

# « Les Grandiloquents » : co-construction d'une bande dessinée numérique pour la classe

## Seconde expérimentation de l'épisode sur la gravitation

### Résumé

Cette communication porte sur la conception et l'expérimentation d'une bande dessinée numérique sur le thème de la gravitation au niveau seconde, co-écrite par des auteurs de BD et un chercheur en didactique de la physique. La co-écriture a permis d'établir une correspondance entre les objectifs didactiques et le fil conducteur du récit, en tirant parti des spécificités du médium. Après une présentation du principe narratif, des fondements de l'épisode et du cheminement conceptuel proposé, un exemple d'articulation de choix didactique, scénaristique et graphique est présenté. Une séquence d'enseignement utilisant l'épisode de bande dessinée a été conçue et expérimentée dans une recherche précédente. Basée sur les résultats de cette première expérimentation, une seconde version de la séquence a été développée. Nous exposons les grandes lignes de cette nouvelle séquence, ainsi que son expérimentation en classe de seconde générale.

Mots-clés : co-construction, bande dessinée numérique, gravitation, histoire des sciences, expérimentation.

### Abstract

This study deals with the design and experimentation of a webcomic on the theme of gravitation for high school level, co-constructed by comic book authors and a researcher in physics education research. The co-writing made it possible to establish a correspondence between the conceptual objectives and the common thread of the narrative, by taking advantage of the specificities of the medium. After a presentation of the narrative principle, the foundations of the episode and the conceptual pathway designed, we discuss an example of the articulation of didactic, narrative and graphic choices. A teaching sequence using the webcomic episode has been developed and experimented in class in a previous research. Based on the results of this first experiment, a second version of the sequence has been designed. We outline this new sequence, as well as its experimentation with first year of high school student.

Key-words : co-construction ; webcomic; gravitation ; history of sciences ; experimentation.

## Introduction

Des auteurs de BD de l'association Stimuli, spécialisée dans les liens entre bande dessinée et la transmission des sciences, et des chercheurs en didactique se sont associés pour concevoir et analyser, en collaboration, une série de bandes dessinées numériques. Actuellement en cours de développement cette série se nomme Les Grandiloquents. Dans ce projet, les chercheurs en didactique des sciences sont invités à participer activement au choix des thèmes, à la relecture, à l'amélioration du scénario et du storyboard de chaque épisode, et conduisent des expérimentations en classe de séances utilisant la série.

Cette communication porte sur la co-construction et l'expérimentation du deuxième épisode de la série portant sur la gravitation, au niveau seconde. Celui-ci a déjà fait l'objet d'une première expérimentation ayant permis de mettre en évidence différents problèmes sur son utilisation en classe (Auteur, 2019). Nous présentons ici une nouvelle proposition d'utilisation de la BD, développée en prenant en compte les résultats et questions ayant émergés dans la première expérimentation. Cette nouvelle proposition a été expérimenté à son tour avec cinq classes de seconde. Nous exposerons la méthodologie ayant été mise en œuvre et les données recueillies.

## Principe narratif de la série

La narration de chaque épisode de la série est fondée sur la mise en scène de quatre adolescents membres d'un club de théâtre amenés à jouer des pièces faisant écho à l'histoire de la thématique scientifique traitée.

L'approche historique des savoirs est susceptible d'aider les élèves à la compréhension des obstacles épistémologiques rencontrés par les scientifiques dans le passé, par analogie avec les leurs, ainsi qu'à explorer les franchissements réalisés par ces scientifiques au cours de l'élaboration de leurs concepts, lois ou théories (Hosson & Schneeberger, 2011). Le récit de bande dessinée est ici pensé pour interroger les élèves sur leurs propres conceptions et les guider dans la résolution des questionnements soulevés, avec l'aide de leur professeur.

## Les fondements de l'épisode sur la gravitation

Plusieurs éléments interdépendants ont influencé l'écriture du récit : l'état de l'art de la recherche en didactique sur la notion de gravitation, le principe narratif de la série présenté en amont, la pièce de théâtre choisie comme prétexte au récit, et les spécificités de la navigation numérique. Celle-ci rend notamment possible une lecture collective en classe, dont le rythme est contrôlé l'enseignant.e selon les besoins de la séquence. Des éléments du récit (une scène, un dialogue, l'expression d'un personnage) peuvent ainsi apparaître ou disparaître à l'écran, donnant une autre dimension aux éléments narratifs, que M. Boudissa (2016) nomme « poétique de l'apparition-disparition » des images. Cette caractéristique spécifique permet aussi d'éviter une anticipation des élèves sur le cours du récit, et permet le temps du questionnement.

