Physique-chimie
3è

Mouvement et interactions

Caractériser un mouvement et modéliser une action par une force

Une incroyable performance !

Analyse de la situation

➡ « On peut même dire, par exemple, que la valeur de sa vitesse est de 1100 km/h »

➡ Peut-être as-tu une idée qui pourrait expliquer cette remarque ?

Analyse de la situation

➡ « On peut même dire, par exemple, que la valeur de sa vitesse est de 1100 km/h »

Est-ce cette valeur correspond à la valeur de la vitesse de révolution de la Terre autour du Soleil ?

➡ Calculons la valeur de la vitesse de révolution de la Terre autour du Soleil.

$$v = \frac{d}{t}$$

v : vitesse moyenne (en km/h)

d : distance parcourue (en km)

t : durée pour parcourir cette distance (en h)

Analyse de la situation

➡ Calculons la valeur de la vitesse de révolution de la Terre autour du Soleil.

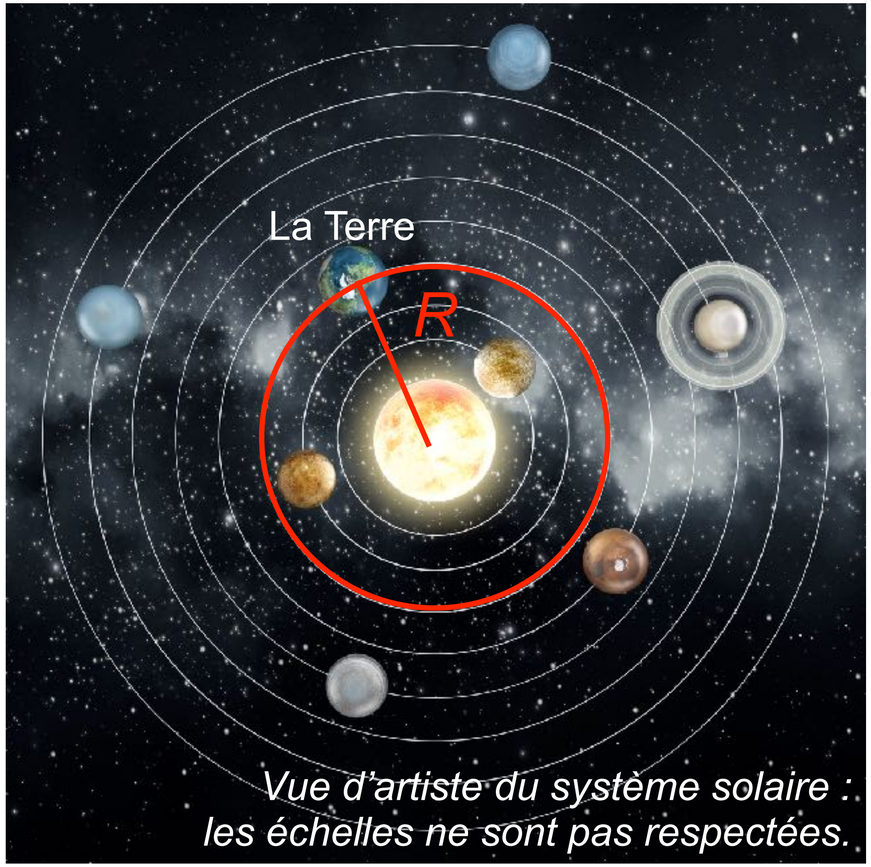
•Valeur de la durée *t* :

On sait que la Terre effectue sa révolution autour du Soleil en un an, donc *t* = 1 an ;

•Valeur de la distance parcourue *d* :

d = périmètre du cercle = 2π x *R*
avec *R* le rayon du cercle.

Or, on sait que la Terre est située à environ 150 millions de km du Soleil,
donc *R* = 150 000 000 km
et *d* = 2π x 150 000 000 km



Vue d'artiste du système solaire : les échelles ne sont pas respectées.

Analyse de la situation

➡ Calculons la valeur de la vitesse de révolution de la Terre autour du Soleil.

On sait que $v = \dfrac{d}{t}$

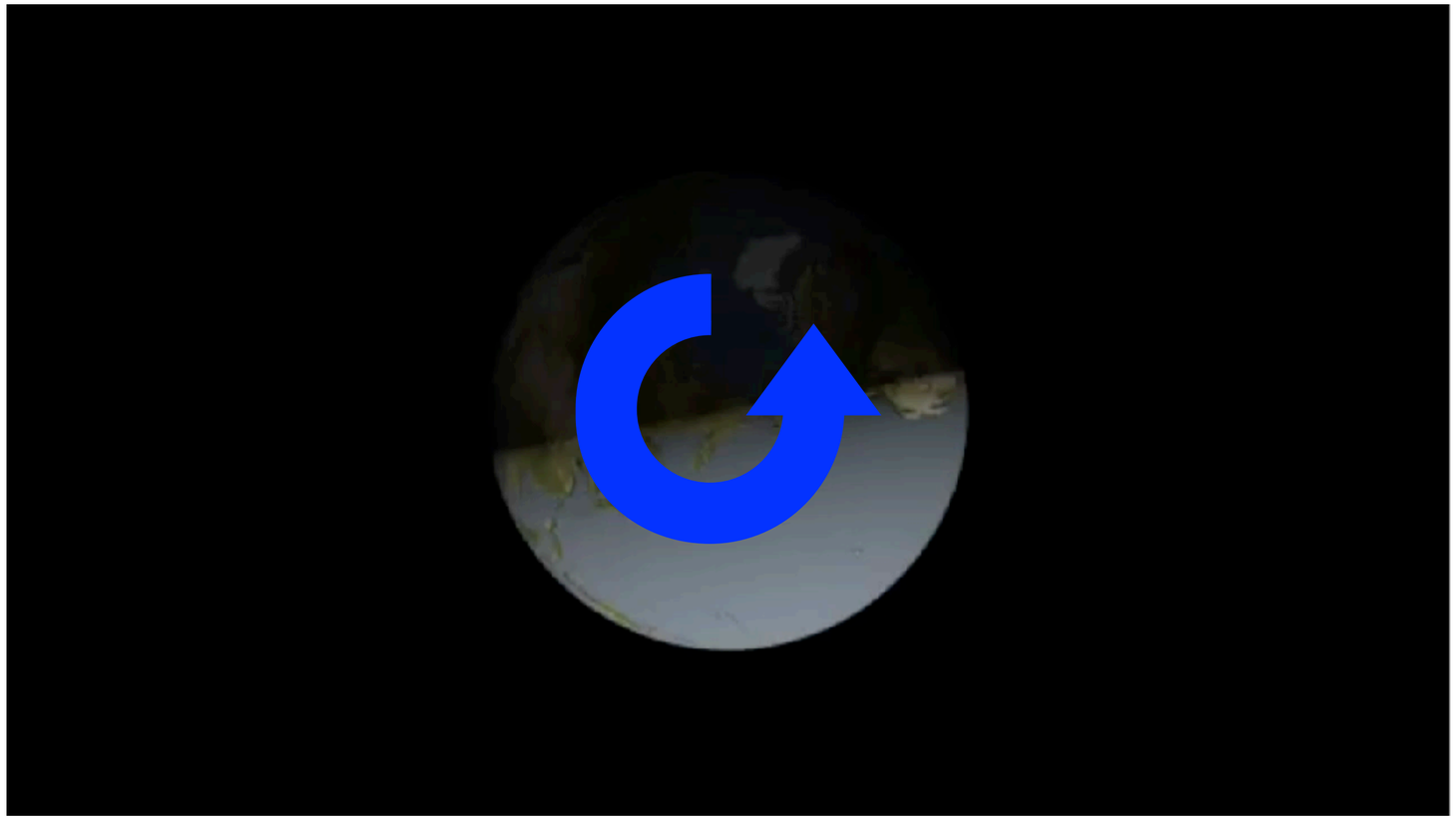
avec t = 1 an
d = 2π x R = 2π x 150 000 000 km

$$v = \frac{d}{t} = \frac{2\pi \times 150\ 000\ 000\ \text{km}}{1\ \text{an}} = \frac{2\pi \times 150\ 000\ 000\ \text{km}}{365{,}25\ \text{jours}}$$

$$v = \frac{2\pi \times 150\ 000\ 000\ \text{km}}{365{,}25 \times 1\ \text{jour}} = \frac{2\pi \times 150\ 000\ 000\ \text{km}}{365{,}25 \times 24\ \text{h}}$$

$$v = 107\ 515\ \text{km/h}$$

Analyse de la situation



1100 km/h, c’est en fait l’ordre de grandeur de la valeur de la vitesse d’un objet situé à la surface de la Terre, en Europe, liée à la rotation de la Terre autour de l’axe des pôles, comme on le voit sur cette animation.

Notre problématique

Comment décrire le mouvement d’un objet, ou son absence de mouvement ?

Formulons une hypothèse

➡ Dans ce cas précis, que pourrait-on faire pour décrire de manière plus rigoureuse l'absence de mouvement de cet artiste de rue ?

On pourrait dire qu'il est immobile sur la Terre…

… Mais que si je l'observais depuis le Soleil par exemple, je le verrais en mouvement.

