

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

**LA SCIENCE EN PLEIN VOL**  
 « Du ZEPPELIN à l'A380 »

- 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) Avant les avions, les dirigeables eurent leur heure de gloire pour le transport de passagers sur des longues distances. Parmi ces appareils ceux d'un constructeur allemand sont restés plus célèbres que les autres. Ce constructeur s'appelait :

- a- Willy MESSERSCHMITT                      b- Werner von BRAUN  
 c- Ferdinand von ZEPPELIN                      d- Otto LILIENTHAL

Réponse:	/1
----------	----

2) La carrière des dirigeables fut brutalement interrompue après que l'un d'entre eux a pris feu lors de son atterrissage à New York le 06 mai 1937, faisant 36 victimes. Ce dirigeable s'appelait :

- a- le Pax    b- le Norge  
 c- le Graf Zeppelin                              d- l'Hindenburg

Réponse:	/1
----------	----

3) Avant d'envisager des vols commerciaux avec des passagers, il a d'abord fallu franchir les obstacles géographiques. Le premier franchissement qui a marqué les esprits fut celui de la manche, réalisé le 25 juillet 1909 par :

- a- Louis BLERIOT                                      b- Alberto SANTOS DUMONT  
 c- Adrienne BOLAND                                      d- Charles LINDBERG

Réponse:	/1
----------	----

4) Charles LINDBERG traversa le premier l'Atlantique Nord sans escale dans le sens New York – Paris , le 21 mai :

- a- 1917    b- 1927  
 c- 1937    d- 1947

Réponse:	/1
----------	----

5) L'aviation commerciale a pris son essor en Europe grâce à une compagnie fondée par l'industriel Pierre - Georges LATECOERE. Cette compagnie s'appelait :

- a- l'Aérospatiale                                      b- Air France  
 c- Air Inter    d- l'Aéropostale

Réponse:	/1
----------	----

6) Parmi les célèbres pilotes de cette compagnie, figurait Jean MERMOZ. Ce pionnier de l'aviation commerciale disparut sur un hydravion appelé « la Croix du Sud » lors de la traversée :

- a- de l'Atlantique sud                      b- de l'Atlantique Nord  
c- des Andes                                      d- du pacifique

Réponse:	/1
----------	----

7) Un autre célèbre pilote de la compagnie s'illustra non seulement par ses exploits en vol mais aussi par son talent d'écrivain. Il publia, entre autres, « Terre des hommes » et « Le petit prince ». Il s'agit de :

- a- Patrick POIVRE D'ARVOR                      b- Joseph KESSEL  
c- Antoine de SAINT EXUPERY                      d- Michel DRUCKER

Réponse:	/1
----------	----

8) La compagnie nationale Air France fut créée le 30 août

- a- 1913                      b- 1923                      c- 1933                      d- 1943

Réponse:	/1
----------	----

9) La plus vieille compagnie aérienne européenne encore en activité aujourd'hui fut fondée en 1926. Il s'agit

- a- de la Lufthansa                                      b- d'Air France  
c- de British Airways                                      d- de la KLM

Réponse:	/1
----------	----

10) Le 27 mai 1955, un avion développé et mis au point par Sud – Ouest Aviation, société française de construction aéronautique effectuait son premier vol. Ce biréacteur destiné au transport de passagers allait marquer un progrès important en matière de fiabilité, de sécurité et de confort du transport aérien. Il s'agit

- a- du Comet                                      b- de la Caravelle  
c- du Concorde                                      d- du Constellation

Réponse:	/1
----------	----

11) Le transport aérien a pris beaucoup d'ampleur grâce à un avion révolutionnaire au moment de sa sortie. Ce quadriréacteur a permis de transporter plus de passagers, plus vite et moins cher que ses prédécesseurs. Il s'agit :

- a- de l'Airbus A300                                      b- du Concorde  
c- du Tupolev 144                                      d- du Boeing 707

Réponse:	/1
----------	----

12) Jusqu'à cette année l'avion de ligne pouvant emporter le plus de passagers était le Boeing 747. Cet avion, gigantesque au moment de sa mise en service, a été surnommé :

- a- le Jumbo jet                                      b- le mammoth jet  
c- le Dumbo jet                                      d- le Giant jet

Réponse:	/1
----------	----

13) L'Airbus A380, dernier-né du consortium européen EADS, a la particularité d'être l'avion commercial

- a- le plus rapide                                      b- qui vole le plus haut  
c- qui emporte le plus de passagers                      d- le plus long

Réponse:	/1
----------	----

**Du côté de la météo :**

14) Dans quel cas les atterrissages et décollages sont-ils systématiquement interrompus sur un aéroport ?

