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 :
www.formav.co/explorer

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2025

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, innovation et développement durable

ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION

Durée de l'épreuve : **4 heures**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 31 pages numérotées de 1/31 à 31/31.

Constitution du sujet :

Partie commune (durée indicative 2h30)	12 points
Partie spécifique (durée indicative 1h30)	8 points

Le candidat traite les 2 parties en suivant les consignes contenues dans le sujet.
Ces 2 parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre indifférent.

Chacune des parties est traitée sur des copies séparées.

Tous les documents réponses sont à rendre avec la copie.

PARTIE COMMUNE (12 points)

Le bateau nettoyeur des mers



- **Présentation de l'étude et questionnement**..... pages 3 à 8
- **Documents techniques**..... pages 9 à 13
- **Documents réponses** ..... pages 14 à 16

Mise en situation

Chaque minute, 17 tonnes de déchets plastiques sont déversées dans les océans. Selon l'ONU, si aucune mesure n'est prise, ces derniers contiendront plus de déchets plastiques que de poissons (en poids) d'ici à 2050. Agir contre cette pollution plastique est donc une priorité mondiale. C'est dans ce sens que l'association *The SeaCleaners*, fondée en 2016, a dévoilé le concept de ce premier bateau-usine éco-conçu pour collecter, traiter et valoriser les déchets plastiques marins.

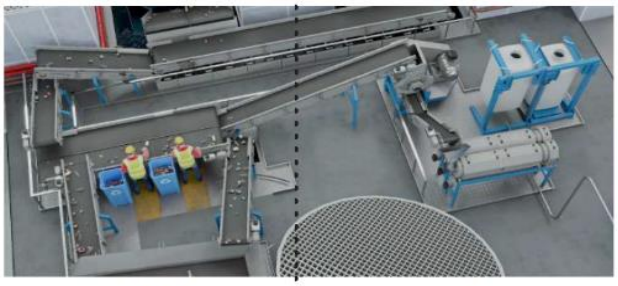
Ce bateau, appelé Manta, dont le fonctionnement est inspiré par une approche biomimétique et à bord duquel tout est récupéré, rien n'est gaspillé, est unique au monde. Alimenté par des énergies renouvelables à hauteur de 40 à 75 % du besoin globale en énergie (en fonction des opérations et des conditions météorologiques), il est capable de traverser les océans pour intervenir le long des côtes les plus polluées du monde.

Au-delà de sa vocation de « nettoyeur des mers », les missions assignées au Manta sont de :

- contribuer à la transition écologique dans les pays affectés par la pollution plastique, par la démonstration et la diffusion de solutions innovantes pour la gestion et le traitement des déchets plastiques ;
- recevoir du public à bord, lorsque le bateau est à quai, pour des opérations de sensibilisation et d'éducation à la pollution plastique ;
- accueillir des missions scientifiques internationales sur la quantification, la caractérisation et la localisation des nappes de déchets plastiques.

Ces missions font du Manta une solution complète de lutte contre la pollution plastique, à la fois corrective et préventive.

Grâce à son usine embarquée, les déchets triés manuellement sont traités et valorisés par une unité de conversion énergétique, capable de transformer le plastique collecté en énergie. L'objectif du Manta est de débarrasser les océans de 500 tonnes de déchets plastiques par an.



La propulsion du bateau est assurée par un système hybride combinant 1 500 m² de voiles et des moteurs électriques. Une partie de l'énergie nécessaire à l'alimentation des équipements électriques est produite par deux éoliennes, environ 700 m² de panneaux photovoltaïques, des hydro-générateurs ainsi que l'unité de valorisation énergétique des déchets. Des batteries électriques permettent le stockage de l'énergie produite. Ces éléments sont repris graphiquement dans un diagramme de définition des blocs (cf. DT3).

Ce projet de dépollution des milieux marins est en cours de développement.

Travail demandé

Partie 1 – Comment agir durablement sur la dépollution des océans ?

Si aucune mesure urgente n'est prise, des millions de tonnes de plastique pénètreront dans l'océan chaque année. La quantité triplera d'ici à 2040.

Il s'agit donc d'agir vite mais surtout de manière durable, ce qui est un des objectifs du Manta auquel cette partie s'intéresse.

Question 1.1 DT1	Pour chacun des trois piliers du développement durable, **relever** deux arguments justifiant la réalisation du Manta.

Question 1.2 Mise en situation	**Quantifier** le tonnage annuel des rejets de plastique en mer. **Déduire** le pourcentage de quantité de plastiques pouvant être collectés par le Manta durant cette période.

Question 1.3 DT2	En dehors de la collecte et du traitement des déchets, **identifier** sur le document technique, les autres exigences fonctionnelles du Manta dans le cadre de la dépollution des océans.

Question 1.4	**Conclure** sur l'impact global du Manta sur la dépollution des océans.

Partie 2 – En quoi les 4 modes de collecte permettent une récupération suffisante des déchets ?

Afin de collecter les déchets, le bateau possède différents dispositifs. Ces dispositifs de collecte ont des caractéristiques qui permettent une adaptation optimale aux zones d'intervention.

L'objectif est de quantifier les quantités de déchets collectés par ces différents moyens de collecte.

Question 2.1 DT4	À partir du document technique, **citer** les 4 moyens de collecte pouvant être utilisés lors d'une mission du Manta.

Les deux questions suivantes portent seulement sur la récupération des déchets par le système de collecte de surface.

La vitesse V_C de collecte du bateau est en moyenne de 2,5 nœuds.

La surface S_R de mer ratissée par ce système de collecte est donnée par la relation suivante :

$$S_R = L_m \cdot V_C$$

avec **S_R :** surface de mer ratissée en $km^2 \cdot h^{-1}$

L_m : envergure de collecte en km

V_C : vitesse de collecte en $km \cdot h^{-1}$

Question 2.2 DT3	**Convertir** la vitesse de collecte V_C en $km \cdot h^{-1}$ puis **calculer** la surface de mer ratissée S_R en $km^2 \cdot h^{-1}$. Donnée : 1 nœud = 1,857 $km \cdot h^{-1}$

Dans les zones de collecte ciblées par le Manta, la densité des déchets σ_d est particulièrement élevée et estimée à 250 $kg \cdot km^{-2}$.

Question 2.3 DT4	**Déterminer** la masse horaire M_h en kg de déchets récoltés dans ces zones de collecte. **En déduire** la masse journalière M_j en tonne de déchets récoltée.

En prenant en compte les 4 modes de collecte, la masse totale de déchets récoltée M_{tdr} par le Manta en une journée est estimée à M_{tdr} = 1,7 tonnes.
Pour des raisons de maintenance, l'unité de conversion des déchets plastiques ne fonctionne que 22 heures par jour.

Question 2.4 DR1	**Déterminer** la capacité de traitement de l'unité de conversion des déchets plastiques par un tracé sur le document réponse avec la contrainte de laisser les traits de construction apparents. **Conclure** quant à la capacité du Manta à traiter les déchets récoltés sur une journée.

Question 2.5 DT4	**Calculer** la masse totale annuelle M_{tot} en tonne de déchets récoltés par le Manta. **Conclure** quant à la capacité du Manta à respecter son objectif annuel de traitement de déchets.

Partie 3 – Comment quantifier et qualifier la rentabilité des équipements de production d'énergie renouvelable sur le Manta ?

Conformément aux exigences réglementaires internationales, le Manta est pourvu de quatre générateurs diesel afin d'assurer la sécurité de l'équipage et les manœuvres à basse vitesse. Ces générateurs alimentent en énergie les moteurs électriques de propulsion. Dans le but de réduire au strict minimum l'utilisation des générateurs diesel, impactante d'un point de vue environnemental et financier, plusieurs équipements de production d'énergie renouvelable sont embarqués.

La situation envisagée est celle d'une phase de transit de 21 jours, à raison de 20 heures de navigation par jour. Une journée type de ce transit est caractérisée par 6 heures d'ensoleillement permettant de produire une puissance moyenne de 110 kW.

L'objectif est de réaliser l'analyse de la rentabilité des équipements de production d'énergie renouvelable embarqués.

Question 3.1	**Déterminer** la quantité d'énergie en kW·h produite par l'installation photovoltaïque lors d'une journée type.
Question 3.2 DR2	Pour l'équipement de production d'énergie photovoltaïque, **renseigner** la case « Énergie produite durant le transit ».
Question 3.3 DT3 DR2	Pour les deux autres équipements de production d'énergie, **renseigner** les colonnes « Équipement de production d'énergie embarqué », « Puissance maximale disponible » et « Taux de disponibilité » du tableau du document réponse à partir des informations données par le diagramme de définition des blocs.

