

# CONCOURS «SCIENCE EN PLEIN VOL»

Session 2015

## « Cap vers le développement Durable»

- L'épreuve dure **2 heures** et comporte deux parties obligatoires : un **QCM** (questionnaire à choix multiples) et une **rédaction** . Il est conseillé de répartir son temps comme suit ...

- **QCM : 1h 15min**
- **Rédaction : 45 min**

- Pour répondre au QCM il suffit selon votre réponse, de recopier une seule lettre de votre choix (a, b, c ou d) dans la case réponse.

- Pour les questions ouvertes répondez sous forme d'une phrase rédigée et justifiez si nécessaire.

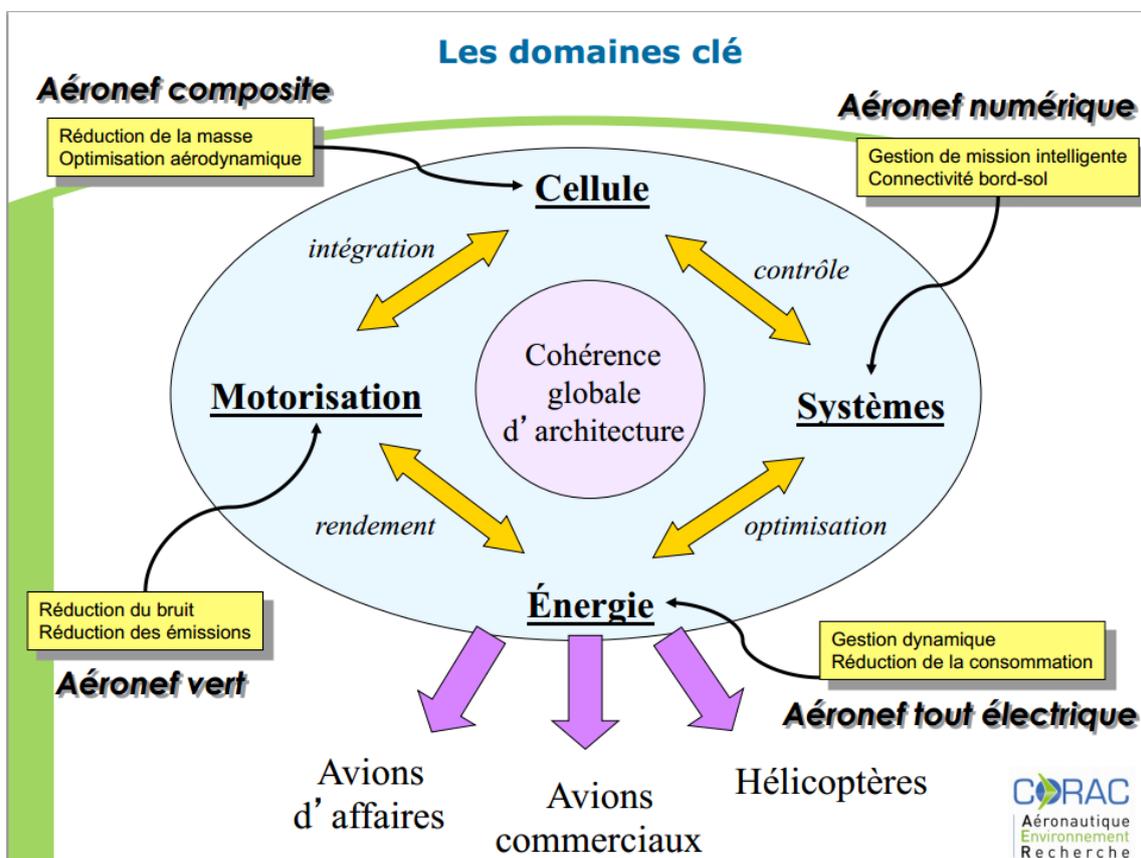
- Une calculatrice non programmable et non alphanumérique est autorisée.

-



Le **Grenelle Environnement** de 2007 a pris des décisions à long terme en matière d'environnement et développement durable, en particulier pour restaurer la biodiversité tout en diminuant les émissions de gaz à effet de serre et en améliorant l'efficacité énergétique. Créé à cette occasion, le **CORAC (Conseil pour la Recherche Aéronautique Civile)** encourage une recherche collaborative entre les acteurs de la filière aéronautique, pour renforcer la compétitivité du secteur et la performance environnementale du transport aérien.

