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

Session 2022 • Code sujet : **22-2D2IDITECME1** • Durée : **4 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Le savoir-nager comme enjeu sociétal (5 questions) **Page 3**

2. Accessibilité des bassins aux personnes à mobilité réduite (6 questions) **Page 5**

3. Protection des usagers contre les éléments climatiques (4 questions) **Page 9**

4. Réseau informatique et contrôle d'accès à la piscine (4 questions) **Page 11**

5. Récupération solaire et gestion du chauffage des bassins (5 questions) **Page 14**

6. Gestion des énergies et chauffage des bassins (6 questions) **Page 16**

7. Performances cinématiques du vérin du soulève-personne (7 questions) **Page 18**

8. Performances énergétiques de la chaîne de puissance (5 questions) **Page 22**

9. Optimisation de la résistance, de la masse et du matériau du bras (7 questions) **Page 24**

10. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 28**

Sujet officiel (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2022/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2022 - 11-Sujet.pdf

1. Le savoir-nager comme enjeu sociétal

L'étude porte sur les noyades accidentelles, l'apprentissage de la natation et le rôle du complexe aquatique Boiséo dans la vallée de la Bruche. Les documents DT1 et DT2 fournissent les données statistiques et les exigences du projet, notamment le nombre d'élèves concernés et la capacité d'accueil.

Question 1.1. À partir du document technique DT1, lister les moments de l'été 2018 où les pics de noyades sont les plus élevés et préciser la particularité de cette année.

Sur le graphique DT1, les pics les plus élevés sont repérés au premier, au deuxième et au troisième week-end de juillet, pendant la période de canicule, puis aux deuxième et troisième week-ends d'août. Le maximum survient au premier week-end de juillet, avec environ 67 noyades accidentelles en une journée. La particularité mise en évidence pour l'été 2018 est l'épisode de canicule, durant lequel les noyades restent nombreuses.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pics : trois week-ends de juillet, période de canicule, deuxième et troisième week-ends d'août. Été 2018 marqué par une canicule.

Question 1.2. À l'aide du document DT2, indiquer le nombre d'élèves concernés dans la communauté de communes de la vallée de la Bruche.

Le diagramme DT2 indique que la communauté de communes de la Vallée de la Bruche regroupe 26 communes et 21 338 habitants. Il précise également que cette population comprend « 3 265 scolaires ». C'est ce chiffre qui répond à la question sur le nombre d'élèves concernés par le projet. Il s'agit de la donnée fournie dans l'exigence « Communauté de Communes de la Vallée de la Bruche ».

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 3 265 élèves sont concernés.

Question 1.3. Rechercher dans le document DT2 la capacité d'accueil du complexe Boiséo, puis indiquer la catégorie ERP correspondante parmi celles données dans le sujet.

Dans DT2, l'exigence « Affluence » précise que le bâtiment doit accueillir jusqu'à 700 personnes au maximum. Le barème du sujet classe en catégorie ERP 3 les établissements dont la capacité va de 301 à 700 personnes. La capacité maximale de Boiséo correspond donc à la limite supérieure de cette catégorie, et non à la catégorie ERP 2, qui commence à 701 personnes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Capacité maximale : 700 personnes. Boiséo est un ERP de catégorie 3.

Question 1.4. À l'aide du document DT2, classer en catégories sociale, économique et environnementale les exigences contenues dans l'exigence principale « Bassin de vie », identifiée par l'id 1.

Les exigences du bassin de vie se classent selon leur objectif principal. Les services rendus aux usagers et la sécurité relèvent du social ; l'attractivité et l'organisation de l'accueil relèvent de l'économique ; la limitation des déplacements et des impacts du bâtiment relève de l'environnement. La résistance aux aléas et l'intégration au paysage sont également des objectifs environnementaux. Le classement des principales exigences de DT2 est le suivant :

Catégorie	Exigences de DT2
Sociale	Santé, apprentissage, détente, accessibilité et accès à l'eau, normes sanitaires, qualité de l'air et de l'eau, sécurité anti-incendie et anti-noyade
Économique	Développement et attractivité de la vallée, amplitude des horaires, gestion de l'accès et de l'affluence
Environnementale	Implantation locale réduisant les déplacements en bus, intégration au paysage, résistance aux aléas naturels et climatiques, gestion de l'énergie, réduction de l'impact énergétique

Les exigences sanitaires sont classées ici en social car elles protègent la santé des usagers.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Sociale : santé, apprentissage, accessibilité, sécurité. Économique : attractivité et gestion de l'accueil. Environnementale : implantation, paysage, aléas et énergie.

Question 1.5. Conclure sur les causes des noyades, le savoir-nager comme mission prioritaire et la manière dont le complexe aquatique Boiséo répond à ce besoin.

Les noyades sont un risque récurrent et constituent la première cause de mortalité accidentelle chez les enfants. Le manque de maîtrise de la nage est préoccupant : la moitié des collégiens en fin de sixième ne savent pas bien nager, et l'accès aux piscines n'est pas toujours régulier pour les jeunes, notamment en milieu rural. Boiséo répond à cet enjeu en donnant la priorité à l'apprentissage de la natation pour les scolaires. Les activités de santé-détente complètent cette mission.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Boiséo priorise l'apprentissage de la natation pour prévenir les noyades et améliorer l'accès des scolaires aux bassins.

2. Accessibilité des bassins aux personnes à mobilité réduite

Cette partie étudie l'accessibilité du complexe Boiséo pour les personnes à mobilité réduite, depuis le stationnement et le cheminement extérieur jusqu'au passage vers les bassins. Le document DT3 présente le plan, les altitudes, l'échelle et les prescriptions réglementaires à respecter.

Étape 1 - Parking

Question 2.1. À l'aide du document technique DT3, préciser comment sont matérialisées la signalétique horizontale et la signalétique verticale associées au stationnement d'une personne à mobilité réduite, sur l'extrait du parking en bas du plan.

La signalétique horizontale est le pictogramme d'accessibilité peint sur le sol de la place réservée. La signalétique verticale est un panneau portant le symbole d'accessibilité, visible depuis le parking. Le plan distingue ainsi le marquage de la place et le panneau qui permet de la repérer. Ces deux éléments signalent le stationnement adapté aux personnes à mobilité réduite.

Signalétique de la place PMR



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pictogramme d'accessibilité au sol et panneau vertical portant le symbole d'accessibilité.

Question 2.2. À partir des données du sujet et du document DT3, calculer le nombre minimal de places adaptées aux personnes à mobilité réduite à réserver dans la zone de stationnement pour le public.

Le parking comprend 120 places pour véhicules légers, 3 places pour bus et 8 emplacements pour motos, soit 131 emplacements publics à prendre en compte. Les supports à vélos ne sont pas des places de stationnement. Le minimum réglementaire est de 2 % du total, arrondi à l'unité supérieure : 131 × 0,02 = 2,62, donc 3 places adaptées.

