

# La Science du Ballon de Football

par Frédéric HAVET



Institut Esope 21



**TERRA**  
**NUMERICA**

# Structure du ballon de football



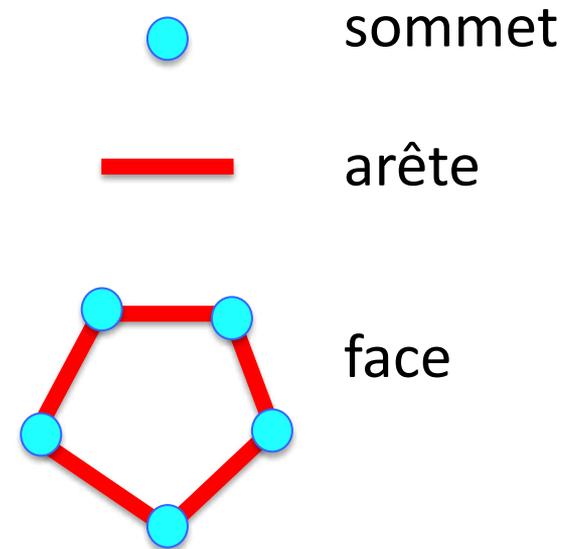
20 hexagones (blancs)

12 pentagones (noirs)

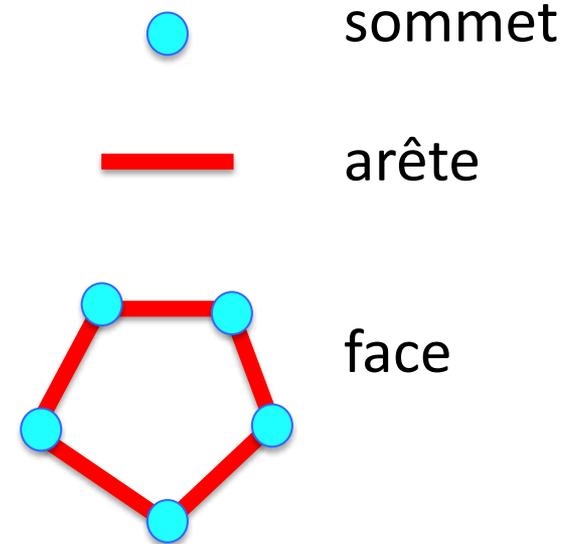
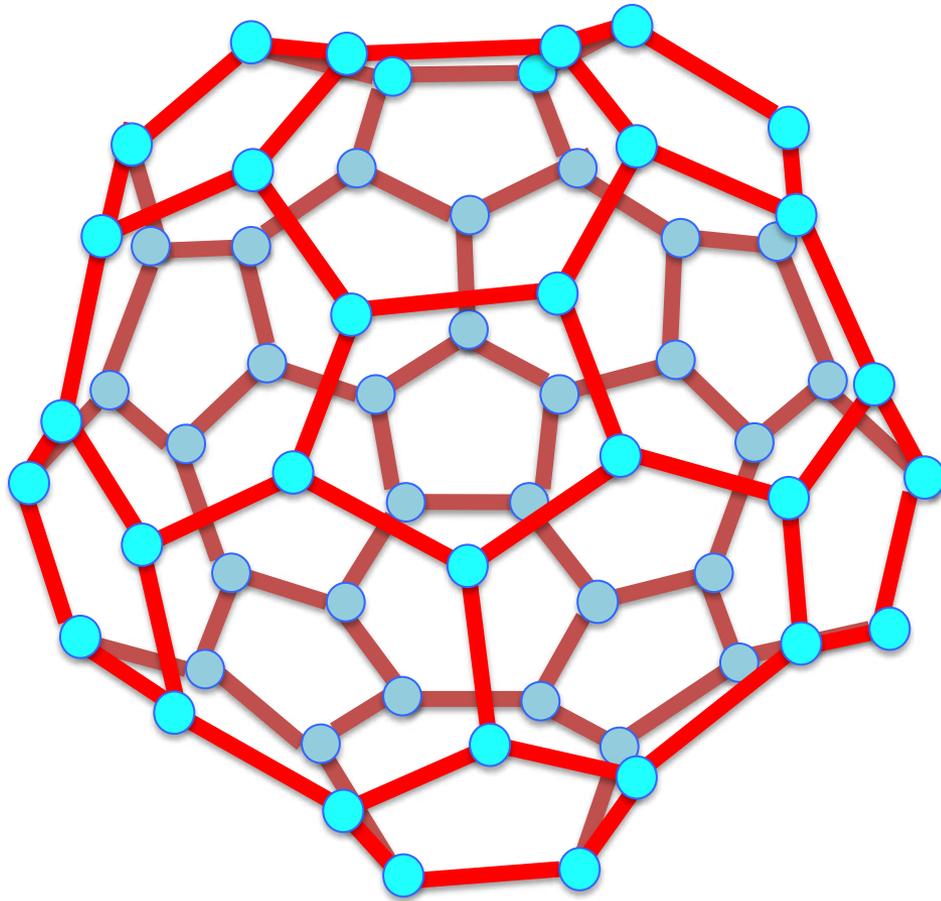
**Pourquoi cela ?**

**Peut-on faire un  
ballon avec un seul  
type de polygones ?**

# Structure du ballon de football



# Structure du ballon de football



C'est un **polyèdre** !

