

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

CORRIGÉ

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 collègue » est autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 18 pages numérotées de 1/18 à 18/18.

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



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

| | |
|-----------------------------------|--|
| Question 1.1 DT1 | <p>Arguments relevés sur le DT1</p> <p>Économique : un risque financier annuel de 670 milliards de dollars US pour les entreprises et les gouvernements</p> <ul style="list-style-type: none">• Coût de la pollution plastique, pour les industries du tourisme et de la pêche, estimé à 13 milliards d'euros• D'ici 2040, les déchets plastiques devraient présenter <p>Social :</p> <ul style="list-style-type: none">• Nous ingérons ou inhalons environ 121 000 microparticules de plastique chaque année, avec un impact sur notre santé encore• La pollution plastique met en péril l'accès à l'eau potable, le contrôle des nuisibles et des maladies <p>Environnemental :</p> <ul style="list-style-type: none">• Argument possible : La pollution plastique impact 3 800 espèces animales• Argument possible : La pollution plastique cause la mort de 1,5 millions d'animaux chaque année |
| Question 1.2 Mise en situation | <p>Quantité déversée sur la même période : La mise en situation donne un rejet de $17 \text{ t} \cdot \text{min}^{-1}$ Soit annuellement $17 \times 60 \times 24 \times 365 = 8\,935\,200 \text{ t}$</p> <p>Objectif annuel de collecte : jusqu'à 500 tonnes (mise en situation)</p> <p>L'objectif de collecte annuel représente donc $(500 / 8\,935\,200) \times 100 = 0,0056 \%$ des déchets déversés sur cette même période.</p> |
| Question 1.3 DT2 | <p>Les autres exigences fonctionnelles du Manta sont l'accueil du public et des scientifiques. Cela permet de réaliser de la prévention ainsi que des missions scientifiques d'étude.</p> |
| Question 1.4 | <p>En elle-même, la collecte seule a un impact négligeable sur la dépollution des océans (0,006 %). Il est donc primordial que le Manta soit aussi un outil de communication, de prévention à destination du public et de réalisation de missions scientifiques.</p> |

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

- Question 2.1 | Des tapis roulants inclinés
DT4 | Un système de collecte de surface équipé de filets
Une grue
Deux bateaux polyvalents de dépollution appelés Mobula
- Question 2.2 | $V_c = 2,5 \text{ nœuds} = 2,5 \times 1,857 = 4,64 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$
DT3 | $S_R = L_m \times V_c = 4,64 \times 0,058 = 0,269 \text{ km}^2\cdot\text{h}^{-1}$
- Question 2.3 | $M = \sigma_d \times S_R \times \Delta t_c$
DT4 | $M_h = 250 \times 0,269 \times 1 = 67,3 \text{ kg}$
 $M_j = M_h \times 20 = 1345 \text{ kg}$ soit 1,345 t
- Question 2.4 | Relevé sur le DR1 : 1,75 tonnes
DR1 | L'unité de conversion a la capacité de traiter les déchets plastiques récoltés sur une journée puisque $1,75 \text{ t} > 1,70 \text{ t}$
- Question 2.5 | $M_{\text{tot}} = 300 \times 1,70 = 510 \text{ t}$
DT4 | La capacité de traitement des 500 tonnes de déchets par an est donc bien respectée ($510 \text{ t} > 500 \text{ t}$)

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

- Question 3.1 | $110 \times 6 = 660 \text{ kW}$
DT5
- Question 3.2 | $660 \times 21 = 13\,860 \text{ kW}\cdot\text{h}$
DT3
- Question 3.3 | Réponses sur le DR2
- Question 3.4 | Réponses sur le DR2

Question 3.5 | Réponses sur le DR2

Question 3.6 | $Cons_{fioul} = E_{gl} \times Cons_{moy} \times C_{fioul}$

110 MW·h → $E_{gl} = 110\,000 \text{ kW}\cdot\text{h}$

1000 €·t⁻¹ → $C_{fioul} = 0,001 \text{ €}\cdot\text{g}^{-1}$

$Cons_{fioul} = 110\,000 \times 215 \times 0,001 = 23\,650 \text{ €}$

Question 3.7 | $E_{emb} = 72 \text{ MW}\cdot\text{h}$
 $E_{gl} = 110 \text{ MW}\cdot\text{h}$

$(72 / 110) \times 100 = 65,5 \%$

Sur cette phase de transit, les équipements de production d'énergie embarqués couvrent 65,5 % des besoins énergétiques du bateau, ce qui comme annoncé, est bien compris entre 40 et 75 %.

