

Physique
pour Tous !

Saison 4
2021-2022

Blimey!
It will be
painfull!



Cycle
« Physique & Cinéma, édition spéciale 007 »

JAMES BOND DOIT-IL TOUJOURS SOIGNER SON **AÉRODYNAMISME** ?



Mardi 12/10/2021, de 18h15 à 19h45, amphi Fresnel

Introduction

- Qu'est-ce que l'aérodynamique ?

action de l'air sur un objet solide
se déplaçant dans cet air



action d'un écoulement d'air
sur un objet solide immobile



Généralisable à n'importe quel type de gaz.

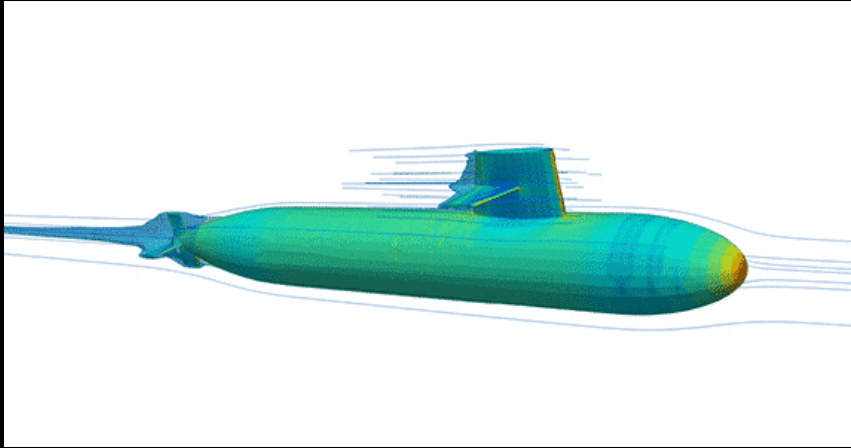
Objet possible = automobile, avion, ..., James Bond



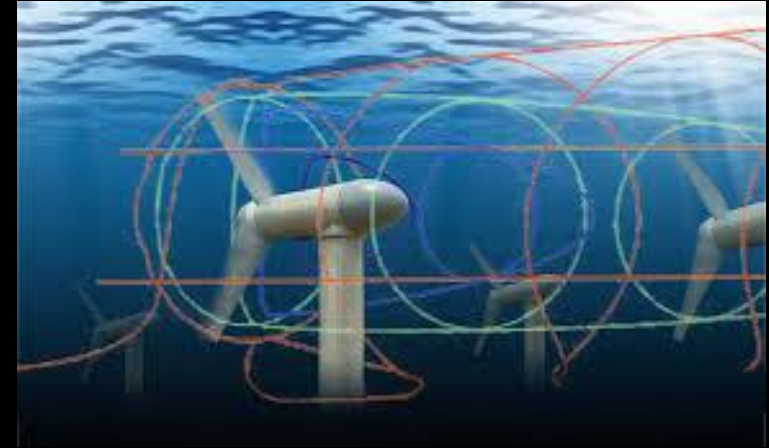
Introduction

- Qu'est-ce que l'hydrodynamique ?

action de l'eau sur un objet solide
se déplaçant dans l'eau



action d'un écoulement d'eau
sur un objet solide immobile



Généralisable à n'importe quel type de liquide.

Objet possible = bateau, sous-marin, ..., James Bond

De nombreux points
communs avec
l'aérodynamique !



Introduction

- Pourquoi James Bond a-t-il besoin de connaître des notions d'aérodynamique et d'hydrodynamique ?



- Aller le plus vite possible avec un moyen de transport.
- Faire décoller un avion.
- Ralentir le véhicule de son ennemi.
- Ralentir ou accélérer sa chute
-

Un point important est la forme de l'objet sur lequel agit l'air ou l'eau environnant → **aérodynamisme / hydrodynamisme**



Au programme ce soir

1. La notion de physique : aérodynamisme
2. En avion ou en automobile
3. Courir sur un train
4. Sauts et chutes de James Bond
5. Parachutisme



Disclaimer

Toutes les cascades montrées dans les extraits de films ont
été réalisées par des professionnels
ou sont le fruit de la magie du cinéma.

N'essayez surtout pas de les reproduire chez vous !



The image shows the interior of a theater. In the foreground, there are many rows of red upholstered seats, viewed from behind, receding towards the stage. The stage area is dark, and a large, bright white rectangular screen is centered at the front. On the screen, the text '1. La notion de physique : aérodynamisme' is displayed in a bold, blue, sans-serif font. The theater walls and ceiling are dark, and the overall lighting is dim, focusing attention on the screen.

**1. La notion de
physique :
aérodynamisme**

Écoulement d'air / eau

Caractéristiques d'un écoulement

On suppose que l'on crée un écoulement d'un fluide.

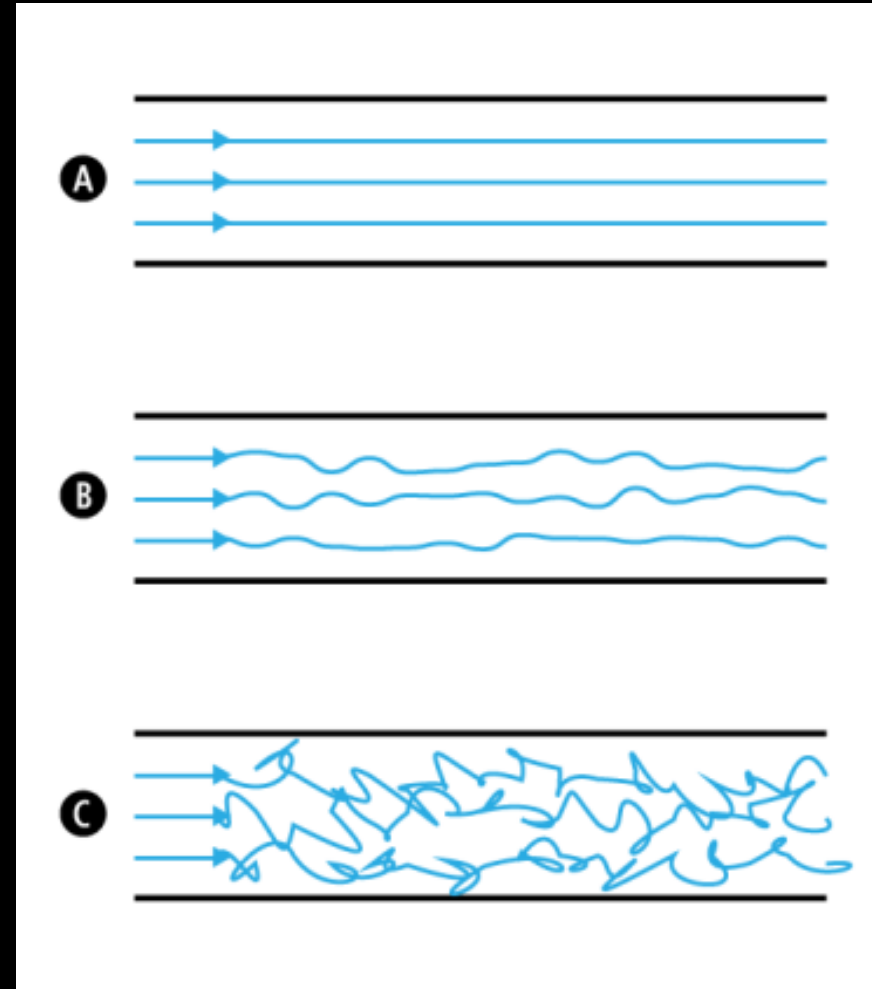
Ex : soufflerie → écoulement d'air

Ex : pompe → écoulement d'eau

3 types d'écoulement possibles :

- A) **Écoulement laminaire** : le fluide s'écoule en filets parallèles à l'axe de la conduite
- B) **Écoulement intermédiaire** : moins rectiligne, mélange
- C) **Écoulement turbulent** : présence de tourbillons

Pour aller + loin : le type d'écoulement est caractérisé par un nombre adimensionnel : le nombre de Reynolds R_e (1883).



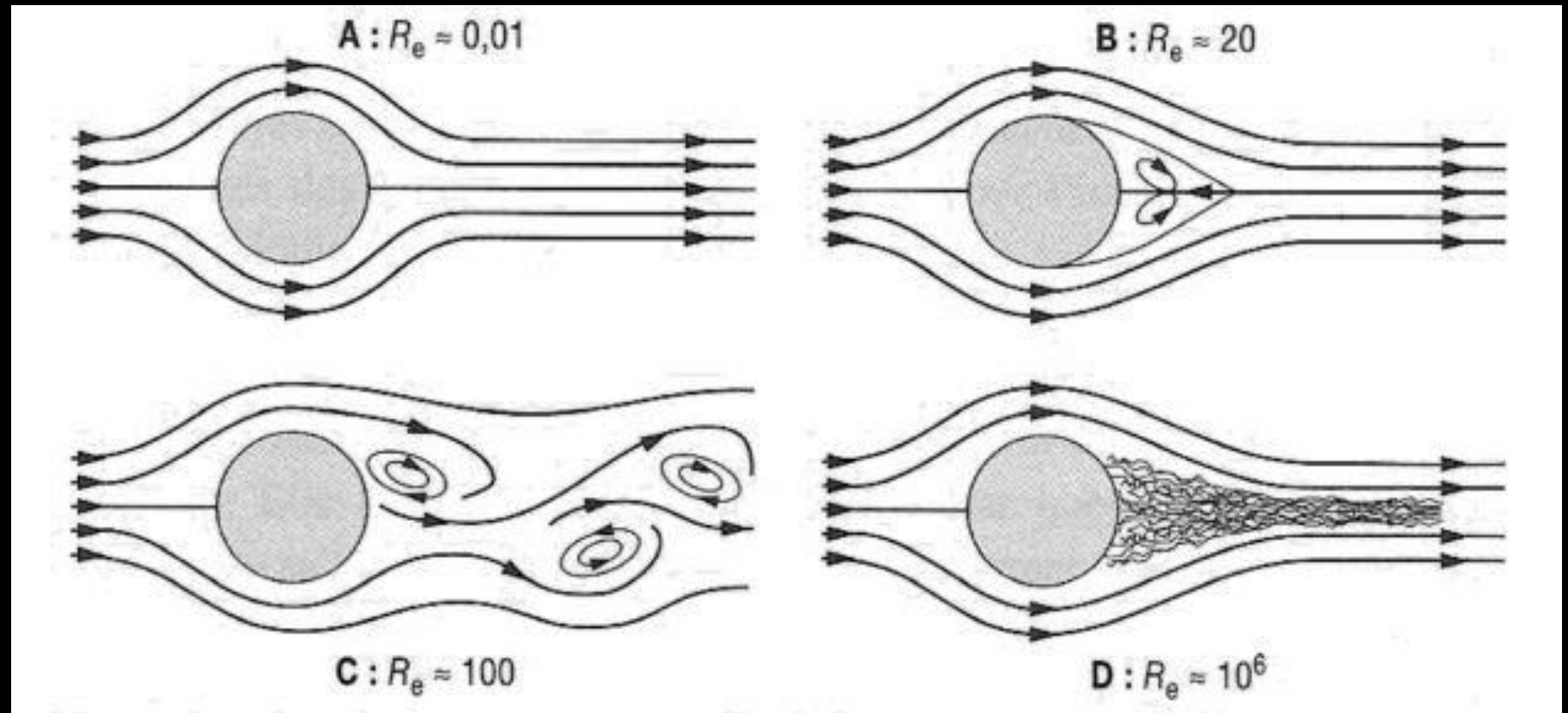
Vitesse du
fluide dans la
conduite



Ecoulement d'air / eau

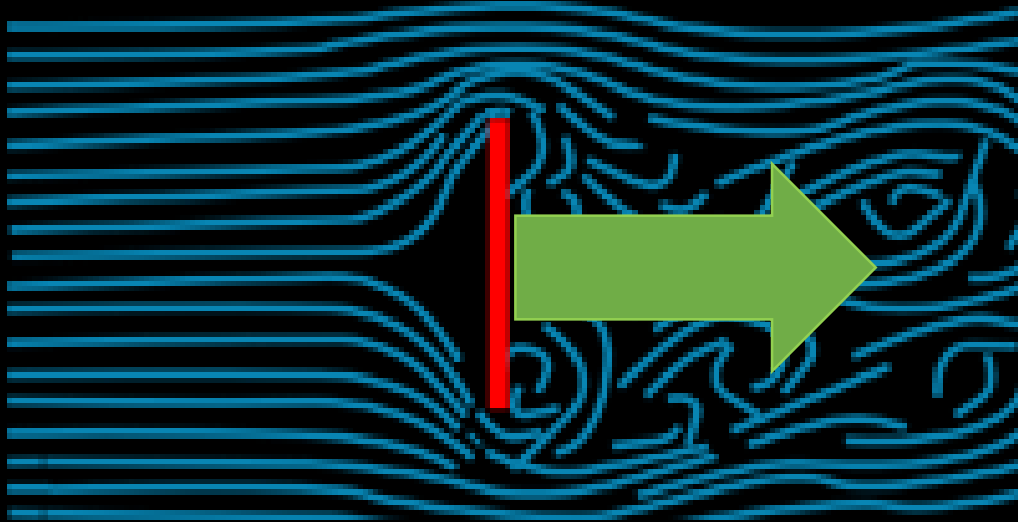
Perturbation de l'écoulement par un objet

On suppose que
l'écoulement est
laminaire au
départ.



Ecoulement d'air / eau

La notion de traînée



pression

dépression

Si c'est l'objet qui se déplace dans le fluide statique, cette force peut être vue comme la « résistance du fluide » au déplacement de l'objet.



Ecoulement d'air / eau

La formule de la traînée

$$F_x = \frac{1}{2} C_x \times \rho \times S \times v^2$$

La force est proportionnelle
au carré de la vitesse.



Ecoulement d'air / eau

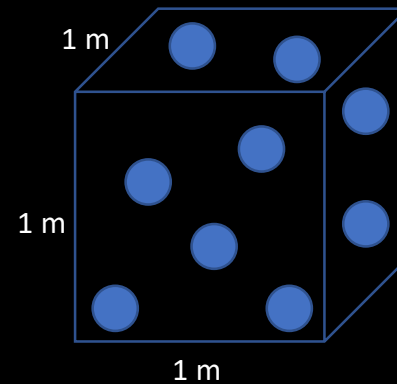
La formule de la traînée

$$F_x = \frac{1}{2} C_x \times \rho \times S \times v^2$$

La force est proportionnelle
au carré de la vitesse.

Qu'est-ce que la masse volumique du fluide ρ ?

Masse de fluide contenu dans un 1 m^3 à la
pression du fluide.



La masse volumique dépend de l'altitude :

- Au niveau de la mer : $\rho_{air} = 1,2 \text{ kg/m}^3$
- À 2000 m : $\rho_{air} = 1,0 \text{ kg/m}^3$



Ecoulement d'air / eau

La formule de la traînée

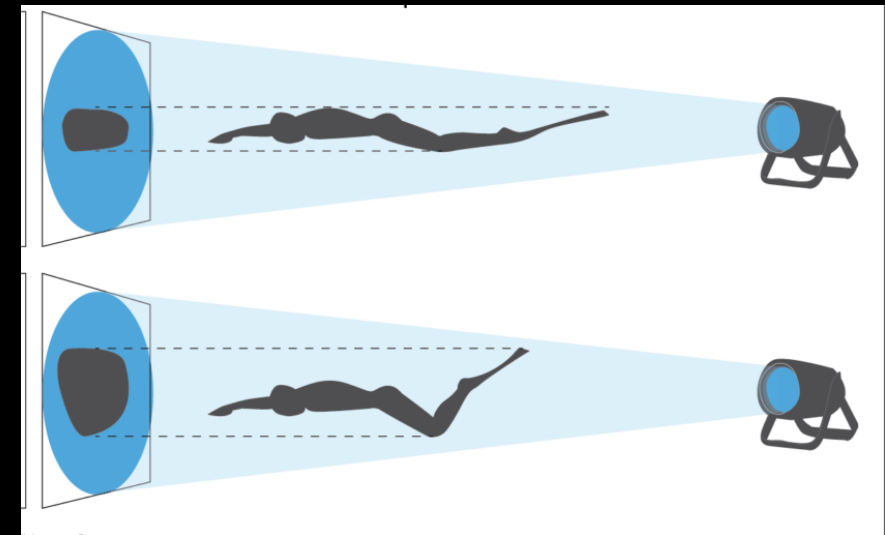
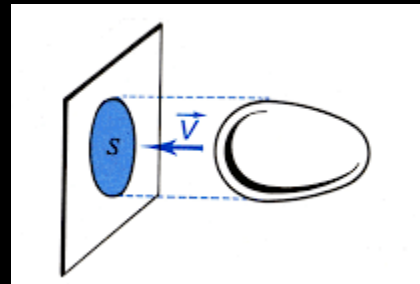
$$F_x = \frac{1}{2} C_x \times \rho \times S \times v^2$$

La force est proportionnelle
au carré de la vitesse.

Qu'est-ce que la surface de référence S ?

1) Cas général

C'est la section transversale maximale de l'objet.
Elle est également appelée **maître-couple** ou **surface frontale**.



Ecoulement d'air / eau

La formule de la traînée

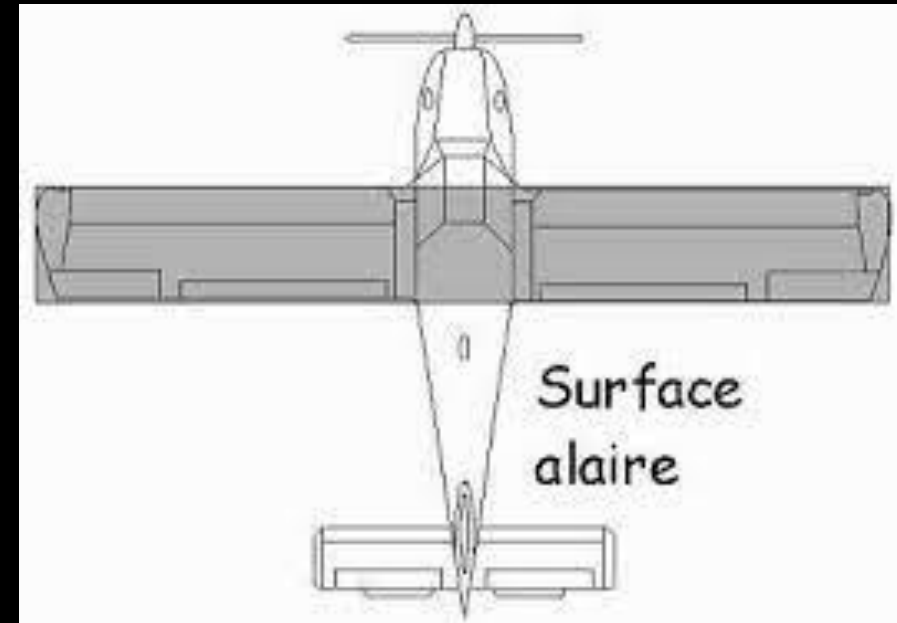
$$F_x = \frac{1}{2} C_x \times \rho \times S \times v^2$$

La force est proportionnelle
au carré de la vitesse.

Qu'est-ce que la surface de référence S ?

2) Cas spécial de l'aviation

C'est la surface des ailes appelée aussi **surface alaire**.



