



HAL
open science

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, Marie-Laure Saulnier, Éric Picholle

► To cite this version:

Estelle Blanquet, Marie-Laure Saulnier, Éric Picholle. 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. E. Rollinde. *L'Astronomie pour l'éducation dans l'espace francophone*, Le Manuscrit, pp.35-45, 2021. hal-03566647

HAL Id: hal-03566647

<https://hal.science/hal-03566647>

Submitted on 11 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**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,
LACES (EA7437), Université de Bordeaux
& INSPE de l'académie de Bordeaux

Marie-Laure Saulnier,
Université de Bordeaux
& INSPE de l'académie de Bordeaux,
SPH (EA4574)

Éric Picholle,
INPHYNI,
CNRS-Université Côte d'Azur (UMR 7010)

Introduction

C'est à une écrasante majorité, de l'ordre de 95 %, que les enseignants du primaire (PE) apparaissent coperniciens

(Blanquet & Picholle, 2021). Ils associent généralement l'alternance du jour et de la nuit à la rotation de la Terre sur elle-même (même si la confusion existe parfois avec la révolution de la Terre autour du Soleil). À un élève qui justifierait l'observation personnelle du déplacement de l'ombre d'un bâton planté dans le sol au cours d'une journée ensoleillée, "parce que le Soleil a bougé/s'est déplacé/a tourné", ils répondraient en masse que ce n'est pas le mouvement du Soleil, mais « évidemment » celui de la Terre qui est à l'origine du phénomène (Blanquet & Picholle, 2018). Certains manuels scolaires eux-mêmes n'hésitent d'ailleurs pas à qualifier « d'illusoire » ce mouvement « apparent » du Soleil.

Le paradigme copernicien est pourtant obsolète depuis près de quatre siècles. Accepter avec Galilée et les physiciens actuels le principe de relativité du mouvement, c'est reconnaître l'égale légitimité de tous les points de vue (de tous les "référentiels") et qu'il est *a priori* tout aussi légitime de décrire le mouvement du Soleil du point de vue de l'enfant qui l'observe depuis la cour de récréation que de décrire le mouvement de la Terre du point de vue d'un observateur qui se placerait (à ses risques et périls) « au-dessus » du Soleil.

Comment dépasser les obstacles épistémologiques responsables de cette situation sans imposer aux futurs PE une formation en astronomie et en physique incompatible avec des dotations horaires réduites à leur plus simple expression? À l'INSPE de l'académie de Bordeaux, par exemple, seules 24 heures de cours au total sur les deux années du Master MEEF premier degré sont consacrées à la formation à l'enseignement de la physique de la maternelle au cycle 3, alors même que le bagage scientifique de ces étudiants correspond au mieux, pour une grande majorité d'entre eux, au programme de seconde (à partir de septembre 2021, ce sera 11 h en tout et pour tout pour les enseignants qui

ne choisissent pas l'option sciences). La bande dessinée et l'imagerie de science-fiction peuvent y contribuer.

Plusieurs obstacles à l'acceptation du paradigme relativiste galiléen (et *a fortiori* einsteinien) ont été identifiés lors de précédentes études (Blanquet & Picholle, 2011 & 2018). Certains de ces obstacles sont classiques en mécanique – comme la nécessité de préciser un référentiel avant de décrire un mouvement (Saltiel, 1980) –, d'autres sont d'ordre géométrique – on peut aussi bien rendre compte de l'alternance du jour et de la nuit en faisant tourner la Terre sur elle-même tout en gardant le Soleil fixe qu'en fixant la Terre et en faisant tourner le Soleil autour d'elle – ou de nature métaphysique – comme l'acceptation de l'égale légitimité de différents référentiels. Nous avons donc développé une séquence basée sur une illustration de science-fiction (Blanquet, 2011b), *La Terre encadrée* de Manchu (Fig.1, 1989), afin d'exploiter l'effet de dépaysement induit par la fiction (Suvin, 1977).