Question 3.8 | $Montant = E_{gl} \times Cons_{moy} \times C_{fioul}$

72 MW·h → $E_{gl} = 72\,000 \text{ kW}\cdot\text{h}$

1 000 €/t → $C_{fioul} = 0,001 \text{ €}\cdot\text{g}^{-1}$

$Cons_{fioul} = 72\,000 \times 215 \times 0,001 = 15\,480 \text{ €}$

Question 3.9 | L'installation de ces équipements a un coût de 690 000 €, le temps de retour sur investissement sera donc : $690\,000 / 15\,480 = 45$ transits de 21 jours à 20 h·j⁻¹ → soit 936 jours → soit 2,56 années

La qualification du projet est annoncée « discutable » d'un point de vue économique en raison de son temps de retour sur investissement de 2,56 années.

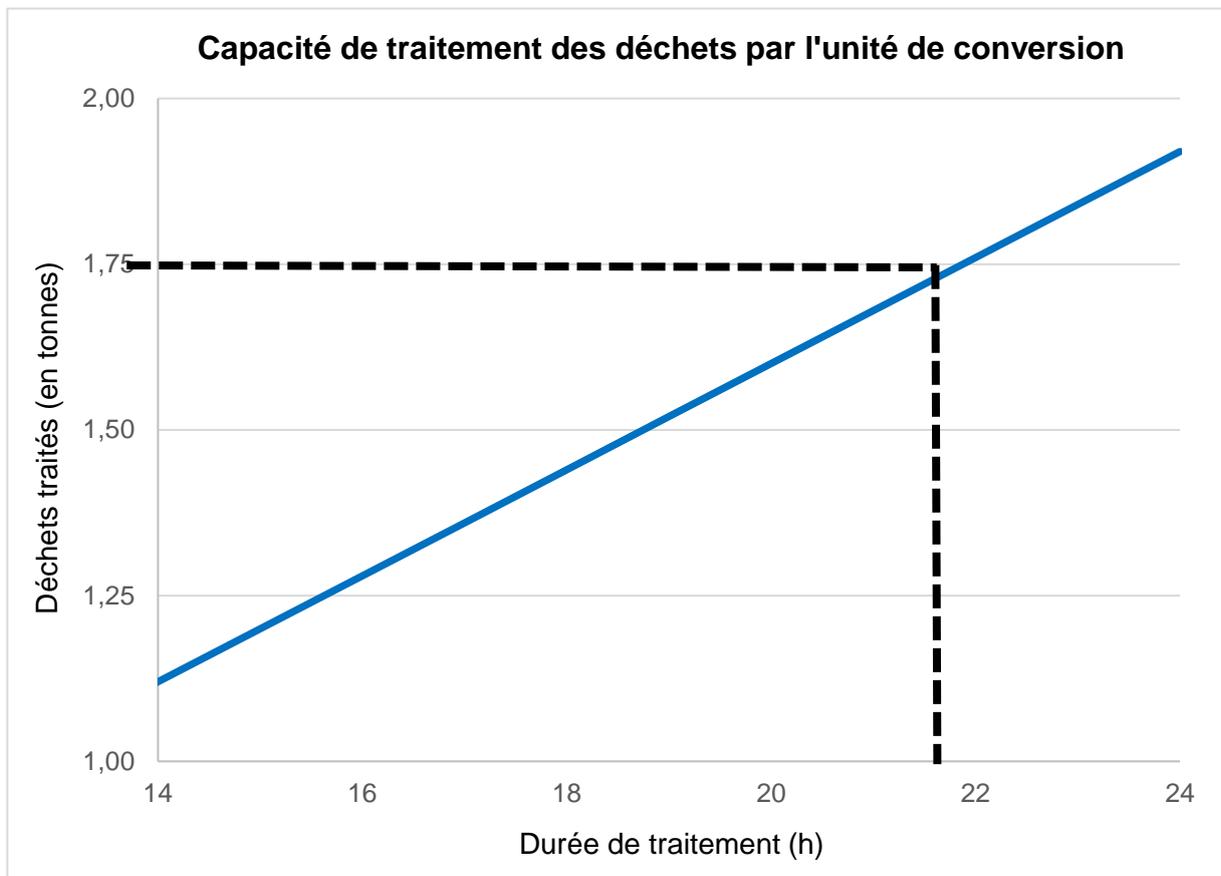
Partie 4 – Comment choisir les matériaux les plus adéquats pour la construction de la coque ?