Ecoulement d'air / eau

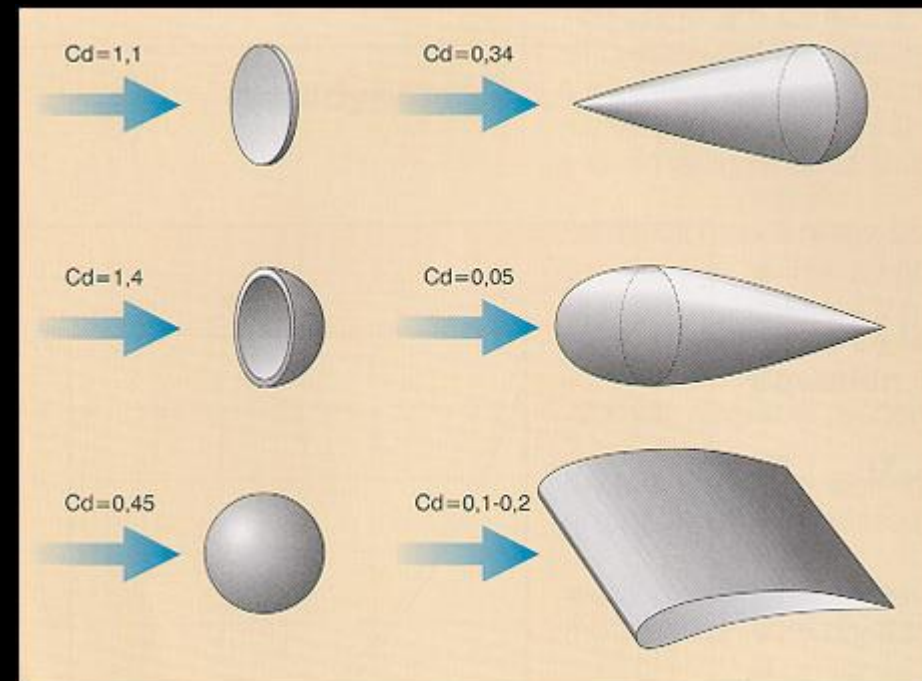
La formule de la traînée

$$F_x = \frac{1}{2} C_x \times \rho \times S \times v^2$$

La force est proportionnelle
au carré de la vitesse.

Qu'est-ce que le coefficient de traînée C_x ?

Coefficient sans dimension qui dépend de la géométrie de l'objet. Difficile à calculer → mesurer lors d'essais en soufflerie.



Ecoulement d'air / eau

La formule de la traînée

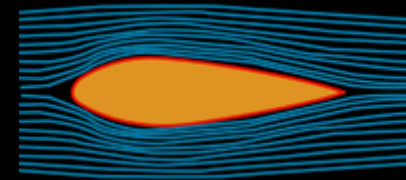
$$F_x = \frac{1}{2} C_x \times \rho \times S \times v^2$$

La force est proportionnelle
au carré de la vitesse.

Qu'est-ce que le coefficient de traînée C_x ?

Coefficient sans dimension qui dépend de la géométrie de l'objet. Difficile à calculer → mesurer lors d'essais en soufflerie.

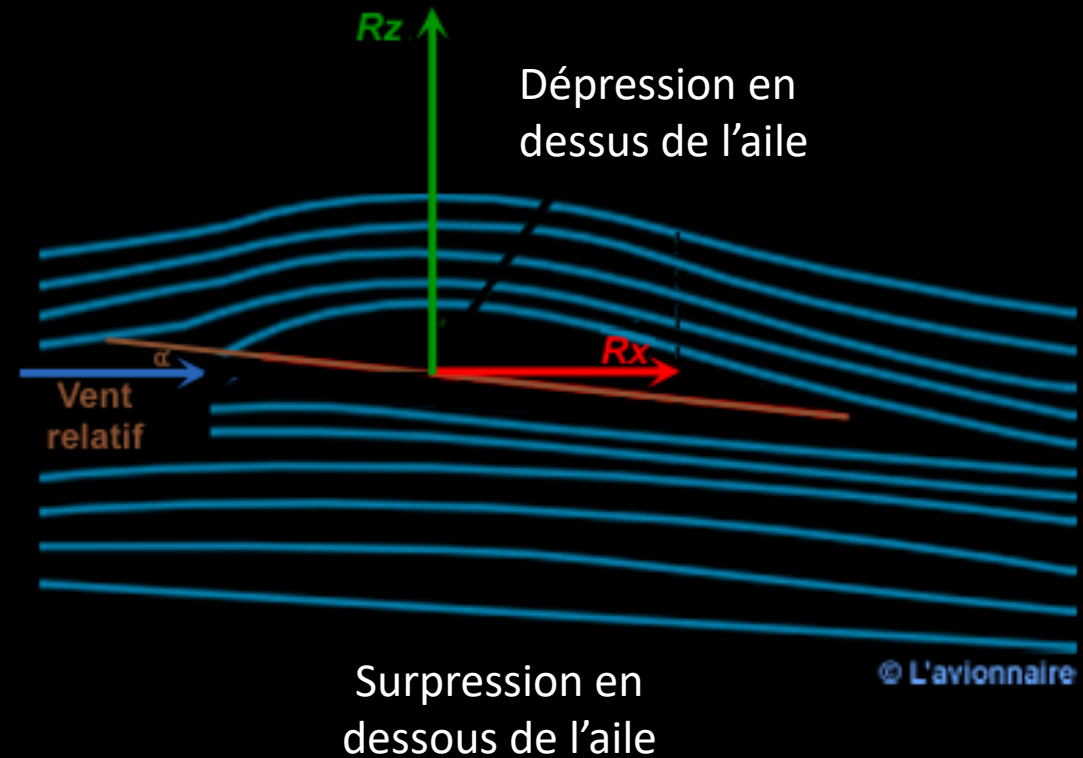
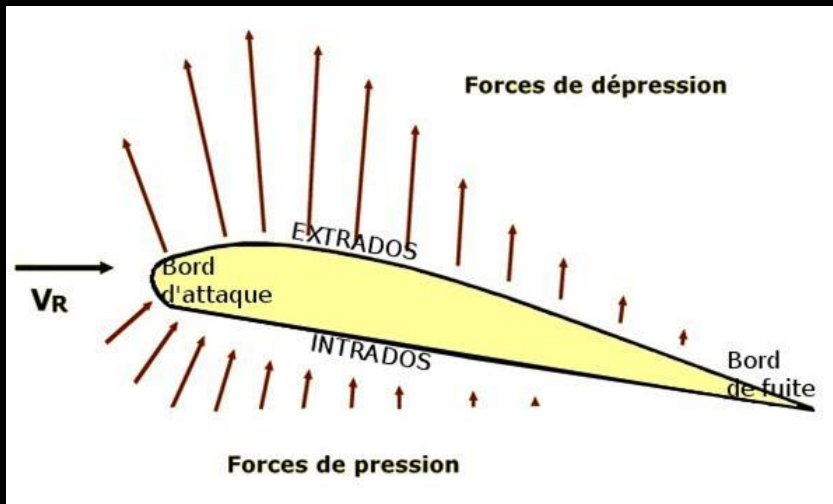
Coefficient de traînée le plus faible
pour des formes ovoïdes
(forme d'un sous-marin)



Ecoulement d'air / eau

La notion de portance

Si le profil est incliné : création d'une portance, en plus de la traînée.



Ecoulement d'air / eau

La formule de la portance

$$F_z = \frac{1}{2} C_z \times \rho \times S \times v^2$$

La force est proportionnelle
au carré de la vitesse.

Point commun avec la traînée :

- Dépendance en v^2
- Le volume massique ρ du fluide
- La surface de référence S (maître-couple ou surface alaire)

Différence avec la traînée :

- Le coefficient de portance C_z



A photograph of a theater interior. The foreground is filled with rows of red upholstered seats, viewed from the back of the theater. In the background, a large white rectangular screen is illuminated, displaying text. The theater walls are dark, and the overall lighting is dim, focusing on the screen.

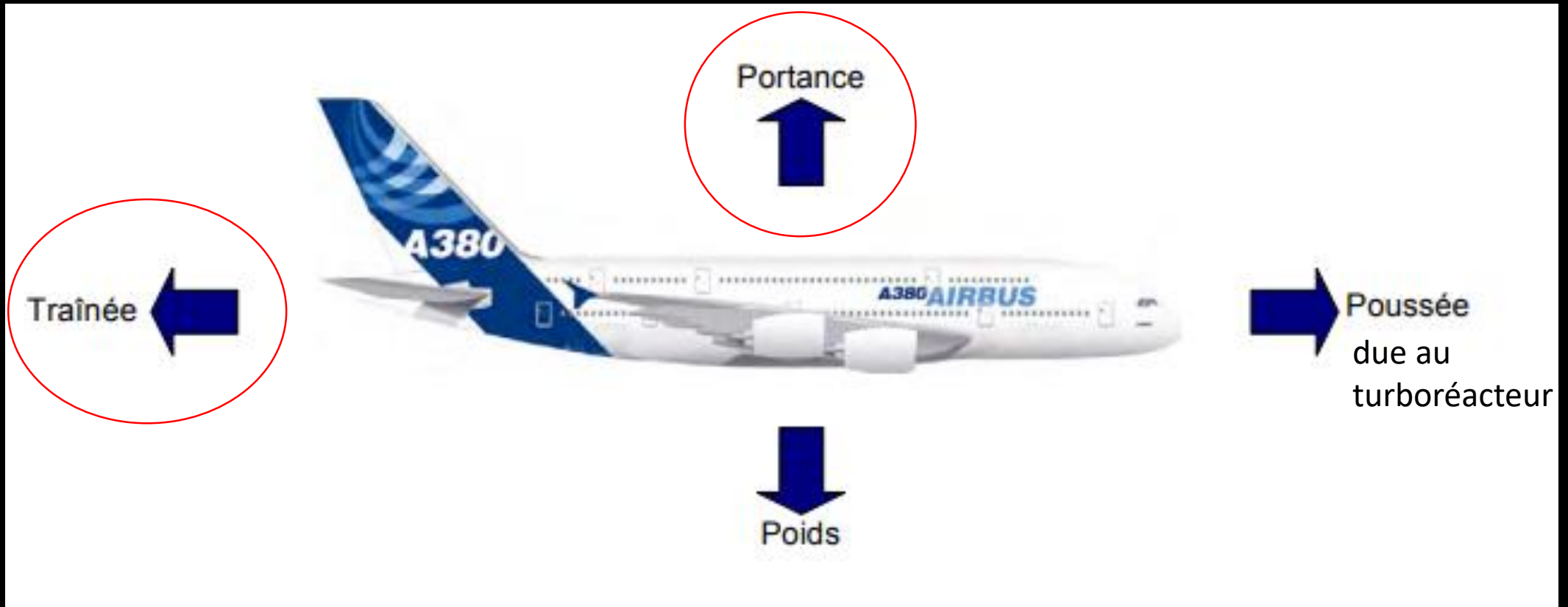
2. En avion ou en automobile

Avion

OCTOPUSSY



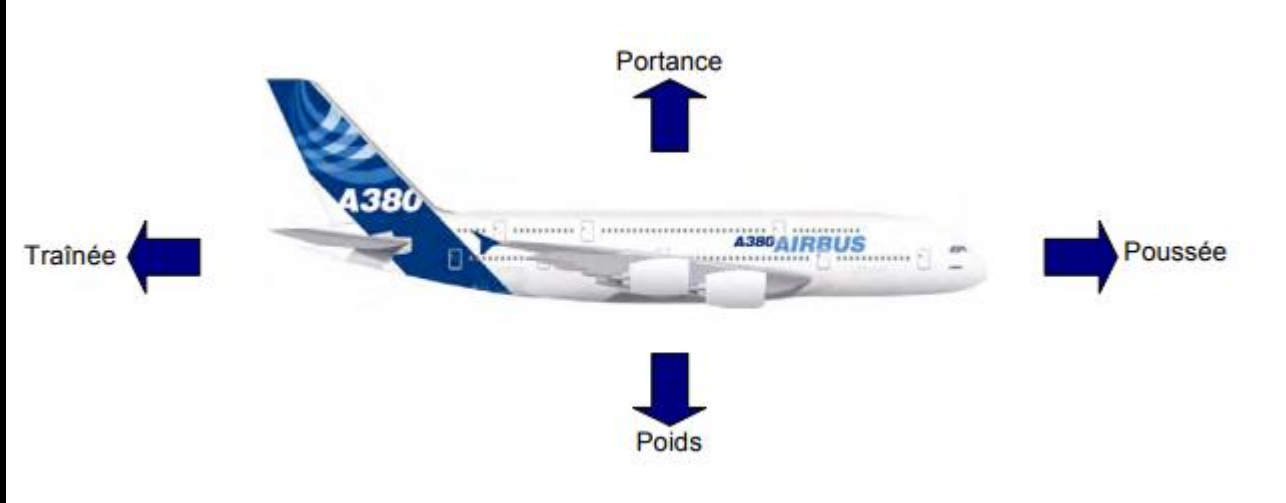
Avion



Remarque : Un avion vole grâce à la présence de l'air. Dans le vide, les avions ne fonctionnent pas.



Avion



Conditions de croisière

En vol, l'avion doit :

- être à une altitude z constante
- avoir un mouvement rectiligne uniforme ($v=cst$).

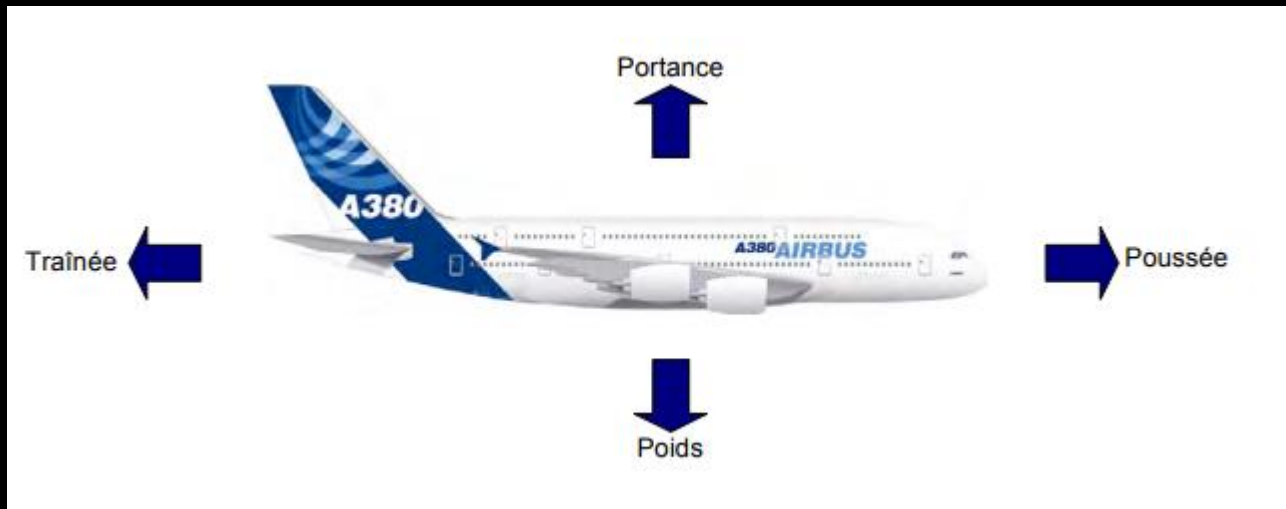
Il faut que l'accélération soit nulle.

Pour y parvenir, il faut que la somme des forces s'annule.

Donc **$\text{portance} + \text{poids} + \text{trainée} + \text{poussée} = 0$**



Avion



Pour gagner en vitesse, James Bond doit limiter la traînée.

→ Il faut jouer sur m , S et C_x .

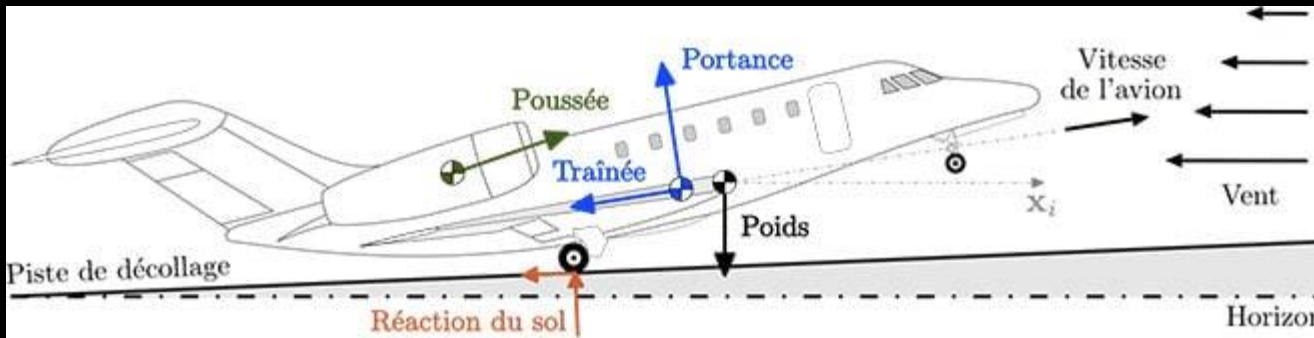
Mais il doit maintenir la portance, donc un compromis est à trouver sur m et S .

De même, il est nécessaire de limiter la traînée pour des économies d'énergie.



Avion

Conditions de décollage

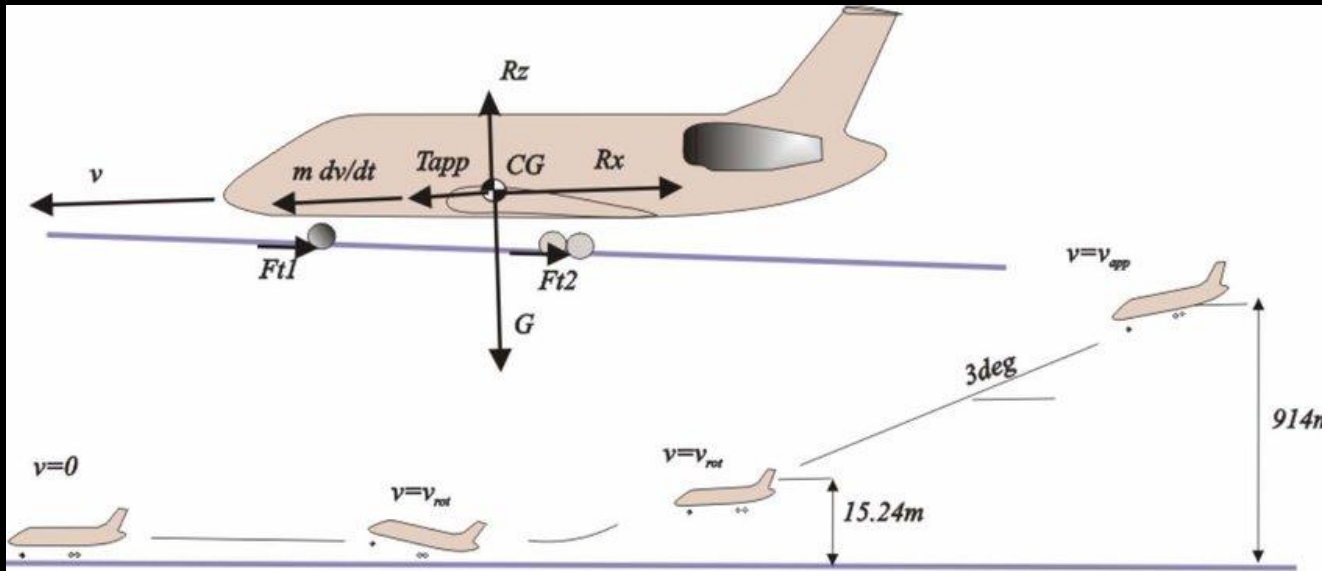


- Les turboréacteurs propulse l'avions sur la piste de décollage et la vitesse augmente. La portance n'est pas encore suffisante pour compenser le poids.
- Une fois la vitesse de décollage atteinte, la portance permet de cabrer l'avion. La position des ailes obtenue permet d'augmenter davantage la portance.
- L'avion décolle et quitte le sol.