Formulons une hypothèse

On pense qu’il faut décrire le mouvement d’un objet par rapport à un objet de référence car la description du mouvement d’un objet dépend de cette référence.

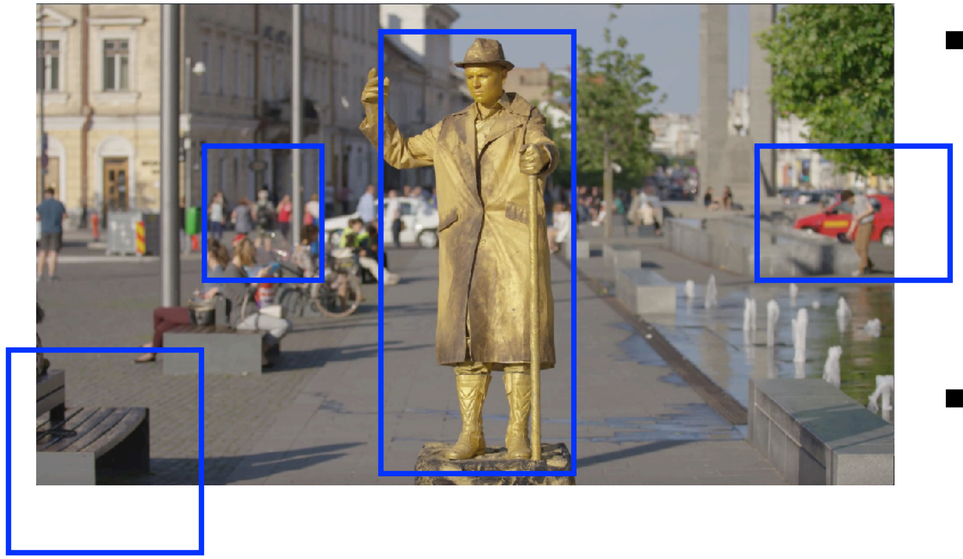
Résolution du problème

Analyse d’une scène

➡ Dans cette scène filmée par une caméra, l’artiste de rue effectue sa performance en ne bougeant pas son corps. Ce banc permet aux touristes de faire une pause au Soleil. Cet homme au sac à dos se promène dans la ville. Dans cette voiture rouge, il y a un conducteur et un passager, bien calés dans leur fauteuil grâce à leur ceinture de sécurité.

Résolution du problème

Analyse d’une scène

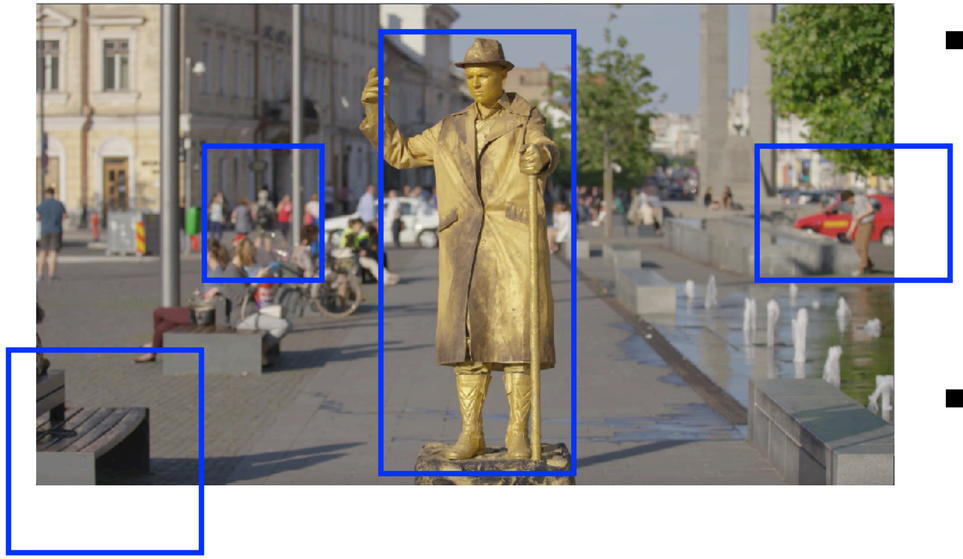


➡ On s’intéressera donc aux personnages ou objets suivants : *l’artiste de rue, l’homme au sac à dos, la voiture rouge, le conducteur de la voiture, le passager de la voiture, le banc, la caméra.*

➡ On va déterminer si ces personnages ou objets sont en mouvement ou non, en fonction d’un objet de référence que nous allons choisir.

Résolution du problème

Analyse d’une scène



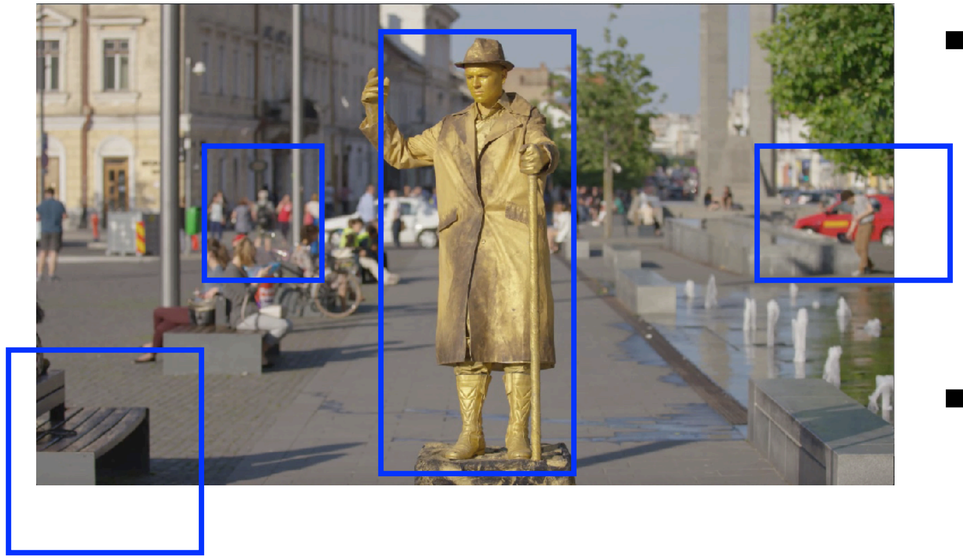
➡ On s’intéressera donc aux personnages ou objets suivants : *l’artiste de rue, l’homme au sac à dos, la voiture rouge, le conducteur de la voiture, le passager de la voiture, le banc, la caméra.*

➡ Par rapport à la caméra, choisie comme objet de référence, classons ensemble les personnages et objets de la liste précédente dans tableau ci-dessous.

Personnages ou objets en mouvement	Personnages ou objets immobiles
L’homme au sac à dos	L’artiste de rue
La voiture rouge	Le banc
Le conducteur de la voiture	La caméra
Le passager de la voiture	

Résolution du problème

Analyse d’une scène



➡ On s’intéressera donc aux personnages ou objets suivants : *l’artiste de rue, l’homme au sac à dos, la voiture rouge, le conducteur de la voiture, le passager de la voiture, le banc, la caméra.*

➡ Par rapport au conducteur de la voiture, choisi comme « objet » de référence, classons ensemble les personnages et objets de la liste précédente.

Personnages ou objets en mouvement	Personnages ou objets immobiles
L’artiste de rue	La voiture rouge
L’homme au sac à dos	Le conducteur de la voiture
Le banc	Le passager de la voiture
La caméra	

Résolution du problème

Analyse d’une scène

➡ Par rapport à la caméra :

Personnages ou objets en mouvement	Personnages ou objets immobiles
L’homme au sac à dos La voiture rouge Le conducteur de la voiture Le passager de la voiture	L’artiste de rue Le banc La caméra

➡ Par rapport au conducteur de la voiture :

Personnages ou objets en mouvement	Personnages ou objets immobiles
L’artiste de rue L’homme au sac à dos Le banc La caméra	La voiture rouge Le conducteur de la voiture Le passager de la voiture

➡ D’après les réponses précédentes, peut-on dire que l’artiste de rue est immobile ?

L’artiste est immobile par rapport à la caméra et en mouvement par rapport au conducteur de la voiture.

Résolution du problème

Analyse d’une scène

➡ Par rapport à la caméra :

Personnages ou objets en mouvement	Personnages ou objets immobiles
L’homme au sac à dos La voiture rouge Le conducteur de la voiture Le passager de la voiture	L’artiste de rue Le banc La caméra

➡ Par rapport au conducteur de la voiture :

Personnages ou objets en mouvement	Personnages ou objets immobiles
L’artiste de rue L’homme au sac à dos Le banc La caméra	La voiture rouge Le conducteur de la voiture Le passager de la voiture

➡ Peut-on dire que le passager de la voiture est en mouvement ?

Le passager de la voiture est en mouvement par rapport à la caméra mais il est immobile par rapport au conducteur de la voiture.

Conclusion

➡ Rappel de la problématique :

Comment décrire le mouvement d'un objet, ou son absence de mouvement ?

➡ Rappel de l'hypothèse :

On pense qu'il faut décrire le mouvement d'un objet par rapport à un objet de référence car la description du mouvement d'un objet dépend de cet objet de référence.