- a- brouillard  
b- orage  
c- pluie  
d- neige

Réponse:	/1
----------	----

15) L'orage présente, encore aujourd'hui, un risque majeur pour les avions en vol. Les nuages associés à l'orage s'appellent :

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

Réponse:	/1
----------	----

16) En été les cumulus se forment par refroidissement de la vapeur d'eau contenue dans l'air lorsque celui-ci s'élève dans les courants de convection. Quelle est la condition défavorable à la formation de ces cumulus de beau temps ?

- a- fort ensoleillement                      b- air humide  
c- température du sol élevée              d- air très sec

Réponse:	/1
----------	----

17) Lors du passage d'une perturbation, nous observons :

- a- un front chaud puis un front froid    b- un front froid puis un front chaud  
c- un front chaud                              d- un front froid

Réponse:	/1
----------	----

**Des questions de l'espace !**

18) Afin de lancer le tourisme spatial, une organisation américaine a lancé une compétition appelée la "X prize". Pour gagner, il fallait envoyer en vol un engin capable d'emporter au moins 3 passagers au delà de l'atmosphère et réaliser 3 vols successifs en moins d'un mois. Le gagnant fut Burt RUTAN avec un appareil appelé:

- a- Space ship one                              b- Space plane  
c- Apollo XIII                                    d- Space car one

Réponse:	/1
----------	----

19) La NASA a annoncé la relance des vols habités en direction d'autres planètes. Pour 2018, l'objectif fixé est :

- a- Mars    b- Saturne  
c- La lune    d- Vénus

Réponse:	/1
----------	----

20) Dès aujourd'hui les gens très fortunés peuvent effectuer du tourisme spatial. Le pays qui propose ce type de voyage est

- a- les Etats Unis                                b- la France  
c- la Chine                                         d- la Russie

Réponse:	/1
----------	----

21) Afin d'assurer plus de fiabilité et de redondance au guidage par satellite, l'Europe va développer un système équivalent au GPS américain. Il s'agit :

- a- du Galilée                                      b- du Galiléo  
c- du Navsat                                        d- du Navstar

Réponse:	/1
----------	----

22) En dehors des Etats Unis, un seul pays a mis au point une navette spatiale qu'il a dû abandonner en raison de son coût de mise en oeuvre. Il s'agit de :

- a- la Chine                                         b- la France  
c- la Russie                                         d- la Corée du Nord

Réponse:	/1
----------	----

**Un peu de technique :**

23) L'hydrogène étant très facilement inflammable, un autre gaz fut utilisé pour les dirigeables. Il s'agit de

- a- l'oxygène                                        b- l'hélium  
c- l'argon    d- l'azote

Réponse:	/1
----------	----

24) Dans les mongolfières, la sustentation est obtenue grâce à :

- a- l'hydrogène      b- l'oxygène  
c- le diazote      d- l'air chaud

Réponse:	/1
----------	----

25) Les avions peuvent aujourd'hui être guidés par satellites grâce à un instrument que l'on appelle:

- a- ILS      b- MLS      c- GPS      d- VOR

Réponse:	/1
----------	----

26) Pour le vol sans visibilité, l'instrument essentiel que le pilote doit surveiller très régulièrement est :

- a- l'horizon artificiel      b- l'altimètre      c- le VOR      d- le badin

Réponse:	/1
----------	----

27) La capacité d'emport en passagers de l'Airbus A380 variera selon les versions qui seront développées. Les capacités prévues sont :

- a- 250 à 450      b- 500 à 600  
c- 550 à 840      d- 800 à 1000

Réponse:	/1
----------	----

28) L'envergure de cet avion est supérieure à celle de tous les avions de ligne existants. Elle est d'environ

- a- 60m      b- 70m  
c- 80m      d- 90m

Réponse:	/1
----------	----

29) Sa masse maximale au décollage est également nettement supérieure à celle des autres avions de ligne. Elle est d'environ

- a- 320t      b- 560t      c- 730t      d- 850t

Réponse:	/1
----------	----

30) Pour fournir la poussée nécessaire au vol d'un tel avion, des moteurs spéciaux ont été développés. L'A380 est doté de plusieurs moteurs. Ils sont au nombre de

- a- 4      b- 8      c- 2      d- 3

Réponse:	/1
----------	----

**Le vol c'est aussi de la physique :**

Nous allons étudier quelques caractéristiques et performances d'un célèbre dirigeable : le LZ 127 Graf Zeppelin. Il fut en son temps le plus grand des dirigeables et il a établi de nombreux records de distances parcourues avec des passagers à son bord. Il effectua notamment un tour du monde complet. Vous trouverez ci-dessous quelques caractéristiques de cet aéronef ainsi que des données concernant les 10 questions qui suivent. Les questions sont en partie indépendantes.

