BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2025

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, innovation et développement durable

ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT

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.

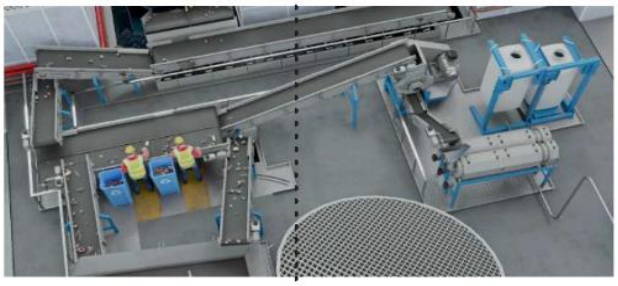
Ce bateau, appelé Manta, dont le fonctionnement est inspiré par une approche biomimétique et à bord duquel tout est récupéré, rien n'est gaspillé, est unique au monde. Alimenté par des énergies renouvelables à hauteur de 40 à 75 % du besoin globale en énergie (en fonction des opérations et des conditions 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 :

$$\mathbf{S_R = L_m \cdot V_C}$$

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 ?

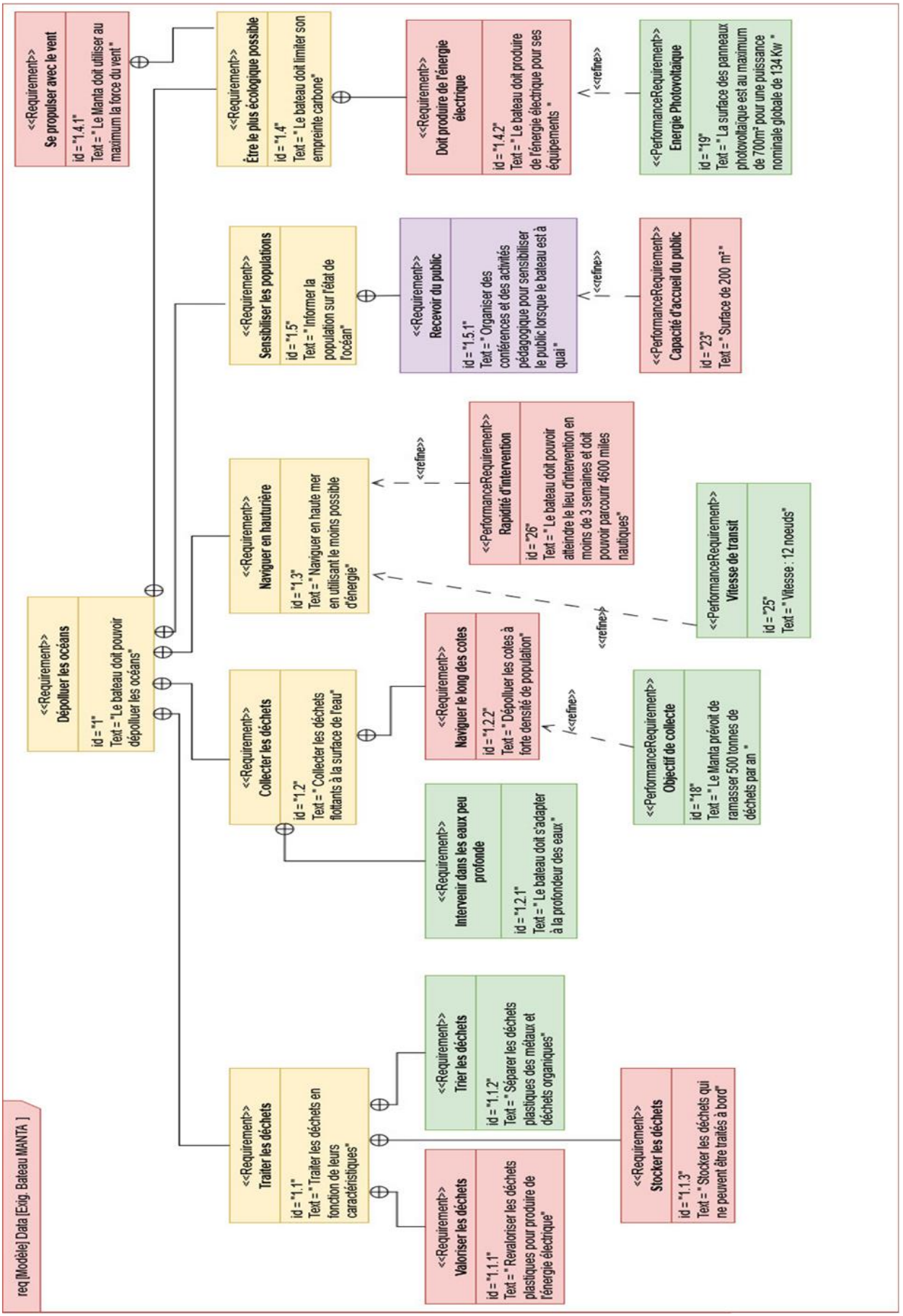
- Nous ingérons ou inhalons environ **121 000 microparticules de plastique** chaque année via notre alimentation, notre consommation d'eau ou en respirant, avec un impact sur notre santé encore peu connu.

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.

