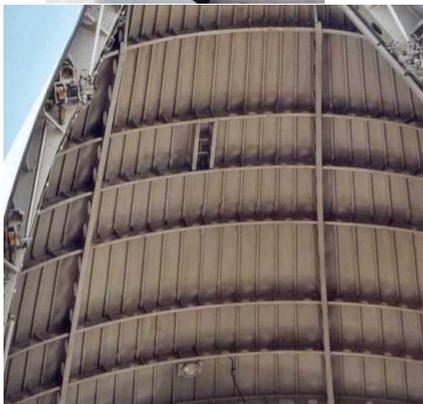




# 3. Etude des aéronefs et des engins spatiaux

## 3.3 Structures et matériaux

### 3.3.2 Empennage, Atterrisseur, Fuselage



© AIRBUS S.A.S. 2010 - photo by a'm company / H. GOUSSE

## 3. Etude des aéronefs et des engins spatiaux

### 3.3 Structure et matériaux

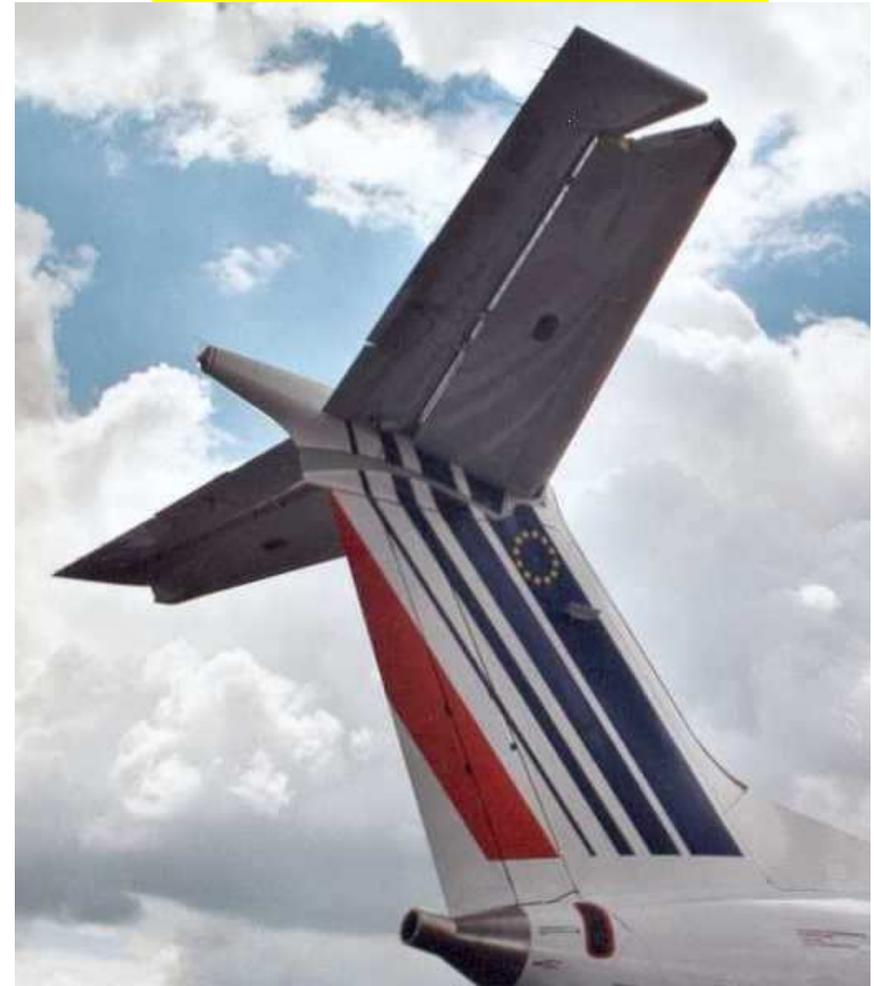
- Voilures
- Empennages
  - Forme
- Fuselages
- Matériaux
- Atterrisseurs

