



3. Etude des aéronefs et des engins spatiaux

3.1 Classification des aéronefs et des engins spatiaux Version Aout 2025



Kamov Ka-32A-12



10/08/2025

AIPBIA Classification des aéronefs

1



Des aéronefs

Appareils capables de s'élever et de circuler dans l'espace aérien

Se sustenter, se diriger, se propulser

QU' EST CE QU' UN AÉRONEF ?

L'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) a retenu pour définition du mot aéronef :

« Appareil ou machine capable de s'élever dans l'atmosphère, de s'y maintenir, de s'y déplacer et/ou d'effectuer une descente contrôlée jusqu'au sol, et ce quel que soit son mode de sustentation et son mode de propulsion. »

À partir de la définition ci-dessus, réfléchissez à la façon dont vous pourriez les classifier.

CLASSIFICATION DES AÉRONEFS

La classification **officielle** se fait tout simplement à partir du mode de **sustentation** et/ou du mode de **propulsion**

- Il existe **deux** modes de sustentation différents ainsi que **deux** modes de propulsion possibles.
- **À votre avis, quels sont ces modes ?**

Les deux modes de **sustentation** possibles sont:

- L'utilisation d'un **gaz** plus léger que l'air ambiant. Les appareils utilisant ce procédé sont donc appelés « plus légers que l'air » ou **aérostats** et leurs pilotes sont appelés **aérostiers** ou **aéronautes**
- L'utilisation d'une **voilure** pour créer une portance (force aérodynamique s'opposant au poids). Les appareils utilisant ce procédé sont appelés « plus lourds que l'air » ou **aérodynes**.

Les modes de **propulsion** possibles sont :

- La transformation de l'**énergie chimique** fournie par le **combustible** en énergie mécanique utilisée par l'hélice ou le rotor (ex: avion, hélicoptère, drone)
- La transformation de l'**énergie électrique** fournie par des **batteries** ou des **panneaux solaires** en énergie mécanique (ex: avion, drone)
- La transformation de l'**énergie chimique** fournie par le **combustible** en énergie cinétique (ex: avion à réaction, fusée)

- Pour un planeur, son déplacement provient de l'**énergie potentielle de pesanteur**. Il ne peut que descendre, sauf s'il rencontre des « ascendances » (déplacement vertical de l'air environnant)

NB: seul le mode de **sustentation** différencie les **aérostats** des **aérodynes**

Les trois modes de **propulsion** possibles sont :

- L'utilisation de **l'énergie éolienne**, c'est-à-dire du vent (ex: le planeur)
 - L'utilisation de **l'énergie thermique** fournie par un moteur (ex: avion, hélicoptère, drone).
 - L'utilisation de **l'énergie électrique** (ex: avion, drones)
- **NB**: Seul le mode de **sustentation** différencie les **aérostats** des **aérodynes**.

- **3.1 Classification des aéronefs et des engins spatiaux**

- **Aérostats**

- **Aérodynes à voilure fixe, souple et tournante.**
- **Engins spatiaux: lanceurs, fusées, vaisseaux**
- **Engins spatiaux: satellites et sondes**

Aérostats

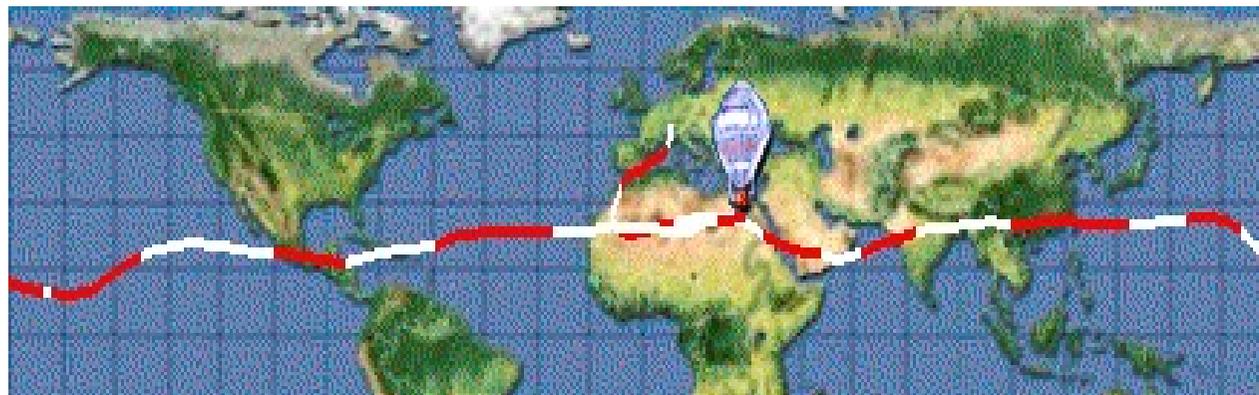
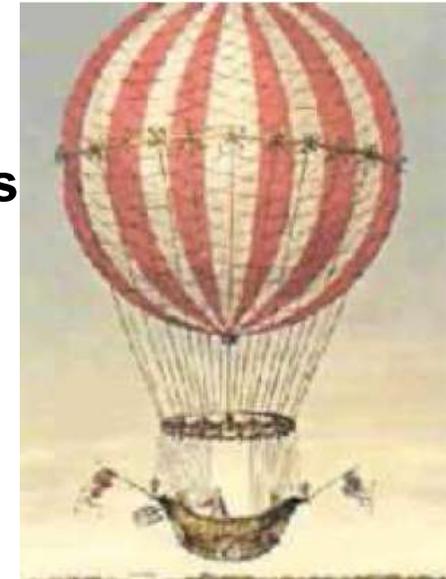


- Plus légers que l'air.
 - Ballons
 - captifs ou libres
 - à air chaud
 - à gaz (Hélium)
 - Dirigeables
 - à structure souple ou rigide
 - propulsés



Histoire des ballons

- 1783
 - 1^{er} vol d'un ballon captif à **air chaud** conçu par les frères Montgolfier.
 - 1^{er} vol libre de Pilâtre de Rozier et du Marquis d'Arlande: 26 mètres
 - 1^{er} vol d'un ballon à **hydrogène**. 2h05 et 3000m
- 1785
 - 1^{er} traversée de la Manche en ballon libre piloté par Blanchard
- 1999
 - Le 1^{er} tour du monde sans escale en ballon à **hélium**



A quoi peut bien servir un aérostat?