Le taux de disponibilité est le rapport, exprimé en pourcentage (%), entre la puissance réellement disponible et la puissance maximale disponible.

Question 3.4 DR2	**Calculer** et **reporter** sur le document réponse la puissance réellement disponible sur un transit pour chacun des équipements considérés.
Question 3.5 DR2	**Calculer** et **reporter** sur le document réponse la valeur de l'énergie produite par chaque équipement. **En déduire** et **reporter** celle de l'énergie totale produite à bord sur cette même durée.

Sur ce type de transit, le besoin global en énergie E_{gl}, pour propulser le Manta, s'élève à 110 MW·h.
Les générateurs diesel du Manta consomment, en moyenne, $Cons_{moy}$ = 215 g·kWh^{-1} de fioul. Le prix d'achat du fioul C_{fioul} est fixé à 1000 €·t^{-1}.

Question 3.6 | En l'absence d'équipements de production d'énergie embarqués, **déterminer** le montant de la consommation de fioul $Cons_{fioul}$ en € à ajouter lors d'un transit.

Les équipements de production d'énergie renouvelable embarqués E_{emb} produisent 72 MW·h sur le transit considéré. L'énergie stockée dans des batteries E_{stk} en raison de l'intermittence des sources de production subvient en partie aux besoins énergétiques du bateau.

Question 3.7 | **Déterminer** le pourcentage d'énergie fournie par les équipements de production embarqués.

Comparer ce pourcentage à ceux évoqués dans la mise en situation.

Question 3.8 | **Déterminer** le montant économisé en fioul grâce à l'installation des équipements de production d'énergie renouvelable embarqués.

Les équipements de production d'énergie renouvelable du bateau ont un coût d'investissement de l'ordre de 690 k€.
Lors d'un projet expérimental comme celui du Manta, la qualification du projet sera annoncée de la manière suivante :

- « Validée » par les investisseurs si le temps de retour sur investissement est inférieur à 2 ans
- « Discutable » avec les investisseurs si le temps de retour sur investissement est compris entre 2 et 3 ans
- « Rejetée » par les investisseurs si le temps de retour sur investissement est supérieur à 3 ans

Question 3.9 | **Calculer** le temps de retour sur investissement en années des équipements de production d'énergie renouvelable embarqués.

Déduire et **argumenter** la qualification de ce projet expérimental.

Partie 4 – Comment choisir les matériaux les plus adéquats pour la construction de la coque ?

La détermination du matériau le plus adapté à la réalisation de la coque du Manta est à mener à partir des critères de résistance aux chocs, de capacité de charge, d'entretien, de recyclabilité et de masse.

Question 4.1 DT5 DR3	Afin de comparer les avantages et les inconvénients des matériaux disponibles en fonction des caractéristiques des matériaux envisagés pour la coque, **compléter** le tableau du document réponse de la manière suivante : • "+1" si le matériau répond positivement au critère ; • "-1" si le matériau présente un inconvénient pour ce critère.
Question 4.2 DT5 DR3	Sur la base de cette analyse, **choisir** le matériau le plus adapté à la réalisation de la coque du bateau.

La pollution plastique est une catastrophe écologique planétaire :

- **1,5 million d'animaux** meurt chaque année à cause de la pollution plastique (source IRD).
- **Plus de 100 000 mammifères marins** meurent chaque année (source UNESCO).
- **1 million d'oiseaux** meurent chaque année (source UNESCO).
- **3 800 espèces** sont impactées (source WWF)
- **Un quart des décès des oiseaux de mer** est lié à la consommation de plastique (source UNESCO).
- **30 % des poissons et 90 % des oiseaux marins** ont ingéré du plastique durant leur cycle de vie (source IRD).
- Le coût de la pollution plastique pour les industries du tourisme et de la pêche est estimé à **13 milliards d'euros** (source PNUE).
- En 2018, le programme des Nations Unies pour l'environnement a placé la question du plastique dans l'océan **parmi les six urgences environnementales** les plus préoccupantes.



Et pour l'humain ?

- Nous ingérons ou inhalons environ **121 000 microparticules de plastique** chaque année via notre alimentation, notre consommation d'eau ou en respirant, avec un impact sur notre santé encore peu connu.

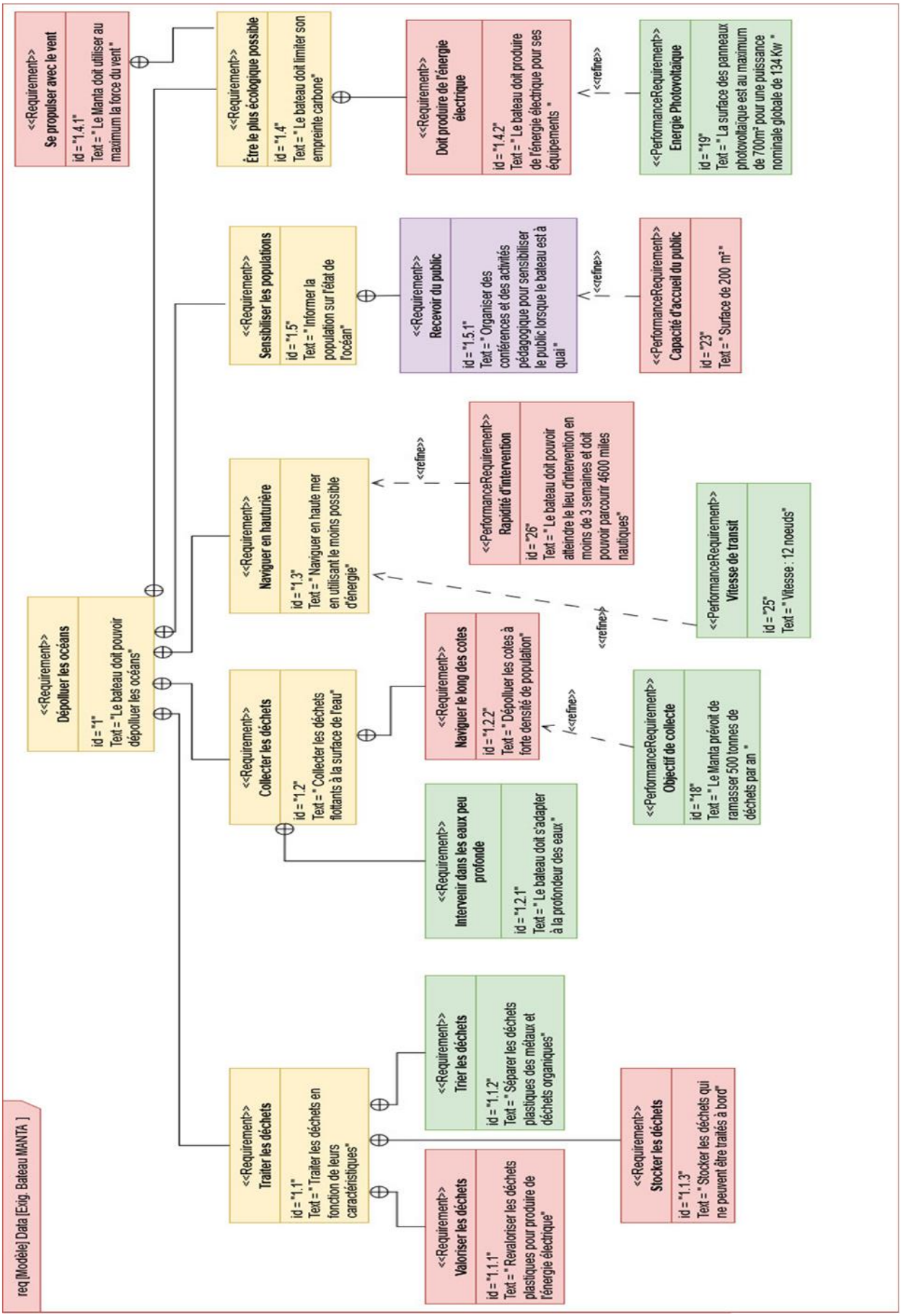
The SEA CLEANERS

Dans **les pays en développement**, les communautés locales n'ont pas toujours les structures, ni les capacités de financement pour gérer le fardeau environnemental, sanitaire, social et culturel de la pollution plastique.