➡ Notre hypothèse est-elle validée ?

Comme nous avons pu le constater, la description du mouvement d'un objet dépend de l'objet de référence, c'est-à-dire du « référentiel » : il faut donc toujours décrire le mouvement d'un objet par rapport à un référentiel.

Ce qu’il faut retenir

- **Relativité du mouvement**

Le mouvement d’un objet (ou son absence de mouvement) se décrit toujours par rapport à une référence, appelée le « référentiel ».

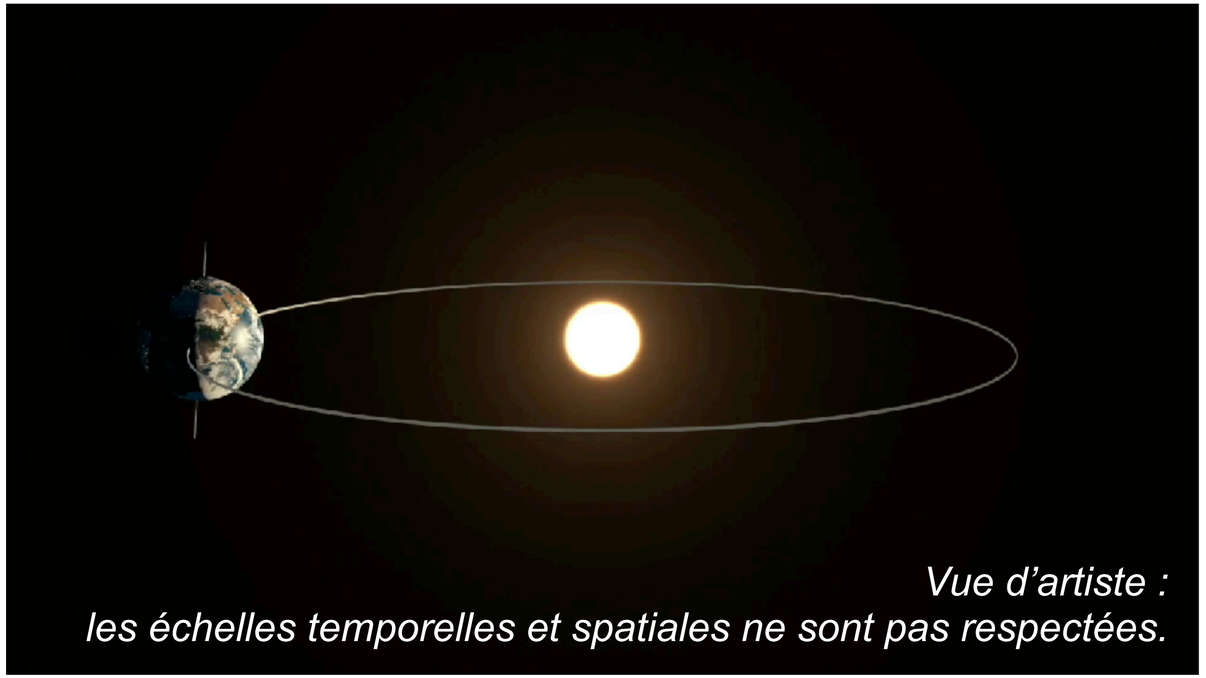
Le mouvement d’un objet est relatif : sa description dépend toujours du référentiel choisi.

Dans la vie courante, on décrit souvent le mouvement d’un objet par rapport au sol.

Remarque

Pour simplifier, on peut dire que :

- la vitesse de l’artiste de rue est de plus de 100 000 km/h par rapport au Soleil.
- la vitesse de l’artiste est de plus de 1000 km/h par rapport à un référentiel lié au centre de la Terre.
- la vitesse de l’artiste est de 0 km/h par rapport au sol.



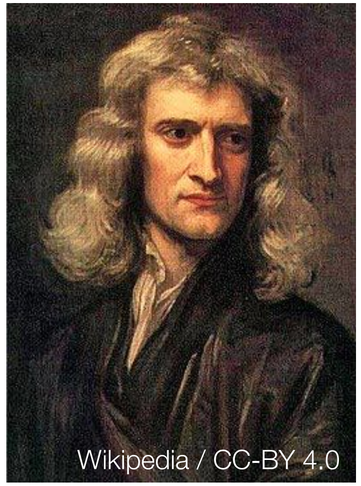
Vue d’artiste :
les échelles temporelles et spatiales ne sont pas respectées.

Une performance vraiment incroyable !

Le problème que l’on voudrait résoudre

Comment expliquer ce qui ressemble à de la lévitation ?

Formulons une hypothèse



Isaac Newton

Mathématicien, physicien, philosophe, astronome anglais

(1643-1727)

Loi de gravitation universelle (1687)

Il existe une interaction attractive entre deux objets quelconques qui ont une masse.

En particulier, sur Terre : la Terre exerce une action attractive sur tout objet proche d'elle.

Cette action est modélisée par une force, qu'on appelle force de pesanteur sur la Terre.

On peut calculer sa valeur en newton en utilisant la relation $P = m \times g$

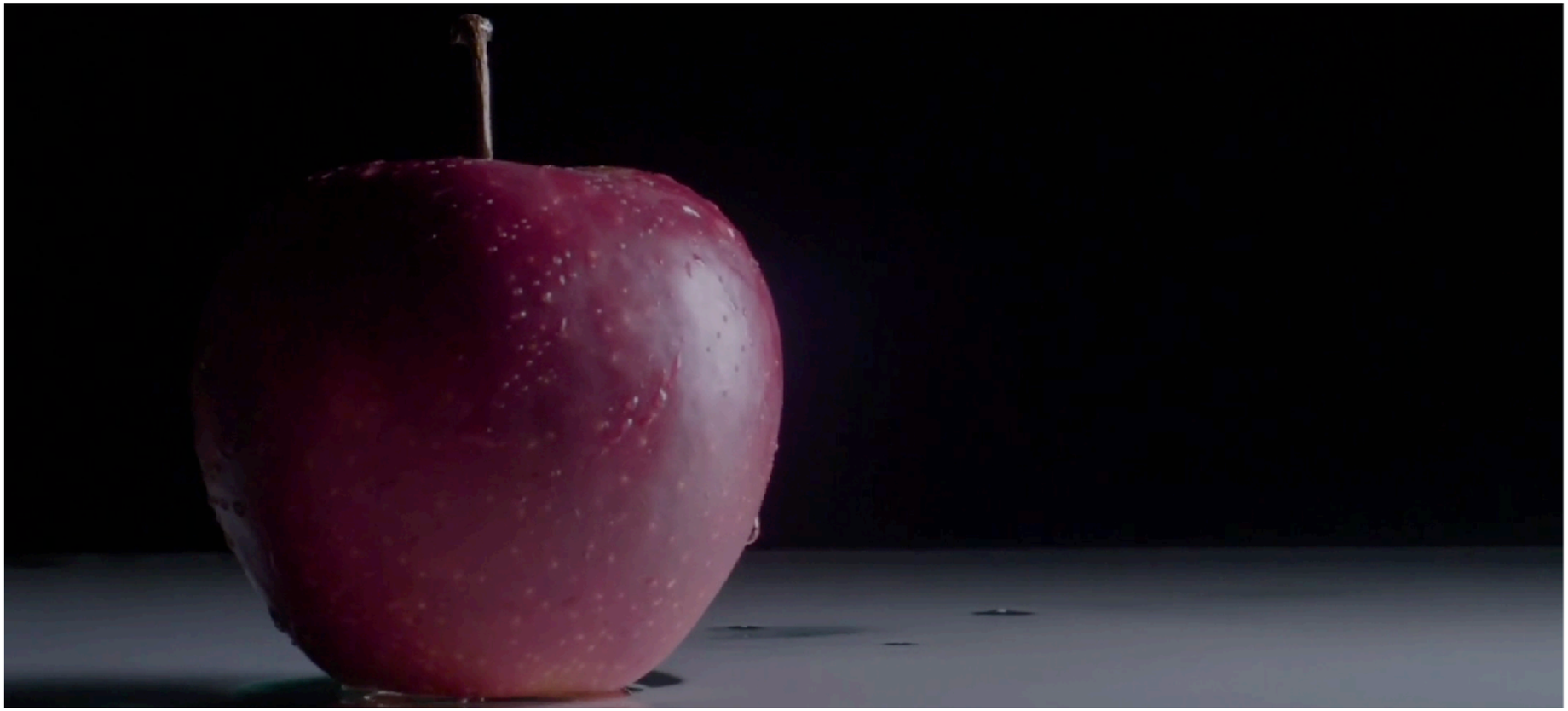
où P est ici la valeur de la force de pesanteur exercée sur la pomme,

m est la masse de la pomme en kilogramme,

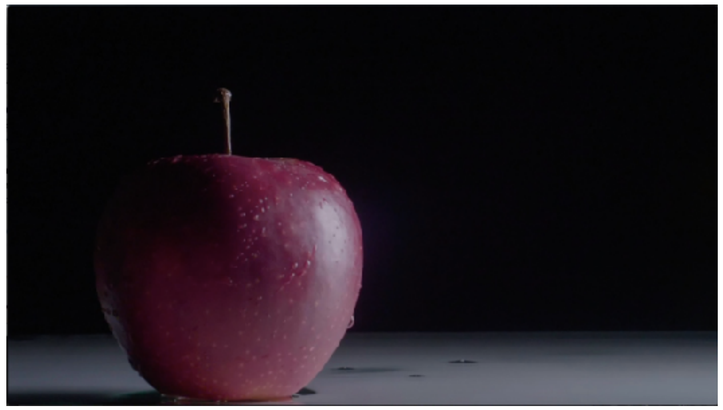
g est l'intensité de la pesanteur sur Terre, en newton par kilogramme.

