

# Bande dessinée et illustrations de science-fiction : des outils pour former les professeurs des écoles en astronomie et développer leur compréhension du principe de relativité

Estelle Blanquet<sup>1,4</sup>, Marie-Laure Saulnier<sup>2,4</sup>, Eric Picholle<sup>3</sup>

1. LACES, Université de Bordeaux

2. SPH, Université de Bordeaux

3. INPHYNI, CNRS, Nice

4. INSPE de l'académie de Bordeaux

[estelle.blanquet@u-bordeaux.fr](mailto:estelle.blanquet@u-bordeaux.fr)

# Des PE aux bases fragiles

86% des professeurs des écoles proviennent  
de filières non scientifiques  
(et une grande majorité ont un bac non scientifique)

... avec une compréhension limitée  
des contenus, des démarches  
et de la façon dont les connaissances en science  
se construisent

84% des futurs professeurs des écoles sont des femmes

# Des bases fragiles

Questions extraites du QCM LPCI (Lunar Phases Concept Inventory, Rebecca Lindell, V3, 2004)	nb de bonnes réponses (/76)	%
Si la Terre était cubique, les phases de la Lune en seraient-elles modifiées ? (non)	32	42 %
La Lune tourne autour de la Terre ; combien de temps dure approximativement une révolution complète ?	52	68 %
En Australie, un observateur observe la Lune qui a l'aspect suivant (pleine lune). Quel forme aura la Lune si vous l'observez en France une peu plus tard le même jour ?	42	55 %
La Lune tourne sur elle même en ...	22	29 %
Si on pouvait observer le système Terre/Lune/Soleil dans l'espace, depuis un point situé au-dessus du pôle Nord, on pourrait observer les configurations suivantes. Quelle configuration permet d'observer sur Terre une pleine Lune ?	21	28 %

15 questions posées au total, score moyen 6,4/15

# Des bases fragiles

Questionnaire Société Française de Physique, QCM	(/280)	%
La description du mouvement d'un objet dépend de l'observateur qui le décrit. (vrai/faux)	213	76 %
Un enfant est sur un manège. Sa mère assise sur un banc le voit tourner à vitesse constante. Par rapport à l'enfant, ce n'est pas le manège mais sa mère qui tourne (vrai/faux)	118	42 %
Sur la Lune, le poids des astronautes est plus faible parce qu'il n'y a pas d'air. (vrai/faux)	161	57 %
On lâche sur la Lune de la même hauteur une pierre et une plume. Elles arrivent sur le sol en même temps. (vrai/faux)	144	51 %
Il fait plus chaud en été qu'en hiver parce que la Terre est plus près du Soleil. (vrai/faux)	117	41 %

# Quelques méprises courantes (obstacles épistémologiques)

## **Astronomie :**

- explication des phases de la Lune par l'ombre de la Terre sur la Lune
- explication du phénomène des saisons par la variation de la distance Terre/Soleil
- équivalence entre l'observation d'une seule face de la Lune pour un observateur terrestre et l'absence de mouvement de rotation de la Lune sur elle-même

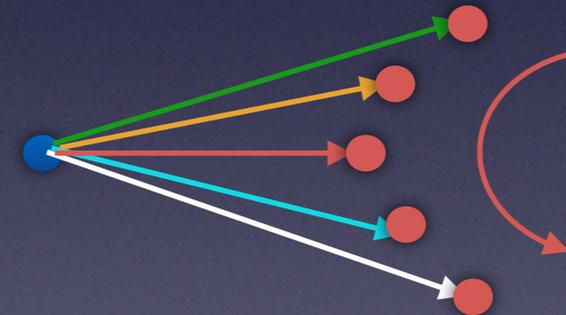
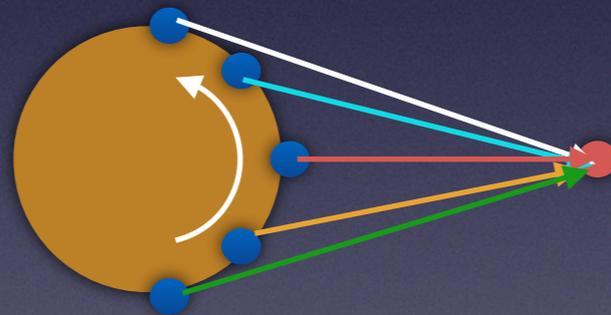
# Des bases fragiles