Question 4.1 | Réponses sur le DR3

Question 4.2 | Réponse sur le DR3

CORRIGÉ

DR1 – Capacité de traitement des déchets



DR2 – Navigation à la voile lors d'un transit

| Équipement de production d'énergie embarqué | Puissance maximale disponible (kW) | Taux de disponibilité (%) | Puissance réellement disponible (kW) | Énergie produite durant le transit (kWh) |
|---|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--|
| Panneaux photovoltaïques | | | | $110 \times 6 \times 21 = 13\ 860$ |
| Éoliennes | $2 \times 6 = 12$ | 25 | $12 \times 0,25 = 3$ | $3 \times 20 \times 21 = 1\ 260$ |
| Hydro-générateurs | 160 | 83 | $160 \times 0,83 = 133$ | $133 \times 20 \times 21 = 55\ 860$ |
| Unité de valorisation des déchets | 57 | 0 | 0 | 0 |
| Énergie totale produite à bord | | | | $13\ 860 + 1\ 260 + 55\ 860 = 70\ 980$ |

DR3 – Comparaison de matériaux

| | Résistance aux chocs | Entretien | Capacité de charge | Recyclabilité | Masse | Total |
|----------------|----------------------|-----------|--------------------|---------------|-------|-------|
| Bois | -1 | -1 | -1 | +1 | +1 | -1 |
| Fibre de verre | -1 | -1 | -1 | -1 | +1 | -3 |
| Aluminium | -1 | -1 | -1 | +1 | +1 | -1 |
| Acier | -1 | +1 | +1 | +1 | -1 | +1 |

Matériau sélectionné : **Acier**

PARTIE SPÉCIFIQUE (8 points)

ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT

Le bateau nettoyeur des mers



Travail demandé

Partie A – Comment valoriser énergétiquement les déchets plastiques ?

| | |
|----------------------|---|
| Question A.1 DTS1 | <p>Relevé sur le DTS1 :</p> <ul style="list-style-type: none">• respecter les normes et réglementations ;• être certifié pour la navigation ;• produire le moins de résidus solides. <p>Le DRS1 indique que les poids les plus élevés sont accordés aux critères « Absence de résidus », « Sécurité à bord » et « Présence d'équipements déjà certifiés pour la navigation ». Ceci se justifie par le fait que ces trois critères sont associés aux trois exigences majeures du projet :</p> <ul style="list-style-type: none">• respecter les normes et réglementations : critère « Présence d'équipements déjà certifiés pour la navigation » ;• être certifié pour la navigation : critère « Sécurité à bord » ;• produire le moins de résidus solides : critère « Absence de résidus ». |
| Question A.2 DRS1 | <p>Réponses sur le DRS1</p> <p>Avec un total de 6,89, contre 5,4 pour la pyrolyse, c'est l'incinération propre qui s'impose comme la solution présentant le plus d'intérêt dans le cadre de ce projet.</p> |
| Question A.3 DRS2 | <p>Réponses sur le DRS2</p> |
| Question A.4 DTS2 | <p>Relevé sur le DTS2 :</p> <ul style="list-style-type: none">• $Q_D = 60 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$• Puissance thermique récupérable à $Q_D = 270 \text{ kW}$ |
| Question A.5 | <p>$Q = 120 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$, il faut $N = 3 \text{ t}\cdot\text{j}^{-1}$ $Q_D = 60 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$, il faut $N_D = (60 / 120) \times 3 = 1,5 \text{ t}\cdot\text{j}^{-1}$</p> <p>Cette valeur correspond à la quantité de déchets minimale qui sera recollectée par jour afin de produire la puissance électrique attendue.</p> |
| Question A.6 | <p>La solution technologique retenue permet d'atteindre les objectifs fixés, que ce soit en termes de respect des exigences (en insistant sur l'aspect « sécurité ») ou de production d'énergie (la puissance attendue sera bien produite dans les conditions de collecte prévues).</p> |