Avion

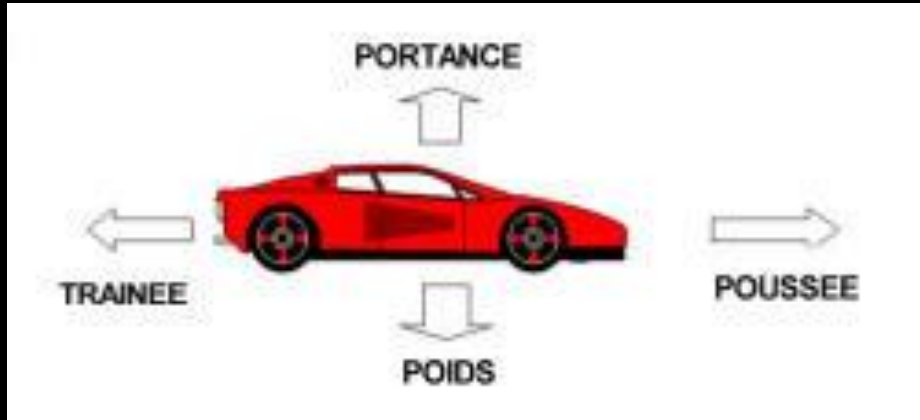
Conditions d'atterrissage



- L'avion suit une trajectoire pour venir se mettre parallèle et proche de la piste d'atterrissage.
- Le pilote décroît la vitesse, ce qui diminue la portance.
- Il lève le nez de l'avion pour faire sortir de train d'atterrissage.
- Le train d'atterrissage touche le sol en premier, puis on a une phase de décélération.



Automobile



Pour l'automobile, on retrouve les mêmes forces que sur un avion.

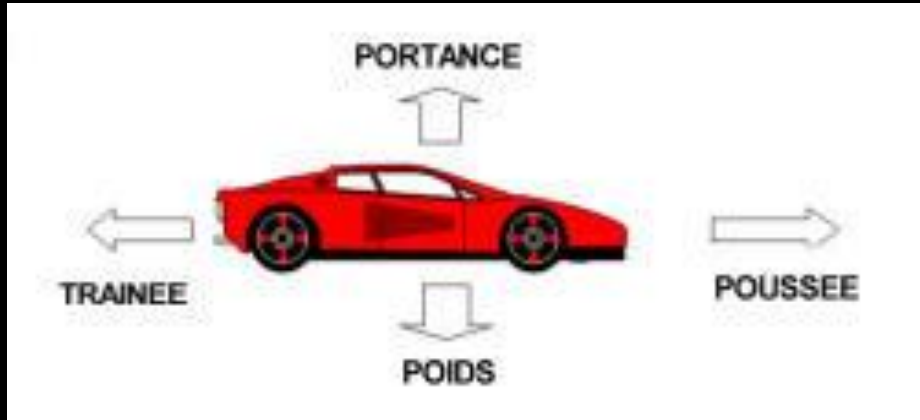
Pour gagner en vitesse, James doit restreindre la traînée en jouant sur S et sur c_x .

Attention : il ne faut pas que la voiture décolle ou perde son adhérence au sol. Il faut veiller à ce que la portance soit minimisée.

Remarque : Une automobile (électrique) fonctionnerait beaucoup mieux dans le vide.



Automobile



Pour l'automobile, on retrouve les mêmes forces que sur un avion.

Pour gagner en vitesse, James doit restreindre la traînée en jouant sur S et sur c_x .

Attention : il ne faut pas que la voiture décolle ou perde son adhérence au sol. Il faut veiller à ce que la portance soit minimisée.

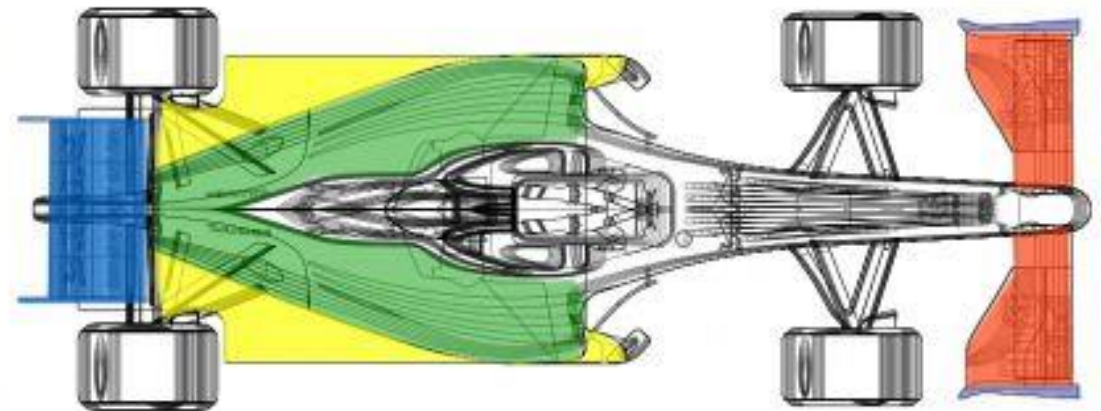
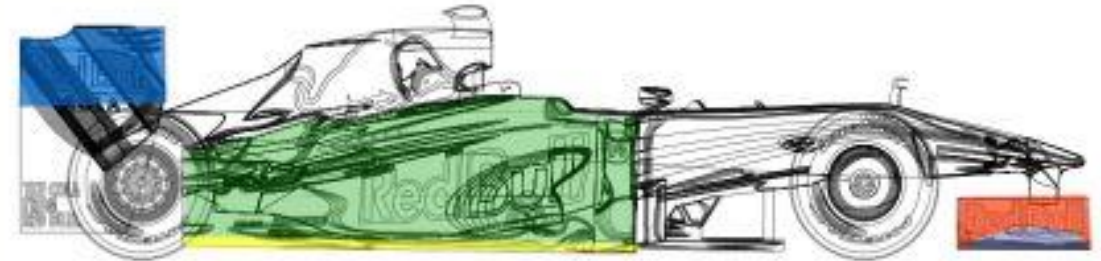
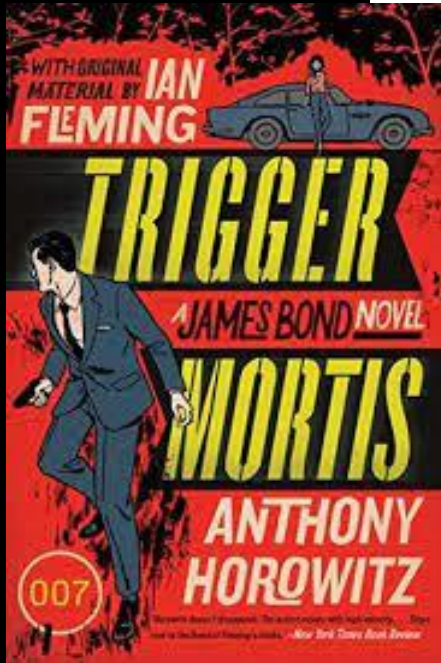
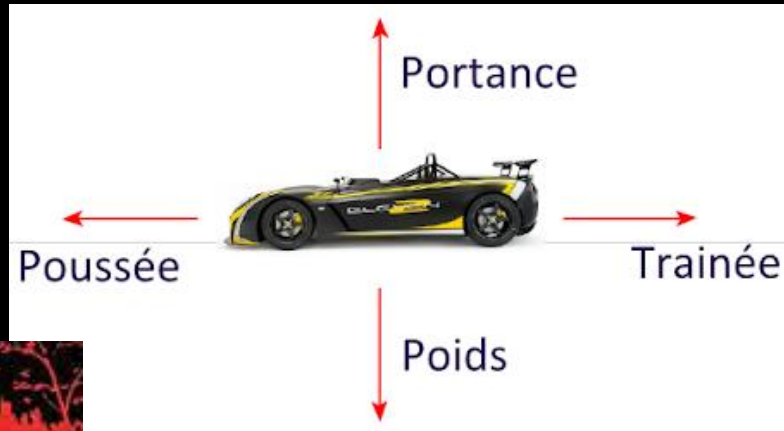
FOR YOUR EYES ONLY



Que faut-il choisir ?
La Lotus esprit ou la
Citroën 2CV ?



Automobile de course



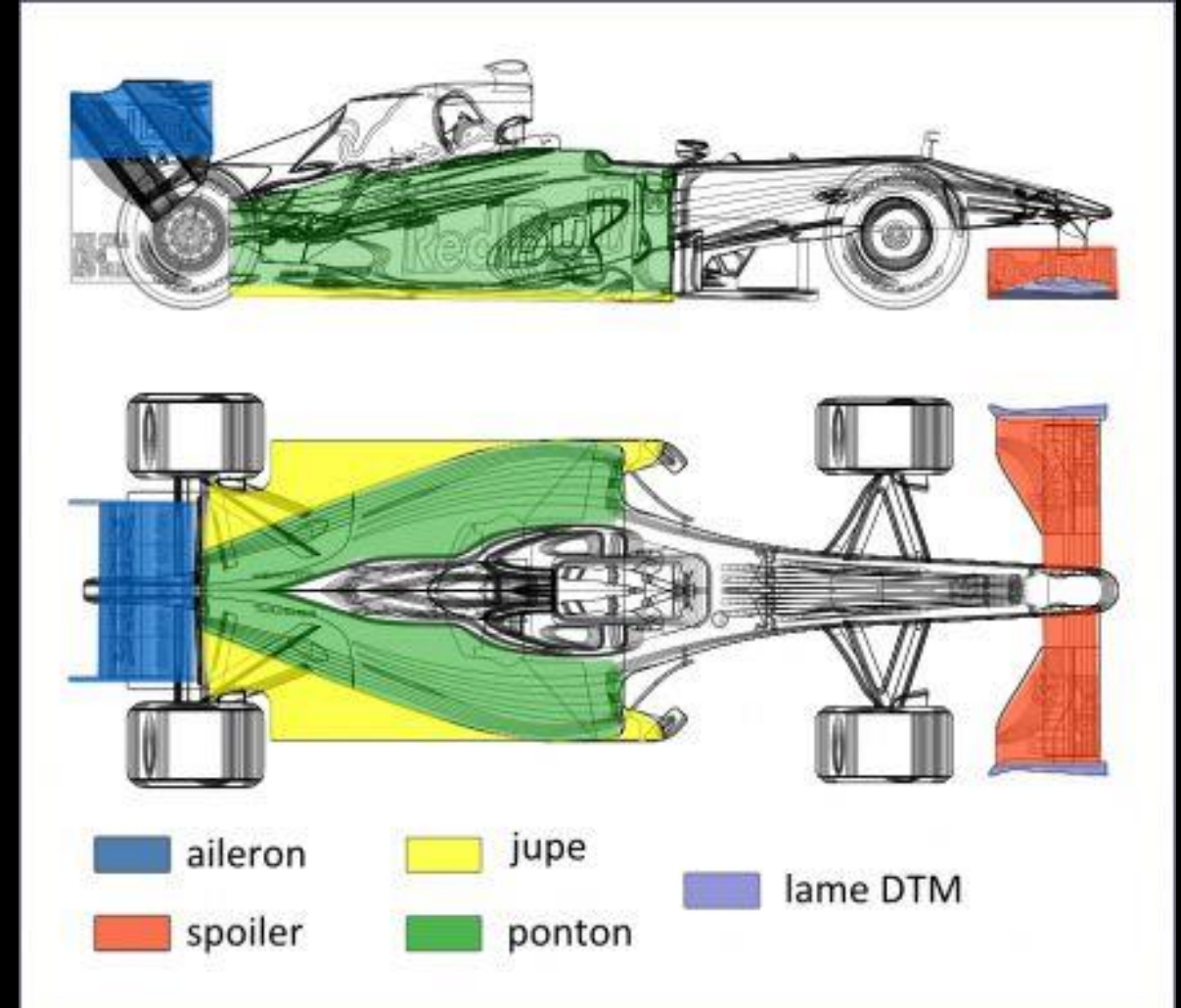
- aileron** (blue)
- jupe** (yellow)
- spoiler** (orange)
- ponton** (green)
- lame DTM** (purple)



Automobile de course

+ la vitesse est grande, + portée et traînée sont grandes.

- **Spoiler** permet d'améliorer le c_x (la pénétration dans l'air) et diminuer la portance (en évitant que l'air s'engouffre en dessous du véhicule).
- Les **jupe latérales** jouent le même rôle que le spoiler.
- L'**aileron** permet de créer une force qui contre la portance. Inconvénient : augmente la traînée.
- La **lame DTM** (Deutsche Tourenwagen Masters) réduit la portance.
- Les **potons** sont des sortes d'ailes inversées permettant de réduire la portance.



Avion et automobile



A photograph of a movie theater interior. The foreground is filled with many rows of plush, red upholstered seats, viewed from the back of the theater. The seats are arranged in a slightly curved pattern, leading towards a large, bright white rectangular screen at the far end. The theater walls and ceiling are dark, and the overall lighting is dim, with the primary light source being the screen itself. The text "3. Courir sur un train" is centered on the screen in a bold, blue, sans-serif font.

3. Courir sur un train

Course à pied

James Bond

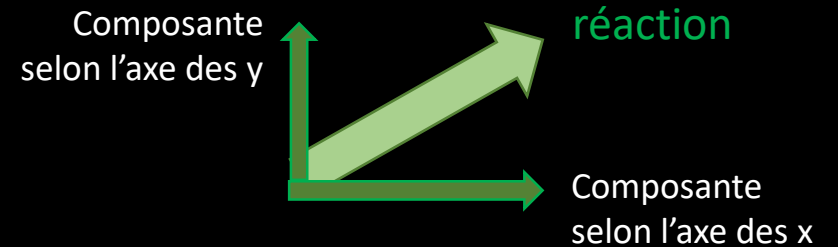


Hypothèse : vitesse très faible (ou dans le vide absolu)

Système étudié : James Bond

Bilan des forces mécaniques :

- Le poids de James
- La réaction du sol sur James



La composante selon l'axe des y doit compenser le poids.



Course à pied

James Bond



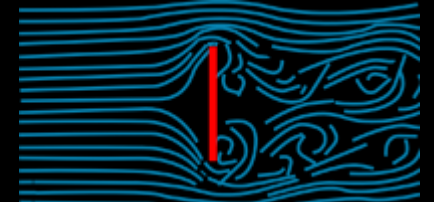
sol

Hypothèse : grande vitesse

Système étudié : James Bond

Bilan des forces mécaniques :

- Le poids de James
- La réaction du sol sur James
- La force de traînée exercée par l'air
- La force de portance exercée par l'air ?
si on suppose que James se tient droit, portance exercée est négligeable.



Course à pied

James Bond



Hypothèse : grande vitesse

Système étudié : James Bond

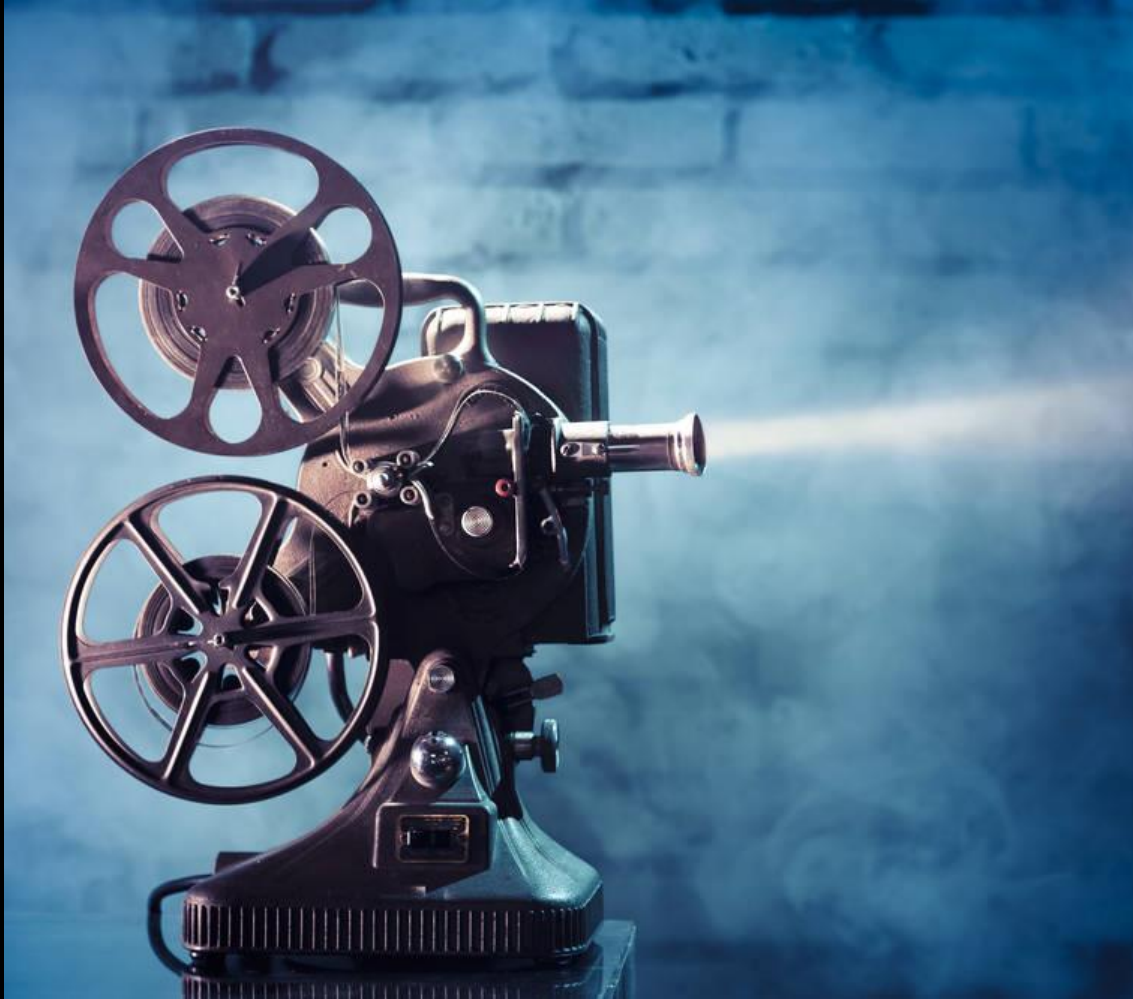
Bilan des forces mécaniques :

- Le poids de James
- La réaction du sol sur James
- La force de traînée exercée par l'air

James doit pousser plus fort sur le sol pour prendre en compte la trainée.



Courir sur un train



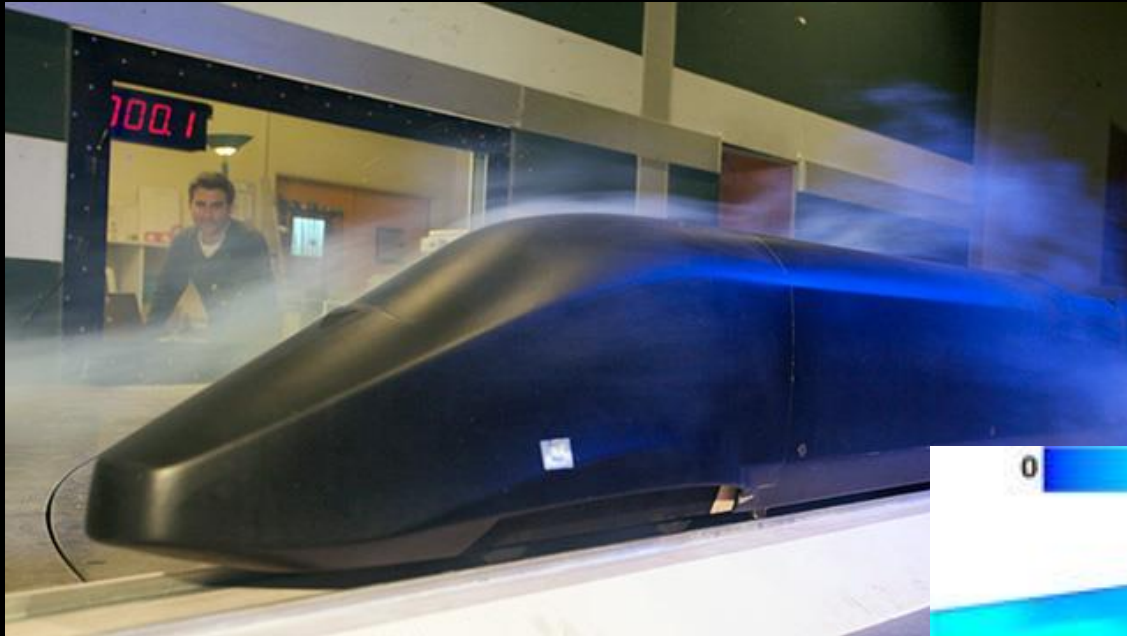
Extrait de « *Octopussy* », 1983, EON Productions



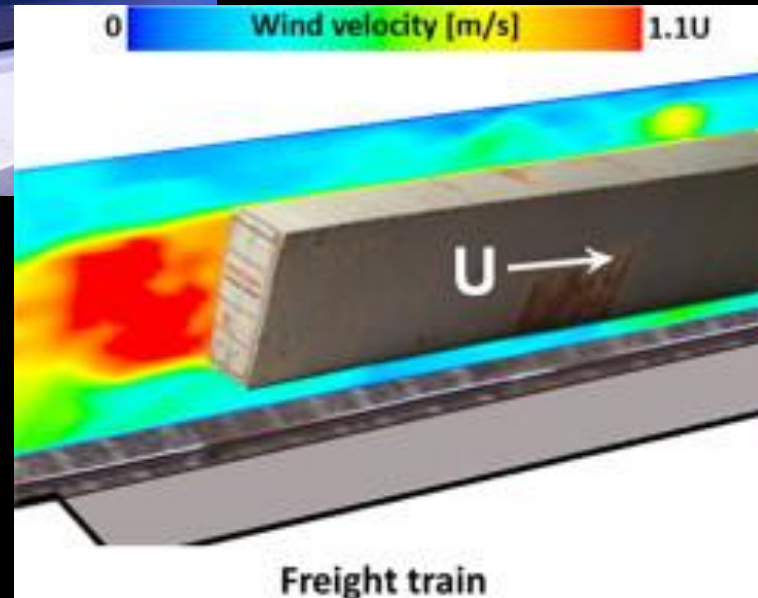
James Bond parvient à grimper sur un train de cirque et doit prévenir Octopussy qu'une ogive nucléaire est à bord.



