

# Chapitre 2 : La gravitation Universelle

## Activité 1 : La gravitation dans l'Univers...

*La loi de la gravitation Universelle, une loi pour décrire comment les objets célestes s'attirent*

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p><b>SAVOIRS ET CAPACITÉS RETRAVAILLÉS :</b></p> <p><i>Poids</i> <i>Intensité de pesanteur</i> <i>Appliquer la relation <math>P = mg</math></i></p> <p><b>SAVOIRS TRAVAILLÉS</b></p> <p><b>VOCABULAIRE</b> à savoir utiliser correctement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- constante universelle de la gravitation « <math>G</math> »</li> <li>- variation de la force gravitationnelle avec la masse des objets et la distance entre les objets</li> </ul> <p><b>FORMULE</b> à connaître : aucune</p> <p><b>CAPACITÉS VISÉES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Utiliser l'expression de la valeur de la force gravitationnelle</li> <li><input type="checkbox"/> Analyser les variations de la force gravitationnelle en fonction de la masse des objets et de la distance entre les objets.</li> </ul>	<p><b>DURÉE :</b> 60 minutes</p> <p><b>RESSOURCES DISPONIBLES :</b></p> <p>La fiche d'activité + calculatrice</p> <p><b>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL / CONSEILS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une photocopie couleur peut aider : les grandeurs physiques données dans les tableaux ont un codage couleur qui permet de surligner avec les mêmes couleurs dans la relation mathématique.</li> <li>- Pour la partie calcul avec une calculatrice : les différents modèles de calculatrice doivent être présentés car les puissances de 10 ne se font pas de la même façon.</li> <li>- Cette activité a été testée en travail de groupe sur 1°) et 2°) et en individuel pour la fin.</li> </ul>

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

**ACTIONS DIDACTIQUES :**

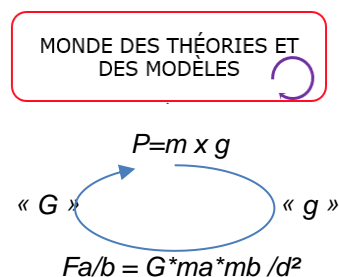
*Modéliser une situation.*

**LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :**

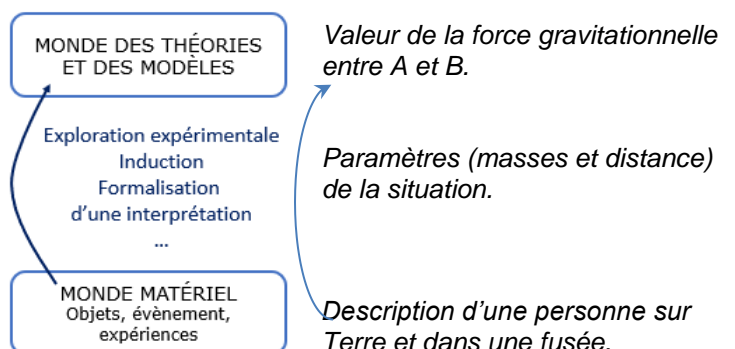
*Tableau à double entrée*

**MODÉLISATION :**

1°) ET 2°)



A PARTIR DU 3°)



**SAVOIR EN JEU**

Les savoirs en jeu sont de deux types :

- **la nouvelle signification de la constante  $g$  vue en 4<sup>e</sup>, signification induite par l'assimilation du poids d'un objet à la force gravitationnelle exercée par la Terre (pour le poids terrestre.** Il s'agit ici d'enrichir le concept de poids, par la confrontation de 2 modèles.

- **un savoir procédural avec l'utilisation d'une calculatrice** pour des opérations avec des puissances de 10 et un quotient.

**L'objectif principal** de l'activité reste de faire le lien entre la formule connue pour le poids et un modèle plus général, qui donnera par conséquent une signification à la constante  $g$ . Cette démarche permet par exemple d'expliquer que  $g$  peut dépendre de l'astre sur lequel on calcule le poids mais plus précisément encore du rayon de cet astre et de sa masse. Cette démarche est complexe : c'est la raison pour laquelle elle est fortement guidée par des consignes successives.

