

Une situation de résolution de problème en physique à l'épreuve du récit

Résumé

Dans le cadre d'un projet collaboratif entre enseignants et chercheurs, nous nous intéressons à la manière dont les enseignants et les élèves, de collège et lycée, s'emparent du récit qui structure la situation initiale d'une activité de résolution de problème. Notre approche combine le cadre théorique de la modélisation (didactique des sciences) à celui du récit. Nous étudions ainsi l'inscription de la situation proposée aux élèves dans un récit, pour lequel un évènement, traduit par les élèves en problème de physique, serait l'élément clé incitant les élèves à mobiliser des savoirs scientifiques en vue de l'élaboration d'une solution.

Mots-clés : résolution de problème ; physique ; modélisation ; récit ; fiction.

Abstract

In the context of a collaborative project between teachers and researchers, we are interested in how teachers and students, both middle and high school, capture the history that structures the initial situation of a problem-solving activity. Our approach combines the theoretical framework of modeling (science didactics) with that of storytelling. We thus study the inscription of the situation proposed to the students in a story, for which an event, reformulated by the students as a scientific problem, would be the key element encouraging the students to mobilize scientific knowledge for the development of a solution.

Key-words : problem solving ; physics ; model ; narrative, fiction.

Introduction

Cette étude s'inscrit dans une recherche collaborative apparentée à la Design-Based Research. Par itérations successives nous produisons du matériel pédagogique qui véhicule des résultats de la recherche mis à l'épreuve de la pratique (Design-Based Research Collective, 2003). À l'origine de ce projet, nous avons la volonté de faire entrer les élèves dans un nouveau rapport aux savoirs en physique, pour les aider à choisir, parmi les savoirs à disposition, ceux qu'ils estiment pertinents pour résoudre une situation proche de leur vie quotidienne (Derolez & Bécu-Robinault, 2021). Au cours de la première phase du projet, une situation, mettant en jeu une scène de poursuite de James Bond a été élaborée puis analysée sur la base de cadres théoriques relatifs notamment à la modélisation (Bécu-Robinault, 2022). Dans la deuxième phase, une enseignante impliquée dans la première phase a élaboré, avec un enseignant jusqu'alors non impliqué dans le projet, une nouvelle situation problème à partir d'un extrait de film issu de la saga Star Wars. Afin de respecter les contraintes issues de la recherche, la situation se devait d'engager un objet ou un phénomène, être décrite sans grandeur physique, avoir plusieurs chemins de résolution possible, et enfin de proposer un contexte attractif et motivant.

Nous revenons dans cette proposition de communication sur un aspect que nous avons peu pris en compte lors de la première phase du projet, à savoir l'inscription de la situation problème dans une histoire. L'événement décrit par l'histoire, qui doit être traduit par les élèves en problème scientifique (Orange-Ravachol & Triquet, 2007 ; Orange-Ravachol, 2012), serait l'élément clé incitant les élèves à mobiliser des savoirs scientifiques en vue de l'élaboration d'une solution. Nous avons donc souhaité regarder la situation introduite par l'extrait de Star-Wars (élaborée en phase 2) du point de vue de critères relatifs au récit, afin de voir si ces caractéristiques étaient reprises dans les hypothèses formulées par les élèves pour répondre au problème scientifique posé par la situation. Les résultats de cette étude informeront à terme le guide à produire à destination des enseignants pour la conception de nouvelles activités de résolution de problèmes.

Cadre de conception et d'analyse

Nous présentons ci-dessous les hypothèses de recherche explicitement fournies aux enseignants, ainsi que des éléments relatifs à la structure du récit qui devaient implicitement les guider lors de la conception de leur situation.