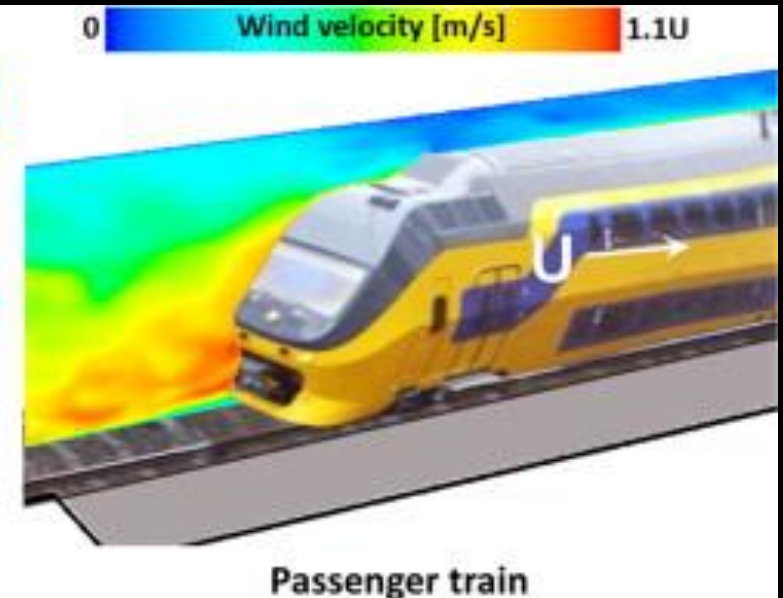
Courir sur un train



A. Khayrullina, B. Blocken, W. Janssen, J. Straathof, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Volume 139, April 2015, Pages 100-110



Freight train



Passenger train



Courir sur un train

James court dans le sens du train



Force de traînée exercée sur James Bond

$$R_X = c_x \times \rho \times S \times v^2$$

Vitesse = vitesse du train + vitesse de course



Courir sur un train

Un peu de calcul

Hypothèses

- *Maître-couple : 1 m^2*
- *Coefficient de traînée : 1*
- *Masse volumique de l'air : $1,2 \text{ kg/m}^3$*
- *Ratio vitesse toit / vitesse train : 0,5*

Vitesse du train	Force de traînée	Masse équivalente qui tirerait James en arrière
50 km/h (la scène de cascade)	116 N	12 kg
160 km/h (TER classique)	1 185 N	121 kg
200 km/h (TER 200 ou max d'une locomotive à vapeur)	1 852 N	189 kg
320 km/h (TGV)	4 741 N	483 kg
600 km/h (record du Maglev)	16 667 N	1 699 kg



Le running chute

Pour aller + loin

<https://youtu.be/4LutCNDCATs>



A photograph of a movie theater interior. The foreground is filled with rows of plush, red upholstered seats, receding into the distance. At the far end of the theater is a large, bright white rectangular screen. The screen displays the text '4. Sauts et chutes de James Bond' in a bold, blue, sans-serif font. The theater walls and ceiling are dark, and the overall lighting is dim, with the primary light source being the screen itself.

4. Sauts et chutes de James Bond

James chute d'un toit

James chute d'un toit



James chute d'un toit

James dans le champ de pesanteur



Intensité du
champ de
pesanteur
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$



James chute d'un toit

James dans le champ de pesanteur



Intensité du
champ de
pesanteur
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Hypothèse : vitesse initiale faible ou nulle
+ distance de chute petite (ou dans le vide)

Système étudié : James Bond

Bilan des forces mécaniques :

- Le poids de James exercé au centre de gravité du corps
 $P = m \times g$

Question que l'on peut se poser :

- En combien de temps James Bond arrive-t-il au sol ?
- Quelle est sa vitesse lors de l'impact au sol ?



James chute d'un toit

James dans le champ de pesanteur



Intensité du
champ de
pesanteur
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Relation fondamentale de la dynamique de Newton

« La masse de James m multipliée par l'accélération de James a est égale à la somme des forces F appliquées à James »

$$m \times a = \Sigma F$$

On applique la relation au cas présent (chute libre) :

$$m \times a = m \cdot g$$

$$\Rightarrow a = g$$

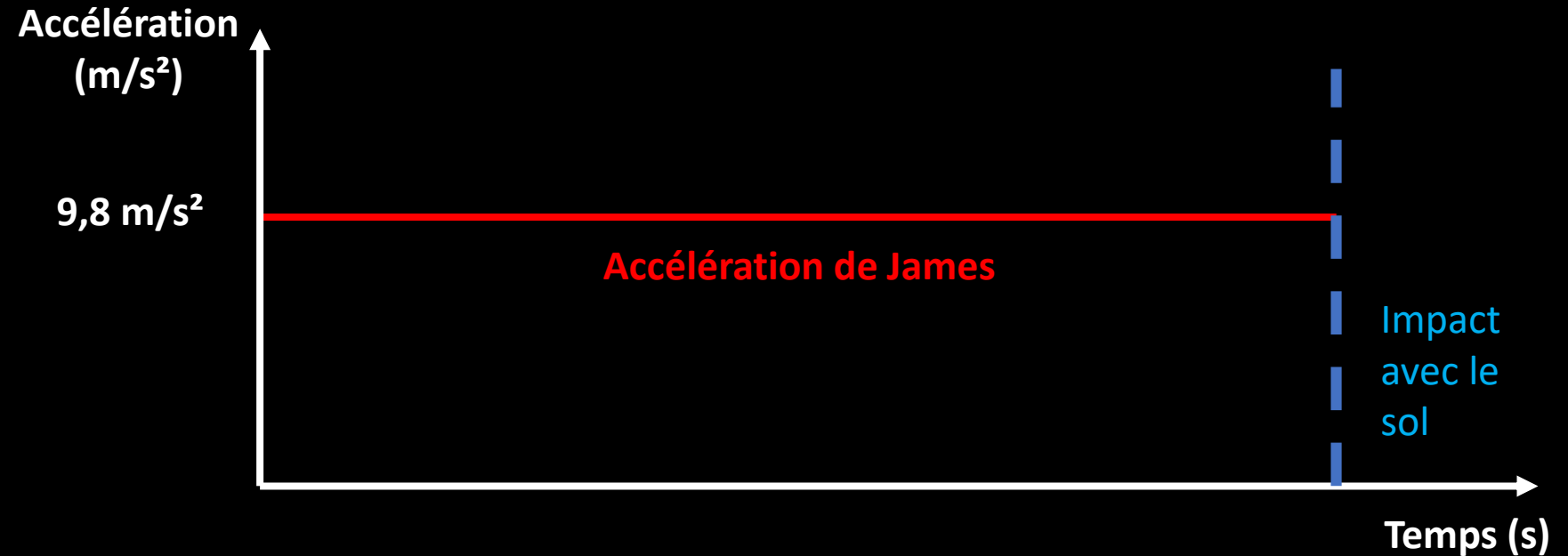


James chute d'un toit

Profil de vitesse

$$a_{\text{James}} = g$$

L'accélération
est constante.



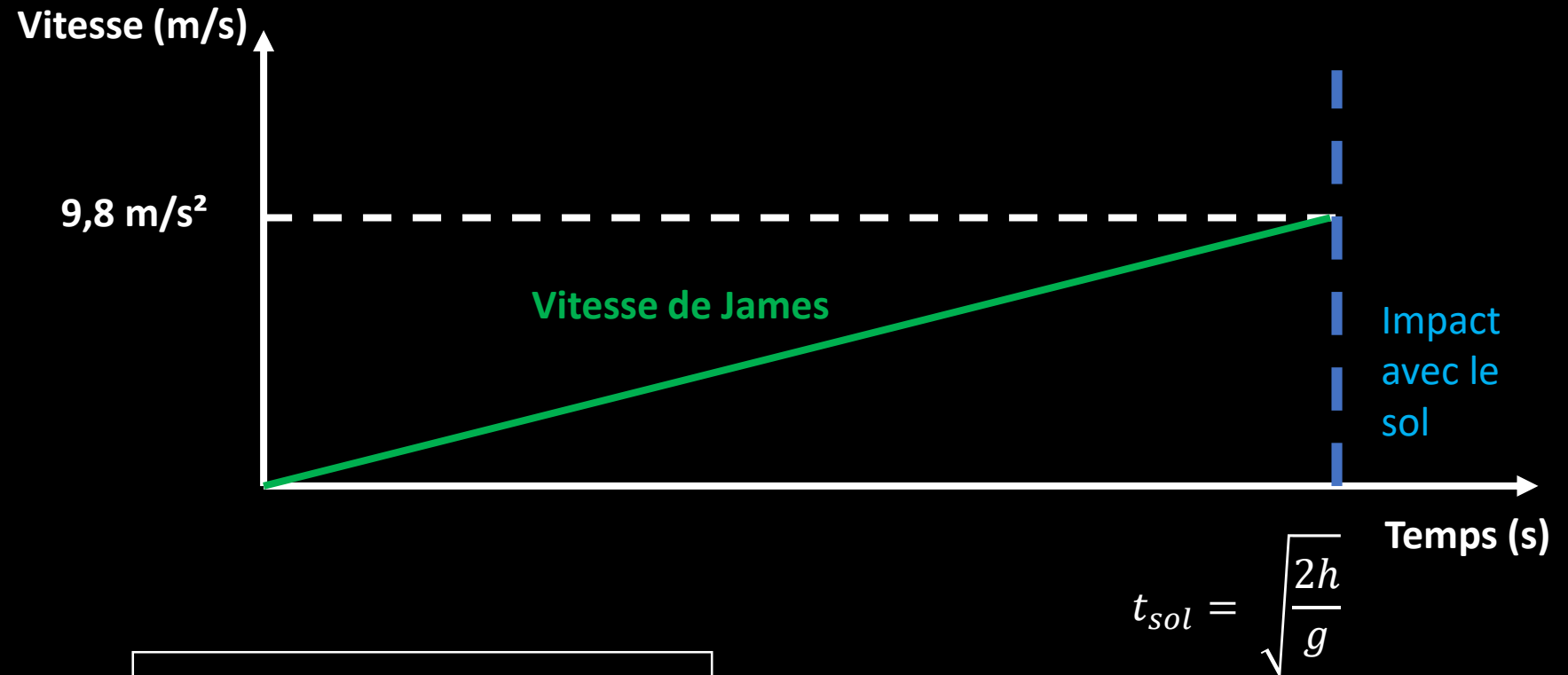
James chute d'un toit

Profil de vitesse

$$a_{\text{James}} = g$$

L'accélération
est constante.

La vitesse augmente de
plus en plus
et elle est proportionnelle
au temps.



$$\text{Relation pratique : } h \approx 5t_{sol}^2$$



James chute d'un toit

Hauteur		Vitesse lors de l'impact avec le sol	Durée de la chute
2 m	hauteur d'une échelle	23 km/h	0,6 s
15 m	hauteur d'un immeuble de 5 étages	62 km/h	1,7 s
30 m	hauteur d'un immeuble de 10 étages	87 km/h	2,5 s
56 m	hauteur de la tour de Pise en Italie	119 km/h	3,4 s

**Vitesse et durée ne dépendent pas de ce qui chute :
les résultats donnés sont valables pour tout objet / personne.**



James chute d'un toit (avec traînée)

James dans le champ de pesanteur



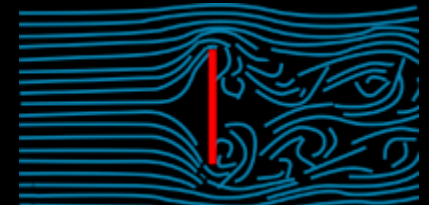
Intensité du
champ de
pesanteur
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Hypothèse : vitesse initiale importante
+ distance de chute grande

Système étudié : James Bond

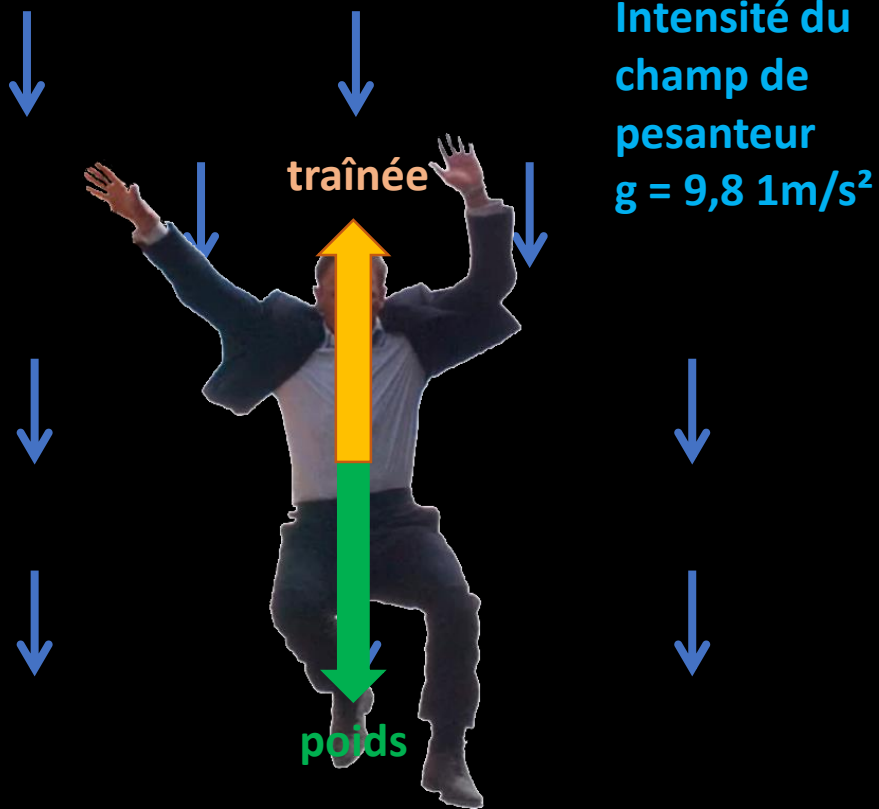
Bilan des forces mécaniques :

- Le poids de James exercé au centre de gravité du corps
 $P = m \times g$
- La force de traînée exercée par l'air
- La force de portance exercée par l'air ?
si on suppose que James se tient droit, portance exercée est négligeable.



James chute d'un toit (avec traînée)

James dans le champ de pesanteur



Relation fondamentale de la dynamique de Newton

$$m \times a = \Sigma F$$

On applique la relation au cas présent :

$$m \times a = \text{poids} - \text{traînée}$$

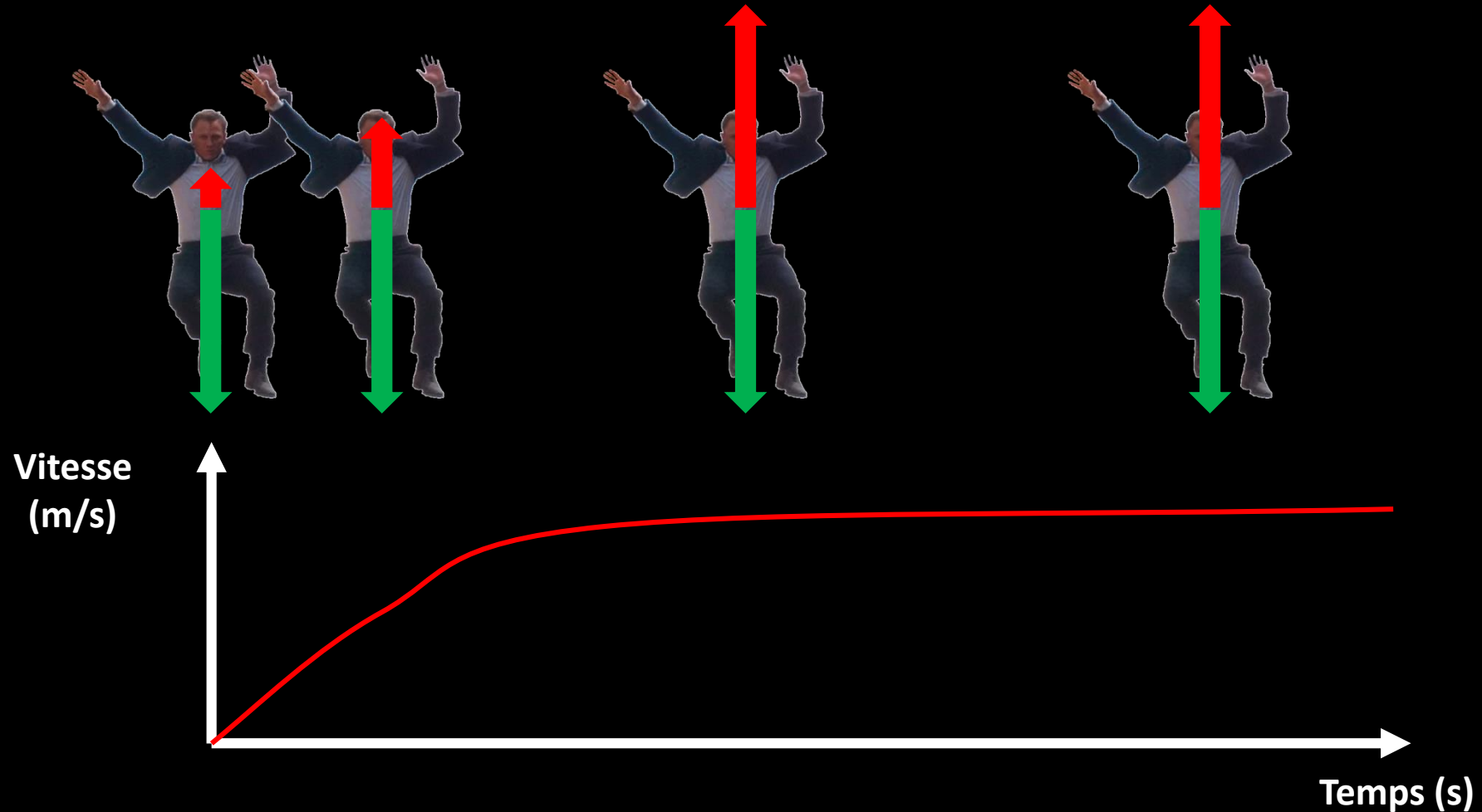
$$m \times a = m \times g - \frac{1}{2} \rho \times C_x \times S \times v^2$$