Le fait d'utiliser ici deux expressions différentes (l'une déjà connue, l'autre plus complexe donnée au début de cette activité) peut être source de difficulté. En outre, ces deux relations font apparaître chacune la lettre  $g$ , dans un cas en minuscule, dans l'autre en majuscule. **La différenciation entre «  $g$  » et «  $G$  » est ainsi un objectif secondaire.** Elle permet d'insister sur la révolution opérée par Newton avec cette relation UNIVERSELLE. Le terme « universelle » sera explicité dans sa signification actuelle (dans tout l'Univers) et en même temps dans le contexte historique de Newton (cette loi s'applique sur Terre et dans l'espace, il n'y a pas de distinction entre ces lieux, c'est en soi une révolution). Cet aparté historique est développé par l'enseignant à l'oral pour appuyer la connaissance travaillée (se référer aux travaux notamment de V. Marron et P. Colin<sup>1</sup>). Selon le niveau de la classe, on peut insister sur le fait qu'on utilise 2 modèles en utilisant les 2 relations mais que l'un des modèles a un domaine de validité plus vaste que l'autre, sans le contredire pour autant : il décrit davantage de situations.

La démonstration de la valeur de «  $g$  » sur Terre est un moyen d'ouvrir l'activité sur une tâche complexe mais cela ne sera pas exigible en évaluation. L'identification des paramètres : « **masses des objets** » et « **distance entre les objets** » **comme des grandeurs physiques influençant la force gravitationnelle est un savoir important** qui conclut cette activité.

Au sujet de l'utilisation de la calculatrice, il est souhaitable d'avoir échangé avec les professeurs de mathématiques pour connaître le travail déjà opéré avec cet outil mais aussi avec les puissances de 10. Une mise en commun des progressions facilite la tâche. Toutefois, **utiliser une calculatrice reste laborieux pour certains élèves.** C'est pour cela qu'il a été fait le choix de s'entraîner sur seulement deux calculs : le premier avec le professeur et le deuxième avec le résultat déjà annoncé pour faciliter l'autonomie et la différenciation des approches selon les élèves. Les plus autonomes pouvant continuer l'activité, une fois le résultat retrouvé.

Notons qu'assimiler le poids d'un objet à la force gravitationnelle exercée par la Terre est une approximation qui néglige la rotation de la Terre sur elle-même (on néglige la force d'inertie d'entraînement) : sur Terre, cette contribution de la rotation de la Terre est au maximum de 0,3% du champ de pesanteur (accélération en  $r\omega^2$ ,  $r$  tendant vers 0 à l'approche des pôles et étant maximum à l'équateur).

En outre le professeur gardera à l'esprit que la valeur de  $g$  à la surface de la Terre est une moyenne.  $g$  dépend en effet de la distance au centre de la Terre et donc, du fait de l'aplatissement de la Terre, de la latitude (9,83 aux pôles, 9,78 à l'équateur).

**COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES**

La première partie de l'activité est complexe pour les élèves. La différence entre «  $g$  » et «  $G$  » est trouvée par les élèves les plus perspicaces. Mais avec la correction, elle fait sens chez beaucoup qui se souviennent des recherches en 4<sup>ème</sup> sur les différentes planètes du système solaire et leurs intensités de pesanteur.

<sup>1</sup> Valentin Maron et Philippe Colin, « Une reconstruction de la théorie de la gravitation newtonienne : proposition d'une approche d'enseignement inspirée de l'histoire des idées », *RDST* [En ligne], 16 | 2017, mis en ligne le 01 janvier 2019, consulté le 20 avril 2021. URL : <http://journals.openedition.org/rdst/1594> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rdst.1594>

Pour la démonstration, la lecture des consignes empêche certains élèves d'entrer dans la tâche car le vocabulaire n'est pas compris. Il faut venir en soutien de ces groupes. La dernière question qui demande la mise en calcul nécessite du temps à la correction car l'enseignant doit montrer comment faire tout en expliquant pour chaque modèle de calculatrice. Elle est indispensable pour que tous les élèves soient autonomes pour la suite du travail.

La fin de l'activité est faite plus volontiers par les élèves. Nombreux sont ceux qui trouvent « l'astuce » pour le premier tableau de multiplier par « 2 » la valeur de la force. Par contre l'explication orale est difficile, très peu font référence à la « proportionnalité ». Le dernier calcul amène des questions sur « d<sup>2</sup> » et le sens mathématique de la puissance de deux. Ce dernier calcul est important, nous ferons référence à la valeur trouvée pour la force gravitationnelle exercée par la Terre sur un cosmonaute à des milliers de kilomètres du sol quand nous étudierons l'impesanteur.

**CORRIGÉ**

**Utilisation des connaissances :**

1) D'après les connaissances acquises, quelle différence y a-t-il entre « **G** » dans la formule  $F_{B/A} = \frac{G \times m_A \times m_B}{d_{AB}^2}$  et « **g** » dans la formule  $P = m \times g$  ?

