

Nom du lycée
 Classe de.....
 Nom
 Prénom.....

LA SCIENCE EN PLEIN VOL

« Exploration de l'espace »

- Toutes les questions sont indépendantes les unes des autres sauf dans la dernière partie du Q.C.M.
- Une calculatrice non programmable et non alphanumérique est autorisée.
- Pour répondre aux questions il suffit de recopier la lettre de la réponse de votre choix (a, b, c ou d) dans la case réponse.
- Les questions de 1 à 30 seront cotées 1 point. Celles de 31 à 40 seront cotées 2 points.
- Une première sélection sera opérée sur la partie Q.C.M. La partie « composition française » s'ajoutera ensuite pour le résultat final.

Un peu d'histoire et d'actualité :

1) Au XV^e siècle, Léonard de Vinci fit un dessin d'un hélicoptère, sa voilure tournante comportait une hélice :

- a- à 2 pales b- à 3 pales
 c- à 4 pales d- en forme de vis sans fin

Réponse:	/1
----------	----

2) En 1655, un hélicoptère aurait été construit en Angleterre par :

- a- Robert Hooke b- le Marquis de Bacqueville
 c- le Marquis D'Arlande d- Besnier

Réponse:	/1
----------	----

3) On doit le nom d'hélicoptère à:

- a- Léonard de Vinci b- Gustave de Ponton d'Amécourt
 c- Nadar d- Jules Verne

Réponse:	/1
----------	----

4) Launoy et Bienvenu font voler un modèle réduit d'hélicoptère en :

- a- 1680 b- 1751
 c- 1784 d- 1789

Réponse:	/1
----------	----

5) En 1877, le modèle réduit d'hélicoptère de Forlanini atteint l'altitude :

- a- 1,5 mètre b- 3 mètres
 c- 13 mètres d- 20 mètres

Réponse:	/1
----------	----

6) Le premier vol d'un hélicoptère a été réalisé en 1907 par Paul Cornu, sa machine réussit même à soulever une masse totale de :

- a- 55 kg b- 125 kg
 c- 328 kg d- 622 kg

Réponse:	/1
----------	----

7) On doit l'invention de l'autogire :

- a- à Juan de la Cierva b- à Octave Chanutte
 c- aux frères Defaux d- à Igor Sikorsky

Réponse:	/1
----------	----

8) En 1924, Pescara établit le premier record de distance pour hélicoptère avec :

- a- 550 mètres b- 736 mètres
c- 1515 mètres d- 3612 mètres

Réponse:	/1
----------	----

9) Le premier vol de l'hélicoptère «alouette 2 » a eu lieu en :

- a- 1950 b- 1955
c- 1960 d- 1965

Réponse:	/1
----------	----

10) Le premier atterrissage et décollage au sommet du mont Blanc par Jean Moine s'est fait sur un hélicoptère de la marque :

- a- Bell b- Sikorsky
c- Sud Aviation (Aérospatiale) d- Eurocopter

Réponse:	/1
----------	----

11) Le record de vitesse, sur un hélicoptère Dauphin de la société Aérospatiale : le 19 novembre 1991 est de :

- a- 277 km/h b- 372 km/h
c- 425 km/h d- 574 km/h

Réponse:	/1
----------	----

12) Le 21 juin 1972, un Lama avec son seul pilote à bord, Jean Boulet s'adjugea un record absolu d'altitude pour hélicoptère avec :

- a- 6602 mètres b- 8756 mètres
c- 10113 mètres d- 12 442 mètres

Réponse:	/1
----------	----

13) Le premier vol du « Da Vinci 3 », hélicoptère à puissance musculaire a eu lieu en :

- a- 1969 b- 1979
c- 1989 d- 1999

Réponse:	/1
----------	----

14) Le premier hélicoptère à avoir passé la boucle ou « looping » est :

- a- le tigre b- l'alouette
c- le dauphin d- le panther

Réponse:	/1
----------	----

Du côté de la météo :

15) La couche la plus basse de l'atmosphère est :