# Les différentes formes d'empennage

## Empennage classique



## Empennage en T



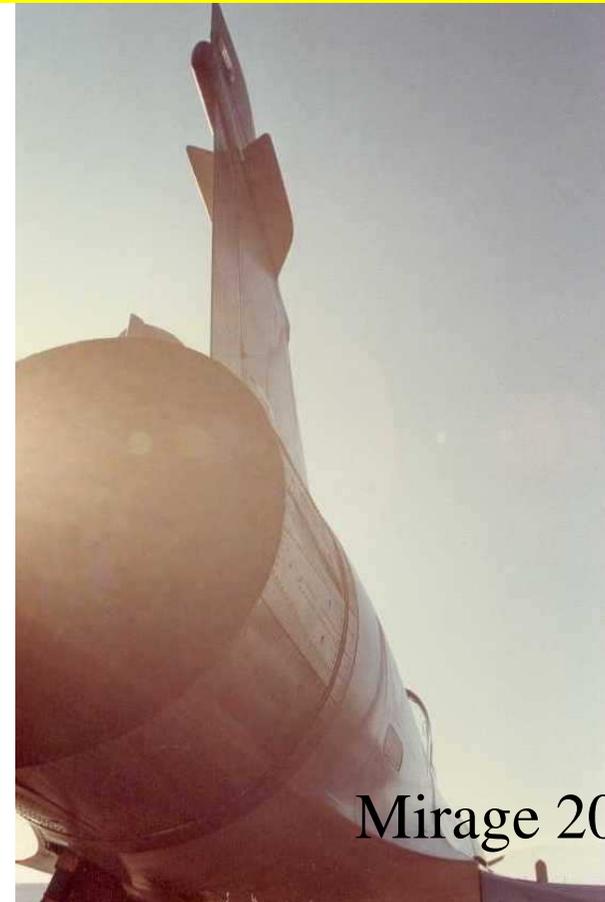
# Les différentes formes d'empennage

**Bi-dérive**



F 14 Tomcat

**Empennage vertical  
uniquement**



Mirage 2000

# Les différentes formes d'empennage



**Cruciforme**

**Papillon**



**Sans Empennage**

## 3. Etude des aéronefs et des engins spatiaux

### 3.3 Structure et matériaux

- Voilures
- Empennages
  - Forme

- Fuselages
  - Formes
  - Efforts appliqués sur le fuselage
  - Structure

- Matériaux
- Atterrisseurs

# Les différentes formes de fuselage

Le fuselage doit permettre:

- *d'emporter l'équipage*
- *le carburant*
- *la charge utile*
- *de fixer les différentes parties de l'appareil pour assurer la cohésion de l'ensemble*

La forme du fuselage est un compromis entre l'usage de l'avion et les lois aérodynamiques qui définissent le vol.

# Les différentes formes de fuselage

## Fuselage cylindrique



© AIRBUS S.A.S. 2010 - photo by e'm company / H. GOUSSE



A-330



08/09/2017

AIPBIA Empennage Atterrisseur Fuselage

# Les différentes formes de fuselage

Section en 8



AIRBUS A 300-600ST Beluga

## Les différentes formes de fuselage



Fuselage en coque de bateau



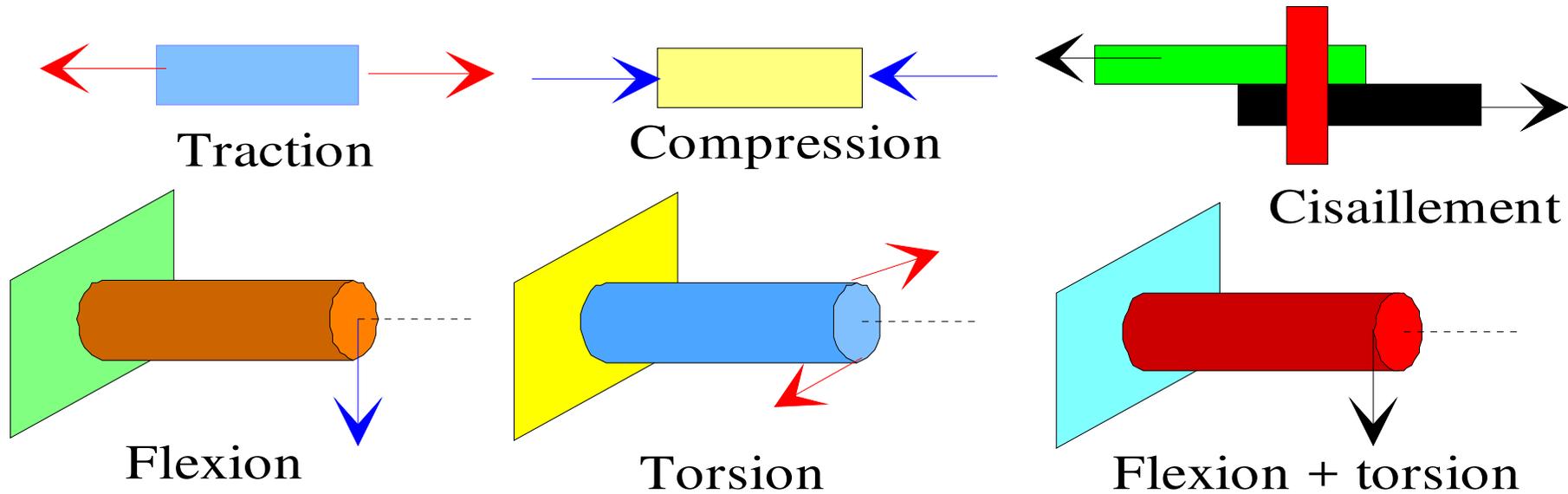
Section carrée

## Les différentes formes de fuselage

### Fuselage à faible signature radar



Dans cette liste quels sont les efforts auxquels sont soumises le fuselage?



