# Partie 1:

**1.1.** Pour réponse à cette question sur le DR1, il est utile au préalable de faire une analyse avec un crayon en entourant les mots ou phrases de façon à distinguer les arguments dans les 3 catégories demandée.

Au final, compléter le doc DR1 n'est plus qu'un travail de recopie.

### Document technique DT1:

Extrait du dossier de presse ayant servi à la présentation du projet lors de

écologique social économique

Une première mondiale pour POMA à Rio de Janeiro

Rio de Janeiro est la ville du Camaval et de la diversité culturelle C'est dans cette mégapole de 6 millions d'habitants que le groupe POMA, leuder des transports par câble, a Imaginé et construit un equipement unique au monde par sa complexité et son excellence technique. Au-délà des linnovations mises en œuvrej c'est aussi la plus longue télécabine urbaine (3,4 km), reliant Alemão (quartiers nord e fivo) au centre de la ville a Après Medellin, Table et New York, c'est à Rio de Janeiro que POMA a réalisé une solution de transport à très faible émission de CO2, rapide, effique et faible.

Lo tramway aerien de Rio s'inscrif dans la réflexion sur le développement durable dans les transports urbains [Le choix de la fechnologie de tramway aérien POMA est ideal car est le mode de transport le moins impactant écologiquement\_le rafio émissions polluantes / nombre de passagers transportés est le meilleur qui soit. Avec le transport aérien par câble, Rio de Janeiro a

passegue dunna solution d'avenir.

Avant, les 300 000 habitants des quartiers du Complexo do Alemão étalent quasi enclavés en reison d'un reise fen collines et d'une densité tels qu'un vrai réseau de déplacement terrestre n'a jamais pu s'y développer. Le solution des airs proposée par le tramway aérien de POMA offre ainsi la réponse la plus adaptée à cette problématique.

### Caractéristiques techniques

Le tramway aérian de 160 ac caractérise par un tracé audacieux et technique présentant des angles jusqu'à 80° dans chaque gare, pour deseorir su plue prés les foyers d'habitation tout en ayant trajet direct de gare en gare. C'est aussi un impact réduit au sol qui se limite aux gares et pylônes. Il n'y a pas de tranchée ni de séparation comme le nécessitant la route ou la rail. Le transport par câble posséde un niveau de l'abitité et de disponibilité maximum, prothe de 100 %

Localisation et contexte socio-économique du Complexo do Alemão

Le Complexo do Alemão est un ensemble de quartiers implantés sur les collines du nord de Rio de Janeiro. Ce site urbain, très dense, présente un relief accidenté pour lequel le transport par càble s'impose lout naturellement comme ja meilleure solution en termes de mobilité urbaine

Le comeston su réseau terroritaire pérurbain s'avérait difficille, un vral problème pour les habitants, d'une mégalopois comme Rio de Janeiro. Bosomais il est possible de traverser les quadiers d'une pour les commes de la gare intermodale Bonsucesso en seulement 17 minutes, contre plus de la comme pour les commes auparavant. Faco à ces enjeux de mobilité, la réponse de POMA est d'apporter une solution lachinologique innovante et efficace pour désenciaver cette partie nord de la ville. Ce tramey aérier est la pierre angulaire d'un développement unbain et social, aver des gares abritant des espaces de sorvice public (bureau des activités culturalles, bibliothèque, services administratifs des cartes gréesse et permis de conduire, services bancaires, bureau d'assistance sociale et juridique). La décoration de ces bâtiments a été réalisée par des artistes brésillens comme Poumes Rittle Effuardic Kohra. Effante Mineria.

Solution déjà éprouvée avec succès dans d'autres grandes villes, le transport aérien par câble) fait vivre une véritable révolution à Rio de Janeiro, une ville résolument tournée vers l'avenir.