Formulons une hypothèse

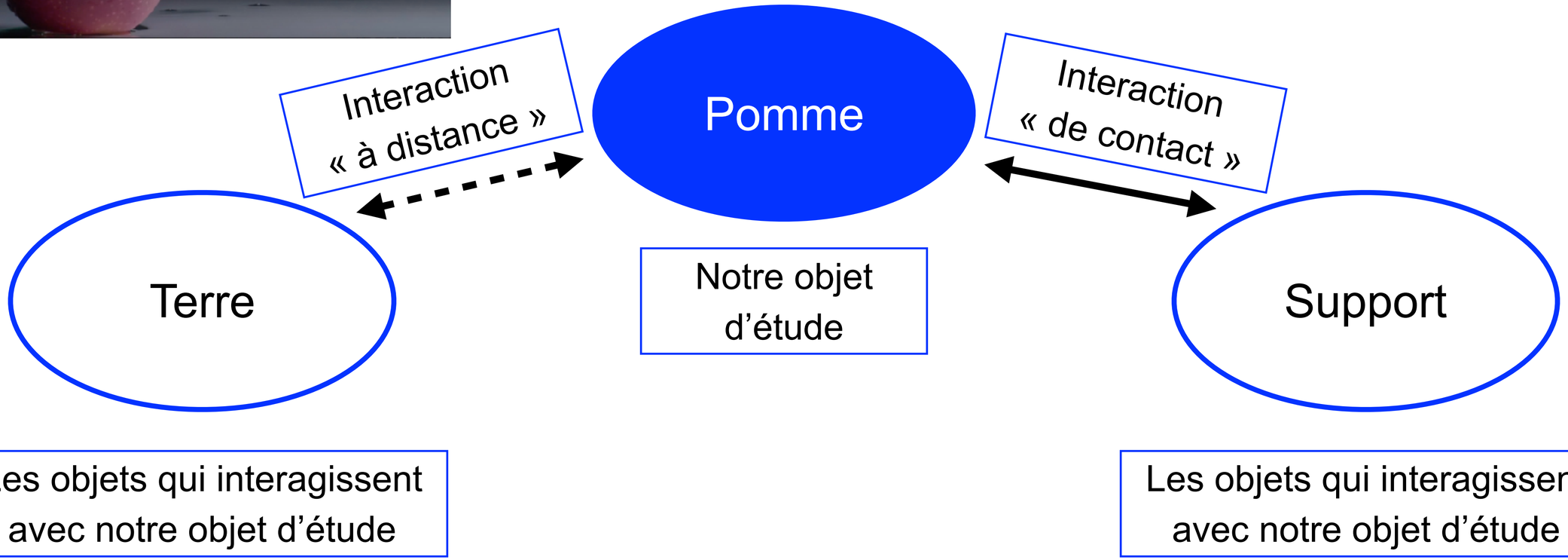
➡ Avant de revenir à notre artiste de rue, restons un peu sur l’exemple de la pomme.



Formulons une hypothèse



➡ Pour bien comprendre, réalisons le diagramme « objet-interaction »



Formulons une hypothèse

➡ On peut alors modéliser chacune des actions exercées sur notre objet d'étude, la pomme, par une force, que nous allons représenter par un segment fléché.

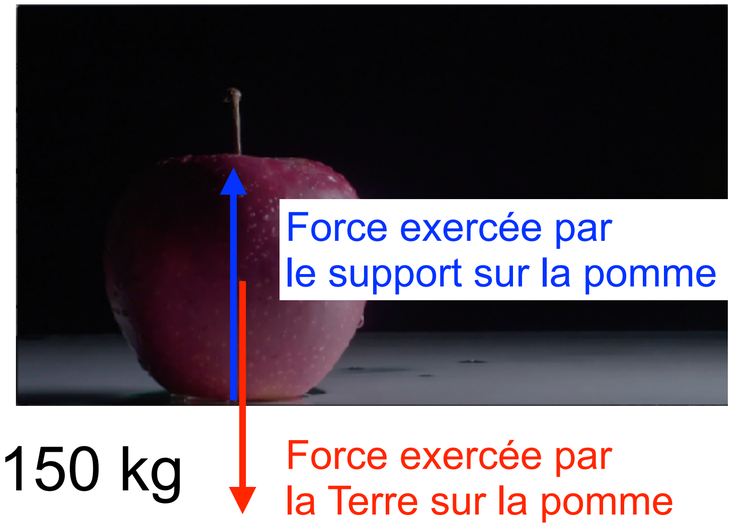
➡ Pour représenter la force exercée par la Terre sur la pomme, il faut connaître sa valeur :

On sait que $P_{pomme} = m_{pomme} \times g_{Terre}$

Or, $m_{pomme} = 150\ g = 150 \times 1\ g = 150 \times \frac{1}{1\ 000}\ kg = 0{,}150\ kg$

et $g_{Terre} = 10\ N/kg$

Donc $P_{pomme} = 0{,}150\ kg \times 10\ N/kg = 1{,}5\ N$

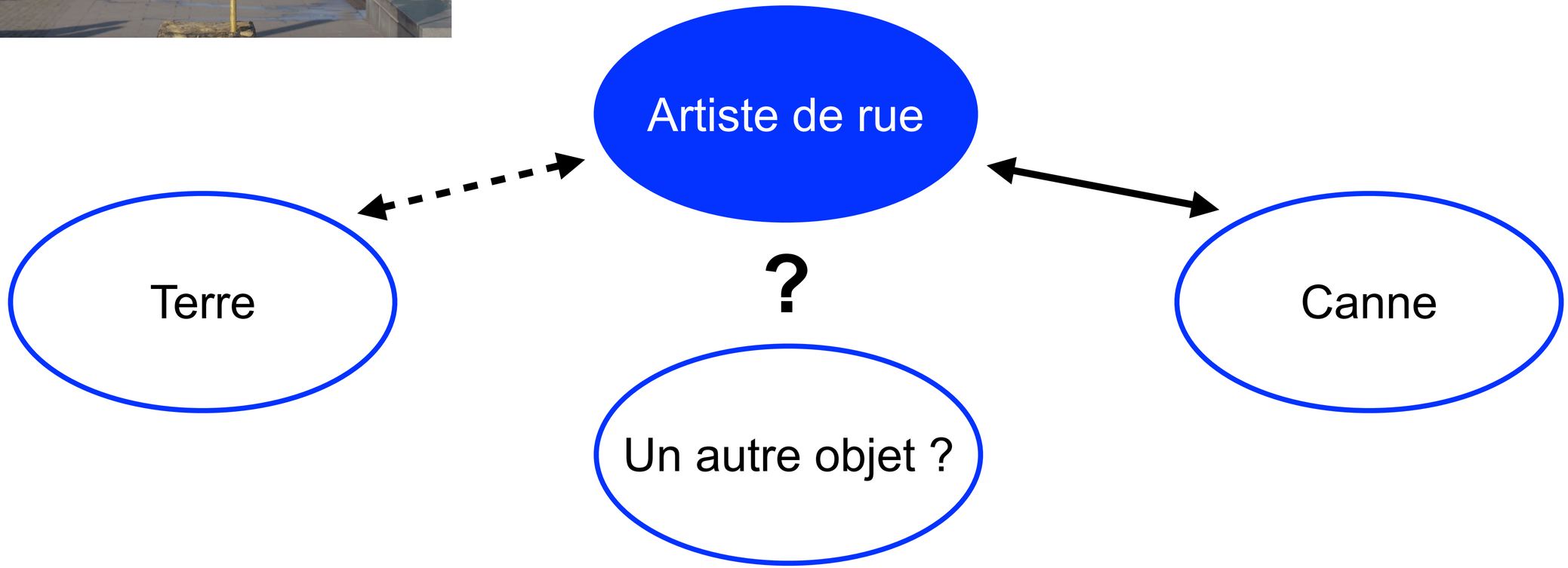


Echelle :

↓ représente 1 N.

Formulons une hypothèse

➡ Revenons à l'équilibre de notre artiste de rue et construisons le diagramme « objet-interaction ».