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

| | |
|--------------|--|
| Question B.1 | Point de fonctionnement des hélices du bateau sur le DRS4 : vitesse d'avance = 8 nœuds et résistance hydrodynamique à l'avancement = 55 kN (valeur approximative) |
| DTS3 | |
| DRS3 | |
| DRS4 | Pour vaincre la résistance hydrodynamique à l'avancement du Manta à la vitesse de 8 nœuds, F_p doit être égale à 55 kN. |
| | $P_{\text{hélices}} = 55 \times (14,8 \times 1\,000 / 3\,600) = 226 \text{ kW}$ |
| | $P_{\text{hélice}} = 226 / 2 = 113 \text{ kW}$ |
| | $P_{\text{moteur}} = 113 / (0,75 \times 0,91) = 165,6 \text{ kW}$ |
| | $P_{\text{onduleur}} = 113 / (0,96 \times 0,75 \times 0,91) = 172,5 \text{ kW}$ |
| Question B.2 | Par principe, les panneaux fonctionnent en continu et comme indiqué sur le DRS5, délivrent une tension de 150 V. Cette tension n'étant pas compatible avec celle du bus DC de 640 V. |
| DRS5 | |
| | Il convient donc d'utiliser un convertisseur DC/DC afin d'adapter le niveau de tension des panneaux à celui du bus. |
| | Nom du constituant sur le DRS5 |
| Question B.3 | Réponses sur le DRS5 |
| DRS5 | |
| Question B.4 | L'efficacité énergétique de la propulsion électrique du bateau peut donc être considérée comme performante en raison de la classe de rendement du moteur qualifiée IE3 ou rendement premium. |
| DTS3 | |

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

| | |
|--------------|--|
| Question C.1 | Identification des blocs sur DRS6 |
| DRS6 | |
| Question C.2 | Valeurs sur DRS6 |
| DTS4 | |
| DRS3 | Le DTS4 montre que le chauffage est soit activé (1), soit désactivé (0), justifiant qu'il s'agit bien d'une régulation Tout Ou Rien. |

Question C.3 | Sur une journée d'hiver ensoleillée, le cahier des charges est respecté :
température intérieure moyenne de 19 °C qui ne descend pas en dessous de 16 °C.

DTS4
DRS3

Partie D – Conclusion

Question D.1 | La gestion énergétique des usages du Manta est optimisée par les apports énergétiques de la valorisation des déchets, par l'efficacité énergétique de la chaîne de propulsion électrique du bateau et la régulation de chauffage des cabines.

CORRIGÉ

DRS1 – Choix de solutions pour la valorisation des déchets

| Exigence | Poids | Pyrolyse | Incinération propre |
|--|------------|------------------|---------------------|
| Critère de comparaison | | | |
| Économique | 10 | 6 | 7 |
| Dépenses d'exploitation | 10 | 6 | 7 |
| Environnemental | 30 | N_1 : 6 | N_3 : 6 |
| 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 : 6,89 |