Dimensions : Longueur : 236,60m ; Diamètre : 30,50m ; Volume de l'enveloppe: 105 000m<sup>3</sup> ; masse sans gaz 30 000 kg

Propulsion : 5 moteurs MAYBACH 12 cylindres de 570CV chacun.

Performances : V<sub>max</sub> = 128 km/h ; V<sub>croisiere</sub> = 117 km/h ; plafond : 7000m

Gaz assurant la portance : dihydrogène H<sub>2</sub> de masse molaire M<sub>H2</sub> = 2g/mol

Quelques données pour l'air : M<sub>air</sub> = 29 g/mol masse volumique au niveau du sol ρ<sub>air</sub> = 1,21 kg/m<sup>3</sup>

L'air est constitué de 1/5 de dioxygène et 4/5 de diazote.

On rappelle la loi des gaz parfaits : pV = nRT avec p la pression en Pascals, V le volume en m<sup>3</sup>, n le nombre de moles, R la constante des gaz parfaits (8,314 J.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>) et T la température en Kelvin.

Pour l'accélération de la pesanteur on prendra g = 9,8 m.s<sup>-2</sup> = 9,8 N.kg<sup>-1</sup>.

31) Au niveau du sol la température est de 15°C et la pression est P<sub>0</sub> = 10<sup>5</sup> Pa. Quel est le nombre de moles de gaz contenu dans l'enveloppe ?

- a- 6,16.10<sup>5</sup>      b- 4,38.10<sup>6</sup>      c- 2,56.10<sup>7</sup>      d-7,54.10<sup>8</sup>

Réponse	/2
---------	----

32) Quelle est la masse de dihydrogène contenue dans l'enveloppe ?

- a- 34kg      b- 549 kg      c- 1230 kg      d- 8770 kg

Réponse	/2
---------	----

33) La force qui permet au dirigeable de s'élever est la poussée d'Archimède. Elle est directement opposée au poids de l'air déplacé par l'enveloppe. Sa norme est donc celle du poids de l'air contenu dans le même volume que celui de l'enveloppe. Quelle est la valeur de cette force,  $F_{\text{sust}}$  ?

- a-  $1,25 \cdot 10^6 \text{N}$       b-  $3,45 \cdot 10^5 \text{N}$       c-  $5,23 \cdot 10^4 \text{N}$       d-  $2,35 \cdot 10^3 \text{N}$

Réponse	/2
---------	----

34) Le bilan des forces exercées sur le dirigeable selon l'axe vertical est : le poids du dirigeable  $\vec{P}$ , le poids du dihydrogène  $\vec{P}_{\text{H}_2}$  et la force de sustentation  $\vec{F}_{\text{sust}}$ . La force ascensionnelle,  $\vec{F}_{\text{asc}}$ , est obtenue en faisant la somme des forces sur l'axe vertical. La norme de cette force ascensionnelle au niveau du sol est :

- a-  $5,80 \cdot 10^3 \text{N}$       b-  $1,50 \cdot 10^4 \text{N}$       c-  $8,60 \cdot 10^5 \text{N}$       d-  $7,90 \cdot 10^6 \text{N}$

Réponse	/2
---------	----

35) En plus des forces sur l'axe vertical, sur l'axe horizontal il faut ajouter 2 forces au bilan précédent : la traînée du dirigeable  $\vec{R}_x$  et la force motrice  $\vec{F}_{\text{mot}}$ . Lorsque le dirigeable est en vol rectiligne en palier et à vitesse constante, on peut écrire que :

- a-  $F_{\text{sust}} = P_{\text{H}_2} + P$  et  $R_x = F_{\text{mot}}$       b-  $F_{\text{sust}} = P_{\text{H}_2} - P$  et  $R_x = F_{\text{mot}}$   
 c-  $F_{\text{sust}} = P_{\text{H}_2} + F_{\text{mot}}$  et  $R_x = P$       d-  $F_{\text{sust}} + P = P_{\text{H}_2}$  et  $R_x = F_{\text{mot}}$

Réponse:	/2
----------	----

36) Sachant qu'un cheval vapeur (CV) correspond à 736W, quelle est la puissance motrice du dirigeable ?