# Les polyèdres

## Formule d'Euler :

nombre de sommets + nombre de faces = nombre d'arêtes + 2

### Pour le ballon de foot :

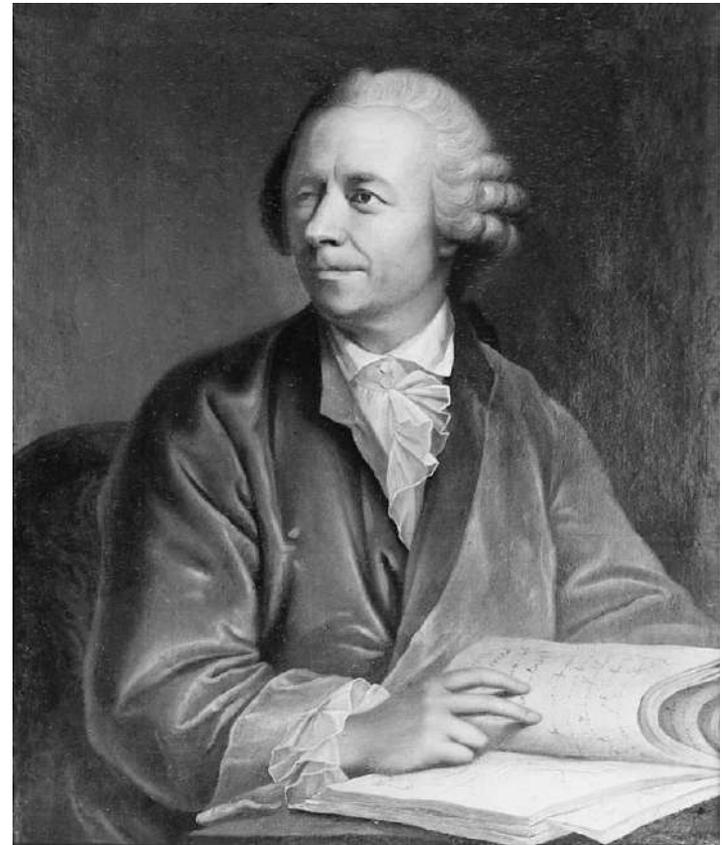
60 sommets

32 faces

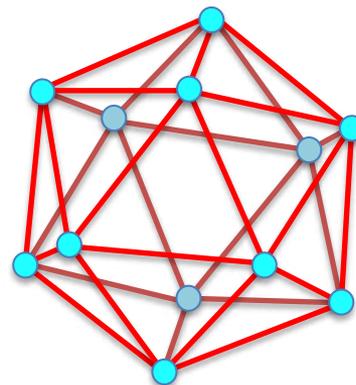
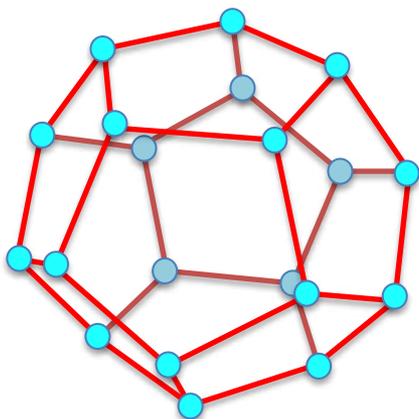
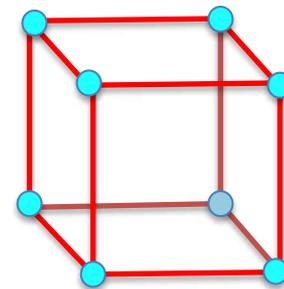
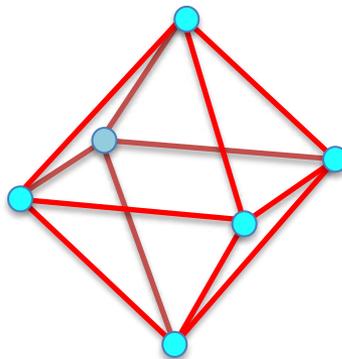
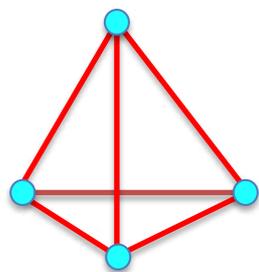
90 arêtes