Il a ainsi établi la « **Feuille de route technologique** » de la recherche aéronautique dont les domaines clé sont les suivants:



## Moins de carburant fossile et moins de pollution

Les 18 000 avions de la flotte mondiale consomment actuellement 250 millions de tonnes de JetFuel par an . L'objectif fixé par le Grenelle de l'Environnement pour le transport aérien est d'obtenir pour 2020 une réduction de moitié des émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et une réduction de 80% des émissions d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) .Pour que le transport aérien constitue une activité durable, il faut se mettre à la recherche d'économies de consommation et/ou de carburants alternatifs .

1. Les résultats des ingénieurs aéronautiques en termes d'économie de carburant sont remarquables : un aéronef des années 60 consommait 12 litres de kérosène pour transporter un passager sur 100 km ; actuellement un avion moderne et économe comme l'Airbus A380 consomme pour le même usage:

a) 9 litres de kérosène, b) 6 litres de kérosène, c) 3 litres de kérosène, d) 0,1 litre de kérosène.	Réponse	/1
---	---------	----

2. Le kérosène contient des hydrocarbures de C<sub>10</sub> H<sub>22</sub> à ... C<sub>14</sub> H<sub>30</sub> . La combustion d'un hydrocarbure de formule C<sub>12</sub> H<sub>26</sub> dans le dioxygène s'écrit C<sub>12</sub> H<sub>26</sub> + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O .  
Les nombres stœchiométriques de l'équation équilibrée sont dans l'ordre :

a) 1 ; 39 ; 12 ; 13, b) 1 ; 25 ; 12 ; 13, c) 1 ; 39/2 ; 12 ; 13.	Réponse	/1
--	---------	----

3. On donne M(C) = 12 g/mol ; M(O) = 16 g/mol ; M(H) = 1 g/mol , la masse de CO<sub>2</sub> produite pour la combustion d'une mole de kérosène est .

a) 44 g, b) 170 g, c) 528 g.	Réponse	/1
------------------------------------	---------	----

4. Le rapport de masse de CO<sub>2</sub> rejeté par rapport à la masse de kérosène consommé est 3.1 ; la La masse de CO<sub>2</sub> produite pour la combustion d'une mole de kérosène est de 0.8kg/dm<sup>3</sup> . La masse volumique du kérosène est de 0.8kg/dm<sup>3</sup> . La masse de CO<sub>2</sub> produite pour 400 kg de kérosène consommé est d'environ:

d) 250 kg, e) 1 tonne f) 750 kg, g) 25 kg.	Réponse	/1
---	---------	----

5. Un biréacteur Dassault Falcon 20 s'envole de l'aéroport d'Ottawa. Dans les réservoirs du Falcon, l'unique carburant s'appelle ReadJet, à 100 % d'origine végétale, produit à partir d'une plante oléagineuse, *Carinata brassica*, la moutarde d'Abyssinie. C'est la première fois qu'un avion vole avec seulement du « biokérosène ». A quelle date a eu lieu cet événement ?

a) le 29 octobre 2012, b) le 13 octobre 2011, c) 20 décembre 2010, d) 08 novembre 2009.	Réponse	/1
--	---------	----

6. Aujourd'hui des nouvelles cultures énergétiques dédiées à la biomasse apparaissent à travers les continents, certaines peu connues sont au stade d'expérimentation. Parmi les propositions suivantes, laquelle paraît avoir le meilleur compromis entre son rendement cultural et son rendement carburant ?

a) le soja, b) le kolza, c) le blé, d) l'algue marine.	Réponse	/1
---	---------	----

7. On envisage l'utilisation de carburants à base de betterave, canne à sucre, céréales... mais leur utilisation reste problématique car :

a) aucun essai en vol n'a encore pu vérifier cette possibilité, b) le moteur "standard" ne peut être adapté pour ces carburants, c) leur production entre en concurrence avec des besoins alimentaires, d) c'est très onéreux or il y a encore du pétrole bon marché pour plus de 2 siècles.	Réponse	/1
---	---------	----