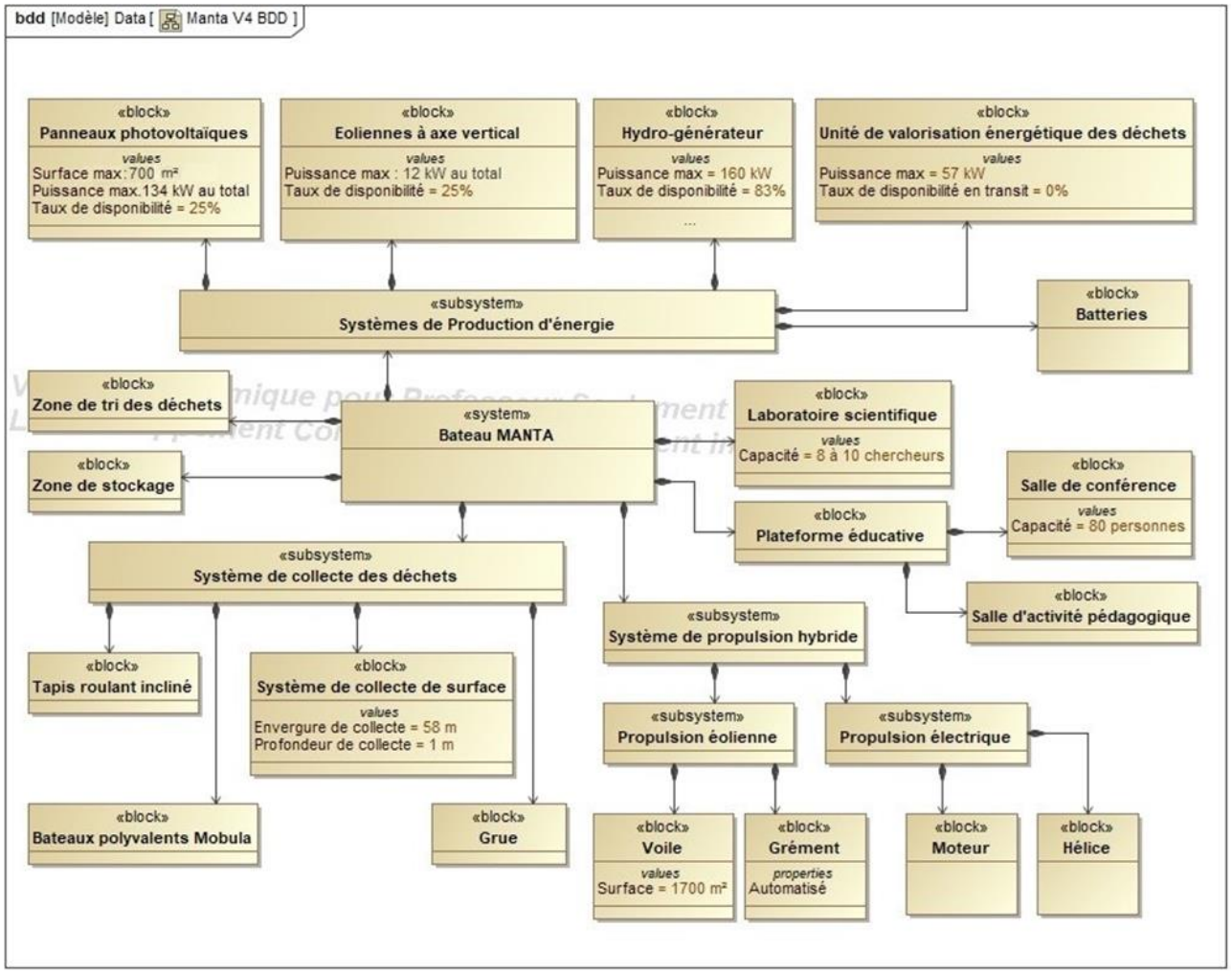
La pollution plastique contribue à **perpétuer ces inégalités** en mettant en péril l'accès à l'eau potable, le contrôle des nuisibles et des maladies.

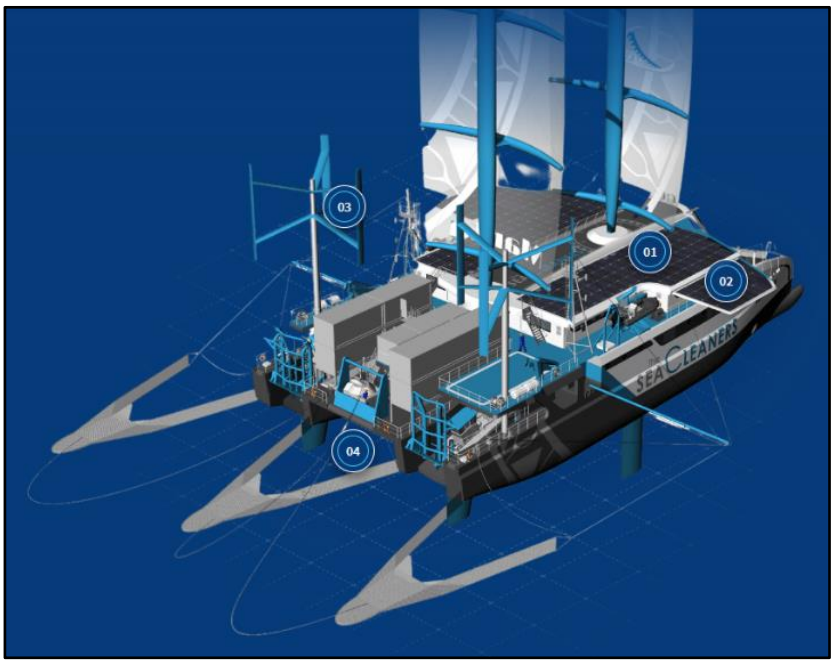
D'ici à 2040, les déchets plastiques devraient présenter un **risque financier** annuel de 670 milliards de dollars US pour les entreprises et les gouvernements qui devront en supporter les coûts de gestion aux volumes prévus.

DT2 – Exigences bateau nettoyeur des mers



DT3 – Équipements de production d'énergie renouvelable embarqués





01 : panneaux photovoltaïques fixes

02 : panneaux photovoltaïques sur ailes rétractables

03 : éoliennes

04 : hydro-générateurs

DT4 – Collecte des déchets en mer

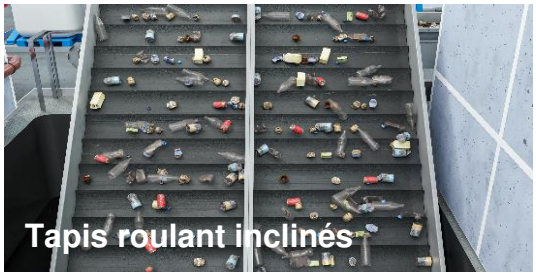
« *Concilier performance et sobriété : c'est ainsi que nous avons conçu notre catamaran, inspirés par une approche biomimétique.* »

De même que pour se nourrir, la raie Manta nage la gueule ouverte, filtrant l'eau pour avaler plancton, méduses, et autres crustacés, le Manta avale des déchets plastiques pour nourrir ses équipements de propulsion et mener à bien ses missions de dépollution.

QUATRE MOYENS DE COLLECTE COMPLEMENTAIRES

Des tapis roulants inclinés

Collecteurs de déchets, ils sont situés sous la plateforme du bateau, entre les coques, au milieu du bateau



Tapis roulant inclinés

Deux bateaux polyvalents de dépollution appelés Mobula

Embarqués sur le Manta, ils permettent de collecter les macro déchets, les micro déchets et les hydrocarbures dans des zones plus étroites, peu profondes et moins accessibles, où la manœuvrabilité est limitée

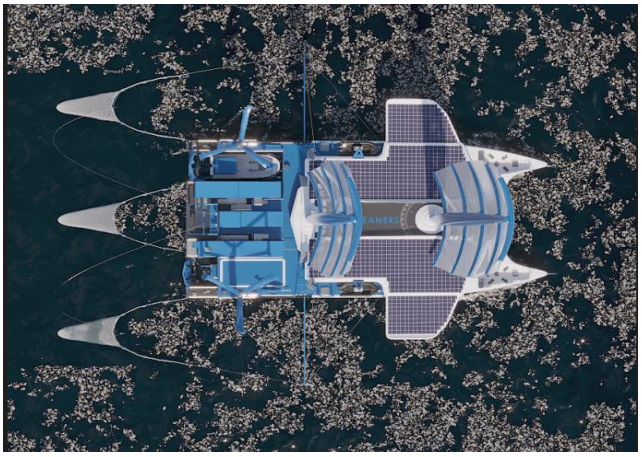


MOBULA en action

Un système de collecte de surface

Équipé de filets trainés à l'arrière du bateau, ce système d'une envergure de 58 m permet de collecter les déchets flottants jusqu'à une profondeur de 1 m dans risque pour la faune et la flore marine.

Les opérations de collecte avec ce système auront lieu 7 jours sur 7, 20 heures sur 24.



Une grue

Située à l'arrière du Manta, elle permet d'extraire de l'eau les gros débris.