D'après la littérature en didactique sur le sujet, un obstacle majeur est l'idée qu'il n'y ait pas de gravité dans l'espace (Kavanagh & Sneider, 2006). L'objectif défini en conséquence est alors de proposer un récit graphique permettant de mettre en évidence les liens entre les mouvements de chute sur Terre (associé au terme de gravité) et le mouvement de révolution dans l'espace.

La pièce de théâtre choisie est Micromégas, le conte de Voltaire dans lequel le philosophe met en scène deux géants se déplaçant de planète en planète "grâce aux lois de la gravitation". Ce contexte, considéré du point de vue des élèves, permet d'envisager le paradoxe suivant : dans les médias, les images d'impesanteur dans lesquelles les astronautes "flottent" suggèrent qu'il n'y a pas de gravitation dans l'espace. Comment alors les géants de Voltaire pourraient-ils s'y déplacer "grâce à la gravitation" ? C'est à cette question que les élèves vont être confrontés, à travers les interrogations des personnages de la bande dessinée.

## Logique du cheminement conceptuel proposé

### *L'enjeu didactique*

L'idée qu'il n'y aurait pas de gravité dans l'espace peut être reliée aux images d'astronautes en impesanteur, très répandues dans les médias. Le terme de gravité étant associé dans le langage courant au phénomène de chute, le fait que les astronautes ne chutent pas mais « flottent » semble impliquer une absence de gravité dans l'espace, selon un raisonnement commun qu'on peut résumer de la façon suivante : « pas de chute => pas de gravité ».

L'invalidité de cette implication, du point de vue de la physique, tient au fait que force de gravitation permet de rendre compte non seulement de la chute, verticale ou parabolique, mais également du mouvement orbital dans l'espace. Or les astronautes en impesanteur dans leur station spatiale, vus du centre de la Terre, ont bien un mouvement circulaire autour de la Terre. Dépasser la logique initiale « pas de chute => pas de gravité » nécessite de comprendre comment la notion de gravité peut être étendue au mouvement orbital, pourtant visuellement très différent de celui de chute. L'enjeu didactique consiste ainsi à mettre en évidence les liens entre la chute sur Terre et le mouvement orbital.

### *Spécificité de l'approche proposée*

La proposition d'approche que nous présentons ici a émergé en considérant la possibilité de visualisation du format bande dessinée. L'originalité de cette proposition est de prendre appui sur une information directement accessible dans la situation d'impesanteur, mais qui n'est pas mise en avant ni utilisée dans l'ensemble des ressources sur le sujet que nous avons pu consulter jusqu'ici.

Il s'agit du fait suivant : l'état d'impesanteur d'un astronaute dans (ou en dehors) d'une station spatiale *implique que l'astronaute ait la même trajectoire et même vitesse que la station spatiale, alors que leur masse sont très différentes*. Ce fait permet un rapprochement avec la chute libre des corps sur Terre, dont on sait que la vitesse ne dépend pas la masse (lorsque l'influence de l'air est négligeable).

### *Structure du cheminement conceptuel*

Le cheminement conceptuel conçu à cette fin passe par deux objectifs intermédiaires :

**Objectif 1 : Mettre en évidence les points communs entre la chute libre et le mouvement orbital à partir de la situation d'impesanteur.**

Le premier point commun est que la chute et le mouvement orbital apparaissent tous deux, du point de vue des corps en mouvement, comme des états d'impesanteur. Le second point commun est que ces deux types mouvements ne dépendent pas de la masse.

**Objectif 2 : Justifier les points communs entre chute et mouvement orbital par leur continuité, en considérant la vitesse par rapport au sol.**

La continuité entre les deux mouvements peut être visualisée à partir du schéma du « canon de Newton », où sont représentés les différentes trajectoires de chute d'un boulet de canon selon la vitesse fournie au départ. Il s'agit d'une expérience de pensée proposée par Newton dans en 1685 (dans "De mundi Systemate", publié en 1728). Elle permet d'imaginer comment la chute parabolique, en augmentant la vitesse initiale, peut devenir une chute allant si loin que le rapprochement du sol soit compensé par la courbure de la Terre. L'objet se rapproche d'autant de la surface terrestre que celle-ci "s'éloigne" en se courbant, au point qu'il fasse le tour. La chute verticale, la chute parabolique et le mouvement orbital peuvent alors être vus comme trois cas d'un même type de mouvement, à savoir le mouvement lié à la gravitation, justifiant ainsi les points communs mis en évidence.