# Efforts appliqués au fuselage



© AIRBUS S.A.S. 2010 - photo by e'm company /



(C) Airbus Military

© Airbus Military

## Structure d'un fuselage

### **Structure en treillis:**

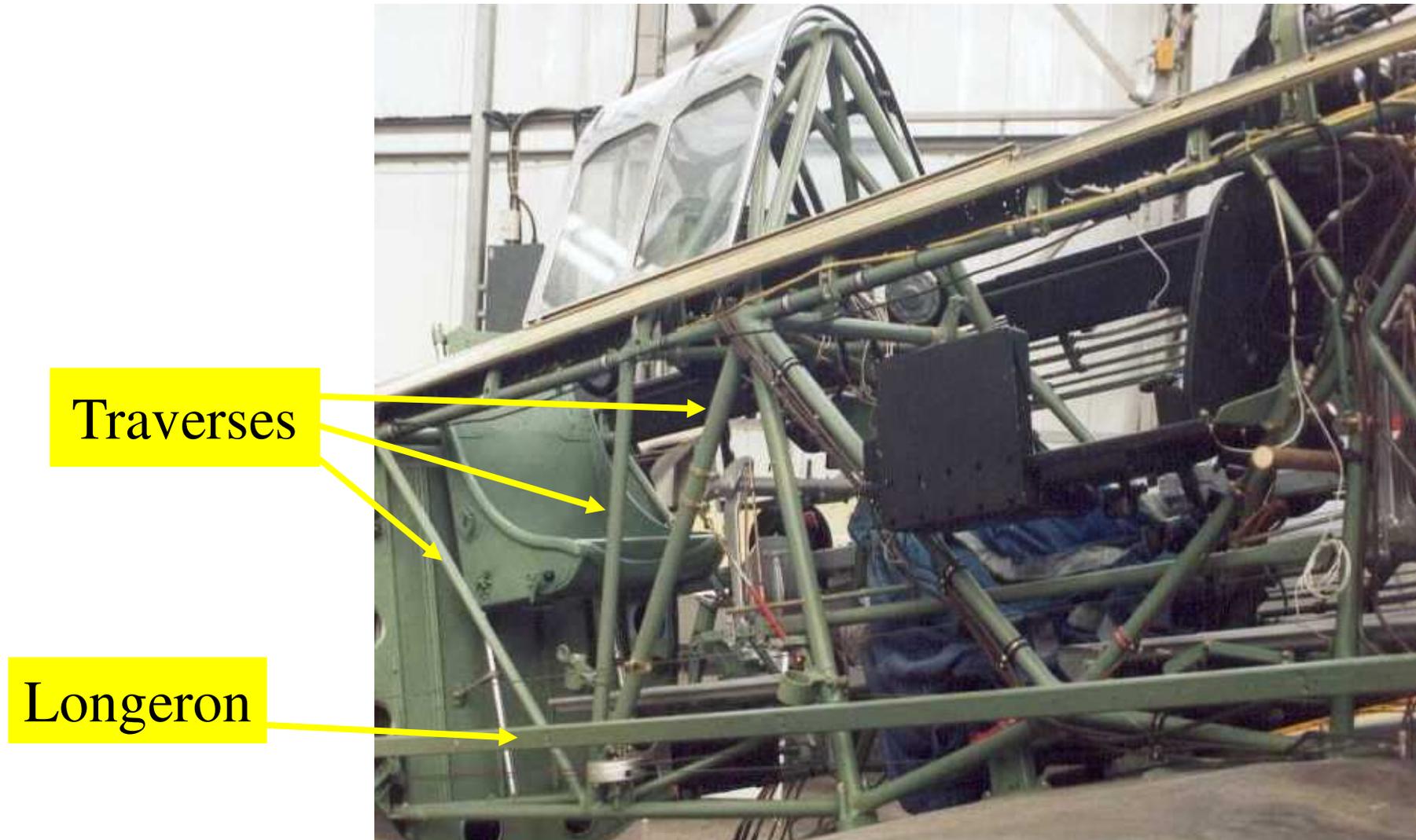
Dans cette structure on constitue un squelette du fuselage à l'aide de poutres en bois ou de tubes métalliques.