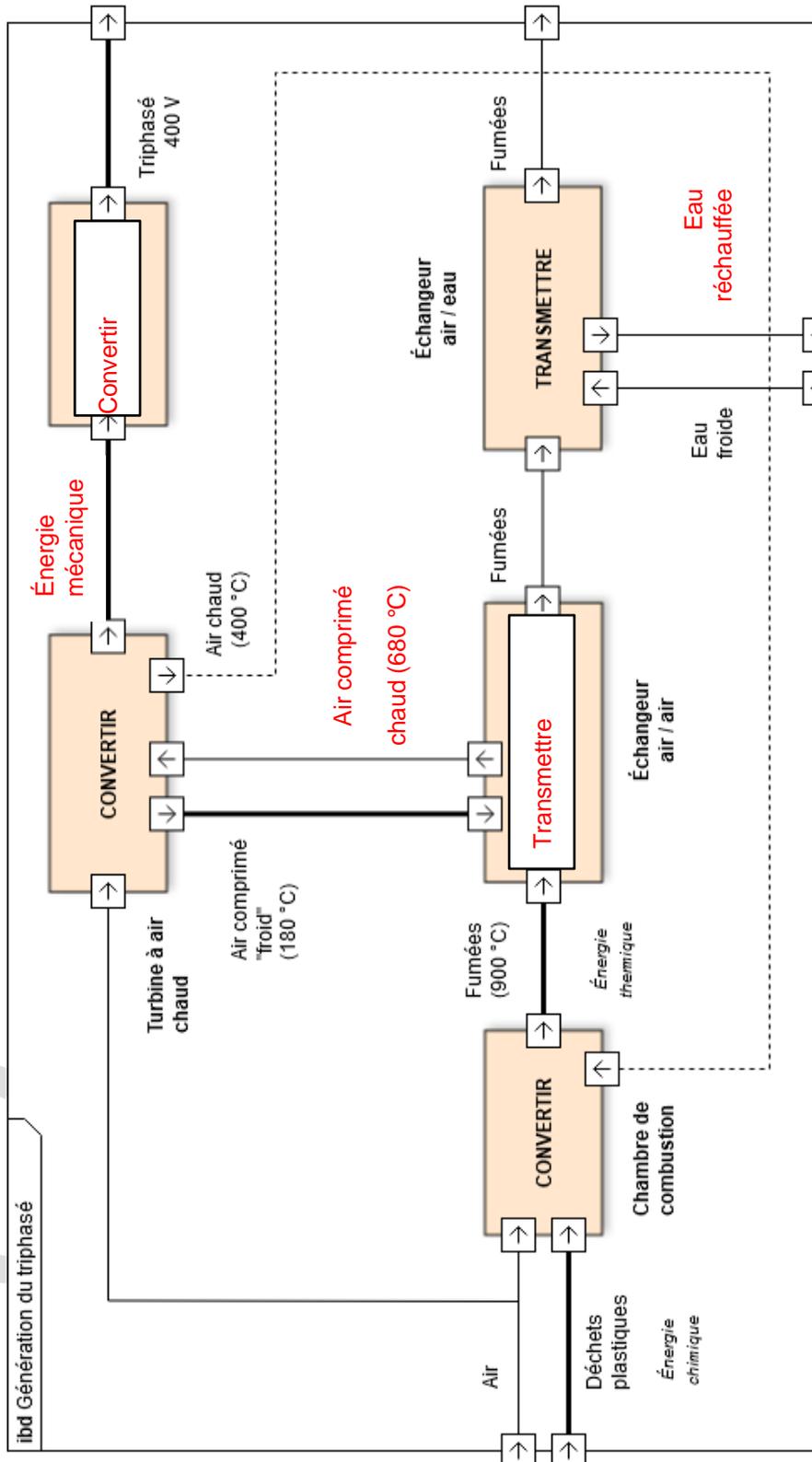
Exemples de calculs :

- Pour le niveau N_1, $(15 \times 3 + 10 \times 9 + 5 \times 9) / (15+10+5) = 6$;
- Pour le niveau N_2, $(10 \times 6 + 30 \times 6 + 25 \times 5,8 + 35 \times 4,4) / 100 = 5,4$.