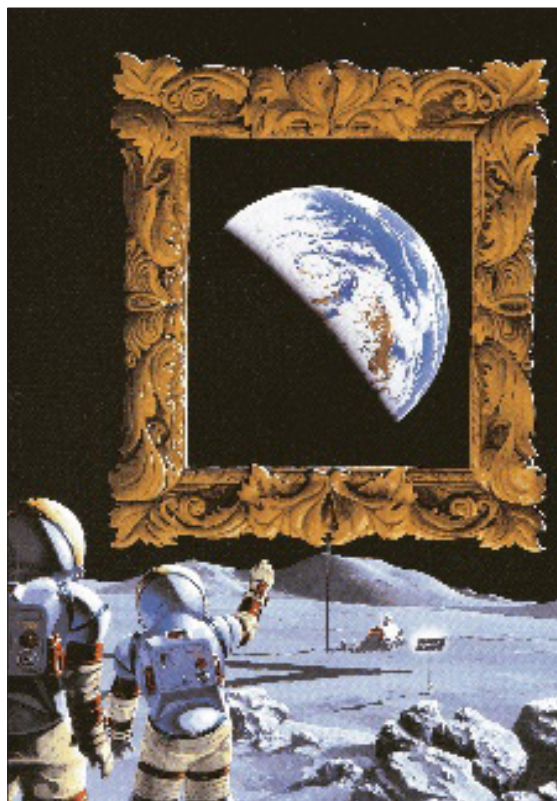


Figure 1. La Terre encadrée, Manchu, 1989

Cette stratégie s'inspire de celle inaugurée par Johannes Kepler lui-même dans le *Somnium* (ca. 1609). Nous y avons initialement adjoint une séquence « équivalence géométrique » plus traditionnelle, développant et explorant une variété de modèles Terre/Soleil, formellement équivalents, pour expliquer les phénomènes observés depuis la Terre (alternance jour/nuit, existence et alternance des saisons, etc.). Celle-ci conduisait les étudiants à découvrir l'impossibilité d'éliminer sans argument d'autorité certains modèles concurrents et permettait de résoudre la tension générée en substituant aux différents modèles restant en lice autant de choix de référentiels, en posant le principe de relativité et en faisant une brève présentation de l'histoire des idées sur les mouvements Terre/Soleil. Cette séquence visait également à une meilleure compréhension des phénomènes d'alternance du jour et de la nuit et des saisons.

Au regard des contraintes horaires et de la capacité des étudiants à naviguer entre différentes représentations, cette séquence a dans un second temps été remplacée par une séquence « Rahan »; celle-ci était associée à un bref cours d'histoire des sciences et à une séquence complémentaire classique permettant d'expliquer le phénomène des saisons du point de vue du Soleil et suivie d'une démonstration collective de l'équivalence géométrique de différents points de vue (dans la mesure où le temps le permet). Les étudiants peuvent ainsi être formés aux phénomènes astronomiques en cinq heures seulement (soit tout de même 20 % du temps dédié à l'enseignement de la physique dans leur formation) et initiés à l'exploitation de supports non conventionnels pour l'enseignement des sciences.

Basée sur une bande dessinée, *Le Secret du Soleil* (Chéret & Lécureux, avril 1969) et accessible à des élèves de cycle 3 (Blanquet, Baryga & Picholle, 2019), la séquence « Rahan » amène les étudiants à suivre Rahan, héros préhistorique qui

présente donc la caractéristique d'évoluer dans un monde dans lequel tous les paradigmes astronomiques restent à construire, dans sa recherche de « la caverne où le soleil se cache la nuit ». Cette quête le conduit à interpréter, en s'appuyant sur une modélisation analogique originale, la disparition du Soleil le soir et sa réapparition dans la direction opposée le lendemain matin comme le résultat à la fois du mouvement du Soleil et de la forme sphérique de la Terre : « *Le grand territoire des hommes et des bêtes serait donc semblable à cette terre ! Il serait rond comme un fruit et le Soleil tournerait autour sans jamais s'y poser !* » (Fig. 2).

