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

Innovation technologique et éco-conception

Session 2025 • Code sujet : **25-2D2IDITECME3** • Durée : **4 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Analyse des performances de la STEU de la Feyssine et de son unité de méthanisation (19 questions) **Page 3**

2. Éco-conception et validation du dégrilleur à câbles pour refus grossiers (15 questions) **Page 11**

3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 21**

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 - 3-Sujet.pdf

1. Analyse des performances de la STEU de la Feyssine et de son unité de méthanisation

L'étude porte sur la station de traitement des eaux usées de la Feyssine, mise en service pour répondre aux besoins de la métropole lyonnaise et délester la station de Saint-Fons. Les questions examinent le dimensionnement et l'implantation, les effets de la digestion des boues, la sécurité du réseau, la centrifugation et la possibilité d'installer une torchère.

Partie 1

Question 1.1. Donner l'état de saturation de la station de Saint-Fons avant 2011. Expliquer pourquoi il était nécessaire de mettre en service une nouvelle STEU.

Le graphique DT1 montre que la charge entrante en DBO5 dépasse la charge nominale de la station de 2006 à 2010 inclus. La station de Saint-Fons était donc saturée pendant ces années : elle ne pouvait plus traiter correctement les effluents lorsque la charge nominale était dépassée. La mise en service de la Feyssine était nécessaire pour délester Saint-Fons et absorber l'augmentation des besoins liée à la croissance de la population métropolitaine.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Saint-Fons était saturée de 2006 à 2010 : la charge dépassait sa capacité nominale.

Question 1.2. À partir des exigences d'implantation et du plan de situation, justifier que les caractéristiques du terrain du site de la Feyssine permettent d'y implanter une STEU.

Le plan DT3 montre que le site est proche du collecteur d'égout et du Rhône, qui constitue le milieu récepteur des eaux traitées. Le boulevard périphérique à 2 × 2 voies répond au besoin d'accès facile et permet le passage de semi-remorques. La station est implantée à distance des principales zones d'habitation représentées, ce qui limite les nuisances. Ces éléments correspondent aux exigences d'implantation du DT2.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le site est accessible, proche du collecteur et du Rhône, et éloigné des zones d'habitation.

Question 1.3. À l'aide des données de dimensionnement et de la capacité de la station de la Feyssine, calculer les éléments manquants du document-réponse DR1 pour les différents types de traitement.

On applique les coefficients du DT4 à la capacité de 300 000 équivalents-habitants et aux 17 100 kg de DBO5 éliminés. Pour le filtre planté, la surface est de 10 × 300 000 = 3 000 000 m². Pour la boue activée, l'énergie est de 3,2 × 17 100 = 54 720 kW·h. Pour le biofiltre, l'investissement est de 2 142 × 300 000 = 642 600 000 €, soit 642,6 M€.

Valeurs calculées à reporter dans DR1

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

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

✓ RÉPONSE À RETENIR

DR1 : filtre planté, 3 000 000 m² ; boue activée, 54 720 kW·h ; biofiltre, 642,6 M€.

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

Le filtre planté demanderait 3 000 000 m² : il ne tient pas sur le terrain de 400 000 m². La boue activée occupe 318 000 m² et le biofiltre 75 000 m² ; ces deux solutions sont implantables. La boue activée est le choix le plus favorable parmi celles-ci, car son coût d'investissement (68,4 M€) et sa consommation d'énergie (54 720 kW·h) sont inférieurs à ceux du biofiltre, tout en respectant la surface disponible.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Choix : boue activée, qui nécessite 318 000 m² sur les 400 000 m² disponibles.

Partie 2

Question 2.1. À partir des synoptiques DT5, lister les différents flux d'énergie entrants et sortants pour les deux types de STEU.

Les synoptiques DT5 distinguent les flux d'énergie des flux de matière. Le type 1 reçoit de l'énergie électrique pour le traitement de l'eau et des boues. Le type 2 reçoit de l'énergie électrique et du gaz provenant du réseau GRDF. Une partie du biogaz produit est réutilisée pour chauffer le digesteur ; le biogaz restant est réinjecté dans le réseau. En cas de surpression, une énergie thermique est évacuée par la torchère.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Type 1 : énergie électrique entrante. Type 2 : électricité et gaz entrants, biogaz utilisé et réinjecté, perte thermique possible par torchère.

Question 2.2. Calculer les émissions annuelles de CO2 dues à la consommation d'énergie électrique d'une STEU de type 1, à partir de la consommation indiquée et du facteur d'émission fourni. Compléter la deuxième case de la ligne (1) « Énergie électrique consommée » du document-réponse DR2.

Les émissions annuelles sont le produit de l'énergie électrique consommée par le facteur d'émission fourni. Pour le type 1 : 6 160 000 × 0,1 = 616 000 kgéq.CO_2·an^{-1}. Cette valeur correspond aux émissions dues à la consommation électrique et complète la case de la ligne (1) du DR2, dans la colonne du type n°1.

Émissions électriques du type 1 dans DR2

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

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> DR2, type n°1, ligne (1) : 616 000 kgéq.CO_2·an^{-1}.

Question 2.3. Calculer l'impact négatif annuel en CO2 associé à la production de biogaz réinjectée sur le réseau GRDF pour une STEU de type 2. Compléter la ligne (4) « Production de Gaz naturel » du document-réponse DR2.