Formulons une hypothèse

➡ Hypothèse n°1 :

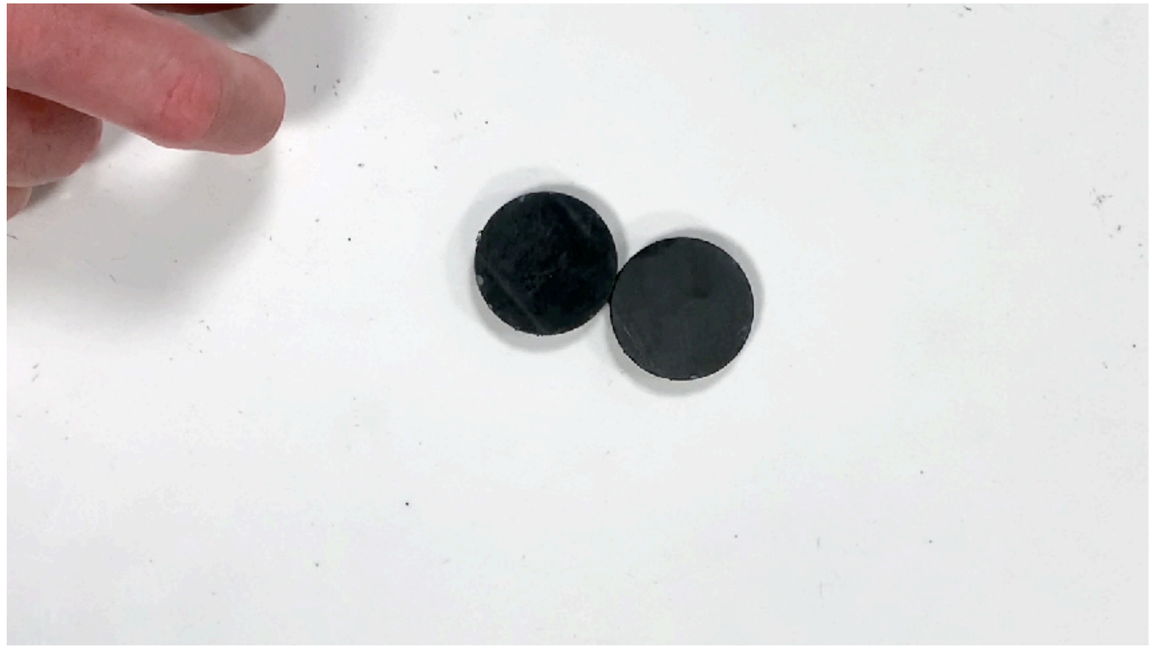
« Le secret, c'est leur socle. Dedans, il y a un grand aimant, et il y en a un autre sous leurs fesses. Comme ça, quand ils s'assoient, la force magnétique les empêche de tomber par terre »

Un touriste, à Toulouse, en Juillet 2015

➡ Selon ce touriste, il y aurait une action exercée sur l'artiste par des aimants placés sous ses fesses, ces aimants étant en interaction avec un autre aimant situé dans le socle.

Formulons une hypothèse

➡ Des interactions « à distance » entre les aimants

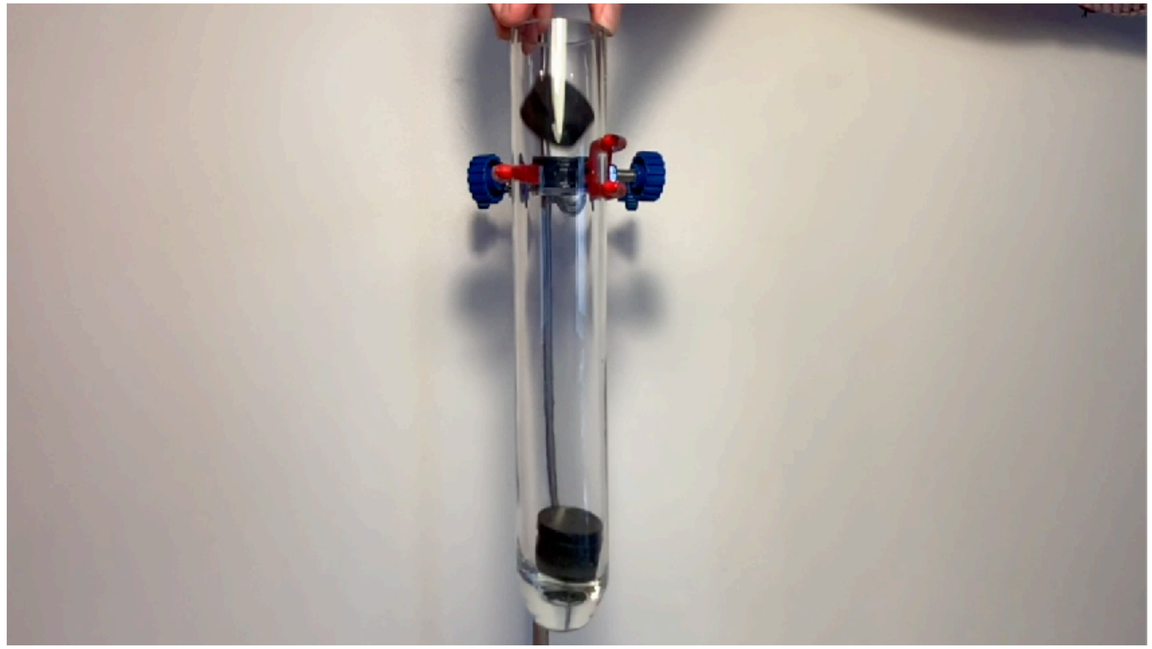


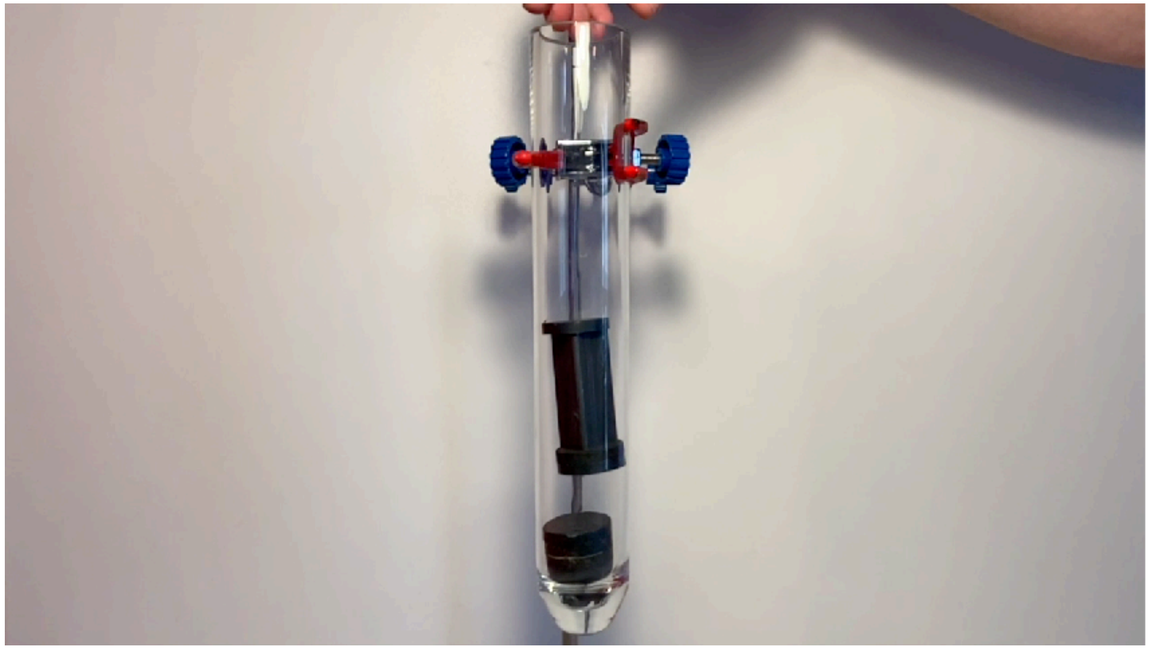
Les pôles différents sont face à face

Les pôles identiques sont face à face

Formulons une hypothèse

➡ Un dispositif qui ne procure pas beaucoup de stabilité…





Formulons une hypothèse

➡ Hypothèse n°2 :

On peut imaginer que la canne n’est pas qu’une simple canne, mais que, solidement reliée au socle, elle est un élément d’un dispositif plus complet, et qui comprend, caché dans les vêtements amples de l’artiste, un support articulé, relié à cette canne, support qui permet à l’artiste de tout simplement s’asseoir.

Formulons une hypothèse

➡ Exerçons notre esprit critique en appliquant le « principe de parcimonie » pour essayer d'imaginer laquelle de nos deux hypothèses est *a priori* la plus crédible.

Principe de parcimonie

Principe consistant à privilégier une hypothèse qui fait appel à des phénomènes connus, compris et expliqués, plutôt qu'une autre faisant appel à des phénomènes nouveaux ou inexpliqués. Si plusieurs hypothèses sont disponibles pour expliquer un phénomène, mieux vaut privilégier, dans un premier temps, celle(s) qui en rend(ent) compte de la façon la plus économique, simple ou parcimonieuse.

D'après « Esprit critique : outils et méthode pour le second degré » (Canopé Éditions, 2019)

Formulons une hypothèse

➡ Reprenons nos deux hypothèses :

Hypothèse 1

Il y aurait des aimants placés sous les fesses de l'artiste, ces aimants étant en interaction avec un autre aimant situé dans le socle.