$$\frac{dv}{dt} = g - \frac{\rho \times C_x \times S}{2m} \times v^2$$



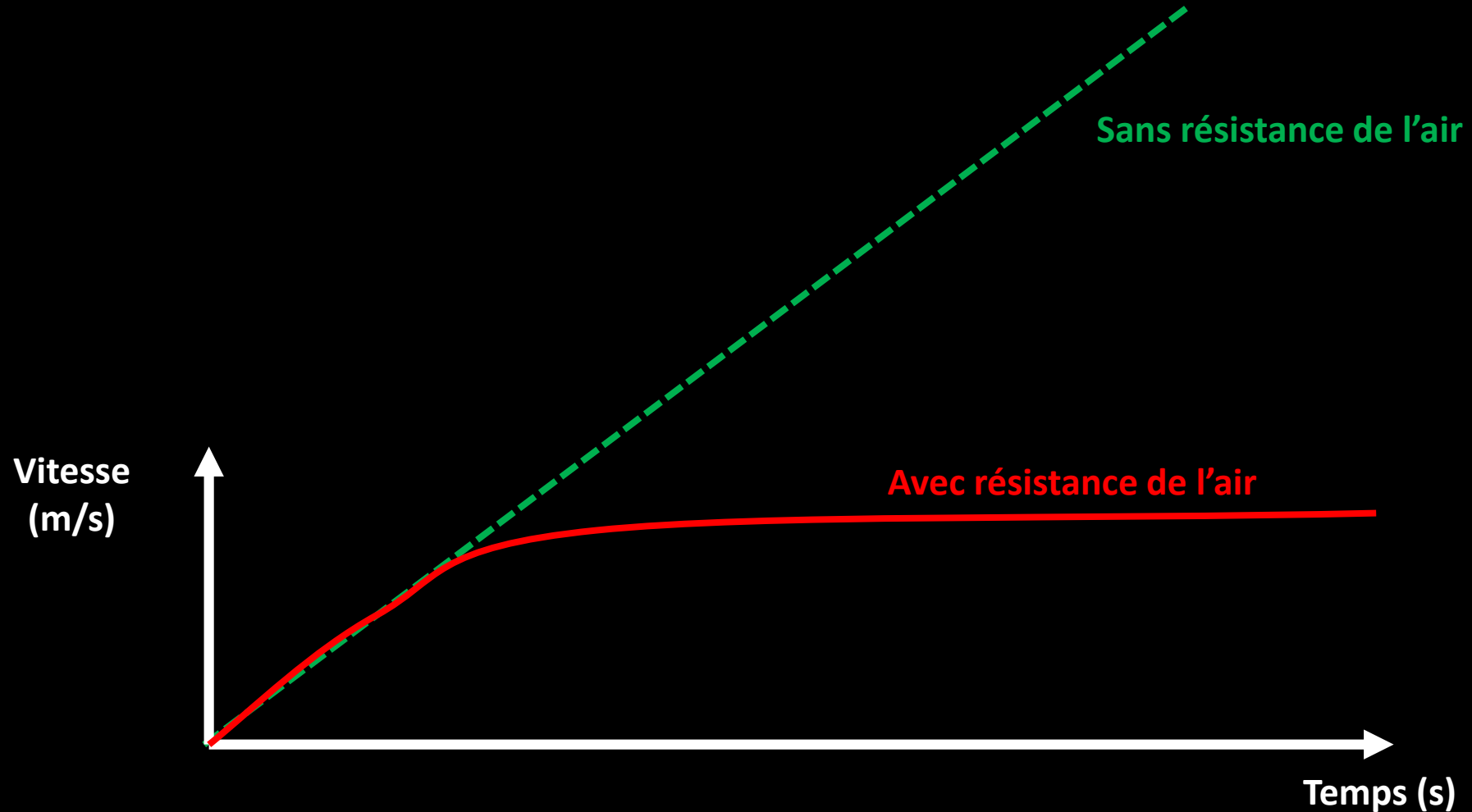
James chute d'un toit (avec traînée)

Profil de vitesse



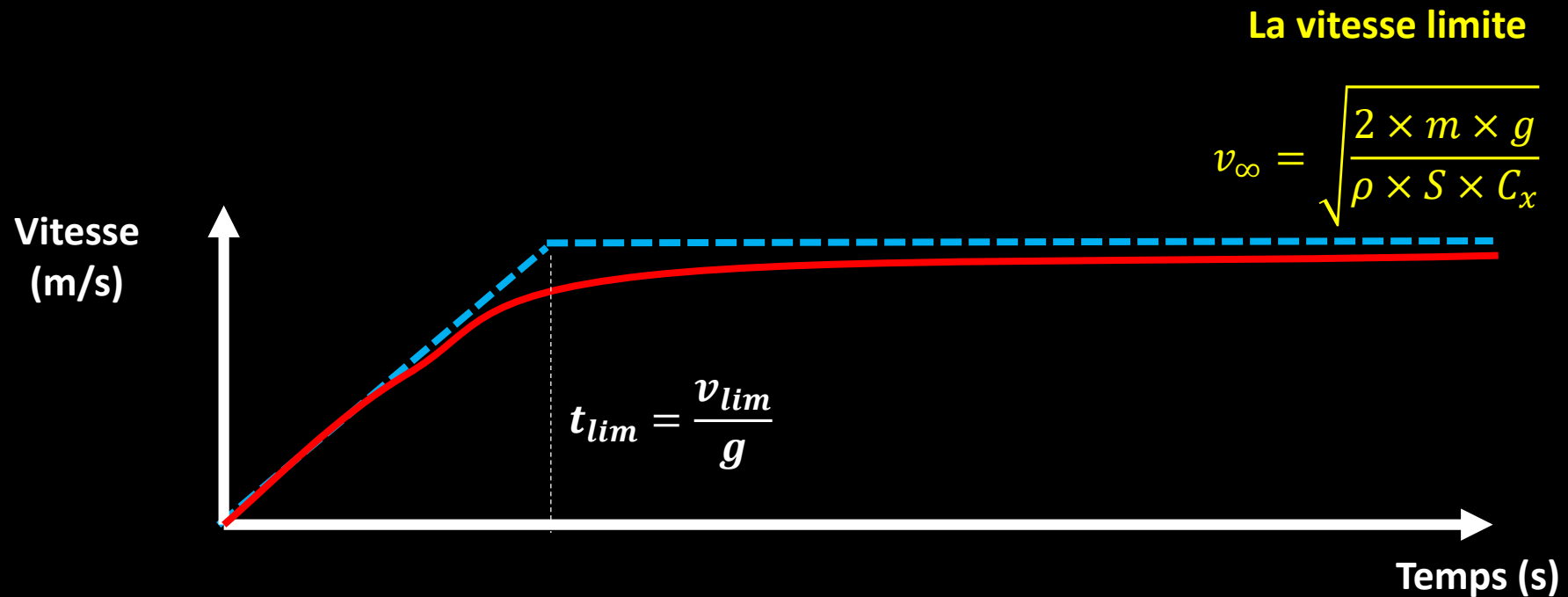
James chute d'un toit (avec traînée)

Profil de vitesse



James chute d'un toit (avec traînée)

Profil de vitesse



James chute d'un toit (avec traînée)

Hauteur		Sans traînée		Avec traînée	
		Vitesse lors de l'impact avec le sol	Durée de la chute	Vitesse lors de l'impact avec le sol	Durée de la chute
2 m	hauteur d'une échelle	23 km/h	0,6 s	23 km/h	0,6 s
15 m	hauteur d'un immeuble de 5 étages	62 km/h	1,7 s	60 km/h	1,7 s
30 m	hauteur d'un immeuble de 10 étages	87 km/h	2,5 s	83 km/h	2,5 s
56 m	hauteur de la tour de Pise en Italie	119 km/h	3,4 s	108 km/h	3,5 s
600 m		391 km/h	11,1 s	185 km/h	15,3 s

Hypothèse sur
James Bond :

$$S = 0,18 \text{ m}^2$$

$$C_x \approx 0,7$$

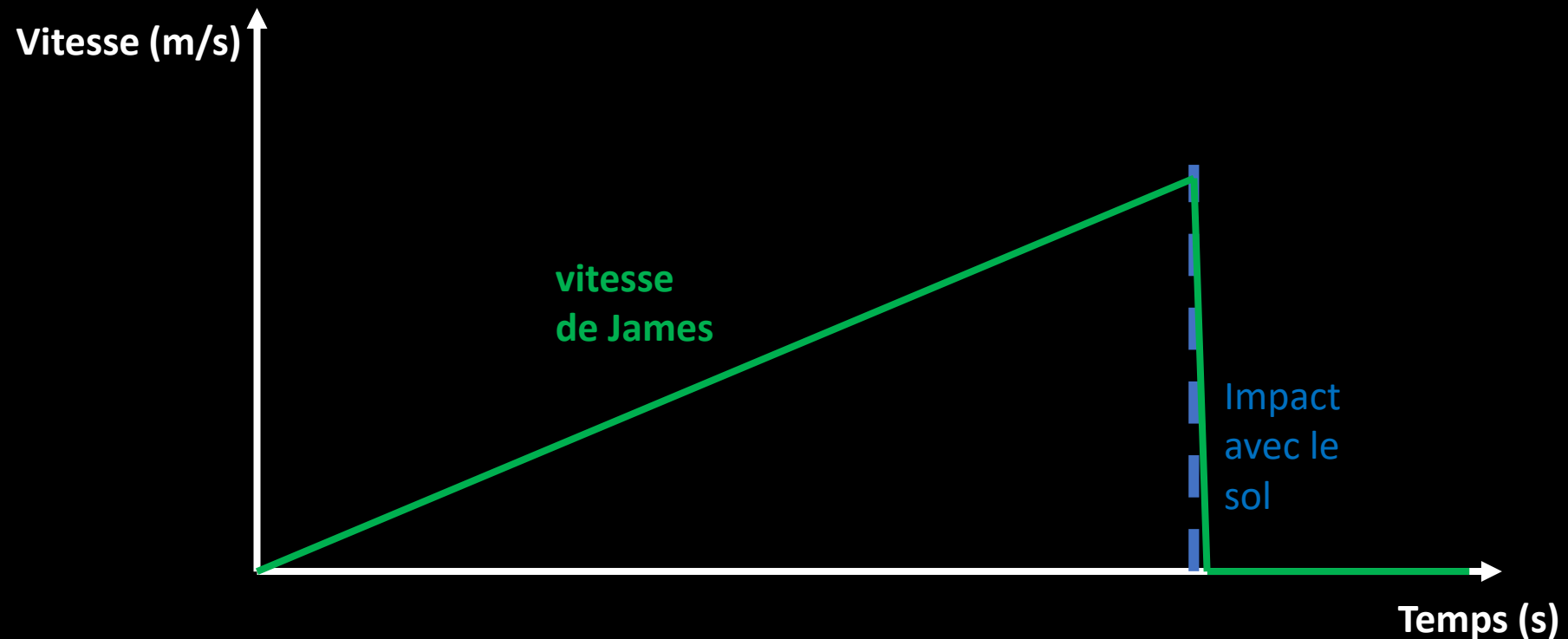
$$M = 80 \text{ kg}$$

$$v_{\infty} = 186 \text{ km/h}$$



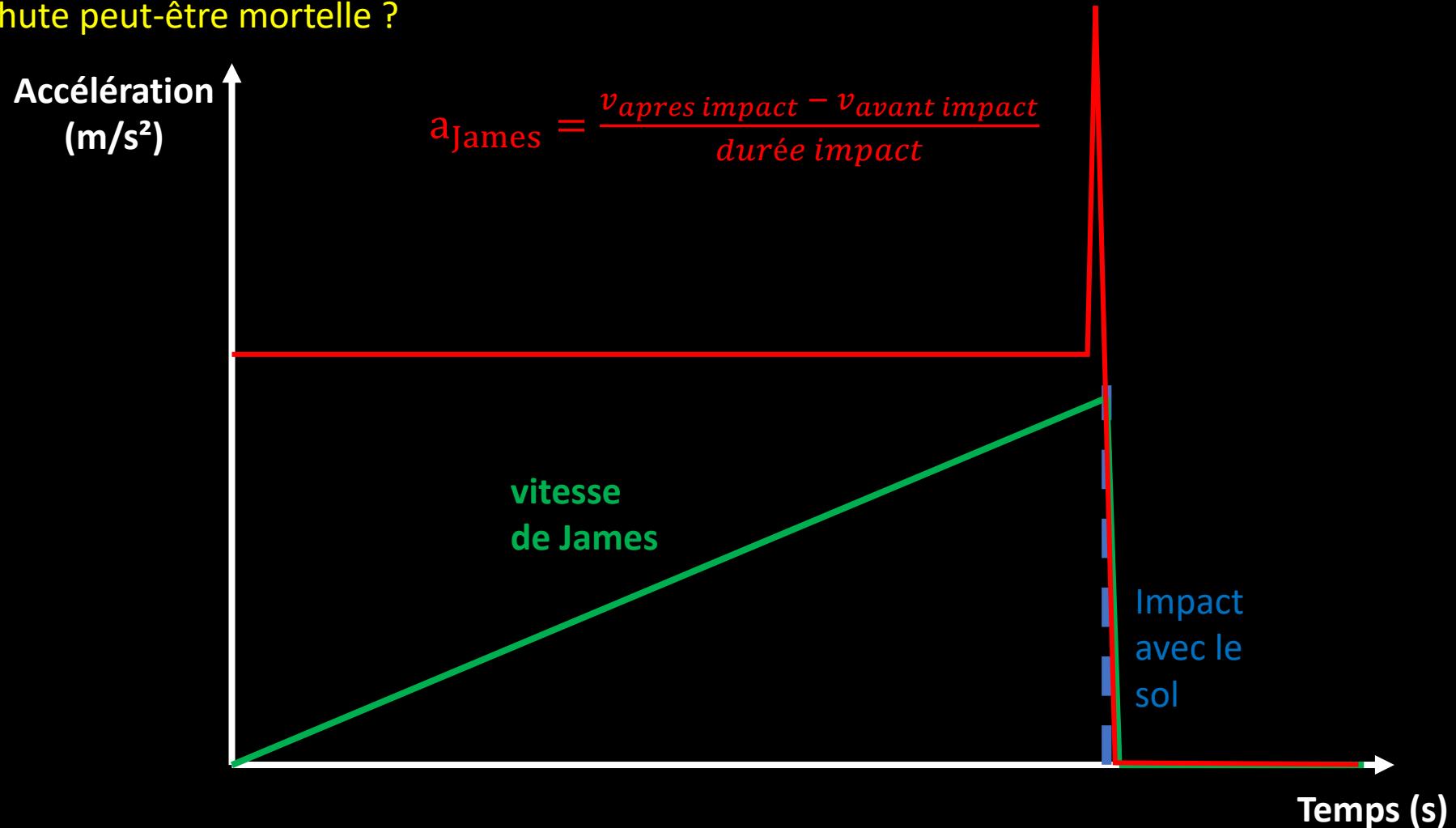
James chute d'un toit

Pourquoi une chute peut-être mortelle ?



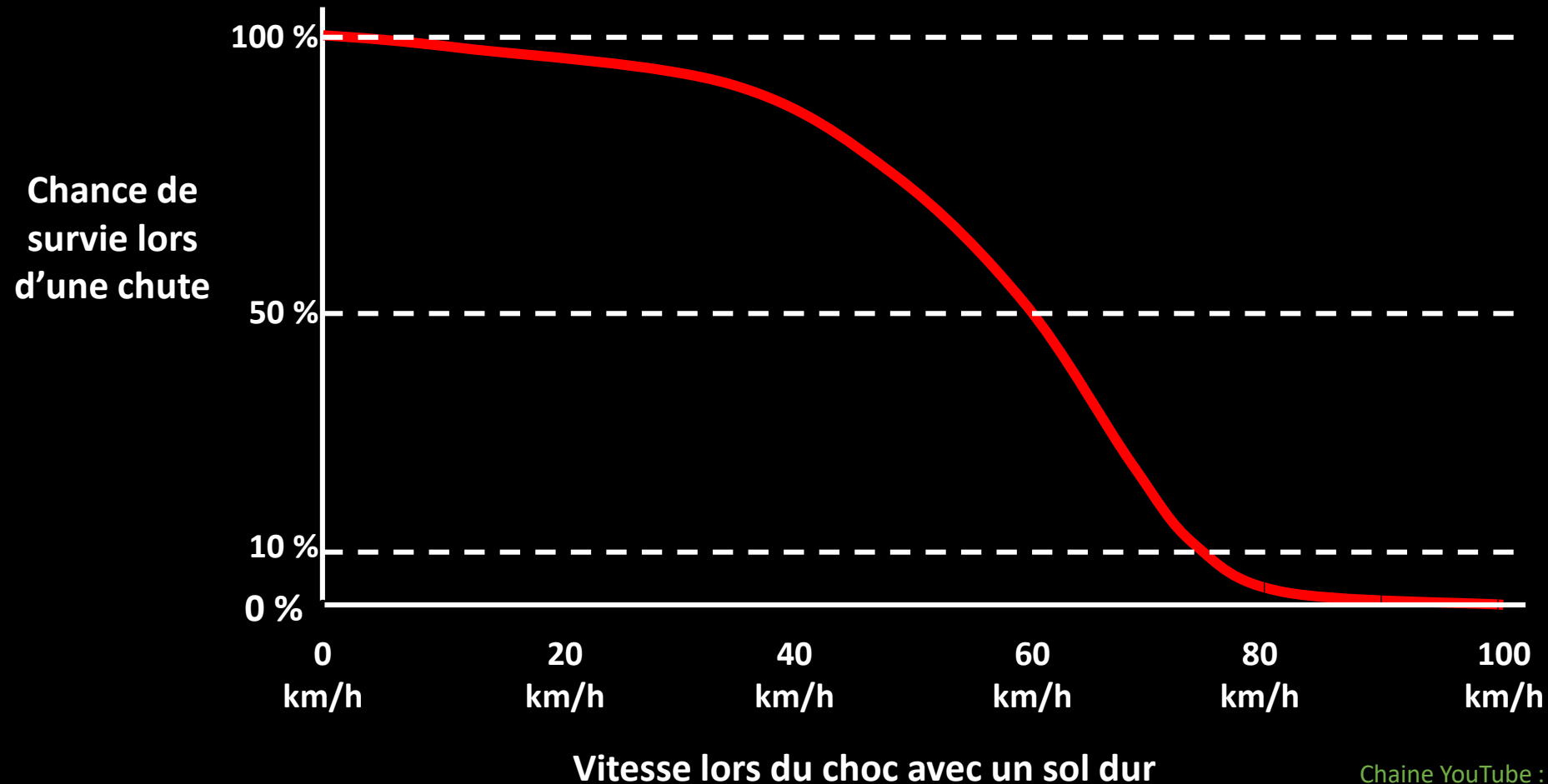
James chute d'un toit

Pourquoi une chute peut-être mortelle ?