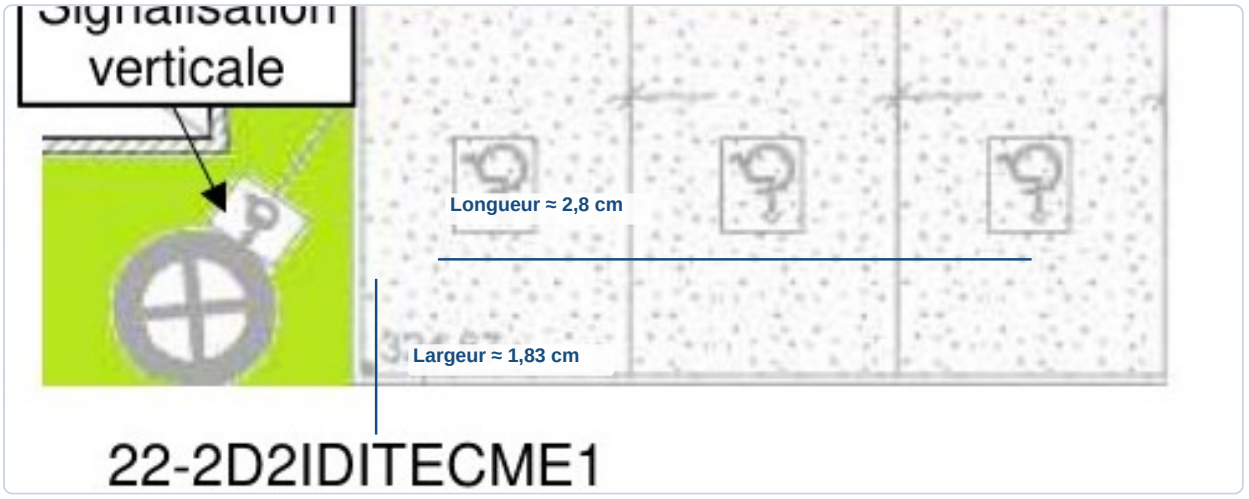
> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> 3 places adaptées PMR au minimum.

Question 2.3. À partir de l'échelle indiquée sur le document technique DT3, mesurer sur le plan la longueur et la largeur d'une place de stationnement pour personne à mobilité réduite, puis calculer ses dimensions réelles en mètres.

Dimension mesurée sur le plan	Conversion à l'échelle 1/180
Longueur : environ 2,8 cm	2,8 × 180 = 504 cm, soit 5,04 m
Largeur : environ 1,83 cm	1,83 × 180 = 329,4 cm, soit 3,29 m

Les mesures sont prises sur le dessin DT3, puis multipliées par 180. Les dimensions réelles obtenues sont approximatives, car elles dépendent de la précision de la mesure sur le document imprimé.

Mesure de la place PMR sur le plan



✓ RÉPONSE À RETENIR

Place PMR : environ 5,04 m de longueur et 3,29 m de largeur.

Question 2.4. À l'aide du document DT3, conclure sur le respect de l'arrêté du 20 avril 2017 concernant les dimensions des places de stationnement.

L'arrêté du 20 avril 2017 exige une largeur minimale de 3,30 m et une longueur minimale de 5 m pour une place adaptée. Les mesures relevées sur le plan donnent environ 3,29 m de largeur et 5,04 m de longueur. La longueur atteint le minimum, mais la largeur mesurée est légèrement inférieure à 3,30 m. À la précision de lecture du plan, la conformité de la largeur n'est donc pas établie.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Longueur conforme ; largeur mesurée d'environ 3,29 m, légèrement sous le minimum de 3,30 m.

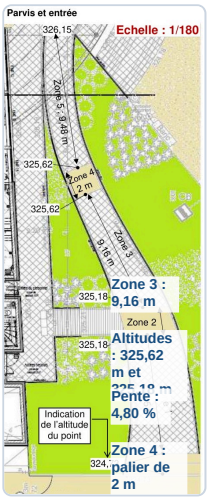
Étape 2 - Cheminement extérieur

Question 2.5. À partir du document technique DT3, relever les altitudes et la longueur de la zone 3, calculer sa pente en pourcentage, puis justifier l'existence de la zone 4.

Zone	Altitude de départ	Altitude d'arrivée	Longueur
3	325,62 m	325,18 m	9,16 m
4	Palier		2 m

La dénivellation de la zone 3 vaut 325,62 − 325,18 = 0,44 m ; sa pente est donc 0,44 ÷ 9,16 × 100 ≈ 4,80 %. La zone 4 est un palier entre les plans inclinés, utile pour le repos et requis aux changements de niveau. La zone 5 mesure 9,48 m et présente aussi une pente supérieure à 4 %.

Zones 3 et 4 du cheminement



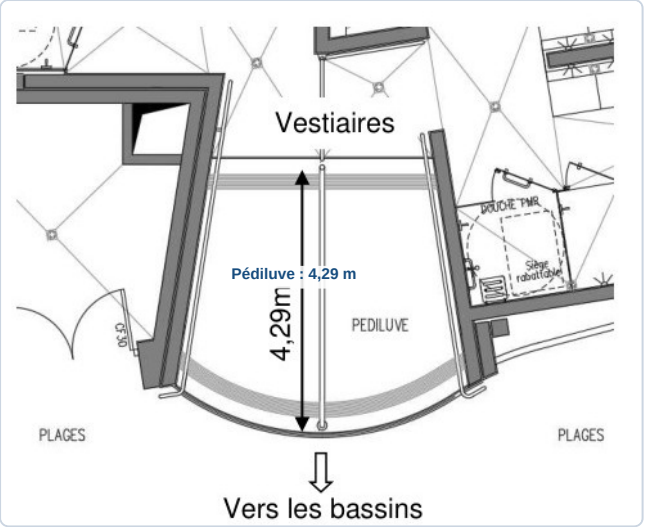
> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Zone 3 : 325,62 m à 325,18 m sur 9,16 m, pente ≈ 4,80 %. Zone 4 : palier de 2 m.

Étape 3 - Accès aux bassins

Question 2.6. Relever la longueur du pédiluve représenté sur la figure, puis vérifier qu'elle est supérieure ou égale à deux tours de roue de fauteuil roulant afin que les roues soient entièrement nettoyées. Le diamètre de la roue arrière est donné comme égal à 610 mm.

Le plan indique une longueur de pédiluve de 4,29 m. Deux tours de roue correspondent à deux circonférences. Pour un diamètre de 610 mm, la distance parcourue est 2 × π × 610 ≈ 3 833 mm, soit environ 3,83 m. Le pédiluve mesure donc environ 0,46 m de plus que cette distance : il permet au moins deux tours de roue pendant le passage.

Longueur du pédiluve



✓ RÉPONSE À RETENIR

4,29 m ≥ 3,83 m : le pédiluve permet au moins deux tours de roue.

3. Protection des usagers contre les éléments climatiques

La partie étudie le poteau qui soutient l'auvent couvrant l'entrée du centre aquatique, soumis notamment au poids des éléments et à la neige. Le document DT4 fournit la surface reprise, les charges surfaciques, la géométrie du tube et la limite élastique de son matériau.