Un enfant est sur un manège. Sa mère assise sur un banc le voit tourner à vitesse constante. Par rapport à l'enfant, ce n'est pas le manège mais sa mère qui tourne (vrai/Faux)

42 %

Une personne observe le déplacement du Soleil dans le ciel et des ombres d'un bâton au cours de la journée dans sa cour. Elle soutient que le Soleil tourne autour de la Terre en 24h. Que lui répondez-vous ? (question ouverte)

<1%  
(2/280)



Soleil/maman

Terre/enfant



# Quelques difficultés courantes

## **Relativité du mouvement**

- technique : passage de la description du mouvement dans un référentiel à la description du mouvement dans un autre référentiel (équivalence géométrique)
- conceptuelle : égale légitimité de différents points de vue (référentiel, Galilée, 1632 ; Einstein, 1905 & 1915)

Dans le contexte Terre/Soleil :

Une pression paradigmatique copernicienne forte (Blanquet & Picholle, 2018 & 2019)

# L'astronomie et la relativité du mouvement à l'école primaire

L'observation et la caractérisation de mouvements variés permet d'aborder le rôle de la position de l'observateur (CM1-CM2)

L'élève part d'une situation où il est acteur en mouvement à celles où il n'est qu'observateur immobile (des observations faites dans la cour de récréation ou lors d'une expérimentation en classe, jusqu'à l'observation du ciel : mouvement des planètes et des satellites artificiels à partir de données fournies par des logiciels de simulation). /.../ La place, les mouvements et la nature de la Terre, parmi les planètes du système solaire, sont détaillés tout au long du cycle par l'observation et la modélisation. La description précise des mouvements est liée au thème (1) : CM2 et 6<sup>e</sup>.

(BOEN, 31 juillet 2020)

Connaissances et compétence associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
<b>Situer la Terre dans le système solaire et caractériser les conditions de la vie terrestre</b>	
<p>Situer la Terre dans le système solaire. Caractériser les conditions de vie sur Terre (<b>atmosphère</b>, température, présence d'eau liquide).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Le Soleil, les planètes.</li><li>- Position de la Terre dans le système solaire.</li><li>- Histoire de la Terre et développement de la vie.</li></ul> <p>Décrire les mouvements de la Terre (rotation sur elle-même et alternance jour-nuit, autour du Soleil et cycle des saisons).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Les mouvements de la Terre sur elle-même et autour du Soleil.</li><li>- Représentations géométriques de l'espace et des astres (cercle, sphère).</li></ul>	<p>Travailler à partir de l'observation et de démarches scientifiques variées (modélisation, expérimentation, etc.). Faire - quand c'est possible - quelques observations astronomiques directes (les constellations, éclipses, observation de Vénus et Jupiter, etc.). Découvrir l'évolution des connaissances sur la Terre et les objets célestes depuis l'Antiquité (notamment sur la forme de la Terre et sa position dans l'Univers) jusqu'à nos jours (cf. l'exploration spatiale du système solaire).</p>

# Un temps de formation réduit

Maquette MEEF premier degré Université de Bordeaux

Cours de sciences (dont physique/ chimie)	2016-2020	
M1 MEEF	69h de sciences (36h de physique ) si option sciences en M1	
M2 MEEF	...ou 46h (18h) si option sciences en M2	

...pour de nombreux enjeux : maîtrise des contenus, apprentissage, de la démarche scientifique, des stratégies d'enseignement, des obstacles à l'apprentissage, etc.

# Un temps de formation epsilonesque

Maquette MEEF premier degré Université de Bordeaux

Cours de sciences (dont physique/ chimie)	2016-2020	<b>2021-2025</b>
M1 MEEF	69h de sciences (36h de physique ) si option sciences en M1	32h (11h) pour tous les étudiants
M2 MEEF	...ou 46h (18h) si option sciences en M2	<b>0h</b> ou 78h (26h) pour les étudiants choisissant l'épreuve écrite sciences

...pour de nombreux enjeux : maîtrise des contenus, apprentissage, de la démarche scientifique, des stratégies d'enseignement, des obstacles à l'apprentissage, etc.

