

Session 2013

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
Sciences et Technologies de l'Industrie et du
Développement Durable

ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX

Coefficient 8 – Durée 4 heures

Aucun document autorisé

Calculatrice autorisée

Ce sujet sera traité par les candidats se présentant pour la première fois
aux épreuves terminales du baccalauréat

Le tramway aérien de Rio de Janeiro

Corrigé

Corrigé**PARTIE 1****Question 1.1 : (DR1) :**

Piliers du développement durable	Arguments du dossier de presse
Ecologique	<i>Faible émission de CO2 Modèle de transport le – impactant écologiquement Rapport émission de polluant/Nb de passagers faible Impact réduit au sol</i>
Social	<i>Rapide et efficace Désenclavement Au plus près des foyers d'habitation Impact réduit au sol Disponibilité maximum Temps de transport (17minutes) Création de services publics dans les gares</i>
Economique	<i>Fiable Impact réduit au sol Désenclavement Création d'emplois</i>

Question 1.2 :

L'utilisation de cabine déjà en service ailleurs sur des installations similaires permet de réduire les coûts de conception, de tests et d'essais. La gestion des stocks de pièces détachées est simplifiée de même que la maintenance (procédure, formation de personnel...). Le niveau de fiabilité de l'installation s'en trouve augmenté.

Matériels réutilisables.

Savoir faire acquis donc une réactivité par rapport aux appels d'offres.

Question 1.3 :

Le verre étant la référence sur les graphiques on constate qu'il est globalement moins impactant écologiquement que le polycarbonate : moindre consommation énergétique et empreinte carbone sur l'approvisionnement du matériau (valeurs les plus importantes). Un projet écologique pourrait supposer ce choix de matériau mais le surpoids engendré par un vitrage en verre (verre : 99 kg, poly : 32 kg) est préjudiciable pour le dimensionnement et la consommation énergétique globale de l'installation. De plus la résistance thermique de 4 mm de vitrage en polycarbonate est 2,5 fois plus importante que celle d'un vitrage de 6 mm en verre.

Question 1.4 :

Période entre deux cabines

$$T_c = D_c / V_{c/sol} = 59 / 5 = \mathbf{11,8 \text{ s}}$$

Nombre de cabine par heure :

$$N_c = 3600 \text{ s} / T_c = 3600 / 11,8 = \mathbf{305 \text{ cabines / heure}}$$

Débit de passagers :

$$Q_p = N_c \times K_p = 304,4 \times 10 = \mathbf{3050 \text{ personnes / heure}}$$

3050 > 3000 annoncées dans le cahier des charges

Question 1.5 :

2 moteurs montées sur le même axe (en tandem)

Question 1.6 :

Dans les fortes puissances les moteurs coûtent chers, mieux vaudrait installer 2 moteurs de puissance plus faibles qu'un seul moteur de puissance double.

Question 1.7 : $C_p = (\vec{F}(4b \rightarrow 3) + \vec{F}(2b \rightarrow 3) - \vec{F}(4a \rightarrow 3) + \vec{F}(2a \rightarrow 3)) \times D / 2 = (615 + 525 - 502 - 428) \times 4,4 / 2 = 210 \times 4,4 / 2 = 462 \text{ kNm}$

Question 1.8 : $P_p = C_p \times \omega_{p/sol} = 462\,000 \times 2,27 = 1\,048\,740 \text{ W} = 1\,048,7 \text{ kW}$

Question 1.9 : $P_m = P_p / (\eta_r \times \eta_p) = 1\,048\,740 / (0,965 \times 0,98) = 1109 \text{ kW}$
 Chaque moteur doit délivrer : $P_{1m} = P_m / 2 = 1109 / 2 = 554 \text{ kW}$

Question 1.10 $T_f = \text{Durée d'exploitation} \times \text{Taux de durée}$

Question 1.11

Nombre de passagers = débit max \times Taux du débit \times Durée d'exploitation \times Taux de durée