Les hypothèses relatives à la modélisation

Les premières hypothèses de recherche fournies aux enseignants concernent la modélisation. La modélisation, activité épistémologique constitutive de la physique, est définie comme la recherche de relations entre les objets, les phénomènes et les concepts, les lois permettant d'expliquer, d'interpréter, de prédire ces phénomènes (Tiberghien, 1994). Dans le cadre de notre projet, cette approche permet de comprendre la mobilisation des concepts et des modèles physiques lors de l'étude d'une situation réelle ou fictive. Ainsi, dans les documents d'aide à la conception fournis aux enseignants, il était indiqué que le texte de la situation doit introduire le problème en décrivant un phénomène ou des objets sans introduire de grandeur physique. L'exemple de la situation mettant en scène James Bond est fourni « James Bond poursuit le Chiffre... Il doit absolument arrêter les actions du malfaiteur qui se trouve actuellement à bord d'un bateau. L'agent 007 s'est procuré un hélicoptère qui vole actuellement au-dessus du bateau. James se prépare à sauter sur le bateau ! ». Le texte, tout comme l'illustration choisie, ne donnent pas d'indication ni sur la vitesse, ni sur la trajectoire de l'hélicoptère et du bateau.

La situation est suivie de la question : « Comment le pilote de l'hélicoptère doit-il s'y prendre pour larguer James Bond de manière que ce dernier saute et atterrisse à coup sûr sur le bateau du malfaiteur ? ».

Les données structurantes du récit (Bruner)

Afin d'analyser les situations proposées aux élèves du point de vue du récit, nous avons souhaité outiller notre analyse à partir de critères permettant de comprendre en quoi les situations répondent aux fonctions structurantes et problématisantes du récit au sens de Bruner. Penser la situation permet de situer les différents éléments qui entrent en jeu dans l'histoire : les personnages (humains ou non), les objets (avec lesquels les personnages interagissent), les lieux (réels ou imaginaires), le temps (présent, passé, futur ou fictionnel). Elle s'appréhende à la fois par la donnée d'information sur ces quatre types d'éléments, et par la structure qui permet de les relier. Le récit engage les éléments de l'histoire dans une situation qu'il n'est pas toujours possible d'atteindre directement et qui peut devenir une situation de référence (Bruner, 2008). Dans la situation donnée en exemple aux enseignants nous retrouvons des personnages (James Bond, le Chiffre et le pilote) qui interagissent avec des objets (le bateau et l'hélicoptère), dans un lieu (en mer). L'usage majoritaire du présent par le narrateur rend le récit vivant et plus proche de l'élève. Les éléments de cette histoire sont engagés dans une situation où James Bond, espion des services secrets Britannique surentraîné, poursuit le malfrat qui s'évade à bord d'un bateau. L'agent 007 doit sauter de l'hélicoptère, atterrir sur le bateau et neutraliser le Chiffre.

Selon Bruner, le récit est aussi une structure où le temps fait sens : il passe par l'organisation d'événements dans le temps, ce qui structure la situation et lui donne du sens. Il faut nécessairement qu'il se "passe quelque chose" pour qu'il y ait une histoire à raconter. Il s'agit donc de mettre en évidence dans la situation décrite un schéma narratif *a minima*, composé d'une situation initiale, d'un élément perturbateur, d'éléments de résolution pour parvenir à une situation finale. Dans notre exemple, James Bond est en hélicoptère et vole à la poursuite du Chiffre qui est en bateau. Le fait que James Bond s'apprête à sauter est la péripétie. La situation finale, évoquée dans la question : James Bond arrive à sauter sur le bateau (il n'est pas blessé et arrête le malfaiteur).

Dans un récit, la recherche du sens se fait autour d'un élément problématique leitmotiv important selon Bruner : "Le récit raconte quelque chose d'inattendu ou quelque chose dont l'auditeur a des raisons de douter" (Bruner, 2008). Le récit, *via* l'élément perturbateur, bouscule les connaissances, engage les élèves à affronter une réalité qu'il permet d'appriivoiser et de comprendre. Les élèves, en vue de trouver de l'intelligibilité dans la situation, vont être amenés à entrer dans une activité de problématisation. À travers la question posée par le professeur, la péripétie devient un véritable élément de la problématisation qui incite les élèves à se demander où doit être l'hélicoptère par rapport au bateau pour que James Bond arrive sur le bateau ?"

Questions de recherche

Nous souhaitons mettre en évidence comment les enseignants se sont ou non emparés de cette structure récit pour formuler une nouvelle situation et en quoi cette structuration sous forme de récit permet aux élèves de répondre au problème en mobilisant à la fois les éléments du récit et les éléments de modèles physiques.