8. En France, les pouvoirs publics ont lancé le programme ProBio3, pour mettre au point une filière destinée à fabriquer industriellement des biocarburants à partir de sources renouvelables et non alimentaires. Il s'agit de produire des lipides par voie microbienne. Ce programme est ambitieux: pour 2020, on espère produire l'équivalent en carburant de :

a) 20 000 tonnes/an, b) 200 000 tonnes/an, c) 2 000 000 tonnes/an, d) 20 000 000 tonnes/an.	Réponse	/1
--	---------	----

9. Dans les différentes voies de valorisation énergétique de la biomasse, plusieurs technologies sont utilisées pour passer de la ressource au biocarburant. Quand il s'agit de betteraves, céréales, mélasse ou canne à sucre, le procédé utilisé est:

a) hydrotraitement, b) transestérification, c) hydrolyse/fermentation, d) fermentation anaérobie/Epuration.	Réponse	/1
--	---------	----

10. Le projet BioTFuel mené par le groupe Total consiste à produire par voie thermochimique, du biogazole et du biokérosène à partir de biomasse lignocellulosique (paille, résidus forestiers, cultures dédiées...). Le BioTFuel pollue moins car il ne contient pas de soufre. En brûlant, des dérivés soufrés produisent des gaz qui après réaction dans l'atmosphère, vont donner:

a) le sulfure d'hydrogène $H_2S$ , b) l'acide sulfurique $H_2SO_4$ , c) le sulfonate de sodium $C_8H_7SO_3Na$ .	Réponse	/1
---	---------	----

11. Le BioTFuel pollue moins car il ne contient pas de composés aromatiques. La combustion incomplète des composés aromatiques conduit à la formation d'hydrocarbures pyrogéniques, ces composés sont jugés dangereux car:

a) ils sont cancérogènes , b) ils détruisent la couche d'ozone, c) ils sont responsables des pluies acides.	Réponse	/1
---	---------	----

12. Pour montrer le caractère acide du  $CO_2$  produit par la combustion du kérosène, on injecte du  $CO_2$  dans de l'eau du robinet dans laquelle on a préalablement mis du BBT.

d) l'eau gazeuse obtenue est bleue, e) l'eau gazeuse obtenue est verte, f) l'eau gazeuse obtenue est jaune.	Réponse	/1
---	---------	----

13. Les moteurs aéronautiques du futur seront moins consommateurs et plus respectueux de l'environnement, en ligne avec les objectifs de l'ACARE fixés pour 2020.



Afin de réduire la pollution des moteurs, la combustion du mélange air-carburant doit se faire sous hautes températures. Quel est le matériau le plus adapté pour la réalisation des chambres de combustion ?

<ul style="list-style-type: none"> <li>a. un duralumin,</li> <li>b. un composite,</li> <li>c. un alliage d'acier au nickel chrome,</li> <li>d. <b>le titane.</b></li> </ul>	Réponse	/1
---	---------	----

14. Sur quel(s) critère(s) les motoristes travaillent-ils pour réduire la pollution ?

<ul style="list-style-type: none"> <li>a. le taux de dilution,</li> <li>b. le nombre d'aubes à l'entrée du FAN,</li> <li>c. <b>l'augmentation du taux de compression,</b></li> <li>d. l'augmentation de la taille du moteur.</li> </ul>	Réponse	/1
---	---------	----

15. Plusieurs types de motorisation sont utilisés en aéronautique, mais quelle est le plus économe en termes de carburant ?

<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <b>le turbopropulseur comme sur l'avion ATR 42,</b></li> <li>b. le turbo réacteur comme sur l'A320,</li> <li>c. les statoréacteurs comme sur le X-43A,</li> <li>d. il n'y a pas de différence.</li> </ul>	Réponse	/1
---	---------	----

16. Chez le motoriste SNECMA, 500 pièces expérimentales comme l'étage du redresseur de compresseur haute pression sont obtenues par imprimante 3D.



(Air & Cosmos)

Dans quel(s) matériau(x) peut-on actuellement obtenir une pièce par ce procédé ?