- **1.2.** Du point de vue de la compétitivité (*reformuler l'énoncé*), en 1<sup>ère</sup> analyse, reprendre une cabine déjà existante évite le surcoût induit par la phase étude/conception, mais surtout évite les conséquences économiques des problèmes de fiabilité et de mise au pont inérant à un matériel destiné à évoluer dans des conditions de service difficiles.
- **1.3.**  $\underline{\mathbf{1}}^{\mathrm{er}}$  **constat**: Le polycarbonate est + impactant que le verre sur les critères  $[\mathcal{CO}_2$ , Approvisionnement],  $[\mathcal{CO}_2$ , Fabrication], [Energie, Approvisionnement], [Energie, Fabrication], ; par contre le verre est plus impactant en  $[\mathcal{CO}_2$ , Fin de vie] : les critères d'impact environnementaux sont largement en faveur du verre, le constructeur a cependant choisi le polycaronate.

<u>2ème constat</u>: L'unité fonctionnelle est ainsi définie dans l'énoncé (avant la question) : « assurer 1 m² de cloison transparente résistant en tout point à un effort normal de 1200 N ».

<u>3 ème constat</u>: Le polycarbonate est 2 fois plus résistant que le verre, et la transparence est jugée très bonne ; de surcroit il est 2 x + léger.

<u>Conclusion</u>: Pour répondre au critère fonctionnel de résistance le constructeur a du choisir le polycarbonate malgré son impact environnemental globalement plus mauvais que celui du verre. Par ailleurs sa masse volumique 2 fois moindre aura directement une conséquence positive sur l'impact en terme d'énergie consommée.

1.4.

### → Calculer le débit de passager Qp en passagers/heures

1 cabine tout les 59m

1 cabine → 59m or les 59m sont parourus à la vitesse de V=5m/s,

Soit V = 
$$\frac{d}{t} \leftrightarrow$$
 t =  $\frac{d}{v} = \frac{59}{5} = 11.8 \text{ s}$ 

Donc 1 cabine → 11,8 s or il ya 10 passagers/cabine

1 s 
$$\rightarrow \frac{10}{11.8}$$
 = 0,847 passagers

$$3600 \text{ s} \rightarrow 3600 \text{ x 0,847} = 3050,8 \text{ passagers/heures}$$

→ Comparer avec la valeur annoncée par le constructeur :

#### (reformuler la valeur et la question)

La valeur annoncée par le constructeur est de 3000 passagers/heure.

#### (Compare

donc la valeur du constucteur est < à celle calculée.

#### (Conclure)

donc le constructeur n'a pas « exagéré » son chiffre.

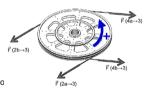
- **1.5.** La particularité de la motorisation choisie est qu'elle est constituée par, non pas un, mais deux moteurs électriques, dont les puissances pourront s'additionner.
- **1.6.** Dans la plage de puissance 0 à 800kW, l'évolution du prix d'un moteur en fonction de sa puissance varie beaucoup moins qu'au-delà de 800kW.

1.7.

### → Expression littérale de Cp :

Choisir un sens conventionnel +

Couple = Moment or un Moment = force x bras de levier ici le bras de levier est le Rayon de la po



Cp =Somme des Moments

$$Cp = + F_{(2b\to 3)}.R_p - F_{(2a\to 3)}.R_p + F_{(4b\to 3)}.R_p - F_{(4a\to 3)}.R_p$$

Cp = 
$$(+F_{(2b\to3)} - F_{(2a\to3)} + F_{(4b\to3)} - F_{(4a\to3)})$$
.  $R_p$ 

→ Effectuer l'AN

Cp = 
$$(525 - 428 + 615 - 502)$$
. 1000 .  $\frac{4,4}{2} = 462000$  Nm

1.8.

→ Expression de la puissance au niveau de la poulie Pp =f(Cp, ωp)



En fait il faut considérer que la puissance à la poulie est affectée par la rendement du système poulie/cable (notamment par le phénomène de glissement) est donc que par rapport au couple Cp calculé précédemment, la puissance nécessaire à la poulie doit être augmentée du rendement  $\eta_P$ 

Et donc 
$$Pp = \frac{Cp \cdot \omega}{m}$$

Amplicaton numérique

$$Pp = \frac{462000 \cdot 2,27}{0.98} = 1070 \text{ kW}$$

1.9.