- a- la troposphère b- la stratosphère
c- la mésosphère d- la troposphère

Réponse:	/1
----------	----

16) La valeur moyenne de la pression atmosphérique au niveau de la mer est de :

- a- 1013 hPa b- 760 hPa
c- 1030 hPa d- 960 hPa

Réponse:	/1
----------	----

17) Des isobares resserrées sur une carte météo sont signes :

- a- d'un vent faible b- d'un vent fort
c- de brume d- de brouillard

Réponse:	/1
----------	----

18) Dans l'hémisphère nord, lors de son déplacement des hautes vers les basses pressions, l'air est dévié vers :

- a- le haut b- le bas
c- la droite d- la gauche

Réponse:	/1
----------	----

19) Les nuages dangereux pour le vol sont:

- a- les stratus b- les cirrus
c- les cumulus d- les cumulonimbus

Réponse:	/1
----------	----

Un peu de technique :

20) Quel est l'instrument commun à l'hélicoptère et au planeur mais que l'on ne retrouve pas sur un avion ? :

- a- le fil de laine b- l'altimètre
c- le variomètre d- le badin

Réponse:	/1
----------	----

21) La réduction des gaz sur un hélicoptère sans toucher au pas cyclique provoque :

- a- un gain d'altitude b- une perte d'altitude
c- un virage à droite d- un virage à gauche

Réponse:	/1
----------	----

22) Le rotor principal de l'hélicoptère assure:

- a- la sustentation seulement b- la propulsion seulement
c- la sustentation et la propulsion d- ni l'une, ni l'autre

Réponse:	/1
----------	----

23) Le développement des hélicoptères s'est fortement accru grâce à la motorisation réalisée principalement à partir de :

- a- turbomoteurs b- turbopropulseurs
c- turboréacteurs d- moteurs à pistons rotatifs

Réponse:	/1
----------	----

24) Le rotor de queue d'un hélicoptère contrôle la rotation autour d'un axe de :

- a- roulis b- tangage
c- lacet d- les trois en même temps

Réponse:	/1
----------	----

25) La commande d'incidence des pales du rotor principal s'appelle :

- a- pas de vis b- pas d'hélice
c- pas cyclique d- pas cyclothymique

Réponse:	/1
----------	----

26) Pour réduire le poids des pales, on utilise de plus en plus :

- a- le bois b- l'acier
c- les plastiques d- le carbone

Réponse:	/1
----------	----

27) Lorsqu'un hélicoptère bipale avance, la pale avançante a une incidence par rapport à la pale reculante :

- a- égale b- plus grande
c- plus petite d- toujours nulle

Réponse:	/1
----------	----

28) La rotation d'un hélicoptère autour d'un axe de roulis crée autour de l'axe de tangage un couple :

- a- gyroscopique b- microscopique
c- gyrostatique d- macroscopique

Réponse:	/1
----------	----

29) Les liaisons des pales avec le rotor des hélicoptères "haut de gamme" sont remplacées par des liaisons:

- a- ponctuelles b- élastiques
c- rigides d- encastrement

Réponse:	/1
----------	----

30) La transmission de mouvement du moteur à l'hélice de queue s'effectue généralement par :

- a- des engrenages b- un système poulies courroie
c- un flexibles d- un arbre

Réponse:	/1
----------	----

Le vol c'est aussi de la physique et de la chimie :

L'EC-120 Colibri est un hélicoptère léger, produit par la société EUROCOPTER, qui peut être utilisé pour différents types de missions : transport utilitaire, transport « offshore », entraînement, service de police, évacuation sanitaire et le transport corporatif. À ce jour (avril 2007), plus de 450 « Colibri » ont été livrés partout dans le monde.