**« G » est une constante universelle qui a toujours la même valeur quel que soit le lieu alors que « g » dépend de la situation (du lieu, de la planète sur laquelle on se trouve...).**

2) a- La définition du poids d'un objet apprise en 4<sup>ème</sup> a été recopiée ci-dessous. Traduis cette phrase avec une formule en utilisant et en adaptant l'expression de  $F_{a/b}$  donnée ci-dessus.

« Le poids de l'objet sur Terre correspond à la force gravitationnelle exercée par la Terre sur l'objet »

$$P_{\text{objet}} = F_{\text{Terre/objet}} = \frac{G \times m_{\text{objet}} \times m_{\text{Terre}}}{R_{\text{Terre}}^2}$$

b- On choisit un objet sur Terre de masse  $m_{\text{objet}} = 10\text{kg}$ . Calcule alors le poids de cet objet en utilisant les valeurs numériques suivantes :  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ uS.I.}$ ,  $M_{\text{terre}} = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$  et  $R_{\text{terre}} = 6\,371\,000\text{m}$ .

$$P_{\text{objet}} = \frac{6,67 \times 10^{-11} \text{ uS.I.} \times 10\text{kg} \times 6 \times 10^{24} \text{ kg}}{(6\,371\,000\text{m})^2} = 98,6 \text{ N}$$

c- En exprimant  $P_{\text{objet}}$  par  $m_{\text{objet}} \times g$ , effectue les calculs nécessaires pour vérifier qu'on retrouve *approximativement* la valeur connue à la surface de la Terre «  $g = 9,81 \text{ N/kg}$  ».

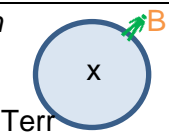
$$10\text{kg} \times g_{\text{Terre}} = P_{\text{objet}}$$

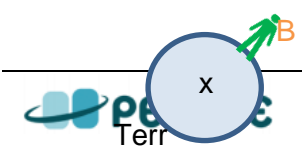
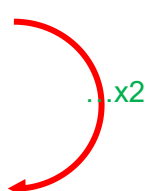
**Donc  $g_{\text{Terre}} = \dots\dots\dots 9,86 \text{ N/kg}$  ce qui est proche de la valeur connue de 9,81**

Dans les tableaux ci-dessous, l'objectif est de comparer différentes situations pour lesquelles il y a une interaction gravitationnelle.

3) Pour la situation 1 ci-dessous, vérifie en utilisant ta calculatrice que la force d'interaction gravitationnelle  $F_{A/B}$  est égale à 394N.

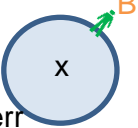

4) Défi : en faisant une seule opération (c'est-à-dire sans refaire tout le calcul précédent), trouve la valeur de la force d'interaction gravitationnelle dans la situation 2 et prépare une justification à l'oral.

Dessin de la situation	$m_A$ en kg	$m_B$ en kg	$d_{AB}$	$F_{A/B}$ en N
Situation n°1 	La Terre : $6 \times 10^{24} \text{ kg}$	Une personne : 40 kg	Rayon terrestre = 6 371 000 m	394 N (à vérifier)



Situation n°2	La Terre : $6 \times 10^{24}$ kg	Une personne : 80 kg	Rayon terrestre = 6 371 000 m	...788N...
---------------	----------------------------------	----------------------	-------------------------------	------------

5) Défis : en faisant une seule opération, trouve la valeur de la force d'interaction gravitationnelle dans la situation 3.

Dessin de la situation	$m_A$ en kg	$m_B$ en kg	$d_{AB}$	$F_{A/B}$ en N
Situation N°1 	La Terre : $6 \times 10^{24}$ kg	Une personne : 40 kg	Rayon terrestre = 6 371 000 m	394 N
Situation n°3  B est dans une fusée en direction de la Lune	La Terre : $6 \times 10^{24}$ kg	Une personne : 40 kg (dans une fusée vers la Lune)	Distance entre la fusée et le centre de la Terre : 12 742 000 m	98,5 N

↪ /4...