Les poutres traversant l'avion de la queue jusqu'au nez sont appelées **logerons**.

Les autres sont appelées **traverses**.

L'ensemble est recouvert d'un **revêtement non travaillant**.

# Structure d'un fuselage



## Structure d'un fuselage

### **Structure Monocoque:**

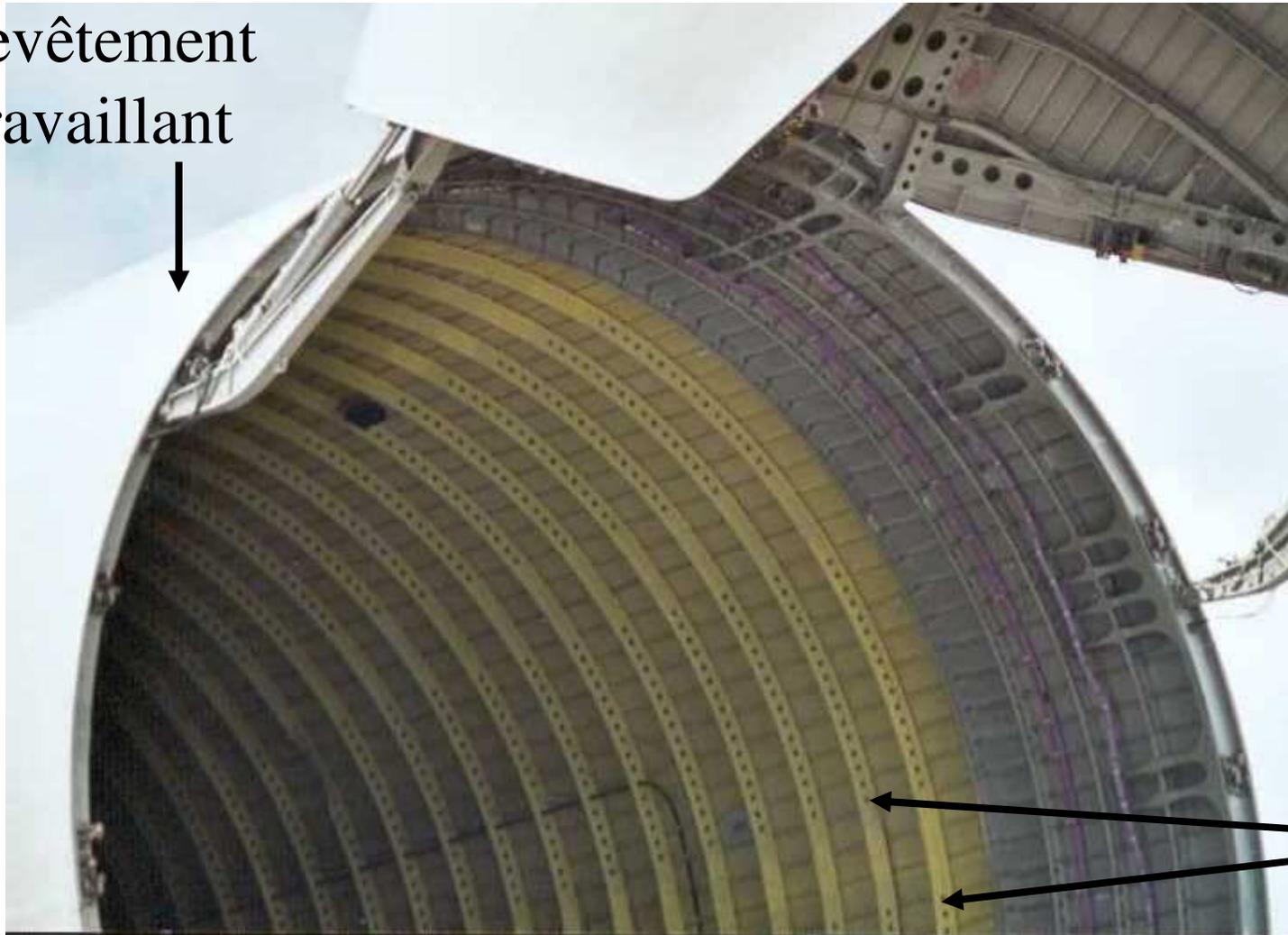
Dans cette structure on réalise un assemblage de **cadres** par l'intermédiaire d'un **revêtement travaillant**.

Les cadres sont des éléments de structure perpendiculaires à l'axe longitudinal (*ligne de foi*) de l'avion. Ils donnent la forme d'une coupe du fuselage perpendiculairement à cet axe.