La production de biogaz correspond à une absorption de CO_2. Son impact annuel est donc négatif dans le bilan : −(5 296 000 × 0,2) = −1 059 200 kgéq.CO_2·an^{-1}. Il faut inscrire cette valeur dans la case de la ligne (4), colonne type n°2, après le signe moins déjà imprimé sur le document-réponse DR2.

Impact carbone évité par la production de biogaz

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

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

DR2, type n°2, ligne (4) : −1 059 200 kgéq.CO_2·an^{-1}.

Question 2.4. Calculer sur le document-réponse DR2 les impacts totaux en kgeq.CO2 des deux types de STEU, puis conclure sur l'intérêt de la digestion des boues à la Feyssine du point de vue du développement durable.

Le total est la somme des cinq lignes du DR2, en conservant les signes. 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 kgéq.CO_2·an^{-1}. Le bilan du type 2 est inférieur : la digestion et la valorisation du biogaz et des boues réduisent l'impact carbone annuel.

Totaux calculés à reporter dans DR2

	TYPE N°1 sans digestion des boues		TYPE N°2 avec digestion des boues	
Énergie électrique consommée		kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} Question 2.2 :		kg$_{éq.CO2}$·an^{-1} 760 000
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
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
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 : -
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 : 1 280 605		889 267

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Type 1 : 1 280 605 ; type 2 : 889 267 kgéq.CO_2·an^{-1}. La digestion réduit le bilan de 391 338 kgéq.CO_2·an^{-1}.

Partie 3

Question 3.1. Calculer le nombre maximal d'hôtes que peut contenir le réseau. Convertir en décimal le numéro d'hôte binaire attribué à la première borne WiFi afin d'obtenir son adresse IP.

Le masque 255.255.0.0 correspond à 16 bits pour l'identifiant réseau et 16 bits pour les hôtes. En retirant l'adresse réseau et l'adresse de diffusion, le nombre d'hôtes utilisables est $2^{16} − 2 = 65\,534$. Pour la borne n°1, les octets binaires de DT6 se convertissent ainsi : 10101100 = 172, 00010000 = 16, 00110010 = 50 et 11001000 = 200.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Maximum : 65 534 hôtes. Borne WiFi n°1 : 172.16.50.200.

Question 3.2. Proposer une adresse IP pour la borne WiFi n° 2, compatible avec le réseau Ethernet de la station et la plage d'adresses IP réservées aux bornes WiFi. Justifier la proposition.

DT6 réserve aux bornes WiFi les adresses de 172.16.50.0 à 172.16.50.255. Une adresse disponible dans cette plage et distincte de celle de la borne n°1 (172.16.50.200) convient. La proposition 172.16.50.201 appartient aussi au réseau 172.16.0.0 défini par le masque 255.255.0.0 ; elle peut donc être attribuée à la borne n°2.

> ✓ **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.

Les détecteurs multi-gaz transmettent leurs informations par le réseau Ethernet, ce qui permet une surveillance des personnels en temps réel. Les 150 points d'accès WiFi sont prévus pour couvrir l'ensemble des installations et rendre cette communication possible. Le dispositif améliore donc la détection des risques d'intoxication et la rapidité d'intervention. Cette garantie dépend toutefois du bon fonctionnement des détecteurs, du réseau et de la surveillance associée.

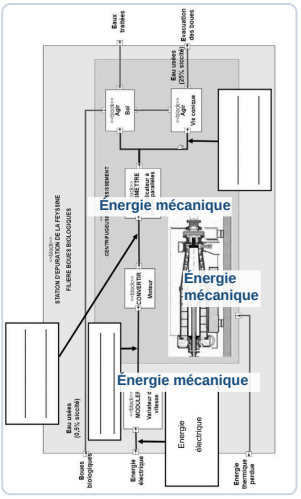
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le réseau et les détecteurs connectés permettent la surveillance en temps réel et renforcent la sécurité du personnel.

Partie 4

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

Le DR3 présente la chaîne d'énergie de la centrifugeuse. L'énergie électrique alimente le modulateur puis le moteur. À partir du moteur, l'énergie transmise au multiplicateur, au bol et à la vis de convoyage est mécanique. Reporter cette nature sur les liaisons correspondantes dans les cases laissées libres ; la mention « énergie électrique » est déjà indiquée sur le document près de l'alimentation.

Nature des flux d'énergie à reporter sur DR3



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Alimentation du moteur : énergie électrique. Transmission du mouvement vers le multiplicateur, le bol et 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 en rad·s⁻¹.

On convertit les tours par minute en radians par seconde avec $\Omega = 2\pi n/60$. Pour la fréquence de rotation donnée, $\Omega_{bol} = 2\pi \times 2600/60$ = 272,3 rad·s⁻¹. La valeur est arrondie au dixième de radian par seconde.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Ωbol ≈ 272,3 rad·s⁻¹.

Question 4.3. Pour la vitesse angulaire du bol donnée pour la suite, soit 300 rad·s⁻¹, calculer en kN la force centrifuge appliquée aux boues biologiques à l'aide des données de DT7.

DT7 donne la relation Fcb = ρboues × Vbol × Rbol × Ω². Avec ρboues = 1 200 kg·m⁻³, Vbol = 1 m³, Rbol = 0,335 m et Ω = 300 rad·s⁻¹, on obtient Fcb = 1 200 × 1 × 0,335 × 300² = 36 180 000 N. La conversion en kilonewtons consiste à diviser par 1 000.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fcb = 36 180 kN.