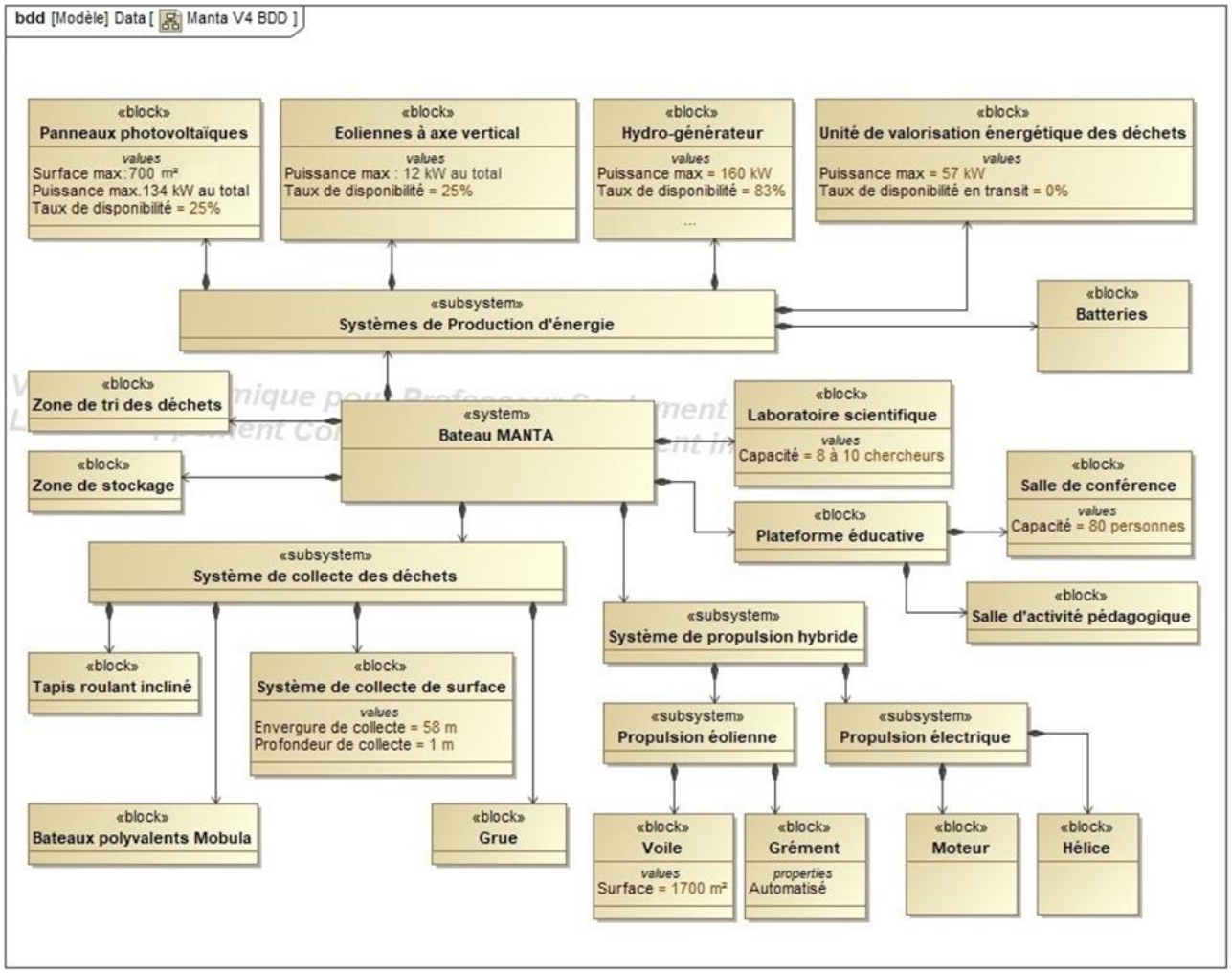
La pollution plastique contribue à **perpétuer ces inégalités** en mettant en péril l'accès à l'eau potable, le contrôle des nuisibles et des maladies.

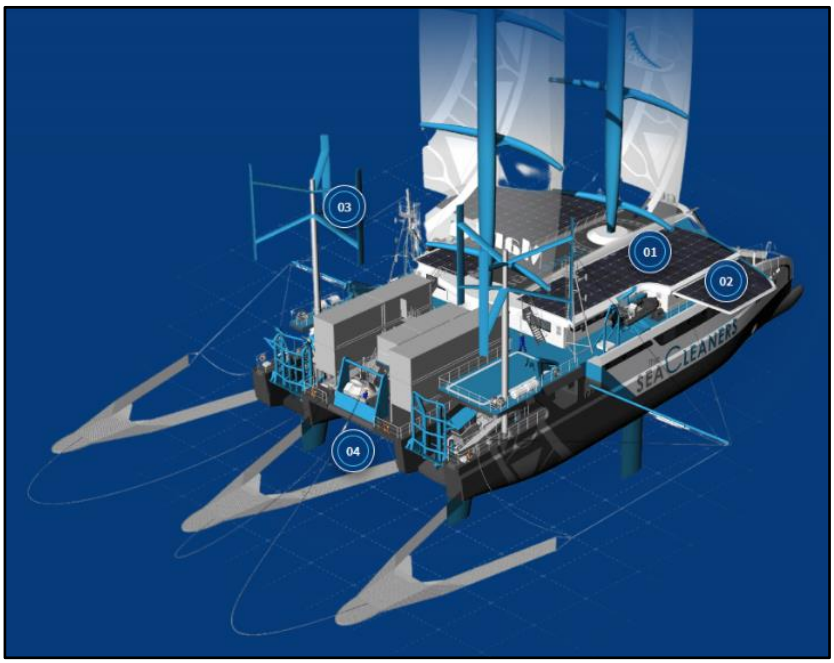
D'ici à 2040, les déchets plastiques devraient présenter un **risque financier** annuel de 670 milliards de dollars US pour les entreprises et les gouvernements qui devront en supporter les coûts de gestion aux volumes prévus.

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

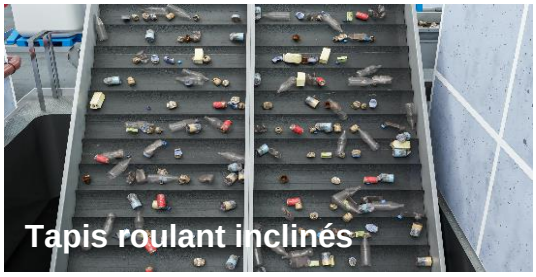
« *Concilier performance et sobriété : c'est ainsi que nous avons conçu notre catamaran, inspirés par une approche biomimétique.* »

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

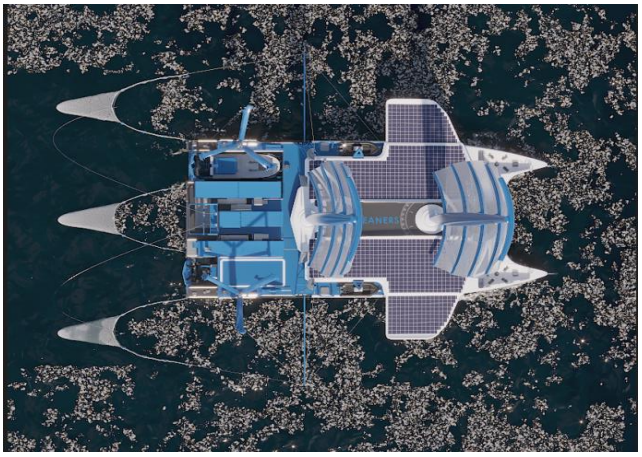
Embarqués sur le Manta, ils permettent de collecter les macro déchets, les micro déchets et les hydrocarbures dans des zones plus étroites, peu profondes et moins accessibles, où la manœuvrabilité est limitée

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.

