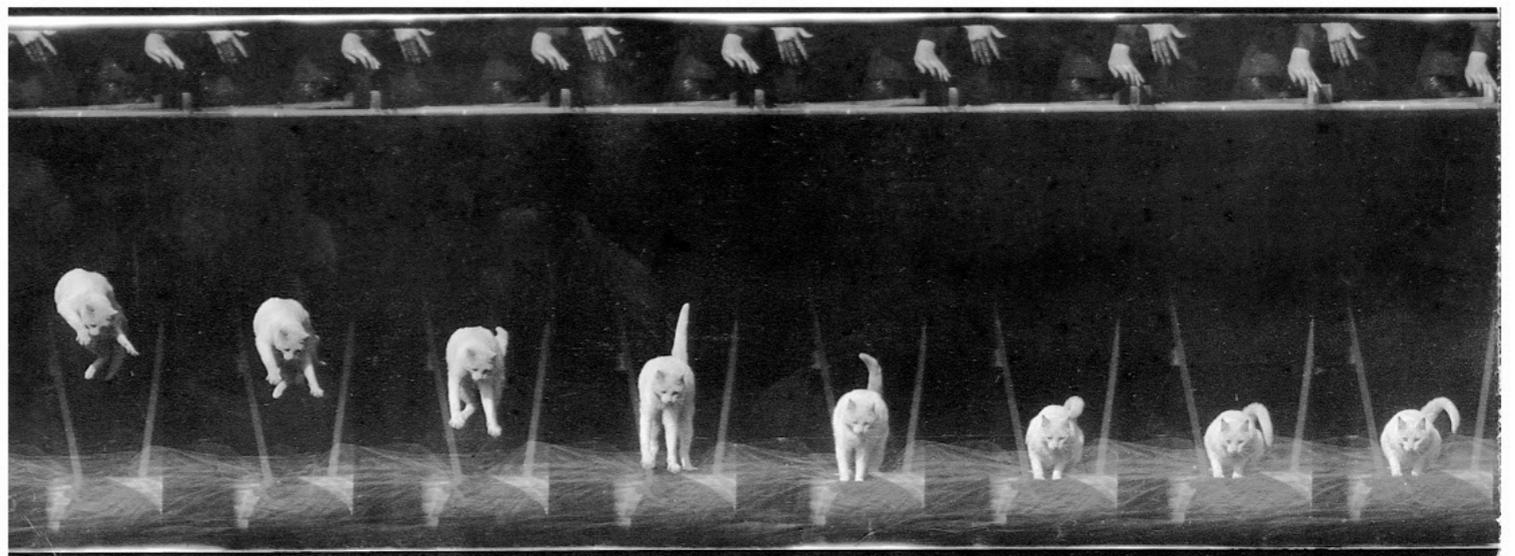
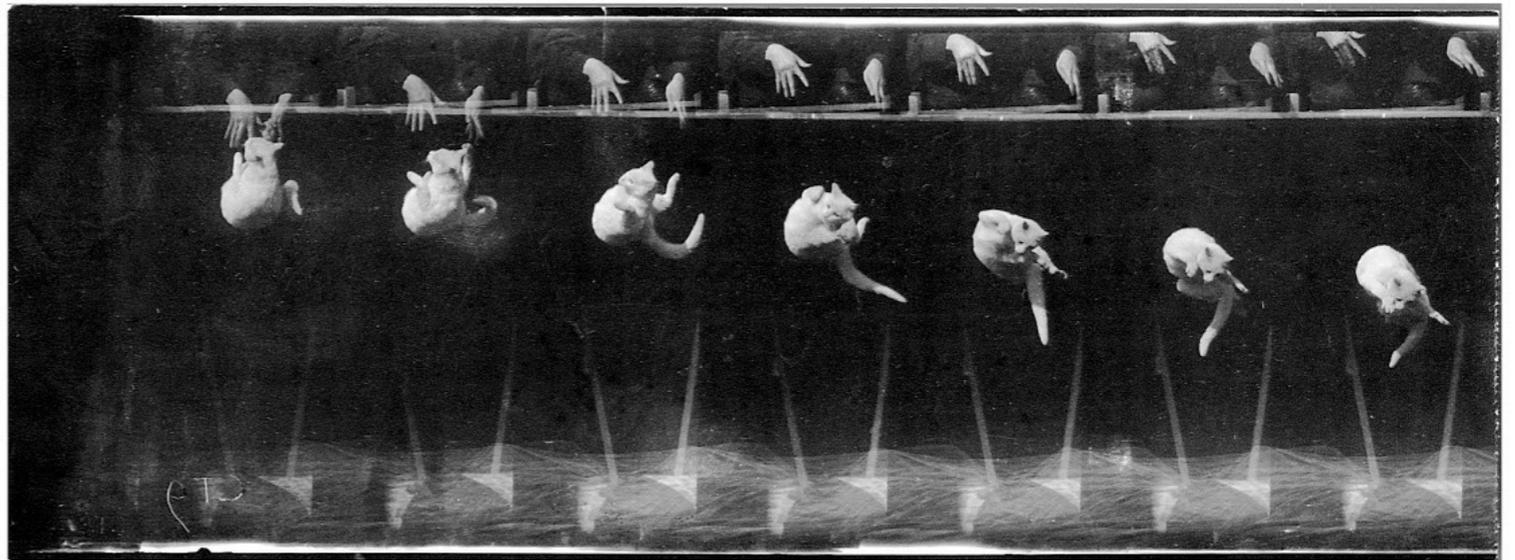


Physique-Chimie 3<sup>e</sup>

# TRANSFERT D'ÉNERGIE LORS D'UNE CHUTE LIBRE

Analyse de mouvements par la  
chronophotographie.