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

La force centrifuge sur les boues vaut 36 180 kN, contre 30 200 kN sur l'eau : elle est supérieure de 5 980 kN. Les boues sont plaquées contre la paroi du bol puis entraînées vers leur sortie par la vis de convoyage. L'eau est éjectée à l'autre extrémité. La différence de comportement des phases permet donc leur séparation par centrifugation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fcb = 36 180 kN > Fce = 30 200 kN : la centrifugation sépare les boues de l'eau.

Partie 5

Question 5.1. En considérant le fût de la torchère comme un cylindre creux et en utilisant ses dimensions indiquées dans DT8, calculer son volume de matière.

Le diamètre extérieur est 1,500 m et l'épaisseur est 0,010 m. Le rayon extérieur vaut 0,750 m ; le rayon intérieur vaut 0,750 − 0,010 = 0,740 m. Le volume de matière du fût cylindrique creux est donc la différence entre les volumes des deux cylindres : $V = \pi \times 7 \times (0{,}750^2 - 0{,}740^2) = 0{,}3277\ m^3$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Volume de matière du fût : 0,3277 m³.

Question 5.2. À partir du volume du fût, de la masse volumique de l'inox 316 et de la masse des équipements, calculer la masse du fût de la torchère, puis le poids que devra supporter chaque cornière.

La masse du fût est son volume multiplié par la masse volumique de l'inox : $\pi \times 7 \times (0{,}75^2 - 0{,}74^2) \times 8\,000 = 2\,621{,}35$ kg. Pour les quatre cornières, on répartit le poids total du fût et des équipements de 1 250 kg : Pc = (2 621,35 + 1 250) × 9,81 ÷ 4 = 9 494,47 N par cornière, en supposant une répartition égale.

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

Question 5.3. À partir des cotes de DT8, calculer la surface de la dalle en béton. Calculer la contrainte de compression du sol sous la dalle équipée et conclure sur la capacité du sol à supporter l'installation, en la comparant à la contrainte admissible.

Le plan DT8 cote la dalle à 4,00 m × 2,50 m, soit une surface de 10 m². La contrainte moyenne du sol est σsol = 200 000 ÷ 10 = 20 000 Pa = 0,02 MPa. Cette valeur est inférieure à la contrainte admissible de 0,1 MPa. Selon le critère de compression fourni, le sol peut donc supporter la dalle équipée et la torchère.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Surface : 10 m². σsol = 0,02 MPa < 0,1 MPa : le sol satisfait le critère de résistance.

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

La torchère brûle le méthane excédentaire au lieu de le rejeter directement dans l'air, ce qui limite l'impact climatique de ces rejets. Le calcul de la question précédente donne une contrainte de 0,02 MPa, inférieure à la contrainte admissible du sol de 0,1 MPa. L'installation est donc possible au regard de la résistance du sol vérifiée ; cette conclusion ne remplace pas les autres vérifications de conception et de sécurité nécessaires.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La torchère valorise la sécurité du stockage en brûlant le surplus de méthane ; son implantation respecte le critère de résistance du sol.

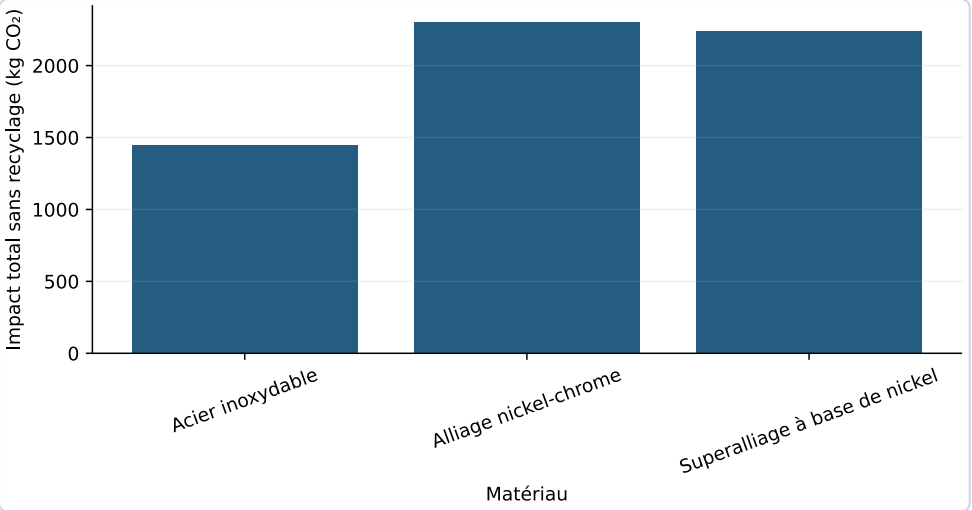
2. Éco-conception et validation du dégrilleur à câbles pour refus grossiers

L'étude spécifique porte sur un dégrilleur de la station de la Feyssine, qui retire les déchets solides des eaux usées au moyen d'une poche de raclage et d'un mécanisme de levage. Les questions évaluent le choix du matériau et les impacts environnementaux, les performances du levage ainsi que les paramètres de fonctionnement et de contact de la poche.

Partie A

Question A.1. À partir de l'analyse du cycle de vie de DTS3, choisir le matériau le moins impactant et justifier la réponse. Pour le matériau retenu, calculer l'impact total sans recyclage, puis le gain en pourcentage lié au recyclage par rapport à cet impact.