Méthodologie et analyses

Afin de conduire cette recherche, nous combinons deux types de données : la situation construite par les deux enseignants, complétée ponctuellement par des éléments relatifs à un entretien d'explicitation réalisé auprès de l'enseignant en charge des classes dans lesquelles la situation a été mise en œuvre ; des réponses à un questionnaire envoyé aux élèves, après cette séance de résolution de problème. Ces résultats compléteront ceux issus d'une précédente recherche au cours de laquelle notre attention s'était focalisée sur le processus de résolution par un groupe, analysé *via* la transcription des interactions en classe.

Description de la situation

La séance débute par le visionnage d'un extrait très court (8 secondes) de Star Wars II (Lucas, 2002). Dans cette séquence, les élèves voient Obi-Wan traverser un champ d'astéroïdes très dense (les anneaux de la planète Geonosis) dans son vaisseau spatial. Le point de vue de la caméra alterne

entre vue interne au vaisseau (le spectateur est dans le véhicule) et vue externe (le spectateur est observateur extérieur de la scène, dans l'espace). Le vaisseau fait des prouesses de pilotage pour éviter de percuter les blocs rocheux de la ceinture planétaire (Lehoucq, 2017) puis se cache dans l'un d'eux. Le bloc rocheux reçoit alors une « charge sismique » (larguée par le vaisseau spatial ennemi). L'explosion de la charge produit une lumière bleue intense, qui forme une boule s'étend rapidement sous la forme d'un disque. La scène est silencieuse. La séquence est coupée avant de voir l'astéroïde se fragmenter. La séquence est montrée trois fois aux élèves. L'enseignant distribue ensuite un document qu'il a conçu à partir du manuel scolaire des Éditions Hatier (Daujean et al., 2017). Ce document est composé de quatre parties : les consignes (question et conseils de rédaction), une description des propriétés macroscopiques et microscopiques des états de la matière, un descriptif de l'oreille comme récepteur de signaux et une activité expérimentale¹ proposant aux élèves de placer la flamme d'une bougie devant le haut-parleur d'une enceinte qui diffuse la musique de leur choix. La question posée par l'enseignant est : « Quelle(s) question(s) scientifique(s) pose cet extrait ? Quelle(s) réponse(s) et explication(s) y donner ? ». Les élèves ont donc la responsabilité de formuler une question relative à cette situation pour chercher ensuite des explications. Cette situation n'introduisant ni concept ni valeur chiffrée, toutes les questions des élèves sont exprimées à partir des objets (vaisseau, roche, etc.) et des événements (explose, entend, etc.) présentés dans l'extrait. Le choix de cette situation par l'enseignant a été motivé par sa volonté de s'appuyer sur des situations connues des élèves, qui suscitent leur intérêt, qui ne relèvent pas tout de suite d'une modélisation, qui ne soit pas « faire de la physique pour faire de la physique ».

Analyse en termes de récit et de modélisation de la situation proposée par l'enseignant

La situation se construit autour d'un personnage principal (Obi-Wan) et d'un interlocuteur invisible pour les élèves (un droïde à qui il adresse : "seismic charges, stand by"). Obi-Wan interagit avec son vaisseau, un champ d'astéroïdes et la charge sismique. L'action se déroule dans l'espace ou dans le vaisseau, dans un temps fictionnel. Les éléments (personnages, objets, lieux, temps) de cette histoire sont engagés dans une situation où Obi-Wan communique depuis son vaisseau avec son droïde et esquive une charge lancée par ses poursuivants qui fait exploser un astéroïde sur son passage. Cette situation fictionnelle permet aux élèves de prendre appui sur une compréhension commune minimale de ce que vivent les personnages en contexte et devient une situation de référence au sens de Bruner. Dans la situation initiale, Obi-Wan parle à son droïde depuis son vaisseau. L'élément perturbateur est la charge explosive qui vise un astéroïde sur sa trajectoire. Dans la situation finale la charge explose, émet une lumière bleue mais aucun bruit. Le récit, *via* l'élément perturbateur qu'est l'explosion silencieuse, engage les élèves à affronter une situation qu'il permet d'apprivoiser et de comprendre. Les élèves vont être amenés à entrer dans une activité de problématisation grâce à cet élément perturbateur. C'est une situation formulée en termes d'objets et événements, les documents donnés fournissent des éléments relatifs aux modèles utiles pour la résolution. Comme dans la situation donnée en exemple, c'est aux élèves de mettre en relation ces éléments de modèles avec la situation pour proposer une explication.