à privilégier
a priori

Hypothèse 2

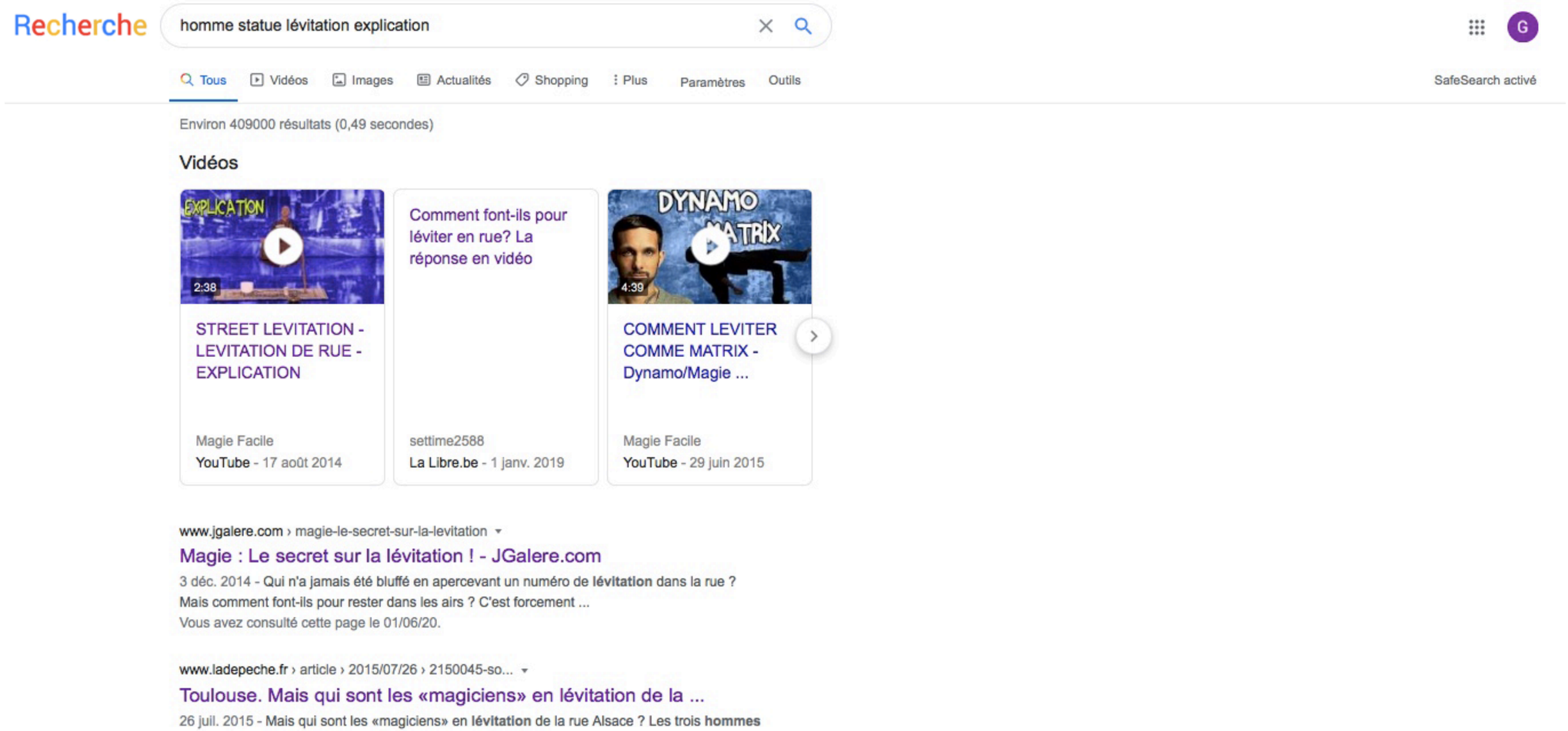
Il existerait un support relié à la canne (elle-même solidement ancrée dans le socle), support caché dans les vêtements amples de l'artiste, et qui lui permet de s'asseoir.

Résolution du problème

➡ Pour résoudre le problème, vérifier la validité de notre hypothèse et découvrir « comment expliquer ce qui ressemble à de la lévitation » :

Résolution du problème

➡ Pour résoudre le problème, vérifier la validité de notre hypothèse et découvrir « comment expliquer ce qui ressemble à de la lévitation » :



Ce qu’il faut retenir

•Modéliser une action par une force

On dit qu’il y a une interaction lorsque deux corps agissent réciproquement l’un sur l’autre.

Lorsqu’on a défini notre objet d’étude, on s’intéresse aux actions exercées sur cet objet d’étude.

On distingue :

-les actions de contact (les deux corps se touchent)

-les actions à distance (les deux corps ne se touchent pas).

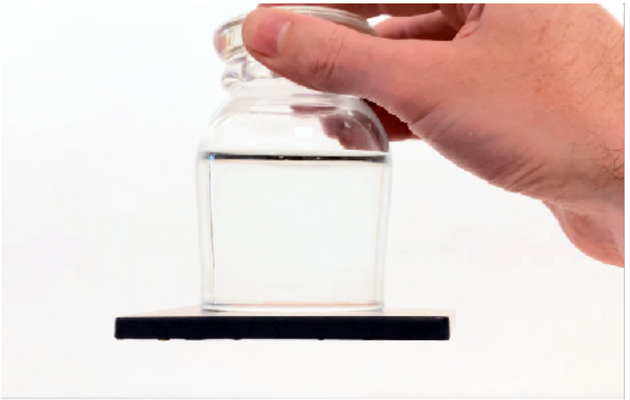
On modélise une action par une force, caractérisée par une direction, un sens, une valeur.

On représente une force avec un segment fléché.

As-tu bien compris ?

L’expérience du verre d’eau retourné sur une plaque

On réalise l’expérience du verre d’eau retourné sur une plaque.



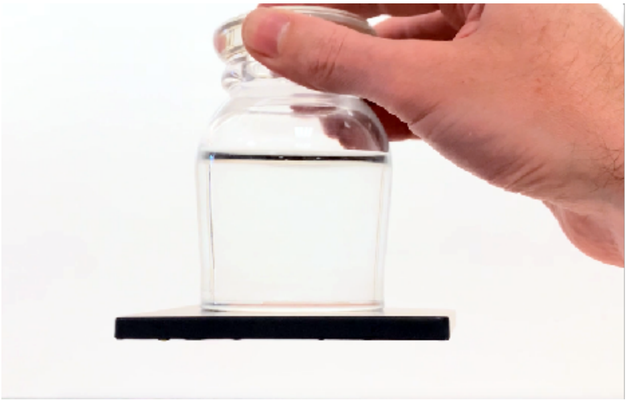
D’après toi, quelle problématique pourrait-on formuler ?

À toi !

As-tu bien compris ?

L’expérience du verre d’eau retourné sur une plaque

On réalise l’expérience du verre d’eau retourné sur une plaque.



D’après toi, quelle problématique pourrait-on formuler ?

On pourrait formuler la problématique suivante :
« comment expliquer que la plaque en métal ne tombe pas ? »

As-tu bien compris ?

Comment expliquer que la plaque en métal ne tombe pas ?

➡ Pour répondre à cette problématique et mieux analyser cette situation, on veut réaliser un diagramme « objet-interaction ».

➡ Il faut d'abord définir notre objet d'étude.

Quel est notre objet d'étude ?			
A	B	C	D
Notre objet d'étude est le verre.	Notre objet d'étude est l'eau.	Notre objet d'étude est la plaque en métal.	Notre objet d'étude est la Terre.

As-tu bien compris ?

Comment expliquer que la plaque en métal ne tombe pas ?

➡ Pour répondre à cette problématique et mieux analyser cette situation, on veut réaliser un diagramme « objet-interaction ».

➡ Il faut d'abord définir notre objet d'étude.

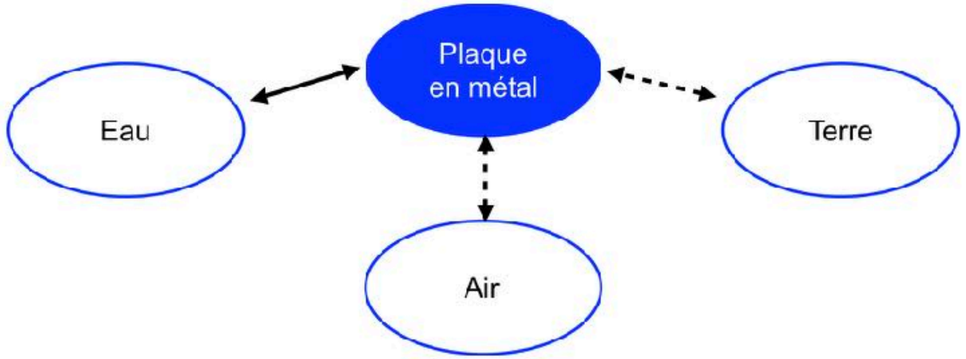
Quel est notre objet d'étude ?			
A Notre objet d'étude est le verre.	B Notre objet d'étude est l'eau.	C Notre objet d'étude est la plaque en métal.	D Notre objet d'étude est la Terre.