Question 1.12 Puissance = Taux de durée \times Puissance max

Question 1.13

Energie = Puissance \times Taux de durée \times Durée d'exploitation

	Question 1.10	Question 1.11	Question 1.12	Question 1.13
Taux du débit de passagers	Temps de fonctionnement sur l'année	Nombre de passagers transportés en un an	Puissance consommée	Energie
en %	en heure		en kWh	en MWh
100	2190	13 140 000	1300	2847,0
80	2190	10 512 000	1196	2619,2
60	2190	7 884 000	1105	2420,0
30	730	1 314 000	1014	740,2
Total	7300	32 850 000		8626,4

Question 1.14 : $5\,100\,000 / 8626,4 = 591$

Le tramway aérien consomme 591 fois moins que le mini van

Question 1.15 : Les trois critères à respecter :

Le coût de l'énergie : ici on constate que l'utilisation du tramway aérien fait baisser la consommation énergétique de 591 fois par rapport au transport actuel par mini van. Même si le type d'énergie n'est pas le même, une si forte baisse engendrera forcément un coût d'utilisation moindre.

L'impact environnemental semble être largement diminué. Moins de bruit, moins d'odeur, moins de CO2 sont en faveur de ce type de transport. Reste l'impact visuel qui peut être ressenti différemment suivant les personnes.

Le service rendu : avec un désenclavement de quartiers « oubliés », une disponibilité permanente, un temps de trajet divisé par 6, un débit de passager vérifié important et des services de proximité regroupés on peut dire que ce mode de transport offre un service qui répond au besoin de la population.

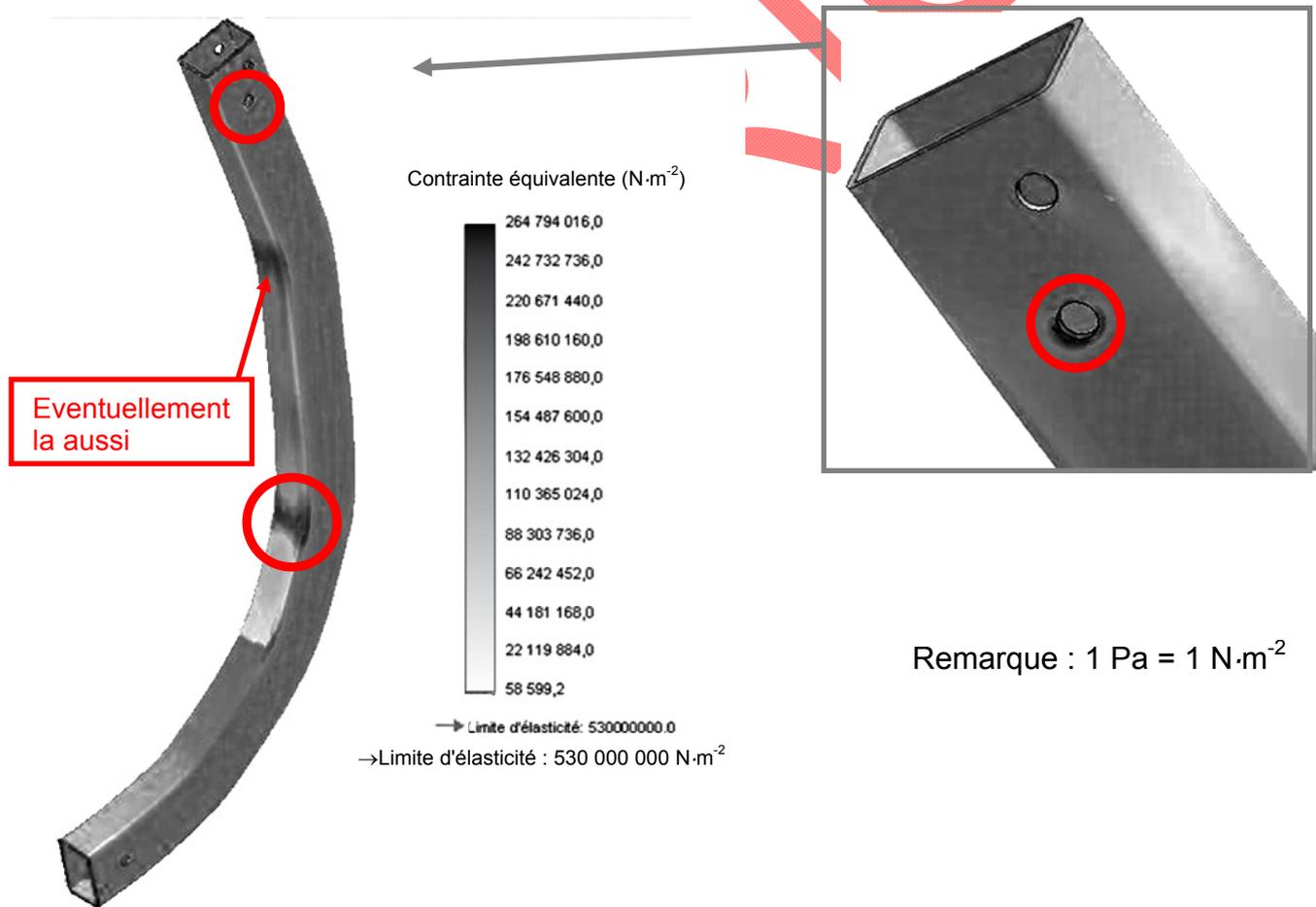
Le tramway aérien de Rio répond bien aux trois critères énoncés dans la problématique.

