



Rallye mathématique de Madagascar

2009

Catégorie D

FINALE RÉGIONALE

Quelques recommandations : vous travaillez à plusieurs dans une même salle, pensez à respecter le travail des autres. Vous pouvez parler à vos équipiers, mais ...sans faire de bruit.

Vous devez résoudre les cinq défis proposés et vous devez résoudre sur une autre feuille le défi science. Vous disposez de **trois heures** (3h00) pour vous organiser, rechercher les solutions, en débattre et produire une solution unique pour chacun des défis.

Justifier vos réponses. Chaque équipe remet une seule copie. Écrivez **vos noms et prénoms** en tête de la copie, ainsi que le **nom de votre établissement**.

Bonne chance à vous tous

Défi 1 : au secours !!!

Sur la côte est, il y a un long pont de chemin de fer, mais qui ne possède pas de garde-fou. Deux aventuriers s'engagent sur le pont. Arrivés au $\frac{3}{5}$ du parcours, ils aperçoivent un train qui vient à leur rencontre. Pris de panique nos deux amis font demi-tour et courent à 25 km/h. Ils arrivent ainsi à se jeter de côté à l'entrée du pont à l'instant précis où le train arrive. Un observateur qui a vu la scène, leur a dit que s'ils avaient couru à la même vitesse vers l'autre extrémité du pont, ils auraient réussi à sortir du pont à l'instant où le train s'y engageait.

A quelle vitesse roulait le train ?

Défi 2 : Prévision météo

M. Vincent est titulaire de l'espace météo d'une chaîne de télévision. Il est réputé pour ses prévisions, mais il arrive toutefois qu'il se trompe. J'ai constaté que dans 20 cas sur 200 jours de pluie il prévoyait du beau temps et que dans 20 cas sur 100 jours de beau temps, il annonçait de la pluie.

J'envisage de passer un week-end à Majunga, un prospectus touristique indique que les jours de pluie représentent 10% d'une année et M. Vincent prévoit de la pluie pour cette fin de semaine, que dois-je faire ? Partir ou non ?

(Indication : je pourrais réfléchir par exemple sur une base théorique de 300 jours ...)

Défi 3 : La table du patriarche

Un patriarche de 99 ans organise un banquet de 30 convives qui sont répartis entre deux tables circulaires de 15 couverts chacune et dont les âges s'expriment en nombres entiers d'année. Il conçoit deux plans de table pour le moins originaux

- à la première table qu'il préside, chaque convive a pour voisin de gauche soit une personne qui est p fois plus âgée (p entier >1) soit une personne dont la différence d'âge exprimée en années est égale à un entier $q > 1$,
- à la deuxième table, chaque convive a pour voisin de gauche soit une personne qui est q fois plus âgée soit une personne dont la différence d'âge est égale à p ,

Les âges des convives autour d'une même table sont tous différents. Calculer l'âge des 29 convives autres que le patriarche.

Défi 4 : SUDOKU !

Compléter la grille ci-dessous :

			1	4				
9		8				3		
4					6	5		
				7				2
							5	
2						1	7	3
				6	7	8		
	1		2					7
			8		9		6	

Défi science : achat d'un hélicoptère

QCM avec une seule réponse juste par question ; répondre sur le sujet, à la fin de l'exercice.

Certaines zones du pays étant difficilement accessibles, des sociétés malgaches sont tentées d'acheter des hélicoptères. Voici un modèle pour lequel nous allons étudier quelques aspects du vol. L'EC-120 Colibri est un hélicoptère léger, produit par la société EUROCOPTER, qui peut être utilisé pour différents types de missions : transport utilitaire, service de police, évacuation sanitaire.

Caractéristiques du EC-120B

Équipage : 1 ou 2 pilotes	Motorisations : Un turboshaft Turbomeca Arrius 2F
Capacité : 1 pilote + 3 ou 4 passagers	Distance franchissable : 771 km
Diamètre du rotor : 10,00 m	Vitesse de croisière : 280 km/h
Longueur (avec les rotors) : 11,52 m	Plafond opérationnel : 6 100 m
Hauteur : 3.40 m	Masse maximale au décollage : 1 715 kg
Masse à vide : 900 kg	Carburant : kérosène (mélange d'hydrocarbures contenant des alcanes (C_nH_{2n+2}))

Pour les applications numériques nous prendrons pour l'intensité de la pesanteur $g = 9,8m.s^{-2}$.

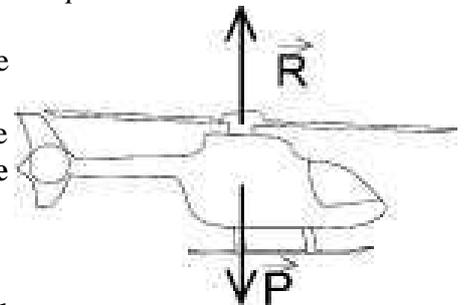
Lors de son vol l'hélicoptère est soumis à 3 forces principales dans le plan du déplacement :

- son poids P
- la traînée aérodynamique R_x
- la force aérodynamique R créée par le moteur (rotor) de l'hélicoptère.