Chaque mission du Manta dure jusqu'à 3 semaines. Elle est suivie d'une semaine à terre pour décharger les déchets collectés qui n'auront pas été transformés en énergie et les confier aux circuits de recyclage locaux, pour ravitailler le bateau et mener des campagnes de sensibilisation et de promotion de la transition vers une économie circulaire. Le Manta sera en opération de collecte des déchets 300 jours par an.

DT5 – Caractéristiques des matériaux envisagés pour la coque

BOIS

- **Résistance aux chocs :** faible, peu adaptée à la navigation le long des côtes.
- **Entretien** : élevé, nécessite des vernissages et traitements fréquents.
- **Capacité de charge :** faible, le bois ne permettra pas de charger les deux petits bateaux et de supporter le filet rempli de déchets (environ 30 tonnes).
- **Recyclabilité :** élevé, le bois est facilement recyclable.
- **Masse :** faible, le bois permet d'avoir une masse relativement légère comparé à d'autres matériaux.

FIBRE DE VERRE

- **Résistance aux chocs :** faible, peu adaptée à la navigation le long des côtes.
- **Entretien** : élevé, les réparations sont complexes et très couteuses.
- **Capacité de charge :** faible, la fibre de verre ne permettra pas de charger les deux petits bateaux et de supporter le filet rempli de déchets (environ 30 tonnes). La fibre de verre est davantage utilisée pour les bateaux de petites tailles ne portant pas de charges lourdes.
- **Recyclabilité :** faible, la fibre de verre nécessite un recyclage complexe et coûteux en énergie.
- **Masse :** très faible, la fibre de verre permet de produire des structures très légères.

ALUMINIUM

- **Résistance aux chocs :** faible, peu adaptée à la navigation le long des côtes.
- **Entretien** : élevé, les réparations sont complexes et très couteuses.
- **Capacité de charge :** faible, l'aluminium est davantage utilisé pour la fabrication de cabines pour l'équipage.
- **Recyclabilité :** excellent, l'aluminium est très facilement recyclable.
- **Masse :** faible, comparé à l'acier, l'aluminium est souvent un substitut à d'autres métaux lorsque l'on souhaite réduire la masse d'une structure.

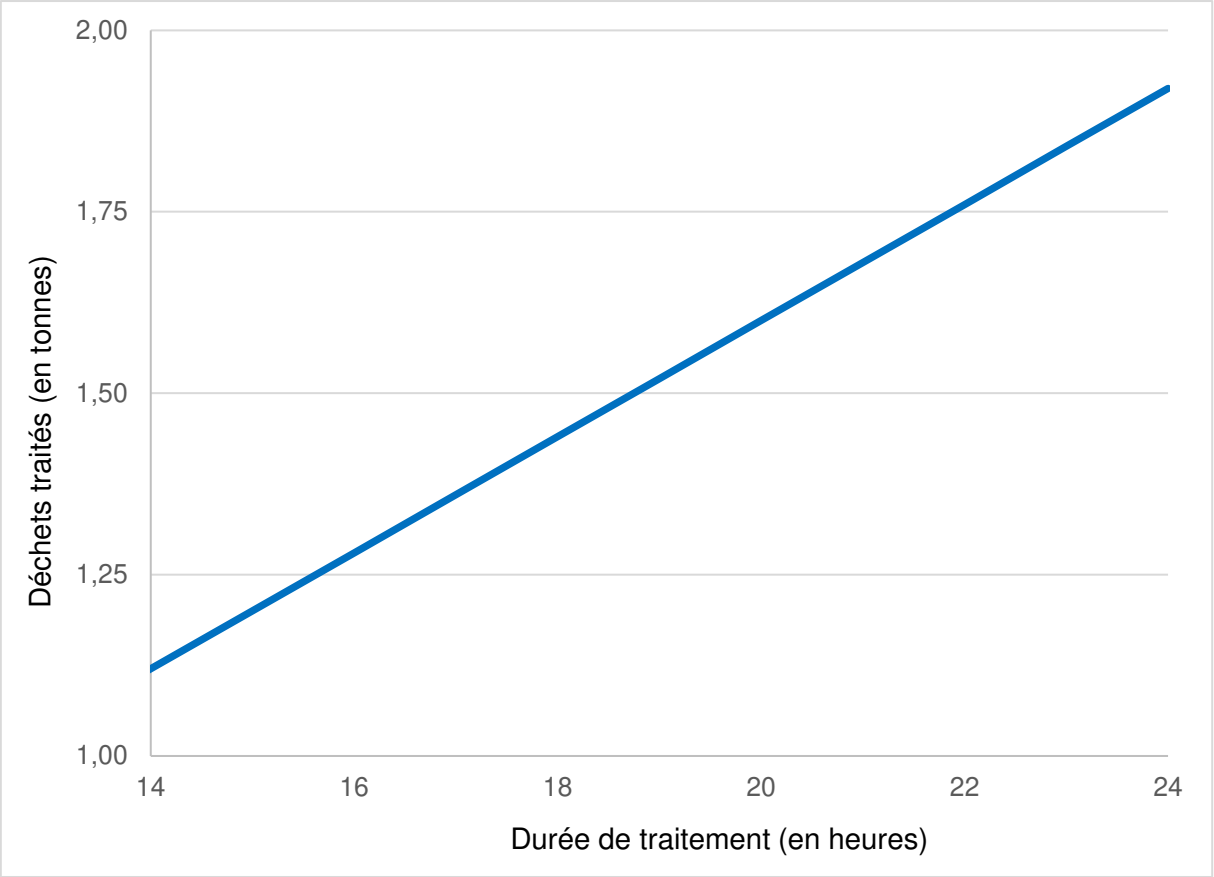
ACIER

- **Résistance aux chocs** : très élevée, capable de résister à des impacts sévères et à des conditions extrêmes.
- **Entretien** : élevé sans les traitements adéquats, la corrosion doit être surveillée et traitée régulièrement.
- **Capacité de charge :** élevée, l'acier peut supporter des charges lourdes.
- **Recyclabilité :** excellent, l'acier est facilement recyclable.
- **Masse :** élevée, l'acier a une masse volumique importante.

PAGE BLANCHE LAISSÉE INTENTIONNELLEMENT.

NE RIEN ÉCRIRE DESSUS

DR1 – Capacité de traitement des déchets par l'unité de conversion



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

DR2 – Navigation à la voile lors d'un transit

Transit de 21 jours, à raison de 20 h de navigation par jour

Équipement de production d'énergie embarqué	Puissance maximale disponible (kW)	Taux de disponibilité (%)	Puissance réellement disponible (kW)	Énergie produite durant le transit (kW·h)
Panneaux photovoltaïques				
Unité de valorisation des déchets	57	0	0	0
	Énergie totale produite à bord			

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

DR3 – Comparaison de matériaux

	Résistance aux chocs	Entretien	Capacité de charge	Recyclabilité	Masse	Total
Bois	**-1**	**-1**	**-1**	**+1**	**+1**	**-1**
Fibre de verre						
Aluminium						
Acier						

Matériau sélectionné : _

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) : *(en majuscules)*

PRENOM : *(en majuscules)*

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION

Le bateau nettoyeur des mers



- **Présentation de l'étude et questionnement**..... pages 18 à 22
- **Documents techniques**..... pages 23 à 28
- **Documents réponses** ..... pages 29 à 31

Mise en situation

Au-delà de sa vocation de « nettoyeur des mers », une mission complémentaire est assignée au Manta faisant de ce bateau une solution complète de lutte contre la pollution plastique, à la fois corrective et préventive :

- accueillir des missions scientifiques internationales, grâce à ses installations de recherche embarquées, sur la quantification, la caractérisation et la localisation des nappes de déchets plastiques ;

- recevoir du public à bord pour des opérations de sensibilisation et d'éducation à la pollution plastique.

Pour cela, l'accessibilité au Manta par toute personne à mobilité réduite, la vérification de la résistance de la passerelle ainsi que le respect du confort thermique des cabines de l'équipage sont ci-après examinés.

Travail demandé

Partie A – Comment rendre accessible le Manta par les utilisateurs et les visiteurs ?

L'objectif est de vérifier les caractéristiques de la passerelle vis-à-vis de la stabilité et de l'accessibilité.

Afin de rendre le Manta accessible à tout public, une étude des caractéristiques de la rampe d'accès s'impose. L'entreprise chargée de la construction a choisi de la réaliser selon les normes relatives aux PMR (personnes à mobilité réduite).

Question A.1 DTS1 DTS4	À partir de l'extrait de la norme, **déterminer** la largeur minimale L_{min} en m afin de garantir l'accessibilité aux PMR. **Vérifier** que cette largeur est respectée par le constructeur du Manta.