Question 1.16 :

$\{T_{\text{cabine} \rightarrow \text{suspente}}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -14911 \text{ N} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(x,y,z)}$	<p>Action mécanique de la pesanteur verticale vers le bas donc sur -Y</p> $P = M \cdot g = ((776-30-26) + (10 \times 80)) \times 9.81 = 14911 \text{ N}$ <p>(poids de la cabine sans la pince et la suspente + poids de 10 passagers)</p>
$\{T_{\text{pince} \rightarrow \text{suspente}}\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 14911 \text{ N} & 0 \\ 0 & 6710 \text{ Nm} \end{Bmatrix}_{(x,y,z)}$	<p>PFS : $\{T_{\text{cabine} \rightarrow \text{suspente}}\} + \{T_{\text{pince} \rightarrow \text{suspente}}\} = \{0\}$</p> <p>Résultantes égales et opposées</p> <p>Equation des moments sur z :</p> $M_B (\text{cabine} \rightarrow \text{suspente}) + M_B (\text{pince} \rightarrow \text{suspente}) = 0$ $M_B (\text{pince} \rightarrow \text{suspente}) = 14911 \times 0,45 = 6710 \text{ Nm}$ <p>Le calcul n'est pas forcément attendu mais plutôt une justification sur la présence d'un moment d'encastrement pour qu'il y ait équilibre.</p>

Question 1.17 : Contrainte = 264,8 Mpa
 Flèche = 14,48 mm

Question 1.18 (DR2) :
 Représentation des contraintes mécaniques



Question 1.19 : Limite élastique du matériau = 530 Mpa
 Cs = Limite élastique du matériau / Contrainte = 530 / 264,8 = 2

Question 1.20**Coefficient de sécurité : s avec $2 \leq s < 3$**

Fonctionnement usuel avec légers chocs et surcharges modérées : cabine suspendu mais légers chocs au passage de chaque pylône et arrivée en gare.
 Matériau testé et connu (moyennement ?) : acier
 Contraintes dans la structure assez bien connues : modèle comportementale assez fiable.

Charges exercées moyennement connues : poids à transporter et légers efforts dynamiques dû au balancement (vent) et éventuellement déplacement de personnes dans la cabine.

Donc le choix d'un coefficient de sécurité de 2 est judicieux.