# L'OBJECTIF

**On veut comprendre ce qu'est l'énergie potentielle d'un objet, et ce qu'est l'énergie cinétique d'un objet.**

**On parle de *chute libre* quand un objet n'est soumis qu'à l'attraction terrestre (phénomène de gravitation).**

On utilisera une tablette pour filmer et photographier nos observations, et faire notre compte rendu.



# LA CHRONOPHOTOGRAPHIE

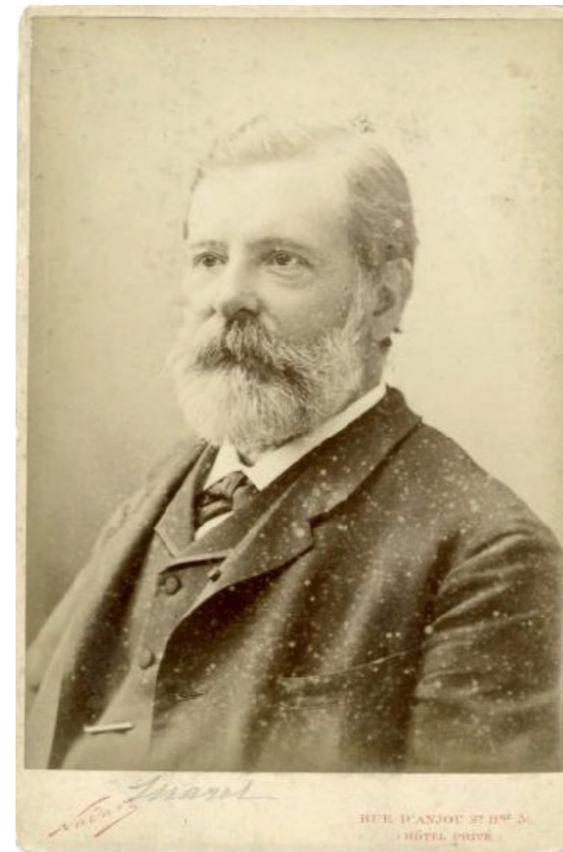
La chronophotographie est une technique développée dans les années 1880 par Étienne-Jules Marey (1830-1904), qui consiste à prendre plusieurs photos, à intervalles de temps très courts, d'un même objet en mouvement.

Une chronophotographie est **la superposition de ces images sur un même support.**

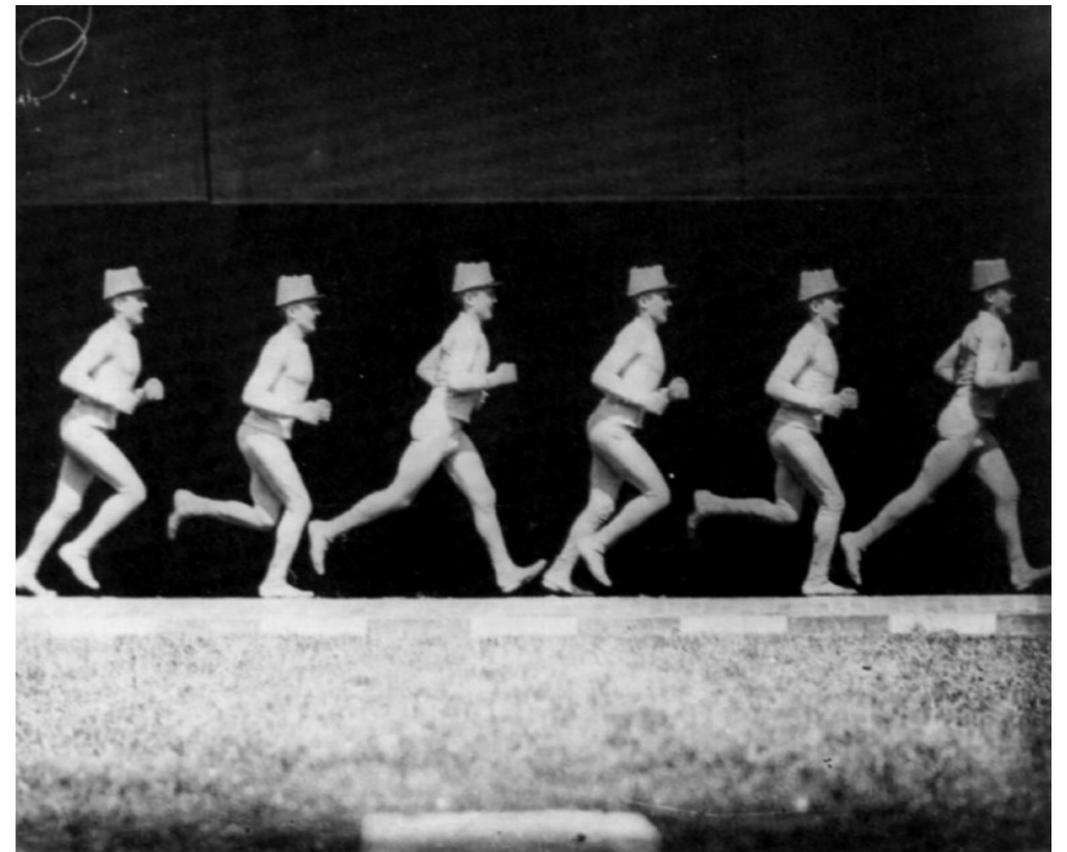


Pélican volant, chronophotographie sur plaque fixe, 1887.