Question 3.1. Grâce au document technique DT4, définir la fonction assurée par le poteau étudié.

Le poteau étudié est un élément porteur de l'auvent qui couvre l'entrée. Il soutient la toiture et reprend les actions qui lui sont transmises, notamment le poids permanent des éléments et la neige. Sa fonction est donc de maintenir l'auvent en position et de transmettre ces charges vers le sol par sa liaison avec la structure porteuse. Il contribue ainsi à protéger l'entrée des intempéries.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le poteau porte l'auvent, reprend les charges permanentes et de neige, et les transmet à son support.

Question 3.2. Parmi les sollicitations de traction, compression, flexion et torsion, indiquer celle que subit le poteau étudié.

Le modèle de chargement du DT4 montre une force verticale dirigée vers le bas en tête du poteau et une réaction opposée à sa base. Ces forces sont alignées avec l'axe longitudinal du tube et tendent à le raccourcir. La sollicitation à retenir parmi traction, compression, flexion et torsion est donc la compression axiale. La modélisation ne représente pas ici de charge transversale qui provoquerait une flexion.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le poteau est soumis à une compression axiale, sous l'effet des charges verticales transmises par l'auvent.

Question 3.3. À partir des données du document DT4, calculer l'action permanente G appliquée au poteau à partir de g et de S, calculer l'action due à la neige Sn à partir de sn et de S, puis calculer l'intensité de la force F appliquée au poteau.

La surface de toiture reprise par le poteau est de 34,76 m². L'action permanente et l'action de la neige s'obtiennent en multipliant chaque charge surfacique par cette surface : $G = 0,28 \times 34,76 = 9,7328$ kN et $S_n = 0,45 \times 34,76 = 15,642$ kN. Avec les coefficients de chargement indiqués au DT4, $F = 1,35G + 1,5S_n = 36,60228$ kN, soit environ 37 kN.

✓ RÉPONSE À RETENIR

G = 9,73 kN ; Sn = 15,64 kN ; force de calcul F = 36,60 kN, arrondie à 37 kN.

Question 3.4. En prenant F = 37 kN, calculer la contrainte subie par le poteau et déterminer le coefficient de sécurité au regard de sa limite d'élasticité. En déduire si le tube est correctement dimensionné.

On utilise la force donnée dans la question, $F = 37$ kN, et la section du tube, $A = 2703$ mm². La contrainte vaut $\sigma = 37000/2703 \approx 13,69$ MPa. Le coefficient de sécurité par rapport à la limite élastique est $R_e/\sigma = 235/13,69 \approx 17,17$. La contrainte est nettement inférieure à $R_e = 235$ MPa : le tube est correctement dimensionné selon ce critère.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> σ = 13,69 MPa ; coefficient de sécurité = 17,17 ; la contrainte reste largement inférieure à Re = 235 MPa.

4. Réseau informatique et contrôle d’accès à la piscine

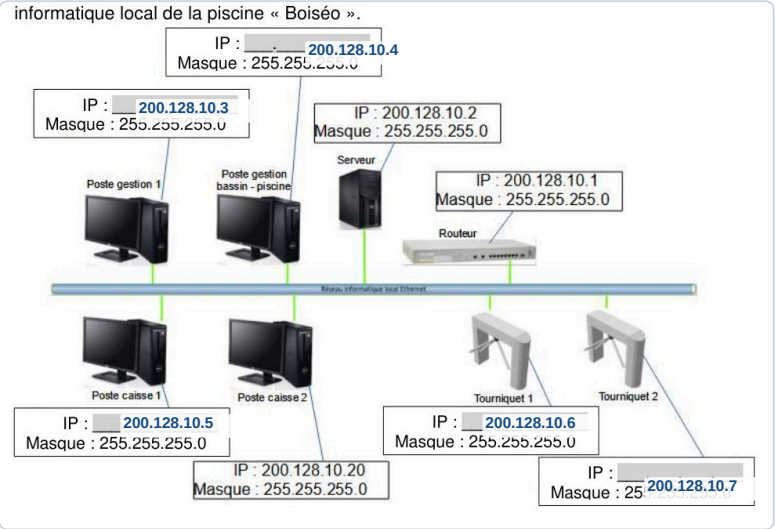
Boiséo utilise un réseau local reliant des postes de gestion et de caisse, un serveur et des tourniquets qui comptabilisent les entrées et les sorties. Les questions portent sur l’adressage IP et sur la logique de détection d’un passage dans le mauvais sens, avec le document réponse DR1.

Configuration du réseau informatique

Question 4.1. Sur le document réponse DR1, proposer des adresses IP pour les clients du réseau informatique local de la piscine Boiséo, dans les cases grisées prévues à cet effet.

Les cinq cases grisées correspondent aux deux postes de gestion, au poste caisse 1 et aux deux tourniquets. Chaque adresse doit appartenir au réseau **200.128.10.0/24**, avoir le masque **255.255.255.0** et être différente des adresses déjà attribuées au serveur, au routeur et au poste caisse 2. Les adresses proposées sont donc distinctes et compatibles avec le plan d’adressage du DR1.

Adresses IP proposées sur DR1



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Gestion 1 : 200.128.10.3 ; gestion bassin : 200.128.10.4 ; caisse 1 : 200.128.10.5 ; tourniquets 1 et 2 : 200.128.10.6 et 200.128.10.7.

Question 4.2. Préciser le nombre maximal de clients supplémentaires que l’on pourrait ajouter au réseau informatique.

Élément	Nombre d’adresses
Adresses utilisables du réseau /24	254
Équipements déjà adressés sur le schéma	8
Adresses restantes	246

Le masque 255.255.255.0 laisse 8 bits pour les hôtes. On retire les adresses réseau et de diffusion, puis les huit adresses déjà attribuées aux équipements du schéma.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le réseau peut accueillir au maximum **246 clients supplémentaires**, en comptant les équipements déjà adressés sur le schéma.

Contrôle du sens de passage

Question 4.3. À partir de l'équation logique de l'alarme donnée dans le sujet, compléter les parties grisées de la table de vérité partielle sur le document réponse DR1.

L'expression du DR1 est **ALARME = ((SD · SED) + (ED · SSD)) · non(AA)**. Pour les trois premières lignes grisées, **AA = 0**, donc l'inversion vaut 1 et les produits logiques déterminent la sortie. La première ligne grisée n'active aucun produit ; chacune des deux suivantes active un produit. Pour la dernière ligne grisée, **AA = 1** bloque la sortie.