Question A.2 DTS1	**Déterminer** la pente maximale de la rampe p_{max} en %.

La pente de la rampe dépendra du niveau de la mer par rapport au quai d'amarrage.

Question A.3 DTS2	**Exprimer** cette pente $p_{0,30}$ en % lors d'une variation de marée de 0,30 m. **Vérifier** que la pente maximale p_{max} imposée par la règlementation est respectée.

Partie B – Comment vérifier en déplacement et en contraintes la structure de la passerelle ?

L'objectif est de valider le matériau constitutif de la passerelle ainsi que son déplacement maximal.

La connaissance et la modélisation des liaisons constituent une étape fondamentale pour l'étude du comportement mécanique d'une structure.

Question B.1 DTS4 DRS1	**Identifier** les types et les caractéristiques des liaisons A et B du « système passerelle ».

Par simplification, les profilés métalliques qui constituent la passerelle sont assimilés à une poutre isostatique uniformément chargée afin d'analyser leurs déplacements et leurs contraintes.

Question B.2
DTS4
DRS2

Parmi les schémas mécaniques proposés dans le document réponse, **choisir** celui qui correspond au schéma mécanique simplifié d'un profilé métallique de la passerelle.

Question B.3
DTS4

À partir de la charge surfacique d'exploitation donnée au DTS4, **calculer** la charge linéique d'exploitation q en $kN \cdot m^{-1}$, répartie uniformément, qui agit sur chaque profilé métallique.

Le moment fléchissant le long d'une poutre de longueur L soumise à une charge uniformément répartie p est donnée par l'équation suivante :

$$Mf(x) = \frac{1}{2} \cdot p \cdot (x \cdot L - x^2)$$

Pour la suite, la charge uniformément répartie considérée sur chaque profilé métallique est $p_{ELU} = 3{,}00\ kN \cdot m^{-1}$ représentant la combinaison des charges permanentes et d'exploitation.

Question B.4
DTS4
DRS3

Calculer les valeurs de Mf(x) en kN·m aux abscisses suivantes : x = 0 ; x = L/4 ; x = L/2 ; x = 3L/4 ; x = L.

Tracer l'allure de la courbe du moment fléchissant pour x compris entre 0 et L = 7,6 m.

En déduire la valeur maximale du moment fléchissant Mf_{max} en kN·m. Le résultat est donné avec une précision de deux chiffres après la virgule.

Données : $\sigma_{max} = Mf_{max} \cdot \frac{y}{I_{Gz}}$ avec y = h/2 ; $I_{Gz} = \frac{b \cdot h^3}{12}$

$Mf_{max} = 22 \cdot 10^6\ N \cdot mm$

Question B.5

Calculer la contrainte maximale σ_{max} en MPa dans chaque profilé métallique.

Vérifier que la contrainte σ_{max} est inférieure à la limite d'élasticité du matériau $\sigma_{adm} = 235$ MPa.

Expliquer pour quelle raison il est préférable de rester en dessous de la limite élastique du matériau et de ne pas rentrer dans son domaine de plasticité.

Question B.6

DTS3

À partir de la simulation numérique donnant le déplacement du profilé métallique chargé, **relever** le déplacement maximal f_{num} en mm.

Vérifier que le déplacement maximal f_{num} respecte le critère d'admissibilité $f_{num} < L/200$.

Question B.7

Conclure quant aux vérifications en contraintes et déplacement des profilés métalliques.

Proposer une solution si l'une des vérifications n'est pas validée.

Partie C – Comment répondre aux critères de confort thermique dans les cabines de l'équipage ?

L'objectif est de valider les choix faits par l'entreprise en charge de l'isolation thermique des cabines de l'équipage.

Question C.1

DTS5

DTS6

À partir du plan et des données du tableau, **calculer** la résistance thermique globale R_{tot} en $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ de la paroi séparant la cabine du capitaine de l'extérieur.

Le cahier des charges impose une valeur de coefficient de transmission thermique surfacique pour les parois verticales de 0,3 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$.

Question C.2

DTS6

Déterminer le coefficient de transmission thermique surfacique de la paroi verticale de la cabine du capitaine, noté U_{tot} en $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$.

Vérifier que cette valeur respecte le cahier des charges.

Le système de climatisation doit maintenir une température de 22 °C dans les cabines de l'équipage quand la température extérieure est de 35 °C.

Pour la suite, la valeur du coefficient de transmission thermique surfacique considérée est $U = 0,3\ W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$.

Question C.3

DTS5

DTS6

DTS7

Déterminer la superficie de la paroi S en m^2. **Calculer** les différents flux de chaleur rentrants dans la cabine dus :

- à la transmission à travers la paroi externe : $\Phi_{\text{Paroi ext.}}$ en W ;
- au rayonnement solaire à travers la paroi : $\Phi_{\text{Rayonnement}}$ en W.

Identifier dans les données mises à dispositions la valeur du flux à la transmission à travers le plafond : Φ_{Plafond} en W .

Donnée : $\Phi_{\text{totale}} = \Phi_{\text{Paroi ext.}} + \Phi_{\text{Plafond}} + \Phi_{\text{Rayonnement}}$

Question C.4 | **Calculer** la puissance frigorifique Φ_{totale} en W nécessaire à l'exigence de maintenir la température intérieure de la cabine à 22 °C.

Le système de climatisation des cabines de l'équipage est dimensionné pour fournir une puissance maximale surfacique par m² de plancher de 80 $W \cdot m^{-2}$.

Question C.5 | En sachant que la cabine du capitaine a une surface de 15,2 m², **conclure** quant au dimensionnement du système de climatisation.

Arrêté du 20 avril 2017 relatif à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public lors de leur construction et des installations ouvertes au public lors de leur aménagement.

(…)
II. - Caractéristiques minimales : Les cheminements extérieurs accessibles mentionnés au précédent I répondent aux dispositions suivantes :

1° Repérage et guidage : Une signalisation adaptée est mise en place à l'entrée du terrain de l'opération, à proximité des places de stationnement pour le public, ainsi qu'en chaque point du cheminement accessible où un choix d'itinéraire est donné à l'usager. Les éléments de signalisation répondent aux exigences définies à l'annexe 3.

Le revêtement d'un cheminement accessible présente un contraste visuel et tactile par rapport à son environnement permettant sa détection à la canne blanche ou au pied. A défaut, le cheminement comporte sur toute sa longueur un repère continu, tactile pour le guidage à l'aide d'une canne blanche, et visuellement contrasté par rapport à son environnement pour faciliter le guidage des personnes malvoyantes.
Dès lors que des bandes de guidage sont installées, elles respectent les dispositions décrites en annexe 6. Les spécifications de la norme NF P 98-352 : 2015 sont réputées satisfaire à ces exigences.

2° Caractéristiques dimensionnelles :

a) Profil en long : Le cheminement accessible est horizontal et sans ressaut. Lorsqu'une dénivellation ne peut être évitée, un plan incliné de pente inférieure ou égale à 5 % est aménagé afin de la franchir. Les valeurs de pentes suivantes sont tolérées exceptionnellement :
- jusqu'à 8 % sur une longueur inférieure ou égale à 2,00 m ;

- jusqu'à 10 % sur une longueur inférieure ou égale à 0,50 m.

Un palier de repos est nécessaire en haut et en bas de chaque plan incliné quelle qu'en soit la longueur. En cas de plan incliné de pente supérieure ou égale à 4 %, un palier de repos est nécessaire tous les 10 m.

