et les déperditions augmentent. Il faut donc rétablir l’étanchéité du bardage, notamment aux joints et raccords. La lame d’air ventilée prévue derrière le bardage contribue à évacuer l’humidité et à préserver l’isolant.

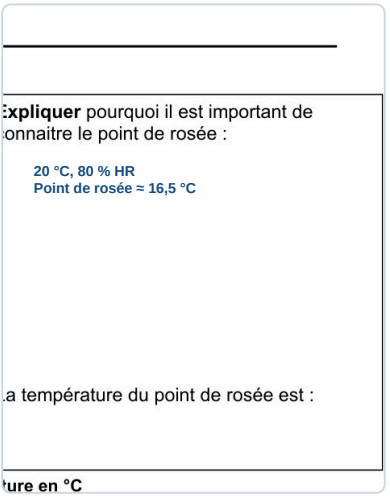
> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> L’humidité diminue la résistance thermique de l’isolant. Réparer l’étanchéité du bardage et conserver la lame d’air ventilée.

Point de rosée

Question C.2. Expliquer pourquoi il est important de connaître le point de rosée pour une humidité relative de 80 % et une température intérieure de 20 °C, puis déterminer sa valeur à l’aide du diagramme de l’air humide du document réponse DRS4.

Le point de rosée est la température à laquelle l’air atteint la saturation et où la vapeur d’eau peut commencer à se condenser. Le connaître permet de repérer les surfaces ou couches de paroi assez froides pour présenter un risque de condensation. Sur le diagramme, on part de 20 °C et 80 % d’humidité relative, puis on lit la température correspondante sur la courbe de saturation : environ 16,5 °C.

Lecture du point de rosée



✓ RÉPONSE À RETENIR

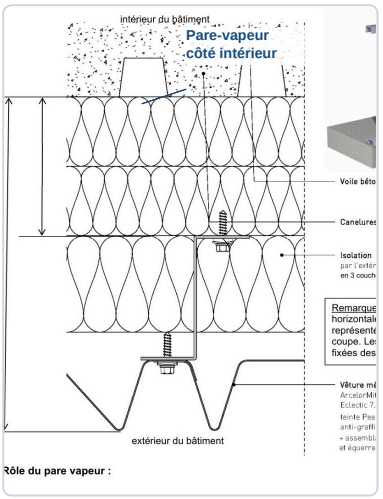
Point de rosée : environ 16,5 °C.

Prévention de la condensation

Question C.3. À partir de la répartition des températures dans la paroi, dire en expliquant s'il existe un risque de condensation dans l'isolant. Expliquer le rôle du pare-vapeur et indiquer sa position exacte par une flèche sur DRS5.

Le point de rosée est d'environ 16,5 °C. Dans le schéma, la température passe de 18,30 °C à l'interface béton-isolant à −4,76 °C côté extérieur : elle franchit donc le point de rosée dans l'isolant, ce qui indique un risque de condensation. Le pare-vapeur freine la migration de vapeur d'eau vers les couches froides. Il se place côté chaud, à l'intérieur, entre la plaque de plâtre et le voile en béton.

Position du pare-vapeur



✓ RÉPONSE À RETENIR

Risque de condensation dans l'isolant. Poser le pare-vapeur côté intérieur, entre la plaque de plâtre et le béton.

8. Dimensionnement et durée de pose de l’isolation thermique par l’extérieur

Cette partie concerne la réalisation d’un bardage métallique fixé sur des lisses horizontales et la pose de l’ITE sur une portion définie de façade. Les candidats déterminent les dimensions, l’aire à couvrir, les temps de main-d’œuvre et la durée du chantier.

Mise en œuvre de l’ITE

Question D.1. Déterminer l’épaisseur des lisses horizontales permettant de fixer le bardage au mur en béton armé et inscrire la cote manquante sur le document réponse DRS5, en utilisant DTS5.

La coupe DRS5 donne une épaisseur totale de 240 mm. L’isolant extérieur indiqué dans la composition du mur fait 10 cm, soit 100 mm, et l’équerre de fixation mesure 90 mm selon DTS5. La lisse occupe l’épaisseur restante : $240 - 100 - 90 = 50$ mm. Cette cote permet de fixer le bardage au mur en béton armé en tenant compte de l’isolant et du déport de l’équerre.