L'objectif de cette technique est de pouvoir décomposer le mouvement des êtres vivants (humain, autres mammifères, oiseaux, insectes...) pour mieux comprendre leur locomotion.



Étienne-Jules Marey en 1878  
Portrait par Nadar



Course d'un homme, 1883.

## Une situation

# JUMEAUX À LA PISCINE

- pour mieux se représenter cette « expérience de pensée », on peut faire un schéma (ci-contre)
- on peut aussi accentuer les différences entre les situations (par exemple s'imaginer les plongeoirs à deux altitudes très différentes)
- l'analyse du mouvement par chronophotographie, surtout à partir d'une vidéo ralentie, peut permettre d'observer des choses que l'œil ne pourrait pas voir

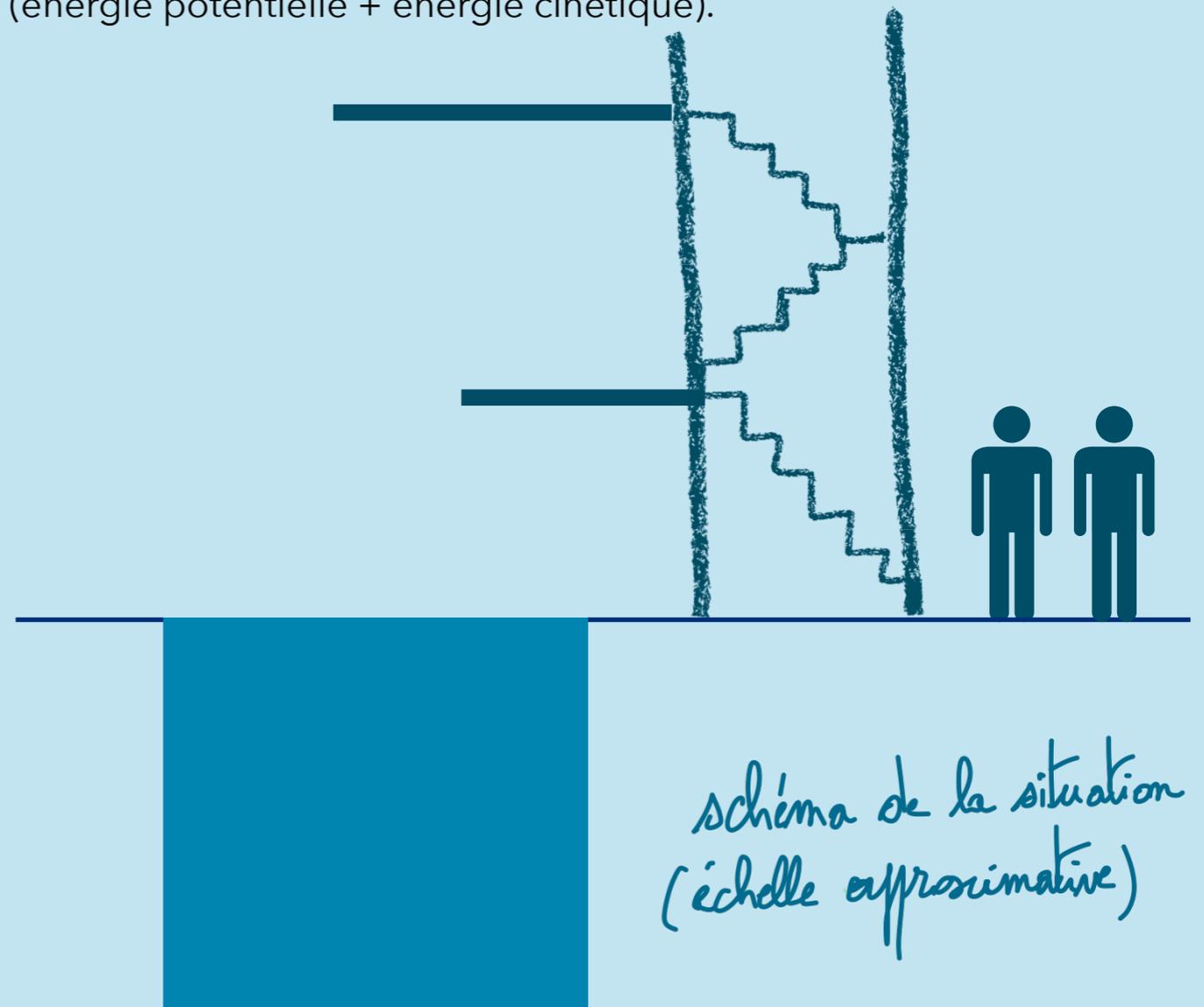
Imaginons deux jumeaux rigoureusement identiques à la piscine, au pied d'un plongeur.