- **aujourd'hui:**
 - **Ballon sonde météorologique**
 - **Tourisme, publicité**
 - **montgolfière**
 - **Recherche scientifique**
 - **Ballon captif de télécommunication militaire**
- **en projet :**
 - **Antenne Internet pour zones difficiles d'accès**

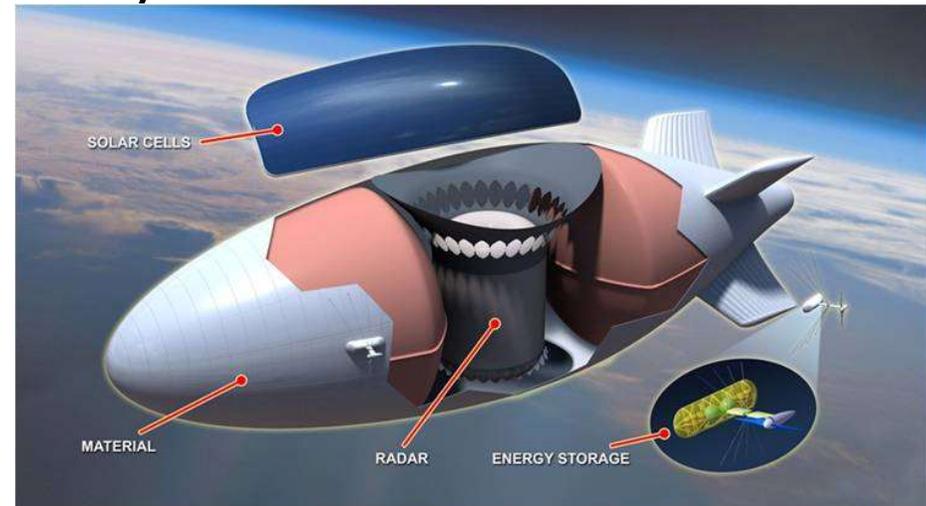
Histoire des dirigeables



- **1852**
 - **1^{er} vol d'un dirigeable (Henri Giffard)**
- **1900**
 - **1^{er} vol d'un Zeppelin, du nom de son créateur, le comte von Zeppelin.**
- **1919**
 - **1^{er} aller / retour transatlantique. Dirigeable rigide anglais R34**
- **1926**
 - **Survol du pôle par le norvégien Amundsen et l'italien Nobile à bord du "Norge"**
- **1929**
 - **Le Graf Zeppelin LZ 127 fait un tour du monde en vingt jours et quatre heures**

- 1930
 - Le dirigeable britannique R101 s'écrase.
 - L'hydrogène est mis en cause
 - Utilisation de **l'hélium** en remplacement de l'hydrogène
- 1937
 - Le Zeppelin "LZ-129 Hindenburg", long de 236 mètres, gonflé à l'hydrogène, s'enflamme à son arrivée à l'aéroport de Lakehurst, près de New York.
- 2005
 - L'armée américaine lance un appel à projets pour un dirigeable (reconnaissance et renseignement).

2013
Un projet de l'US Air Force :
dirigeable de surveillance de
140 m de long



Technologies des dirigeables

- ***Enveloppe souple***
 - N'excède guère 50 m de long
 - ***« Il est possible d'envisager des engins de 100 à 120 mètres de long, capables de supporter des charges de 30 tonnes »***
- ***Structure rigide***
 - les descendants du *Hindenburg*
 - permettent d'embarquer des poids plus importants.
 - Mais ils sont aussi plus complexes à mettre en œuvre.

Un handicap n'a pu être gommé : la taille. Il faut toujours 1 mètre cube d'hélium pour transporter 1 kilo.

Autre problème, « ce n'est pas un transporteur tout temps ».

Les dirigeables ont-ils encore un avenir?

- **Transport de charge lourdes et encombrantes**
- **Missions humanitaires**
- **Tourisme**
- **Militaire**
- **Surveillance maritime**
- **C'est un moyen de transport beaucoup plus écologique que nos avions actuels brûlant du kérosène.**



Aérocraft



Varialift ARH50

Un exemple de développement actuel : l'Aéronde



L'aérOnde est **un aéronef à motorisation 100% électrique**, sustenté grâce à l'hélium, à décollage et atterrissage vertical (eVTOL), permettant de voler avec **2 personnes à bord** et de la charge, en silence, avec très peu d'énergie, pendant plusieurs heures.

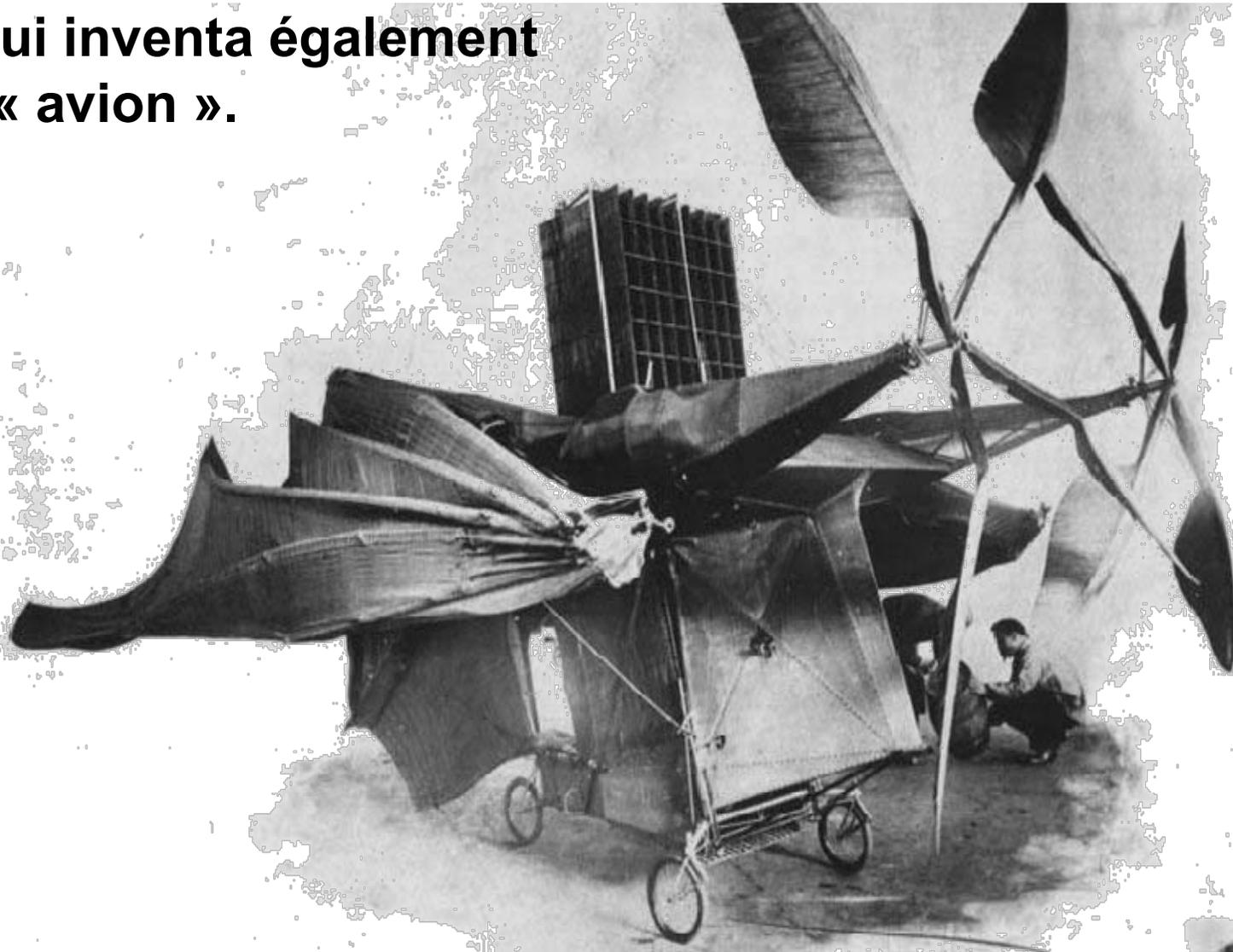
En cours de développement au Versoud Isère. (LFLG).