Question 1.21

Voir DR 3

Question 1.22

Nombre d'informations : $121 \cdot (60/0,5 + 1)$

Il faut donc utiliser un codage sur 128 valeurs donc sur 7 bits ($2^7=128$)

Question 1.23

$27 = (0011011)_2$

Voir DT 7

Question 1.24

Voir DT 7

Le téléphérique fonctionne de 6 h à 23 h. Il démarre à la vitesse V_1 , si le vent est inférieur à 20 m.s^{-1} et, la vitesse du téléphérique augmente à V_2 puis V_3 . Si la vitesse du vent est comprise entre 20 et 27 m.s^{-1} la vitesse du téléphérique est V_2 . En cas de défaillance ou de vent supérieur à 32 m.s^{-1} ou d'arrêt, le téléphérique est évacué et ensuite arrêté.

Question 1.25

Les deux points étudiés, d'une part le dimensionnement de la suspenste de la cabine et d'autre part la gestion de la vitesse (ou l'arrêt) des cabines en fonction du vent, permettent de contribuer aux exigences sécuritaires du tramway aérien de Rio.

PARTIE 2**Question 2.1**

Voir DR 4

Question 2.2

Voir DT 8

①-La température est constante $20 \text{ }^\circ\text{C}$ de 22 h à 8 h elle augmente fortement jusqu'à 12 h, se maintient à $40 \text{ }^\circ\text{C}$ jusqu'à 15 h pour diminuer doucement jusqu'à 22 h.

②-La température de l'air entrant est constante 25°C , l'air est climatisé.

③-Les pertes sont nulles de 23 h à 6 h et sont maximales (11 kW) lors du fonctionnement du métro câble

④-La surface des murs et du plafond est de 146 m^2 et la résistivité est uniforme sur cette surface ($3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{W}^{-1}$)

Question 2.3

① La valeur maximale est une valeur proche du record de chaleur et elle est très supérieure aux températures maximales moyennes. C'est donc un cas défavorable. On aurait pu choisir $44 \text{ }^\circ\text{C}$. La variation de la température est très simplifiée.

② La température est régulée par le groupe de climatisation. La température va varier en fonction de la réactivité de la régulation.

③ Les pertes sont maximales, elles dépendent de la charge des moteurs qui n'est

pas constante. On est dans le cas le plus défavorable.

④ Tous les murs n'ont pas un comportement homogène. On ne prend pas en compte le plancher, les ouvertures, l'orientation par rapport au soleil.

Question 2.4

Voir DT 9 et DT 10

Les cas 0,37 et 0,25 kW ne permettent pas de respecter la température maximale de 30 °C.

Le cas 1,1 kW semble surdimensionné et engendre une surconsommation.

Le cas 0,55 kW permet de respecter le cahier des charges dans les conditions réelles de fonctionnement, on peut estimer que les pointes de températures sont isolées et ne justifient pas une puissance supérieure.

Question 2.5

$$e = R \cdot \lambda$$

$$e = 3 \times 0,039$$

$$e = 0,117 \text{ m}$$

panneaux rigides					comportement incendie	perméabilité à la vapeur d'eau	prix	total		
	liège expansé	0.042	5	5	2	3	4	4	1	7
	laine de bois	0.045	5	4	2	3	5	5	2	9
	laine de cellulose	0.041	5	4	2	3	5	5	2	9
	laine minérale	0.039	5	3	4	2	1	1	5	9
rouleaux	laine de cellulose	0.039	5	4	2	3	5	5	3	10
	laine de chanvre	0.04	5	4	2	3	5	4	2	9
	laine de coton	0.04	5	4	2	3	5	4	1	8
	laine de mouton	0.039	5	4	2	3	4	5	2	8
	laine de coco	0.048	4	4	2	3	4	4	2	8
	laine minérale	0.039	5	2	3	2	1	1	5	9