# → Expression de Pm :

 $Pm = \frac{Pc}{n_p}$ 

### → Application numérique :

 $Pm = \frac{1070}{0.065} = 1149 \text{ kW}$ 

# $\rightarrow$ En déduire $P_{1m}$ :

$$P_{1m} = \text{Pm/2} = 1149/2 \approx 575 \text{ kW}$$

Total

7300

1.10.		Q110	Q111	Q112	Q113
		Temps de fonction nement	Nb de passager /an	Puissance consommée kW	Energie en MWh
	100	30% x 7300 = 2190	6000 x 2190 = 13 140 000	1300	2190 x 1300 = 2 847 000 kWh
	80	Partie non étudiée			
	60				
	30	10% x 7300 = 730	(30% x 6000) x 730 = 1 314 000	0,78 x 1300 =1014 kW	730 x 1014 = 740 220 kWh

32 850 000

8626

1.11.

1.12.

1.13.

- 1.14. L'énergie consommée par le transport à Mini-vans consomme 5100 GWh donc plusieurs centaines de fois plus que l'énergie consomée par le téléphérique (8626Mwh).
- 1.15. Conclusion argumentée sur le respect ou non de la problématique 1 :

(reformuler) La problématique 1 est « le coût de l'énergie, l'impact envronnemental et le servive rendu sont les 3 critères essentiels (du choix du principe et de la solution de transport) ».

- → Sur le coût de l'énergie ; l'avantage est au téléphérique comme nous l'avons établi à la question 1.14.
- → Sur la problématique environnementale, nous avons vu à la question 1.1 que ce critère a été essentiel à la conception du téléphérique; d'autre part la comparaison avec la solution Mini-van de ce point de vue là est à l'avantage du téléphérique (émissions de GES).
- → Le servive rendu : le téléphérique est réputé « fiable », « disponible à 100% » (voir question 1.1) mais sur ce point la comparaison est difficile avec d'autre solutions

La problématique 1 est donc respectée si on choisi le téléphérique.

# Partie 2:

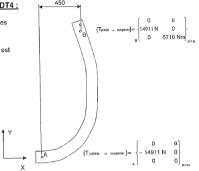
#### 1.16.

Oubli dans le sujet : Sauf erreur il n'est pas dit d'aller voir en DT4, où pourtant se trouve le aros de l'information pour cette auestion!

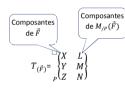
# Document technique DT4:

Rilan des actions mécaniques extérieures à la suspente :

Le poids de la suspente est



Rappel: écrire une force avec la notation torseur consiste à écrire de manière juxtaposée la force, puis le moment de la force



# → Justifiez les valeurs des composantes des torseurs $T_{\{pince \rightarrow suspente\}}$ et $T_{\{cabine \rightarrow suspente\}}$ et

# → Justification des valeur 14911 N :

**BAME** 1:  $\vec{F}_{(suspente \rightarrow cabine)}$  et  $\vec{F}_{(pince \rightarrow suspente)}$ 

or  $\vec{F}_{(\text{suspente} \to \text{cabine})}$  ou plutot  $\vec{F}_{(\text{cabine} \to \text{suspente})}$  est due essentiellement au poids de la cabine :

avec Poids cabine =  $M_{totale}$  . g = ( $M_{totale}$  +  $M_{passagers}$ ). g

 $P = (720 + 10 \times 80) \cdot 9.81 = 14911 \text{ N}$ 

Ce qui justifie la valeur présente dans la 1ère colonne des 2 torseurs.

# → Justification de la valeur 6710 Nm :

Il s'agit d'un moment, et d'un moment par rapport à l'axe z

Moment = Force en B x bras de levier = 14911 x 0,450 = 6710 Nm

1.17. Les couleurs, essentielles pour ce genre de question, ne sont pas présentes sur le sujet scanné en Noir et Blanc.

1.18. Idem

1.19.