Le premier monte au plongeur de 2 m, et plonge.

Le second fait de même, mais en montant au plongeur de 5 m.

Décrire tout ce qui est sensible, observable, mesurable pour chacune des chutes des deux personnages.

Puis décrire ces deux chutes sous l'angle de l'énergie mécanique (énergie potentielle + énergie cinétique).



décrire la situation...

# L'OBSERVABLE



nos deux  
« personnages »

## La montée

Les deux plongeurs gagnent de l'altitude.

Celui qui monte plus haut gagne plus d'altitude

Celui qui monte le plus haut fait le plus d'effort

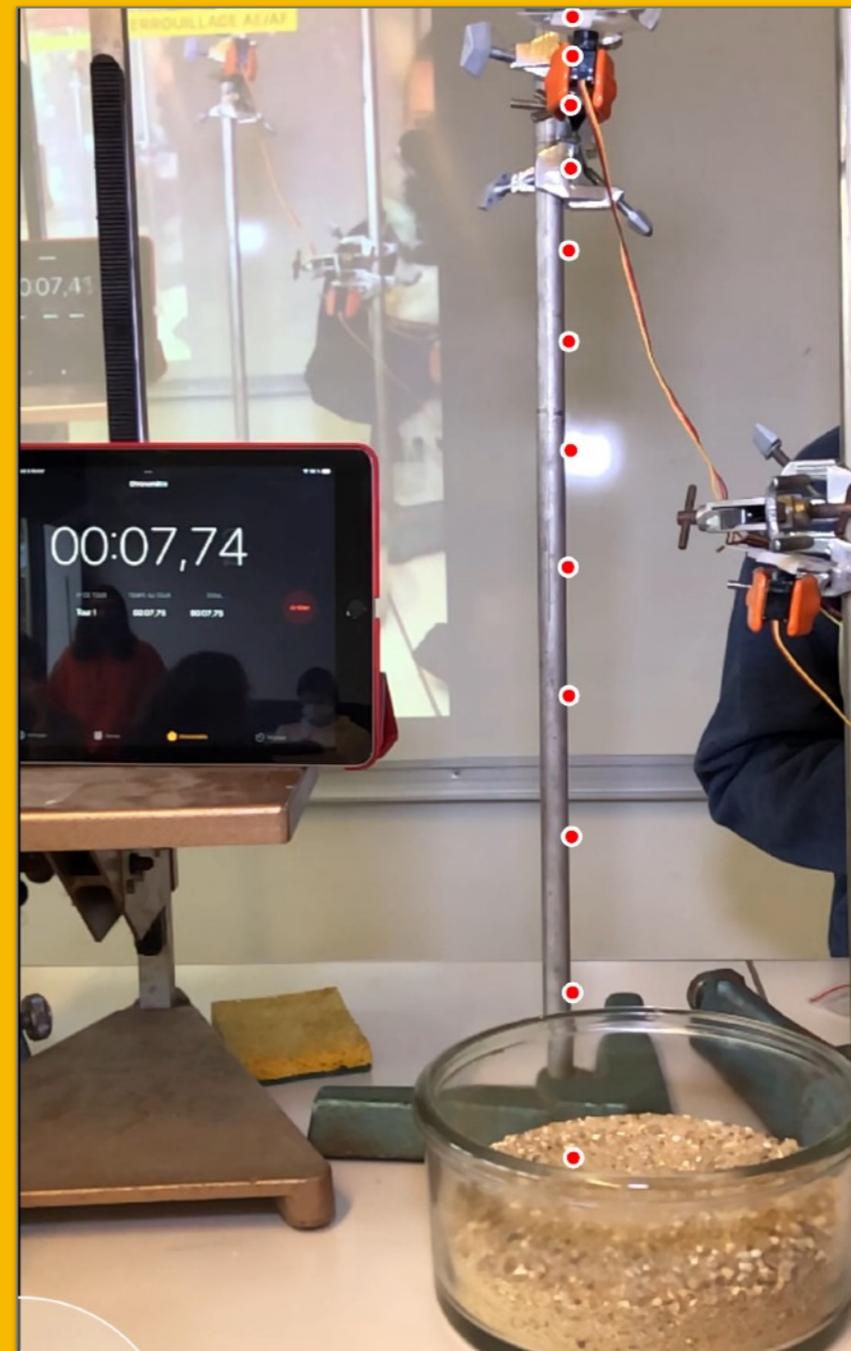
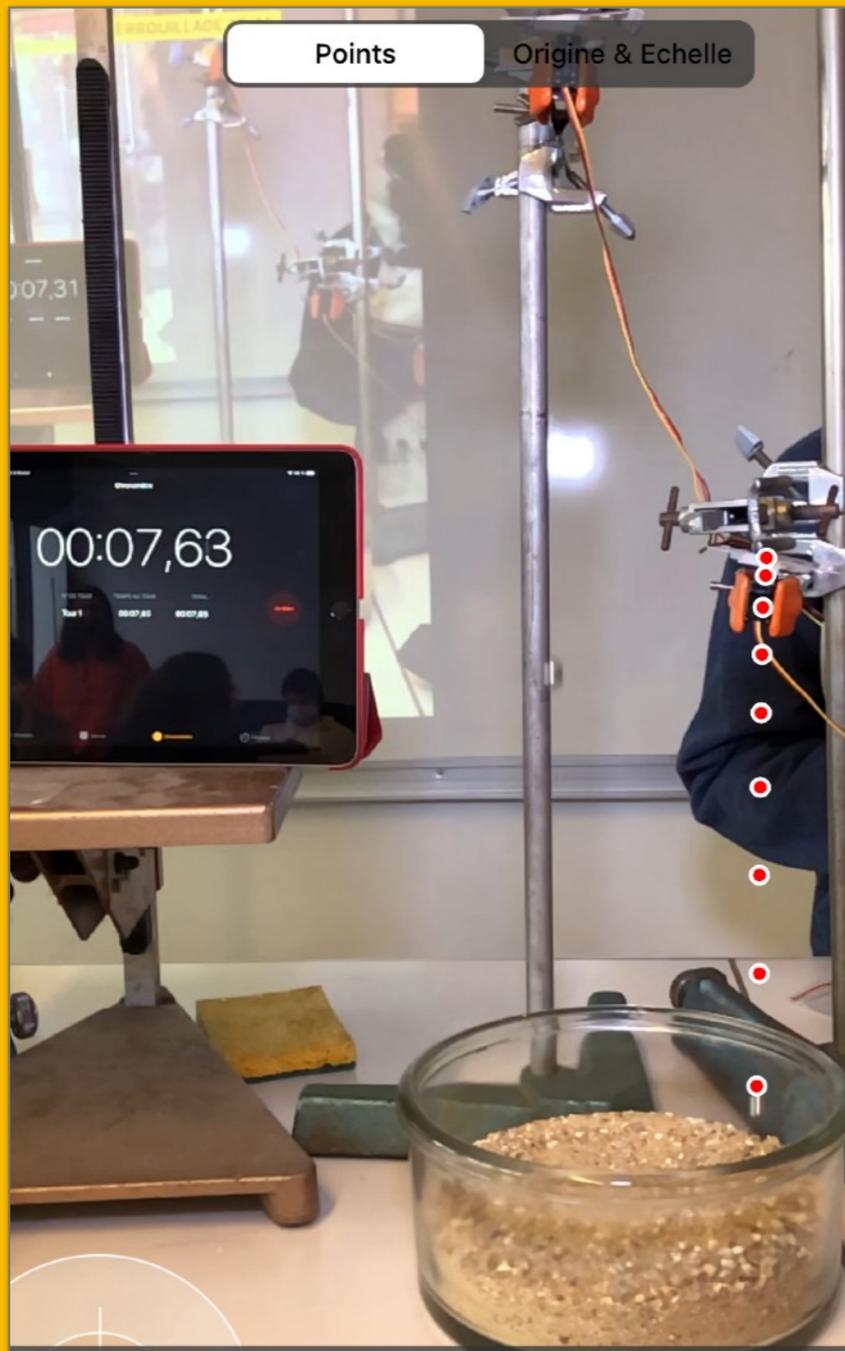
## La chute