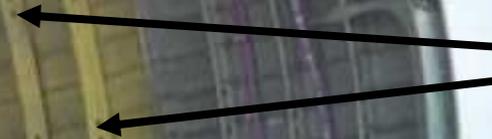
Les revêtement est dit travaillant parce qu'il participe de façon importante à la rigidité du fuselage.

# Structure d'un fuselage

Revêtement  
travaillant



Cadres



## Structure d'un fuselage

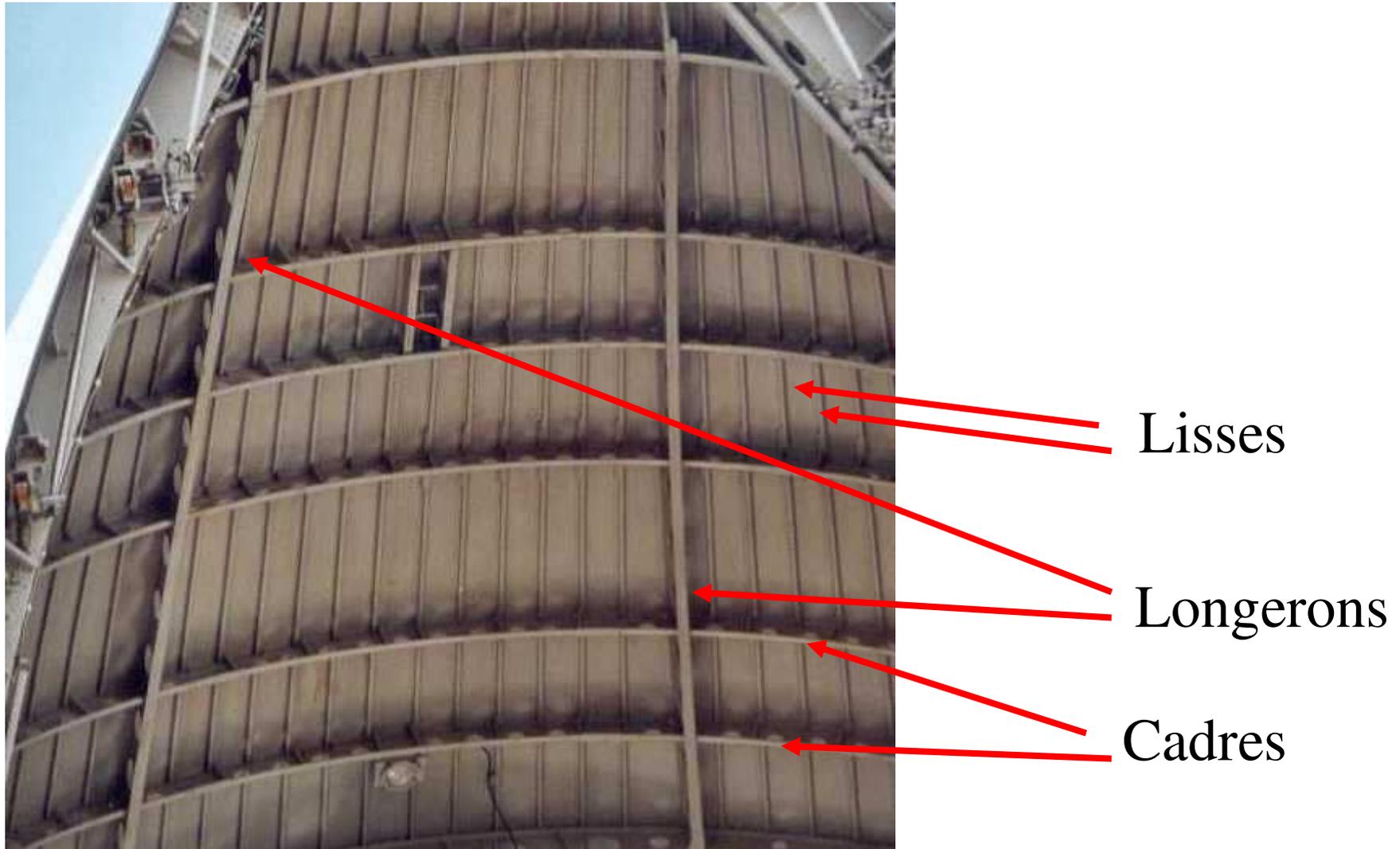
### Structure Semi-monocoque:

Dans cette structure on réalise un assemblage de cadres par l'intermédiaire de longerons et de lisses. Le tout étant recouvert d'un revêtement non travaillant.

Les lisses sont des tiges longitudinales reliant 2 ou plusieurs cadres. Elles assistent les longerons pour assurer la rigidité du fuselages mais elles sont bien plus petites.