(…)

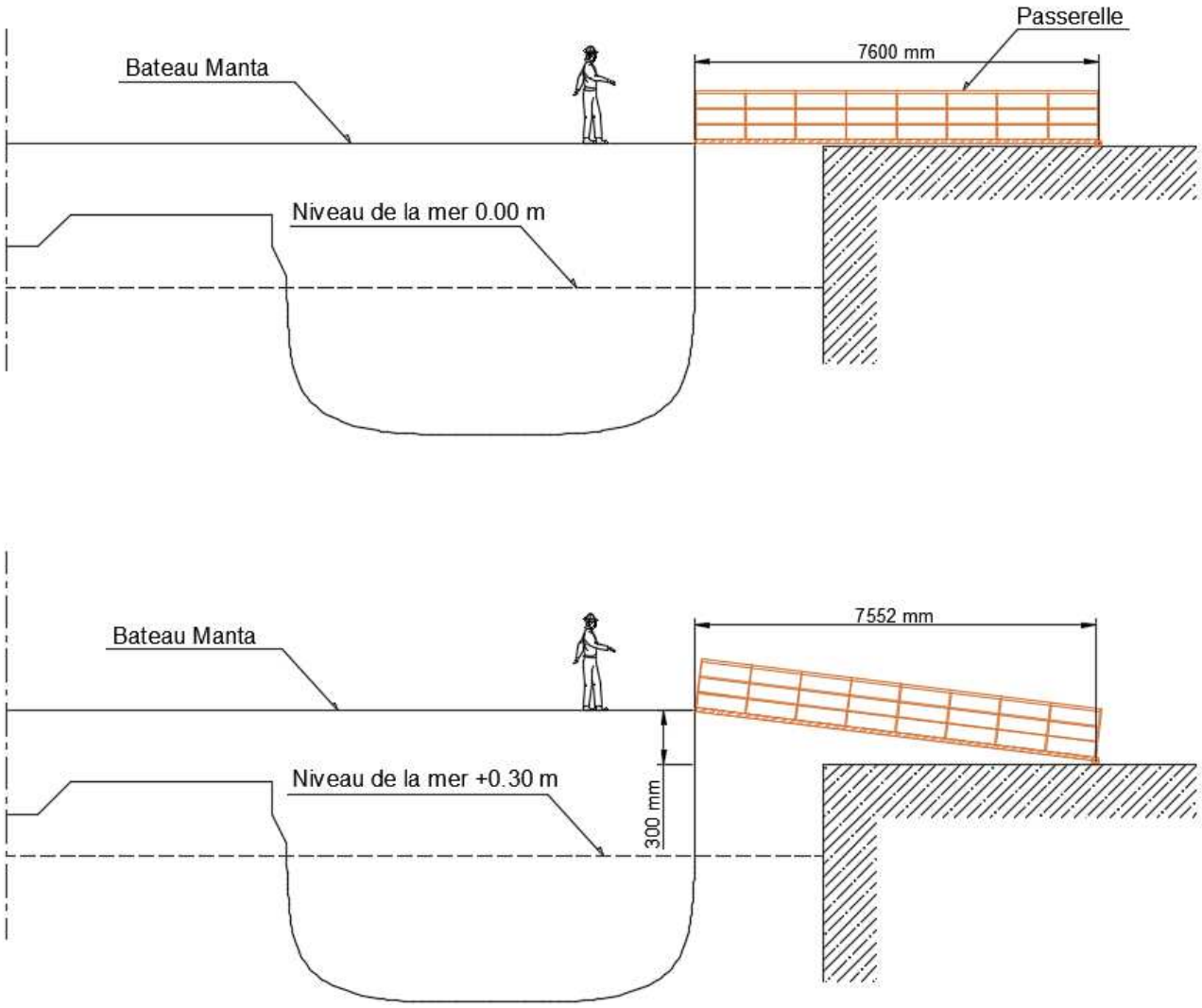
b) Profil en travers :

Largeur de passage :

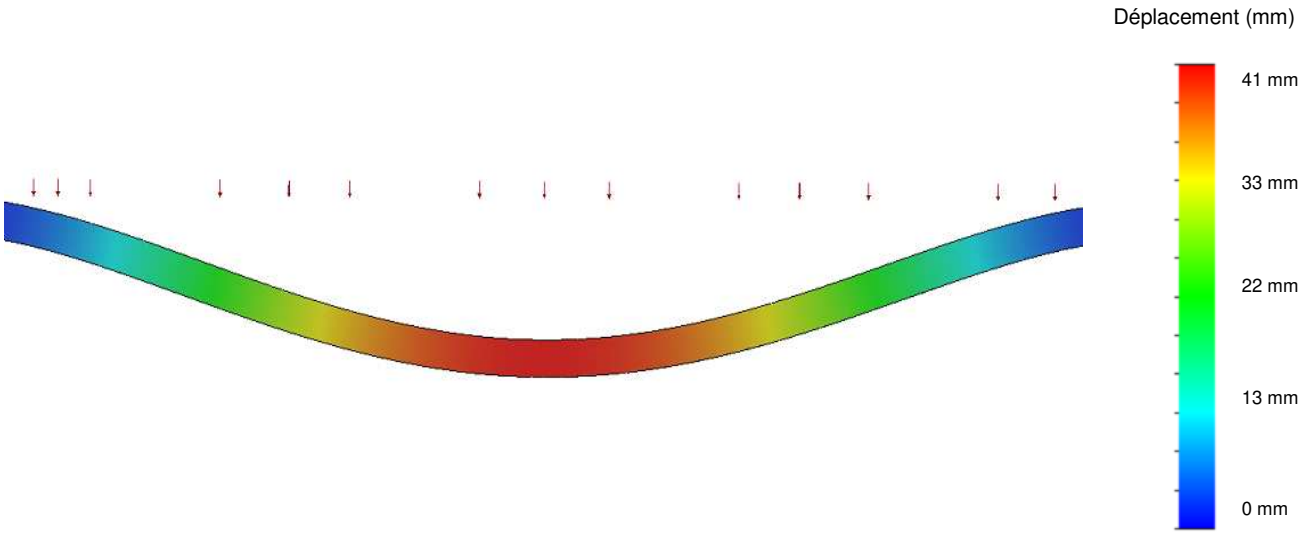
La largeur minimale du cheminement accessible est de 1,40 m libre de tout obstacle afin de faciliter les croisements.

Lorsqu'un rétrécissement ponctuel ne peut être évité, la largeur minimale du cheminement peut, sur une faible longueur, être comprise entre 1,20 m et 1,40 m de manière à conserver une possibilité de croisement entre un piéton et une personne en fauteuil roulant.