Celui qui saute de plus haut fait un plus grand cratère dans le sable.

Lors de la chute la vitesse du plongeur augmente (voir « chronophotographies » page suivante).

Celui qui saute de plus haut arrive dans le sable avec une vitesse plus élevée.

Sa chute dure plus longtemps que celle de l'autre (il y a plus de points sur la « chronophotographie »).



Impact dans « l'eau » (chute depuis le petit plongeur)



Impact dans « l'eau » (chute depuis le grand plongeur)

Lors d'une chute libre, l'énergie potentielle d'un objet se transforme en énergie cinétique.

décrire la situation...

# SOUS L'ANGLE DE L'ÉNERGIE

énergie potentielle,  
énergie cinétique

## 2 La montée

Comme la bille tombée de plus haut arrive avec une énergie cinétique plus grande, que celle-ci est issue de la conversion de l'énergie potentielle du départ, et que la seule différence entre les billes est leur altitude de départ, on a bien prouvé que plus son altitude augmente plus son énergie potentielle augmente.

Cela correspond à peu près à la dépense d'énergie (par le corps) nécessaire pour monter.

## 1 La chute

À l'arrivée, l'énergie cinétique de la bille qui tombe de plus haut est plus grande que celle de la bille qui tombe de moins haut (car son cratère est plus grand et que la bille arrive plus vite).

Or la seule différence entre les billes à l'arrivée étant leur vitesse : on a bien prouvé que l'énergie cinétique augmente avec la vitesse.

## Conclusion :

L'énergie potentielle d'un objet augmente avec son altitude.

L'énergie cinétique d'un objet augmente avec sa vitesse.