**Bilan :**

- L'interaction gravitationnelle est d'autant plus importante que la masse des objets est **grande**...
- L'interaction gravitationnelle est d'autant plus petite que la distance entre les objets est **petite**.....
- Même à plusieurs milliers de kilomètre de la Terre, l'interaction gravitationnelle n'est pas **nulle**

## Activité 2 : Une chute particulière

### Caractérisation de la chute libre

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p><b>SAVOIRS ET CAPACITÉS RETRAVAILLÉS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- décrire un mouvement en fonction de l'observateur (référentiel)</li> <li>- modéliser les interactions avec l'objet étudié grâce à un DOI</li> </ul> <p><b>SAVOIRS TRAVAILLÉS</b></p> <p><b>VOCABULAIRE</b> à savoir utiliser correctement : - chute libre</p> <p><b>FORMULE</b> à connaître : aucune</p> <p><b>CAPACITÉS VISÉES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Modéliser l'impesanteur d'un objet comme une chute libre de cet objet</li> <li><input type="checkbox"/> Identifier un objet en impesanteur</li> </ul>	<p><b>DURÉE :</b> 45 MINUTES</p> <p><b>RESSOURCES DISPONIBLES :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La fiche d'activité par élève + image de la souris jambes pliées (voir documents annexes)</li> <li>- Par groupe : une feuille avec les diapositives 15 et 16 à compléter par les élèves (voir documents annexes)</li> <li>- connexion internet pour la vidéo de la NASA</li> <li>- télécharger la vidéo « une souris en chute libre »</li> </ul> <p><b>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL / CONSEILS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la vidéo du départ étant en anglais, un travail préalable est possible avec le professeur d'anglais. Sinon donner un petit lexique sur certains mots clés.</li> </ul>

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

**ACTIONS DIDACTIQUES :**

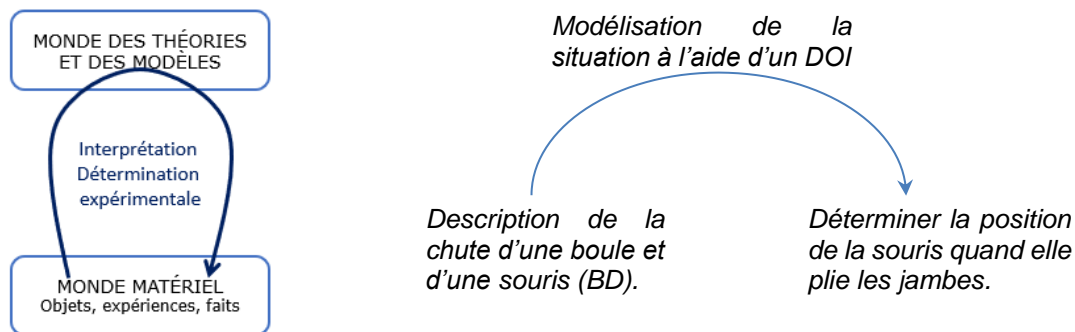
Modéliser une situation « imaginée » (expérience de pensée)

**LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :**

## Tableau à double entrée

Perceptions visuelles → description avec des mots → Représentation graphique type dessin et représentation graphique type schéma : DOI et forces

## MODÉLISATION :



## SAVOIR EN JEU

Dans le programme du cycle 4, il est proposé de traiter « l'impesanteur qualitativement ». Si ce sujet d'étude peut paraître complexe, nous pensons qu'il est possible de le traiter en cycle 4 à l'aide d'une activité telle que celle-ci. Son intérêt, au-delà de la curiosité qu'il éveille chez les élèves, est de faire un lien avec **la force de gravitationnelle universelle**. Il manque cependant, pour une compréhension fine, la démonstration théorique que l'accélération de tous les objets en chute libre est la même : il est nécessaire d'utiliser la 2<sup>e</sup> loi de Newton et le principe d'équivalence (masse inerte = masse grave).

**L'objectif premier est de déconstruire l'idée que « l'impesanteur » s'explique par « l'absence de gravitation, de poids »**. Pour cela, nous ne prenons pas en première approche la situation du cosmonaute. Situation trop complexe du fait de son mouvement orbital dans la station spatiale. Ainsi cette activité n'est pas introduite avec le mot « impesanteur » qui est associé uniquement pour les élèves au cosmonaute. Elle est présentée comme l'étude d'une situation particulière de chute d'objets. **Nous nous appuyons pour la première étude sur « la chute libre »**. Sa définition est amenée par une observation grâce à une vidéo.