<ul style="list-style-type: none"> <li>a. le titane,</li> <li>b. l'Inconel,</li> <li>c. la résine,</li> <li>d. <b>toutes les réponses sont exactes.</b></li> </ul>	Réponse	/1
--	---------	----

## Recyclabilité

17. Le fuselage du « Dreamliner » B787 est en fibre de carbone, certains panneaux acoustiques de l'A350 sont en carbone et nida. L'une des préoccupations des constructeurs a été :

a. de trouver les ressources naturelles, b. d'anticiper le recyclage du carbone lorsque l'avion sera démantelé, c. de résoudre les problèmes de conductivité en cas de foudroiement, d. les réponses b et c sont exactes.	Réponse	/1
--	---------	----

## Réduction du bruit



*La réduction des nuisances sonores est une préoccupation majeure des acteurs du transport aérien en particulier au niveau des zones aéroportuaires où l'exposition au bruit est de moins en moins acceptée par les riverains. A l'horizon 2020, il s'agit de poursuivre la diminution de l'impact de l'aviation sur l'environnement par une réduction d'un facteur 2 du bruit perçu.*

**18.** Les bruits correspondent à l'ensemble des sons produits par des vibrations perceptibles par l'ouïe. L'intensité sonore est la puissance surfacique transportée par l'onde sonore en  $W/m^2$ . Le niveau sonore peut être mesuré en décibels (dB) à l'aide d'un sonomètre. Le niveau sonore à quelques mètres d'un réacteur en fonctionnement est d'environ :

a) 90 dB, b) 120 dB, c) 190 dB.	Réponse	/1
---------------------------------------	---------	----

**19.** Si on divise l'intensité sonore de la source par 2, alors le niveau sonore est :

a) divisé par 2, b) diminué de 2 dB, c) diminué de 3dB.	Réponse	/1
---	---------	----

**20.** La génération d'hélicoptères du début XXIème siècle a réduit la puissance sonore de moitié par rapport à la génération des années 80. Cela correspond à :

a) une baisse du niveau de bruit, b) une baisse du nombre de décibels, c) une diminution de la pression acoustique, d) les 3 réponses a, b, c sont exactes.	Réponse	/1
--	---------	----

**21.** Pour voyager confortablement en avion, il faudrait s'affranchir du bruit de fond dû aux vibrations de l'appareil, aux frottements de l'air et au fonctionnement des réacteurs, on peut utiliser pour cela un casque antibruit actif. Celui-ci fonctionne :

a) en aspirant le bruit venant de l'extérieur, b) en émettant un bruit qui vient annuler le bruit extérieur, c) c'est simplement un isolant sonore multicouches.	Réponse	/1
--	---------	----

22. Pour le compte de la Fédération française de Vol à Voile, des recherches sont menées par l'ONERA (Office national d'études et de recherches aérospatiales ) afin de limiter le bruit des hélices des avions remorqueurs. Ces recherches ont abouti à une conception d'hélice comportant:

<ul style="list-style-type: none"> <li>a) 5 pales,</li> <li>b) 7 pales,</li> <li>c) 11 pales,</li> <li>d) 13 pales.</li> </ul>	Réponse	/1
--	---------	----

23. La société Daher-Socata concevra le futur biplace-école à moteur électrique. Cet avion s'appellera :

<ul style="list-style-type: none"> <li>a. le MC15E Cri-Cri F-PZTU,</li> <li>b. le F-5X,</li> <li>c. l'E-FAN 2.0,</li> <li>d. le DA-42.</li> </ul>	Réponse	/1
---	---------	----

24. En 1986 a eu lieu le premier essai en vol d'un Open rotor, soufflante non carénée, technologie connue à l'époque sous le nom d'Unducted fan. Le projet fut abandonné en raison de la chute du cours du pétrole. Il est de nouveau étudié par les principaux motoristes occidentaux. Quel avion a expérimenté ce moteur pour la première fois ?



<ul style="list-style-type: none"> <li>a) le Hawker-Siddeley Trident,</li> <li>b) le Mc Donnell-Douglas MD80,</li> <li>c) le Boeing B727,</li> <li>d) le Lockheed L-1011 TriStar.</li> </ul>	Réponse	/1
--	---------	----

25. Un concept nouveau a fait son apparition. Il est en cours de qualification pour un gain de consommation de carburant de 2 à 5 % : Le "Green taxiing". Il consiste à:

<ul style="list-style-type: none"> <li>a) équiper les navettes qui amènent les passagers au pied de l'avion avec des moteurs au bioéthanol,</li> <li>b) insérer des moteurs électriques dans le train principal pour permettre les manœuvres de parcage au sol sans solliciter les moteurs principaux,</li> <li>c) subdiviser les réservoirs de l'avion en compartiments kérosène et bioéthanol pour utilisation au sol du carburant vert,</li> <li>d) les 3 réponses a,b,c sont exactes.</li> </ul>	Réponse	/1
--	---------	----

26. Dans le but d'économiser du carburant lors des phases d'approche, il a été testé la procédure de CDA. (Continuous Descent Approach). Les avions :

<ul style="list-style-type: none"> <li>a) sont prioritaires en fonction du nombre de passagers transportés,</li> <li>b) commencent leur descente à une plus grande distance de l'arrivée et planent en spirale le temps nécessaire,</li> <li>c) commencent leur descente plus près de l'arrivée mais n'effectuent plus de paliers intermédiaires,</li> <li>d) ne dépendent plus du contrôle aérien et gèrent leur approche directement entre pilotes.</li> </ul>	Réponse	/1
--	---------	----

27. Dans le transport aérien, chaque kilogramme compte car il coûte du carburant : gagner 1 kg de masse à vide économise 175 kg de kérosène par an et par avion. L'un des matériaux "légers" utilisé pour réaliser le fuselage de l'A380 est le "GLARE", s'agit-il :

<ul style="list-style-type: none"> <li>a. d'un duralumin,</li> <li>b. d'un assemblage de fines couches d'aluminium et de composite,</li> <li>c. de couches de carbone,</li> <li>d. d'un lamellé collé en fines couches de bois.</li> </ul>	Réponse	/1
--	---------	----

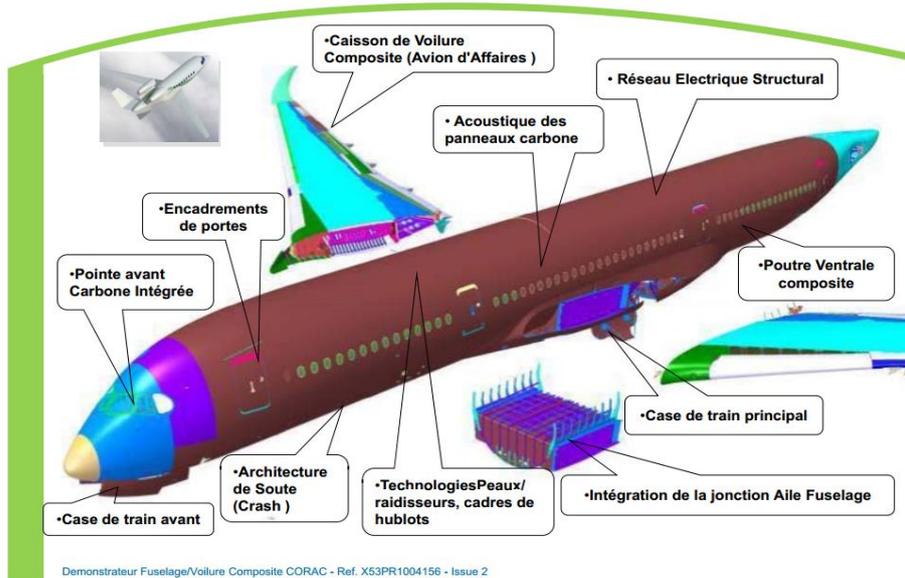
28. Le "GLARE " présente d'autres avantages qu'un gain de masse, il s'agit de ... :

<ul style="list-style-type: none"> <li>a. meilleures caractéristiques mécaniques que les alliages d'aluminium,</li> <li>b. meilleure conductivité,</li> <li>c. facilité de réparation en cas d'impact,</li> <li>d. toutes les réponses sont exactes.</li> </ul>	Réponse	/1
---	---------	----

29. On peut optimiser la masse des pièces grâce à de meilleurs procédés de fabrication.. Sur l'A350, quel procédé a été utilisé à cet effet ?