Nous faisons l'hypothèse que l'identification des participants au personnage de Rahan – porteur d'idées précoperniciennes – pourrait favoriser une distanciation cognitive (Suvin, 1977, Blanquet, 2021) et déclencher un pas de côté facilitant un examen plus serein de leurs propres préjugés coperniciens. Nous nous proposons ici d'associer les séquences « Kepler » et « Rahan » pour évaluer leur impact sur l'appropriation du paradigme galiléen et des concepts astronomiques par les étudiants.

Méthode et mise en place des séquences

Dans le cadre de la formation initiale des enseignants, quatre groupes de M1 et trois groupes de M2 MEEF de l'INSPE de l'académie de Bordeaux (138 étudiants au total) ont participé à l'étude entre septembre 2020 et mars 2021 (les M1 et M2 ont été suivis par deux formatrices distinctes). Les séquences « Kepler » et « Rahan » sont menées « en démarche d'investigation » guidées par les formateurs. Les classes constituées de 20 à 28 étudiants sont réparties en groupes de 5 à 8 étudiants qui travaillent ensemble. La séquence « Kepler » a fait l'objet d'une publication (Blanquet, 2011) et est disponible sur simple demande.

Séquence « Rahan » : La lecture de la planche 15 (Fig. 2) confirme aux lecteurs que Rahan ignore que la Terre est ronde (les premières planches le montrent par ailleurs vivant seul, s'adressant à un kangourou en supposant qu'il peut lui répondre, ou encore se parlant à lui-même pour reconnaître qu'il sait bien peu de choses...). Des modélisations analogiques – simulation de l'événement observé du point de vue de Rahan, tant avec des objets physiques (cône pour représenter l'île, maquettes de bateaux, etc.) qu'avec leurs corps (Rollinde, E. 2019) et en deux dimensions sur feuille – sont réalisées pour les aider à s'approprier le point de vue de Rahan. Enfin, un globe terrestre, un personnage sur le globe et une source lumineuse représentant le Soleil permettent de faire le lien entre les modélisations analogiques précédentes et la représentation par Rahan de la forme de la Terre, de ses propres mouvements sur la Terre et du mouvement du Soleil dans le ciel. La reconstruction d'un raisonnement inhabituel en essayant de se mettre à la place du personnage sert de porte d'entrée à une réflexion sur la notion de modèle. Suite à ces deux séquences, le formateur introduit le principe (galiléen) de relativité du mouvement.

Pré et post-test(s)

Un test portant sur les contenus abordés dans la formation est réalisé avant et après la mise en œuvre des séquences. Les questions posées sous forme de QCM et de questions ouvertes sont extraites de trois questionnaires : le premier élaboré par Jean-Michel Rolando à destination d'élèves de cycle 3 portant sur les phénomènes observables par les élèves (Rolando, 2003), les deux autres destinés à évaluer la compréhension des phases de la Lune (LPCI, Lindell & Olsen, 2002) et les conceptions astronomiques (AMS, LoPresto & Murrell, 2011) d'élèves de niveau lycée et au-delà. L'évolution de l'appropriation du principe de relativité du mouvement par les participants à l'étude est évaluée en leur demandant

de se (re) positionner à différents moments sur les mêmes propositions et de formuler des réponses face à des situations où différents personnages expriment des points de vue tranchés en lien avec la relativité du mouvement (Blanquet & Picholle, 2018 & 2021).

Premiers résultats

Les séquences contribuent à une amélioration significative de la maîtrise des contenus astronomiques par les participants. Sur les 15 questions posées, le score moyen passe de 6,5 au prétest (138 étudiants) à 13,2 au post-test (129 étudiants). Le tableau 1 montre l'évolution sur cinq des questions posées.