James chute d'un toit

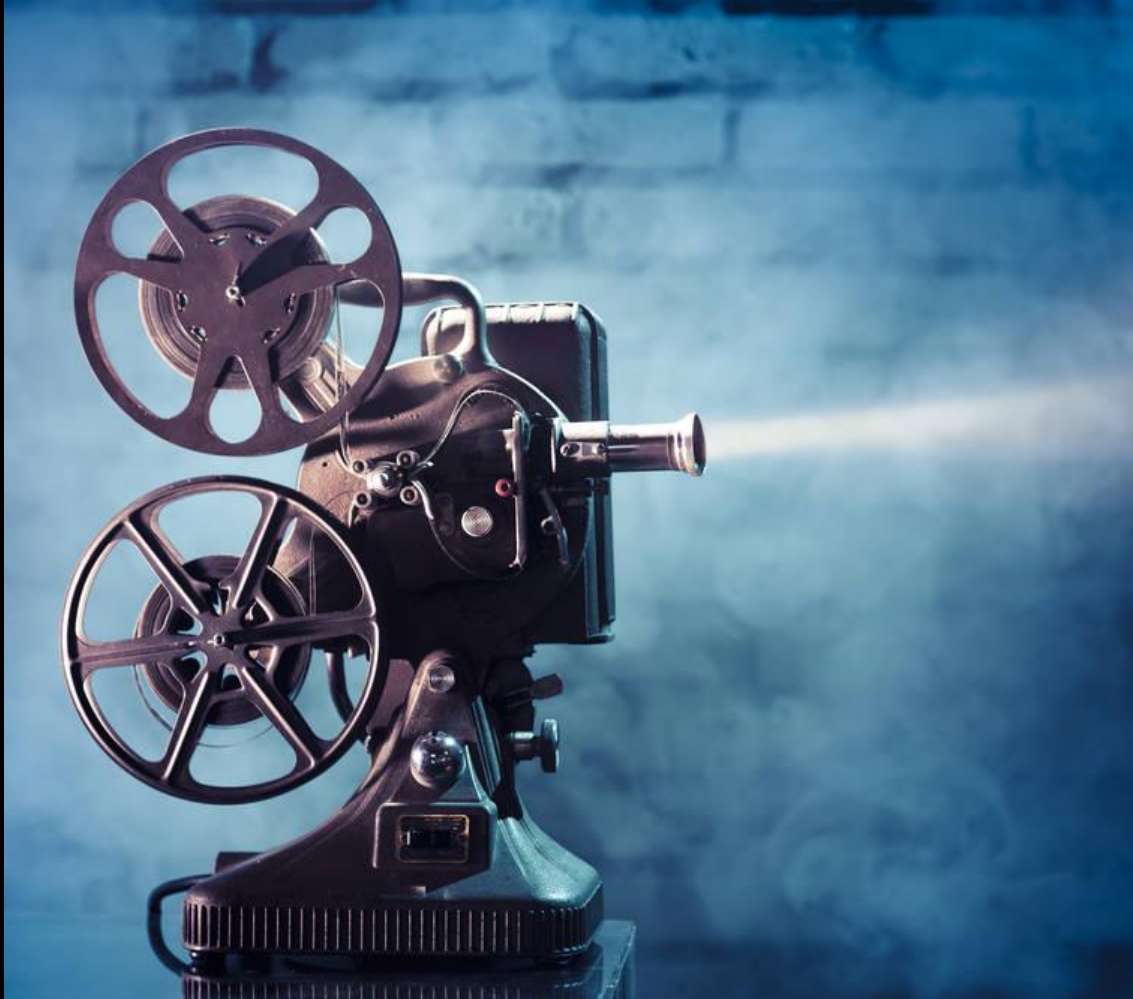
Courbe expérimentale



Chaine YouTube : Mosh



Le plongeon dans l'eau



Extrait de « *Les diamants sont éternels* », 1971, EON Productions



James Bond retourne dans sa chambre d'hôtel de Las Vegas en galante compagnie (Abondance Delaqueue). Malheureusement des malotrus viennent gâcher la fête.

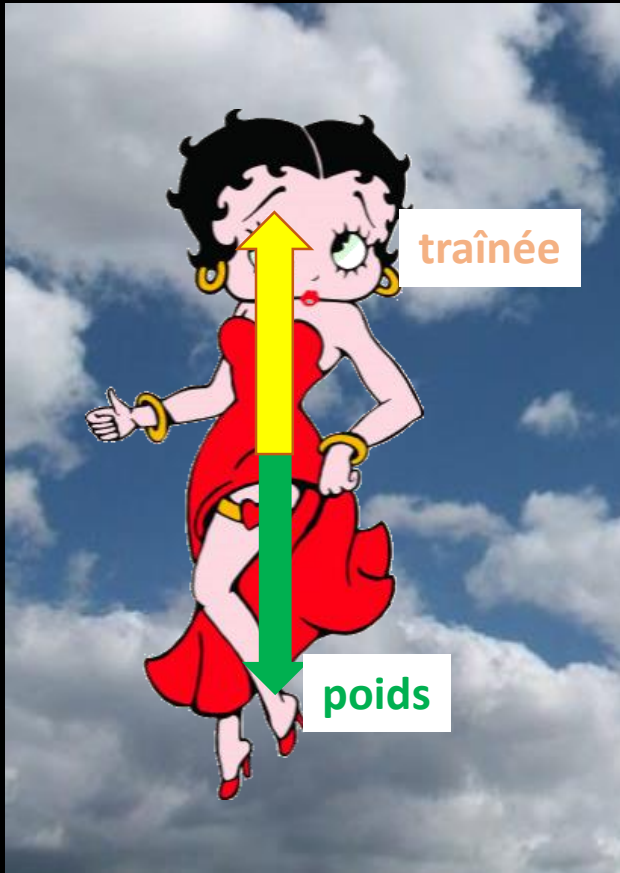


Le plongeon dans l'eau

On décompose la chute en 2 parties :

1) La chute dans l'air jusqu'à la surface de l'eau

Même raisonnement qu'avant.



Hypothèses

- *Masse d'Abondance: 55 kg*
 - *Maître-Couple : 0,18 m²*
 - *Coefficient de trainée : 0,7*
 - *Hauteur : 20 m*
- ➡
- **Entrée dans l'eau : en 2 s avec vitesse de 70 km/h**
 - **Vitesse limite : $v_{\infty} = 84$ km/h**



Le plongeon dans l'eau

On décompose la chute en 2 parties :

2) La chute dans l'eau.

- La force de traînée est beaucoup plus importante dans l'eau car la **masse volumique de l'eau** est environ 1000 fois plus grande que celle de l'air.
→ ralentissement de la chute.
- Dans l'eau, une nouvelle force apparaît : la **poussée d'Archimède**. Elle est liée à la différence de pression exercée entre les pieds et la tête d'Abondance.
→ ralentissement de la chute.

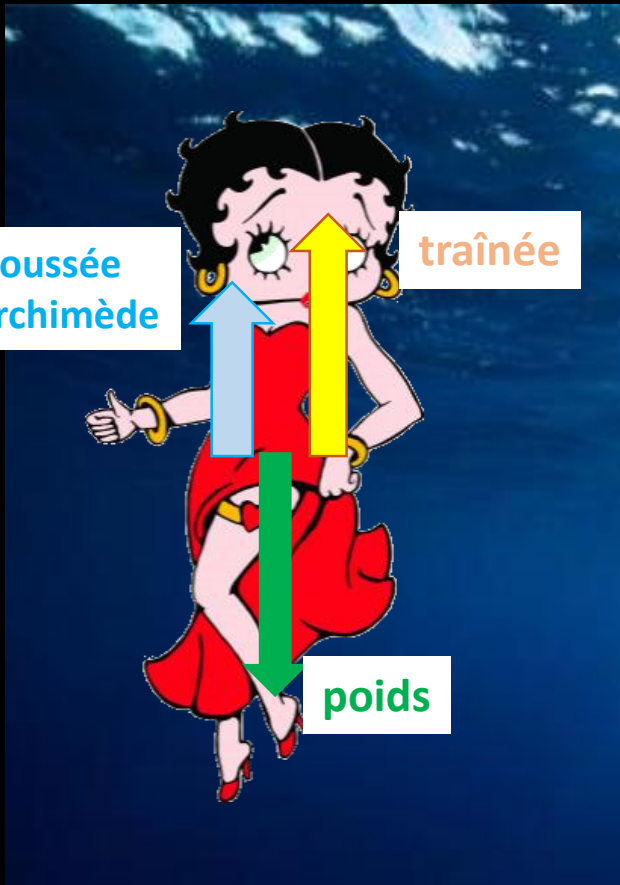


Le plongeon dans l'eau

On décompose la chute en 2 parties :

2) La chute dans l'eau.

- La force de traînée est beaucoup plus importante dans l'eau car la **masse volumique de l'eau est environ 1000 fois plus grande que celle de l'air**.
→ ralentissement de la chute.
- Dans l'eau, une nouvelle force apparaît : la **poussée d'Archimède**. Elle est liée à la différence de pression exercée entre les pieds et la tête d'Abondance.
→ ralentissement de la chute.



$$P_A = \rho \cdot V_i \cdot g$$

Masse volumique de l'eau = 1000 kg/m³ Volume du corps immergé Constante de gravité = 9,81 m/s²

Si on considère que la masse volumique d'être humain est de l'eau, on a : $P_A = mg$



Le plongeon dans l'eau

On décompose la chute en 2 parties :

2) La chute dans l'eau.

On applique la relation fondamentale de la dynamique

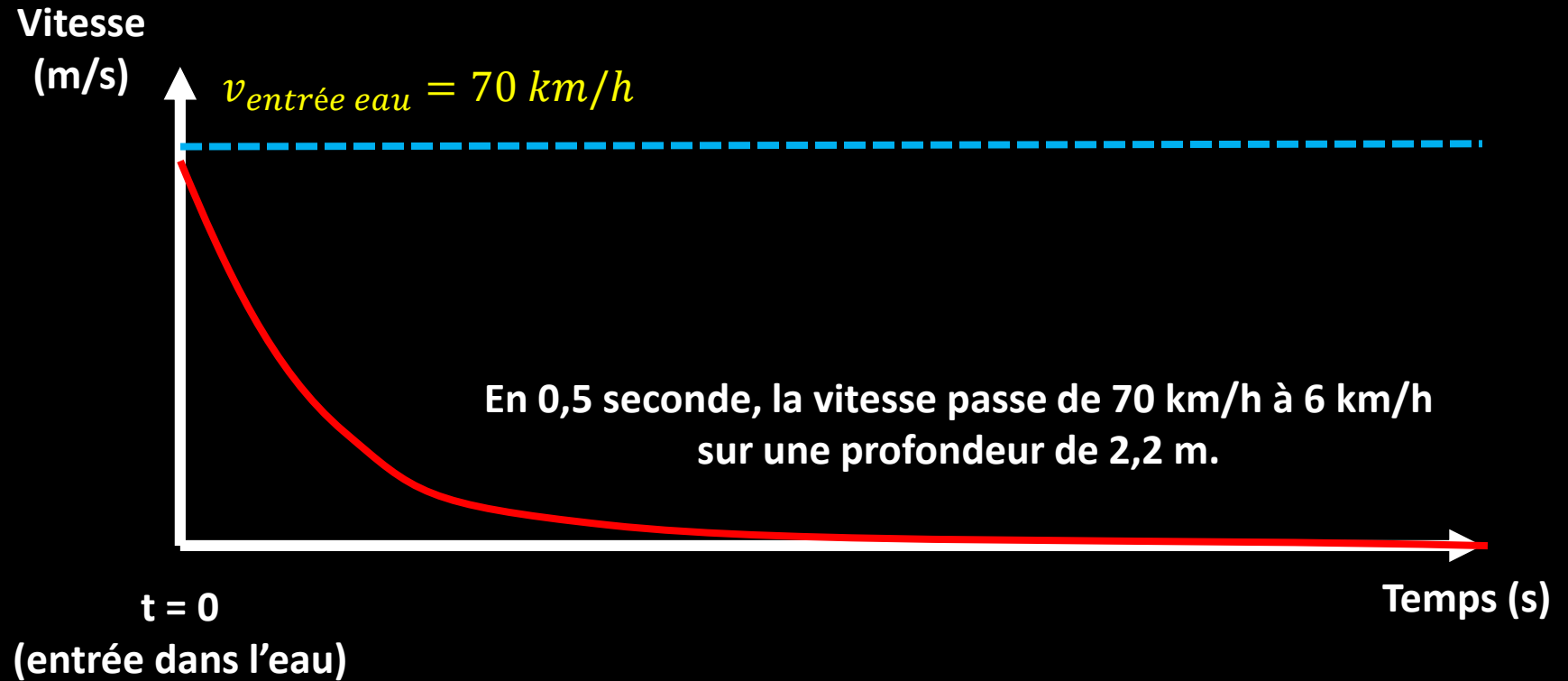
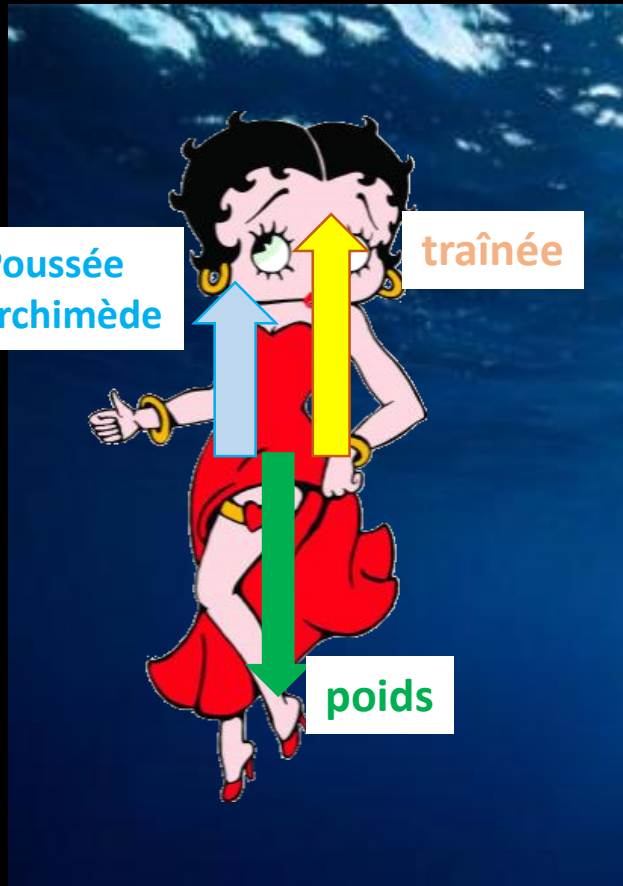
$$m \times a = \text{poids} - \text{poussée} - \text{traînée}$$

$$\rightarrow m \times a = \cancel{m \times g} - \cancel{m \times g} + \frac{1}{2} \rho \times C_x \times S \times v^2$$

$$\rightarrow \frac{dv}{dt} = \frac{\rho \times C_x \times S}{2m} \times v^2$$



Le plongeon dans l'eau



Décélération brutale : $a = 36 \text{ m/s}^2$
→ Risque de blessure au contact de l'eau



Le plongeon dans l'eau

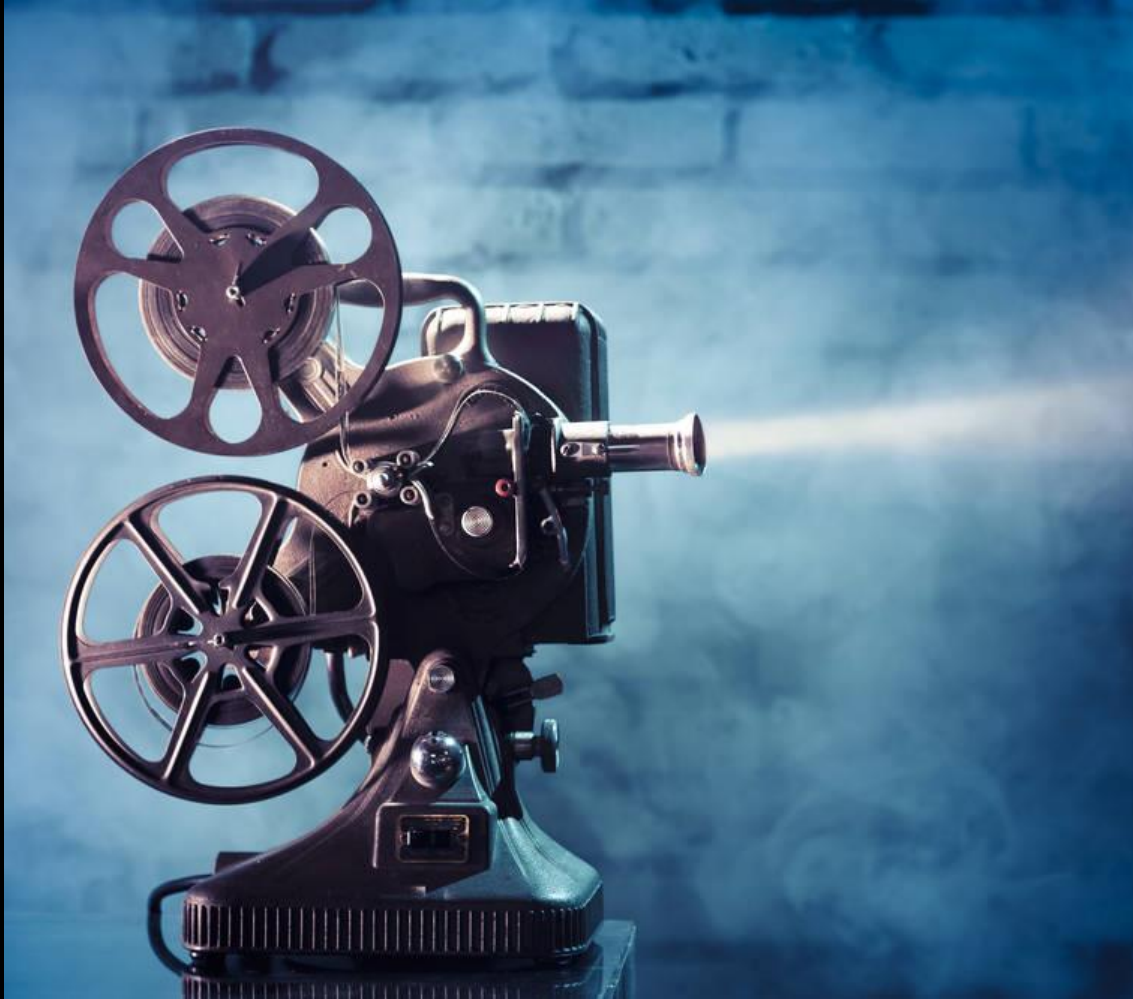
Éléments de comparaison : record du monde en plongeon de haut vol

wikipedia

Date	Place	Plongeur	Hauteur	Commentaires
1983	San Diego, États-Unis	Dana Kunze	52,4 m	
1985	Ocean Park Hong Kong	Randy Dickison	53,2 m	Multiples fractures de la jambe gauche
1987	Villers-le-Lac, France	Oliver Favre	53,9 m	Blessure au dos
1997	Pont de Žďákov, République tchèque	Rudolf Bok	58,28 m	Multiples fractures aux vertèbres thoraciques
2015	Maggia, Suisse	Laso Schaller	58,8 m	Déchirure d'un ligament d'un genou



Rattraper un avion en vol



Extrait de « *Goldeneye* », 1995, EON Productions



James Bond retourne dans sa chambre d'hôtel de Las Vegas en galante compagnie. Malheureusement des malotrus viennent gâcher la fête.



Rattraper un avion en vol

Quelques informations sur les engins utilisés

Pilatus PC-6 / B2-H4 Turbo-Porter



- Vitesse maximale : 280 km/h
- Vitesse de croisière maximale : 232 km/h
- Vitesse de décrochage : 96 km/h
- Masse à vide : 1250 – 1400 kg, max = 2800 kg

Caviga 600 W16



- Vitesse de pointe (top speed) : 150 km/h
- Masse sans carburant : 155 kg



Rattraper un avion en vol

Calcul réaliste :

- Trajectoire parabolique

100 km/h
150 km/h



Calcul analytique ici ne fonctionne pas
car la vitesse initiale n'est pas verticale.