**Leonhard Euler**

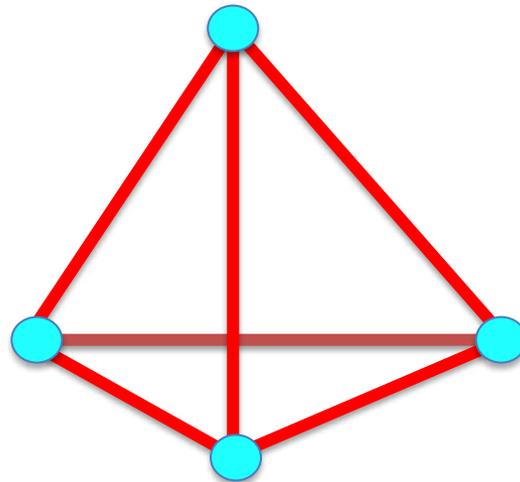
1707 – 1783



# Les polyèdres réguliers



# Le tétraèdre



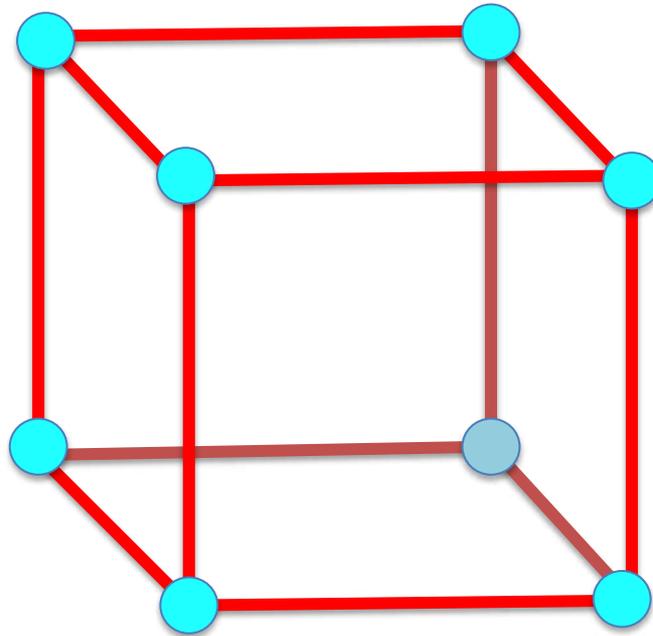
4 sommets

4 faces

6 arêtes

Formule d'Euler :  $4 + 4 = 6 + 2$

# Le cube



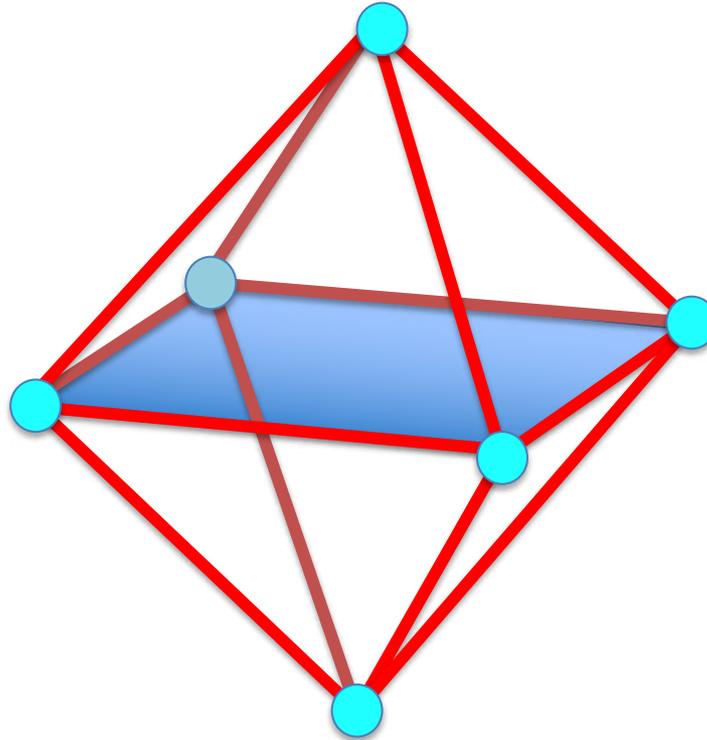
8 sommets

6 faces

12 arêtes

Formule d'Euler :  $8 + 6 = 12 + 2$

# L'octaèdre



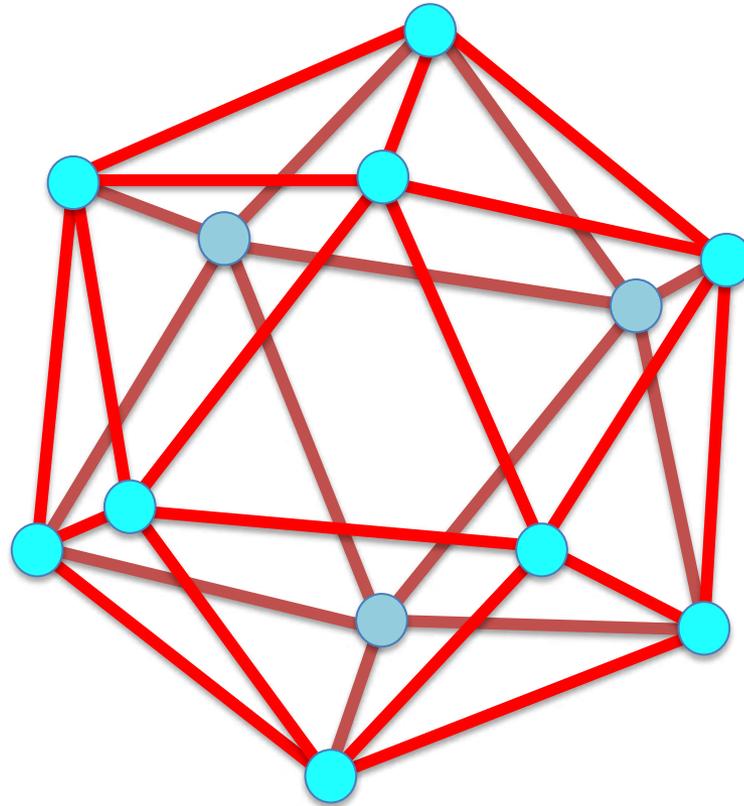
6 sommets

8 faces

12 arêtes

Formule d'Euler :  $6 + 8 = 12 + 2$

# L'icosaèdre



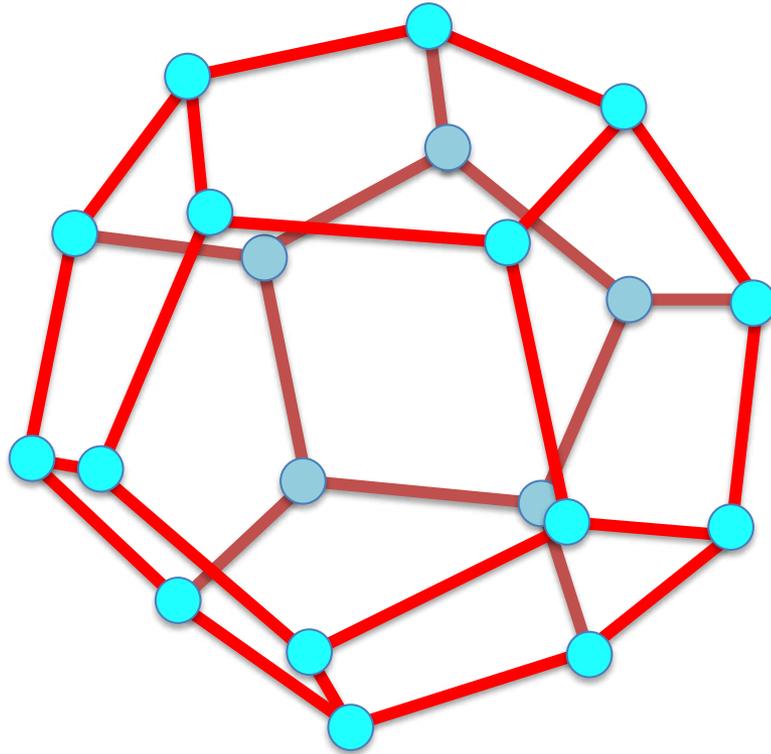
12 sommets

20 faces

30 arêtes

Formule d'Euler :  $12 + 20 = 30 + 2$

# Le dodécaèdre



20 sommets

12 faces

30 arêtes

Formule d'Euler :  $20 + 12 = 30 + 2$

# Un polyèdre avec que des hexagones ?

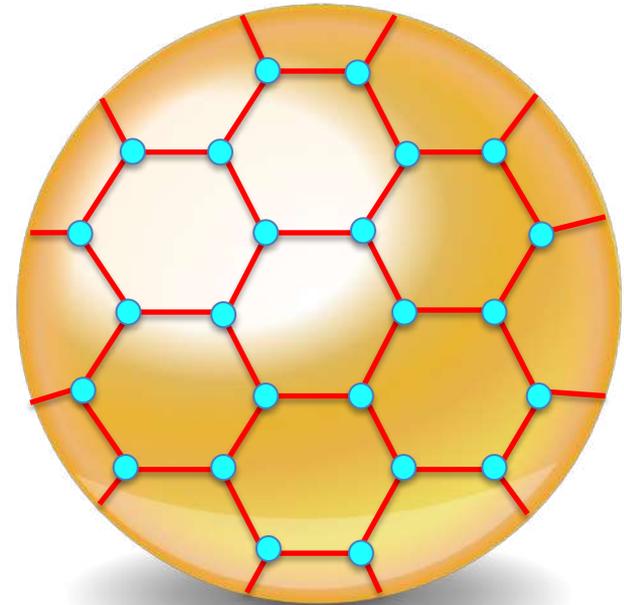
Supposons qu'il y ait **n faces hexagonales**.

Chaque arête est dans 2 faces.

il y a  $6n/2 = 3n$  arêtes.

Chaque sommet est dans 3 faces.

il y a  $6n/3 = 2n$  sommets.



## Formule d'Euler :

nombre de sommets + nombre de faces = nombre d'arêtes + 2

# Un polyèdre avec que des hexagones ?

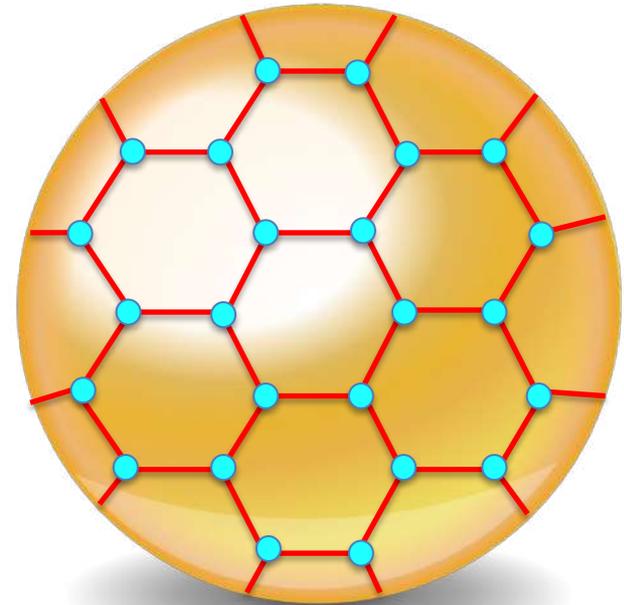
Supposons qu'il y ait **n faces hexagonales**.