Classification des aéronefs et des engins spatiaux

- **Aérostats**
- **Aérodynes à voilure fixe, souple et tournante.**
- **Engins spatiaux: Lanceurs, fusées, vaisseaux**
- **Engins spatiaux: Satellites et sondes**

**1890: L'Éole de Clément
Ader, qui inventa également
le mot « avion ».**

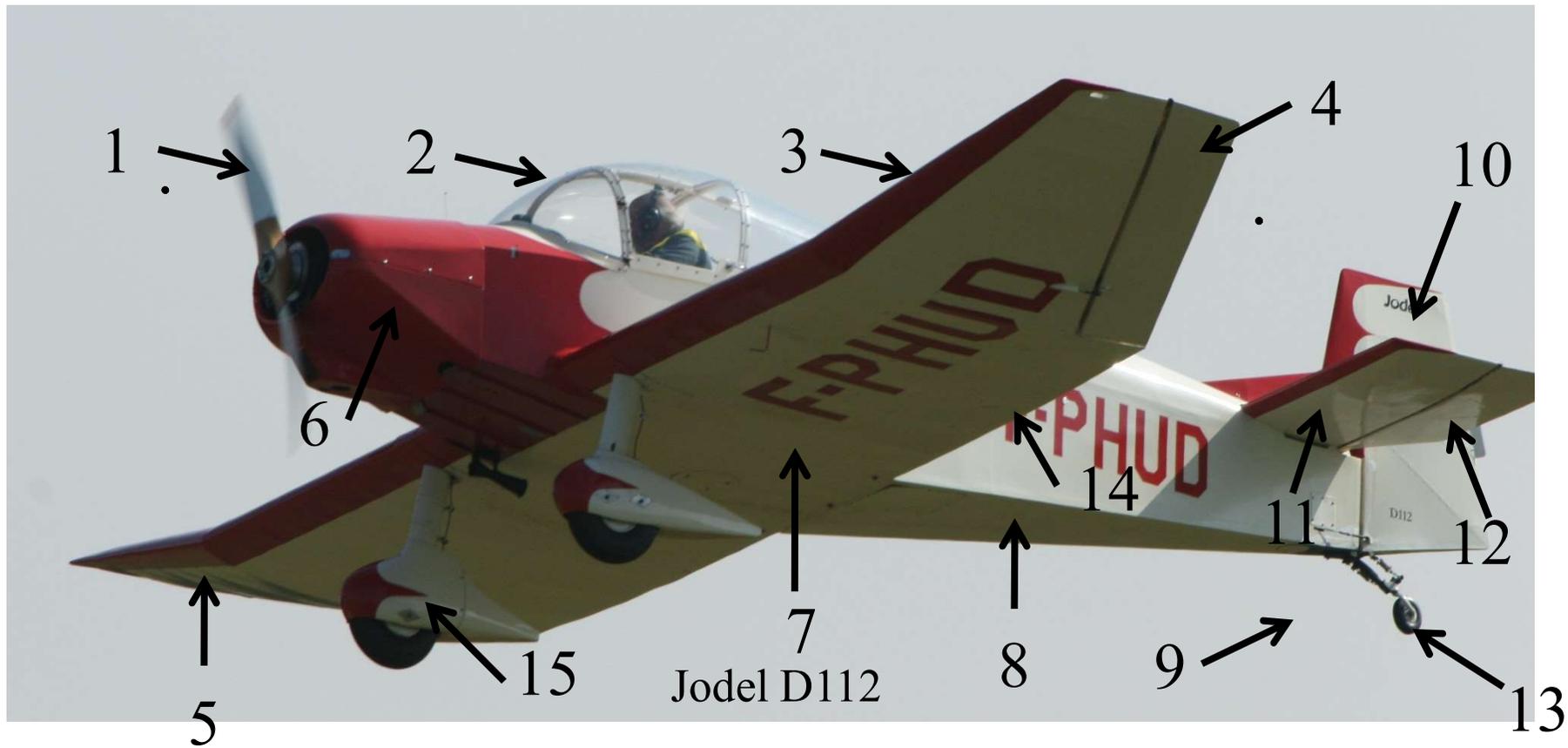
**Appareil
Volant
Imitant un
Oiseau
Naturel**



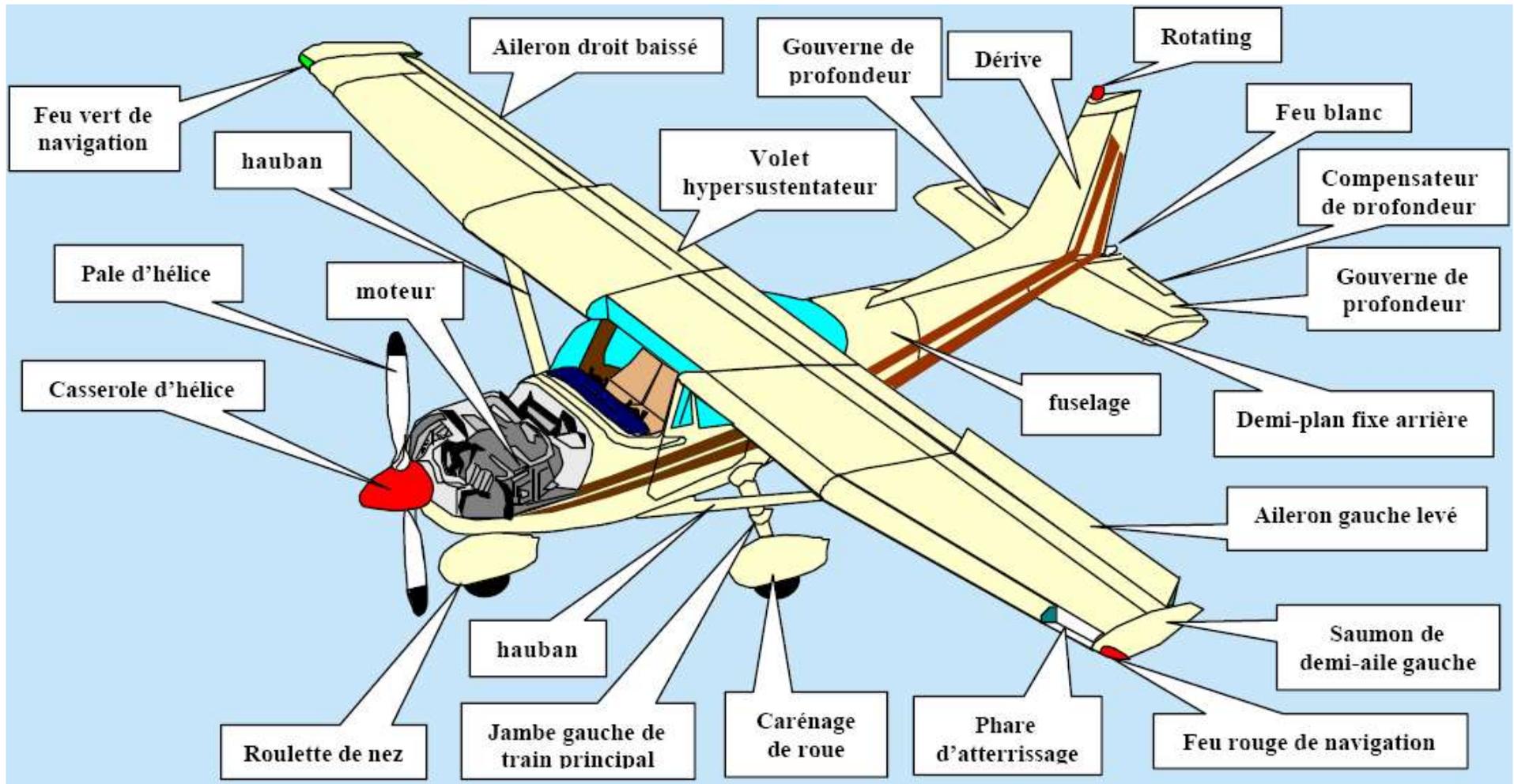
1894 à 1897: Otto Lilienthal effectue plus de 1000 vols en planeur.