As-tu bien compris ?

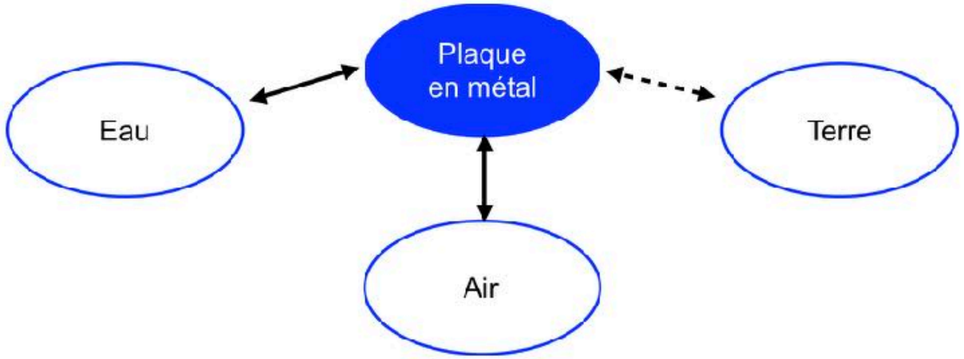
Comment expliquer que la plaque en métal ne tombe pas ?

Choisis parmi les diagrammes objet-interaction suivants celui qui te paraît le plus pertinent pour expliquer la situation d'équilibre de la plaque.

A

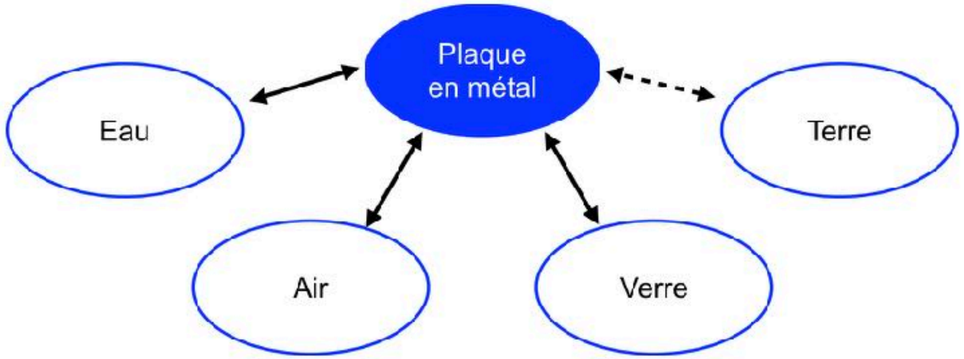


B



C

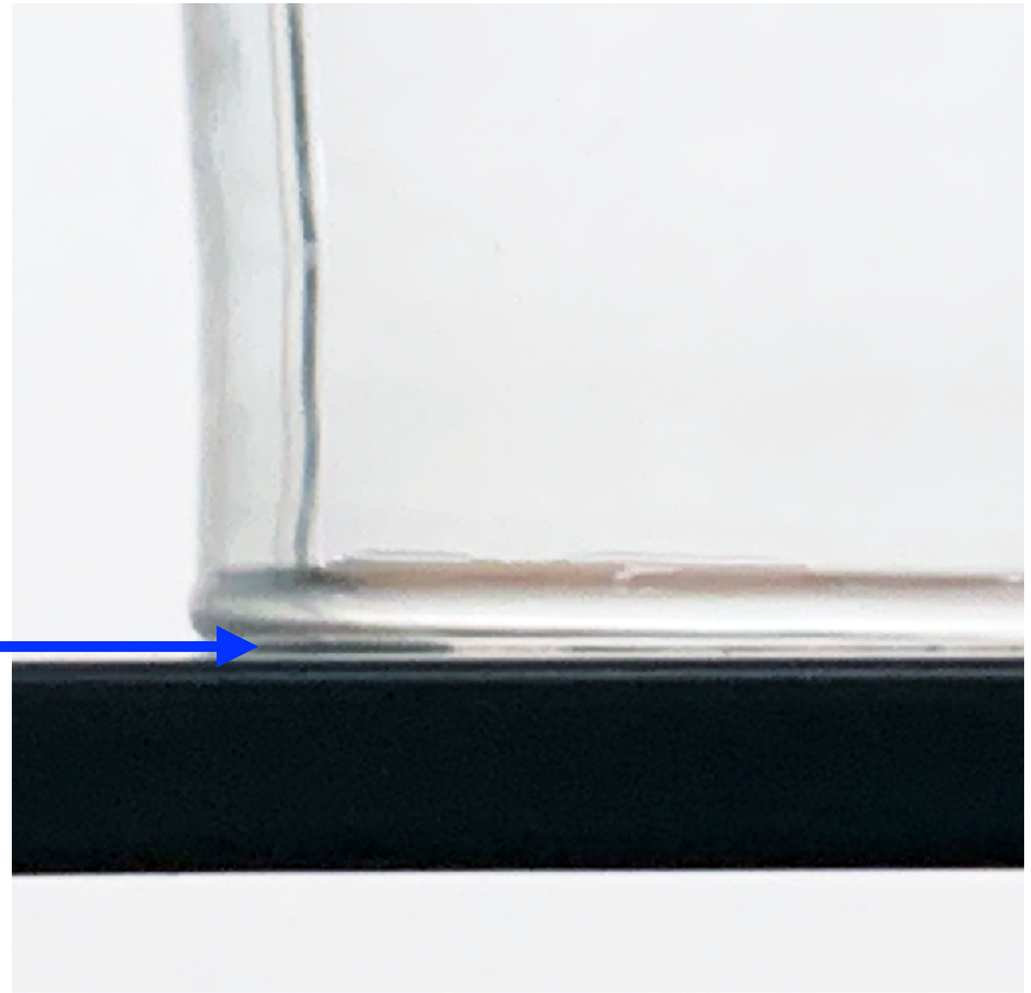
D



As-tu bien compris ?

Comment expliquer que la plaque en métal ne tombe pas ?

Fine couche d’eau



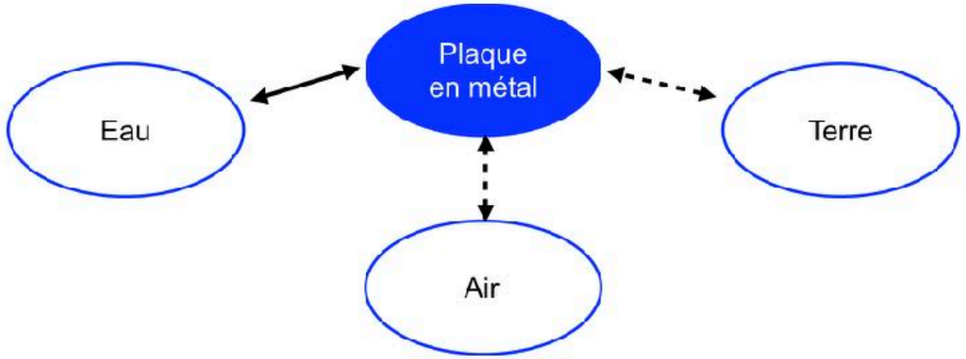
On constate que la plaque n'est pas collée au verre. Une petite interface d'eau entre le verre et la plaque est visible sur la photo.

As-tu bien compris ?

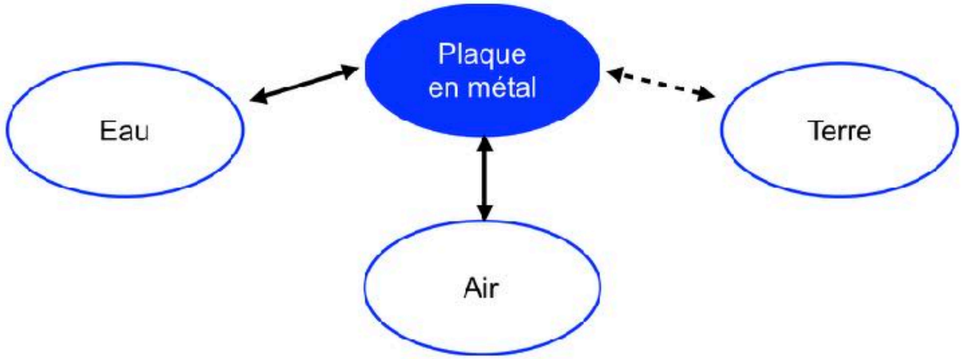
Comment expliquer que la plaque en métal ne tombe pas ?

Choisis parmi les diagrammes objet-interaction suivants celui qui te paraît le plus pertinent pour expliquer la situation d'équilibre de la plaque.