Les solutions, racontées par les élèves

À l'issue des séances de résolution de problème, nous avons demandé aux élèves de compléter un questionnaire visant à recueillir leur avis sur la séance, tant du point de vue de la forme (travail en groupe, situation travaillée en relation avec le travail habituellement demandé en classe de physique...) que du fond (niveau en physique, sentiment de réussite à l'issue de l'activité, utilité des documents fournis...). Il leur était également demandé de reproduire la réponse qu'ils avaient fournie au problème pendant l'activité. Parmi ces questions, l'une d'elle portait sur les hypothèses formulées pour conduire les activités. Les élèves étant interrogés en fin d'activité, la question a été comprise par la quasi-totalité des élèves comme les résultats mis en évidence à travers les activités

¹ Nos enregistrements vidéos indiquent que l'activité expérimentale, dont l'objectif est de reproduire la situation visualisée avec des objets que les élèves peuvent manipuler, a occupé les élèves entre 6 et 9 minutes.

conduites au cours de la séance. Cette sélection des hypothèses - conduisant à omettre toutes celles qui n'avaient pas pu faire l'objet d'une investigation ou celles qui se sont avérées erronées - avait déjà été mise en évidence lors d'une précédente recherche. Elle conduit les élèves à sélectionner l'hypothèse qui a été travaillée et pour laquelle une réponse a été obtenue. Ces réponses reflètent à la fois la question à laquelle les élèves essaient de répondre (relative à l'extrait Star Wars, ou à la situation expérimentale) et les éléments de modèles et les objets nécessaires pour fournir une réponse.

Nous avons recueilli 124 questionnaires parmi lesquels 80 sont exploitables au regard de la question qui nous intéresse. Certaines réponses (9 au total) laconiques ne seront pas analysées dans la suite de notre propos.

Les réponses mettant en jeu les éléments de l'histoire (l'espace, le vaisseau spatial, l'explosion ou seulement le son (sans lien explicite avec la musique) ont été catégorisées comme relatives à la situation Star Wars : « Comme dans l'espace il n'y a pas d'air, le son ne peut être porté »

Les réponses en lien avec la flamme, les sons graves / aigus, les sons émis par le haut-parleur ou les vibrations lorsqu'elles sont citées comme objet d'étude premier ont été catégorisées comme relatives à la situation expérimentale : « les vibrations émettent du son et le son se propage dans l'air »

Concernant l'analyse en termes de niveaux de modélisation, nous avons choisi d'analyser les réponses des élèves selon 3 catégories articulant mode narratif et statut ontologique des mots :

- Les réponses faisant intervenir uniquement les objets et les événements : l'espace, l'air, le son (quand il est entendu), le vaisseau, la lumière. Ces réponses formulent au mieux la description de la situation mais ne font pas intervenir de mécanisme de propagation : « Je pensais que c'était² car l'explosion se trouvait dans l'espace » ; « Il n'y a pas d'air dans l'espace, l'espace c'est du vide ».
- Les réponses proposant une explication sur la base d'un modèle « naïf » non totalement conforme au modèle physique. Les termes mobilisés pour expliquer ne sont pas ceux présentés dans les documents, même lorsque les élèves tentent une explication des mécanismes de propagation du son : « l'air transporte le son », « la lumière est trop rapide pour le son ».
- Les réponses faisant intervenir du lexique, lié aux concepts en jeu et donc au modèle physique, les termes étant explicitement formulés dans les documents mis à disposition des élèves : les molécules, la matière, la propagation, les vibrations ; ces réponses font également systématiquement intervenir les objets et événements. Les élèves articulent ainsi les deux niveaux de modélisation pour tenter une explication conforme aux modèles physiques présentés dans les documents : « De quoi est constitué l'espace (molécules, pas molécule...) ». Parmi ces réponses, nous avons veillé à mettre en évidence celles articulant les caractéristiques du milieu de propagation (présence d'air, de molécules, ou absence d'air, de molécules) et la possibilité de propagation du son (vibration, propagation) : « il n'y a pas de bruit dans l'espace car un bruit est le résultat des vibrations des molécules : il n'y a pas de molécules dans l'espace ».