Table de vérité complétée sur DR1

$$ALARME = \big((SD.SED) + (ED.SSD)\big).\overline{AA}$$

SD	SED	ED	SSD	AA	ALARME
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1
1	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	1	
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0
0	0	1	1	1	0

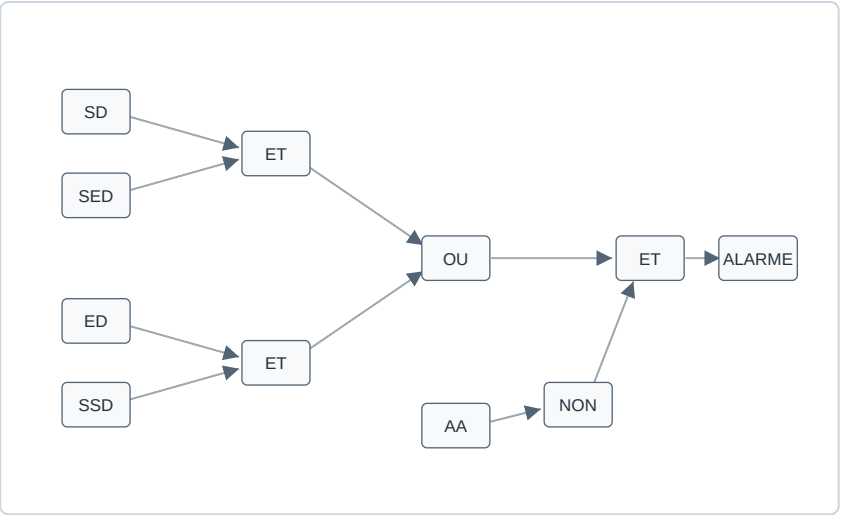
✓ RÉPONSE À RETENIR

Dans l'ordre des quatre lignes grisées du DR1, les valeurs de sortie sont : **0, 1, 1, 0**.

Question 4.4. En utilisant les symboles logiques fournis dans le sujet, représenter le schéma logique de la sortie ALARME à partir de l'équation donnée.

Les deux produits logiques se réalisent avec des portes ET : **SD ET SED**, puis **ED ET SSD**. Une porte OU réunit leurs sorties. Le signal **AA** traverse ensuite une porte NON, puis le résultat est combiné avec la sortie de la porte OU par une dernière porte ET. Cette dernière opération applique bien l'inhibition de l'alarme lors de l'acquittement.

Schéma logique de la sortie ALARME



Deux portes ET alimentent une porte OU ; sa sortie et le signal AA inversé alimentent la porte ET finale.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

ALARME = ((SD ET SED) OU (ED ET SSD)) ET non(AA).

5. Récupération solaire et gestion du chauffage des bassins

Cette partie évalue le potentiel solaire des toitures de Boiséo et la régulation de la température des bassins. Les documents DT5 et DT6 apportent les plans de toiture et les données climatiques, tandis que DR2 présente l'algorigramme de commande de la pompe à chaleur.

Question 5.1. À l'aide du document technique DT5, calculer en mètres carrés la surface maximale St des toitures terrasse 1 et terrasse 2 sur laquelle il est possible d'installer des panneaux solaires.

Les surfaces exploitables sont cotées sur le plan DT5. La terrasse 1 mesure 23,79 m × 10,48 m, soit 249,32 m². La terrasse 2 mesure 15,07 m × 8,25 m, soit 124,33 m². On additionne ces deux surfaces pour obtenir la surface maximale totale. Le résultat est arrondi au mètre carré, tandis que la question 5.3 utilise ensuite la valeur approchée de 350 m² explicitement imposée.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$S_t \approx 374$ m².

Question 5.2. À partir du document technique DT6, relever la valeur de l'irradiance quotidienne moyenne, exprimée en kW·h·m⁻²·jour⁻¹.

Dans le tableau climatique DT6, on relève la ligne « Annuel » et la colonne « Rayonnement solaire quotidien - horizontal ». La valeur est l'apport solaire quotidien moyen par unité de surface pour le site de La Broque. Il ne faut pas confondre cette moyenne annuelle avec les valeurs mensuelles, qui varient selon la saison. Le tableau donne directement la valeur à reporter avec l'unité demandée.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Irradiance moyenne : 3,05 kW·h·m^{-2}·jour^{-1}.

Question 5.3. En prenant I = 3 kW·h·m⁻²·jour⁻¹ et St = 350 m², calculer l'énergie quotidienne théorique totale W tq récupérable sur les toitures des deux terrasses.

L'énergie théorique quotidienne est le produit de l'irradiance par la surface de toiture : $W_{tq} = I \times S_t$. Avec les valeurs imposées dans l'énoncé, 3 kW·h·m^{-2}·jour^{-1} × 350 m² = 1 050 kW·h·jour^{-1}. Les mètres carrés se simplifient dans les unités. On utilise bien ici la surface donnée pour ce calcul, et non la surface mesurée à la question 5.1.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

W_{tq} = 1 050 kW·h·jour^{-1}.

Question 5.4. En prenant W tq = 1000 kW·h·jour⁻¹ et un rendement moyen des panneaux solaires thermiques de 80 %, calculer l'énergie quotidienne W psth récupérable par ces panneaux.

L'énergie récupérée par les panneaux est l'énergie théorique multipliée par leur rendement : $W_{psth} = W_{tq} \times \eta$. Le rendement de 80 % s'écrit 0,80. Ainsi, 1 000 kW·h·jour^{-1} × 0,80 = 800 kW·h·jour^{-1}. Cette valeur correspond à l'énergie thermique quotidienne utile produite par les panneaux, avec les données fixées dans l'énoncé.

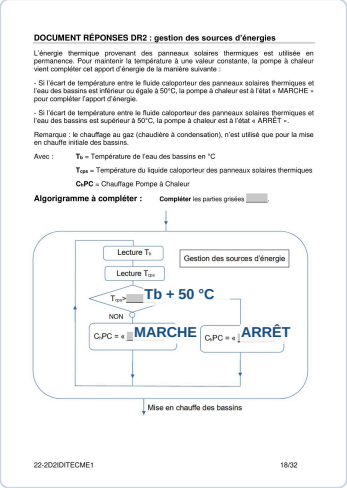
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

W_{psth} = 800 kW·h·jour^{-1}.

Question 5.5. À partir des températures de l'eau des bassins et du fluide caloporteur des panneaux solaires, compléter les zones grisées de l'algorigramme de sélection de la source d'énergie sur le document réponse DR2.

Le texte du DR2 indique que la pompe à chaleur fonctionne lorsque $T_{cps} - T_b \leq 50$ °C et s'arrête lorsque cet écart dépasse 50 °C. Le losange teste donc si $T_{cps} > T_b + 50$ °C. La branche OUI mène à l'arrêt de la pompe ; la branche NON mène à sa mise en marche. Les panneaux solaires restent utilisés en permanence.

Algorigramme DR2 complété



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Test : $T_{cps} > T_b + 50$ °C. OUI : ARRÊT ; NON : MARCHE.

6. Gestion des énergies et chauffage des bassins

L'étude porte sur les sources d'énergie de Boiséo et sur les systèmes qui assurent le chauffage des bassins, de l'eau chaude sanitaire et des locaux. Les candidats exploitent le diagramme des exigences DT2 et les données de puissance, de volume d'eau et de chaleur massique fournies dans le sujet.