Questions posées (extraites du LPCI)	Prétest (n=138)	Post-test (n=129)
Si la Terre était cubique, les phases de la Lune en seraient-elles modifiées?	45 %	89 %
La Lune tourne autour de la Terre. Combien de temps dure approximativement une révolution complète?	44 %	93 %
En Australie un observateur observe la Lune qui a l'aspect suivant (pleine Lune dessinée). Quelle forme aura la Lune si vous l'observez en France un peu plus tard le même jour?	51 %	84 %
Qu'est-ce qui explique la différence d'aspect entre une pleine Lune et un quartier de Lune?	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. Laquelle permet d'observer une pleine Lune sur Terre?	32 %	95 %

Tableau 1. Résultats des étudiants à 5 questions du QCM LPCI
(% de réponses correctes, pré- et post-test)

Dans un contexte Terre/Soleil, il s'avère en revanche plus difficile pour les étudiants de dépasser le paradigme

copernicien. À l'issue de la séquence « Rahan », il leur a été demandé comment ils réagiraient dans le cas où « un physicien » affirmerait que, du point de vue de la Terre, il est légitime de dire que le Soleil tourne autour de la Terre; ou bien dans celui où un enfant, après avoir vu le Soleil se déplacer dans le ciel au cours de la journée, affirmerait qu'il a le droit de dire que le Soleil tourne autour de la Terre. Seuls huit étudiants (sur cent vingt-trois) résistent au réflexe copernicien aveugle. Sept répondent sans prendre de risque (e.g. « [Je lui dirais] *que sa remarque est très intéressante et que nous allons procéder à des expériences et des recherches pour voir si elle est juste ou fausse* ») et un seul reconnaît spontanément la légitimité du point de vue de l'élève : « *tu as raison, on voit bien le Soleil se déplacer dans le ciel au cours de la journée; mais tu ne peux pas savoir si c'est le Soleil qui tourne autour du Soleil ou l'inverse. Viens, on va essayer avec des balles, tu vas voir, les deux sont possibles* ».

La suite de la formation ayant été différente pour les étudiants de M1 et M2, nous allons désormais distinguer les deux publics. Les M1 ont bénéficié d'un cours rapide sur les saisons utilisant uniquement le modèle héliocentrique et d'une brève présentation historique des grandes figures de l'astronomie. Interrogés en fin de cours, ils restent très majoritairement coperniciens. Trois étudiants sur soixante-dix apparaissent galiléens et six répondent sans prendre de risque tandis que tous les autres réaffirment que c'est la Terre qui tourne *et non l'inverse*. Néanmoins, dans un autre contexte, ils s'avèrent capables de mobiliser le principe de relativité. Ainsi, deux mois après, dans un questionnaire basé sur le volontariat (37 participants), ils sont trente-quatre (92 %) à accepter l'affirmation « La description du mouvement dépend de l'observateur qui le décrit » et vingt-cinq (67 %) à accepter que le point de vue d'une vache et celui d'un voyageur installé dans un train sont tous deux légitimes pour décrire respectivement le mouvement du voyageur et

celui de la vache. Par ailleurs, lorsqu'on leur demande s'il est problématique qu'un observateur sur la Terre voie la Lune se déplacer alors qu'un observateur situé sur la Lune ne voit pas la Terre se déplacer, trente étudiants répondent par la négative et sept (19 %) le justifient en invoquant le choix par les observateurs de deux référentiels différents.

Les M2 ont quant à eux observé la modélisation du phénomène des saisons dans les référentiels géocentrique et héliocentrique puis ont bénéficié d'une brève histoire de l'évolution des idées en astronomie. En fin de cours, sur cinquante-quatre étudiants interrogés, quarante-cinq sont capables d'adopter une posture galiléenne sur une question relative aux mouvements Terre/Soleil tandis que cinq répondent sans prendre de risque et que deux autres restent coperniciens. Deux mois après, sur trente-deux étudiants interrogés, douze (37 %) maintiennent une posture galiléenne lorsqu'on leur propose de réagir à un extrait de manuel dans lequel les auteurs ont adopté une posture copernicienne.