# Des sacrifices obligés

Hypothèse haute : 50% du temps de formation en physique/chimie des deux années de Master MEEF consacré à la seule astronomie

=>5-6h pour les former les futurs enseignants aussi bien aux bases de l'astronomie qu'à son enseignement

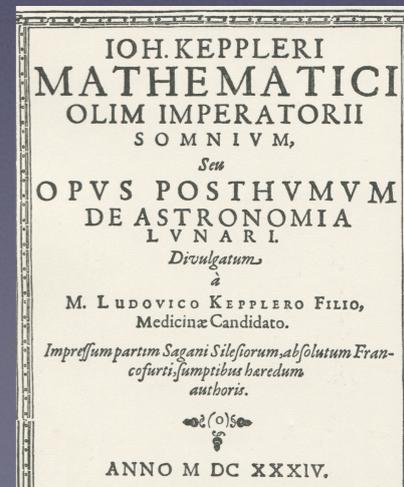
Avons-nous déjà renoncé à l'astronomie à l'école primaire ?

# La stratégie de Képler

Le but de mon *Songe* est de donner un argument en faveur du mouvement de la Terre ou, plutôt, **d'utiliser l'exemple de la Lune** pour mettre fin aux objections formulées par l'humanité dans son ensemble qui refuse de l'admettre. Je pensais que cette vieille Ignorance était bien morte et que les hommes intelligents l'avaient arrachée de leur mémoire : mais elle vit toujours et se débat dans les nœuds enchevêtrés que tant de siècles ont solidement resserrés.



Kepler, *Somnium*, 1611 (10 pages)

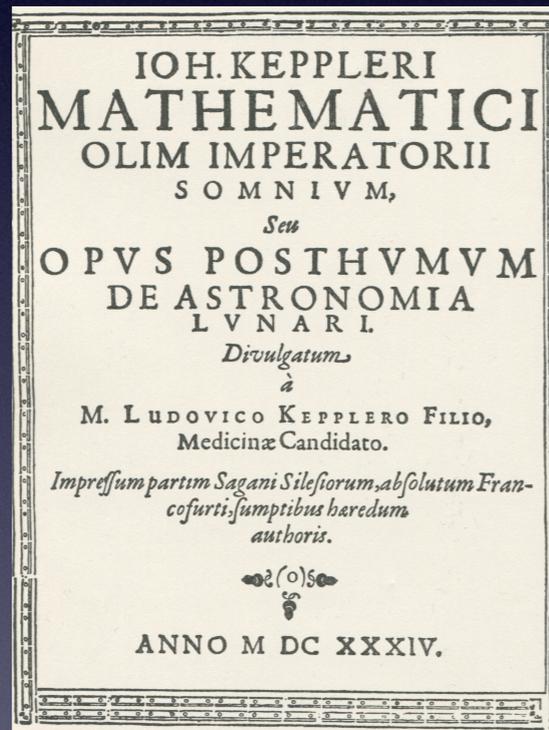


# Extraction et *estrangement* cognitif : des stratégies de la Science-Fiction

« Ainsi la Science-Fiction part d'une hypothèse de fiction («littéraire») et la développe avec une extrême rigueur («scientifique»). L'effet d'un tel rapport factuel de fictions est de confronter un système normatif d'ensemble - une image du monde fermé de type ptolémaïque - avec un point de vue ou un regard impliquant un nouvel ensemble de normes ; dans la théorie littéraire, cela s'appelle l'attitude d'*estrangement*. »

Darko Suvin, *Estrangement and Cognition*, 1979.

# De Kepler à Manchu: un pas de côté



*Somnium, 1611*



*Manchu, Science [Fiction], 2002*

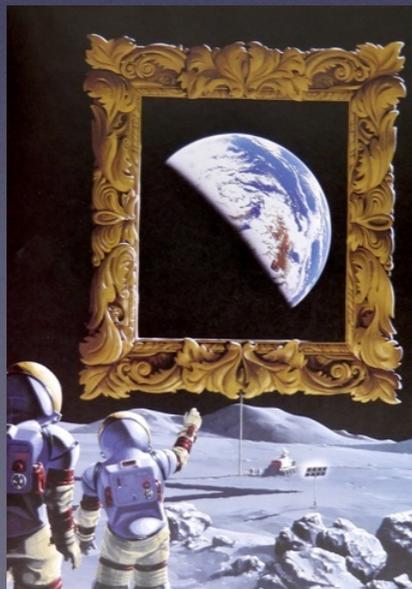
Estelle Blanquet, Astronomie et mouvements relatifs : Sortir du cadre ? ; in *Sciences et Fiction à l'école, un outil transdisciplinaire pour l'investigation ?* (2011)