Le revêtement est dit non travaillant parce qu'il ne participe pas de façon importante à la rigidité du fuselage.

# Structure d'un fuselage



## 3. Etude des aéronefs et des engins spatiaux

### 3.3 Structure et matériaux

- Voilures
- Empennages
- Fuselages
- Matériaux
- Atterrisseurs

## Matériaux

### Plusieurs types de matériaux sont utilisés:

- Bois et toile
- Bois recouvert de contre-plaqué
- Structure métallique
- Matériaux composites
- Structures mixtes

# Matériaux

## Structure en bois et toile:

### Avantages:

- le bois est à la fois souple et résistant
- il est relativement facile à travailler
- il s'assemble par collage

### Inconvénients:

- sensible à l'humidité
- évolue dans le temps
- le revêtement doit être régulièrement refait

# Matériaux

## Les bois utilisés:

- épicéa
- acajou
- frêne
- sapin ...

## Les toiles utilisées:

- lin
- coton
- dacron ...

Pour les avions rapides on remplace le revêtement en toile par du contre-plaqué afin d'augmenter la rigidité de l'ensemble de la structure et de limiter les déformations aux grandes vitesses.

Le bois résiste deux fois mieux à la **traction** qu'à la compression. Les semelles d'extrados des longerons sont donc plus **épaisses** que les semelles d'intrados.

## Matériaux

# Structure métallique:

### Avantages:

- le métal est plus rigide et plus résistant
- peut former des alliages selon les propriétés voulues
- s'assemble par boulonnage, rivetage ou collage

### Inconvénients:

- plus ou moins sensible à la corrosion
- se déforme irréversiblement sous forte contrainte
- relativement lourd

# Matériaux

## Les métaux utilisés:

On utilise essentiellement des alliages pour obtenir à la fois légèreté, bonne résistance mécanique et résistance à la corrosion.

Ils sont à base de:

- **Aluminium** (léger et résistant à l'oxydation)  
cuivre (résistant)
- **Titane** (résiste aux haute températures et fortes contraintes).

# Matériaux

## Structure en matériaux composites:

### Avantages:

- encaissent de fortes contraintes sans rupture ni déformations résiduelles
- permettent de réaliser n 'importe quelle forme
- insensibles à la corrosion

### Inconvénients:

- plus ou moins difficiles à polymériser
- leur assemblage (collage, rivetage, boulonnage) peut être problématique

# Matériaux

## *Les matériaux utilisés:*

**On utilise essentiellement des polymères (longues chaînes de molécules identiques) ou des résines.**

**Les composants peuvent être divers:**

**polyéthylène, résines époxy, fibres de verre,....**

**Les composants de ces matériaux sont en général très toxiques et leur manipulation n'est pas sans risques pour les opérateurs et pour l'environnement.**

## 3. Etude des aéronefs et des engins spatiaux

### 3.3 Structure et matériaux

- Voilures
- Empennages
- Fuselages
- Matériaux

- **Atterrisseurs**
  - Classique
  - Tricycles
  - Autres: Ski, Flotteur, Monotrace avec balancines
  - Constitution
  - Effort sur le train

## Trains d'atterrissage: caractéristiques générales

- Le **train d'atterrissage** pourra être **fixe** ou **rentrant** et se divise en deux parties:
  - un train principal situé généralement au niveau des ailes;
  - une roulette située sous le nez **ou** sous la queue de l'appareil et qui sert à guider l'avion au sol.
- Un avion muni d'une **roulette de nez** sera dit à **train tricycle** (par analogie au tricycle des enfants) alors qu'un avion muni d'une **roulette de queue** sera dit à **train classique**, les premiers avions de l'histoire étant équipés ainsi.



Le P51 Mustang, avion à **train classique**

Le Rafale, avion à **train tricycle**

# Autres types de train

Il existe bien d'autres types de trains pour des applications particulières:

- flotteurs ou coque (hydravions)
- skis...