Sans recyclage, l'acier inoxydable totalise 580 + 112 + 753 = 1 445 kg CO_2. L'alliage nickel-chrome totalise 2 300 kg CO_2 et le superalliage à base de nickel, 2 236 kg CO_2 : l'acier inoxydable est donc le moins impactant. Le recyclage évite 393 kg CO_2 pour ce matériau. Rapporté à son impact sans recyclage, le gain est de 393 / 1 445 × 100 = 27,2 %.



✓ RÉPONSE À RETENIR

Acier inoxydable : 1 445 kg CO_2 sans recyclage ; recyclage : gain de 27,2 %.

Question A.2. À partir des paramètres de simulation de DTS4 et des résultats de contraintes de Von Mises de DTS5, déterminer l'épaisseur de poche de raclage qui minimise l'impact écologique tout en permettant à la pièce de supporter les contraintes mécaniques prévues. Justifier le choix.

La contrainte maximale admissible est la limite élastique divisée par le coefficient de sécurité : 170 / 2 = 85 MPa. Les simulations donnent 227 MPa pour 5 mm, 117 MPa pour 7 mm, 74,9 MPa pour 9 mm et 50,2 MPa pour 12 mm. Les épaisseurs de 9 mm et 12 mm respectent donc le critère mécanique. Comme l'objectif est de limiter la matière et l'impact écologique, on retient la plus petite épaisseur conforme.

Vérification des épaisseurs de la poche

Épaisseur (mm)	Contrainte maximale (MPa)	Critère de 85 MPa
5	227	Non conforme
7	117	Non conforme
9	74,9	Conforme
12	50,2	Conforme

L'épaisseur minimale conforme réduit la quantité de matière.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Épaisseur retenue : 9 mm ; contrainte maximale : 74,9 MPa, inférieure à 85 MPa.

Question A.3. Exprimer en pourcentage le gain de masse par rapport à la masse initiale de la poche. À partir de l'impact initial sans recyclage de 1 400 kg de CO2 et des indications sur les étapes de l'ACV dépendant de la masse, calculer le gain d'impact en kg de CO2 puis en pourcentage de l'impact initial.

La poche passe de 150 kg à 150 - 30 = 120 kg, soit un gain de masse de 30 / 150 × 100 = 20 %. Dans l'ACV, l'impact d'utilisation, égal à 753 kg CO_2, ne dépend pas de la masse. La part qui en dépend vaut donc 1 400 - 753 = 647 kg CO_2. Sa réduction de 20 % évite 129,4 kg CO_2, soit 129,4 / 1 400 × 100 = 9,24 % de l'impact initial.

Effet de l'allègement sur l'impact

Indicateur	Initial	Après allègement	Gain
Masse (kg)	150	120	20 %
Impact total (kg CO_2)	1 400	1 270,6	129,4, soit 9,24 %

L'impact lié à l'utilisation reste inchangé.

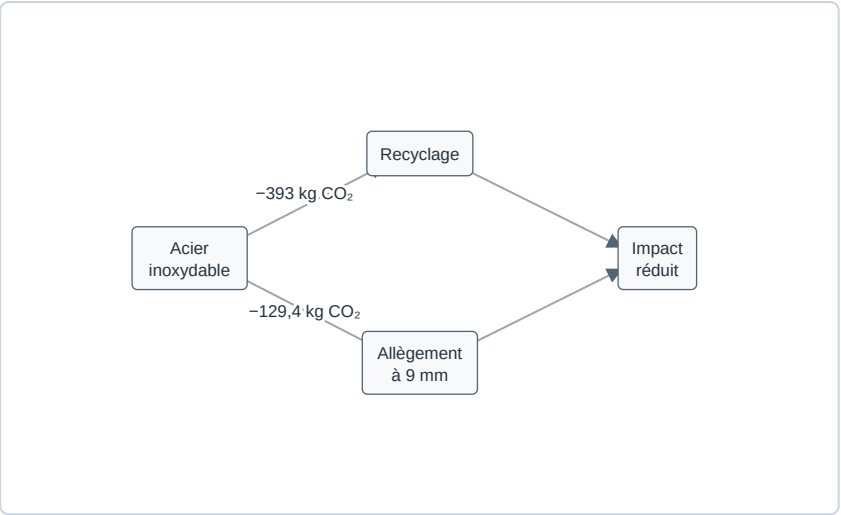
✓ RÉPONSE À RETENIR

Gain de masse : 20 % ; gain d'impact : 129,4 kg CO_2, soit 9,24 %.

Question A.4. Conclure sur le choix du matériau et sur les possibilités de diminution des impacts écologiques pour la poche de raclage.

L'acier inoxydable est le choix le plus pertinent parmi les matériaux comparés : son impact sans recyclage est le plus faible, et il est adapté au milieu corrosif décrit dans le sujet. Le recyclage réduit encore son empreinte de 393 kg CO_2. L'allègement constitue un autre levier : réduire la masse de 20 % diminue ici l'impact total de 129,4 kg CO_2. L'épaisseur de 9 mm permet cet allègement tout en respectant le critère de résistance mécanique.

Leviers d’écoconception de la poche



Choix du matériau et réductions d’impact calculées.