Caractéristiques du EC-120B

- Équipage : 1 ou 2 pilotes
- Envergure (sans le rotor) : 2,60 m
- Longueur (sans le rotor): 9,60 m
- Longueur (avec les rotors) : 11,52 m
- Diamètre du rotor : 10,00 m
- Hauteur : 3.40 m
- Masse à vide : 900 kg
- Masse maximale au décollage : 1 715 kg
- Capacité de carburant (standard) : 406 litres
- Distance franchissable : 771 km
- Vitesse de croisière : 280 km/h
- Plafond opérationnel : 6 100 m



- Motorisations : Un turboshaft Turbomeca Arrius 2F de 504 SHP (376 kW)
- Carburant : kérosène (mélange d'hydrocarbures contenant des alcanes (C_nH_{2n+2}) de formule chimique allant de C₁₀H₂₂ à C₁₄H₃₀). Nous admettons que le composant essentiel du kérosène est le décane (C₁₀H₂₂) et que sa densité est de 0,8.
- Capacité : 1 pilote + 3/4 passagers ou 2 pilotes + 2/3 passagers ou 1 pilote + 2 assistants médicaux + 1 civière ou 1 pilote + 2,94 m³ de chargement

Nous allons étudier quelques aspects du vol d'un hélicoptère. 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 :

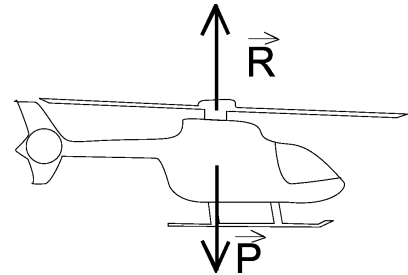
- son poids \vec{P}
- la traînée aérodynamique \vec{R}_x
- la résultante des forces aérodynamiques sur le rotor principal \vec{R}

Cette dernière force peut se décomposer en une partie verticale \vec{R}_z permettant d'assurer la sustentation de la machine (la portance) et une partie horizontale \vec{F}_p permettant d'assurer la propulsion de la machine pour la faire avancer (ou reculer).

31) La rotation du rotor principal permet de créer un écoulement d'air autour des pales. Cet écoulement engendre une diminution de la pression sur la partie supérieure des pales par rapport à la partie inférieure. Il en résulte une force aérodynamique **perpendiculaire** au rotor.

Pour décoller verticalement un EC120 colibri à sa masse maximale au décollage, quelle doit être la valeur minimale de l'intensité de \vec{R} ? Vous utiliserez les données en début de problème pour les applications numériques.

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



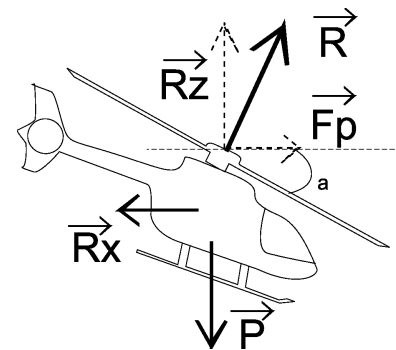
Réponse :	/2
-----------	----

32) Pour avancer, le pilote incline l'hélicoptère vers l'avant à l'aide de sa commande de pas cyclique qu'il pousse en avant et il ajuste les gaz. Les mécanismes mis en jeu sont assez complexes mais globalement nous pouvons considérer que cela incline le rotor et l'hélicoptère vers l'avant d'un angle α .

La résultante aérodynamique (toujours perpendiculaire au rotor) est alors inclinée vers l'avant. Elle se décompose alors en une partie verticale \vec{R}_z permettant d'assurer la sustentation de la machine (la portance) et une partie horizontale \vec{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-16824N b- 17067N c-96886N d- 17150N



Réponse :	/2
-----------	----

33) 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- $F_p + R_z = R_x + P$

Réponse :	/2
-----------	----

34) La traînée aérodynamique est donnée par la formule $R_x = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot v^2 \cdot C_x$ avec :

- ρ la masse volumique de l'air ($1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
- S le maître couple (surface de référence) que l'on prendra à 4 m^2
- v^2 la vitesse de l'hélicoptère en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ mise au carré
- C_x le coefficient de traînée que l'on prendra à une valeur de 0,3