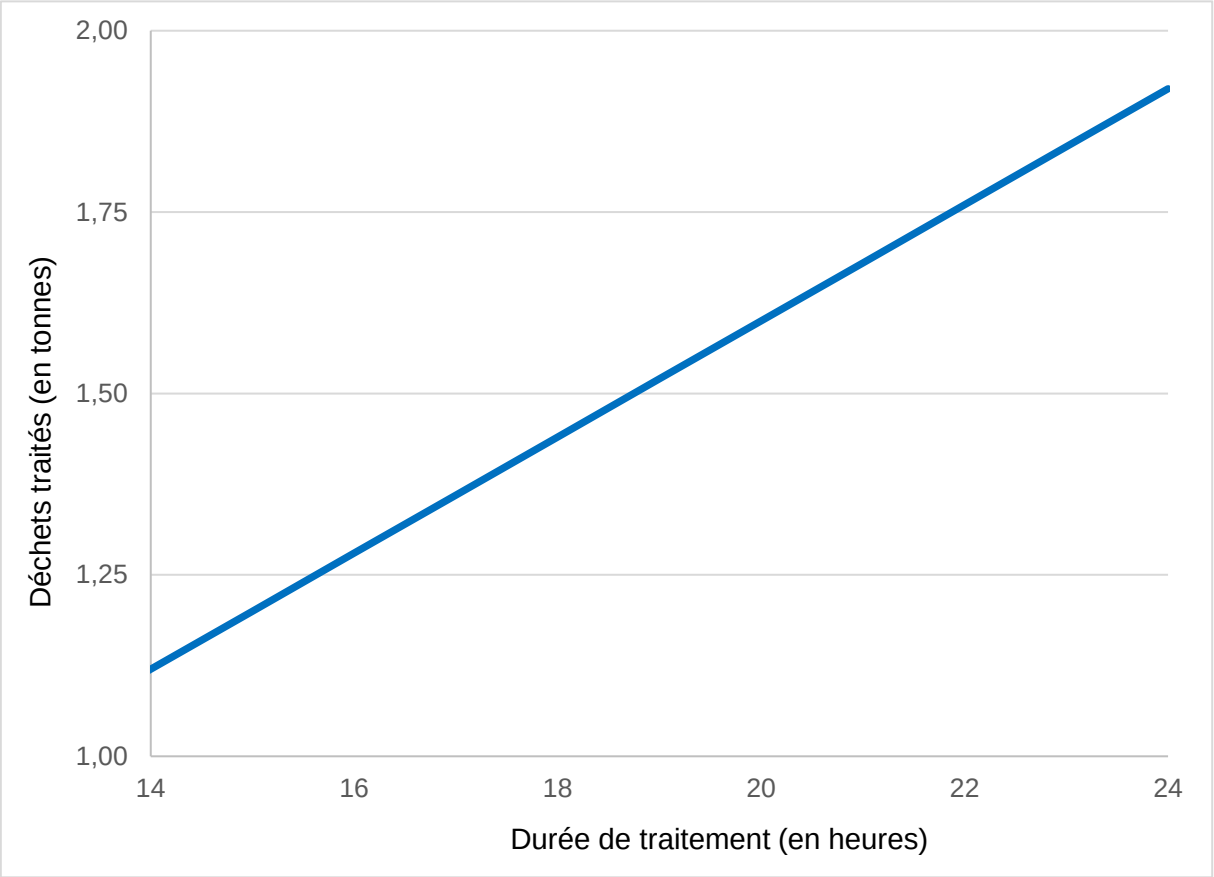
ACIER

- **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

PARTIE SPÉCIFIQUE (8 points)

ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT

Le bateau nettoyeur des mers

- **Présentation de l'étude et questionnement**.....pages 18 à 22
- **Documents techniques**.....pages 23 à 26
- **Documents réponses**.....pages 27 à 31

Mise en situation

Le stockage à bord des déchets collectés augmente la masse du navire et par voie de conséquence sa consommation d'énergie et de CO_2.

Le bateau nettoyeur des mers ou le Manta est donc équipé d'une unité de valorisation énergétique des déchets plastiques dédiée à l'alimentation électrique des moteurs de propulsion.

Unité de valorisation énergétique des déchets plastiques

Conçue de sorte à ne rejeter que très peu de CO_2 dans l'air, cette unité repose sur un principe simple : rien ne doit être gaspillé. La chaleur générée par cette unité est donc récupérée et exploitée pour répondre aux besoins de chaleur du Manta.

Travail demandé

Partie A – Comment valoriser énergétiquement les déchets plastiques ?

L'unité de valorisation énergétique des déchets plastiques, nommée WECU (Waste to Energy Conversion Unit) est un équipement clé du Manta. Il importe donc de choisir la solution la plus adaptée aux exigences posées afin de garantir la qualité globale du projet.

Pour le Manta, la comparaison s'est faite entre les deux solutions suivantes :

- la pyrolyse, qui est la décomposition du plastique par une augmentation importante de sa température en l'absence d'oxygène (l'opération ne produit donc pas de flamme) ;
- l'incinération propre, qui consiste à brûler le plastique et à traiter les fumées issues de sa combustion afin de respecter les normes européennes d'émissions gazeuses.

L'objectif est de mettre en évidence les éléments clés ayant conduit au choix de la solution utilisée sur le Manta.

Question A.1

DTS1

DRS1

Relever sur le document technique les trois exigences annoncées majeures que doit viser l'unité de valorisation des déchets.

Justifier alors la répartition des poids accordés aux critères de comparaison utilisés sur le document réponse pour comparer entre elles les solutions de valorisation des déchets.

Question A.2

DRS1

À partir de la méthodologie de calcul présentée pour N_1 & N_2 sur le document réponse, **calculer** les niveaux N_3 et N_4 et **reporter** ces niveaux de valorisation calculés N_3 et N_4 dans le tableau.

Compte tenu des résultats obtenus, **identifier** la solution de valorisation des déchets qui présente le plus d'intérêt dans le cadre de ce projet.

La valorisation de la chaleur contenue dans les gaz d'incinération est réalisée par une turbine à air chaud délivrant une puissance électrique et dont le couplage avec des échangeurs thermiques lui permet également d'injecter de la puissance thermique dans le réseau de chaleur du bateau.

Le questionnement se limite à la turbine à air chaud.

Question A.3

DRS2

Compléter le document réponse avec les termes : « Convertir », « Transmettre », « Air comprimé chaud (680 °C) », « Eau réchauffée » et « Énergie mécanique ».

Cette turbine doit être capable de fournir une puissance électrique de 57 kW, la quantité d'énergie produite étant directement liée au débit de déchets plastiques Q en $kg \cdot h^{-1}$, collectés par le bateau.

Question A.4

DTS2

Relever sur le document technique le débit de déchets plastiques Q_D minimal en $kg \cdot h^{-1}$ que l'incinérateur doit traiter par heure pour produire 57 kW électrique, ainsi que la puissance thermique récupérable pour ce même débit de déchets.

L'incinérateur peut traiter jusqu'à 120 $kg \cdot h^{-1}$de déchets plastiques lorsque le niveau de collecte N est à son maximum, soit 3 $t \cdot j^{-1}$ (la quantité de déchets collectés par jour).

Le débit massique de déchets Q en $kg \cdot h^{-1}$ traités par l'incinérateur est proportionnel au niveau de collecte N en $t \cdot h^{-1}$.

Question A.5	**Déterminer** le niveau de collecte N_D nécessaire pour produire la puissance de 57 kW électrique attendue. **Commenter** cette valeur sachant que le bateau collectera entre 1,5 et 3 $t \cdot j^{-1}$.
Question A.6	**Conclure**, au regard des résultats de cette partie, sur le choix technologique retenue pour la valorisation énergétique des déchets collectés.

Partie B – Comment assurer l'efficacité énergétique de la propulsion du bateau afin de réduire l'énergie nécessaire à son déplacement ?

Le Manta est un bateau destiné à traverser les océans. Pour parcourir de si grandes distances à moindre coût et en minimisant les impacts environnementaux, les équipements dédiés à la propulsion du bateau se doivent d'être performants.

L'objectif est de s'intéresser à des constituants de la chaîne de puissance de propulsion du bateau.