→ Citer la limite élastique :

DT4  $\rightarrow$  Re = 530Mpa

→ Calculez le coefficient de sécurité :

 $s = \frac{R_e}{a}$  avec Re= 530 Mpa et  $\sigma$  la contrainte max dans la pièce (voir question 1.17)

BAME = Bilan des Actions Mécaniques Extérieures

1.20. Idem 1.17

1.21. Voir DR3

**1.22.** Il faut que  $2^n > 120$  d'où n=7 bits

**1.23.**  $27_{(10)} = 0011011_{(2)}$ 

1.24.

Lorsque le téléphérique fonctionne, sa vitesse initiale est de 1,5 m/s

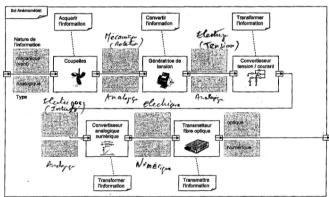
- ⇒ Si la vitesse du vent ≤27m/s alors la vitesse cabine est ⊅ à v2 = 3m/s
- ⇒ Si la vitesse du vent ≤20m/s alors la vitesse cabine est ⊅ à v3 = 5m/s ⇒si la vitesse du vent >20m/s alors la vitesse cabine est ≥ à v2

1.25.

(reformuler la problématique 2) La problématique 2 étant « le transport de personne impose une sécurté absolue ».

- → Le coefficient de sécurité s= ? permet de s'assurer de la résistance des pièces essentielles (suspente) à la sécurité des passagers.
- → La gestion des vitesses du téléphérique permet de moduler la vitesse de la cabine en fonction de la présence d'un vent plus ou moins important permettant d'éviter un basculement des voyageurs.

#### Document réponse DR3 :



# Partie 3:

- 2.1 Positionner les flux thermiques → DR4
- 2.2 Expliquer les  $\neq$ entrées du modèle (DT8), et notamment :

#### → La variation des T ext

Cette variation est cohérent avec l'évolution des T° entre la nuit et la

D'autre part nous sommes visiblement dans un pays "chaud".

→ La variation de T° du hall de gare :

# Température air entrant ②

Température en °C de l'air entrant par le conduit d'aération en provenance de la gare.

→ Les pertes par effet joules :



nétro-câble sur une journée

La T° fixe à 25°C de l'air venant du hall fait l'hypothèse d'un volume de hall suffsamment solé et grand pour conserver une T° stable malgré l'extraction d'air par la ventilation du local des moteurs.

Température extérieure ①

Courbe d'évolution de la impérature extérieure sur une

Les pertes par effet Joules n'apparaissent que lorsque les moteurs fonctionnent.

# 2.3 - Expliquez en quoi le modèle de variation des pertes par effet Joules ≠ de la

Il devrait y avoir plusieurs paliers de puissance car comme on l'a vu à la question 1.10 notamment, il y a plusieurs cas de charges des moteurs

### 24 - Déterminer et justifiez :

La T° à ne pas dépasser est de 30°C (énoncé) donc on choisira une installaton de 0.55 kW

### 25 - Choisir un matériau qui .. :

Si on fait la somme des valeurs sur les critères (prix, comportement incendie, perméablité), c'est la laine de cellulose qui est première.

→ Calculer I épaisseur :

 $R = \frac{e}{\lambda} \rightarrow e = R . \lambda$ 

AN:  $e = 3 \times 0.039 = 0.117 = 11.7 \text{ cm}$ 

### 26 - La 2ème solution est-elle justifiée :

La 1<sup>er</sup> solution: climatisation propre au local

Puissance totale clim = 40 W/m<sup>3</sup> x volume = 40 x 150 = 6000 W

La 2<sup>ème</sup> solution: ventilation par air de Puissance = 0,55 kW

La 2<sup>ème</sup> solution met en jeu des puissance 10 fois moindre que la 1<sup>ère</sup> donc elle est justifiée.