Monotrace avec balancines:  
Harrier Gr7



Flotteur  
Hydravion



Akoya Lisa Airplane

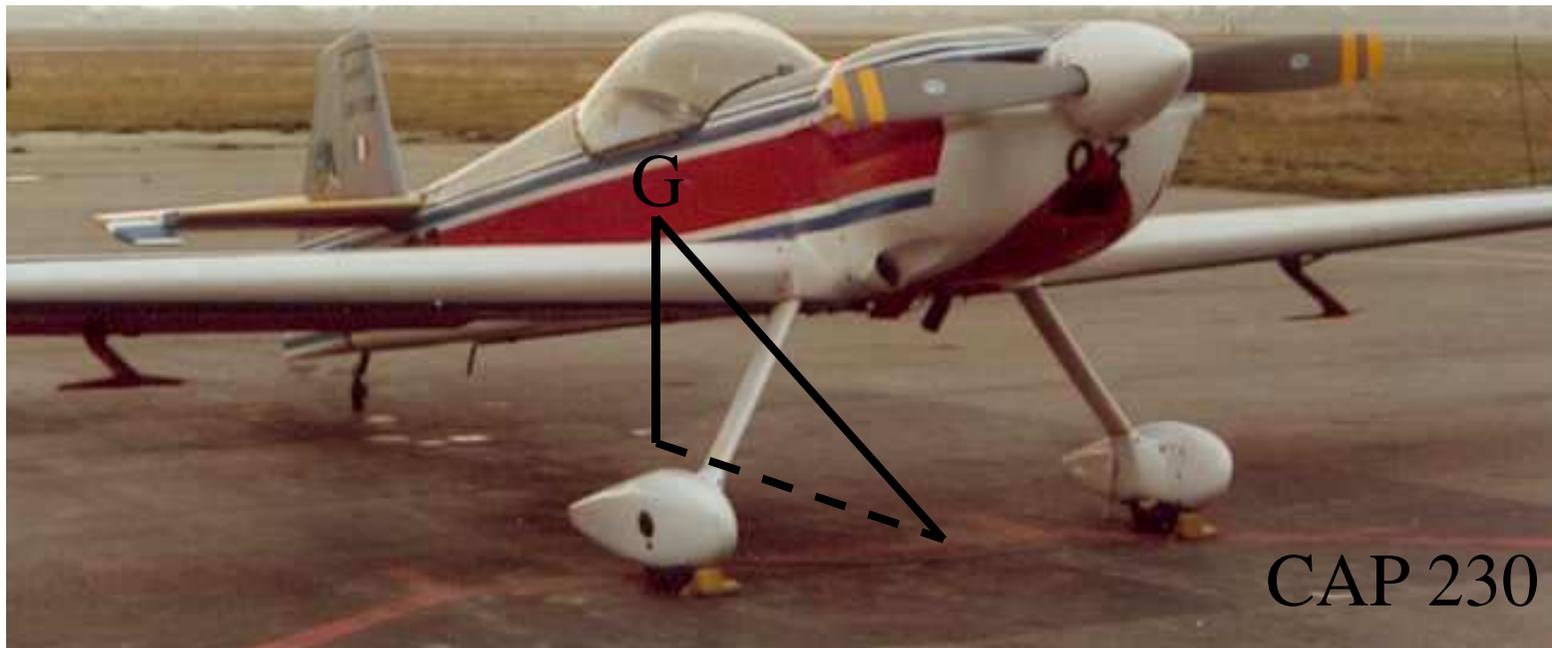


# Train classique

## **2 jambes de train principal et 1 roulette de queue**

Le plus répandu aux débuts de l'aviation. Sensible au vent et visibilité limitée vers l'avant  $\Rightarrow$  plus difficile au sol et à l'atterrissage.

L'angle de garde est d'une vingtaine de degrés pour éviter le basculement sur le nez (mise en pylône).



# Train Tricycle

## **2 jambes de train principal et 1 train avant**

Meilleure visibilité vers l'avant et moins sensible au vent.

L'angle de garde est d'une quinzaine de degrés pour éviter le basculement sur la queue.



Yak 18T

# Constitution d'un atterrisseur

Un train est caractérisé par son empatement et sa voie:

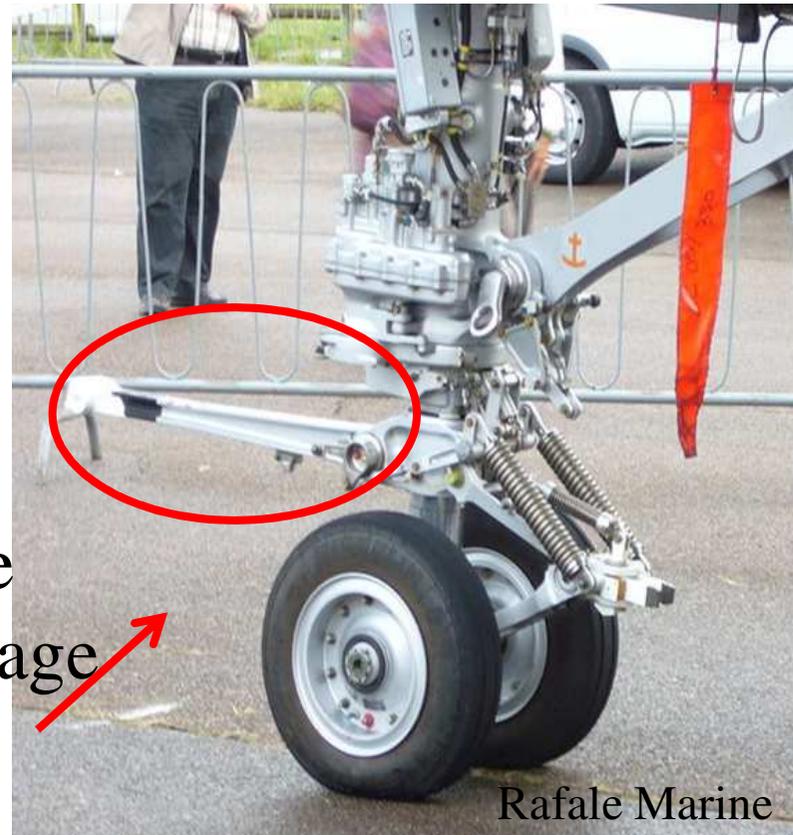
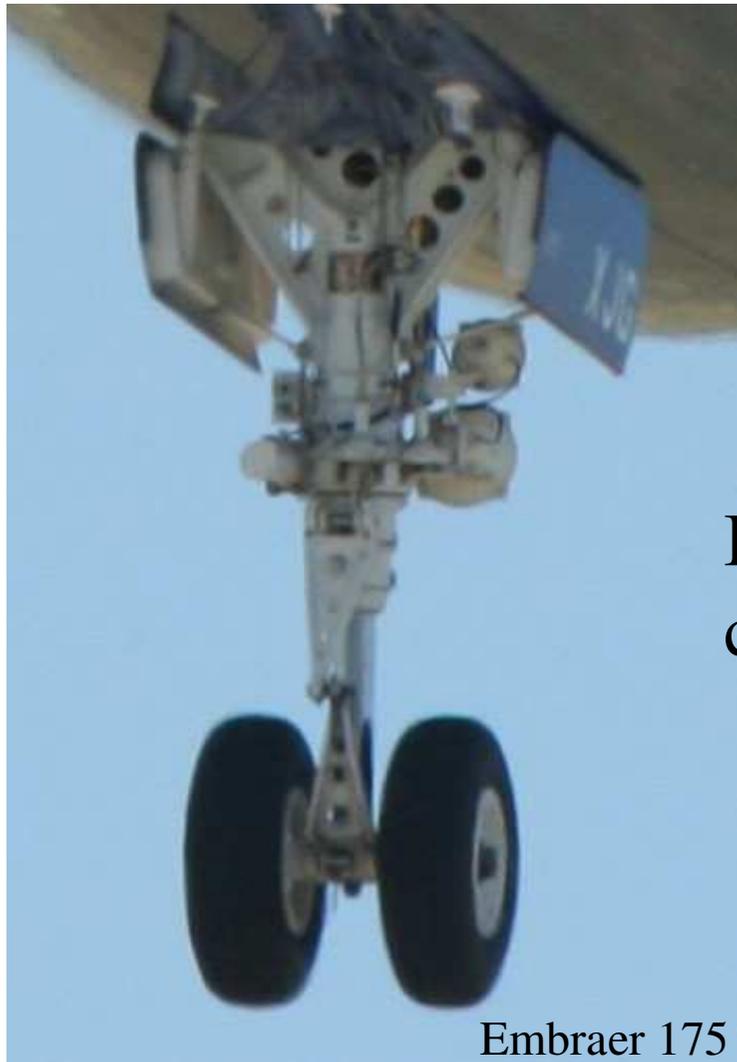


**L'empatement**



**La voie**

# Constitution d'un atterrisseur Train à deux roues Diabolo



Barre de catapultage

Le nombre de roues sur une même  
Jambe varie de 1 à 6.  
Simple, Diabolo, Boogie

Constitution d'un atterrisseur  
Boogies 4 à 6 roues

**Train principal d'A380**





## Le train A 380 supporte:

- Poids maximum à l'atterrissage: MLW (Maximum Landing Weight): **395 tonnes**
- Vitesse d'approche d'environ 140-145 kts, soit environ **265 km/h**.
- **22 Roues**
- Un pneu Michelin peut supporter une charge de **33 tonnes** à la vitesse de **378 km/h**.
- Poids maximum:
  - Au parking: **571 t**
  - Au décollage: **560t**



## 3. Etude des aéronefs et des engins spatiaux

- 3.1 Classification des aéronefs et des engins spatiaux
- 3.2 Les groupes motopropulseurs
- 3.3 Structure et matériaux
- 3.4 Commandes de vol
- 3.5 L'instrumentation de bord

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](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](mailto: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>**