Pour avancer, la puissance mécanique développée par le bateau doit lui permettre de vaincre la résistance à l'avancement que lui opposent les eaux sur lesquelles il navigue.

La relation suivante est donnée : $P_{hélices} = V_{bateau} \times F_p$

- $P_{hélices}$ en W : puissance mécanique totale fournie par les hélices du bateau×
- V_{bateau} en $m \cdot s^{-1}$: vitesse du bateau
- F_p en N : effort de propulsion

Le Manta est équipé de deux hélices, chacune fournissant une puissance $P_{hélice}$. La puissance mécanique totale fournie par ces hélices est donc $P_{hélices} = 2 \times P_{hélice}$.

L'étude se fait à la vitesse de 8 nœuds soit 14,8 $km \cdot h^{-1}$.

Question B.1 DTS3 DRS3 DRS4	**Placer** le point de fonctionnement des hélices du bateau à la vitesse d'avance de 8 nœuds sur le graphique du DRS3 et **en déduire** la valeur de l'effort de propulsion F_p nécessaire pour vaincre la résistance hydrodynamique à l'avancement du bateau à la vitesse de 8 nœuds. **Effectuer** un calcul pour justifier la puissance $P_{hélice}$ du DRS4. **Déterminer** les puissances impliquées P_{moteur} et $P_{onduleur}$ et **reporter** ces puissances dans le tableau du DRS4.

L’électricité des deux moteurs à courant alternatif est produite par des sources d’énergies fossiles et des sources d’énergies renouvelables.

Question B.2 DRS5	**Justifier** l’utilisation d’un convertisseur DC/DC, sur le synoptique de l’alimentation des moteurs, entre les panneaux photovoltaïques et le bus DC en 640 V. **Indiquer** sur le document réponse le nom du constituant entouré en pointillés.
Question B.3 DRS5	Parmi les symboles proposés sur le document réponse, **entourer** et **donner** le nom de ceux qui pourraient être placés dans les cases vides du synoptique afin d’assurer une protection contre les courts-circuits et les surcharges.
Question B.4 DTS3	**Commenter** l’efficacité énergétique de la propulsion électrique du bateau en termes de rendement.

Partie C – Comment gérer le chauffage des cabines pour en minimiser la consommation d’énergie ?

À bord du bateau, un système de récupération de chaleur utilisant la chaleur résiduelle des moteurs et de l'unité de conversion des déchets permet de chauffer les cabines et desécher les déchets plastiques. Si la chaleur récupérée s’avère insuffisante, une chaudière électrique est utilisée comme alternative ou en complément.

Le contexte du projet nécessite une gestion de la chaleur adaptée aux besoins spécifiques, afin d'optimiser la récupération thermique. Dans ce cadre, une simulation numérique a été réalisée pour le chauffage des cabines.
Pour les cabines, le cahier des charges fixe en hiver une température intérieure moyenne de 19 °C lorsque le chauffage est en marche, sans descendre en dessous de 16 °C.

Question C.1 DRS6	**Entourer** et **repérer** sur le document réponse, les quatre blocs du modèle numérique : • A, le dispositif de chauffage de la cabine ; • B, la commande de ce dispositif de chauffage ; • C, le volume d’air intérieur et sa capacité thermique ; • D, les parois en contact avec l’extérieur avec leur conductivité thermique.

Question C.2 DTS4 DRS6	**Compléter** le schéma bloc du document réponse avec la valeur de la température de consigne ainsi que la valeur en sortie du comparateur ε pour une température intérieure de 18,1 °C. **Justifier** le fait qu'il s'agisse d'une régulation Tout Ou Rien.

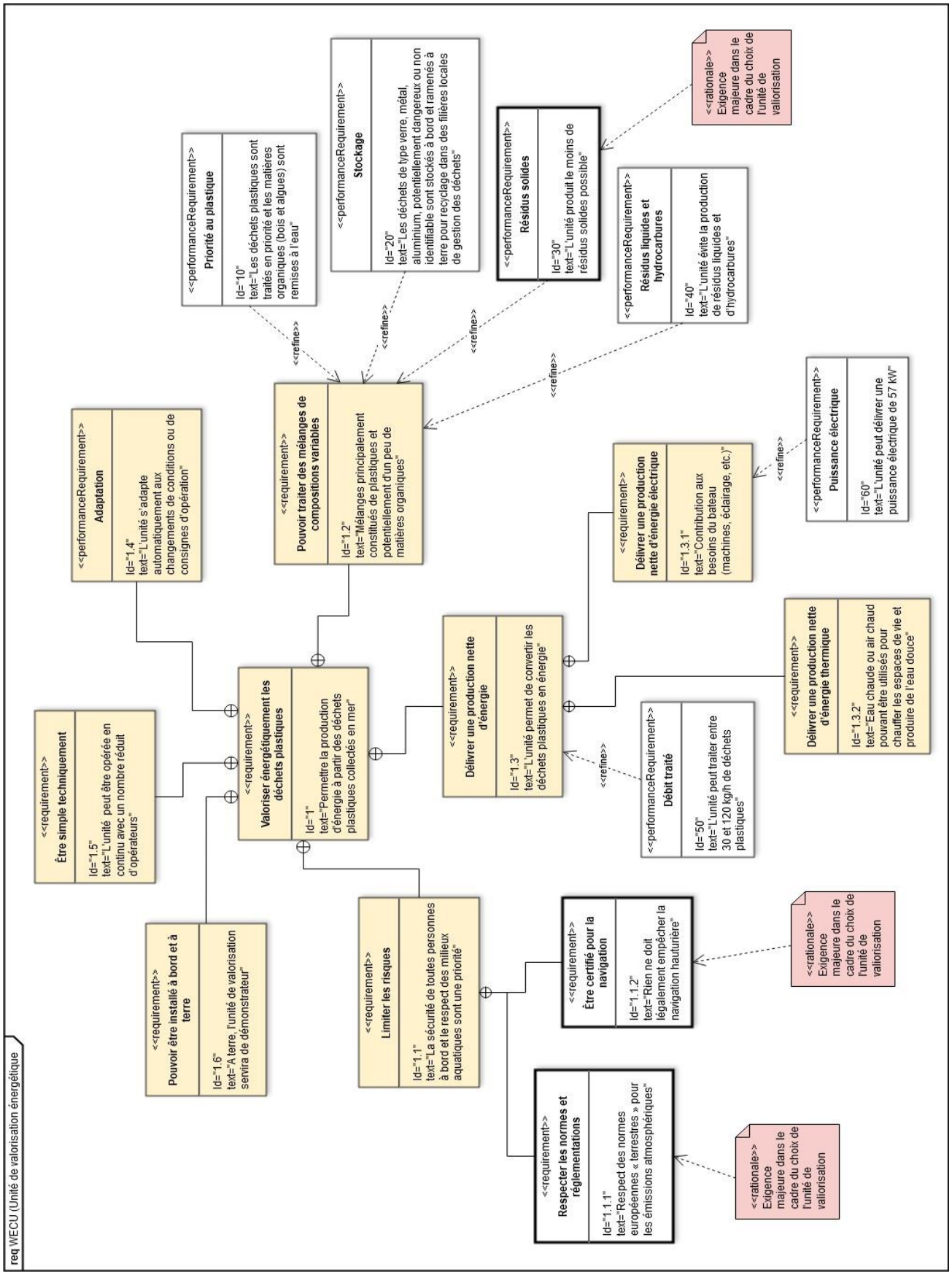
Les résultats de la simulation de chauffage des cabines ont été relevés dans le DTS4.