✓ RÉPONSE À RETENIR

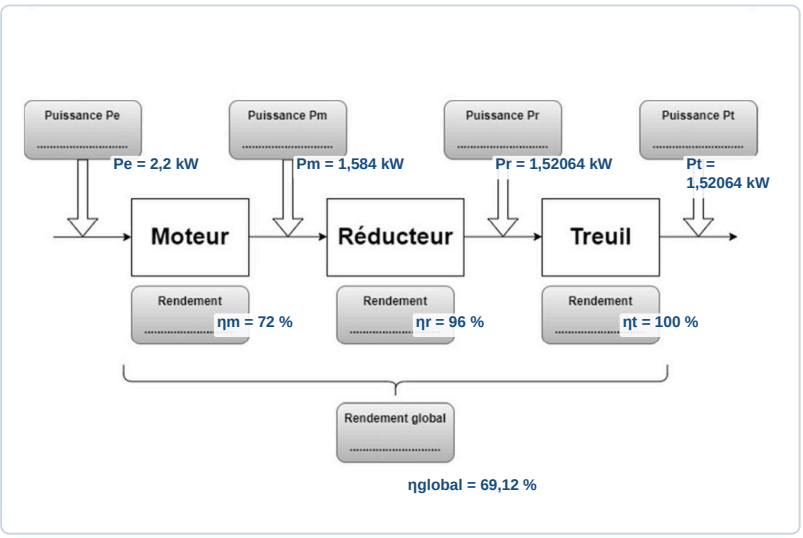
Choisir l’acier inoxydable, le recycler et retenir 9 mm pour réduire l’impact sans compromettre la résistance.

Partie B

Question B.1. À partir des caractéristiques de DTS6, reporter sur le document-réponse DRS1 les rendements et les puissances indiqués. Calculer et reporter le rendement global du système et les puissances en sortie du moteur, du réducteur et du treuil.

Les rendements à reporter sont ceux du moteur, du réducteur et du treuil : 72 %, 96 % et 100 %. Le rendement global vaut 0,72 × 0,96 × 1 = 0,6912, soit 69,12 %. La puissance mécanique en sortie du moteur est 2,2 × 0,72 = 1,584 kW. Après le réducteur, elle devient 1,584 × 0,96 = 1,52064 kW. Le treuil étant idéal selon les données fournies, sa puissance de sortie reste égale à cette valeur.

DRS1 complété

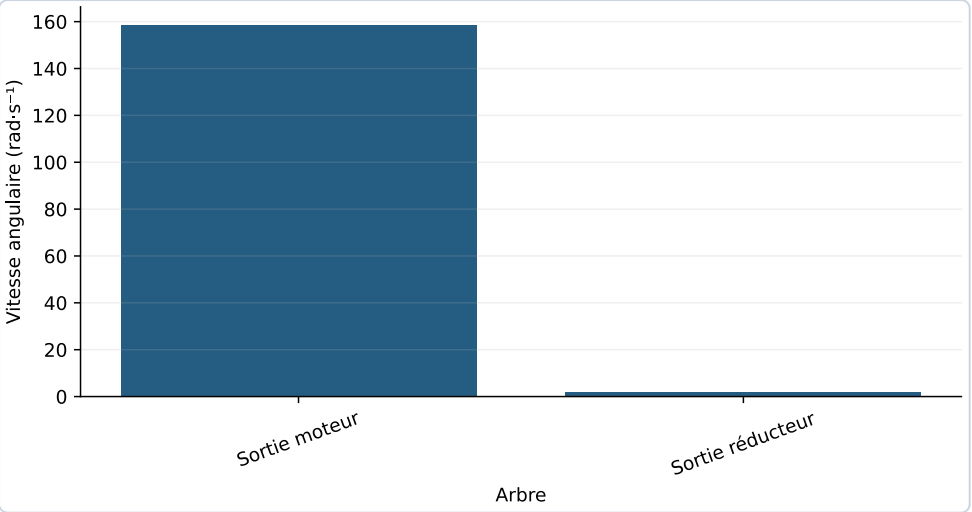


✓ RÉPONSE À RETENIR

ηglobal = 69,12 % ; Pm = 1,584 kW ; Pr = Pt = 1,52064 kW.

Question B.2. Calculer la vitesse de rotation en sortie du moteur, puis la vitesse de rotation en sortie du réducteur, en rad·s⁻¹.

On utilise la puissance mécanique en sortie du moteur calculée à la question précédente, soit 1,584 kW = 1 584 W. Avec le couple moteur de 10 N·m, la relation P = Cω donne ωm = 1 584 / 10 = 158,4 rad·s⁻¹. Le rapport de réduction est 1/75 : la vitesse en sortie du réducteur vaut donc 158,4 / 75 = 2,112 rad·s⁻¹. Cette valeur est cohérente avec les 2 rad·s⁻¹ retenus pour la suite.



✓ RÉPONSE À RETENIR

ωm = 158,4 rad·s⁻¹ ; ωr = 2,112 rad·s⁻¹.

Question B.3. En considérant l'enroulement du câble sur un seul niveau et en se plaçant au centre du câble, calculer le rayon d'enroulement sur le rouleau du treuil. En déduire la vitesse du boggie accroché au câble.

Le diamètre du treuil est de 220 mm et celui du câble de 8 mm. Pour un enroulement sur un seul niveau, le rayon mesuré jusqu'au centre du câble est le rayon du treuil plus le rayon du câble : 220 / 2 + 8 / 2 = 114 mm, soit 0,114 m. À la vitesse de rotation du réducteur retenue pour cette question, ωr = 2 rad·s⁻¹, la vitesse du câble et du boggie est V = ωr × r = 2 × 0,114.