## Une situation

# AMIS À LA PISCINE

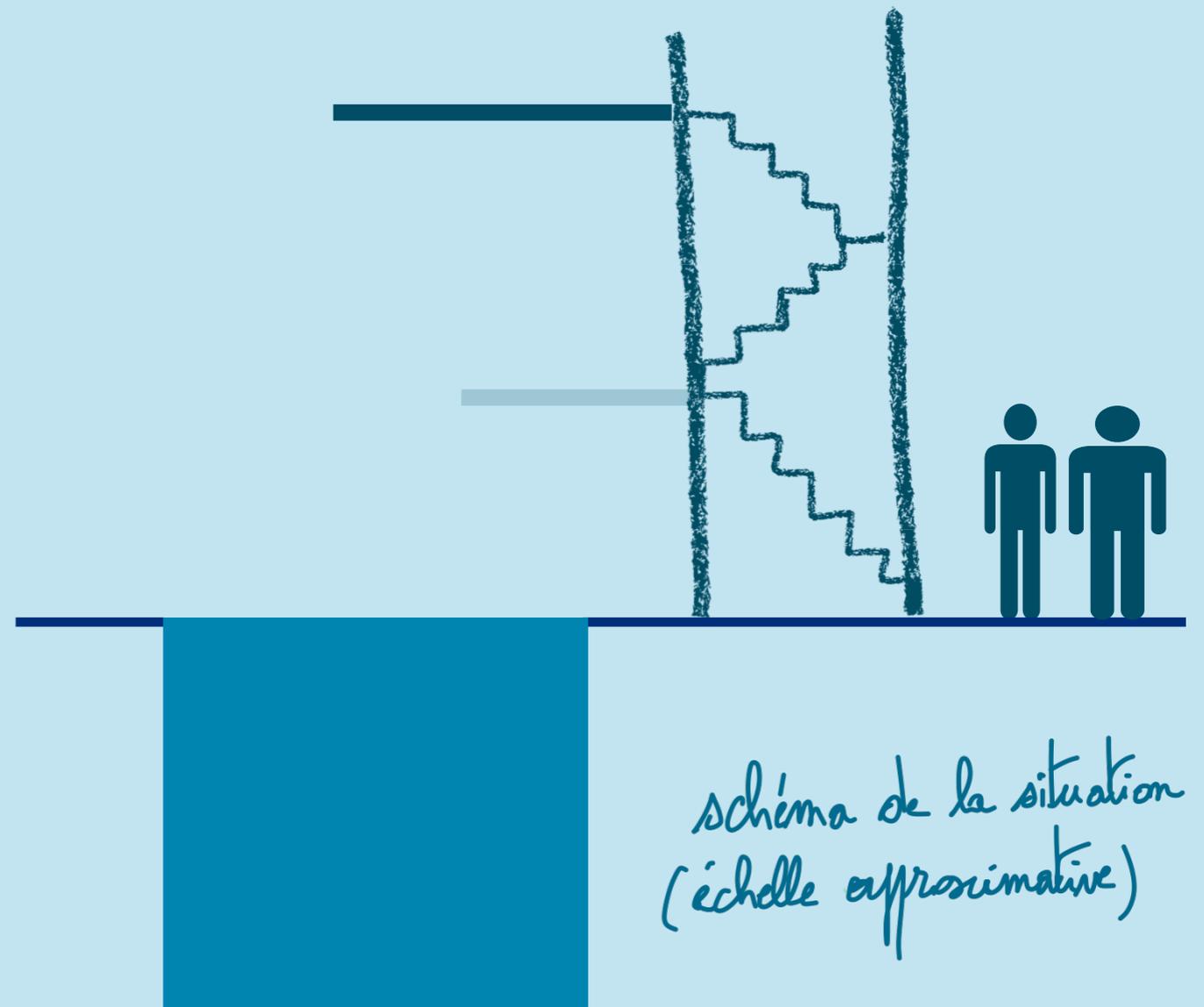
- pour mieux se représenter cette « expérience de pensée », on peut faire un schéma (ci-contre)
- on peut aussi accentuer les différences entre les situations (par exemple s'imaginer les plongeoirs à deux altitudes très différentes)
- l'analyse du mouvement par chronophotographie, surtout à partir d'une vidéo ralentie, peut permettre d'observer des choses que l'œil ne pourrait pas voir

Imaginons deux personnages, l'un plus lourd que l'autre, au pied d'un plongeur.

Les deux montent au plongeur de 5 m et plongent.

Décrire tout ce qui est sensible, observable, mesurable pour chacune des chutes des deux personnages.

Puis décrire ces deux chutes sous l'angle de l'énergie mécanique (énergie potentielle + énergie cinétique).





nos deux  
« personnages »

|       | personnage 1 | personnage 2 |
|-------|--------------|--------------|
| masse | 5,3 g        | 16,5 g       |

décrire la situation...