Légende : 5 : très performant, 1 : très peu performant

Question 2.6

Volume du local = surface x hauteur

Volume du local = 22 x 6,60

Volume du local = 145,2 m³

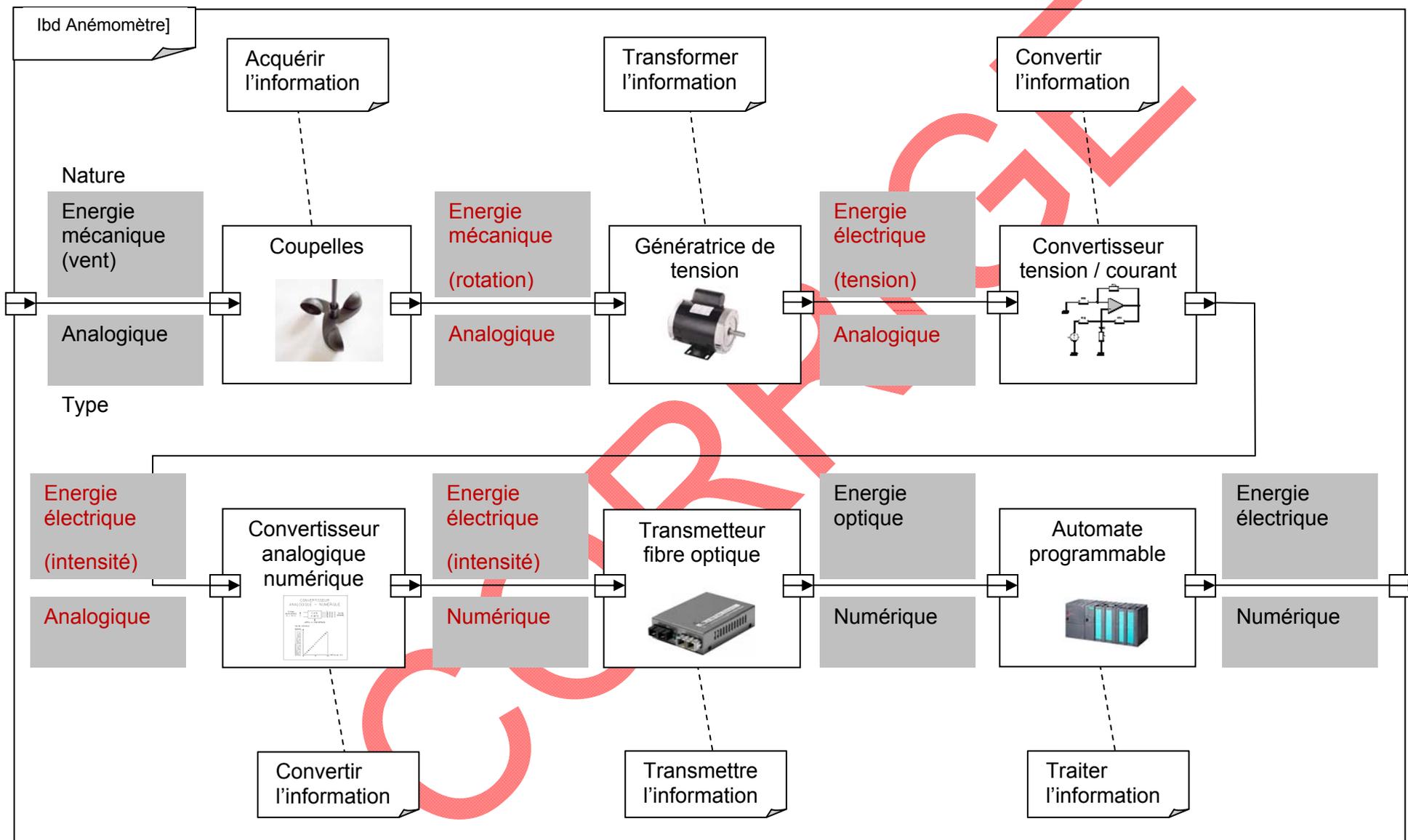
Puissance consommée par la climatisation =
volume du local x consommation par m³

Puissance consommée par la climatisation = 145,2 x 40

Puissance consommée par la climatisation = 5808 W

Cette valeur est très supérieure aux 0,55 kW nécessaire au ventilateur, les résultats du fonctionnement sur 1 an sont conformes au cahier des charges, la température du local n'a pas dépassé 30 °. Cependant les températures maximales de l'air ambiant n'ont pas été atteintes. Il convient de poursuivre la période d'observation.

Document réponse DR3 :



Document réponse DR4 :

Plan du local technique