Calcul du rayon d’enroulement et de la vitesse

Grandeur	Valeur
Rayon du treuil	110 mm
Rayon du câble	4 mm
Rayon jusqu’au centre du câble	114 mm
Vitesse du boggie	0,228 m·s⁻¹

Vitesse calculée avec ωr = 2 rad·s⁻¹.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rayon d’enroulement : 114 mm ; vitesse du boggie : 0,228 m·s⁻¹.

Question B.4. Calculer la durée de l’étape 2, correspondant au mouvement entre l’écrêtement et le radier. Sachant que les étapes 1 et 3 durent chacune 5 secondes et que l’étape 4 dure autant que l’étape 2, calculer la durée totale d’un cycle et la comparer au cahier des charges.

La distance verticale entre l’écrêtement et le radier est Ht + Hd = 400 + 4 520 = 4 920 mm, soit 4,92 m. Avec la vitesse retenue de 0,25 m·s⁻¹, l’étape 2 dure 4,92 / 0,25 = 19,68 s. L’étape 4 dure également 19,68 s, tandis que les étapes 1 et 3 durent chacune 5 s. Le cycle complet dure donc 49,36 s, ce qui est inférieur à la limite de 2 minutes.

Durée du cycle de dégrillage

0 s	Étape 1 : ouverture, 5 s
5 s	Étape 2 : descente, 19,68 s
24,68 s	Étape 3 : fermeture, 5 s
29,68 s	Étape 4 : remontée, 19,68 s
49,36 s	Fin du cycle, avant la limite de 120 s

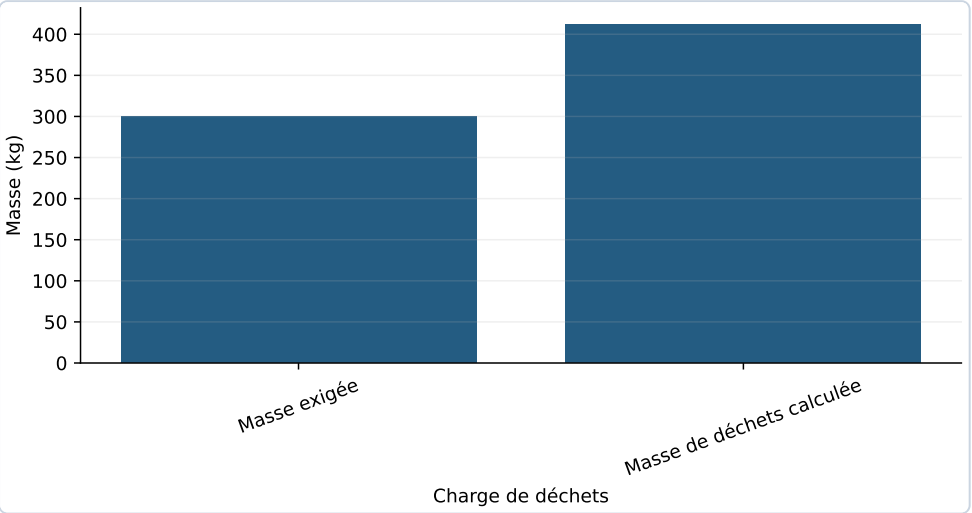
Le cahier des charges fixe une durée maximale de 2 minutes.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Étape 2 : 19,68 s ; cycle complet : 49,36 s, conforme à la limite de 120 s.

Question B.5. À l'aide de la puissance en sortie du treuil, calculer la force que celui-ci peut supporter. Calculer la masse maximale de déchets pouvant être remontée dans la poche, en tenant compte de la masse de la poche, des câbles et des autres éléments suspendus, puis conclure par rapport au cahier des charges.

La puissance en sortie du treuil retenue pour cette étude est Pt = 1,5 kW = 1 500 W. Avec une vitesse de levage de 0,25 m·s⁻¹, la force disponible est Ft = P / V = 1 500 / 0,25 = 6 000 N. Cette force correspond à une masse totale de 6 000 / 9,81 = 611,6 kg. On retire la masse de la poche (150 kg) et celle des câbles et éléments suspendus (50 kg) : la charge de déchets admissible dépasse l'exigence de 300 kg.



✓ RÉPONSE À RETENIR

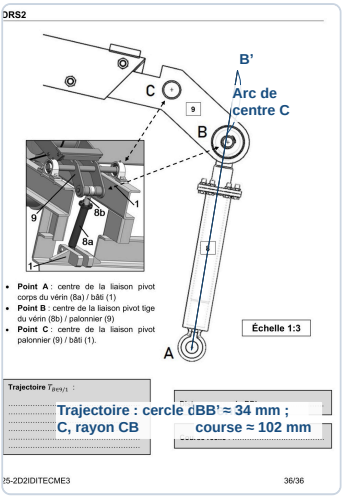
Ft = 6 000 N ; masse maximale de déchets ≈ 411,6 kg. L'exigence de 300 kg est satisfaite.

Partie C

Question C.1. Sur le document-réponse DRS2, indiquer la nature et les éléments caractéristiques de la trajectoire du point B du palonnier par rapport au bâti. Tracer cette trajectoire, placer B' à son intersection avec la droite (AB), mesurer BB' sur le document et en déduire la course réelle du vérin.