# L'OBSERVABLE

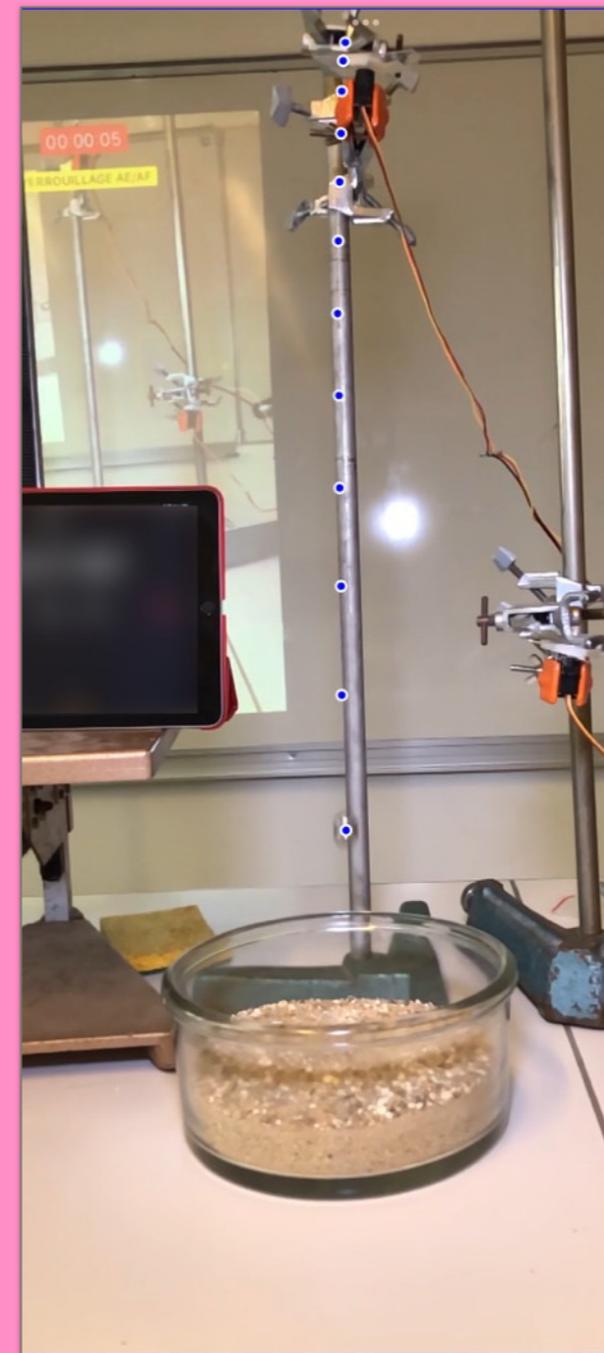
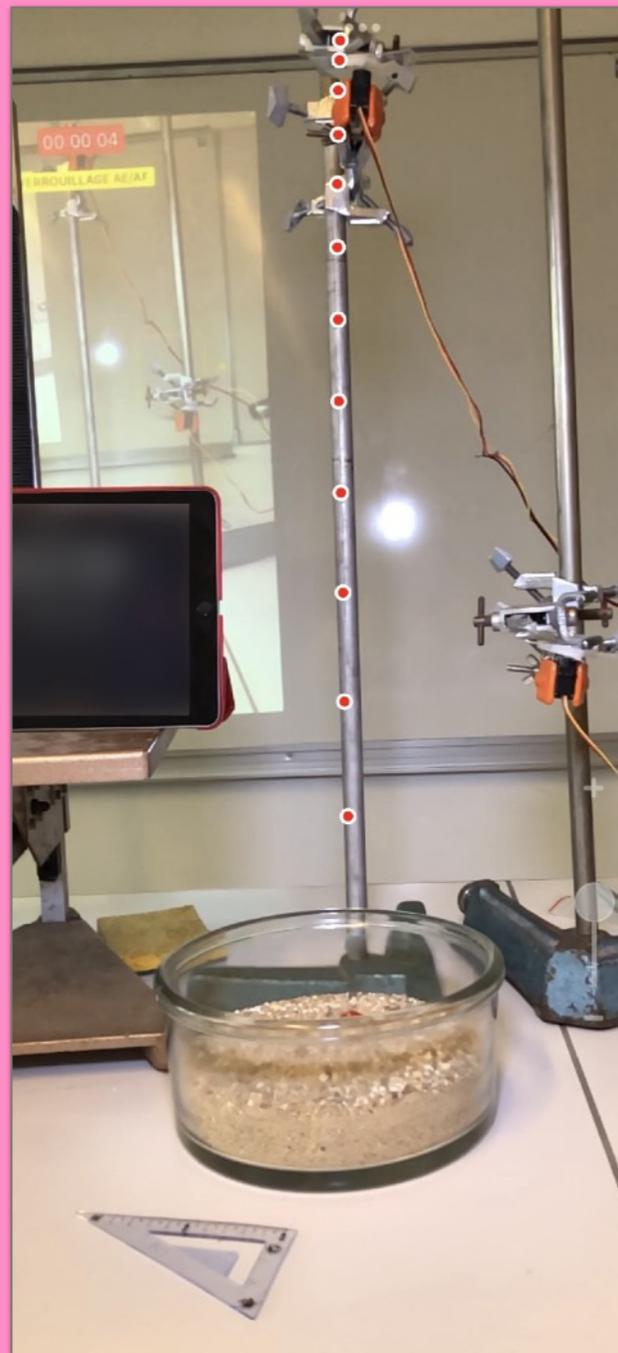
Les deux billes ont à peu près le même diamètre.

## La montée

Faire monter le personnage le plus lourd demande plus d'effort que de faire monter le personnage plus léger à la même altitude.

## La chute

Le cratère formé par la bille plus lourde est plus large et profond (voir page suivante). Les deux tombent à la même vitesse (les deux chronophotographies se superposent).