Question C.3 DTS4	**Commenter** les résultats obtenus au regard des exigences de température intérieure des cabines en hiver spécifiées dans le cahier des charges.

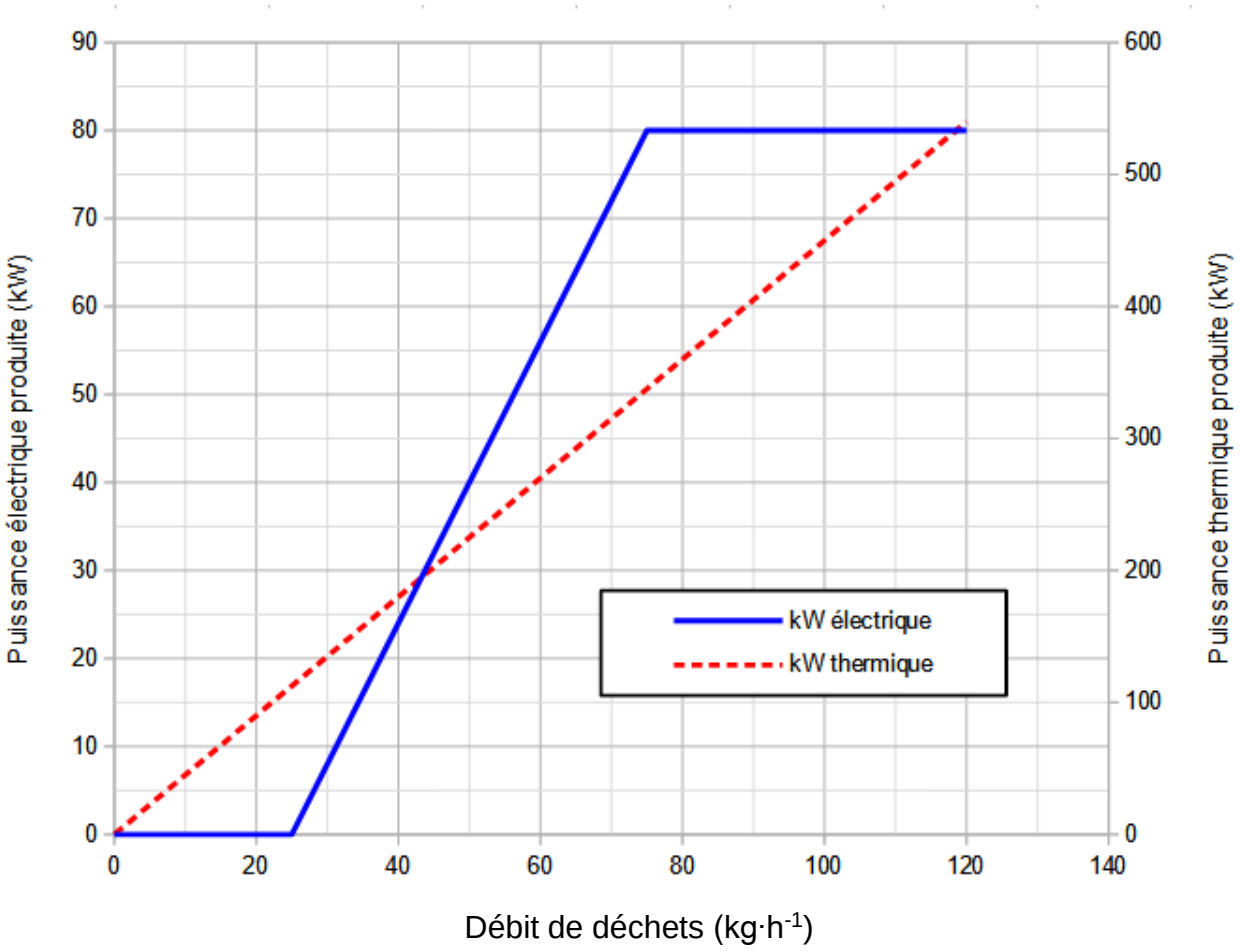
Partie D – Conclusion

Question D.1	Au vu des problématiques traitées, comment la valorisation des déchets, la propulsion électrique du bateau et le chauffage des cabines permettent-ils d'optimiser la gestion énergétique des usages du Manta ?

DTS1 – Diagramme des exigences de l'unité de valorisation énergétique



DTS2 – Puissances produites par l'unité de valorisation énergétique



DTS3 – Moteurs de propulsion

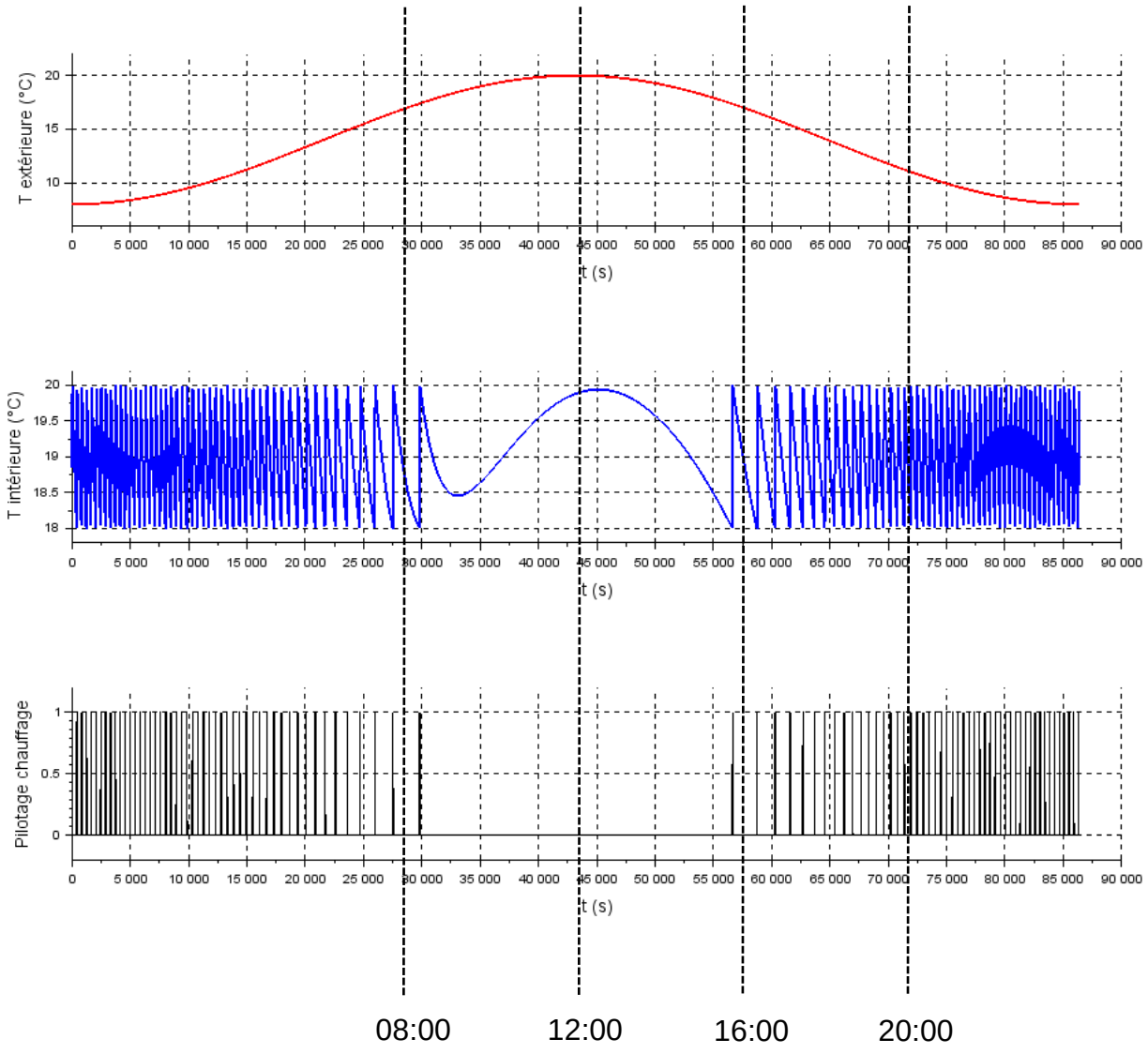
Fonctionnement nominal		
Fréquence	Hz	50
Tension	V	400
Puissance mécanique	kW	410
Facteur de puissance	/	0,78
Classe de rendement	/	IE3
Vitesse de rotation	$tr \cdot min^{-1}$	1 910