Recours aux méthodes numériques

Programme Python + Matplotlib

https://en.wikipedia.org/wiki/Projectile_motion



Rattraper un avion en vol

Calcul réaliste :

Hypothèses - avion

- *Surface alaire : 30 m^2*
- *Coefficient de traînée : $0,05$*
- *Masse : $1\,400 \text{ kg}$*
- *Vitesse initiale : 100 km/h*

Hypothèses - James

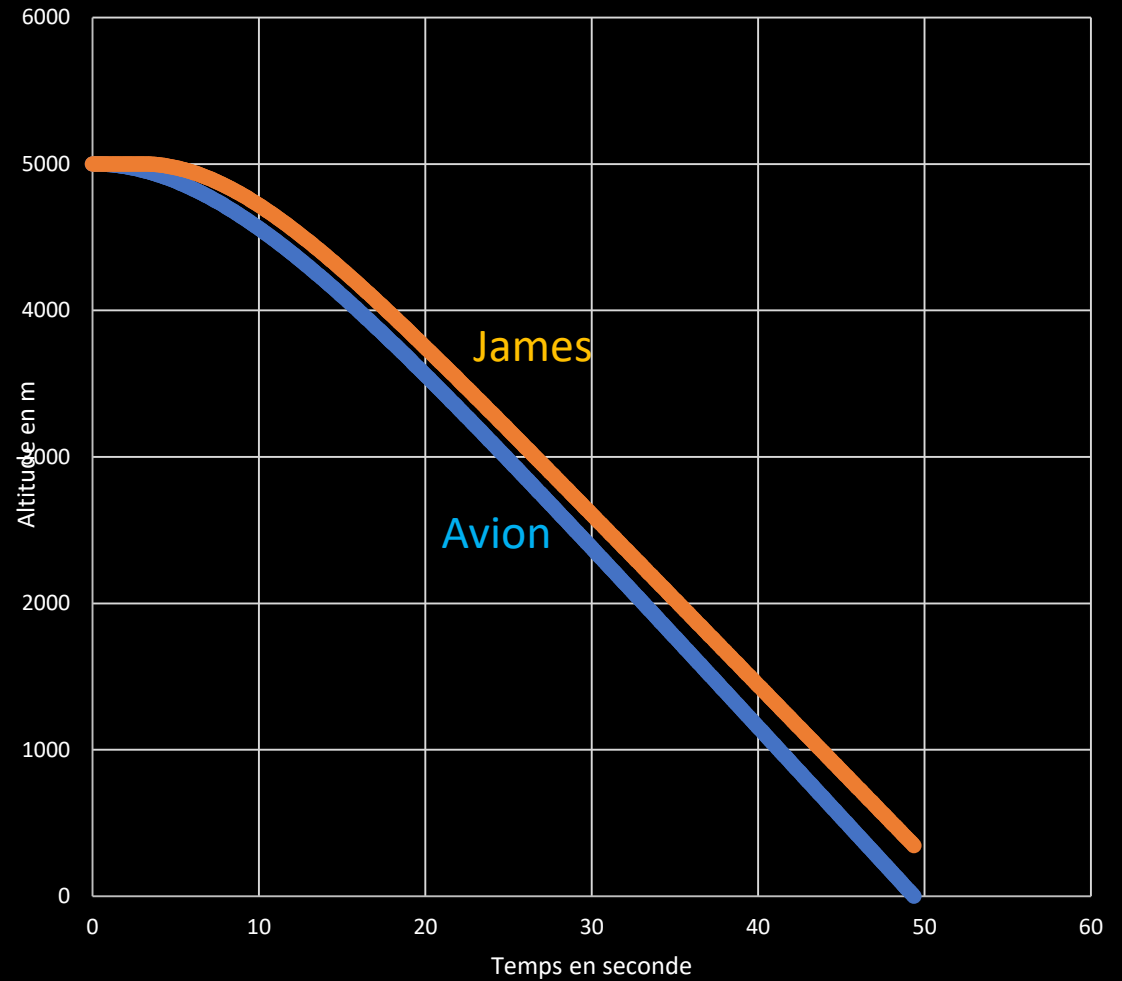
- *Maître-Couple : $0,18 \text{ m}^2$*
- *Coefficient de traînée : $0,7$*
- *Masse : 80 kg*
- *Vitesse initiale : 150 km/h*



Rattraper un avion en vol

Calcul réaliste :

100 km/h
150 km/h



A photograph of a movie theater interior. The foreground is filled with many rows of plush, red upholstered seats, receding towards the back. At the far end of the theater is a large, bright white rectangular screen. The screen is the primary light source, casting a soft glow on the seats and the dark theater walls. The walls are dark, and the ceiling is also dark, creating a classic cinema atmosphere.

5. Parachutisme

Le principe du parachute

Comment diminuer la vitesse limite ?

$$v_{lim} = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{\rho \cdot S \cdot C_x}}$$

Diminuer la masse de la personne qui chute

Augmenter le surface de traînée?

Augmenter le coefficient de traînée ?



Le principe du parachute

Comment diminuer la vitesse limite ?

$$v_{lim} = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{\rho \cdot S \cdot C_x}}$$

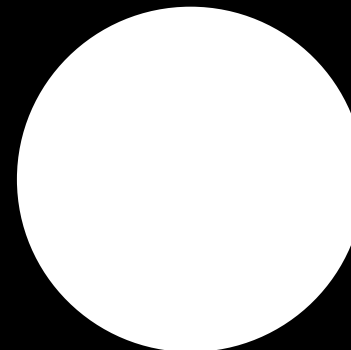
Diminuer la masse de la personne qui chute

Augmenter le surface de traînée?

Augmenter le coefficient de traînée ?



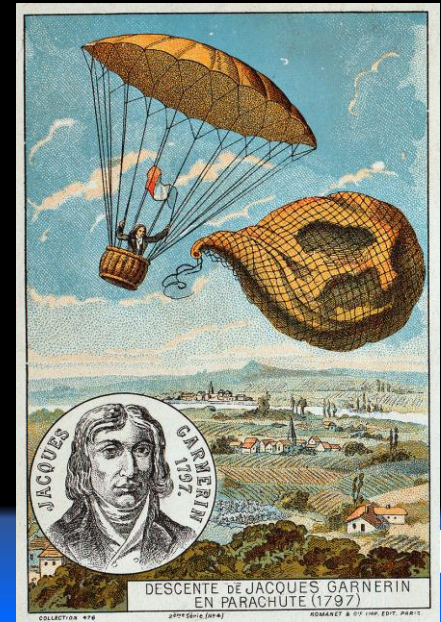
Surfaces projetées correspondantes :



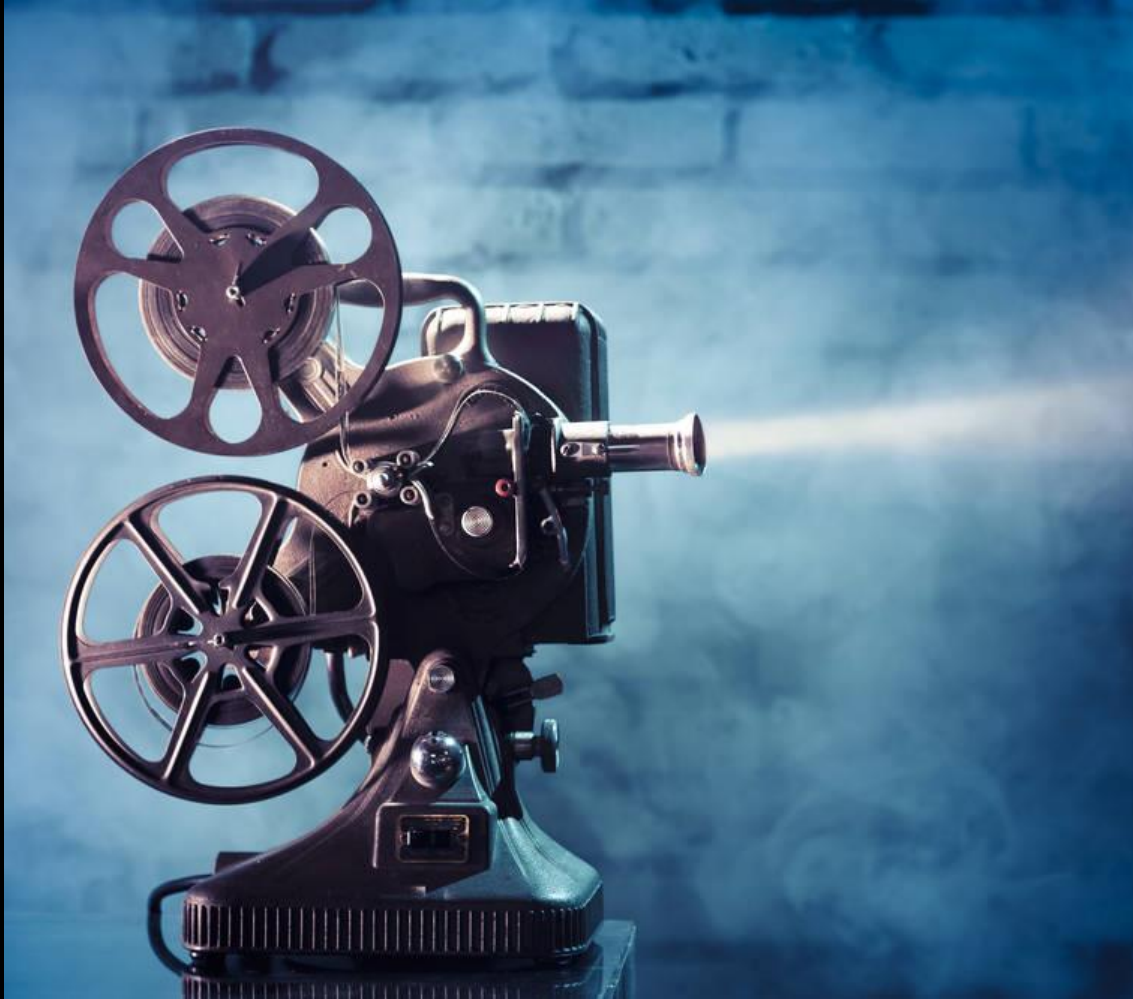
Brève historique du parachute



- **-2070 à -1600** : dynastie des Xia en Chine.
Un empereur aurait sauté d'une grange enflammée en tenant 2 parasols.
- **852** : Abbas ibn Firnas essaye de voler en se lançant depuis la grande mosquée de Cordoue (Espagne) à l'aide d'un énorme manteau pour amortir sa chute.
- **1485** : Léoard de Vinci dessine un parachute pyramidal.
- **1617** : l'ingénieur Fausto Veranzio réussit un saut depuis le Campanile de Venise grâce à son parachute *Homo Volans*.
- **1796** : André-Jacques Garnerin réussit le parachutage d'un chien en se lançant d'un ballon.
- **1887** : Tom Baldwin améliore le parachute en remplaçant la lourde nacelle par un simple harnais.
- **1908** : Charles Broadwick place le parachute plié dans un sac à dos et introduit la tirette d'ouverture automatique.



Le parachutisme



Extrait de « *Rien que pour vos yeux* », 1981, EON Productions



En Espagne, James Bond doit s'échapper rapidement de la villa de l'assassin Hector Gonzales. Tout est bon à prendre pour ralentir sa chute.



Parachutisme

Est-il possible d'utiliser un parasol de plage comme parachute ?



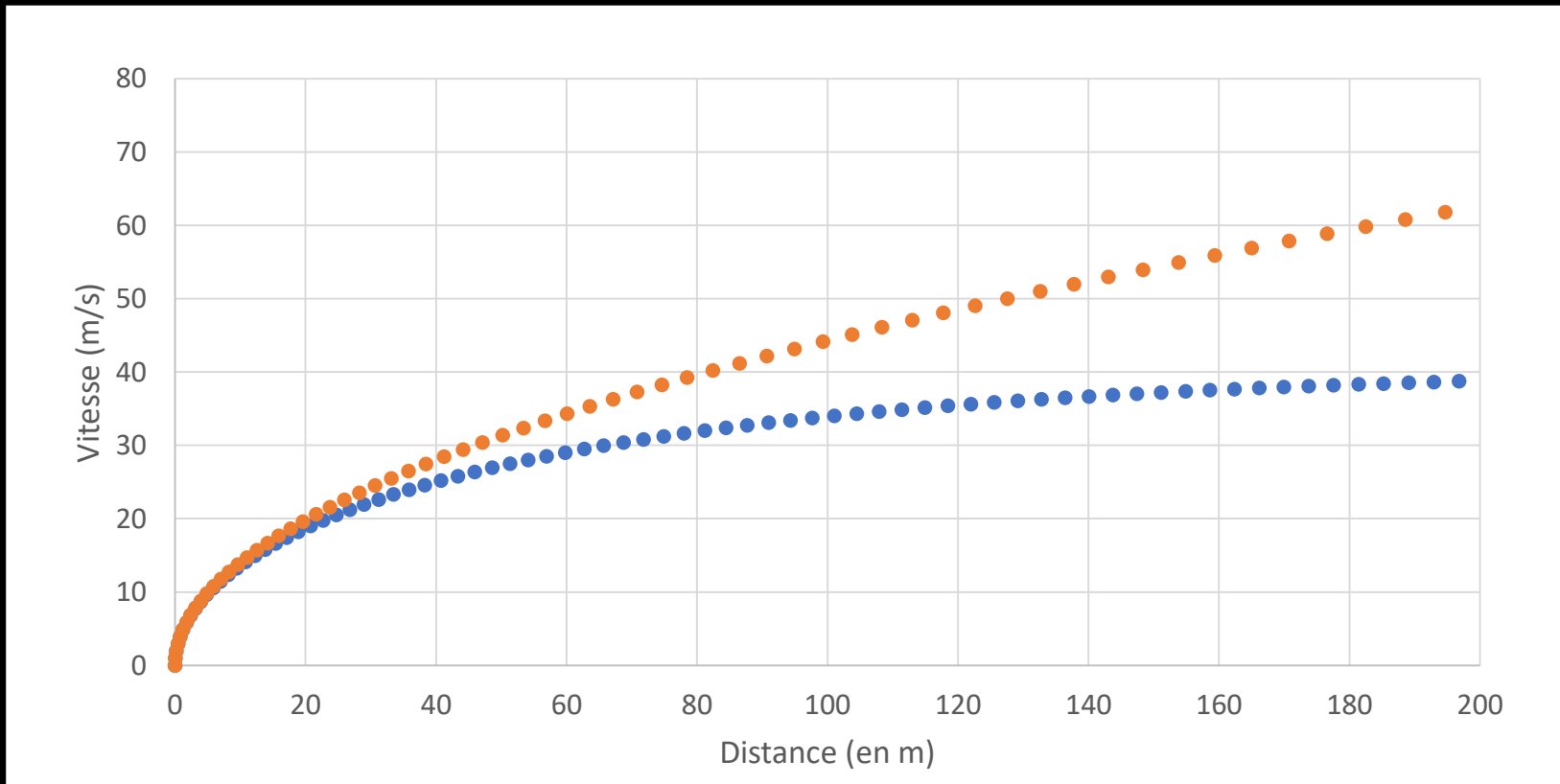
Hypothèses

- *Masse de James : 80 kg*
- *Masse du parasol : négligeable*
- *Diamètre du parasol : 1 m*
- *Coefficient de trainée sans parasol : 0,1*
- *Coefficient de trainée avec parasol : 1,0*



Parachutisme

Est-il possible d'utiliser un parasol de plage comme parachute ?



Sans parasol +
sans frottement

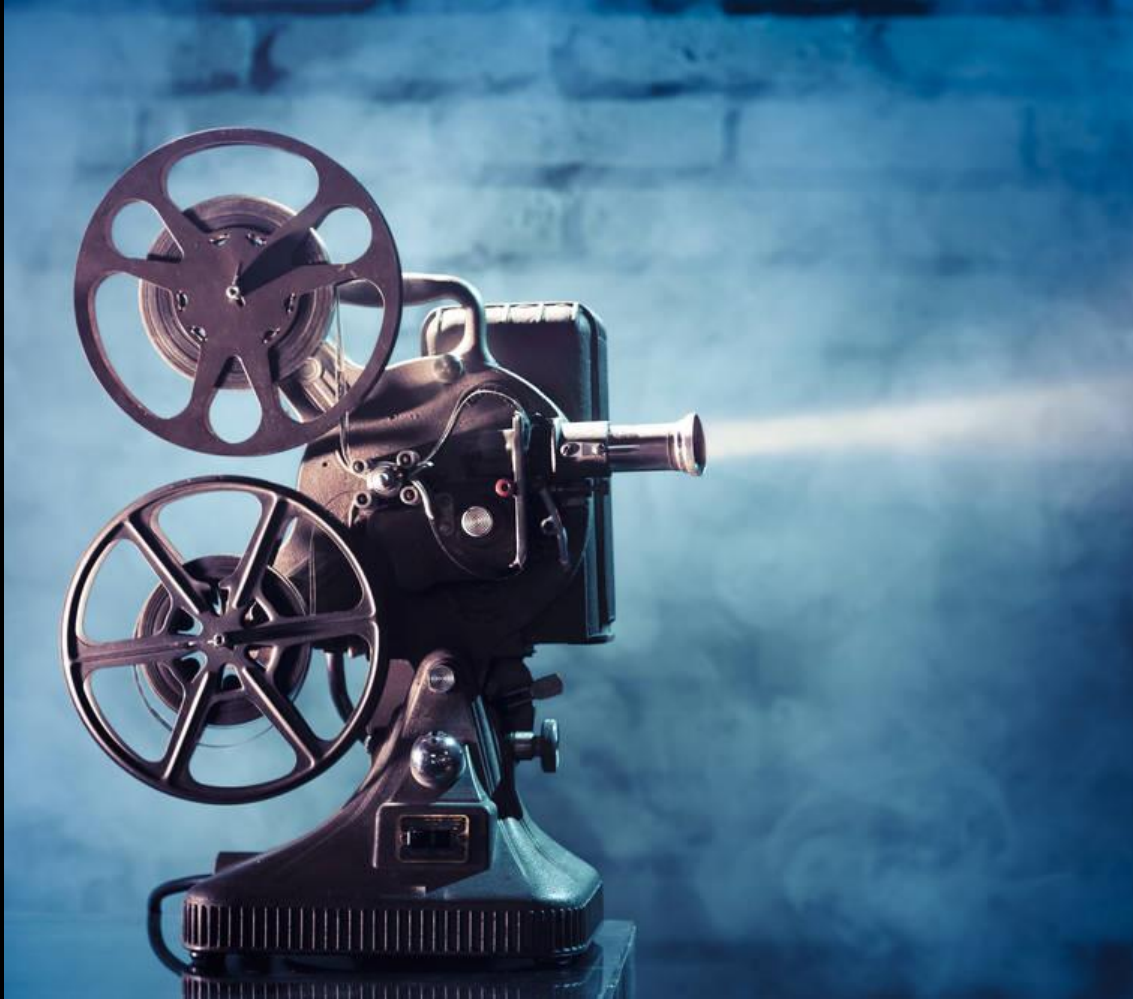
Avec parasol

Pour une distance de 4 m,
le parasol joue un rôle
négligeable sur la vitesse.

Le modèle avec frottement n'est
pas nécessaire.



Le parachutisme



Extrait de « *Quantum of solace* », 2008, EON Productions



James Bond et Camille Montes Rivero doivent sauter de leur avion qui tombe en panne. Le problème est qu'il ne reste qu'un seul parachute.