Question 6.1. Identifier sur le diagramme des exigences DT2 les trois sources qui alimentent la piscine en énergie, puis préciser pour chacune si elle est renouvelable ou non renouvelable et primaire ou secondaire.

Le diagramme DT2 nomme trois sources : l'énergie solaire, l'énergie électrique et le gaz. Le solaire est renouvelable et primaire, car il provient directement du rayonnement solaire. Le gaz est non renouvelable et primaire, car il est extrait du sous-sol. L'électricité est une énergie secondaire, produite par transformation d'énergies primaires ; son caractère renouvelable dépend de ces sources de production.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Solaire : renouvelable, primaire. Électricité : secondaire, renouvelabilité selon sa production. Gaz : non renouvelable, primaire.

Question 6.2. Parmi les trois sources d'énergie identifiées, préciser celle qui devrait être mise en œuvre en priorité et expliquer les raisons de ce choix.

La priorité revient au solaire thermique : il exploite une ressource renouvelable locale et réduit la consommation de gaz, donc les émissions liées à la combustion. Son utilisation limite aussi le recours à l'électricité pour produire de la chaleur. L'apport solaire est complété par les pompes à chaleur ; selon le document réponse DR2, la chaudière à gaz sert à la mise en chauffe initiale des bassins.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Priorité au solaire thermique : ressource renouvelable et réduction de la consommation de gaz et des émissions.

Question 6.3. À partir des puissances données pour les panneaux solaires thermiques, les pompes à chaleur et la chaudière à gaz, calculer la puissance maximale PMAX qu'ils peuvent fournir lorsqu'ils fonctionnent simultanément.

En fonctionnement simultané, les puissances des trois systèmes s'additionnent. Les panneaux solaires thermiques fournissent 45 kW, les pompes à chaleur 75 kW et la chaudière à gaz 700 kW. Ainsi, $P_{MAX} = 45 + 75 + 700 = 820\ \text{kW}$. Il s'agit de la puissance totale disponible lorsque les trois moyens de chauffage fonctionnent ensemble.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_{MAX} = 820\ \text{kW}$.

Question 6.4. **Pour une consommation nominale de 300 kW, prioritairement fournie par les panneaux solaires thermiques et les pompes à chaleur, calculer la puissance Pch que doit fournir la chaudière à gaz, puis déterminer la marge de puissance PMarge restant pour cette chaudière.**

Les panneaux solaires et les pompes à chaleur apportent en priorité $45 + 75 = 120$ kW. Pour atteindre les 300 kW nécessaires au fonctionnement nominal, la chaudière doit donc fournir $P_{ch} = 300 - 120 = 180$ kW. Sa marge restante est sa puissance maximale de 700 kW moins la puissance appelée : $P_{Marge} = 700 - 180 = 520$ kW.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Chaudière : 180 kW fournis, avec une marge restante de 520 kW.

Question 6.5. **Calculer l'énergie thermique Wth à fournir pour chauffer les 660 m³ d'eau des bassins de 12 °C à 28 °C. Exprimer le résultat en joules puis en kW·h, en utilisant la chaleur massique de l'eau et la relation données dans le sujet.**

L'écart de température vaut $28 - 12 = 16\ ^\circ\mathrm{C}$, et la masse d'eau vaut $660 \times 1000 = 660\,000$ kg. Avec $W_{th} = \Delta\theta\, m\, C_p$, le calcul donne $16 \times 660\,000 \times 4185 = 44\,193\,600\,000$ J. Pour convertir en kW·h, on divise par $3\,600\,000$, nombre de joules dans un kW·h.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $W_{th} = 44\,193\,600\,000$ J, soit $12\,276$ kW·h.

Question 6.6. **En prenant une puissance disponible de 500 kW pour chauffer l'eau, déterminer le temps nécessaire à la montée en température, en heures. Indiquer ensuite l'avantage de disposer d'une chaudière à gaz de 700 kW.**

Le temps de chauffe se calcule par $t = W / P$. Avec l'énergie trouvée à la question 6.5 et la puissance disponible imposée de 500 kW, $t = 44\,193\,600\,000 / (3\,600\,000 \times 500) = 24{,}552$ h. La chaudière de 700 kW offre une puissance de réserve : si cette puissance est disponible, elle permet de raccourcir la mise en chauffe initiale.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> À 500 kW : 24,552 h, soit environ 24 h 33 min. Une chaudière de 700 kW peut accélérer la mise en chauffe si sa puissance est mobilisée.

7. Performances cinématiques du vérin du soulève-personne

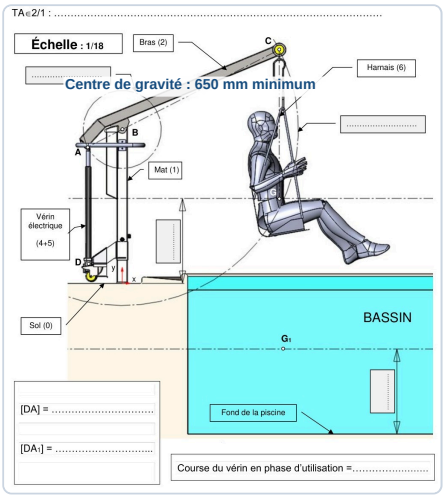
Le lève-personne électrique de Boiséo doit permettre à une personne à mobilité réduite d'entrer dans l'eau ou d'en sortir avec confort et sécurité. Les candidats étudient la géométrie du bras sur DRS1, puis la trajectoire, la course, la vitesse et l'accélération du vérin à partir des documents DTS1 à DTS3.

Étude de la course du vérin

Question A.1. Dans le document technique DTS1, rechercher la hauteur minimale à laquelle doit se trouver le centre de gravité de la personne par rapport au sol ou au fond de la piscine pour éviter que ses pieds le touchent, puis reporter cette valeur dans la case prévue sur DRS1.

Le diagramme des exigences DTS1 fixe la position basse du centre de gravité à au moins 650 mm du sol ou du fond du bassin. Cette hauteur minimale évite que les pieds de la personne touchent le fond pendant l'immersion. Reporter « 650 mm minimum » dans la case prévue de DRS1.

Hauteur minimale sur DRS1

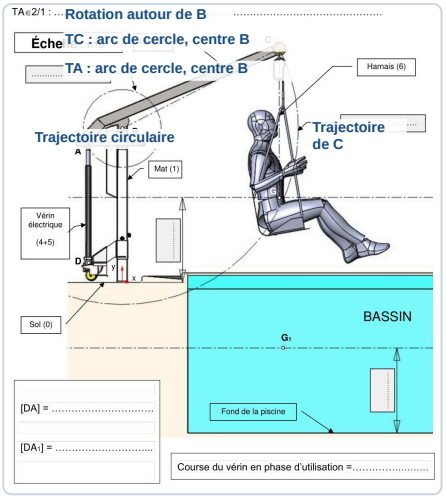


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Hauteur minimale du centre de gravité : 650 mm au-dessus du sol ou du fond du bassin.