Classe de rendement	
IE1	Rendement standard
IE2	Rendement élevé
IE3	Rendement Premium
IE4	Super Premium

DTS4 – Résultats de la simulation de chauffage des cabines

Les relevés suivants représentent, de haut en bas et en fonction de du temps :

- l'évolution choisie pour modéliser la température à l'extérieure des cabines sur une journée d'hiver ensoleillée ;
- l'évolution de la température à l'intérieur d'une cabine (résultat de la simulation) sur cette même journée ;
- l'évolution du signal de pilotage du chauffage correspondant (résultat de la simulation), avec 0 pour chauffage à l'arrêt et 1 pour chauffage en marche à pleine puissance.



DRS1 – Choix de solutions pour la valorisation des déchets

Exigence Critère de comparaison	**Poids**	**Pyrolyse**	**Incinération propre**
Économique	**10**	**6**	**7**
Dépenses d'exploitation	10	6	7
Environnemental	**30**	**N_1 : 6**	**N_3 : _ _**
Absence de résidus	15	3	9
Absence de fumées	10	9	2
Adaptation à des déchets organiques	5	9	5
Technique	**25**	**5,8**	**7,2**
Simplicité technique	10	6	8
Facilité à entretenir	5	7	8
Légèreté	10	5	6
Risque	**35**	**4,4**	**7,4**
Sécurité à bord	20	4	7
Présence d'équipements déjà certifiés pour la navigation	15	5	8
Total	**100**	**N_2 : 5,4**	**N_4 : _ _**

Exemples de calculs :

- Pour le niveau N_1 : (**15** × 3 + **10** × 9 + **5** × 9) / (**15** + **10** + **5**) = 6
- Pour le niveau N_2 : (**10** × 6 + **30** × 6 + **25** × 5,8 + **35** × 4,4) / **100** = 5,4

Détail du calcul pour le niveau N_3 : ……

Détail du calcul pour le niveau N_4 : ……

Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM : *(en majuscules)*

N° candidat :

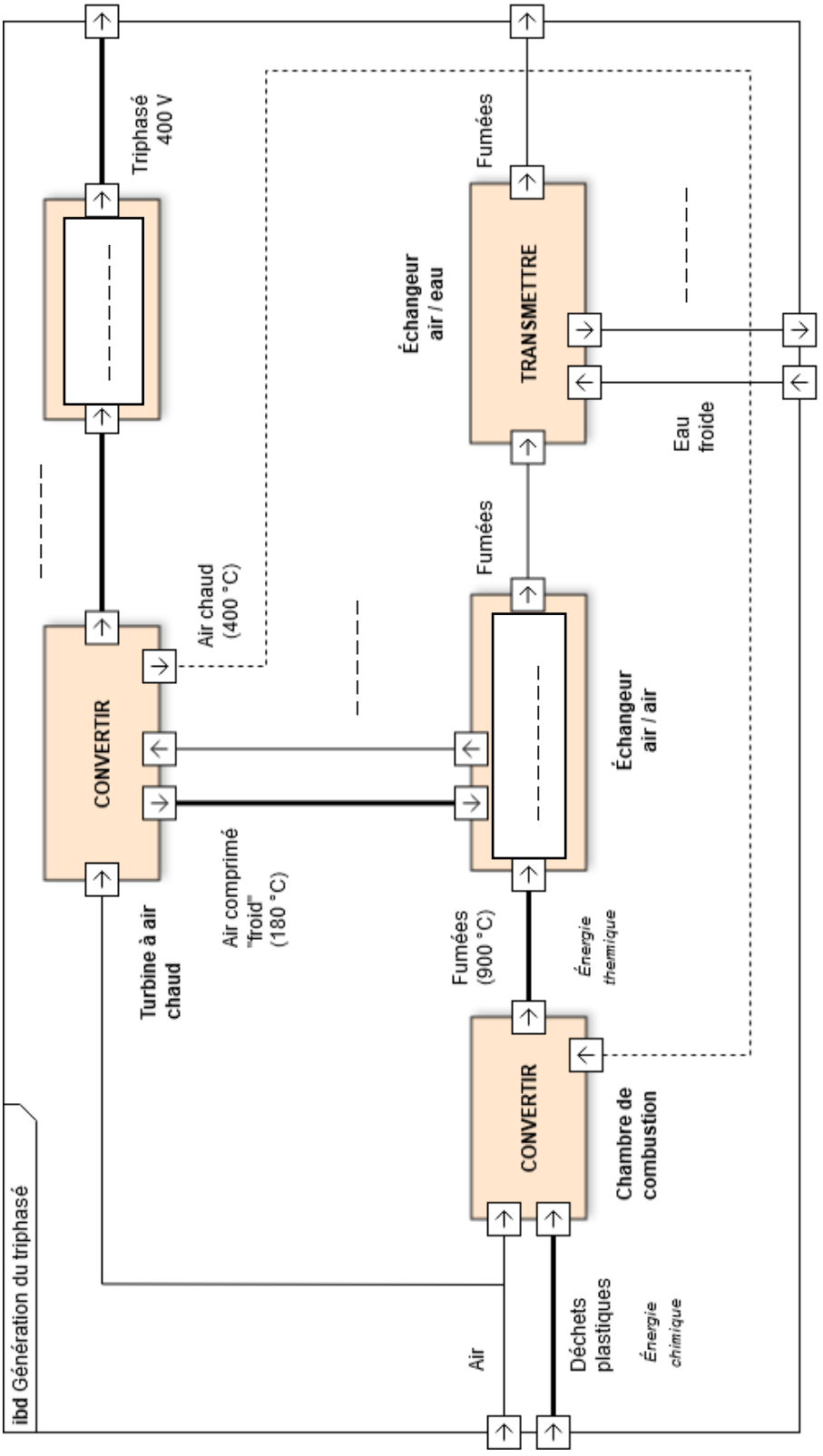
N° d'inscription :