<ul style="list-style-type: none"> <li>a. du moulage en carapace,</li> <li>b. de l'impression sur imprimante 3D,</li> <li>c. de l'usinage à grande vitesse UGV,</li> <li>e. du dépôt de matière par procédé plasma.</li> </ul>	Réponse	/1
--	---------	----

## Les zones où des gains majeurs sont attendus



30. Pour obtenir des gains de masse sur l'ensemble des équipements, les ingénieurs aéronautiques travaillent pour concevoir "l'avion plus électrique". Afin de tester ces nouvelles technologies qui remplacent les fluides hydrauliques et l'air comprimé par l'électricité, ils ont créé un banc d'essai capable de simuler la génération, la distribution et la consommation électrique pour un avion complet. Ce banc s'appelle?

<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Copper Bird,</li> <li>b) Iron Bird,</li> <li>c) Iron Fly,</li> <li>d) Electric Fly.</li> </ul>	Réponse	/1
--	---------	----

## Amélioration de l'aérodynamique

31. La réduction de consommation exige l'optimisation des performances aérodynamiques. Depuis plusieurs années les voilures sont équipées de Winglets. Ces surfaces triangulaires placées en bout d'aile contribuent à rendre plus esthétique la ligne de l'avion mais elles ont pour rôle essentiel de:

<ul style="list-style-type: none"> <li>a) stabiliser l'avion en roulis dans les phases de virage,</li> <li>b) diminuer la trainée induite en réduisant les tourbillons marginaux ,</li> <li>c) augmenter la portance aux basses vitesses,</li> <li>a) retarder le phénomène de "flutter" en cas de sur vitesse.</li> </ul>	Réponse	/1
--	---------	----

## Les solutions alternatives à travers les temps

32. Des ballons sphériques vont s'illustrer pendant la guerre franco-prussienne de 1870-1871 :

a. Ils étaient pour la première fois gonflés à l'hélium, b. Ils ont servi à évacuer des membres du gouvernement assiégés dans Paris , c. Ils ont effectué le premier bombardement aérien , d. Ils ont servi à évacuer des blessés pour le compte de la Croix rouge .	Réponse	/1
---	---------	----

33. Le premier vol d'un dirigeable est due à Henri Giffard; il décolle de Paris le 25 septembre 1852 et atterrit à Trappes après un trajet de 27 km. Cette première utilisation est limitée en raison d'une motorisation peu efficace compte tenu des contraintes d'un « plus léger que l'air ». L'hélice était actionnée par :

a. un moteur à air comprimé, b. un moteur à vapeur, c. un moteur à explosion, d. un moteur électrique.	Réponse	/1
---	---------	----

34. Les ballons en forme de « saucisse », d'où leur nom, utilisés à partir de 1915, avaient l'avantage par rapport aux ballons sphériques :

a. de pouvoir opérer par vent plus fort, b. de monter plus haut, c. d'être plus solide, d. de se déplacer plus vite.	Réponse	/1
---	---------	----

35. Zeppelin construit des dirigeables rigides dès 1900. En 1914 le LZ 226 peut transporter une charge utile de 13 tonnes à plus de 80 km/h. A partir de 1915 les Zeppelins sont utilisés pour bombarder l'Angleterre. Cependant ils vont se montrer vulnérables pour toutes les raisons suivantes sauf une. Laquelle ?

a. l'utilisation d'hydrogène, b. la sensibilité aux conditions climatiques, c. la lenteur, d. la faible altitude de croisière.	Réponse	/1
---	---------	----

36. Après guerre le LZ 129 baptisé Graf Zeppelin réalise le tour du monde puis assure un service transatlantique régulier dans de parfaites conditions de sécurité.  
C'est le triomphe des dirigeables ... jusqu'à la catastrophe du Hindenburg à New York en :

b. 1936, c. 1937, d. 1938, e. 1939.	Réponse	/1
--	---------	----

37. Bertrand Piccard et Brian Jones font le tour du monde sans escale en ballon mixte en parcourant 46 759 km en un peu plus de 19 jours. Ils étaient partis de Suisse et ont atterri en Égypte à 500 km du Caire. C'était en :

a. 1991, b. 1995, c. 1999, d. 2003.	Réponse	/1
--	---------	----

38. Le gaz presque exclusivement envisagé aujourd'hui est l'hélium dont la qualité principale par rapport à l'hydrogène est :

a. une portance supérieure, b. une disponibilité quasiment illimité, c. un coût faible, d. la non réactivité.	Réponse	/1
--	---------	----