Structure générale des aéroplanes à voilure fixe

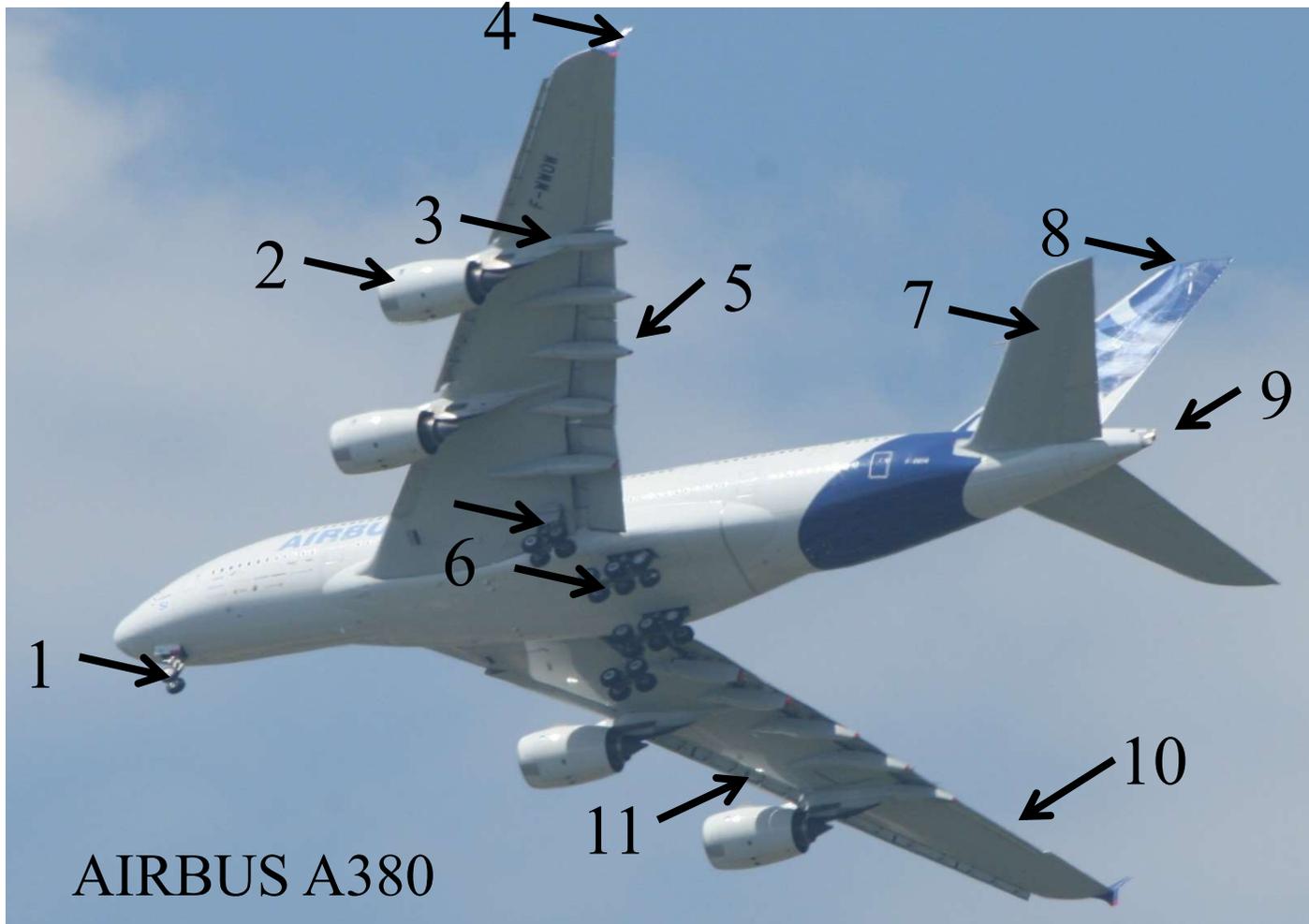


un avion monomoteur léger, à train "classique" (biplace Jodel D112)