Les premières réflexions convoquent chez les élèves des connaissances antérieures : description d'un mouvement et relativité du mouvement. Mais **l'étape de modélisation est la plus importante** : c'est elle qui amène les élèves à se questionner sur les objets qui agissent sur la boule ou la souris. Il est alors nécessaire de poser un choix de modélisation qui peut rester arbitraire pour les élèves : en cas de chute libre de deux objets en contact, l'interaction entre les deux objets devient extrêmement faible, seule la Terre agit. Cette analyse est lourde de conséquence car elle entraîne l'absence d'action de contact sur l'objet étudié. Pour vérifier la bonne compréhension de cette situation nous amenons un dernier questionnement qui a aussi pour objectif de **passer du vocabulaire courant « la souris flotte » (ne touche pas le sol d'une pièce) au vocabulaire scientifique « la souris est en impesanteur »**. Et de conclure à la présence « du poids de la souris » même quand celle-ci est en impesanteur : l'impesanteur n'est pas l'absence de pesanteur mais le fait que seule la Terre agit et que tous les objets environnant chutent rigoureusement de la même façon. Einstein le formulait ainsi : « Si je suis en chute libre alors je ne sens pas mon poids ».

## COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

La vidéo de la NASA soulève de nombreuses questions (comment les machines font le vide ? pourquoi est-ce dangereux quand il y a le vide ?...), l'enseignant répond en fonction du temps disponible. La partie sur la chute libre impressionne les élèves, bien reformuler la phrase bilan car certains ne mesurent pas ce que cela implique : « quelles que soit la masse et le volume de l'objet, les objets chutent de la même façon. »

Dans la partie « utilisation des connaissances », la boule est dessinée à la bonne position pour une majorité de groupes, les autres réponses indiquent une position de la boule plus haute que le cosmonaute. Par contre pour la souris le débat est vif dans tous les groupes. Certains élèves ont besoin de savoir s'il y a de l'air dans la boule, l'enseignant peut répondre que ce paramètre n'est pas nécessaire pour répondre car sinon la précision aurait été donnée. Généralement, la moitié des groupes positionnent correctement la souris (place inchangée), le reste se partage entre le milieu de la boule et le plafond de la boule. Le temps de modélisation



confirme que l'acceptation de l'absence d'interaction entre deux objets en contacts chutant en chute libre n'est pas évidente. Il est en effet fréquent de voir dans les DOI soit la souris soit la boule comme objet agissant par contact. Il n'est pas évident de montrer que deux objets qui chutent à la même vitesse n'agissent plus l'un sur l'autre : il s'agit là en quelque sorte d'une rupture de contrat par rapport aux apprentissages antérieurs (si contact alors interaction). Il convient de préciser que l'interaction ne disparaît pas mais devient très faible, suffisamment pour être négligée : lorsqu'un ascenseur se met à descendre brutalement, on perçoit bien que notre interaction avec l'ascenseur est moins forte.

La dernière question sur la souris qui plie les jambes remobilise les mêmes débats avec un peu plus de bonnes réponses mais il reste des difficultés pour certains à admettre que la souris ne change pas de place. La description avec le mot quotidien « flotte » ne pose pas de difficulté. Pour le mot scientifique « impesanteur », il y a selon les classes jusqu'à un tiers des élèves qui ne le connaissent pas. Il propose souvent « lévitation ».

**CORRIGÉ**

► 1) Regarder le film de la NASA. <https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs>

Complète le tableau en précisant les observations faites.

👁 👁 « Mondes objets »	
a- Comparer les mouvements de la plume et de la boule pendant la chute dans l'air. La plume et la boule ont une trajectoire rectiligne vers le bas. Les deux objets ne chutent pas à la même vitesse.	b- Comparer les mouvements de la plume et de la boule pendant la chute dans le vide. Les deux objets ont une trajectoire rectiligne vers le bas. Les deux objets tombent à la même vitesse.

**Bilan avec le professeur – Le temps des connaissances**

On définit une chute libre par la chute d'un objet dans le vide.



Dans le vide, tous les objets tombent de la même façon quelles que soient leurs formes, masses.

**Utilisation des connaissances : Nous nous situons dans une « expérience de pensée » car la situation suivante n'est pas réalisable.**

Imagine qu'une personne et une petite souris puissent entrer dans le laboratoire sous vide de la NASA grâce à des combinaisons spéciales. Elles montent jusqu'en haut du dispositif et ...