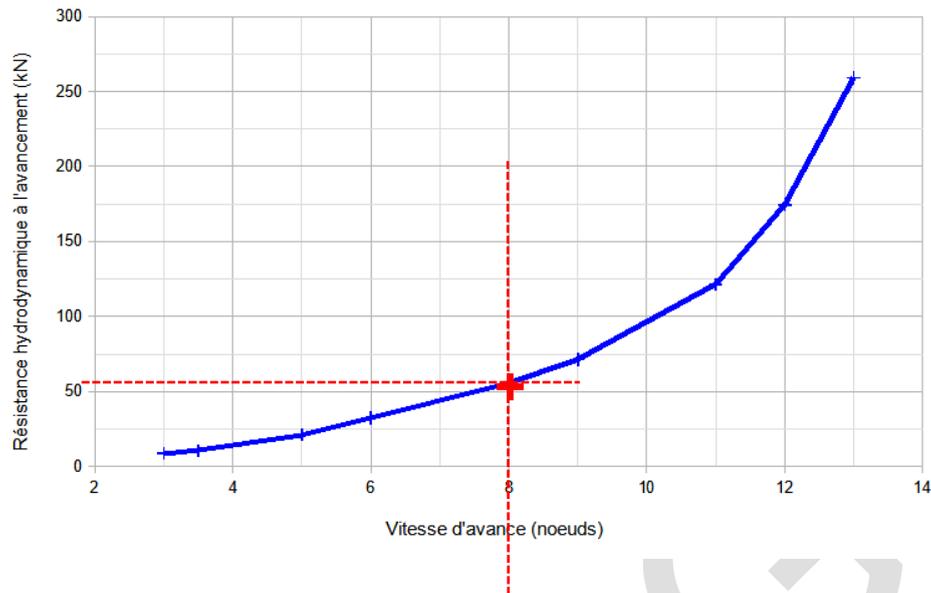
Détail du calcul pour le niveau N_3 : $(15 \times 9 + 10 \times 2 + 5 \times 5) / (15 + 10 + 5) = 6$

Détail du calcul pour le niveau N_4 : $(10 \times 7 + 30 \times 6 + 25 \times 7,2 + 35 \times 7,4) / 100 = 6,89$