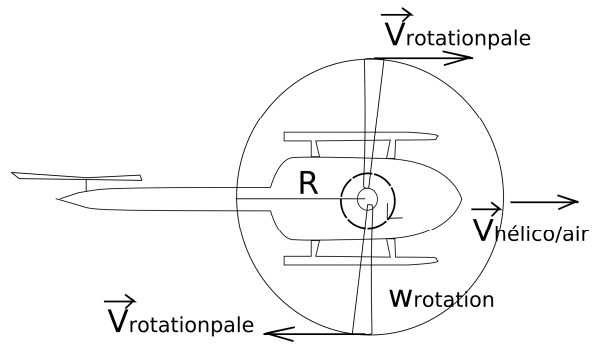
Quelle sera la vitesse de l'hélicoptère à l'équilibre mécanique pour une force propulsive d'intensité $F_p = 2970 \text{ N}$?

Attention aux unités !!!!!!!

- a- 64,2km/h b- 230m.s⁻¹ c- 231km/h d- 642km/h

Réponse :	/2
-----------	----

35) Lors de la rotation du rotor, les extrémités des pales se déplacent, par rapport à l'hélicoptère, avec une vitesse donnée par $V_{\text{rotation pale}} = R \cdot \omega_{\text{rotation}}$ avec R le rayon du rotor en m et ω_{rotation} la vitesse de rotation des pales en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$.



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. Pour l'une des pales, les vitesses s'ajoutent (pale avançante) et pour l'autre, elles se retranchent (pale reculante).

L'hélicoptère se déplaçant à la vitesse de 200km/h et le rotor tournant à 5,5tr/s, quelle est la vitesse de l'extrémité de la pale avançante ?

- a- 172m.s⁻¹ b- 228km/h c- 228m.s⁻¹ d- 83m.s⁻¹

Réponse:	/2
----------	----

36) Lorsque les extrémités de pales approchent trop de la vitesse du son, des vibrations dangereuses se produisent et risquent de détruire le rotor. 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 280m.s⁻¹, quelle est la vitesse limite de l'hélicoptère ?

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

Réponse:	/2
----------	----

37) A la vitesse de 360km/h, quelle doit être l'intensité de la force propulsive ?

- a- 7200N b- 93312N c- 45000N d- 3600N

Réponse:	/2
----------	----

38) Le carburant des hélicoptères à turbine, comme les avions à turbopropulseurs ou turboréacteurs, est le kérosène. Il s'agit d'un mélange d'hydrocarbures contenant des alcanes (C_nH_{2n+2}) de formule chimique allant de C₁₀H₂₂ à C₁₄H₃₀. Nous admettons que le composant essentiel du kérosène est le décane (C₁₀H₂₂) et que sa densité est de 0,8.

Sachant que la masse molaire du carbone est M_C = 12g.mol⁻¹ et que celle de l'hydrogène est de M_H = 1g.mol⁻¹, quelle est la masse molaire du décane ?

- a- 44g.mol⁻¹ b- 142g.mol⁻¹ c- 14g.mol⁻¹ d- 122g.mol⁻¹

Réponse:	/2
----------	----

39) La densité du carburant étant de 0,8, sa masse volumique est de 800kg.m⁻³. Combien de moles de carburant y a-t-il dans 1L ?

- a- 5,63mol b- 5630mol c- 5,63.10⁻³mol d- 56,3mol

Réponse:	/2
----------	----

40) L'équation de combustion complète du décane dans le dioxygène est la suivante :