► 2) Regarde la BD pour découvrir la suite. <https://youtu.be/sEeWCzInSVU>

► 3) Répondre aux questions ci-dessous

On s'intéresse à ce qui se passe lorsque la personne qui chute ouvre les mains et lâche la boule	
« Mondes objets »	<p><b>Avec un dessin</b></p> <p>a- Complète la figure 1 avec la position de la boule.                      b- Complète la figure 2 avec la position de la souris. (Ne pas dessiner une souris et mettre une croix pour indiquer sa place)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Quelques instants plus tard pendant la chute. Où est la boule ? Complète le dessin n°1 avec la boule.</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Et du point de vue de la souris. Que se passe-t-il ? Complète le dessin n°2 avec la souris.</p>  </div> </div>
	<p><b>Avec le langage scientifique</b></p> <p>c- Dans le référentiel d'observation du cosmonaute, décris le mouvement de la boule puis de la souris.                      Dans le référentiel du « cosmonaute », la boule et la souris sont immobiles.                      d- Dans le référentiel d'observation de la tour de contrôle, décris le mouvement de la boule, de la souris.                      Dans le référentiel « de la tour de contrôle », la boule et la souris ont un mouvement rectiligne vers le bas (chute).</p>

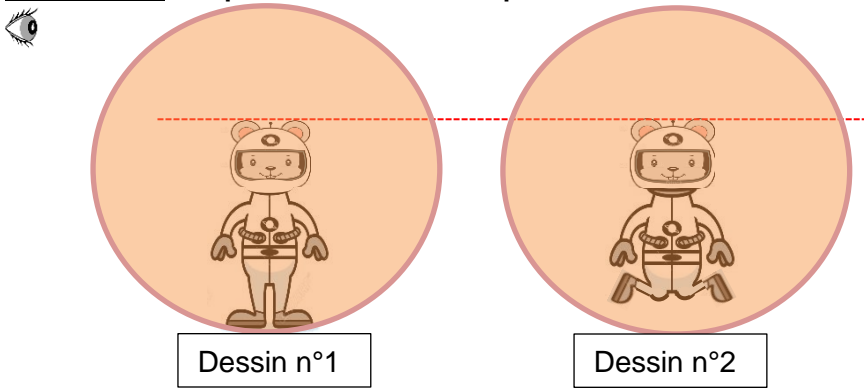
**? Temps de la recherche : modélisons la situation.**

► 4) Complète les tableaux avec les DOI et la liste des forces qui s'exercent sur les objets étudiés.

<p><b>La boule est en chute libre.</b></p> <p><b>REMARQUE :</b> on considère que dans ce cas, la boule et la souris ne sont quasiment plus en interaction</p>		
Objet étudié	<u>La boule</u>	<u>La souris</u>
<p><b>Lister les objets en interaction</b> avec l'objet étudié grâce à un DOI</p>		
<p><b>Lister les forces</b> qui s'exercent sur l'objet étudié.</p>	<p>La force qui s'exerce sur la boule est :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le poids de la boule</li> </ul>	<p>La force qui s'exerce sur la souris est :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le poids de la souris</li> </ul>

**Bilan :** Quand les objets sont uniquement en chute libre, ils ne sont soumis qu'à leur poids, il n'y a plus d'action de contact sur eux.

► 5) **Temps de recherche :** Imagine que la souris qui est dans la boule en chute libre plie les jambes derrière elle sans sauter. Complète le dessin n°2 en positionnant la souris au bon endroit.



**La souris tombe toujours de la même façon que la boule, elle ne touche plus le sol (bord) de la boule, elle « flotte » quand on l'observe de la boule.**

**Bilan :**

- Dans le langage courant, on utilise le mot « flotter » pour décrire un objet que l'on observe sans qu'il touche les bords de la pièce. Dans le langage scientifique, on utilise le mot impesanteur.
- Quand on modélise cette situation d'impesanteur, on analyse le fait que l'objet est pour autant soumis à son poids (force gravitationnelle exercée par la Terre sur lui). Il n'est soumis qu'à son poids, aucune force de contact s'exerce sur lui.

### Activité 3 : Et Thomas Pesquet...

#### Caractérisation de l'impesanteur d'un cosmonaute

<p><b>LIEN AVEC LA FICHE CCM</b></p> <p><b>SAVOIRS ET CAPACITÉS RETRAVAILLÉS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- décrire un mouvement en fonction de l'observateur (référentiel) ;</li> <li>- modéliser les interactions avec l'objet étudié grâce à un DOI.</li> </ul> <p><b>SAVOIRS TRAVAILLÉS</b></p> <p><b>VOCABULAIRE</b> à savoir utiliser correctement : aucun nouveau mot.</p> <p><b>FORMULE</b> à connaître : aucune</p>	<p><b>CÔTÉ PRATIQUE</b></p> <p><b>DURÉE :</b> 40 MINUTES</p> <p><b>RESSOURCES DISPONIBLES :</b></p> <p>Fiche d'activité et la vidéo de Thomas Pesquet dans l'ISS</p> <p><b>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL / CONSEILS</b></p> <p>La vidéo de T. Pesquet peut être visionnée seulement autour de la troisième minute car ce qui nous intéresse est quand il plie les jambes comme la souris de l'activité précédente.</p>
--	---