## Un exemple d'articulation de choix didactique, scénaristique et graphique

La mise en évidence du premier point commun entre chute et mouvement orbital (objectif 1) consiste à montrer en quoi la chute libre peut être comparée à une situation d'impesanteur, en choisissant le

point de vue interne à la chute. Cette idée a été contextualisée dans une scène se déroulant dans une salle d'escalade, où les personnages peuvent expérimenter la chute sur des tapis en mousse. La situation utilisée est la chute simultanée de deux personnes et d'une pomme (voir figure 1b). Deux spécificités du média bande dessinée sont exploitées dans cette mise en scène. D'une part : le ralentissement du temps par séquençage de la chute en plusieurs actions, que les personnages commentent, bien que cette situation soit trop brève dans la réalité pour qu'ils puissent échanger verbalement. D'autre part, le "pacte fictionnel" invite à accepter le caractère irréaliste de ce ralentissement, compris implicitement comme visant à attirer l'attention sur cet instant. Ce choix de mise en scène graphique est enrichi par l'outil numérique : cette séquence visuelle est animée par le défilement de l'arrière-plan (par un GIF animé) tandis que les personnages qui chutent restent statiques à l'écran.

D'autres particularités de la bande dessinée sont mises à profit dans ce récit "didactique" telles que l'usage d'images de pensées en interaction avec la scène où elles sont imaginées (voir par exemple les figures 2a et 2b, correspondant à la mise en évidence du second point commun de l'objectif 1).



Figure 1a (à gauche) et 1b (à droite)

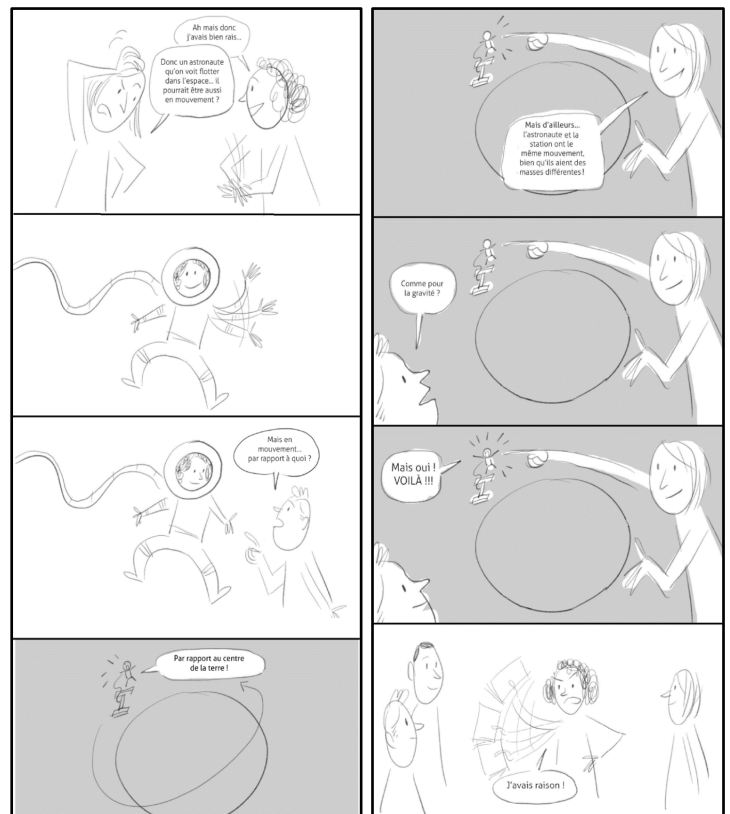


Figure 2a (à gauche) et 2b (à droite)

## Première expérimentation

Une première séquence utilisant l'épisode a été expérimentée avec une classe de seconde générale et technologique, selon une méthodologie inspirée de l'ingénierie didactique (Artigue, 1998). L'analyse des données de cette expérimentation (Auteurs, 2019) montre que les élèves sont très majoritairement intéressés et amusés par la BD, et déclarent ne pas avoir ressenti de difficultés particulières, ni à sa première lecture, ni suite à l'activité questionnant les scènes clés. Si ce constat d'appréciation est a priori un marqueur positif relativement à l'engagement dans un travail sur la BD, rejoignant par exemple les résultats de (Hosler & Boomer, 2011), l'analyse des traces écrites et des enregistrements audios révèle une incompréhension importante du raisonnement en jeu, pour la majorité des élèves. Ces difficultés ont pu être reliées au choix, pour la première expérimentation, de proposer une séquence assez peu guidée, afin d'observer dans quelle mesure les élèves seraient capables d'identifier par eux-mêmes les liens entre les différentes scènes de la BD et de reconstituer la logique du cheminement proposé.