Chaque arête est dans 2 faces.

il y a  $6n/2 = 3n$  arêtes.

Chaque sommet est dans 3 faces.

il y a  $6n/3 = 2n$  sommets.

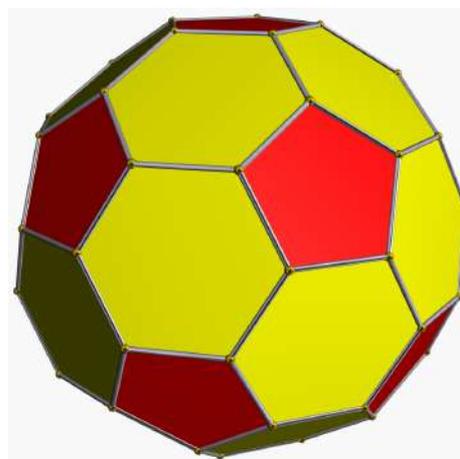
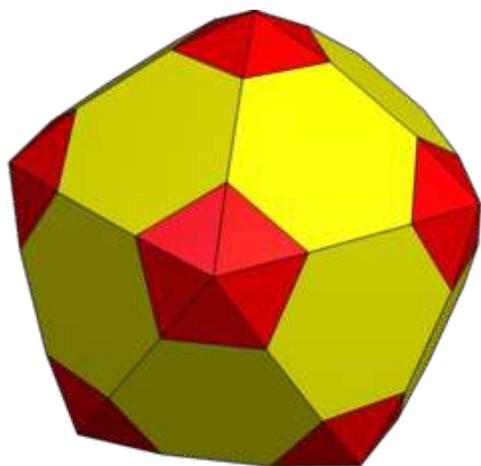
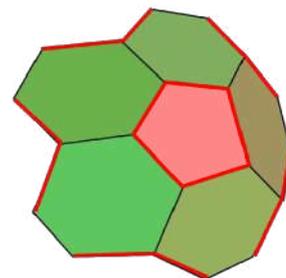
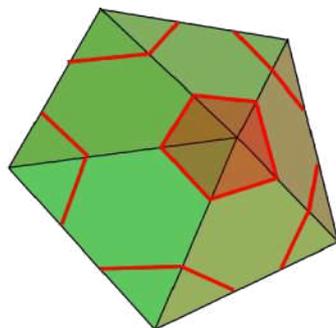
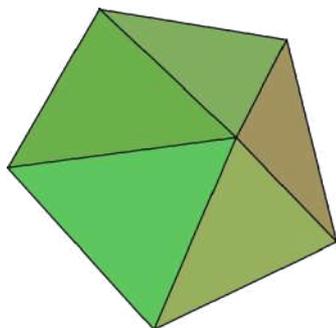