DTS2 – Déplacements de la passerelle soumise à la marée

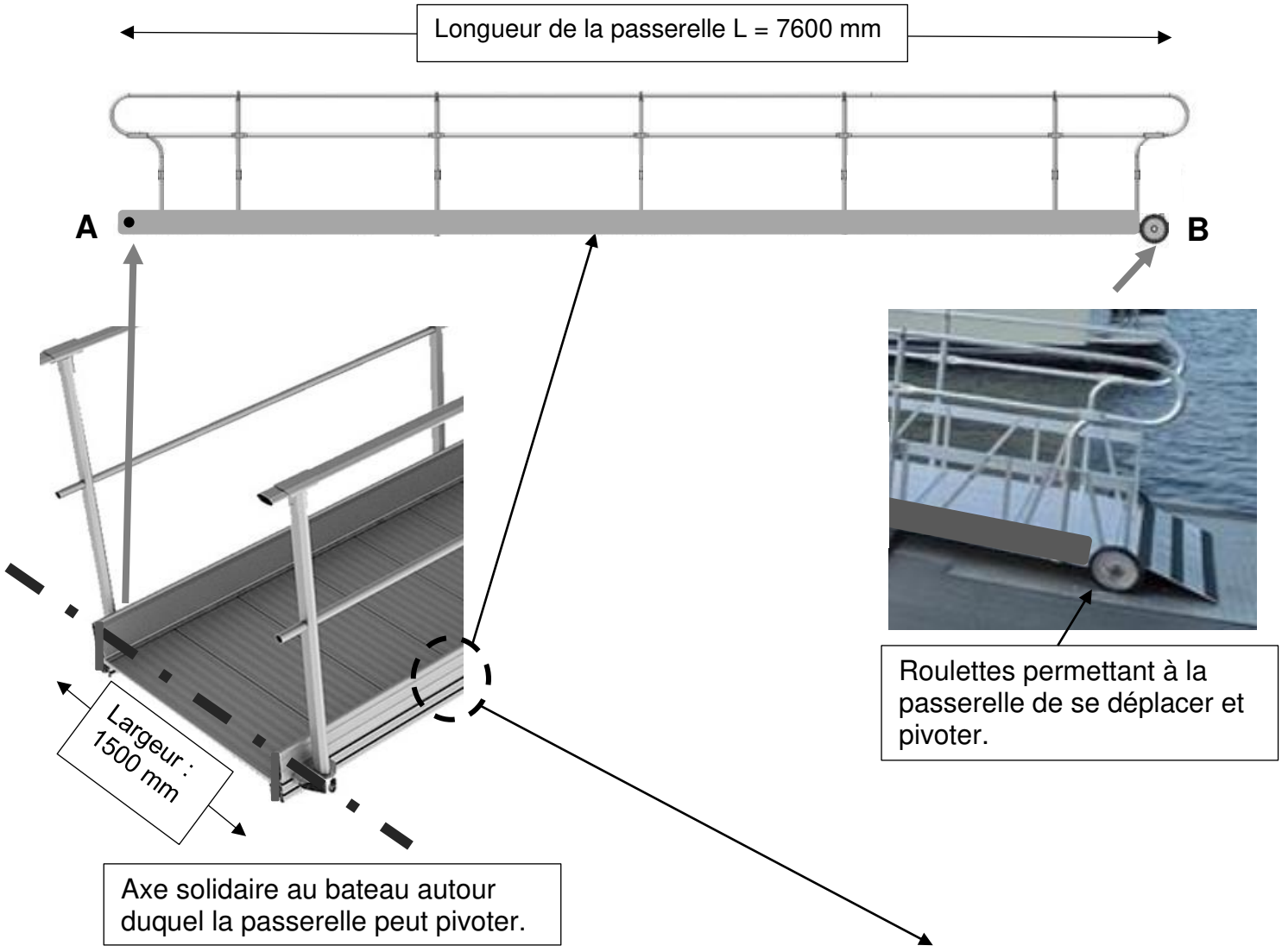


DTS3 – Déplacement du profilé métallique de la passerelle

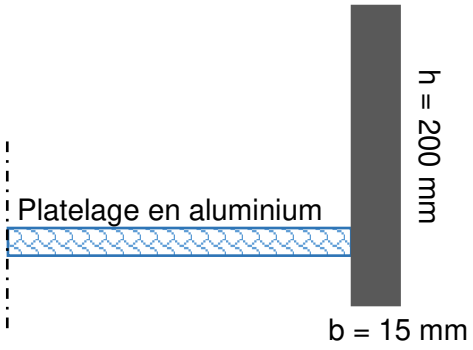


DTS4 – Caractéristiques techniques de la passerelle

Schéma de la passerelle



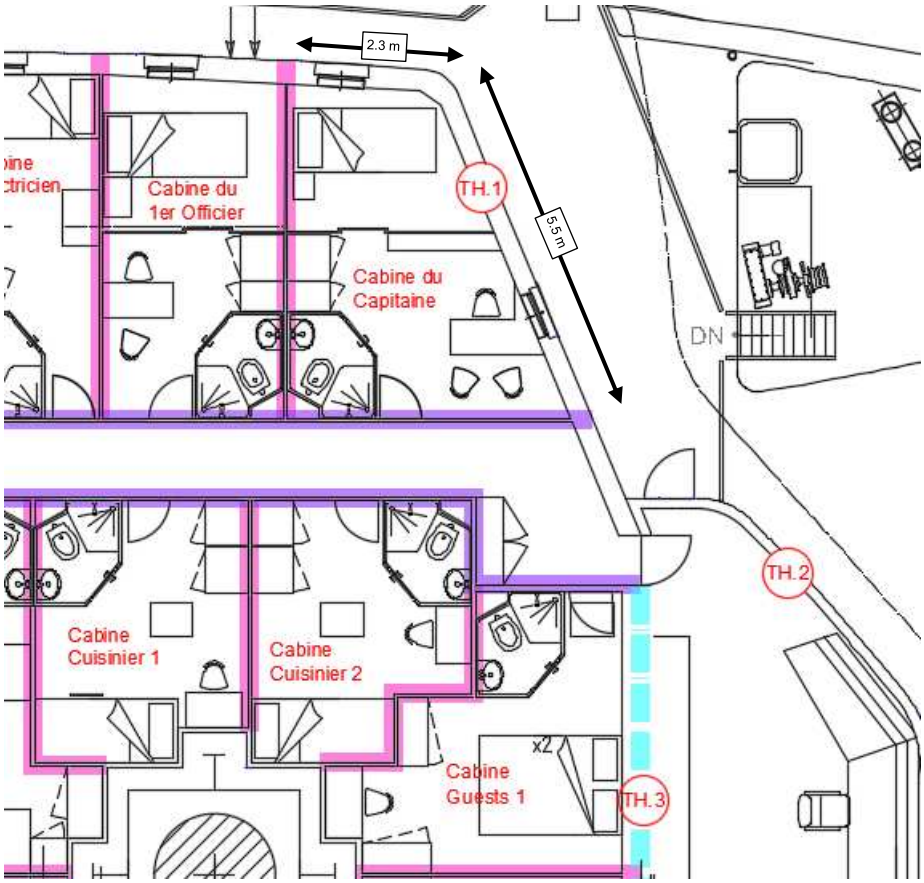
Profilé métallique – Section



Charges agissantes sur la passerelle

Élément / Charge	**Valeur**
Garde-corps en aluminium	0,2 $kN \cdot m^{-1}$
Platelage en aluminium	0,5 $kN \cdot m^{-2}$
Charge surfacique d'exploitation	2,0 $kN \cdot m^{-2}$

DTS5 – Repérage et caractéristiques des parois des cabines de l'équipage



Nom	Composition	Épaisseur e_i (mm)	Conductivité thermique λ_i ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)
TH.1	Aluminium Laine de roche Fibre de verre	2 150 3	220,00 0,04 0,03
TH.2	Aluminium Laine de roche Fibre de verre	3 100 3	220,00 0,04 0,03
TH.3	Aluminium Laine de roche Fibre de verre	2 50 3	220,00 0,04 0,03

DTS6 – Formulaire de thermique

Résistance thermique : $R = \frac{e}{\lambda}$

R : résistance thermique ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)
e : épaisseur (m)
λ : conductivité thermique ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)

Résistance thermique totale d'une paroi constituée de plusieurs couches de matériaux : $R_{Tot} = \sum \left(\frac{e_i}{\lambda_i}\right)$

R_{Tot} : résistance thermique totale de la paroi ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)
e_i : épaisseur de chaque matériau i constitutif de la paroi (m)
λ_i : conductivité thermique de chaque matériau i constitutif de la paroi ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)
Les résistances superficielles seront considérées comme négligeables

Coefficient de transmission thermique : $U = \frac{1}{R_{Tot}}$

U : coefficient de transmission thermique ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)

Flux de chaleur par transmission à travers les parois externes : $\phi_{P.Ext} = U \cdot S \cdot \Delta T$

$\Phi_{P.Ext}$: flux de chaleur (W)
S : surface de l'échange (m^2)
$\Delta T = T_{extérieure} - T_{intérieure}$ (K)

Informations complémentaires

- flux de chaleur à travers le plafond : 90 W ;
- flux de chaleur à travers le sol : négligeable (au-dessous de la cabine, la température est la même que dans la cabine) ;
- flux de chaleur à travers les hublots : négligeable au vu des dimensions réduites des hublots ;
- hauteur de la cabine : h = 2,3 m ;
- couleur extérieure des cabines : blanc ;
- exposition des cabines à l'ouest (O) à 12:00.

DTS7 – Formulaire de thermique : rayonnement solaire

Flux de chaleur par rayonnement solaire à travers les parois externes ϕ_S :
$\phi_S = \alpha \cdot F \cdot S \cdot R_m$

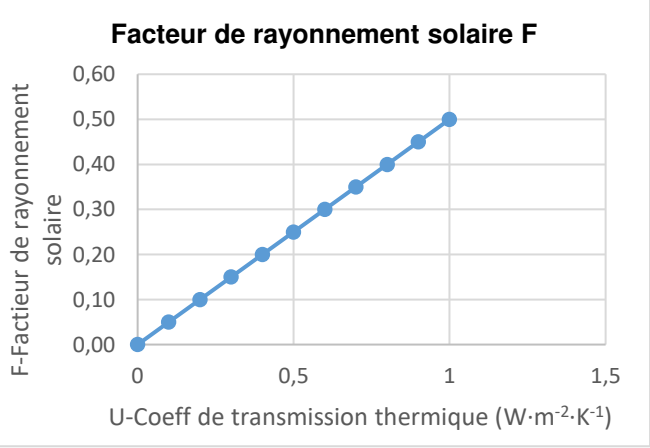
α : coefficient d'absorption de la paroi recevant le rayonnement
F : facteur de rayonnement solaire
S : surface de la paroi en m²
R_m : rayonnement solaire absorbé sur la surface du mur en $W \cdot m^{-2}$

Le coefficient d'absorption dépend de la couleur et de la nature de la paroi.

Le facteur de rayonnement solaire indique la part de chaleur absorbée par la surface et transmise à travers le mur du local. Cette valeur dépend du coefficient de transmission thermique de la paroi recevant le rayonnement.

La valeur du rayonnement solaire absorbé sur la surface du mur dépend de :
- la latitude sous laquelle le local se trouve ;
- l'orientation du mur ;
- l'heure pour laquelle le calcul sera effectué.