Il apparaît ainsi que pour comprendre le raisonnement mis en scène dans le récit, un certain rythme de progression doit être imposé, différent du rythme de lecture du récit. Une gestion de ce rythme par l'enseignant a été proposée, de manière à permettre la compréhension de chaque étape et guider l'attention des élèves sur les liens logiques entre celles-ci. Le travail de développement d'une nouvelle version de la séquence a ainsi cherché à répondre à la question générale suivante : *Une fois les élèves intéressés par le média proposé, quel niveau de guidage est nécessaire pour qu'une majorité d'entre eux réussissent à prendre conscience des points de difficultés et saisir la logique du cheminement conceptuel en jeu ?*

## Nouvelle proposition d'utilisation de la BD

Le parti pris de la deuxième version de la séquence a été de concevoir un guidage beaucoup plus précis du travail sur la BD dans une première séance, puis lors d'une seconde séance de proposer un travail en autonomie à partir de la BD.

### *Structure de la première séance*

Suite à une première lecture, un temps est accordé en premier lieu à l'explicitation du problème physique : « La gravitation est-elle présente ou non dans l'espace ? ». Dans un second temps, des questions d'interprétation de scènes de la BD sont posées pour en tirer les conséquences sur les phénomènes physiques en jeu et leurs relations. Dans l'activité suivante, la démarche inverse est proposée : quatre idées centrales sont formulées de manière générale, et les élèves doivent retrouver les moments précis de la BD où elles sont mises en évidence. La difficulté à ce niveau est de relier l'interprétation physique des scènes dans l'étape précédente à un énoncé plus général. Les élèves doivent ensuite relier les quatre idées générales énoncées dans la partie précédente aux points communs que l'on cherche à mettre en évidence, explicitement formulés. Cette activité, relativement simple, a pour but de focaliser l'attention sur l'explicitation des points communs entre chute et mouvement orbital. La partie suivante consiste en un travail sur deux documents. Le premier explicite le raisonnement associé au schéma historique du canon de Newton, apparaissant dans le récit. Le second développe en quoi le lien entre chute et mouvement orbital permet de comprendre leurs points communs. Les questions posées sur les documents visent à localiser précisément ces informations dans le texte. Enfin la dernière étape de la première séance vise à rédiger, individuellement puis collectivement, un raisonnement synthétique permettant de répondre au problème de départ.

### *Seconde séance : travail de synthèse en autonomie*

La seconde séance a lieu une semaine plus tard, les élèves travaillent en binôme, uniquement à partir de la BD (sans leur support de travail de la première séance). Après quelques questions rapides pour resituer le problème et le contenu des chapitres de la BD, la question principale est la suivante : « *Beaucoup de personnes pensent qu'il n'y a pas de gravitation dans l'espace, ayant en tête les images d'astronautes qui flottent. En vous appuyant sur la BD et l'activité de la semaine dernière, rédiger un petit texte ayant pour but de convaincre une personne que malgré l'état d'impesanteur des astronautes, la gravitation est tout de même présente dans l'espace* ». L'objectif est d'évaluer dans quelle mesure les élèves sont capables de reconstituer par eux même, *a posteriori*, un raisonnement répondant au problème physique en jeu.

## Méthodologie d'expérimentation

Cette nouvelle séance a été expérimentée avec cinq classes de seconde, en demi groupe. Les données recueillies sont pour chaque séance : les traces écrites, les enregistrements audios des discussions en binôme, associés aux captures vidéo des écrans d'ordinateur sur lesquels les élèves naviguent dans la bande dessinée. L'analyse des données, actuellement en cours, vise à déterminer le niveau de compréhension des élèves et la manière dont il utilise le média dans les différentes phases des séances.

## Bibliographie

Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en didactique des Mathématiques*, 9 (3), 281-308.

Auteur (2015). Une reconstruction conjointe de la dynamique et de la gravitation newtoniennes : conception et évaluation d'une séquence d'enseignement inspirée par l'histoire et l'épistémologie de la physique. Thèse de doctorat en didactique des Sciences physiques. Université Paris Diderot et Sorbonne Paris Cité.

Auteurs (2019). Co-construction et expérimentation d'une bande dessinée numérique pour la classe : les Grandiloquents, épisode sur la gravitation. *Tréma*, 51.

Hosson, de C., & Schneeberger, P. (2011). Orientations récentes du dialogue entre recherche en didactique et histoire des sciences. *Recherches en Didactique des Sciences et de la Technologie*, vol. 3

Boudissa, M. (2016). Typologie des bandes dessinées numériques. Bande dessinée et numérique, sous la direction de Pascal Robert. Paris : CNRS Éditions.

Kavanagh, C. et Sneider, C. (2006). Learning about Gravity II. Trajectories and Orbits: A Guide for Teachers and Curriculum Developers. *Astronomy Education Review*, vol. 5, no 2, 53-102.