Le palonnier (9) est en liaison pivot avec le bâti au point C. Le point B décrit donc, par rapport au bâti, un arc de cercle de centre C et de rayon CB. On trace cet arc, puis on place B' à son intersection avec la droite (AB), comme l'impose l'énoncé. La mesure sur le document est d'environ 34 mm. À l'échelle 1:3, la course réelle du vérin vaut environ 34 × 3 = 102 mm.

DRS2 complété : trajectoire de B et course du vérin



✓ RÉPONSE À RETENIR

Trajectoire : arc de cercle de centre C et de rayon CB ; course réelle du vérin : environ 102 mm.

Question C.2. À partir de la course réelle du vérin et de la vitesse de sortie de sa tige, calculer le temps nécessaire pour passer d'une position à l'autre, puis conclure par rapport au cahier des charges.

La course réelle estimée à la question précédente est d'environ 102 mm. La vitesse de sortie de la tige est 30 mm·s⁻¹, donc le temps nécessaire est t = 102 / 30 = 3,4 s. Le cahier des charges fixe une durée maximale de 5 s pour passer d'une position à l'autre. Comme 3,4 s est inférieur à cette limite, l'exigence d'ouverture ou de fermeture est respectée.

Vérification de la durée d'ouverture ou de fermeture

Course réelle	Vitesse de tige	Durée calculée	Durée maximale
≈ 102 mm	30 mm·s⁻¹	≈ 3,4 s	5 s

Le temps calculé satisfait le cahier des charges.

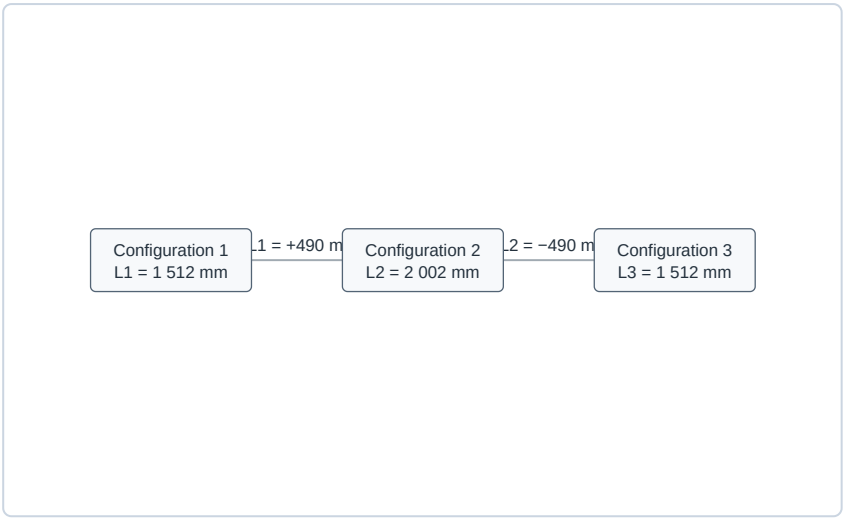
✓ RÉPONSE À RETENIR

Temps de déplacement : environ 3,4 s, inférieur à la limite de 5 s.

Question C.3. En étudiant les configurations 1 et 2 de DTS10, expliquer à quoi correspond pour le mécanisme la valeur ΔL1 calculée. En étudiant les configurations 2 et 3, expliquer à quoi correspond la valeur ΔL2 calculée.

Dans le tableau DTS10, la longueur totale passe de L1 = 1 512 mm en configuration 1 à L2 = 2 002 mm en configuration 2. Ainsi, ΔL1 = L2 - L1 = +490 mm : le mécanisme doit fournir 490 mm de longueur de câble entre ces configurations. De la configuration 2 à la configuration 3, la longueur totale revient à 1 512 mm. ΔL2 = L3 - L2 = -490 mm traduit donc une reprise de 490 mm de câble dans le sens inverse.

Variations de longueur du câble central



Le câble s’allonge puis reprend la même longueur totale.

✓ RÉPONSE À RETENIR

ΔL1 = +490 mm de câble à fournir ; ΔL2 = −490 mm, soit 490 mm repris.

Question C.4. À partir de la relation fournie et des valeurs indiquées dans DTS10, calculer cos α puis en déduire l’angle α en degrés. Conclure en comparant le résultat au cahier des charges.

La relation fournie est cos α = 1 - 1/2 × (ΔL/R)². Avec ΔL = 490 mm et R = 470 mm, on obtient cos α = 1 - 0,5 × (490 / 470)² ≈ 0,4568, puis α = arccos(0,4568) ≈ 62,8°. Le cahier des charges impose un angle compris entre 60° et 75°. L’angle calculé appartient à cet intervalle : la poche répond donc au critère de basculement.

Vérification de l’angle de pivot

Grandeur	Valeur calculée	Exigence
cos α	0,4568	
α	62,8°	60° à 75°
Conclusion	Conforme	

Calcul avec ΔL = 490 mm et R = 470 mm.

✓ RÉPONSE À RETENIR

cos α ≈ 0,4568 ; α ≈ 62,8°, conforme à la plage de 60° à 75°.

Question C.5. À partir de la masse du contrepoids et des distances indiquées sur le schéma, calculer son poids P, puis calculer la force F de réaction de la grille sur la poche en utilisant l'équilibre des moments au point H.

Le poids du contrepoids de 65 kg vaut P = mg = 65 × 9,81 = 637,65 N. Le schéma donne le bras horizontal Lh = 300 mm et le bras vertical Lv = 25 mm. L'équilibre des moments au point H impose P × Lh = F × Lv. Ainsi, F = 637,65 × 300 / 25 = 7 651,8 N. La réaction de la grille sur la poche est donc d'environ 7,65 kN.