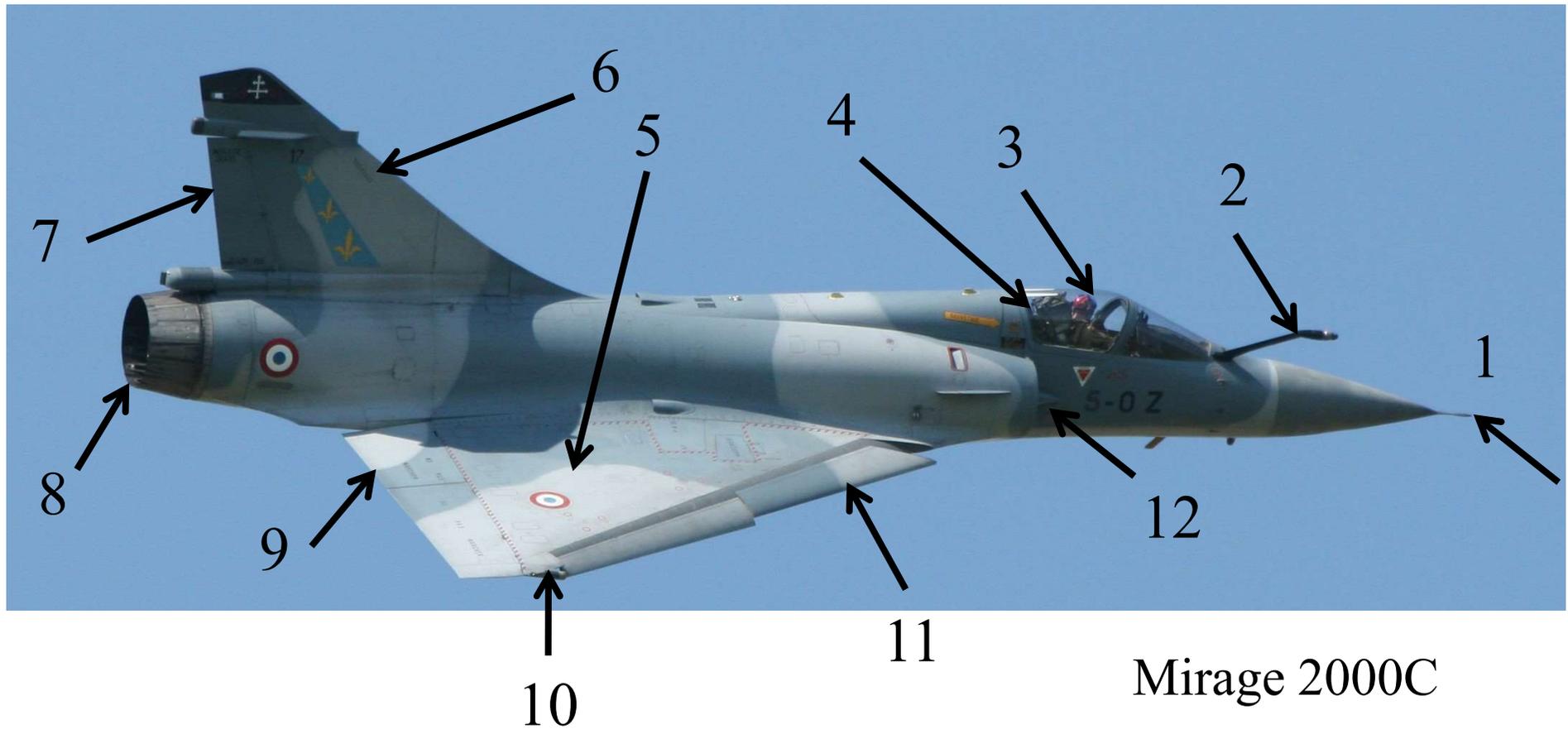


Structure générale des aéroplanes à voilure fixe

un avion quadrimoteur, à train "tricycle" (Airbus A 380)



Structure générale des aéroplanes à voilure fixe





**Le planeur
(décollage remorqué)**

**Le motoplaneur
(décollage autonome)**



Structure générale des aérodynes à voilure fixe

Nous retrouvons les mêmes grandes parties dans toutes les structures.

Leur forme et leur taille varient mais leur fonction reste toujours sensiblement la même :

- **les ailes**
créent la portance et permettent le contrôle en roulis
- **l'empennage**
assure la stabilité et le contrôle en tangage et en lacet
- **les moteurs**
permettent d'obtenir la vitesse nécessaire au vol
- **Le fuselage**
permet d'accueillir l'équipage et le chargement de l'avion.

Structure générale des aérodynes à voilure fixe

Certains avions sont optimisés pour des décollages et atterrissages particuliers:

- courts : **ADAC** ou **STOL** (Short Take Off and Landing)
- verticaux : **ADAV** ou **VTOL** (Vertical Take Off and Landing)



S.T.O.L: CH 750



V.T.O.L: Harrier Gr7

Les avions: caractéristiques générales

- Un avion est **certifié** dans une ou plusieurs catégories d'utilisation, ce qui détermine l'usage que l'on peut en faire ainsi que les limites à ne pas dépasser, qui varient d'une catégorie à l'autre. Les quatre catégories existantes sont:

- la catégorie **N** (pour Normale): usage en école, en voyage.
- la catégorie **U** (pour Utilitaire): usage en remorquage de planeurs ou de banderoles, en épandage, en lutte contre l'incendie...



Vive le BIA !

- la catégorie **A** (pour Acrobatique): usage en voltige aérienne.
- la catégorie **T** (pour Transport): usage commercial avec Pax.



Il ne faut pas confondre les catégories d'utilisation avec les catégories dites de « navigabilité » (CNRA, CNSK...)



Aérodynes à voilure :

- **Fixe**
 - Avion
 - Planeurs
- **Souple**
 - Parapente, Paramoteur
 - Aile delta, Pendulaire
- **Tournante**
 - Hélicoptère
 - Autogyre



Aérodynes à voilure souple

- La parachute
 - Inventé en 1797 par le français André Garnerin, il existe actuellement sous deux formes:
 - le parachute **sphérique** utilisé par les militaires, pour freiner des charges, ou de manière balistique;
 - le parachute **rectangulaire** aussi utilisé par les civils, et qu'on appelle aussi « aile » ou « voile ».
- Parapente
 - Inventé en 1978
 - A donné naissance quelques années plus tard au paramoteur. Le paramoteur est classé dans la catégorie des ULM.



Aérodynes à voilure souple

- Un pendulaire est un aérodyne à voilure souple qui se pilote par déplacement du centre de gravité.

Le centre de gravité se trouve au-dessous de l'aile delta, comme un pendule.



- Le paramoteur est un aéronef composé d'un groupe motopropulseur et d'une voilure souple, de type parapente.



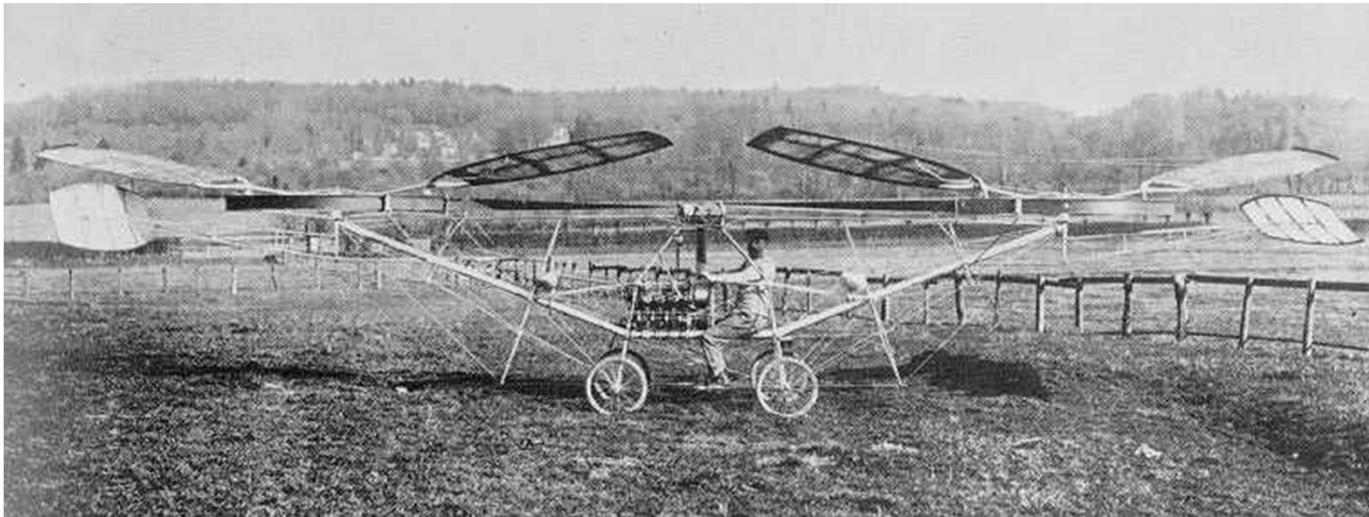
Aérodynes à voilure :