Parachutisme

Vitesse limite pour James et Camille avec parachute :



Hypothèses

- *Masse de :*
 - *James = 80 kg*
 - *Camille = 60 kg*
- *Coefficient de trainée :*
 - *James = Camille = 0.1*



Parachutisme

Vitesse limite pour James et Camille sans parachute :



Hypothèses

- *Masse de James + Camille + parachute :*
 $80 + 60 + 7 = 147 \text{ kg}$
- *Surface projetée : 50 m^2*
- *Coefficient de trainée : 1,5*

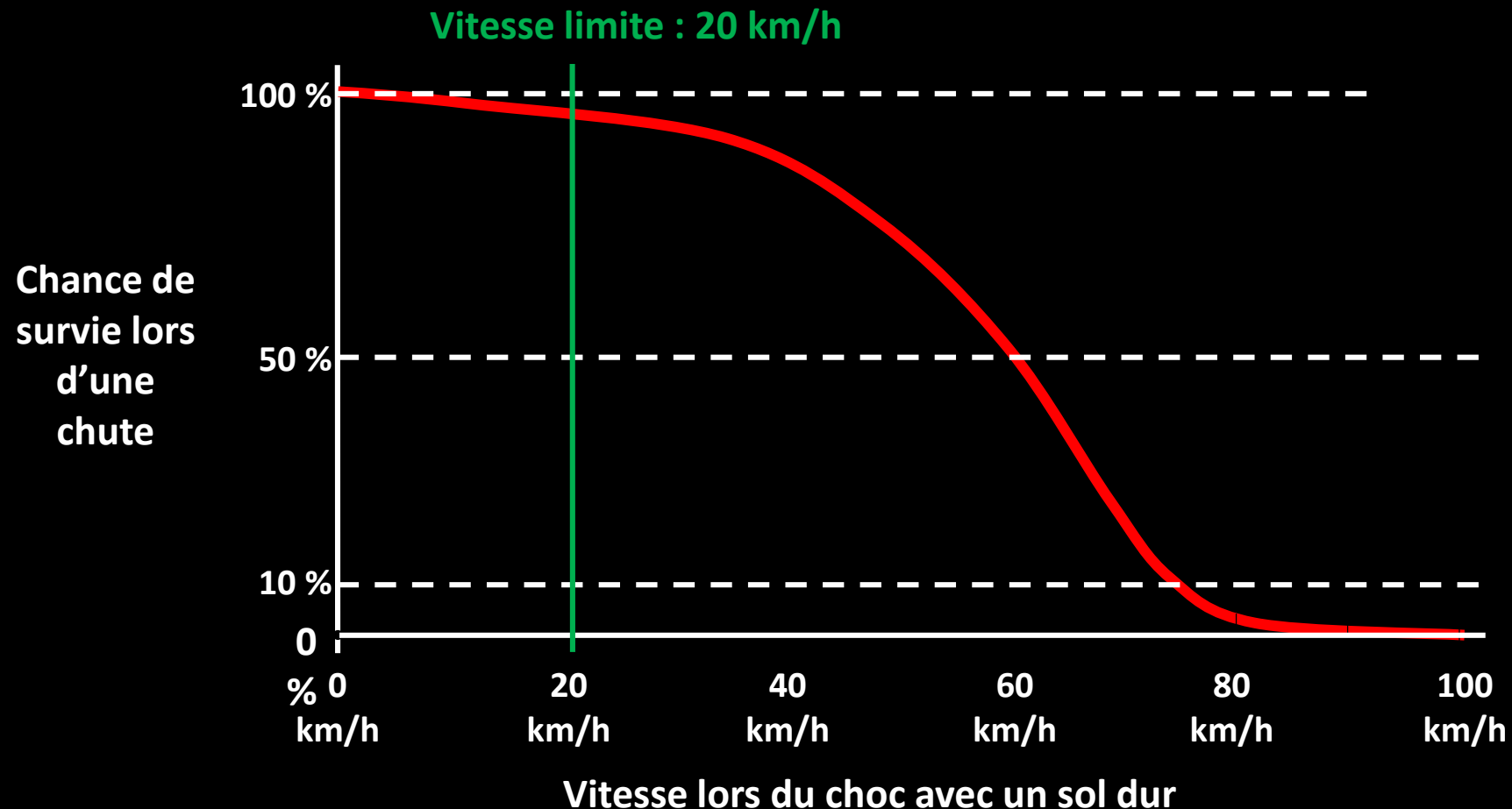


$$v_{\infty} = 20 \text{ km/h}$$



Parachutisme

Est-il possible de survivre à une telle chute ?

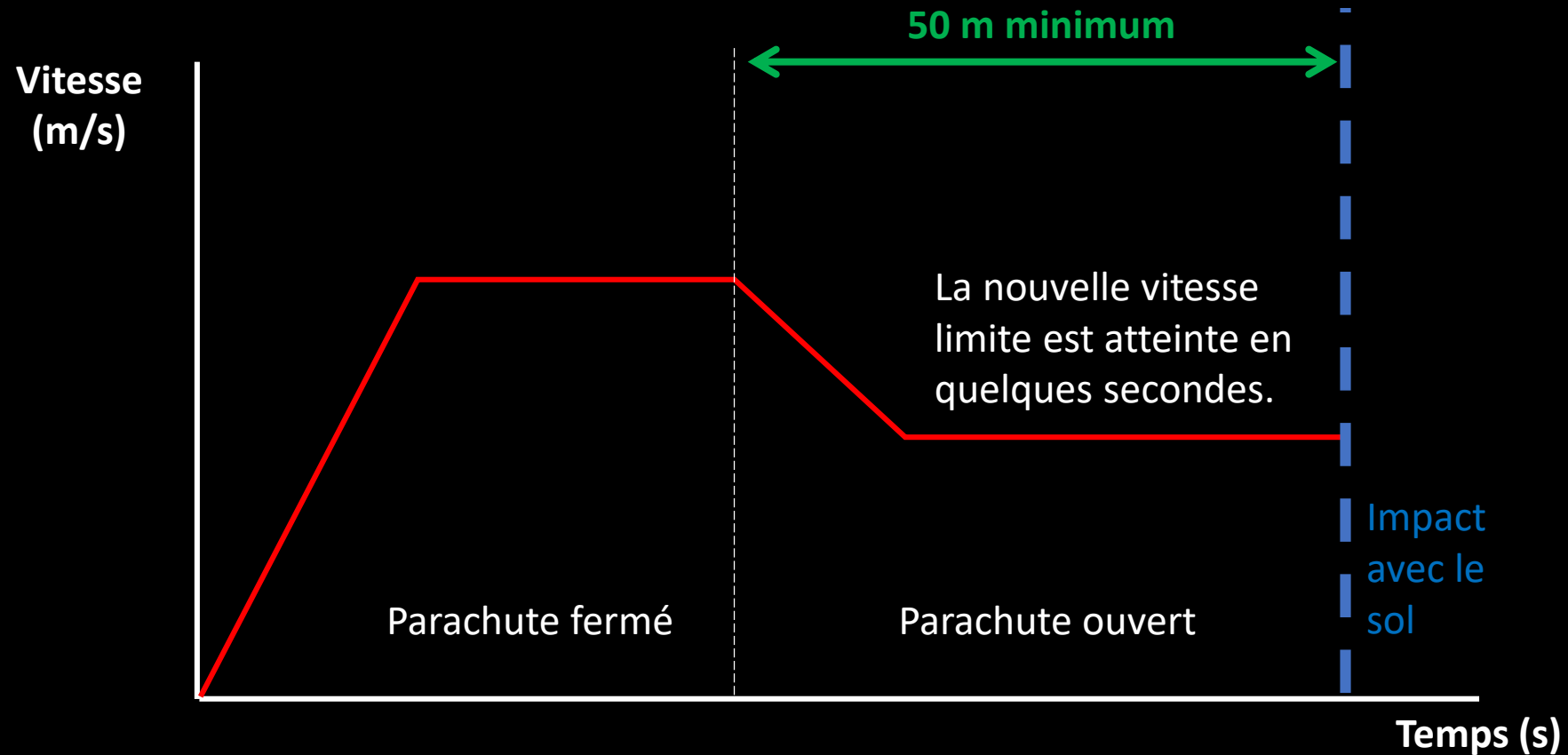


Chaine YouTube : Mosh

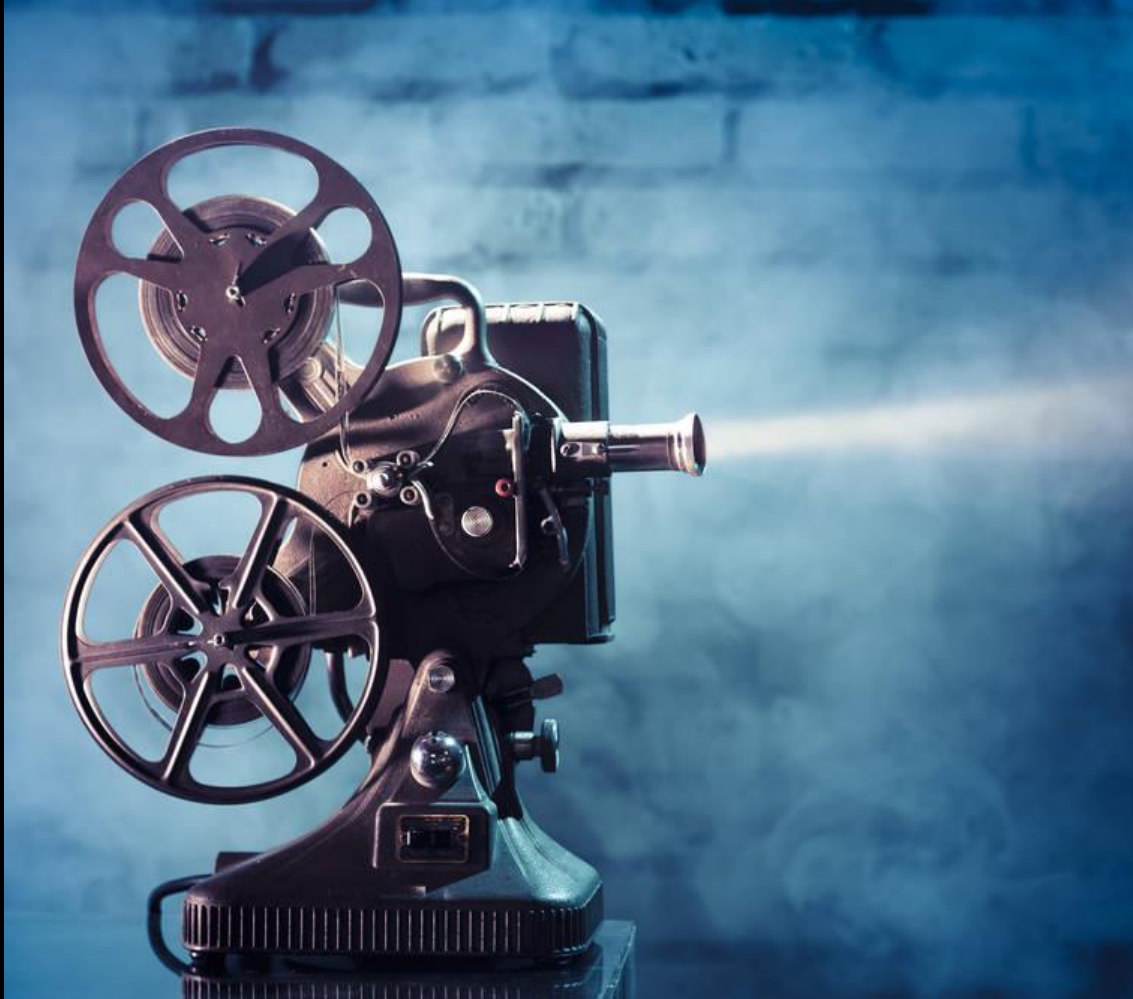


Parachutisme

MAIS il y a une durée minimale à respecter à l'ouverture du parachute



Parachutisme



Extrait de « *Moonraker* », 1979, EON Productions

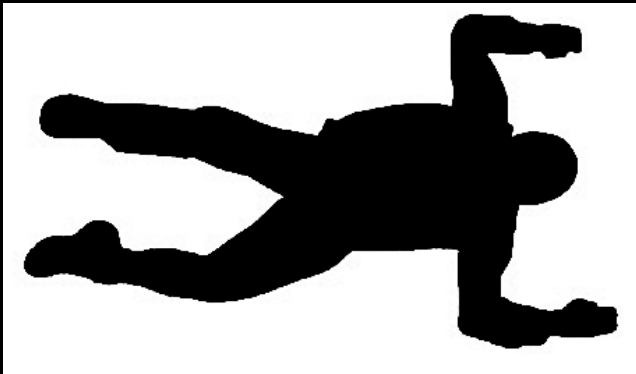
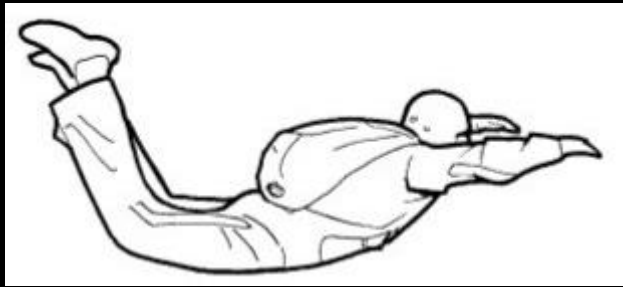


James Bond est dans un jet privé de retour d'une mission en Afrique. Pendant le voyage, il est braqué par le pilote (joué par Jean-Pierre Castaldi).

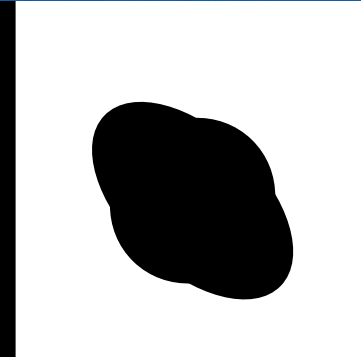


Parachutisme

Sur quoi joue la position du parachutiste ? Surface qui est soumise au frottement de l'air



$$S = 1 \text{ m}^2$$

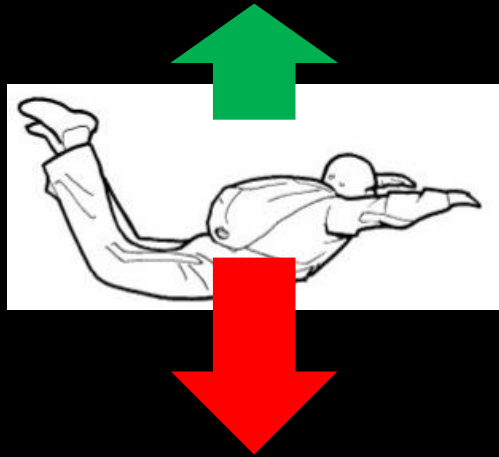


$$S = 0,18 \text{ m}^2$$



Parachutisme

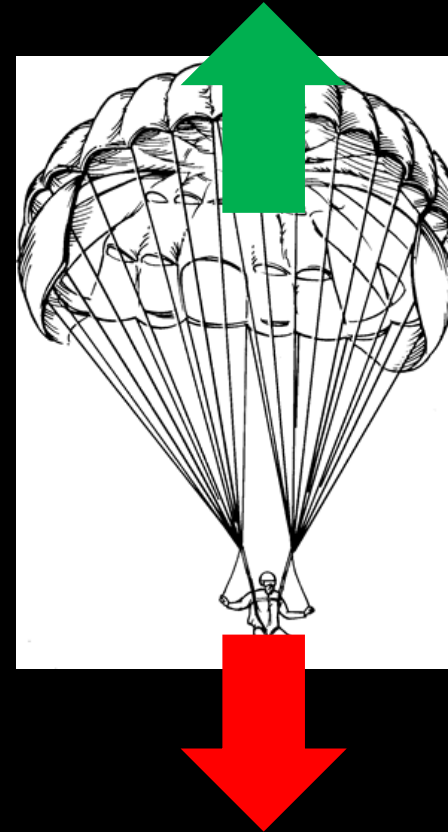
Ouverture du parachute

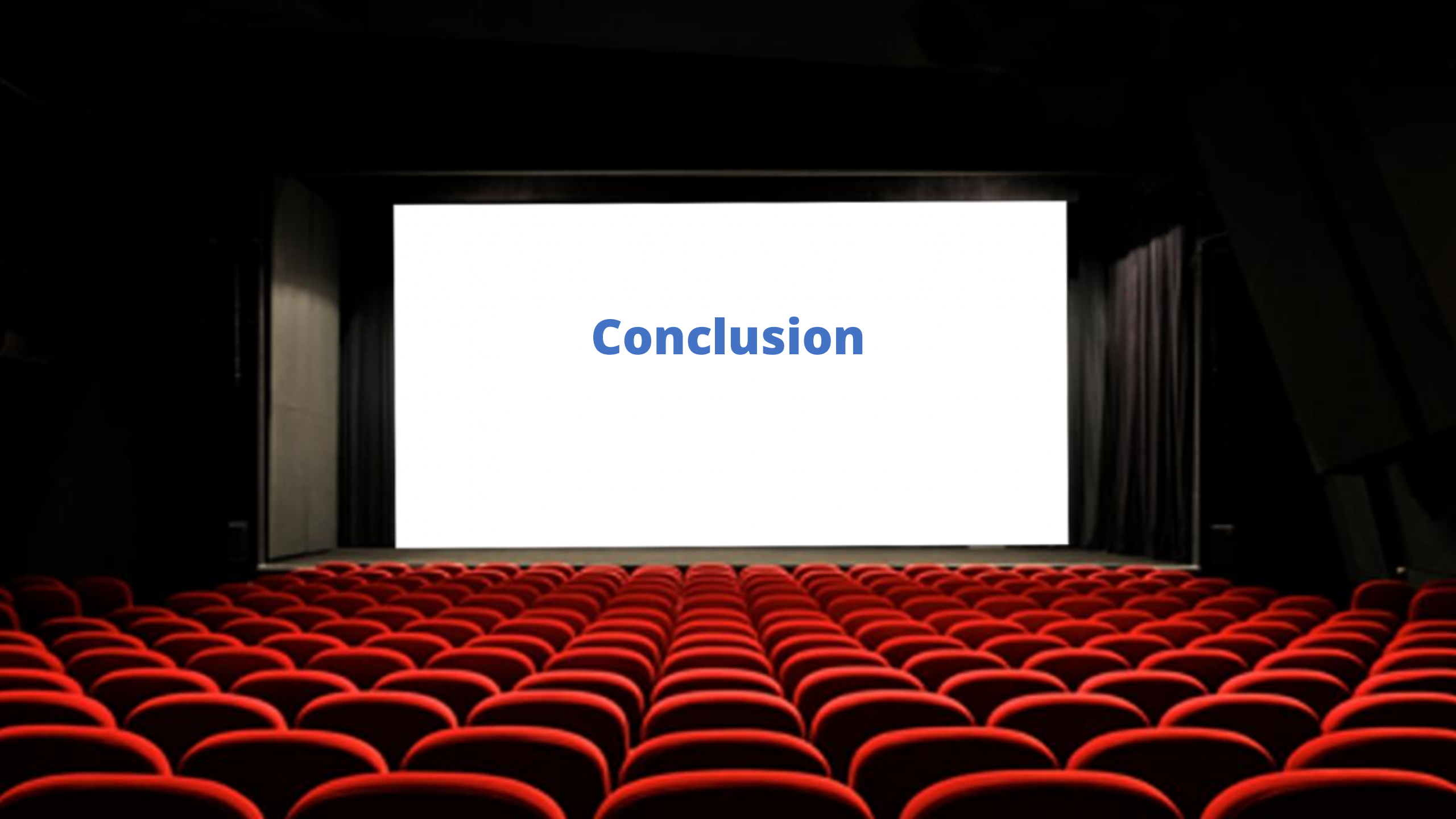


Quand le parachute n'est pas ouvert, la caméra et le parachutiste sont à la même altitude.



Quand le parachute s'ouvre, le parachutiste tombe plus lentement qu'avant. La caméra ne se situe plus à la même altitude.



A photograph of a theater interior. The foreground is filled with rows of red upholstered seats, receding towards a bright white screen at the far end. The screen displays the word "Conclusion" in a bold, blue, sans-serif font. The theater walls are dark, and the overall atmosphere is quiet and focused.

Conclusion

Conclusion

- **Notion de physique étudiée** : l'aérodynamisme / hydrodynamisme
 - Propriétés influant sur la traînée : coefficient de traînée et surface de référence
 - Propriétés influant sur la portance (avion) : coefficient de portance et surface de référence
 - Propriétés influant sur la poussée d'Archimède : le volume de l'objet
- **Fonctionnement de certains véhicules**
Exemple : pourquoi un avion décolle et vole ?
- **Courir sur un train ou tomber dans le vide : James Bond est soumis à la traînée**

→ James doit limiter la traînée pour aller + vite.

→ James doit augmenter la traînée pour ralentir.
Exemple : utilisation de parasols ou de parachute.



Physique
pour Tous !

Saison 4
2021-2022

Cycle
« Physique & Cinéma, édition spéciale 007 »

JAMES BOND FACE À LA MENACE **NUCLÉAIRE**



Mardi 19/10/2021, de 18h15 à 19h45, amphi Fresnel