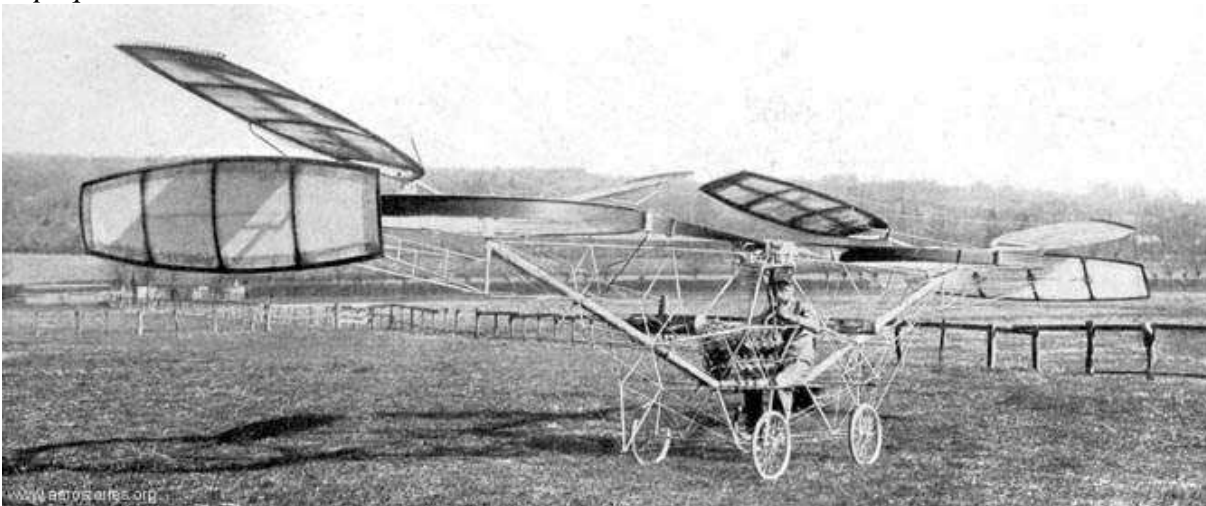
- a- C₁₀H₂₂ + 16 O₂ → 10 CO₂ + 11 H₂O
 b- C₁₀H₂₂ + 21/2 O₂ → 5 C₂O₂ + 11 H₂O
 c- C₁₀H₂₂ + 21/2 O₂ → 10 CO + 11 H₂O
 d- C₁₀H₂₂ + 31/2 O₂ → 10 CO₂ + 11 H₂O

Réponse:	/2
----------	----

Composition française :

Cette année, le monde aéronautique a célébré le centenaire du premier vol d'un hélicoptère. En effet, l'aéronef à hélice sustentatrice est né il y a cent ans avec l'appareil de Paul CORNU. Il est le premier à avoir décollé à bord d'un hélicoptère de sa fabrication à Coquainvilliers, dans les environs de Lisieux, le 13 novembre 1907. L'après-midi, ce jour là, à la seconde mise en marche, l'appareil se soulève avec son sac de 55 kg (figurant le pilote). Paul Cornu essaie de le maintenir mais il se trouve enlevé. Son frère, Jacques, resté accroché au bâti de l'engin, est presque enlevé, lui aussi. Il s'en faut de peu pour que l'appareil leur échappe. Paul Cornu saute alors à plat ventre sur l'une des poignées et, se cramponnant d'une main au châssis, il parvient de l'autre à diminuer l'avance à l'allumage. L'appareil retouche le sol sans aucun dégât. Ce ne fut pas une odyssee au firmament, juste quelques secondes de lévitation à 1,50 m de haut. Ce fut néanmoins un vol historique, un saut de puce et de géant à la fois. Pour la première fois, une machine s'est affranchie du sol sans élan avec un homme à bord. Il y avait du rêve d'Icare dans la trouvaille de Paul Cornu, alors âgé de 26 ans. Assez curieusement, cette date du 13 novembre 1907 est citée dans toutes les histoires de l'aviation, comme étant celle du premier vol libre d'un hélicoptère avec son pilote. Il serait plus juste de dire "malgré son pilote !".

Les photos ci-dessous vous donnent une idée de l'allure de cette machine et des avions de l'époque.



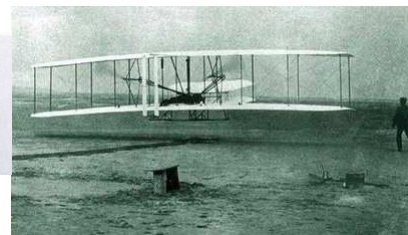
hélicoptère de Paul CORNU



Blériot XI



Biplan canard VOISIN



Wright Flyer

Imaginez que vous faites partie des témoins de ce vol historique. Décrivez vos impressions face à la machine, l'ambiance régnant pendant les préparatifs et les réactions des témoins pendant l'événement.