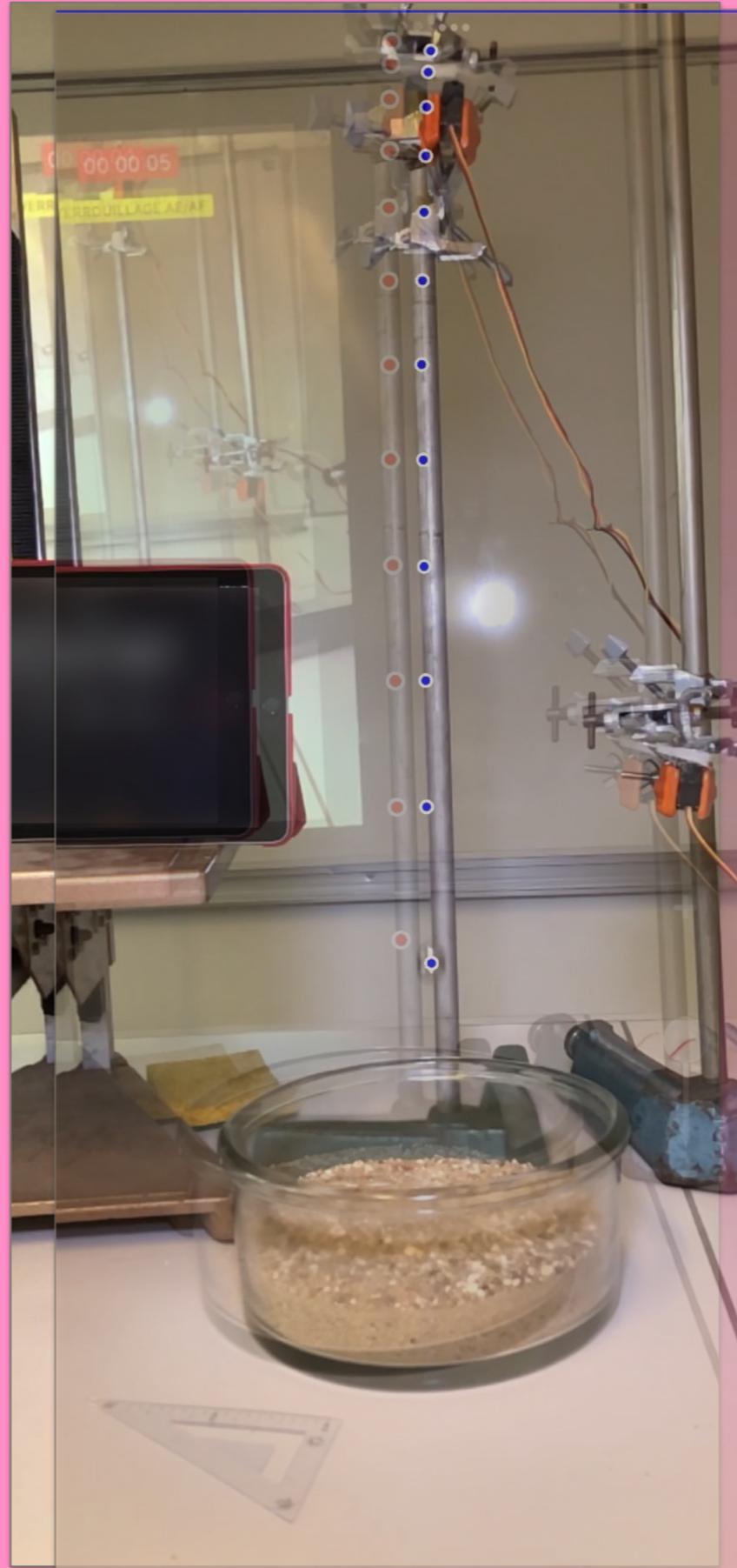
Impact dans « l'eau » (personnage « léger »)



Impact dans « l'eau » (personnage « lourd »)

## Les deux chronophotographies superposées.

La différence observable sur le dernier écart peut sans doute d'expliquer par une erreur de pointage, ou l'incertitude liée à la forme de chaque bille sur l'image (trace « étalée »).



décrire la situation...

# SOUS L'ANGLE DE L'ÉNERGIE

énergie potentielle,  
énergie cinétique

## 2 La montée

Comme la bille tombée de plus haut arrive avec une énergie cinétique plus grande, que celle-ci est issue de la conversion de l'énergie potentielle du départ, et que la seule différence entre les billes est leur masse, on a prouvé l'énergie potentielle augmente avec la masse.

Cela correspond à peu près à la dépense d'énergie (par le corps) nécessaire pour monter.

## 1 La chute

Comme le cratère à l'arrivée est plus grand pour la bille plus lourde, l'énergie cinétique à l'arrivée est plus grande pour la bille la plus lourde.

Or les deux billes arrivent à la même vitesse. ; la seule différence entre les billes est leur masse.

On a donc prouvé que, pour une vitesse donnée, l'énergie cinétique augmente avec la masse.

### Conclusion :

L'énergie potentielle d'un objet augmente avec sa masse.

L'énergie cinétique d'un objet augmente avec sa masse.