

Tutorat de Mécanique des Fluides : Le plongeon de haut vol

1 - Hauteur de chute et vitesse d'entrée dans l'eau



Quelle sont les hauteurs des plongeurs aux JO ? lors des compétitions RedBull ? Quel est le record du plus haut saut dans l'eau (sans parachute) ?

Quelles sont les forces qui s'exercent sur le sauteur dans l'air ? Estimez un ordre de grandeur de ces forces.

Exprimez la valeur de la vitesse atteinte juste avant l'entrée dans l'eau en fonction de la hauteur de saut. Donnez les valeurs pour les différentes hauteurs.

Qu'est-ce qui limite le record ? Est-ce qu'il existe une hauteur à partir de laquelle les risques n'augmentent plus ? Quelle est la valeur maximale de la vitesse que le sauteur peut atteindre ?

2 - Profondeur de plongeon

Quelle est la profondeur des piscines olympiques ? et des bassins pour les compétitions RedBull ? Est-ce suffisant ?

Estimez le nombre de Reynolds du plongeur dans l'eau. Quelles sont les forces qui s'exercent sur lui ?

Ecrivez l'équation du mouvement du sauteur dans l'eau et déduisez la profondeur atteinte pour les différentes hauteurs de saut.



3 - Risques de blessures

Le plus grand danger est l'impact lors de l'entrée dans l'eau (comme lorsque vous faites un « plat » dans la piscine). Quelle est la force physique responsable des dégâts ?



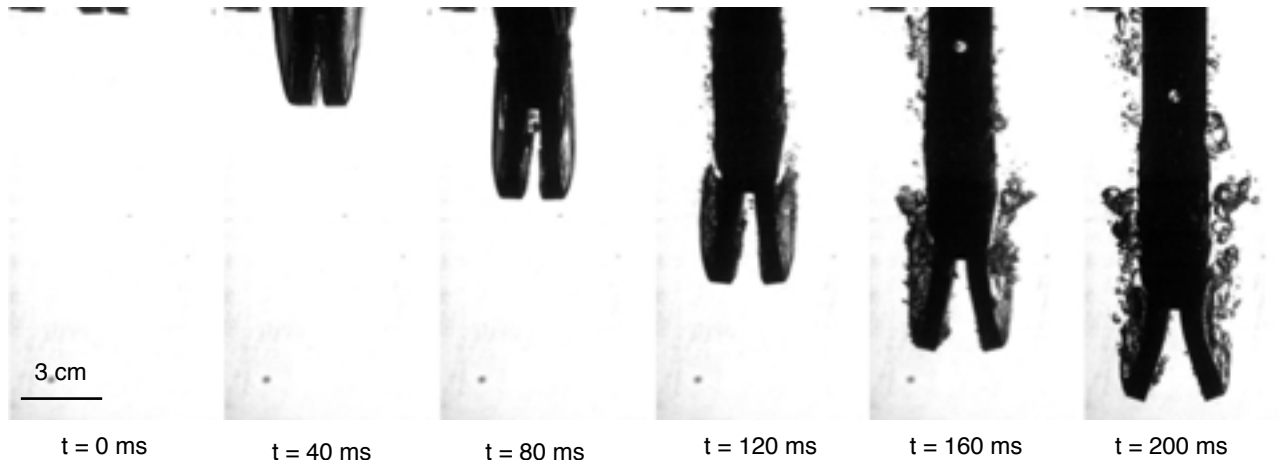
L'instant manip : imaginez une expérience dans un aquarium/ évier/baignoire pour estimer la force ressentie par un objet à l'impact dans l'eau, en fonction de la vitesse et de la surface de l'objet.

Pourquoi les plongeurs olympiques entrent dans l'eau avec les bras devant et les plongeurs RedBull avec les pieds devant ?

Il existe un autre risque de blessure, moins évident pour qui n'a jamais sauté de 28 m de haut : lorsque le sauteur est dans l'eau, ses jambes ont tendance à s'écarter, s'il n'est pas suffisamment gainé pour les maintenir serrées.

Proposez une explication physique de ce phénomène. Dans quels autres sports peut-on rencontrer le même problème ?

L'instant analyse : d'après la chronophotographie suivante, estimez la vitesse de l'objet sous l'eau et la force qui écarte ses jambes.



Données : Les jambes mesurent $L = 4 \text{ cm}$ de long. Leur moment quadratique par rapport à l'axe de l'articulation est $I = 2,5 \cdot 10^{(-9)} \text{ m}^2$. Et le module d'Young du matériau qui les constitue vaut $E = 5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$.

Question bonus/piège : A votre avis, existe-t-il une raison scientifique pour laquelle les hommes et les femmes ne sautent pas de la même hauteur lors des compétitions RedBull ?

Pour aller plus loin sur la force de masse ajoutée :

L'instant manip :

Fabriquez un petit pendule à l'aide d'un fil de couture et d'une perle.
Mesurez la période d'oscillation de ce pendule dans l'air. Et puis dans l'eau.
Quelle différences observez-vous ? Quelle interprétation pouvez-vous donner ?

Références et liens :

<https://www.dailymotion.com/video/xy2vg0>

<https://www.redbull.com/ca-fr/la-science-du-red-bull-cliff-diving>

<http://natation.blog.lemonde.fr/2013/07/29/limportant-cest-de-terminer-entier/>