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

Liberté · Égalité · Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2


ibd Génération du triphasé
Triphasé 400 V
Fumées
Échangeur air / eau
TRANSMETTRE
Eau froide
Fumées
Air chaud (400 °C)
CONVERTIR
Échangeur air / air
Air comprimé "froid" (180 °C)
Turbine à air chaud
Fumées (900 °C)
Énergie thermique
CONVERTIR
Chambre de combustion
Air
Déchets plastiques
Énergie chimique

Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM : *(en majuscules)*

N° candidat :

N° d'inscription :

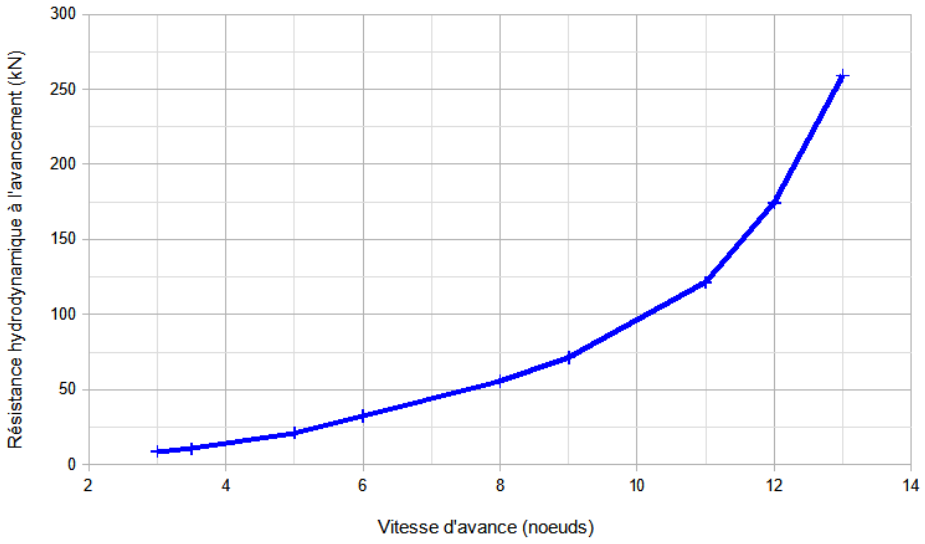
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté · Égalité · Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

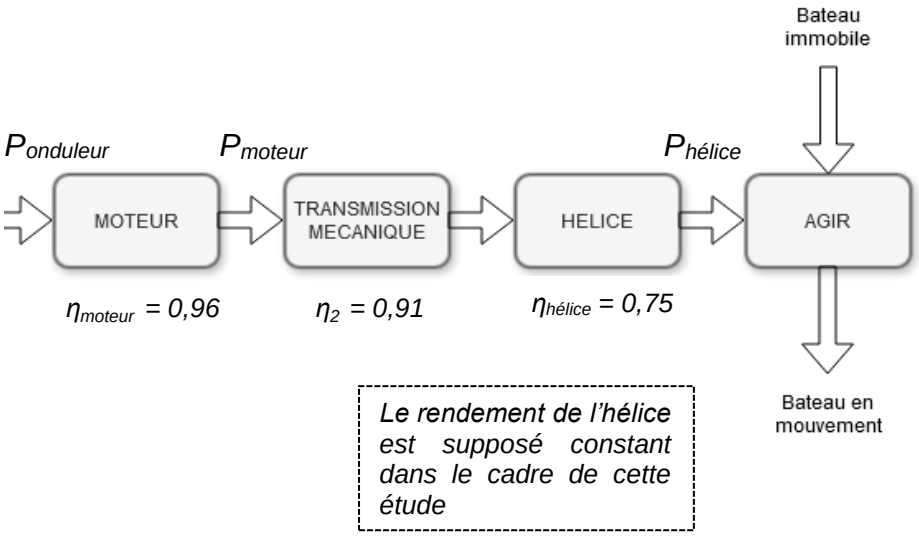
Né(e) le : / /

1.2

DRS3 – Résistance hydrodynamique à l'avancement



DRS4 – Chaîne de puissance pour un couple « moteur / hélice »



Le rendement de l'hélice est supposé constant dans le cadre de cette étude

Puissances impliquées (kW)	
$P_{hélice}$	*113*
P_{moteur}	_ _ _ _
$P_{onduleur}$	_ _ _ _

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

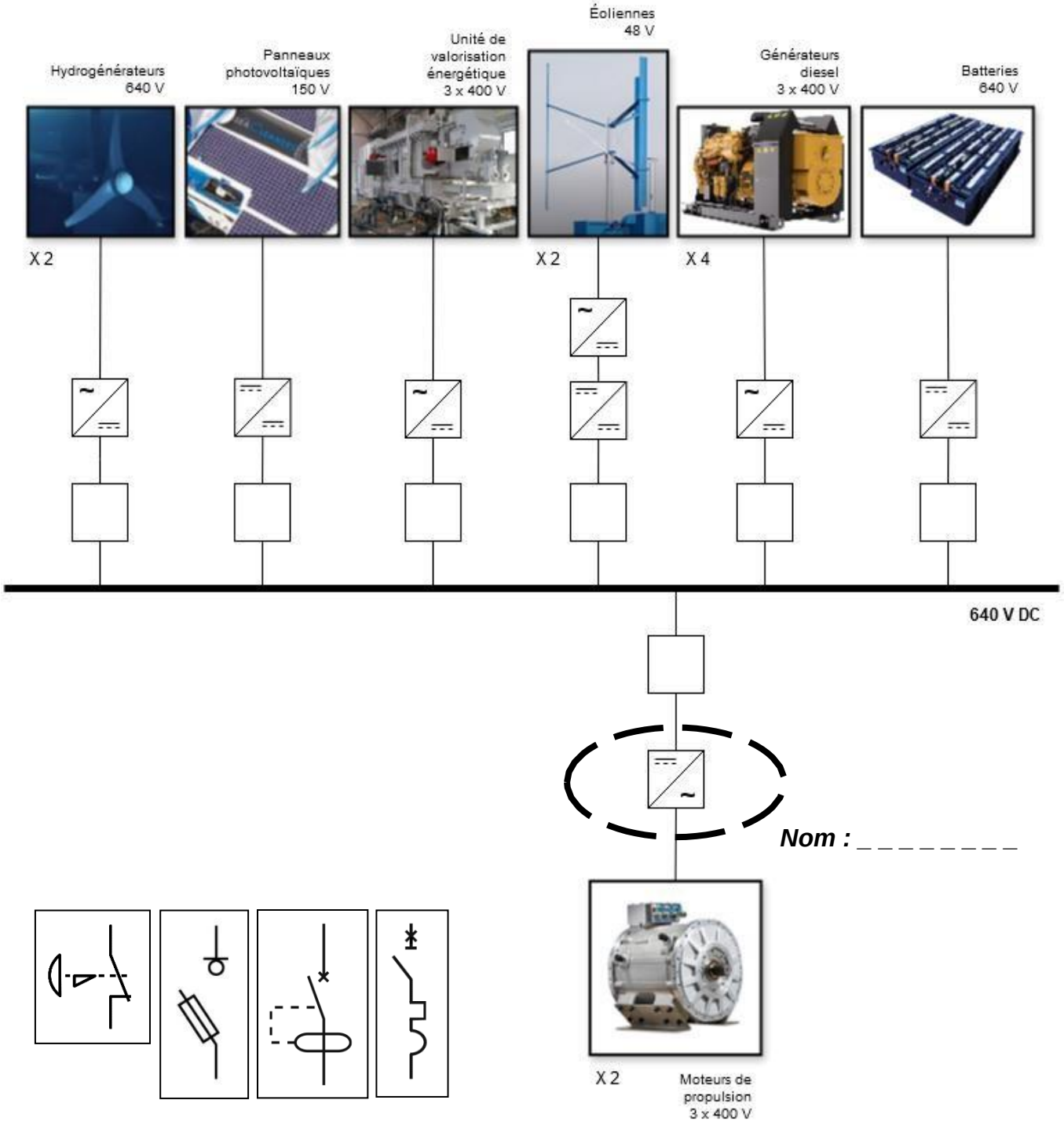
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté · Égalité · Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2