1) Il résulte de la rotation du rotor principal une force aérodynamique R verticale vers le haut.

Pour décoller verticalement un EC120 colibri a sa masse maximale au décollage, **quelle doit être la valeur minimale de l'intensité de R ?**

a-8829 N b-9000 N c-17150 N d- 16807 N

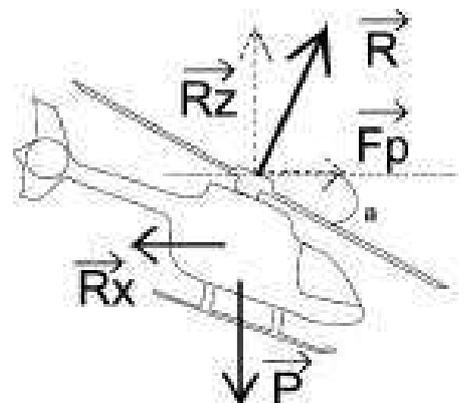


2) Pour avancer, le pilote incline l'hélicoptère vers l'avant et il ajuste les gaz. Cela incline l'hélicoptère vers l'avant d'un angle α .

La force aérodynamique R est alors inclinée vers l'avant. Elle se décompose alors en une partie verticale R_z permettant d'assurer la sustentation de la machine (la portance) et une partie horizontale F_p permettant d'assurer la propulsion de la machine pour la faire avancer.

Avec un angle $\alpha = 10^\circ$, **quelle doit être la valeur de l'intensité de R pour que l'hélicoptère puisse avancer en maintenant son altitude ?**

a-16824 N b- 17067 N c-96886 N d- 17150 N



3) Lorsque l'hélicoptère avance en vol rectiligne uniforme à altitude constante, l'équilibre mécanique est atteint.

Il se traduit alors par ?

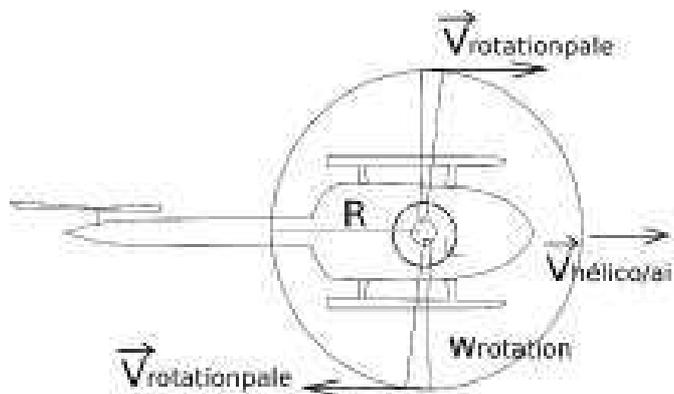
- a- $R_x = F_p$ et $R_z = P$ b- $R = P$ et $R_x = 0$ c- $R_x = P$ et $R_z = F_p$ d- $F_p + R_z = R_x + P$

4) Les extrémités des pales se déplacent, par rapport à l'hélicoptère, avec une vitesse donnée par

$V_{\text{rotation pale}} = R \times W_{\text{rotation}}$

avec R le rayon du rotor en m et W_{rotation} la vitesse de rotation des pales en rad.s^{-1} .

A cette vitesse doit s'ajouter (vectoriellement) celle de l'hélicoptère dans l'air pour avoir la vitesse de déplacement des extrémités des pales dans l'air. L'hélicoptère se déplaçant à la vitesse de 200km/h et le rotor tournant à 5,5 tr/s,



Quelle est la vitesse de l'extrémité de la pale avançante ?

- a- 172 m.s^{-1} b- 228 km/h c- 228 m.s^{-1} d- 83 m.s^{-1}

5) Lorsque les extrémités de pales approchent trop de la vitesse du son, des vibrations dangereuses se produisent. La vitesse de l'hélicoptère est donc limitée par ce phénomène. La vitesse de rotation du rotor étant toujours de 5,5tr/s, sachant que la vitesse limite autorisée de la pale avançante est de 280 m.s^{-1} ,

Quelle est la vitesse limite de l'hélicoptère ?

- a- 280km/h b- 252.5km/h c- 107km/h d- 386km/h

6) Le carburant des hélicoptères à turbine est le kérosène. Nous admettrons que le composant essentiel du kérosène est le décane ($\text{C}_{10}\text{H}_{22}$).

Quelle est l'équation de combustion complète du décane dans le dioxygène ?

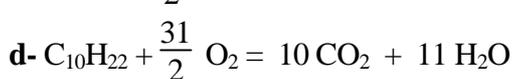
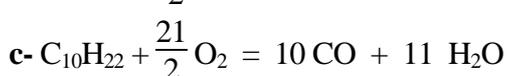
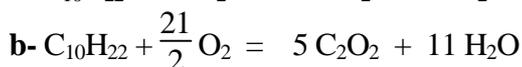
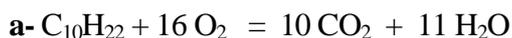


Tableau de réponses à remplir directement :

Question 1 (2points) :	Question 2 (2points) :	Question 3 (2points) :
Question 4 (2points) :	Question 5 (1point) :	Question 6 (1point) :