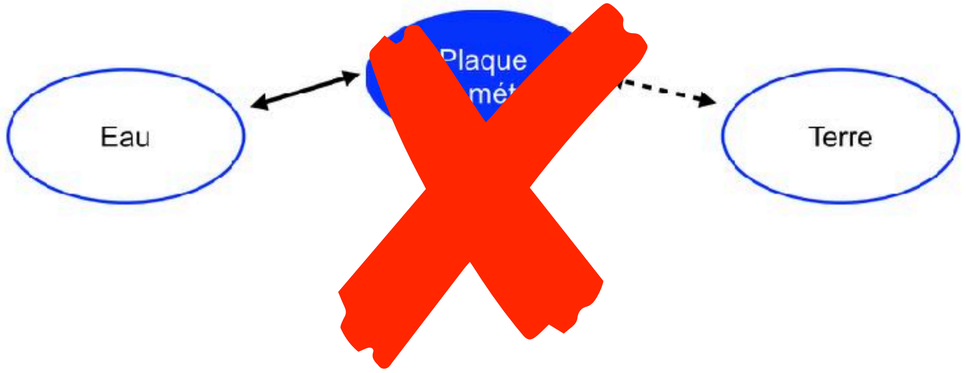
A



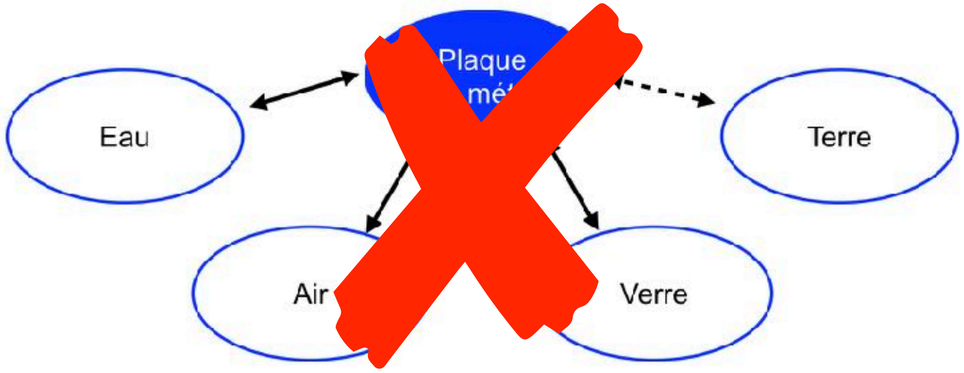
B



C



D



As-tu bien compris ?

Comment expliquer que la plaque en métal ne tombe pas ?

Notion de pression atmosphérique

La Terre est entourée d'une enveloppe gazeuse qu'on appelle « air ». L'air, c'est un mélange de gaz qui est formé essentiellement de diazote et de dioxygène.

Les molécules des gaz de l'air sont en agitation constante : elles sont animées de mouvements désordonnés qui les amènent à rentrer en collision entre elles, avec les parois d'un éventuel récipient, et, d'une manière générale, avec tout corps au contact de l'air. Ce sont ces collisions qui sont à l'origine de la pression exercée par l'air. Cette pression s'appelle la pression atmosphérique.

Cette pression est à l'origine de l'action exercée par l'air sur la plaque en métal.

As-tu bien compris ?

Comment expliquer que la plaque en métal ne tombe pas ?

D’après cette explication sur la pression atmosphérique, l’action exercée par l’air sur la plaque est-elle une action à distance ou une action de contact ?

A	B	C	D
L’action exercée par l’air sur la plaque est une action à distance. On représente l’interaction par un trait plein.	L’action exercée par l’air sur la plaque est une action à distance. On représente l’interaction par un trait en pointillés.	L’action exercée par l’air sur la plaque est une action de contact. On représente l’interaction par un trait plein.	L’action exercée par l’air sur la plaque est une action de contact. On représente l’interaction par un trait en pointillés.

As-tu bien compris ?

Comment expliquer que la plaque en métal ne tombe pas ?

D’après cette explication sur la pression atmosphérique, l’action exercée par l’air sur la plaque est-elle une action à distance ou une action de contact ?

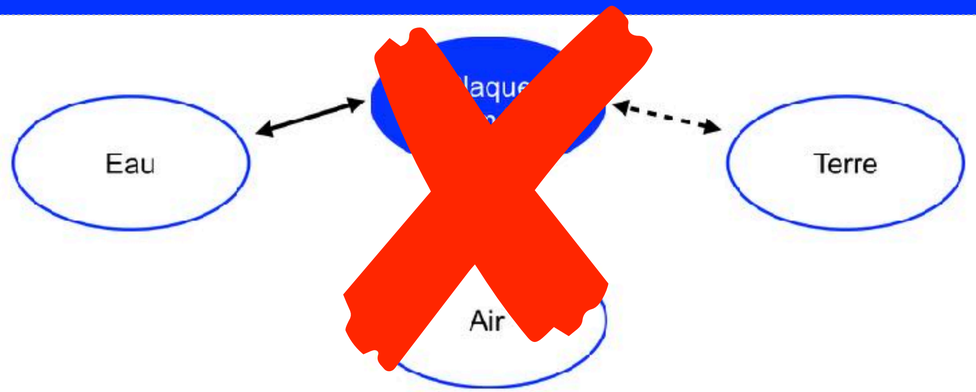
A	B	C	D
L’action exercée par l’air sur la plaque est une action à distance. On représente l’interaction par un trait plein.	L’action exercée par l’air sur la plaque est une action à distance. On représente l’interaction par un trait en pointillés.	L’action exercée par l’air sur la plaque est une action de contact. On représente l’interaction par un trait plein.	L’action exercée par l’air sur la plaque est une action de contact. On représente l’interaction par un trait en pointillés.

As-tu bien compris ?

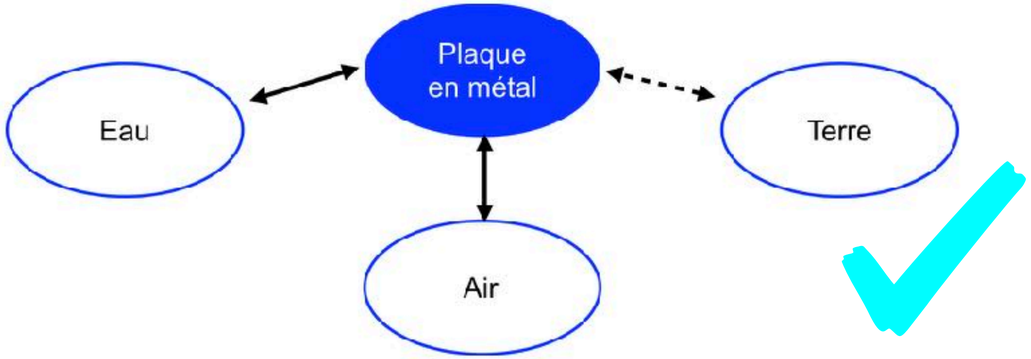
Comment expliquer que la plaque en métal ne tombe pas ?

Choisis parmi les diagrammes objet-interaction suivants celui qui te paraît le plus pertinent pour expliquer la situation d'équilibre de la plaque.

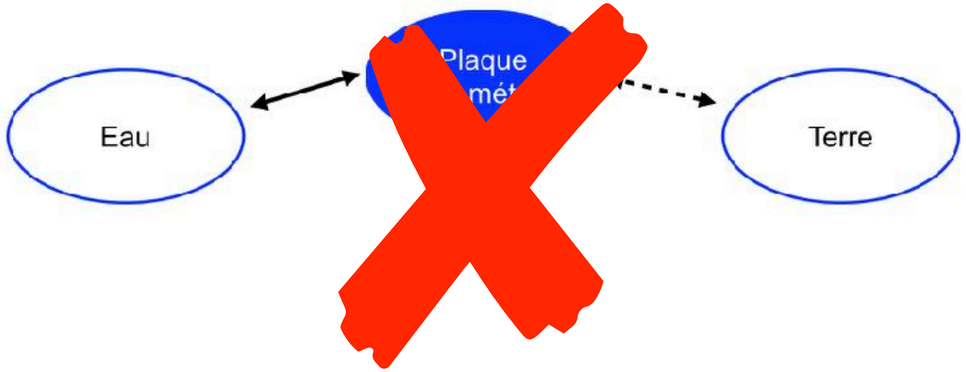
A



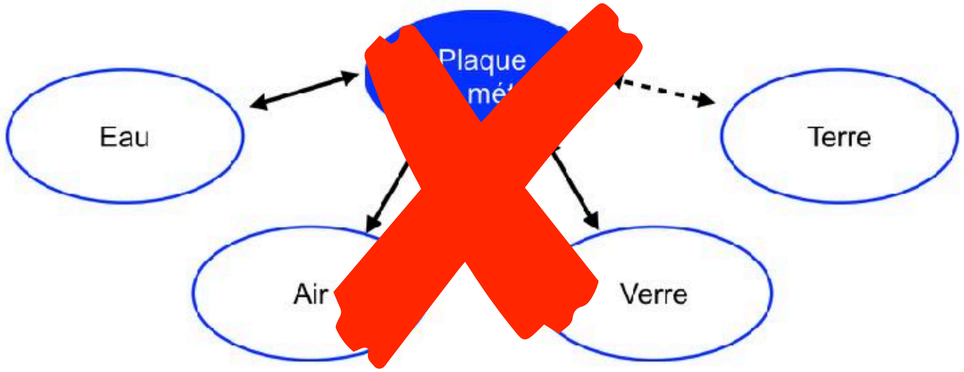
B



C



D



Merci !