**Formule d'Euler :**

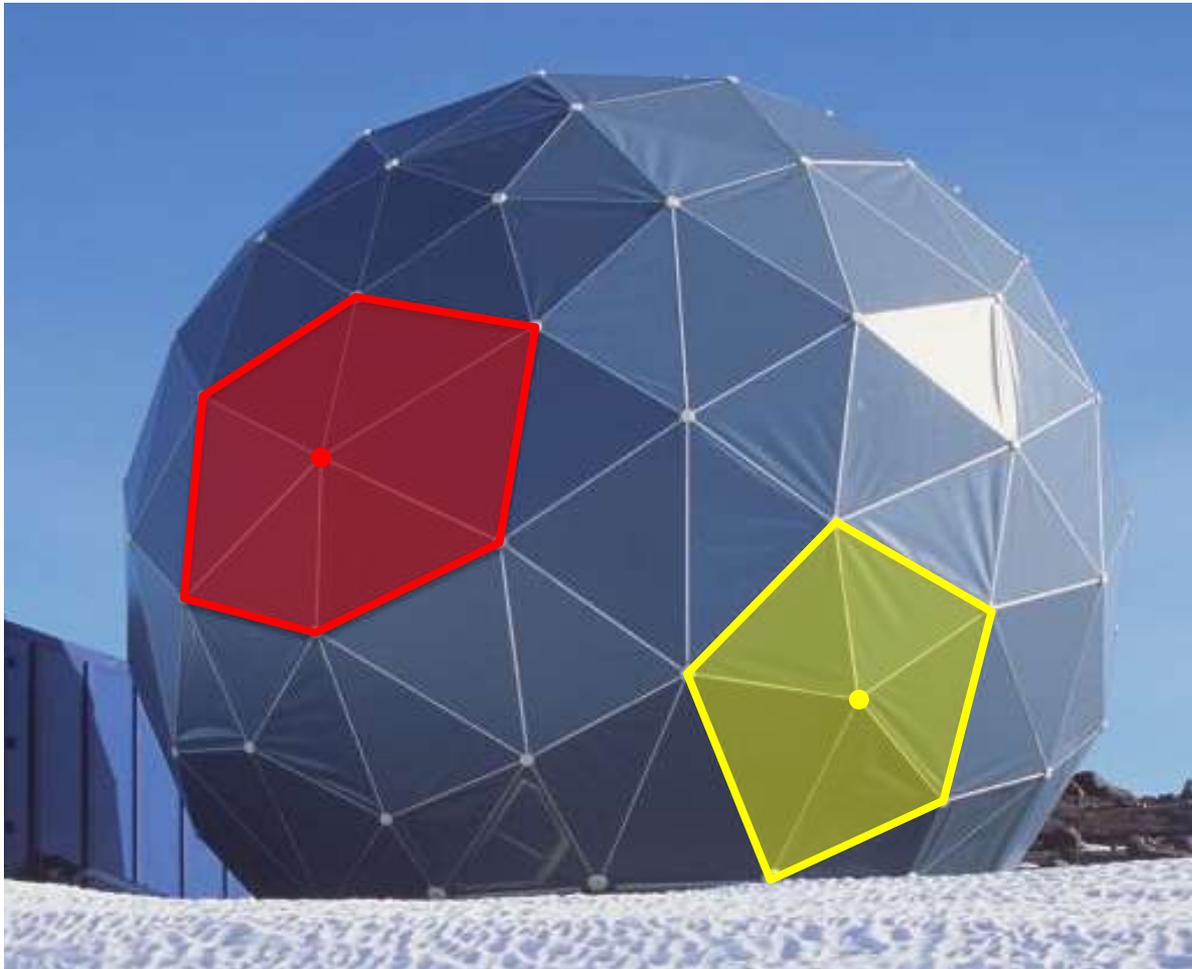
$$3n = 3n + 2$$

C'est **IMPOSSIBLE**

# L'icosaèdre tronqué

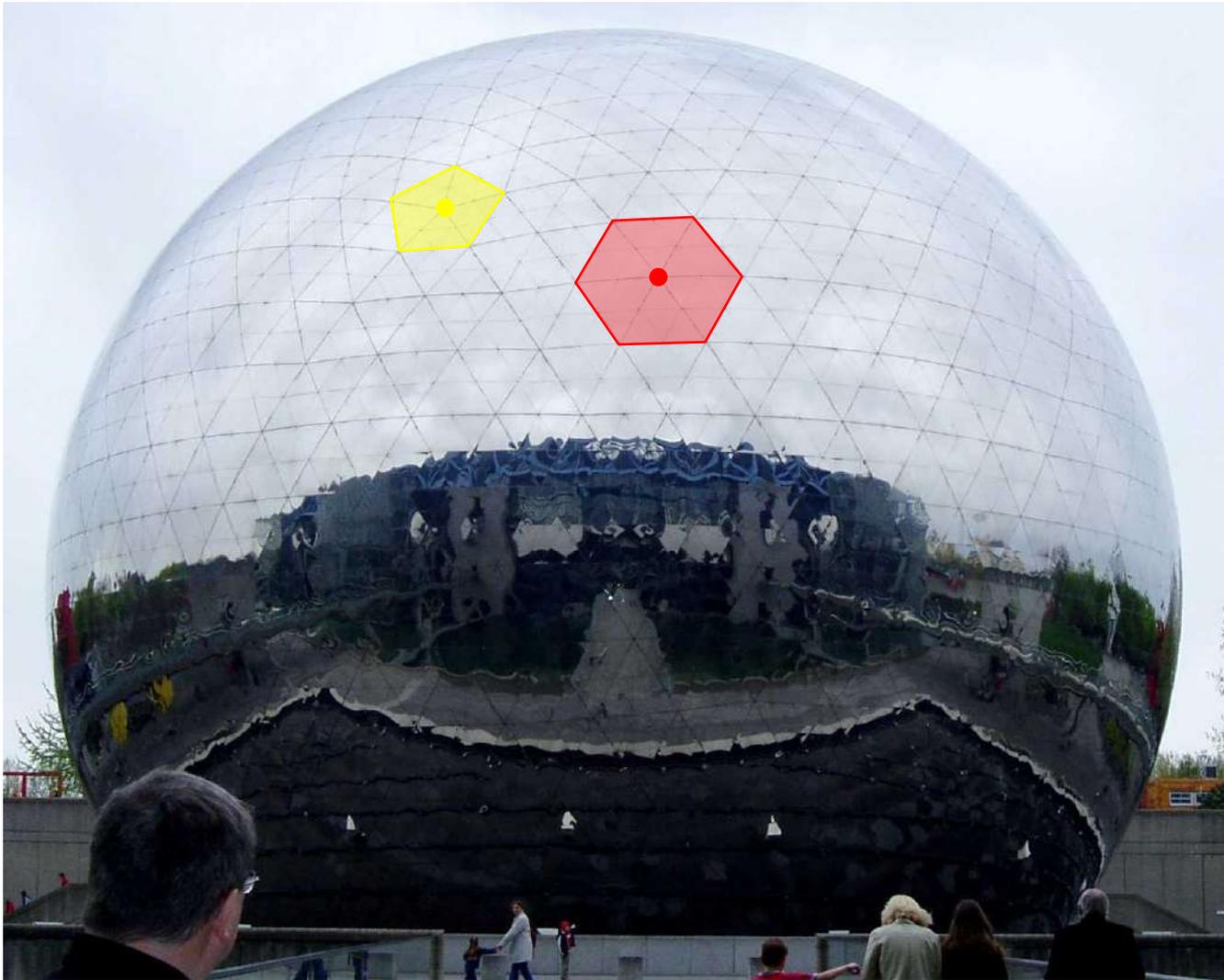


# Les géodes



Dôme de télécommunications en Antarctique

# Les géodes

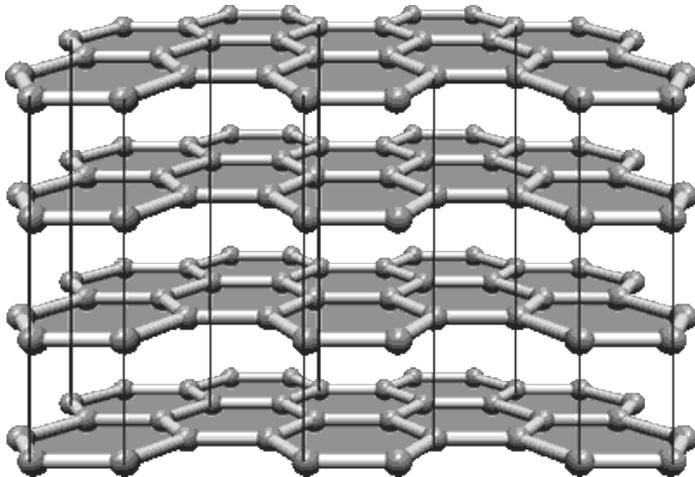


Géode, Cité des Sciences, Paris

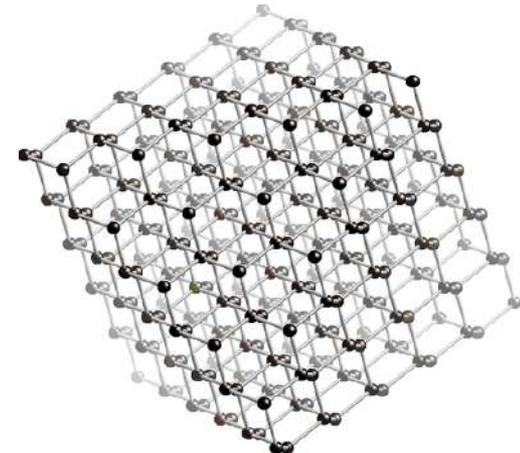
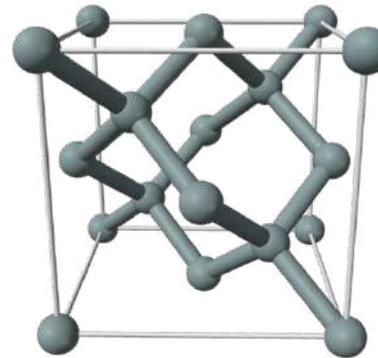
# Un petit peu de chimie du carbone