*Les dirigeables : une reconquête durable ?*

39. Créée en 2011, la société française A-NSE propose toute une gamme de dirigeables et de ballons captifs dédiés notamment à la surveillance maritime militaire. Les aérodynes « plus lourds que l'air » demeurent cependant plus efficaces dans quel domaine ?



a. la signature radar, b. l'autonomie, c. la capacité d'emport, d. le vol stationnaire .	Réponse	/1
---	---------	----



*Vol touristique d'un Zeppelin, absent du ciel français depuis une centaine d'années.*

*« Et si les ballons dirigeables représentaient une alternative ?*

*La France, qui tente de décoller dans le domaine, y croit.*

Pas la peine de lever les yeux au ciel, vous n'en verrez pas. A moins peut-être d'être aux rares endroits où volent la vingtaine de ballons dirigeables en service dans le monde, comme à Paris en juillet ou autour du lac de Constance (où ils promènent des touristes). Depuis le terrible incendie du *Hindenburg*, ces aéronefs sont devenus insolites. Eclipsés du transport de passagers. Evincés dès la Seconde Guerre mondiale par l'avion, nettement plus performant.

Mais les choses pourraient changer d'ici à la fin de la décennie. En France, au Royaume-Uni, en Allemagne, en Russie, en Chine et aux Etats-Unis, on tente de faire redécoller des versions améliorées de ces gros cigares bourrés de gaz. Depuis le milieu des années 90, dix-neuf démonstrateurs habités ont volé dans le monde, dont dix ont été conçus en France. Une seule société, Zeppelin NT en Allemagne, fabrique aujourd'hui des machines pleinement opérationnelles.

Les acteurs tricolores se nomment A-NSE, Euro Airship, Flying Whales ou Voliris. Leurs initiatives ont en commun de ne pas venir «*d'en haut*» et d'avoir été lancées par des passionnés - des «*fous avec un bonnet d'astronome*», comme certains n'hésitent pas à s'autoqualifier. Sans financements publics ni soutien de grands groupes. Mais le vent a tourné et le gouvernement français, sentant le potentiel de ces ballons du XXI<sup>e</sup> siècle, veut désormais booster ce mouvement.

On l'aura compris, le retour en grâce des zeppelins n'est pas qu'une question de passion. «*Les progrès réalisés dans le domaine des matériaux offrent des*

*solutions pour la réalisation d'enveloppes plus souples, résistantes et légères», raconte Jean-Philippe Chessel, chef de projet chez Thales Alenia Space. Réduire la consommation de carburant est aussi devenu crucial dans le transport aérien. Maintenus dans les airs grâce au gaz plus léger que l'air (hélium ou hydrogène) qu'ils emportent dans leur enveloppe, les dirigeables peuvent se déplacer beaucoup plus lentement que les avions (et même faire du surplace). Une alternative crédible pour qui veut économiser du kérosène. «On peut proposer une machine pertinente commercialement volant entre 120 et 150 km/h», affirme Sébastien Pireyre, chez Voliris.*

*«un certain nombre de niches ont été identifiées» parmi lesquelles le transport de marchandises dans des zones peu accessibles, les balades touristiques ou les missions d'observation, pour lesquels les ballons apparaissent comme une option séduisante entre avion, hélicoptère, drone et satellite.*

Reste à s'affranchir des inconvénients de ces drôles d'objets volants, à la fois gros et légers. Ils sont vulnérables aux rafales de vent, à la grêle et au givre (ce qui réduit leur disponibilité) et peuvent brutalement s'envoler si l'on décharge une marchandise sans compenser par un ballastage. L'atterrissage et le stationnement nécessitent des équipes et des infrastructures au sol. Quant au choix du meilleur gaz porteur, la question n'est pas tranchée entre l'hélium (rare et cher) et l'hydrogène (très inflammable au contact d'une certaine quantité d'air). Des concepts sont à l'étude pour pallier la plupart de ces freins. *«Nous voulons lancer la filière en identifiant d'abord les clients potentiels. Pour limiter par exemple leur usage au beau temps ou aux petites charges», précise André Soulage. »*

### **Composition**

**Rédigez un rapport en mettant en évidence les avantages et les inconvénients des « plus légers que l'air », en comparaison avec les autres aéronefs, dans les domaines variés du travail aérien.**

**Votre étude a pour but de favoriser la prise de décisions de décideurs politiques s'agissant d'un soutien éventuel de la filière.**