Question A.2. Sur le document réponse DRS1, définir la nature du mouvement du bras 2 par rapport au mât 1, puis la nature des trajectoires des points C et A par rapport au mât. Repérer ces trajectoires sur la figure dans les cases prévues.

Le mât 1 est fixe et le bras 2 est articulé en B : le bras effectue donc une rotation autour de B. Les points A et C, solidaires du bras, suivent chacun un arc de cercle centré en B, de rayons respectifs BA et BC. Reporter ces indications sur les lignes et dans les cases prévues sur DRS1.

Mouvement et trajectoires du bras

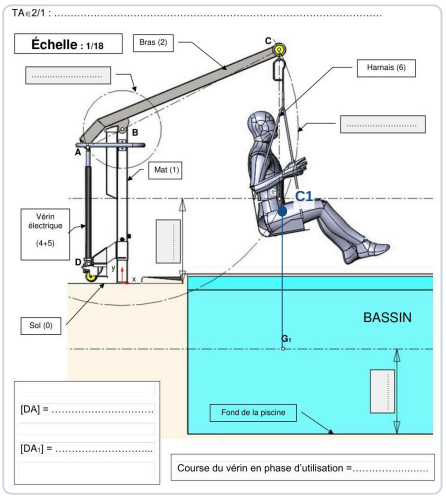


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Mouvement de 2/1 : rotation autour de B. Trajectoires de A et C : arcs de cercle de centre B.

Question A.3. Le point G1 représentant le centre de gravité de la personne en position immergée et le segment [C1G1] étant égal au segment [CG], tracer le point C1 sur le document réponse DRS1.

Sur DRS1, le segment CG est pratiquement vertical. Reporter cette même longueur depuis G1, dans la même direction : C1 se situe donc à la verticale au-dessus de G1, avec C1G1 = CG. Le point ainsi obtenu est le point d'attache du harnais en position basse.

Position du point C1

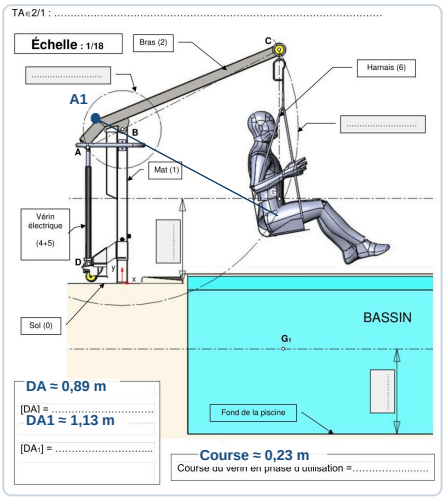


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> C1 se place à la verticale au-dessus de G1, à une distance égale à CG.

Question A.4. Sur la figure de DRS1, tracer le segment [A1C1] représentant le bras 2 en position basse. Mesurer [DA] et [DA1], reporter ces valeurs à l'échelle sur le document, puis indiquer la course de tige nécessaire au débattement angulaire du bras en phase d'utilisation.

À l'échelle 1/18, la lecture graphique de DRS1 donne environ DA = 49,5 mm et DA1 = 62,5 mm sur le document. Les longueurs réelles sont donc environ 0,89 m et 1,13 m. La course utile est la variation de la longueur entre D et le point d'attache A : elle vaut environ 1,13 - 0,89 = 0,23 m. Ces mesures restent graphiques et approximatives.

Bras bas et mesures graphiques sur DRS1



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> DA ≈ 0,89 m ; DA1 ≈ 1,13 m ; course nécessaire du vérin ≈ 0,23 m.

Validation du confort

Question A.5. À partir du document technique DTS1, relever la durée maximale d'entrée dans l'eau et l'accélération maximale de balancement de la personne permettant un confort optimum.

Dans DTS1, l'exigence « Durée » limite à 5 secondes le déplacement pour une entrée dans l'eau. L'exigence « Confort » fixe à 0,8 $m \cdot s^{-2}$ l'accélération maximale de la PMR. Ces deux valeurs servent à évaluer les tests de vitesse et leurs accélérations associées.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Durée maximale d'entrée dans l'eau : 5 s. Accélération maximale de la PMR : 0,8 $m \cdot s^{-2}$.

Question A.6. En observant les courbes des tests 1, 2 et 3 des documents DTS2 et DTS3, compléter le tableau de DRS2 par « validé » ou « non validé » et choisir le test qui respecte le cahier des charges. À partir de la courbe de vitesse du test choisi, relever la durée de la phase d'accélération et calculer l'accélération de la tige du vérin.

DTS2 indique des durées d'environ 4,5 s pour le test 1, 5 s pour le test 2 et 6 s pour le test 3. Le test 3 échoue sur la durée, tandis que le test 1 dépasse l'accélération de confort d'après DTS3. Le test 2 respecte les deux critères. Sa vitesse passe de 0 à 0,033 m·s⁻¹ en 1 s : l'accélération de la tige vaut 0,033/1 = 0,033 m·s⁻².

Tableau DRS2 complété

	TEST N°1	TEST N°2	TEST N°3
Durée	Validé : 4,5 s	Validé : 5 s	Non validé : 6 s
Accélération à ne pas dépasser pour le confort de la PMR.	Non validé	Validé	Validé

Choix du TEST : .....

Test choisi : n°2

✓ RÉPONSE À RETENIR

Test retenu : n°2. Durée : 5 s ; accélération de la tige : 0,033 m·s⁻².

Bilan cinématique

Question A.7. Conclure sur les performances cinématiques du vérin en énonçant ses performances en course, en vitesse et en accélération.

Le vérin fournit une course utile d'environ 0,23 m, déterminée par la lecture graphique de DRS1. Pour le test retenu, la vitesse maximale de sa tige est 0,033 m·s⁻¹ et son accélération pendant la phase de sortie est 0,033 m·s⁻². Le test 2 respecte la durée maximale de 5 s et limite l'accélération de la PMR à moins de 0,8 m·s⁻².

✓ RÉPONSE À RETENIR

Course utile ≈ 0,23 m ; vitesse maximale : 0,033 m·s⁻¹ ; accélération de la tige : 0,033 m·s⁻². Le test 2 respecte les exigences.

8. Performances énergétiques de la chaîne de puissance

Le vérin électrique assure l'extraction du lève-personne de son socle et son pliage pour le rangement. Les documents DTS4 à DTS6 donnent les caractéristiques du vérin, ses diagrammes de performances et les rendements des composants de la chaîne de puissance.

Caractéristiques du vérin

Question B.1. À l'aide du document DTS4 et de la référence du vérin donnée dans le sujet, relever la tension d'utilisation U, la charge nominale F et la longueur de course totale C.

Le décodage de la référence dans le DTS4 donne une alimentation 12 V continu pour le code « 2 » et une charge nominale de 8 000 N pour le code « A ». Le code de course « 650 930 » correspond, dans le tableau, à une course totale de 650 mm. La course de 650 mm est utilisée entièrement lors du pliage de l'appareil.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> U = 12 V continu ; F = 8 000 N ; C = 650 mm.