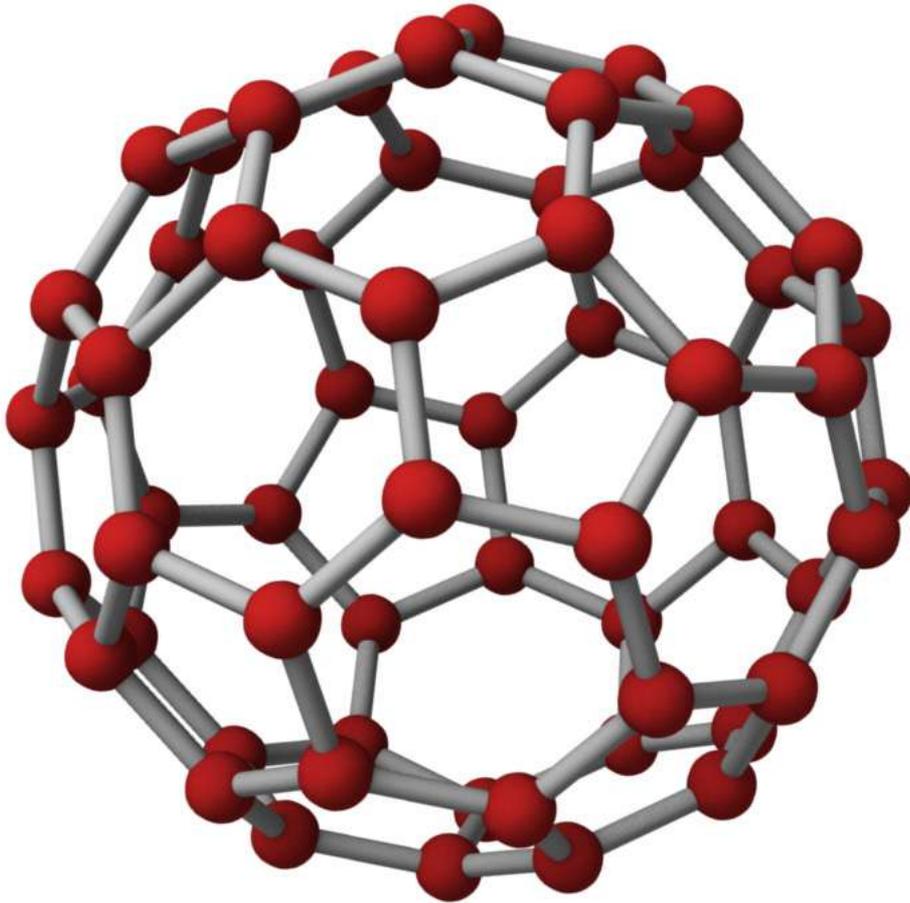
Graphite



Diamant



# Le footballène

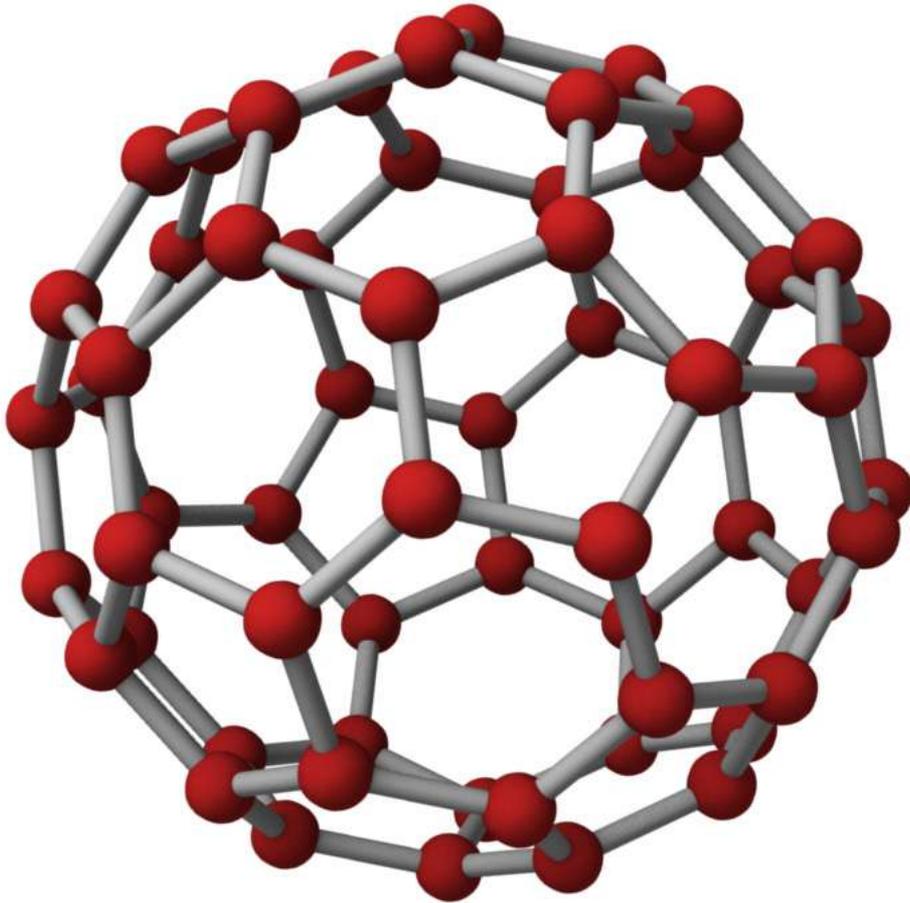


Mis en évidence **en 1985**, par Kroto, Curl et Smalley. Nobel de Chimie 1996.

D'**infimes quantités dans la nature**, dans des suies ou dans l'atmosphère par les éclairs.

Depuis les années 90, on sait **synthétiser** du footballène, mais seulement **en petites quantités**.

# Les propriétés du footballène



**Supraconductivité** par  
insertion de métaux  
alcalins (K, Na, Cs,... )

→ **Electronique**

**Absorbe fortement les  
U.V.**

→ **Fibres optiques**

**Capteur d'électron**

**Polymérisation** possible  
à haute température.

→ **Cellules photovoltaïques**

# Le footballène : source de jouvence ?

En 2012, en voulant tester la toxicité du footballène, des chercheurs ont observé que les **rats mangeant** régulièrement du **footballène vivent** presque **2 fois plus** longtemps.



**Attention**

**!!!**

Ce n'est qu'une étude et sur des rats.



# Le footballène : source de jouvence ?

Depuis 2012, des dizaines d'études sur le sujet.

Chez le rat, le footballène **change le microbiote intestinal** pour des bactéries qui