Cote de la lisse reportée sur DRS5



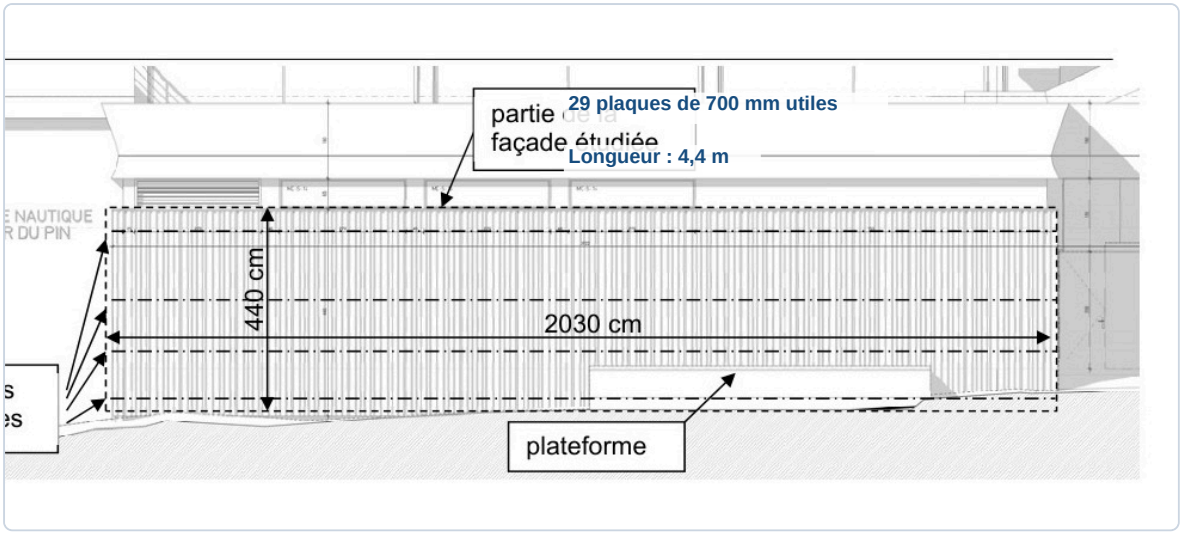
✓ RÉPONSE À RETENIR

Épaisseur de la lisse : 50 mm.

Question D.2. Déterminer le nombre de rangées de plaques de bardage nécessaires pour couvrir la partie de façade repérée sur DRS6. Les plaques sont coupées en usine à 4,4 m et ajustées sur place au niveau du trottoir.

La largeur utile d’une plaque est de 700 mm selon DTS5. La façade mesure 2030 cm de long sur DRS6, soit 20 300 mm : $20300 \div 700 = 29$ plaques. La longueur de chaque plaque, 4,4 m, correspond à la hauteur indiquée de 440 cm. Il faut donc poser 29 plaques verticales côte à côte, sans rangée supplémentaire en hauteur.

Calepinage de la façade sur DRS6



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

29 plaques verticales de 4,4 m, côte à côte, sur une rangée en hauteur.

Question D.3. Déterminer l'aire de la façade à couvrir et calculer les temps de pose de l'ITE pour la partie étudiée à l'aide du tableau de DRS6. Négliger la présence du trottoir pour ce calcul.

La façade étudiée mesure 2030 cm par 440 cm, soit 89,32 m². Les quatre lisses couvrent chacune la longueur de 20,30 m. La grille anti-rongeur est comptée sur cette même longueur en pied de façade. Les temps ci-dessous sont calculés avec les temps unitaires du DRS6 ; le total est obtenu à partir des valeurs non arrondies.

Tâche	Calcul	Heures
Traçage calepinage	89,32 × 0,08	7,15
Pose des lisses	4 × 20,30 × 0,1	8,12
Pose des équerres	4 × 20,30 × 0,15	12,18
Pose de l'isolant	89,32 × 0,15	13,40
Pose du pare-pluie	89,32 × 0,05	4,47
Pose du bardage	89,32 × 0,1	8,93
Grille anti-rongeur	20,30 × 0,15	3,05

Le total non arrondi est de 57,2866 h, soit 57,29 h.

Valeurs reportées dans le tableau de DRS6

	Unitaire)	main d'œuvre			main d'œuvre
Traçage calepinage	0,08h/m	7,15 h	Pose de l'isolant	0,15h/m²	
Pose des lisses	0,1h/m	8,12 h	Pose du pare pluie	0,05h/m²	
Pose des équerres	0,15h/m de lisse	12,18 h	Pose du bardage	0,1h/m²	
		13,40 h	Pose de la grille anti-rongeur	0,15h/m	
Nombre total d'heures de main d'œuvre		total= 4,47 h	Durée de pose en jours		3,05 h
		8,93 h			

21-2D2IDACME2 30/30

Aire : 89,32 m² | Total : 57,29 h

✓ RÉPONSE À RETENIR

Aire : 89,32 m². Main-d'œuvre totale : 57,29 h.