Équilibre des moments au point H

Grandeur	Valeur
Poids du contrepoids P	637,65 N
Bras horizontal Lh	300 mm
Bras vertical Lv	25 mm
Réaction de la grille F	7 651,8 N

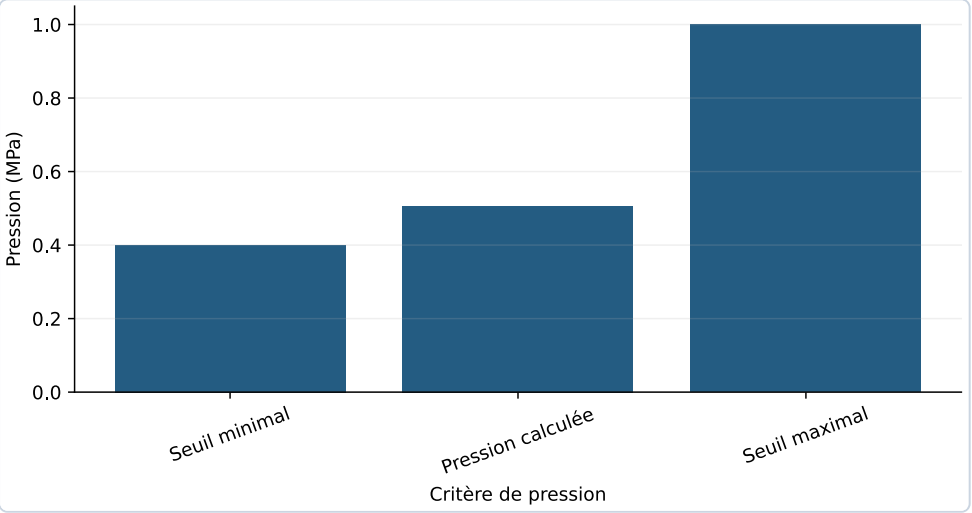
P × Lh = F × Lv.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

P = 637,65 N ; F = 7 651,8 N, soit environ 7,65 kN.

Question C.6. Calculer la surface totale de contact à partir des 36 zones identiques de 420 mm². Calculer la pression exercée sur cette surface, puis conclure en comparant le résultat au cahier des charges.

Les 36 zones de contact ont chacune une surface de 420 mm², donc la surface totale est 36 × 420 = 15 120 mm² = 0,01512 m². Avec la réaction calculée précédemment, F = 7 651,8 N, la pression vaut p = F / S = 7 651,8 / 0,01512 ≈ 506 071 Pa, soit 0,506 MPa. Le cahier des charges exige une pression comprise entre 0,4 MPa et 1 MPa : la valeur obtenue respecte cette plage.



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Surface totale : 15 120 mm² ; pression : 0,506 MPa, conforme à la plage de 0,4 à 1 MPa.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC STI2D

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

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve STI2D d'innovation technologique et éco-conception, session 2025, code 25-2D2IDITECME3, dure 4 heures et est notée sur 20 points, sans coefficient imprimé. Elle étudie la STEU de la Feyssine et son unité de méthanisation, puis un dégrilleur à câbles. Les compétences évaluées couvrent l'analyse de systèmes, l'ACV, les calculs énergétiques et mécaniques, le réseau IP et la validation d'exigences.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le rendement global d'une chaîne de puissance est le produit des rendements de ses composants.
- La vitesse angulaire se calcule par $\Omega = 2\pi n$, avec n exprimé en tours par seconde.
- La force centrifuge donnée dans DT7 se calcule par $Fcb = \rho boues \times Vbol \times Rbol \times \Omega^2$.
- La contrainte de compression du sol se calcule par $\sigma = F/S$ et se compare à la contrainte admissible.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les unités avant les calculs, notamment les minutes en secondes et les millimètres en mètres.
- Pour l'ACV, distinguer les étapes proportionnelles à la masse de l'étape d'utilisation, indépendante de la masse.
- Vérifier qu'une adresse IP proposée appartient bien à la plage réservée aux bornes WiFi.
- Pour chaque validation, comparer explicitement le résultat obtenu à l'exigence du cahier des charges.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer les émissions de CO2 associées à l'électricité consommée ?

Multipliez l'énergie électrique annuelle consommée en kW·h par le facteur d'émission en kgeq.CO2 par kW·h. Le résultat est une émission annuelle exprimée en $kgeq.CO2 \cdot an^{-1}$.

Q : Comment déterminer si l'épaisseur choisie pour la poche résiste aux efforts ?

Relevez la contrainte maximale de Von Mises pour chaque épaisseur simulée. Comparez-la à la contrainte admissible, calculée en divisant la limite élastique par le coefficient de sécurité, puis retenez la plus faible épaisseur conforme.

Q : Comment organiser les deux parties pendant les quatre heures d'épreuve ?

Le sujet prévoit à titre indicatif 2 h 30 pour la partie commune, notée sur 12 points, et 1 h 30 pour la partie spécifique, notée sur 8 points. Les parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans l'ordre choisi.

Q : Quels documents faut-il rendre avec la copie ?

Tous les documents-réponses doivent être rendus avec la copie, même s'ils sont vierges. Le sujet indique également que chaque partie doit être traitée sur une copie séparée.

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 - 3-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.