# Deux obstacles majeurs, deux séquences dédiées

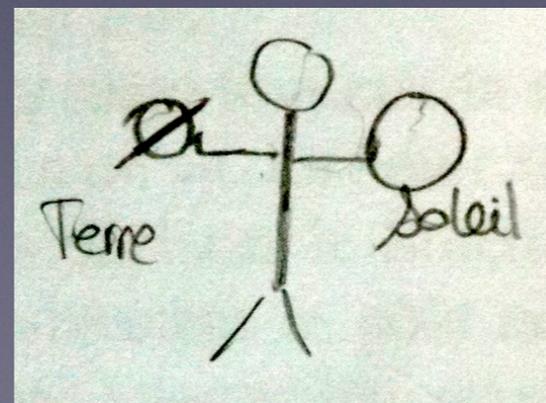
## Relativité du mouvement

- technique : équivalence géométrique
- conceptuel : égale légitimité de différents points de vue

Séq.1 (3h) Travail sur la Lune et la légitimité de différents points de vue (lunaire et terrestre)



Etablir l'équivalence géométrique  
Séq. 2 (4h)



# Des résultats positifs

Après séq. 1 : pas d'évolution notable



Après séq. 1+2 et intervention courte sur l'histoire des idées :

**45%** des étudiants (M1MEEF) considèrent le référentiel terrestre comme légitime pour décrire le mouvement du Soleil

Blanquet & Picholle, 2012 & 2018

=> Nécessité d'installer l'équivalence géométrique pour (re)légitimer le référentiel terrestre

# Vers le tout BD ?

Peut-on encore gagner du temps ?  
animation pédagogique : 3h

Des alternatives « légères » au travail « lourd » sur la  
géométrie : BD, histoire des sciences



# A la chasse du Soleil avec Rahan



## RAHAN CHEZ LES PLATISTES



MORGANE PARISI  
#DRAWTSDS19



# Résultats

Questions extraites du QCM LPCI (Lunar Phases Concept Inventory, Rebecca Lindell, V3, 2004)	Pré-test (76)	Post-test (67)
Si la Terre était cubique, les phases de la Lune en seraient-elles modifiées ? (non)	42 %	84 %
La Lune tourne autour de la Terre ; combien de temps dure approximativement une révolution complète ? & La Lune tourne sur elle même en ...	25 %	89 %
En Australie, un observateur observe la Lune qui a l'aspect suivant (pleine lune). Quel forme aura la Lune si vous l'observez en France une peu plus tard le même jour ?	55 %	75 %
Qu'est ce qui explique la différence d'aspect entre les deux observations précédentes ? (passage d'une pleine lune à un quartier )	22 %	70 %
Si on pouvait observer le système Terre/Lune/Soleil dans l'espace, depuis un point situé au-dessus du pôle Nord, on pourrait observer les configurations suivantes. Quelle configuration permet d'observer sur Terre une pleine Lune ?	28 %	94 %

15 questions, score moyen 6,4/15 => 12,7/15

# Résultats

Questionnaire Société Française de Physique, QCM	(/280)	(/39) 2mois après
La description du mouvement d'un objet dépend de l'observateur qui le décrit. (vrai/faux)	76 %	92 %
Un enfant est sur un manège. Sa mère assise sur un banc le voit tourner à vitesse constante. Par rapport à l'enfant, ce n'est pas le manège mais sa mère qui tourne (vrai/faux)	42 %	67 %
Sur la Lune, le poids des astronautes est plus faible parce qu'il n'y a pas d'air. (vrai/faux)	57 %	67 %
On lâche sur la Lune de la même hauteur une pierre et une plume. Elles arrivent sur le sol en même temps. (vrai/faux)	51 %	51 %
Il fait plus chaud en été qu'en hiver parce que la Terre est plus près du Soleil. (vrai/faux)	41 %	64 %