- **Fixe**
 - Avion
 - Planeurs
- **Souple**
 - Parapente, Paramoteur
 - Aile delta, Pendulaire
- **Tournante**
 - Hélicoptère
 - Autogyre



Aérodynes à voilure tournante

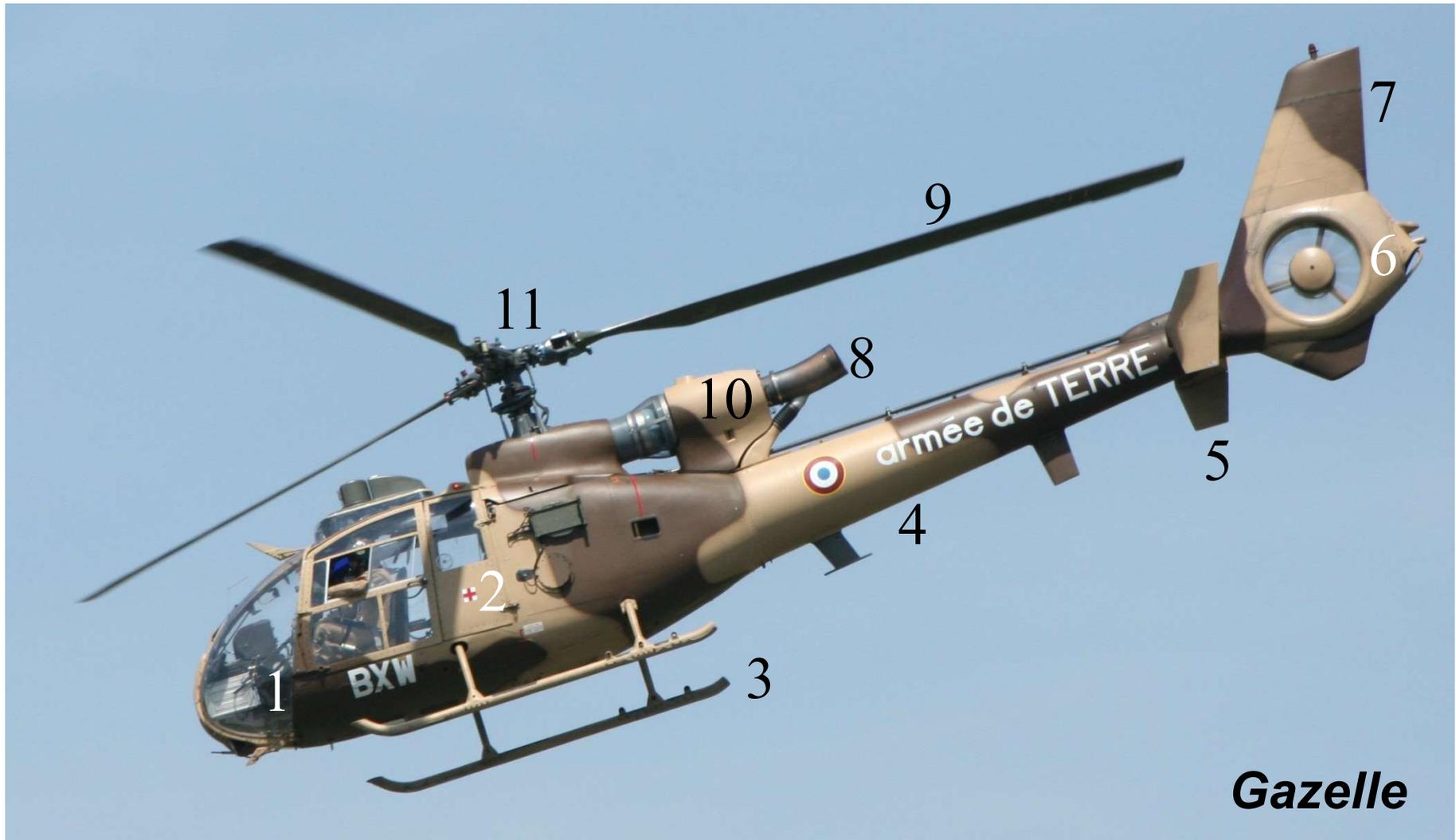
1907: naissance de l'hélicoptère. Paul Cornu



Structure générale des aérodynes à voilure tournante

- La portance des hélicoptères est assurée par ***le rotor principal*** .
- Les ***pales*** jouent le rôle des ailes d'un avion.
- Le ***rotor de queue*** permet de compenser le couple du rotor principal. Sans lui l'hélicoptère ne serait pas pilotable !

Structure générale des aérodynes à voilure tournante



Structure générale des aérodynes à voilure tournante

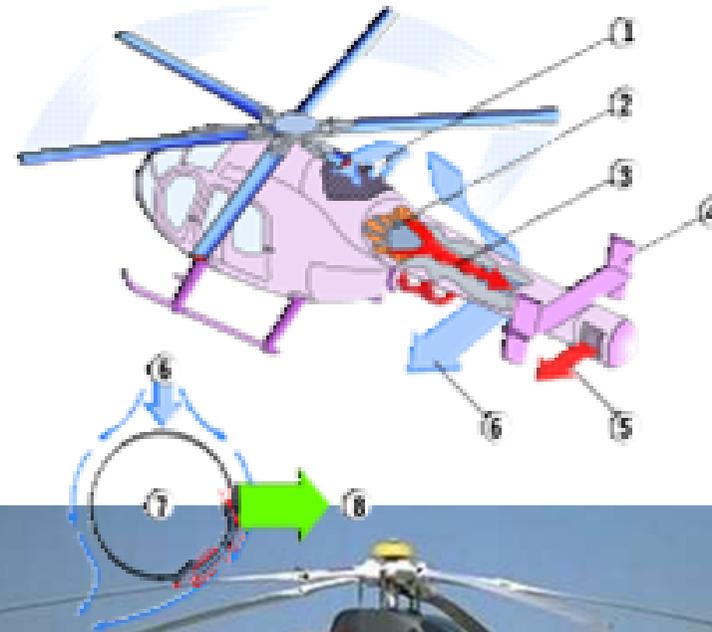
Hélicoptères sans rotor de queue: KA 32 A (russe), MD 900 Notar (USA)



Kamov Ka-32A-12

2 rotor contra-rotatifs

flux d'air dans la poutre de queue, effet Coanda



2 rotors contrarotatifs en tandem



Bristol 192 (UK, 1960)

multi-rotors : fréquent pour les drones

OnyxStar HYDRA-12 d'[AltiGator](#)



aérodynes à voilure tournante : l'autogire

Sustentation par un rotor principal libre, entraîné par le vent relatif quand l'autogire avance

Propulsion par une hélice arrière

- Inventé en 1923 par Juan de la Cerva (Espagne)
- 1957 : prototype du Fairley Rotodyne (UK), 48 pl, 370 km/h
- Aujourd'hui : uniquement ULM



Avantages : très stable, décollage/atterrissage sur une distance très courte

Inconvénients : lent – vol stationnaire impossible

Voilure fixe ou voilure tournante ?