**CAPACITÉS VISÉES**

- Identifier un objet en impesanteur
- Comprendre que même dans l'espace, la force gravitationnelle est présente

- l'enseignant avisera quant à la présence de la question 6 (rédaction d'un bilan final par petit groupe) : elle n'est pas indispensable et peut être traitée par certains seulement.

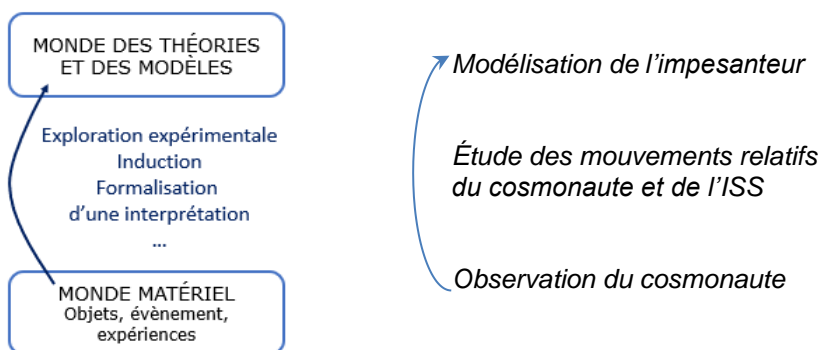
**CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ****ACTIONS DIDACTIQUES :**

*Modéliser une situation.*

**LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :**

*Tableau à double entrée*

*Perceptions visuelles → Représentation graphique type schéma : DOI et forces*

**MODÉLISATION :****SAVOIR EN JEU**

**Dans cette activité nous n'introduisons pas de nouveau savoir mais seulement une contextualisation différente qui correspond à la situation d'un spationaute dans l'ISS.** Pour rappel, l'activité précédente amène les connaissances suivantes : l'impesanteur est décrite comme la situation où un objet est en chute libre, c'est-à-dire seulement soumis à son poids, ce qui induit que toute interaction de contact avec un autre objet devient très faible. Ceci est lié au fait que dans une telle situation, tous les objets ont tous le même mouvement quelle que soit leur masse ou leur forme.

Nous reprenons ici le même cheminement : description du mouvement de Thomas Pesquet par rapport à l'ISS et modélisation. **Pour confirmer la présence de la force gravitationnelle, nous faisons référence aux calculs opérés dans l'activité 1.** Cette confirmation mathématique est nécessaire pour une dernière fois convaincre que l'action à distance exercée par la Terre sur un objet existe sans qu'il y ait de matière entre eux. Nous bouclons donc cette activité en revenant au principe UNIVERSEL de la gravitation (bilan sous le tableau).

Pour la suite à partir du 4), **l'objectif est de répondre à un questionnement sur la différence entre la chute de la souris et le mouvement orbital du cosmonaute alors qu'ils sont tous les deux en impesanteur et qu'ils sont soumis qu'à leurs poids.** En effet, nous avons vu que force et mouvement sont reliés par des lois (chapitre 1) et il est pertinent d'amener une réflexion sur la différence des mouvements observés. Pour cela, il est fait référence grâce à un texte de Jean-Marie Vigoureux à l'expérience de pensée historique de Newton sur un lancer de pomme imaginaire à différentes vitesses. Pour autant, nous sommes à la limite de ce que demande le programme donc en fonction des difficultés des élèves ou du temps disponible cette approche peut ne pas être faite ou juste abordée par des échanges avec la classe.

En outre, certains élèves peuvent être amenés à identifier une contradiction dans les enseignements : dans le référentiel de l'ISS Thomas Pesquet peut sembler immobile alors qu'il n'est soumis qu'à une seule force, qui ne peut pas être compensée... Il n'est pas question ici d'évoquer la nécessité d'un référentiel galiléen pour appliquer la 1<sup>ère</sup> loi de Newton mais on pourra assumer que cela met en effet en évidence que la 1<sup>ère</sup> loi de Newton n'est valide que dans certains référentiels. Comme tout modèle, la 1<sup>ère</sup> loi de Newton a un champ de validité limité.



**COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES**

Les élèves remarquent assez facilement le point commun avec l'activité précédente quand T. Pesquet plie les jambes. La première question étant une description des mouvements T. Pesquet et ISS, elle ne pose aucune difficulté. Quelques élèves dès la question 2) comprennent qu'il y a « un problème qui subsiste » (voir 6)) et questionnent aussitôt la différence entre une chute libre et le mouvement orbital. Pour la DOI, le questionnement sur l'air présent dans l'ISS revient. Il est rappelé qu'au vu de l'immobilité presque parfaite de T. Pesquet on peut ne pas tenir compte de l'action de l'air. Certains groupes proposent un DOI sans aucun objet qui agissent sur le cosmonaute. Faire référence alors au calcul de la force gravitationnelle (activité 1) et à la question 5).


La question 6) ne pose pas réellement de difficulté aux élèves. Il est possible de compléter les explications avec la suite du texte et le schéma non donné aux élèves : « *Nous pouvons raisonner de façon plus quantitative : un corps lancé horizontalement tombe de 5 mètres pendant sa première seconde de chute. Supposons qu'en une seconde il soit propulsé assez loin pour que le sol, à cause de la sphéricité de la surface terrestre, se soit lui-même dérobé de 5 mètres. Dans de telles conditions, ce corps se retrouvera, malgré sa chute, exactement à la même altitude au-dessus du sol qu'au moment de son lancer.* »



**CORRIGÉ**

**Activité 3 :**

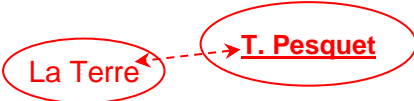
**? Le temps de la recherche :** Regarder la vidéo sur les dangers dans l'ISS de T. Pesquet (19 février 2018) avec le lien <https://www.youtube.com/watch?v=WzZPFyPHMjg>.

«Monde des objets »	<p>► 1) a- Où est située la caméra ?</p> <p>b-Qu'observes-tu vers 3min12s de la vidéo quand Thomas Pesquet plie ses jambes ?</p> 	<p>La caméra est dans l'ISS. On observe que T. Pesquet ne touche plus le sol, il « flotte ». <b>Il est en impesanteur</b></p>
	<p>T. Pesquet (80kg) et l'ISS (420 000kg) ont des masses très différentes.</p> <p>► 2) Observons T.Pesquet et l'ISS depuis la Terre, leurs mouvements sont-ils identiques ?</p>	<p>Même avec des masses différentes, on observe de la Terre que Thomas Pesquet et l'ISS ont le même mouvement.</p>

► 3) Trouve les trois points communs entre la situation de T.Pesquet dans l'ISS et celle de la souris dans la boule :

- La souris est en impesanteur dans la boule comme T. Pesquet est en impesanteur dans l'ISS
- Souris et boule ont le même mouvement comme T. Pesquet et l'ISS alors que leurs masses sont différentes
- les mouvements de la boule et de l'ISS se font dans le vide (sans présence d'air)

► 4) Modélisation finale : compléter le tableau :

<p>« Mondes des modèles »</p>	<p>a- Faire le DOI pour l'objet étudié Thomas Pesquet qu'il soit dans l'ISS ou au dehors en sortie-extravéhiculaire.</p> <p>b- Quel est le point commun avec la souris en impesanteur dans la boule en chute libre ?</p>	 <p>La souris et T. Pesquet sont soumis à la force gravitationnelle de la Terre</p>
-------------------------------	--	---

► 5) a- Quelle est la différence entre T.Pesquet dans l'ISS et la souris dans la boule ?

T. Pesquet et l'ISS ont un mouvement de rotation autour de la Terre.

La souris et la boule ont un mouvement de chute vers le sol.

b- En utilisant le document 1. Comment expliquer les différences de mouvements entre la boule et l'ISS? On change la vitesse initiale de l'objet.

### Document 1

« Newton laisse courir sa pensée : si je lâche une pomme, elle tombe à mes pieds ; si je la lance devant moi, elle tombe à quelques mètres, et plus je la lance fort, plus elle tombe loin...

Si je tiens compte de la forme sphérique de la Terre, je vais constater qu'à la limite, s'il m'était possible d'envoyer cette pomme avec assez de force, elle me reviendrait par-derrière après avoir fait le tour de la Terre.[...] Peut-être n'y a-t-il pas si loin entre les comportements apparemment si différents de la pomme et de la Lune...

Extrait du livre « Les pommes de Newton » (2003) de Jean Marie Vigoureux, p241 à 243