DRS2 – Turbine à air chaud

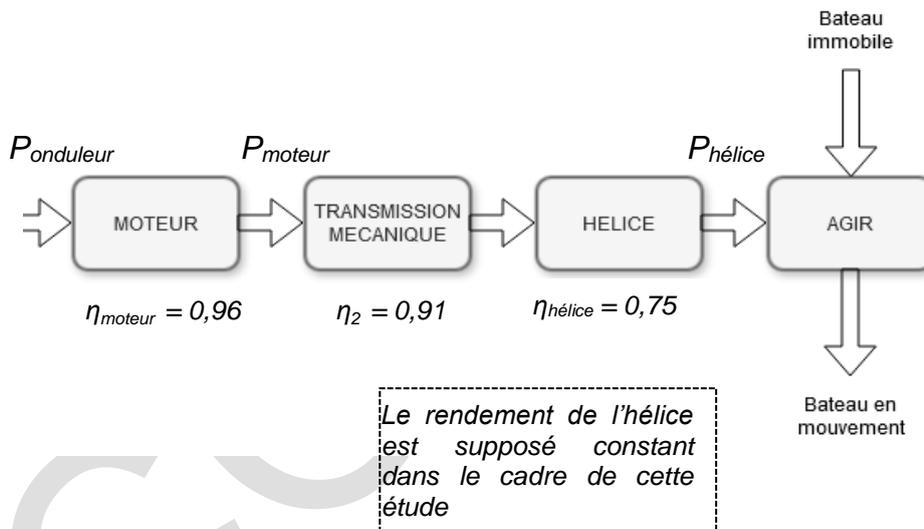


DRS3 – Résistance hydrodynamique à l'avancement



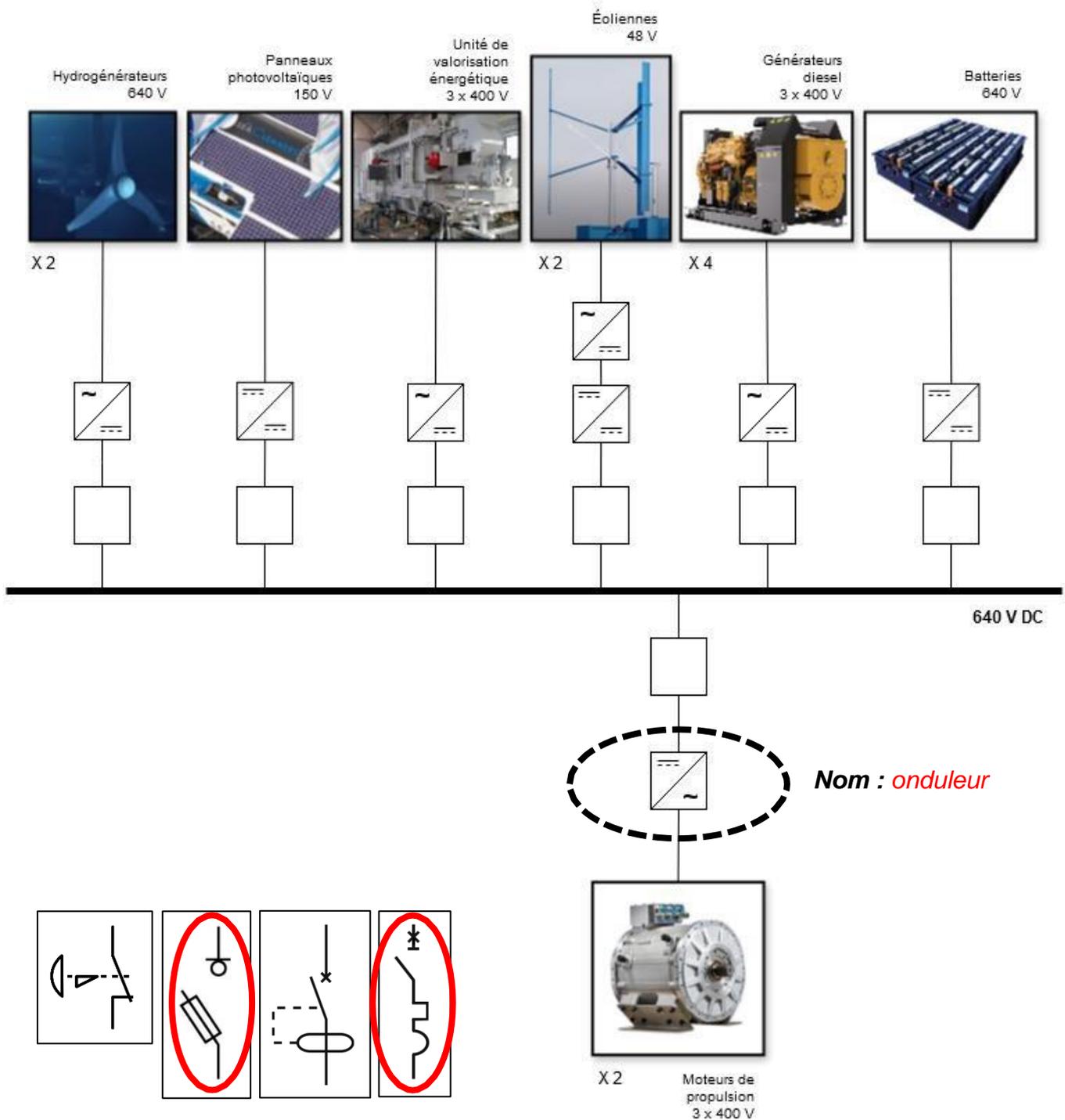
DRS4 – Efficacité énergétique de la chaîne de propulsion

Chaîne de puissance pour un couple « moteur / hélice » :



| Puissances mises en jeu | |
|-------------------------|----------|
| $P_{\text{hélice}}$ | 113 kW |
| P_{moteur} | 165,6 kW |
| P_{onduleur} | 172,5 kW |

DRS5 – Synoptique de l'alimentation des moteurs



Nom du ou des constituants choisis :

interrupteur sectionneur à fusibles ou disjoncteur magnétothermique

DRS6 – Simulation de chauffage

Mesure température air intérieur