**V 22 Osprey
(Bell, 1989)**

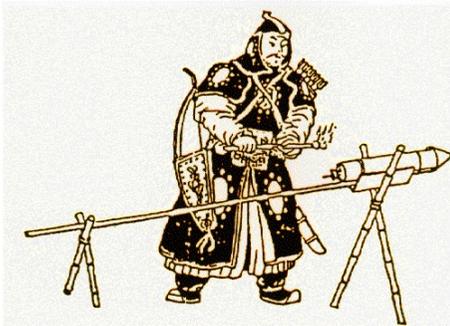


Classification des aéronefs et des engins spatiaux

- **Aérostats**
- **Aérodynes à voilure fixe, souple et tournante.**
- **Engins spatiaux: Lanceurs, fusées, vaisseaux**
- **Engins spatiaux: Satellites et sondes**

Fusées et engins aérospatiaux

Au premier siècle après J-C. les chinois utilisaient un type de fusée rudimentaire.



1232 : Utilisation d'une fusée primitive, lors du siège de la ville de Kai-Feng-Fu par les troupes mongoles.

16 mars 1926 : Première fusée à carburant liquide du physicien américain Robert H. Goddard.



3 octobre 1942 : Lancement réussi pour un missile V2. Wernher Von Braun



3 Novembre 1957, envoi du satellite Spoutnik-2 dans l'espace.

12 avril 1961, le premier homme dans l'espace. Le russe Youri Gagarine à bord de la capsule Vostok

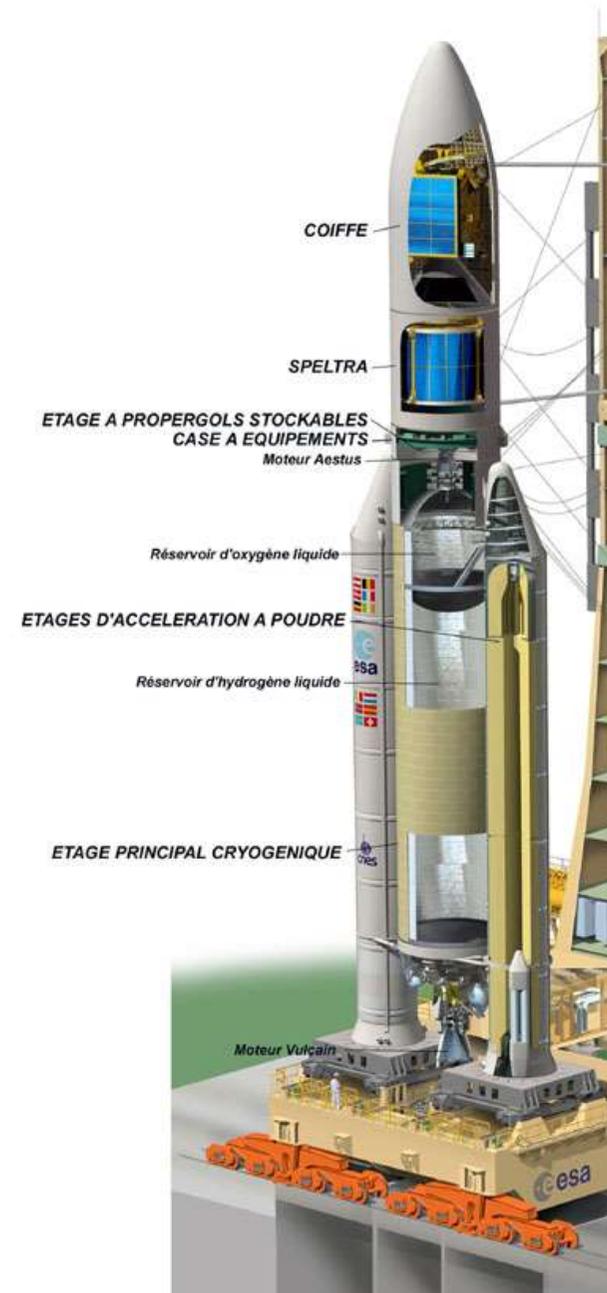
Engins aérospatiaux

- Fusée

Se déplace dans l'espace grâce à un **moteur-fusée** en emportant à la fois le combustible et le comburant nécessaires à son fonctionnement.

- Lanceur

Dans le domaine astronautique, un lanceur est une fusée capable d'envoyer une charge utile dans l'espace. Ariane, Saturn



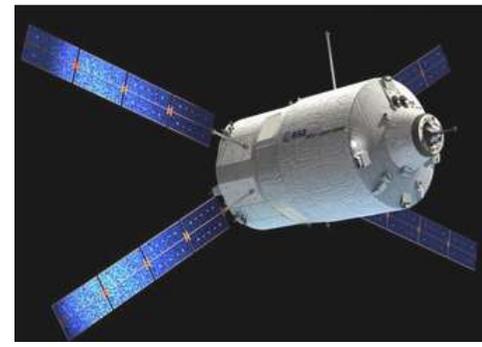
Vaisseau spatial, véhicule spatial

Vaisseau spatial : en science-fiction (Star Wars)

Véhicule spatial : dans le domaine du réel

Véhicule spatial : un astronef permettant de se déplacer dans l'espace.
Par exemple

- les véhicules triplaces Soyouz utilisés pour effectuer la relève des membres de la station spatiale internationale (ISS). Véhicule « Crew Dragon » Américain.
- le cargo spatial russe inhabité Progress qui permet de ravitailler la station spatiale en vivre, matériel scientifique...
- Le véhicule automatique de transfert Européen, ou ATV (en anglais : Automated Transfer Vehicle). 20 tonnes, de forme cylindrique de 10 mètres de hauteur et de 4,5 m de diamètre.



Engins spatiaux

- Satellite

- Véhicule spatial **gravitant autour d'une planète ou de l'un de ses satellites naturels** (par exemple la Lune autour de la Terre, ou Triton autour de Neptune)

- de communication
- météo
- cartographie, radio nav

- Sonde spatiale

- Véhicule spatial **sans équipage** destiné à explorer les objets célestes qui se trouvent dans le système solaire. Il se distingue des autres engins spatiaux qui restent en orbite terrestre.