Caractéristiques en fonctionnement

Question B.2. En utilisant le facteur de sécurité S = Fe/F, égal à 2, la charge nominale F et les diagrammes du document DTS5, déterminer la charge effective Fe, l'intensité du courant I et la vitesse de sortie V du vérin en phase d'extraction, exprimée en m·s⁻¹.

La formule imprimée S = Fe/F est inversée : appliquée littéralement, elle donnerait une charge effective de 16 000 N, hors plage du diagramme. La convention cohérente avec les diagrammes est S = F/Fe, donc Fe = 8 000/2 = 4 000 N. À cette charge, les courbes DTS5 indiquent environ 2,5 A et 6 mm/s. Conversion : 6/1 000 = 0,006 m/s.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fe = 4 000 N ; I ≈ 2,5 A ; V ≈ 0,006 m·s⁻¹.

Puissances

Question B.3. Calculer la puissance absorbée Pabs par le vérin et sa puissance utile Pu.

La puissance absorbée est Pabs = U × I = 12 × 2,5 = 30 W. La puissance utile est Pu = Fe × V = 4 000 × 0,006 = 24 W. Ces valeurs utilisent les lectures graphiques approximatives de la question précédente.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pabs = 30 W ; Pu ≈ 24 W.

Rendements

Question B.4. Calculer le rendement du vérin ηvérin, puis utiliser le document DTS6 pour calculer le rendement global ηg de l'appareil.

Le rendement du vérin vaut Pu/Pabs = 24/30 = 0,80, soit 80 %. Le rendement global est le produit des rendements successifs indiqués dans le DTS6 : ηg = 0,82 × 0,80 × 0,76 = 0,49856, soit environ 50 %.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> ηvérin = 80 % ; ηg ≈ 50 %.

Bilan énergétique

Question B.5. Conclure sur les conséquences du rendement global et du rendement du vérin en particulier sur l'autonomie de l'appareil.

Avec un rendement global proche de 50 %, une part importante de l'énergie fournie par la batterie est perdue dans la chaîne de puissance. Ces pertes réduisent l'autonomie. Le rendement du vérin, d'environ 80 %, contribue aussi aux pertes : un vérin plus efficace permettrait d'effectuer davantage de cycles avant recharge.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les pertes réduisent l'autonomie ; améliorer le rendement du vérin augmenterait le nombre de cycles entre deux recharges.

9. Optimisation de la résistance, de la masse et du matériau du bras

La dernière partie cherche à améliorer la durée de vie du bras du lève-personne en choisissant une géométrie de section et un matériau adaptés à la résistance mécanique, à la masse et au milieu humide. Les documents DTS7 à DTS9 et les documents réponses DRS3 et DRS4 apportent les données de défaillance, de flexion et de sélection des matériaux.

Analyse du besoin

Question C.1. Après avoir exploité les diagrammes du document DTS7, justifier pourquoi le bras 2 doit faire l'objet d'une étude plus approfondie.

Le diagramme circulaire du DTS7 montre que les défauts de structure constituent la catégorie la plus fréquente, avec 47 % des signalements. Sur le graphique annuel, ces défauts sont présents chaque année et leur nombre atteint environ 22 en 2017, avant de rester élevé en 2018. Le bras (2) est un élément porteur : une défaillance peut compromettre la sécurité de la personne. Il faut donc étudier sa résistance et son dimensionnement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Étudier le bras en priorité : les défauts de structure représentent 47 % des problèmes signalés et culminent en 2017.

Sollicitation du bras

Question C.2. À l'aide de la modélisation du document DTS8, donner le type de sollicitation du bras 2 et relever sur le diagramme de résultats du logiciel de résistance des matériaux le moment fléchissant maximal.

Le bras porte le harnais et la personne : dans la modélisation du DTS8, il subit une sollicitation en flexion. Le diagramme indique un moment négatif maximal au point B, situé à 360 mm. Le signe négatif traduit la convention du logiciel ; pour le dimensionnement, on retient son intensité. La valeur absolue du moment fléchissant maximal est donc de 1,762 × 10^6 N·mm.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Sollicitation : flexion. Moment fléchissant maximal en valeur absolue : 1,762 × 10^6 N·mm, au point B.

Géométrie de section

Question C.3. À partir de la condition de résistance en flexion fournie dans le sujet, donner les éléments géométriques de la section qui influent sur la contrainte normale maximale. À l'aide du tableau DTS9, choisir et argumenter la forme de section qui la minimise.

La relation $\sigma_{max} = M_{fmax}/(I_{Gz}/v)$ montre que la contrainte dépend du moment quadratique I_{Gz} et de la distance $v = h/2$, donc de la forme et des dimensions de la section. Pour réduire la contrainte, il faut maximiser le module de flexion $W_f = I_{Gz}/v$. Dans le DTS9, la section rectangulaire creuse a le module le plus élevé, 13 963 mm³ : c'est la meilleure des formes proposées.

✓ RÉPONSE À RETENIR

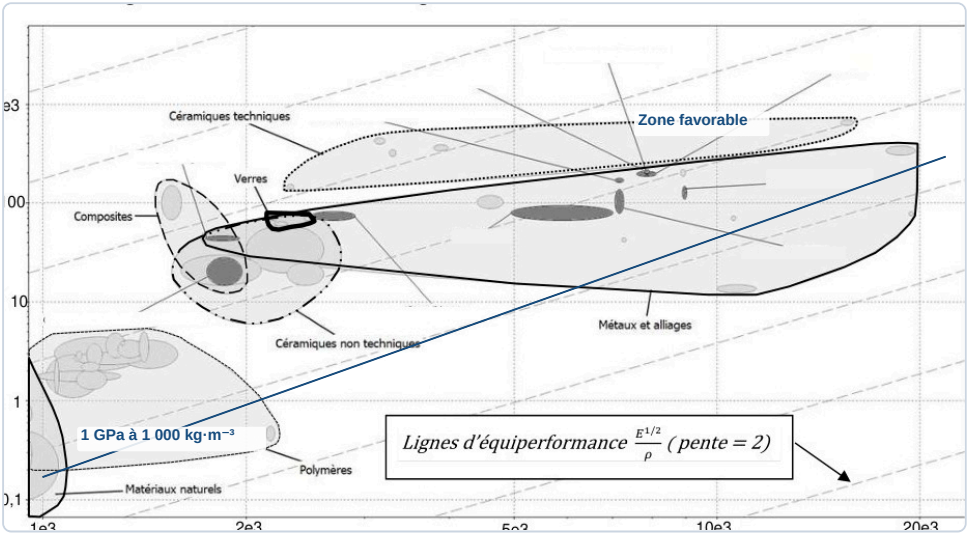
Choisir la section rectangulaire creuse : son module de flexion est maximal, avec $W_f = 13\,963\ \text{mm}^3$.