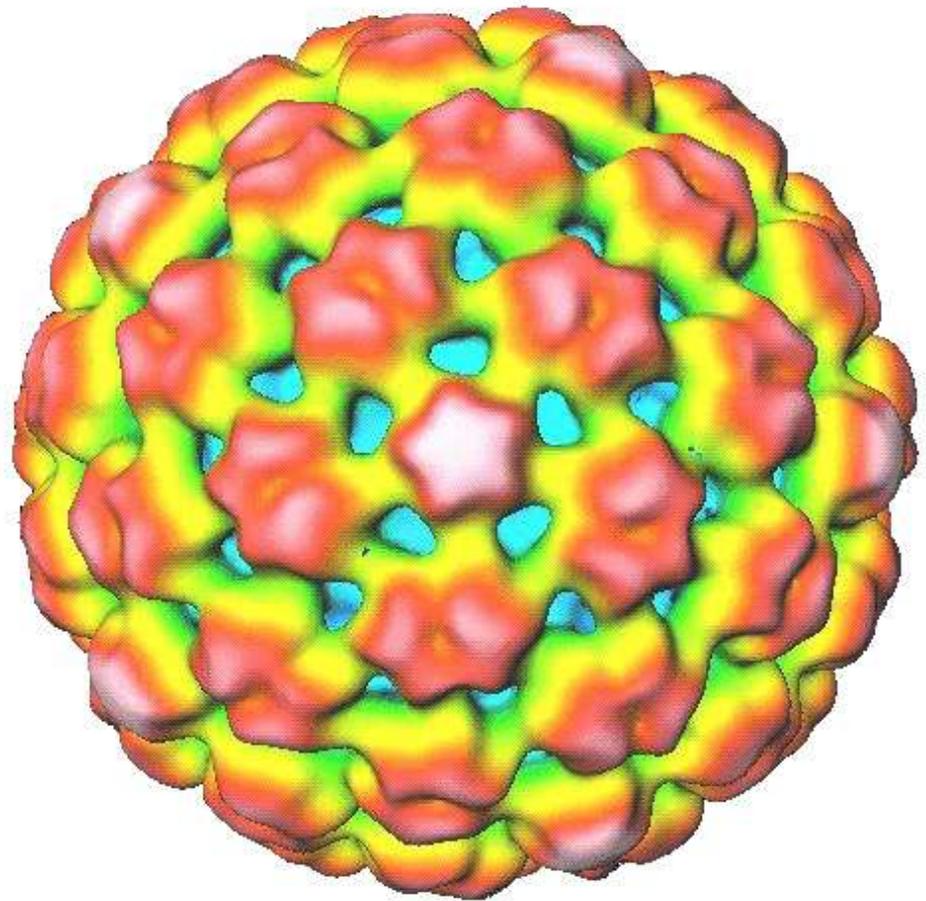
- + diminue le stress,

- + favorise l'homéostasie des glucides

- augmente le malondialdéhyde (MDA) cérébral (marqueur d'oxydation) et produits protéiques d'oxydation avancée.

  - risque de cancer

# La mosaïque du chou-fleur



# Le rebond du ballon



# La frappe de la balle de tennis



# L'effet Magnus

1981: France – Pays-Bas.



# L'effet Magnus

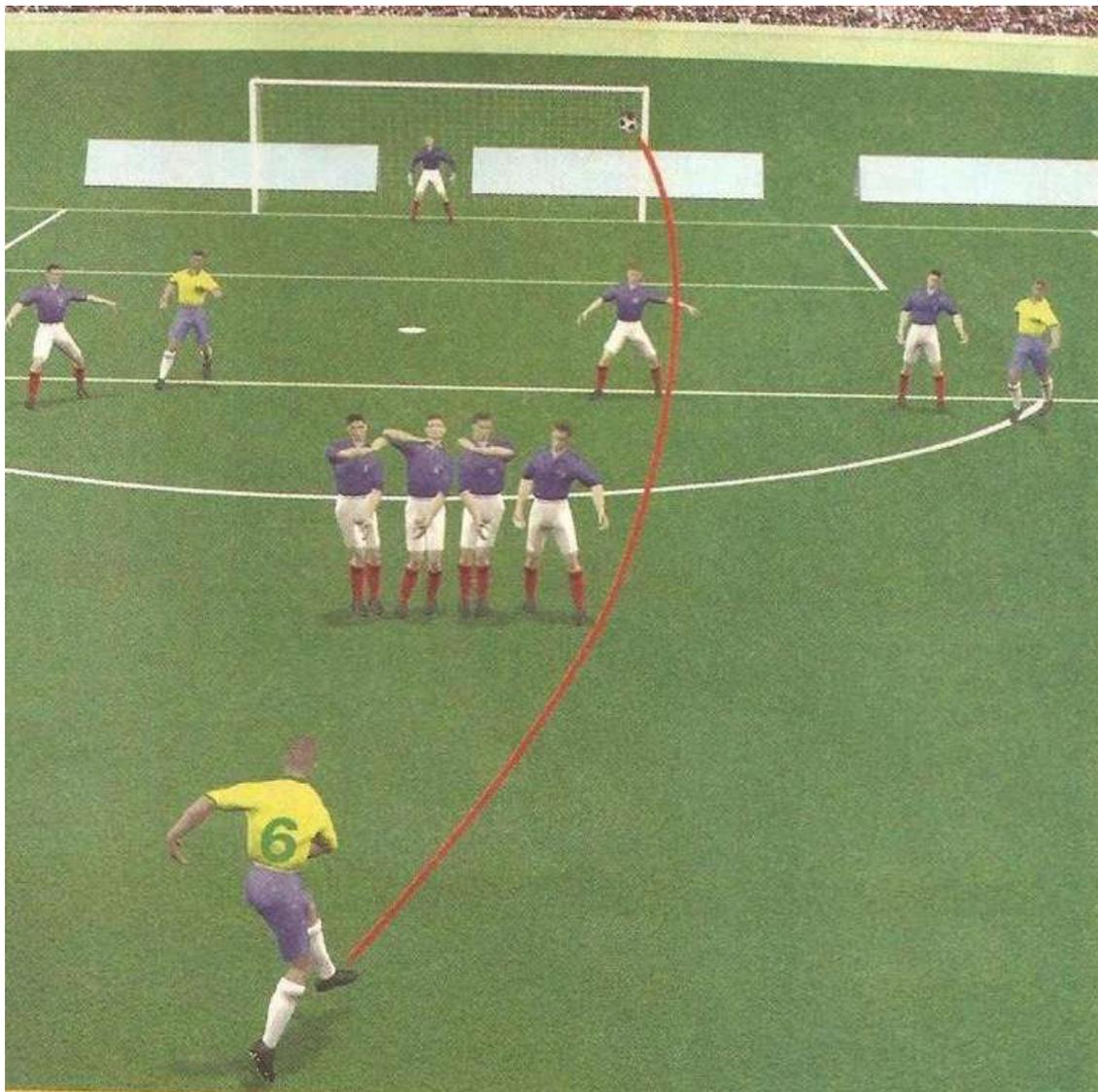


# L'effet Magnus

1997: France – Brésil.



# L'effet Magnus

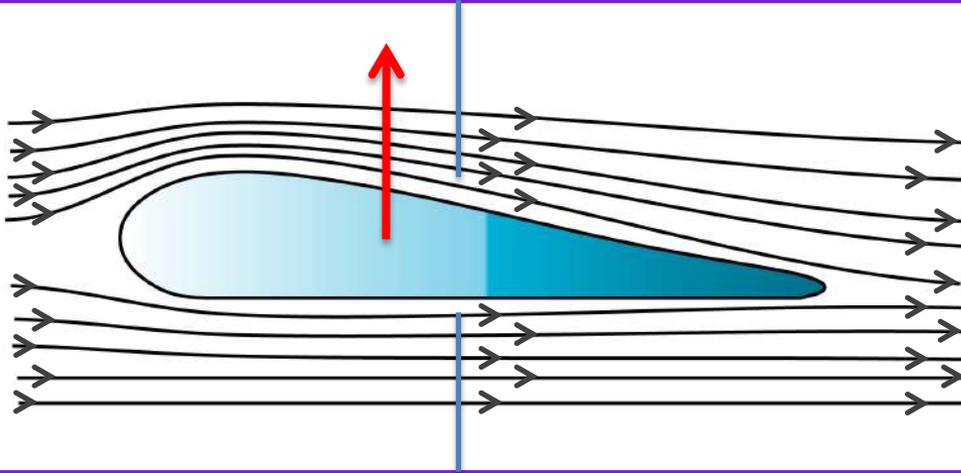


# L'aile d'avion

## Principe de Bernoulli:

Quand la vitesse d'un fluide (comme l'air) augmente, sa pression diminue.