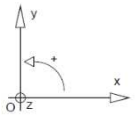
Couleurs et nature de la surface		**Coefficient d'absorption α**
Surfaces très claires	Pierre blanche, surface blanche, claire ou crème, ciment très clair	0,40
Surfaces foncées	Fibrociment, bois non peint, pierre brune, brique rouge, ciment foncé, staff rouge, vert ou gris	0,70
Surfaces très foncées	Toiture en ardoise, foncées, cartons bitumés très sombres	0,90
Verres (fenêtres ou lanterneaux)	Vitrage simple / double / triple	1 / 0,90 / 0,80



Rayonnement solaire R_m ($W \cdot m^{-2}$)					
Heure	**NE**	**E**	**SE**	**S**	**O**
06:00	325	370	195		80
07:00	450	595	370		275
08:00	415	665	515	70	470
09:00	275	585	550	205	620
10:00	95	435	520	330	755
11:00		230	465	370	835
12:00			275	400	860

DRS1 – Analyse des liaisons

Attention, il n'y a pas forcément de correspondance horizontale dans le tableau

Repère 	**Cocher le nom correspondant**	**Cocher la schématisation correspondante**	**Cocher les degrés de liberté correspondantes**	**Cocher les mouvements bloqués correspondants**
Liaison A	□ Encastrement □ Rotule Appui double □ Appui simple	□  □  □ 	□ Tx / Rz □ Aucun □ Rz	□ Tx / Ty □ Ty □ Tx / Ty / Rz
Liaison B	□ Encastrement □ Rotule Appui double □ Appui simple	□  □  □ 	□ Tx / Rz □ Aucun □ Rz	□ Tx / Ty □ Ty □ Tx / Ty / Rz

Tx et Ty sont respectivement les translations suivant l'axe horizontal $O\vec{x}$ et l'axe vertical $O\vec{y}$
Rz est la rotation autour de l'axe $O\vec{z}$

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) : *(en majuscules)*

PRENOM : *(en majuscules)*

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

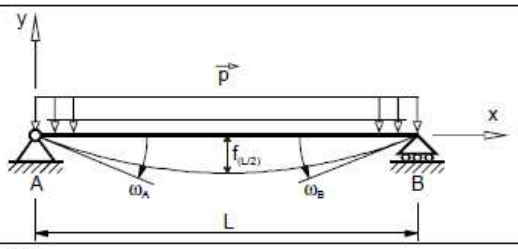
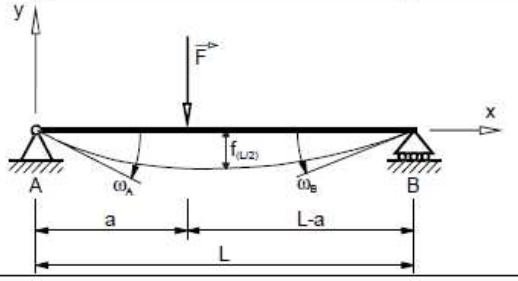
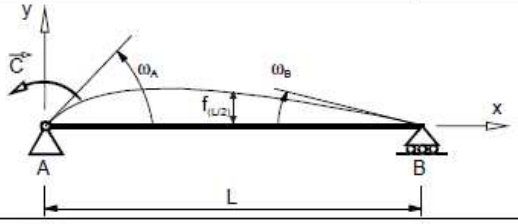
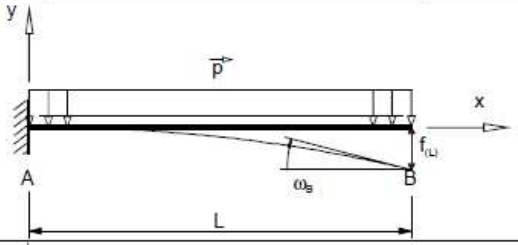
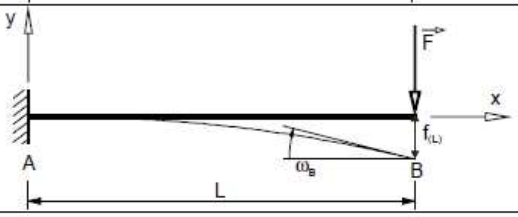
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

DRS2 – Schéma mécanique représentant la passerelle

Cocher la case correspondante au schéma mécanique simplifié d'un profilé métallique

	Schéma mécanique	Rotation aux appuis	Flèche
☐		$\omega_A = -\frac{pL^3}{24EI}$ $\omega_B = \frac{pL^3}{24EI}$	$f_{(L/2)} = \frac{5pL^4}{384EI}$
☐		$\omega_A = -\frac{Fa}{6EIL}(L-a)(2L-a)$ $\omega_B = \frac{Fa}{6EIL}(L^2-a^2)$	pour $a \leq \frac{L}{2}$ $f_{(L/2)} = \frac{Fa}{48EI}(3L^2-4a^2)$
☐		$\omega_A = \frac{CL}{3EI}$ $\omega_B = -\frac{CL}{6EI}$	$f_{(L/2)} = \frac{CL^2}{16EI}$
☐		$\omega_B = -\frac{pL^3}{6EI}$	$f_{(L)} = \frac{pL^4}{8EI}$
☐		$\omega_B = -\frac{FL^2}{2EI}$	$f_{(L)} = \frac{FL^3}{3EI}$

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) : *(en majuscules)*

PRENOM : *(en majuscules)*

N° candidat :

N° d'inscription :

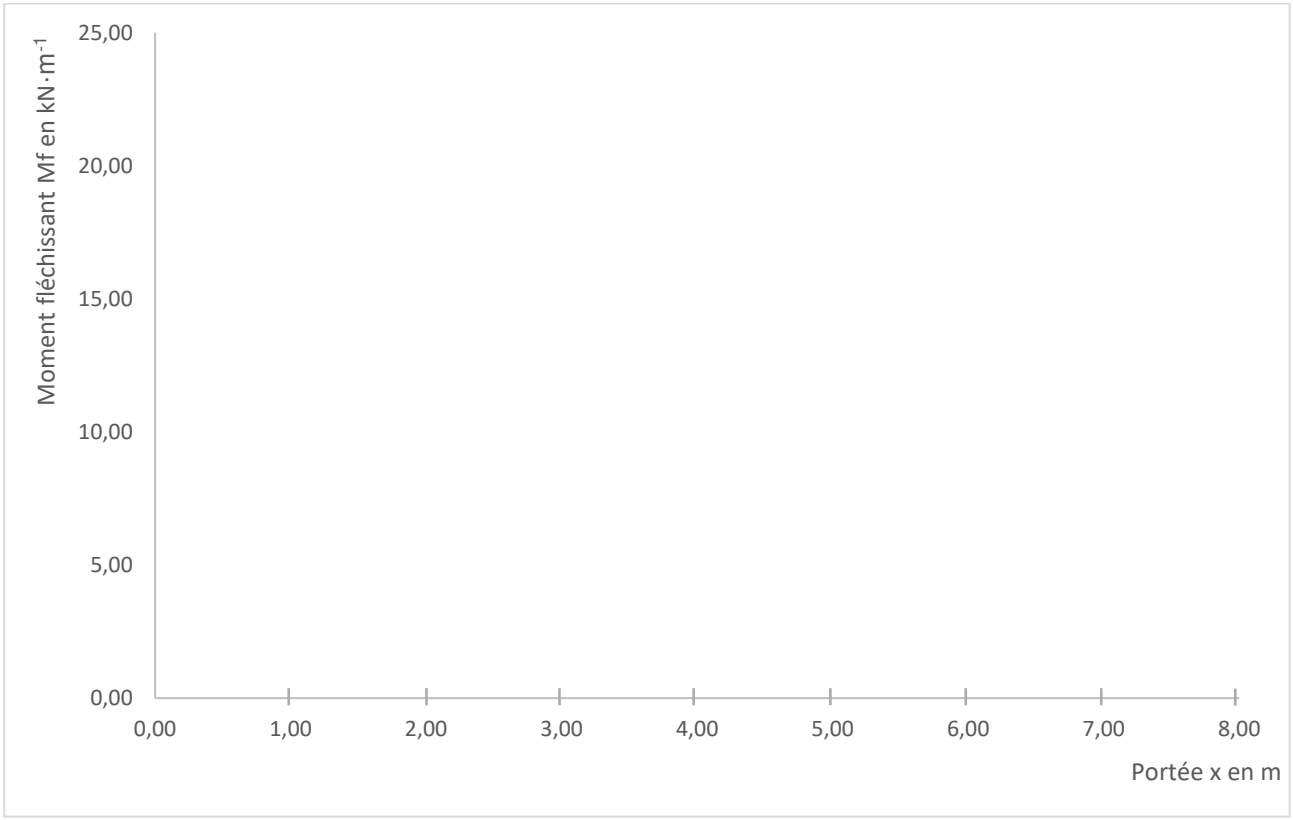
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

DRS3 – Courbe du moment fléchissant Mf(x)



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) : *(en majuscules)*

PRENOM : *(en majuscules)*

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.