Sélection du matériau

Question C.4. Sur le diagramme DRS3, tracer pour l'indice de performance retenu la ligne d'équi-performance dont l'ordonnée à l'origine est de 1 GPa. Indiquer la zone d'investigation permettant de maximiser cet indice, puis préciser les familles de candidats possibles.

L'indice $M = \sqrt{E}/\rho$ impose, à indice constant, une droite de pente 2 sur ce diagramme logarithmique. Pour l'ordonnée de 1 GPa, elle passe par $(\rho = 1\,000\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3} ; E = 1\ \text{GPa})$. On recherche les matériaux au-dessus de cette droite, du côté des faibles masses volumiques et des modules élevés. Les familles de candidats indiquées par le diagramme sont les composites, les céramiques techniques et les métaux et alliages.

DRS3 : droite d'équi-performance



✓ RÉPONSE À RETENIR

Tracer la droite de pente 2 passant par (1 000 kg·m⁻³ ; 1 GPa). Zone favorable : au-dessus de la droite. Familles : composites, céramiques techniques, métaux et alliages.

Vérification de résistance

Question C.5. À l'aide de l'équation de la condition de résistance donnée dans le sujet, calculer la contrainte normale maximale subie par le bras en prenant un coefficient de sécurité cs = 3, puis déterminer la résistance élastique minimale Re mini.

La section rectangulaire creuse retenue au DTS9 a $I_{Gz} = 558\,532\ \text{mm}^4$ et une hauteur extérieure de 80 mm, donc $v = 80/2 = 40\ \text{mm}$. Son module de flexion vaut $558\,532/40 = 13\,963{,}3\ \text{mm}^3$. Avec le moment maximal de 1 762 000 N·mm, la contrainte est $1\,762\,000/13\,963{,}3 \approx 126{,}2\ \text{MPa}$. La condition de résistance impose ensuite $R_{e,min} = 3\sigma_{max}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

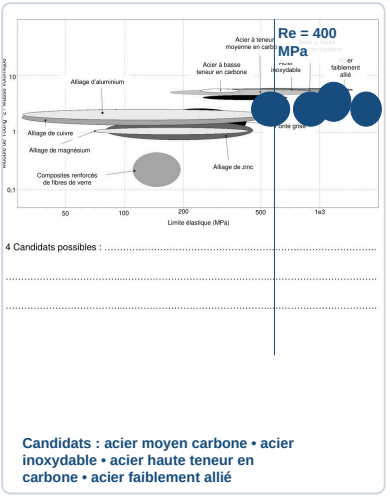
$\sigma_{max} \approx 126{,}2\ \text{MPa}$ et $R_{e,min} \approx 378{,}6\ \text{MPa}$. La limite choisie de 400 MPa satisfait cette exigence.

Sélection des candidats

Question C.6. Pour une limite élastique minimale choisie Re = 400 MPa, tracer la zone d'investigation sur le document réponse DRS4 et y désigner les quatre meilleurs candidats.

La limite élastique choisie impose de retenir les matériaux situés à partir de $R_e = 400\ \text{MPa}$, donc à droite de la verticale tracée sur le DRS4. Quatre familles d'aciers répondent à ce critère dans le diagramme : acier à teneur moyenne en carbone, acier à haute teneur en carbone, acier inoxydable et acier faiblement allié. Elles sont entourées sur le document et reprises dans la légende.

DRS4 : zone Re ≥ 400 MPa et candidats



✓ RÉPONSE À RETENIR

À désigner : acier à teneur moyenne en carbone, acier à haute teneur en carbone, acier inoxydable et acier faiblement allié, dans la zone $R_e \geq 400\ \text{MPa}$.

Bilan

Question C.7. Conclure quant à la forme de la structure et au matériau à utiliser pour le bras.

La section rectangulaire creuse est à retenir : parmi les formes du DTS9, elle présente le meilleur module de flexion et permet ainsi de limiter la contrainte pour le moment appliqué. Le matériau doit satisfaire la limite minimale calculée, soit environ 379 MPa, et supporter l'environnement humide de la piscine. Parmi les candidats répondant au seuil de 400 MPa, l'acier inoxydable est le choix le plus adapté grâce à sa meilleure tenue à la corrosion que les aciers au carbone non protégés.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Bras en section rectangulaire creuse, réalisé de préférence en acier inoxydable pour allier résistance mécanique et tenue à la corrosion.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2022)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité Innovation technologique et éco-conception du baccalauréat technologique STI2D, session 2022, code 22-2D2IDITECME1, d'une durée de 4 heures, sans coefficient imprimé. L'étude commune porte sur le complexe aquatique Boiséo et l'étude spécifique sur son soulève-personne mobile. Les compétences évaluées couvrent l'accessibilité, les réseaux, l'énergie, les structures, la cinématique et le choix des matériaux.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La pente en pourcentage se calcule par dénivelé divisé par longueur horizontale, puis multiplié par 100.
- En flexion, la contrainte maximale s'écrit σmax = Mfmax/(IGz/v), avec v = h/2 pour une section de hauteur h.
- L'énergie thermique nécessaire vaut W = m·Cp·Δθ ; le temps de chauffe s'obtient par t = W/P.
- Le rendement est le rapport de la puissance utile à la puissance absorbée ; les rendements en série se multiplient.

Points de vigilance & attentes du jury

- Respecter les unités et convertir les longueurs, surfaces, puissances et énergies avant tout calcul.
- Pour les mesures sur plan, appliquer l'échelle indiquée et distinguer la mesure dessinée de la dimension réelle.
- Pour le stationnement adapté, appliquer le pourcentage réglementaire et arrondir le nombre minimal de places à l'unité supérieure.
- Reporter clairement les calculs, annotations et tracés demandés sur les documents réponses à rendre avec la copie.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer une pente à partir des altitudes du cheminement ?

Soustrayez l'altitude de départ de celle d'arrivée pour obtenir le dénivelé, divisez-le par la longueur horizontale, puis multipliez par 100. Comparez le résultat aux limites réglementaires du document DT3, en tenant compte des tolérances et des paliers.

Q : Comment évaluer l'énergie nécessaire pour chauffer l'eau des bassins ?

Utilisez W = m·Cp·Δθ, avec la masse en kilogrammes, la chaleur massique en $J \cdot kg^{-1} \cdot °C^{-1}$ et l'écart de température en degrés Celsius. Pour convertir des joules en kW·h, divisez par 3 600 000.

Q : Comment gérer le temps dans cette épreuve de quatre heures ?

Le sujet prévoit 2 h 30 à titre indicatif pour la partie commune, notée sur 12 points, et 1 h 30 pour la partie spécifique, notée sur 8 points. Dans la partie commune, traiter les parties 1, 2, 5 et 6, puis choisir la partie 3 ou la partie 4.

Q : Un barème détaillé est-il indiqué pour chaque question ou partie ?

Le sujet indique les totaux de la partie commune, 12 points, et de la partie spécifique, 8 points, sans répartition détaillée des points par question ou partie. Les parties 3 et 4 de la partie commune sont à choisir, et tous les documents réponses doivent être rendus.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2022/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2022 - 11-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.