# Résultats

	Pré-test	/39 (2 mois après fin)	/37 (3 mois après fin)
Un enfant est sur un manège. Sa mère assise sur un banc le voit tourner à vitesse constante. Par rapport à l'enfant, ce n'est pas le manège mais sa mère qui tourne (vrai/faux)	42 %	67 %	75 %
La description du mouvement d'un objet dépend de l'observateur qui le décrit. (vrai/faux)	76 %	92 %	92 %

Un enfant est dans un train qui se déplace en ligne droite à vitesse constante. Il laisse tomber son doudou. Quelle est la forme de la trajectoire du doudou pour un voyageur assis en face de lui ?	97 %
Quelle est la forme de la trajectoire du doudou pour une vache qui regarderait passer le train depuis son champ (vache dotée d'une supervision évidemment)	84 %
La description du mouvement par le voyageur est-elle meilleure (plus légitime) que la description proposée par la vache ?	67 %
Sur la Lune, un observateur regarde la Terre : il voit la Terre se déplacer dans le ciel.	49 %
Sur la Terre, un observateur regarde la Lune : il voit la Lune se déplacer dans le ciel.	90 %

# Résultats

Est-ce problématique qu'un observateur sur la Terre voit la Lune se déplacer alors qu'un observateur sur la Lune ne voit pas la Terre se déplacer dans le ciel ? Indiquez si oui ou non et expliquez pourquoi.

=> 30/37 (81 %) répondent NON,  
5 (13%) ne savent pas et 2 répondent Oui

=> 7 étudiants sur 37 (19 %) répondent en invoquant le choix par les deux observateurs de référentiels différents

*Non ce n'est pas un problème puisque tout dépend du point de vue (référentiel).  
Par exemple si l'enfant garde son doudou à la main le doudou ne bouge pas pour les passagers du train mais pour la vache ce dernier a une trajectoire.*

# Résultats

Une nuit sur la Lune dure 14 jours terrestres : vrai ou faux ?  
65% Vrai

Comment expliquez-vous qu'on voit le Soleil se déplacer dans le ciel en 12 heures environ sur la Terre alors qu'il lui faut 14 jours terrestres pour se déplacer dans le ciel de la Lune ?

=> Aucun étudiant ne mobilise la notion de référentiel spontanément

=> 10 étudiants (27%) justifient par une durée de rotation différente de la Terre et de la Lune sur elles-mêmes

*La lune met 28 jours à tourner sur elle même alors que la Terre ne met que 24h*

# Résultats

Une personne observe le déplacement du Soleil dans le ciel et des ombres d'un bâton au cours de la journée dans sa cour. Elle soutient que le Soleil tourne autour de la Terre en 24h. Que lui répondez-vous ? (question ouverte)

Initialement, sur 280 étudiants, 5 (1,8%) introduisent la notion de référentiel ou de point de vue dont 2 « galiléens »

=> Sur 38 étudiants 2 mois après les cours , 9 (24%) introduisent la notion de référentiel ou de point de vue dont 1 « galiléen »

# Conclusion

=> Approche efficace pour faire évoluer les connaissances de base en astronomie

=> Remplacer la séquence sur l'équivalence géométrique par une séquence sur Rahan et une narration de l'évolution des idées sur les mouvements Terre/Soleil :

- permet aux étudiants (67%, 25/37 étudiants) d'accepter l'égale légitimité de deux référentiels dans un contexte non astronomique
- permet plus difficilement aux étudiants de mobiliser la notion de référentiel dans un contexte astronomique Terre/Lune (19%, 7/37 étudiants) ou Terre/Soleil (24%, 9/38)
- ne permet pas aux étudiants d'accepter l'égale légitimité des référentiels terrestres et héliocentriques

Pour former les étudiants, il faut du temps !!!

Enseignement & Science-Fiction 1



Science et fictions à l'école :  
un outil transdisciplinaire pour l'investigation ?

Ouvrage dirigé par  
Estelle Blanquet & Éric Picholle

Éditions du Somnium



Séquence disponible en ligne :  
<https://somniumeditions.fr/bonus/>

**Sciences à l'école, Côté jardin**  
*le guide pratique de l'enseignant*



**Estelle Blanquet**

*Préface d'Yves Quéré*

**Éditions du Somnium**

40 Séquences disponibles en ligne  
(maternelle et élémentaire) :

<https://somniumeditions.fr/bonus/special-confinement/>