Le chemin est plus long. L'air va plus vite.  
La pression est plus faible.



Le chemin est plus court. L'air va moins vite.  
La pression est plus grande.



Daniel Bernoulli  
(1700 – 1782)

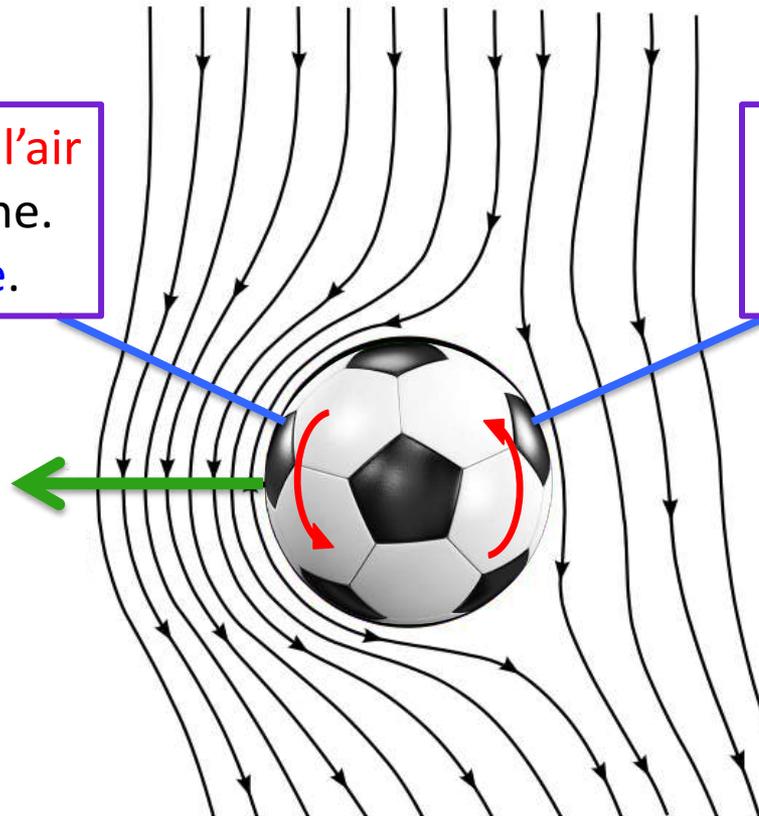
# L'effet Magnus

## Principe de Bernoulli:

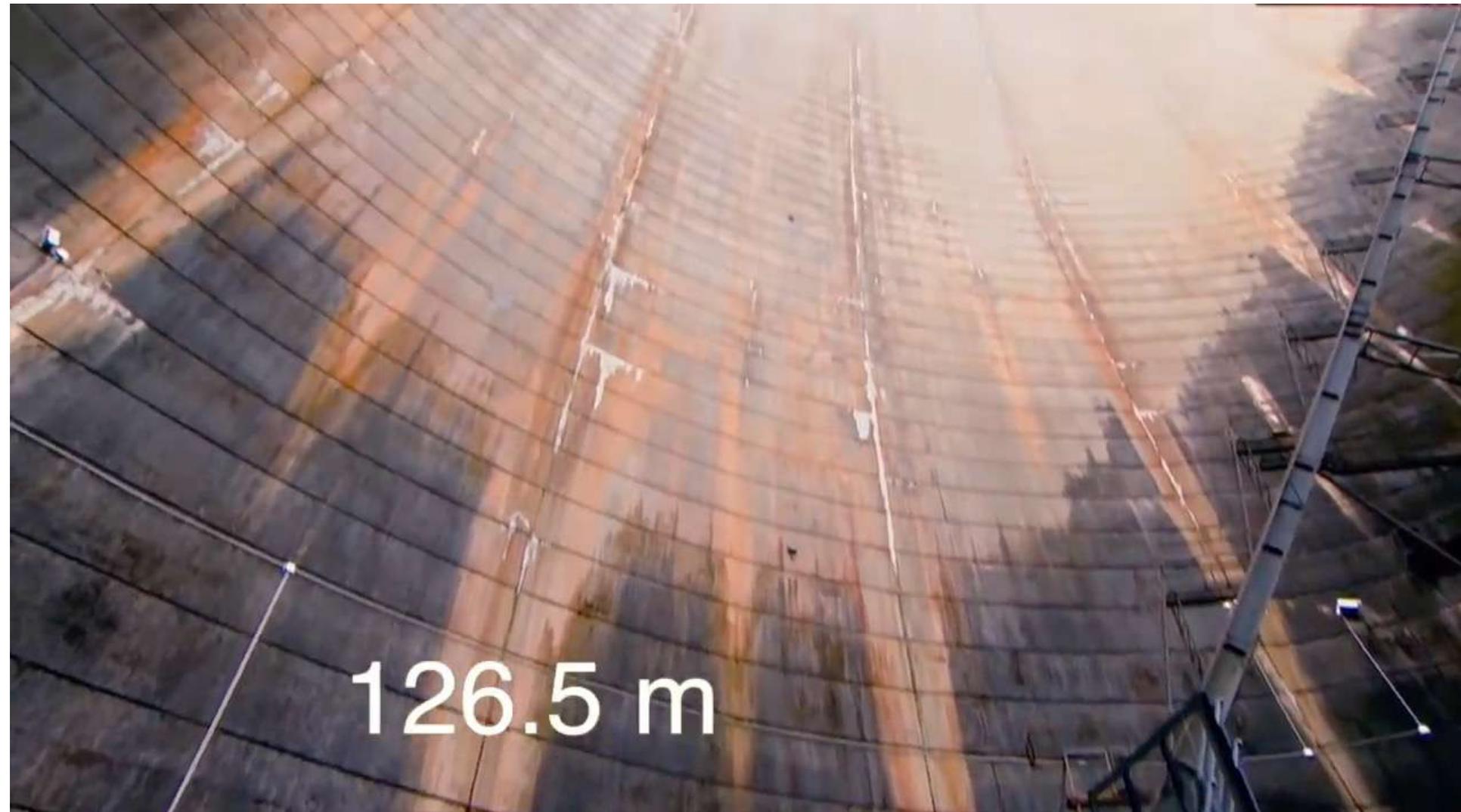
Quand la vitesse d'un fluide (comme l'air) augmente, sa pression diminue.

Le **ballon accélère l'air** qui passe à sa gauche.  
La **pression diminue**.

Le **ballon ralentit l'air** qui passe à sa droite.  
La **pression augmente**.



# L'effet Magnus



126.5 m

# Merci de votre attention !