Question D.4. À partir du nombre total d'heures de main-d'œuvre et de l'organisation prévue pour une équipe de quatre ouvriers travaillant 7 heures par jour, déterminer la durée de pose de l'ITE en jours et compléter DRS6.

Le temps total de main-d'œuvre calculé à la question D.3 est de 57,2866 h. Une équipe de quatre ouvriers travaillant 7 h par jour fournit $4 \times 7 = 28$ heures de travail par jour. La durée de pose est donc $57,2866 \div 28 \approx 2,05$ jours ouvrés. Avec une organisation en journées complètes, il faut prévoir trois jours de chantier.

Durée reportée dans DRS6

21-2D2IDACME2 30/30 **Durée : 2,05 jours, soit 3 jours complets**

✓ RÉPONSE À RETENIR

Durée : 2,05 jours ouvrés, soit 3 journées complètes de chantier.

9. Sécurisation de la plateforme par un garde-corps

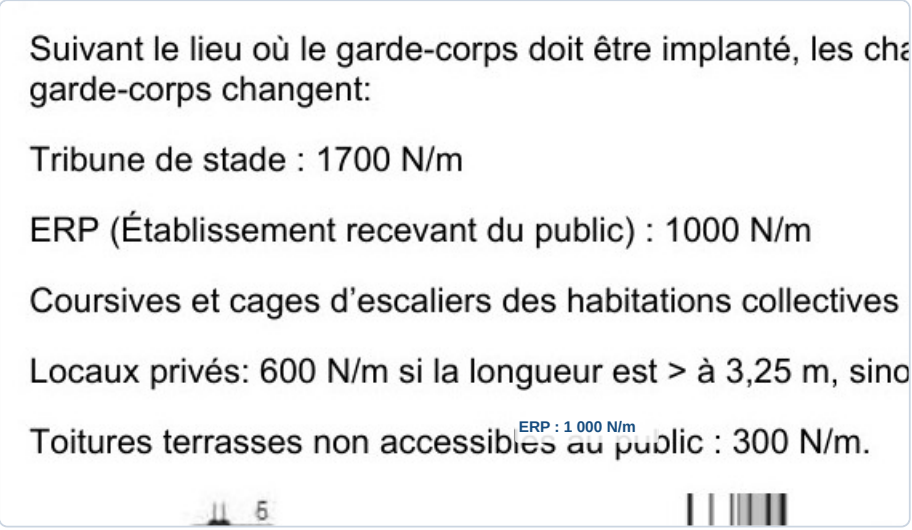
Cette partie est une option alternative à la partie B : le candidat traite l'une des deux options. L'étude porte sur la sécurisation d'une plateforme de déchargement par un garde-corps, le calcul des efforts appliqués et le choix des goujons d'ancrage adaptés.

Sécurité de la plateforme

Question E.1. À partir du document DTS6, préciser la charge linéique réglementaire applicable au garde-corps et déterminer l'effort Futilisateur supporté en tête d'un montant dont l'entraxe est de 0,8 m.

Le site est un établissement recevant du public (ERP) : le DTS6 impose donc une charge linéique réglementaire de 1 000 N/m. Chaque montant reprend cette charge sur sa largeur tributaire, égale à l'entraxe de 0,8 m. L'effort horizontal en tête d'un montant est donc la charge linéique multipliée par cet entraxe : **$F_{utilisateur}$ = 1 000 × 0,8 = 800 N**. Ce résultat concerne un montant, et non l'ensemble du garde-corps.

Charge réglementaire ERP

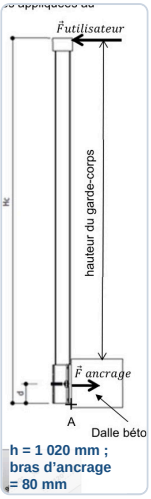


> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Charge réglementaire : 1 000 N/m ; effort par montant : 800 N.

Question E.2. Écrire l'équation des moments au point A à partir du schéma DTS6, puis déterminer l'effort Fancrage que doivent reprendre les deux goujons pour maintenir l'équilibre.

Au point A, l'équilibre impose une somme des moments nulle. D'après le schéma du DTS6, l'effort de l'utilisateur agit à 1 020 mm du point A, tandis que la force d'ancrage agit avec un bras de levier de 80 mm. En prenant les moments opposés comme positifs et négatifs : **$F_{utilisateur}$ × 1 020 − $F_{ancrage}$ × 80 = 0**. Avec l'effort calculé à la question précédente, la force d'ancrage totale vaut 800 × 1 020 / 80 = 10 200 N. Si elle est répartie également, chaque goujon reprend 5 100 N.