DRS5 – Synoptique de l'alimentation des moteurs



Nom du ou des constituants choisis :

_ _

_ _

_ _

Modèle CCYC : ©DNE

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

PRENOM : *(en majuscules)*

N° candidat :

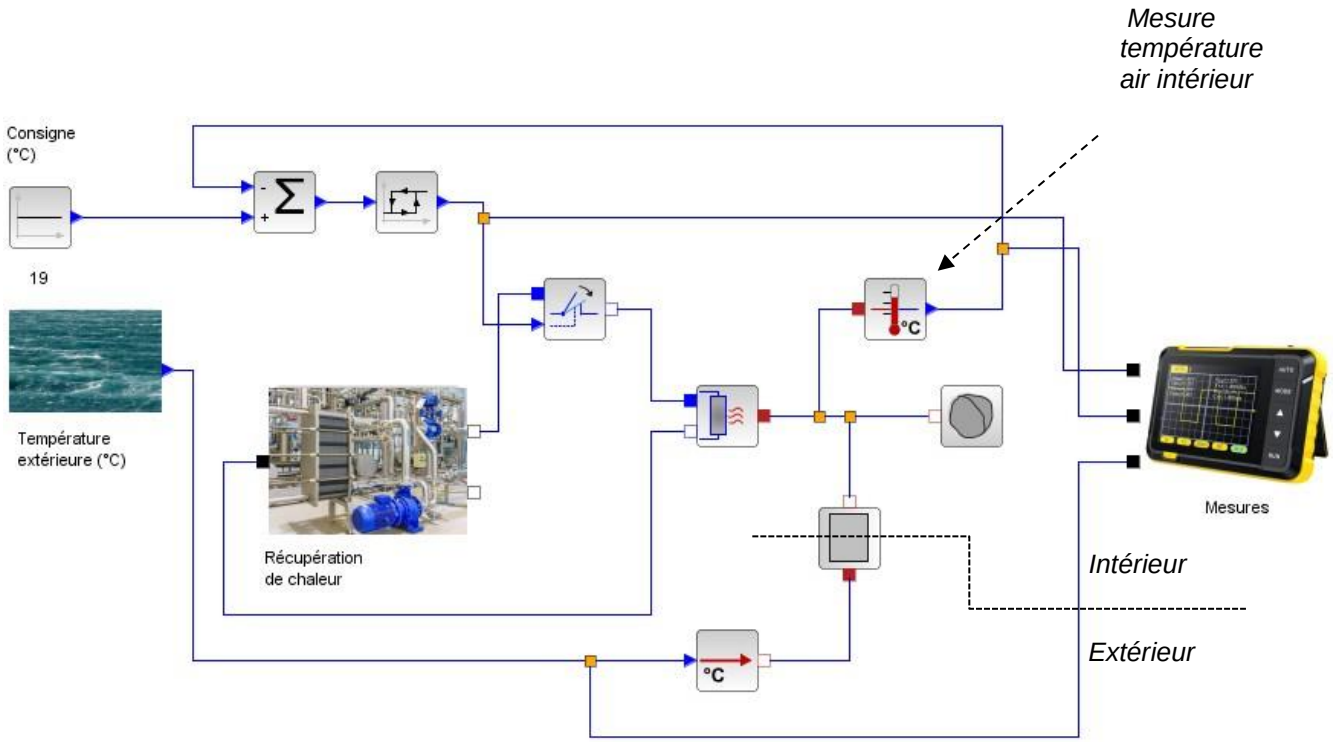
N° d'inscription :

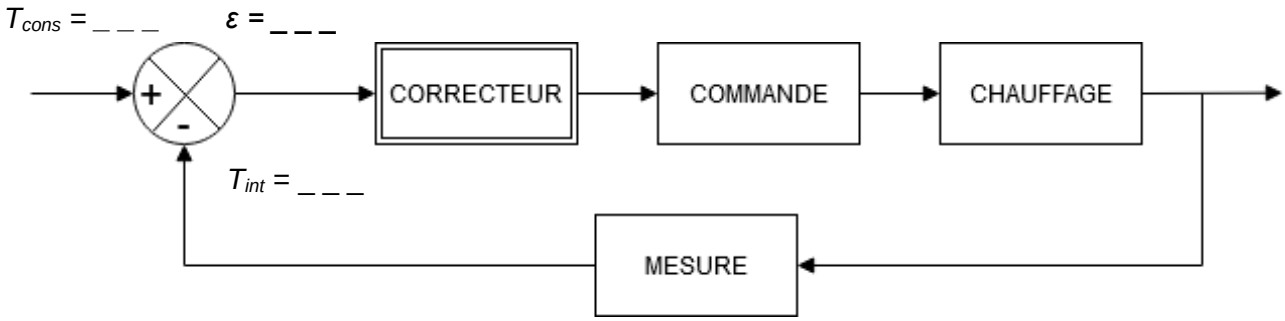
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.2


Mesure
température
air intérieur
Consigne
(°C)
19
Température
extérieure (°C)
Récupération
de chaleur
°C
Mesures
Intérieur
Extérieur


T_{cons} = _ _ _
ε = _ _ _
+
-
CORRECTEUR
COMMANDE
CHAUFFAGE
T_{int} = _ _ _
MESURE

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