Conclusion et perspectives

Les précédentes mises en œuvre de la séquence « Kepler » auprès d'élèves du primaire, de collègue et de lycée, d'étudiants, de professeurs des écoles en formation continue et d'enfants et de parents participant à des manifestations ludiques (Scientilivres à Labège et les Utopiales à Nantes) avaient montré des participants qui s'engagent dans la séquence et prennent plaisir à y participer et à jouer avec une image (dans la limite de ce que perçoit le formateur et de ce qu'expriment librement les participants) mais n'avaient pu faire l'objet d'une évaluation de l'appropriation des contenus en astronomie travaillés. La séquence « Rahan » menée dans plusieurs classes de CE2, CM1 et CM2 avait abouti à des réactions comparables de la part des élèves. La réalisation de pré- et post-tests dans le cadre de la formation d'enseignants indique

que le couplage de ces deux séquences s'avère très efficace pour les former sur des questions relatives à l'astronomie et leur permet de découvrir et d'accepter le principe de relativité du mouvement dans des contextes liés au quotidien (train, manège). Néanmoins, leur appropriation du principe de relativité du mouvement reste fragile dans un contexte où le paradigme copernicien est fortement dominant.

Références bibliographiques

BLANQUET, E. & PICHOLLE, É. (2021, soumis). Emergence Of Conformist Thinking Under Strong Paradigmatic Pressure : The Case Of (Galilean) Relativity. <https://arxiv.org/abs/1912.04110>

BLANQUET, E. (2021, sous presse). Des pirogues comme le Soleil? Points de vue et estrangement visuel dans « Le Secret du Soleil » de Roger Lécureux & André Chéret. In Ph. Baryga, E. Blanquet et É. Picholle (dir.), *Lecture d'images et estrangement visuel*. Nice : éditions du Somnium.

BLANQUET, E., BARYGA, Ph. & PICHOLLE, É. (2019). *Le Secret du Soleil : un pas de côté précopernicien avec Raban. Science en récit, science en image*. Angoulême, 15-17 mai 2019.

BLANQUET, E. & PICHOLLE, É. (2018). Démarche d'investigation, pédagogie frontale et principe d'autorité : l'exemple du système héliocentrique. *Recherches en Éducation*, n° 34, pp. 62-74. Dossier Éducation scientifique et émancipation, dir. Denise Orange. Accessible en ligne : <https://doi.org/10.4000/rec.1866>

BLANQUET, E. & PICHOLLE, É. (2011). *Challenging pre-Galilean misconceptions through alternative visualizations*. Actes de la Conférence ESERA, 5-9 septembre 2011, Lyon, France. Accessible sur le site Hal : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01352767>

BLANQUET E. (2011). Astronomie et mouvements relatifs : sortir du cadre. In E. Blanquet & É. Picholle (dir.), *Science et fictions à l'école : un outil transdisciplinaire pour l'investigation ?* Nice : Somnium. pp. 149-177.

CHÉRET, A. & LÉCURIEUX, R. (2011). *L'Enfance de Rahab – Le Secret du Soleil – La Horde Folle*. Paris : Éd. Cobra. (première parution dans Pif gadget, n° 1, avril 1969).

MANCHU (2002). *Science (Fiction)*. Paris : Delcourt.

LOPRESTO, M. & MURRELL, S. (2011). *An Astronomical Misconceptions Survey*. J. Coll. Sci. Teaching 40 (5), 14.

LINDELL, R. & OLSEN, J. (2002). *Developing the Lunar Phases Concept Inventory*, Physics Education Research Conference 2002, Boise, Idaho.

ROLANDO, J.-M. (2003). *L'Astronomie, la Terre et les astres*. Paris : CNDP.

ROLLINDE, E. (2019). Learning Science Through Enacted Astronomy. Int J of Sci and Math Educ 17, 237–252. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9865-8>

SALTIEL, E. & MALGRANGE, J.-L. (1980). “Spontaneous” ways of reasoning in elementary kinematics. *European Journal of Physics*, n° 1, p.73-80.

SUVIN, D. (1977). *Pour une poétique de la science-fiction*. Québec : Presses de l'univ. du Québec.