Bras de levier au point A



✓ RÉPONSE À RETENIR

Effort total d'ancrage : 10 200 N, soit 5 100 N par goujon si la répartition est égale.

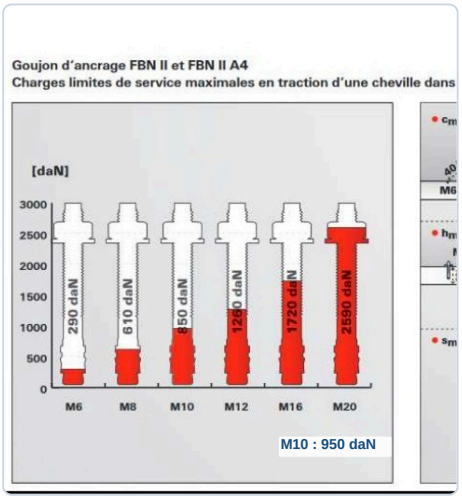
Question E.3. En considérant que chaque goujon supporte un effort de 7 700 N, choisir dans DTS6 une référence de goujon d'ancrage et préciser son diamètre.

Chaque goujon doit résister à 7 700 N. Le graphique du DTS6 donne les charges limites de service en daN : 610 daN pour le M8 et 950 daN pour le M10. Comme 1 daN vaut 10 N, la charge demandée correspond à 770 daN. Le M8 est donc insuffisant, alors que le M10 dépasse la charge exigée. On retient le diamètre minimal parmi ces deux options qui satisfait le critère de résistance.

Diamètre	Charge limite	Choix
M8	610 daN	Insuffisant
M10	950 daN	Adapté

La référence indiquée dans le document pour le modèle A4 est FBN II A4.

Charge limite du goujon M10



✓ RÉPONSE À RETENIR

Goujon d’ancrage FBN II A4, diamètre M10.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC STI2D

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2021)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve de spécialité STI2D, option Architecture et construction, session 2021, porte le code 21-2D2IDACME2 et dure quatre heures. Le coefficient n'est pas indiqué. Le sujet étudie la réhabilitation du centre nautique des Vals du Dauphiné : cogénération, filtration, réseau informatique et isolation extérieure. Il évalue le calcul, l'analyse de documents techniques, la conformité réglementaire et le choix de solutions constructives.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour une couche homogène, la résistance thermique vaut R = e/λ ; les résistances des couches s'ajoutent à Rsi + Rse.
- La puissance électrique délivrée par une cogénération se calcule avec le rendement : Pélec = η × Pgaz.
- Le débit réglementaire de filtration se calcule en divisant le volume du bassin par le temps de filtration requis.
- Avec un masque /29, trois bits sont disponibles pour les hôtes : le bloc comprend huit adresses, dont six utilisables.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les unités avant les calculs : millimètres en mètres, puis kWh en MWh si nécessaire.
- Pour la résistance thermique totale, inclure Rsi et Rse et écarter le bardage indiqué comme non isolant.
- Justifier la conformité par une comparaison explicite entre la résistance calculée et la valeur réglementaire applicable.
- Dans la partie spécifique, choisir B ou E ; les parties A, C et D sont obligatoires.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la résistance thermique totale du mur ?

Pour chaque matériau homogène, calculer R = e/λ avec l'épaisseur en mètres. Additionner les résistances des couches et ajouter Rsi + Rse. Ne pas compter le bardage s'il est indiqué qu'il ne participe pas à l'isolation.

Q : Comment déterminer l'adresse de broadcast avec un masque /29 ?

Le masque /29 laisse trois bits pour les hôtes, soit des blocs de huit adresses. Repérer le bloc contenant l'adresse IP : sa dernière adresse est le broadcast. Les six adresses entre l'adresse réseau et le broadcast sont attribuables.

Q : Dois-je traiter les parties B et E toutes les deux ?

Non. Dans la partie spécifique, le sujet demande de choisir la partie B ou la partie E. Les parties A, C et D restent obligatoires. La durée totale officielle est de quatre heures, avec des durées indicatives de 2 h 30 pour la partie commune et 1 h 30 pour la partie spécifique.

Q : Le barème détaille-t-il les points attribués à chaque question ?

Le sujet attribue 12 points à la partie commune et 8 points à la partie spécifique, sans répartition détaillée par question. Aucun point individuel ne peut donc être déduit du document. Répondez à toutes les consignes des parties à traiter.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2021/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2021 - 5-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.