- a-  $4,20 \cdot 10^5 \text{ W}$       b-  $3,40 \cdot 10^6 \text{ W}$       c-  $7,80 \cdot 10^5 \text{ W}$       d-  $2,10 \cdot 10^6 \text{ W}$

Réponse:	/2
----------	----

37) Cette puissance permet d'obtenir, à la vitesse maximale une force motrice  $F_{\text{mot}} = 5,90 \cdot 10^4 \text{N}$ . Sachant que la traînée aérodynamique s'exprime sous la forme  $R_x = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot v^2 \cdot C_x$  avec  $\rho$  la masse volumique de l'air, S la section du dirigeable (surface du disque vu de face), v la vitesse et  $C_x$  le coefficient de traînée. *Toutes les grandeurs sont exprimées dans le système international.* En prenant la masse volumique de l'air au niveau du sol, quelle est la valeur de  $C_x$  ?

- a- 0,51      b- 0,11      c- 0,35      d- 0,78

Réponse:	/2
----------	----

38) En admettant que la force motrice soit conservée au plafond de l'appareil (7000m), ce qui est faux en pratique, et sachant que la masse volumique de l'air à cette altitude est de  $0,59 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , calculer alors quelle serait la valeur de la vitesse maximale.

- a-  $120,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$       b-  $50,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$       c-  $34,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$       d-  $3,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Réponse:	/2
----------	----

39) Un des grands dangers de ces dirigeables provient du gaz utilisé. En effet le dihydrogène est très léger et bon marché mais il est aussi très inflammable. L'équation de sa combustion dans l'air s'écrit :

- a-  $2 \text{ H}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{ H}_2\text{O}$       b-  $\text{H}_2 + 2 \text{ O}_2 = \text{H}_2\text{O}$   
 c-  $2 \text{ H}_2 + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$       d-  $\text{H}_2 + 2 \text{ O}_2 = 2 \text{ H}_2\text{O}$

Réponse:	/2
----------	----

40) Quel volume d'air, dans les mêmes conditions de température et de pression faut-il pour brûler les  $105\,000 \text{ m}^3$  de dihydrogène contenus dans l'enveloppe du dirigeable ?

- a-  $262\,500 \text{ m}^3$       b-  $105\,000 \text{ m}^3$   
 c-  $52\,500 \text{ m}^3$       d-  $525\,000 \text{ m}^3$

Réponse:	/2
----------	----

**Composition française :**

*27 avril 2005, 8h40, sur l'aéroport de TOULOUSE – Blagnac. L'équipage d'essai du dernier-né de la famille Airbus, l'A380, le plus gros avion du monde, monte à bord pour le premier vol. Le pilote, le copilote, le mécanicien navigant et les trois ingénieurs navigant d'essais enfilent leur parachute puis s'installent sur leur siège. La météo du jour est favorable et les check-lists commencent avant la mise en route des moteurs.*

*10h29, après une accélération sans problème, le mastodonte s'arrache à la piste et prend son envol. La montée se déroule conformément aux prévisions et l'avion répond parfaitement aux sollicitations des pilotes sur les commandes. La corvette d'accompagnement, un petit biréacteur d'affaires, suit fidèlement l'avion géant et son équipage observe attentivement le géant dans son vol. Tout se déroule comme prévu. L'équipage se détend un peu.*

*Jusqu'à présent le train d'atterrissage est resté sorti. Un tel vol présente des risques et il ne faut pas perdre l'unique appareil d'essai. Une fois tous les tests de la première phase réalisés, l'équipage s'apprête à passer à la deuxième phase du vol. Le pilote commandant de bord place sa main gauche sur le levier de commande du train d'atterrissage et le soulève. Sous l'appareil, les trappes s'ouvrent et le train entame sa rentrée. Dans le cockpit les voyants verts signalant que le train est sorti passent au rouge pour annoncer qu'il est en mouvement. L'équipage surveille attentivement les voyants. Un à un, ils s'éteignent lorsque le train est rentré et les trappes verrouillées ... Soudain une alarme retentit dans le cockpit ; un des voyants du train reste rouge !*

Sur une page, décrivez l'ambiance à bord, les actions et les réactions de l'équipage.