- Voyager, Galileo, Pioneer, Rosetta....

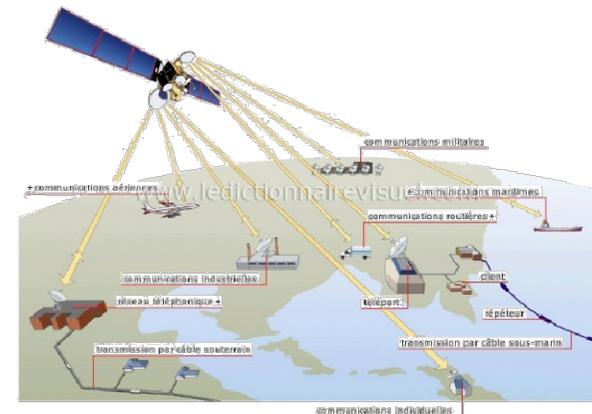
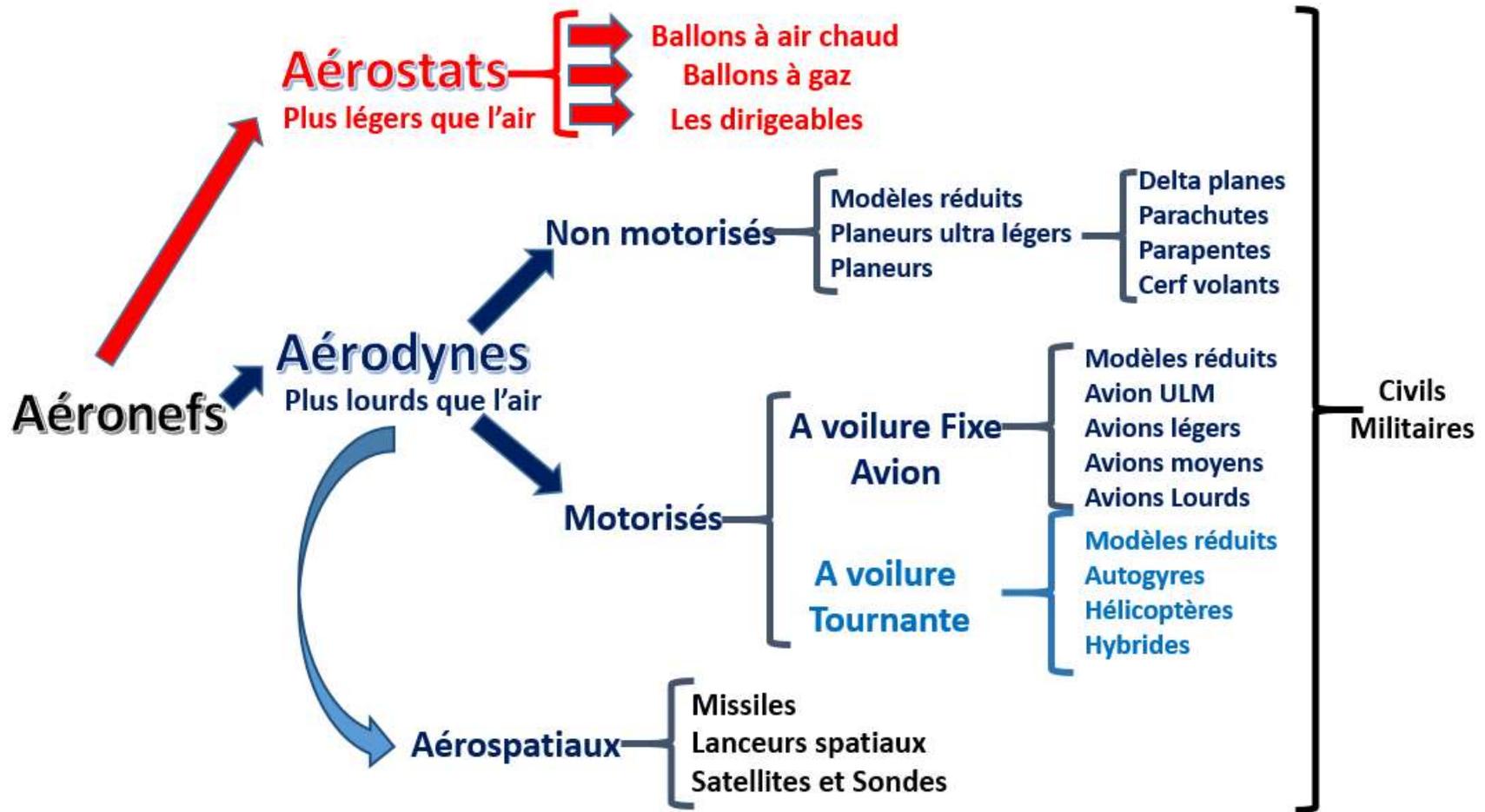


Photo credit: NASA/Kim Shiflett

Classification des Aéronefs et Engins spatiaux



Des exemples de QCM d'examen sur la partie de cours qui précède

Un avion STOL ou ADAC est un avion :

- a) qui ne décroche pas (absence de décrochage au cabré).
- b) à décrochage et à rattrapage commandé.
- c) à décollage et à atterrissage courts (short take-off and landing).
- d) à décrochage automatiquement contrôlé.

Une des caractéristiques d'un autogire est :	
a)	son rotor est constamment entraîné par le moteur.
b)	son rotor est entraîné par le vent relatif.
c)	son rotor est utilisé pour la propulsion.
d)	son rotor est doté d'un pas collectif.

3.4 Sur un parapente, la liaison entre les élévateurs et l'aile est assurée par :

- A. des ficelles.
- B. des cordelettes.
- C. des lignes.
- D. des suspentes.

Le rôle d'une sonde spatiale est :	
a)	d'être habitée pour permettre à l'homme d'effectuer des expériences en apesanteur.
b)	d'explorer le système solaire.
c)	d'évoluer en orbite basse pour analyser l'atmosphère terrestre.
d)	d'être satellisée en orbite géostationnaire.

Ce module a été conçu et réalisé par un groupe de passionnés, Merci à eux et nous avons utilisé de nombreuses sources et documents dont:

Productions de l'Académie de Bordeaux. Bernard GUYON, Stéphane MAYJONADE

<http://blog.crdp-versailles.fr/brevetinitiationaeronautique/>

<http://www.lavionnaire.fr/>

http://biacalais.free.fr/cours/Connaissance_Aeronefs-V2.pdf

Site commerciaux fabricants avion, hélicoptère, ULM, Voile ...

<https://fr.wikipedia.org>

Fiches de Laetitia Souteyrat

Fiches de Charles Pigaillem

Franck.cazaurang@ims-bordeaux.fr/1_Tech_Struct_Aero.pdf

<http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables>

<http://federation.ffvl.fr/pages/brevet-dinitiation-aeronautique-bia>