Nous avons ensuite croisé ces analyses afin de mettre en évidence les niveaux de modélisation mobilisés dans les réponses en fonction des situations étudiées.

² Nous conservons l'orthographe des élèves.

Situation mentionnée	Réponse au niveau des objets et événements	Réponse articulant objets, événements et explication naïve	Réponse articulant objets, événements et modèle physique ³
Extrait de Star Wars (N = 67)	26	10	31 (20)
Expérience en classe (N= 4)	1	-	3 (1)
Pourcentage sur le nombre total de réponses d'élèves (N=80)	34%	13%	43% (26%)

Tableau 1 : Identification des éléments mis en relations dans les réponses racontées par les élèves

Notre analyse des solutions racontées par les élèves met en évidence que ces réponses sont pour la plupart (67 sur 80) exprimées en reprenant les éléments de la situation de référence présentée par l'enseignant en appui sur l'extrait de film de fiction. Ainsi, la proposition d'une expérience, n'a pas fait perdre de vue aux élèves les objectifs finaux du problème qui leur avait été soumis. Toutefois, aucun élève ne donne de réponse en lien avec les termes spécifiques décrivant les objets, événements de l'histoire (les mots astéroïdes, poursuite, charge sismique sont absents) ou les personnages de l'histoire (Obi-Wan ou droïde). Au mieux des élèves proposent « Nous avons penser que dans l'espace on n'entendait pas car il n y avait pas d'air alors que dans le vaisseau il y en a alors du coup on entend ». Cette réponse qui articule des objets et événements de la situation de référence, sert d'appui à une explication naïve ne prenant pas en compte les éléments de modèles fournis par l'enseignant.

Le nombre d'élèves répondant uniquement sur la base des objets (27) est proche de celui articulant les niveaux du modèle et celui des objets et événements (34). Cette conformité entre les questions et les réponses des élèves (reproduites dans les questionnaires), que nous pouvons interpréter sur la base du contrat didactique, se retrouve dans de nombreuses recherches conduites au sein de ce projet (Bécu-Robinault, 2022).

Nous avons mis en évidence que cette situation permet à 43% des élèves d'articuler les caractéristiques matérielles de la situation avec les éléments de modèles fournis et à 26 % d'entre eux de construire un modèle conditionnant la propagation du son à la présence d'un milieu matériel (constitué de molécules).

Le repérage des éléments de modèle physique permet de distinguer les réponses d'élèves qui racontent une solution naïve (se référant aux objets et événements de la situation et des questions posées par les élèves), des réponses qui mettent en relation, par le biais du récit, des objets ou événements avec des éléments de modèle. Ces derniers associent le mode narratif et le mode scientifique au sens de Bruner. En associant, à travers le récit, des éléments à première vue disparates, les élèves nous livrent les traces de la construction d'un raisonnement permettant de résoudre la question posée par cet extrait.

Conclusion et perspectives

Le récit livré au travers de cet extrait de film de fiction, associé à un ensemble de consignes produites par le professeur de physique, a conduit les élèves à produire des réponses en lien avec cette situation initiale, même si le temps consacré au visionnage du film est très inférieur à celui passé à expérimenter avec du matériel que les élèves avaient eux-mêmes choisi pour leur expérimentation.

Notre analyse indique que l'utilisation du récit de fiction dans le cadre de la résolution de problèmes apporte des éléments complémentaires aux modèles habituellement travaillés en classe de physique au collège. Nos résultats mettent en évidence l'influence des documents fournis, mais surtout celle

³ Entre parenthèses, nous indiquons les réponses établissant, en plus de l'articulation objets, événements et modèle physique, un lien entre les caractéristiques du milieu et la propagation du son.

de leurs caractéristiques : à une situation conduisant à questionner les objets et événements, les élèves répondent en termes d'objets et événements. Ce résultat peut expliquer certaines difficultés rencontrées par les élèves concernant l'articulation des éléments de modèle aux objets et événements, d'autant que les objets réellement manipulés ne sont pas ceux en jeu dans la situation initiale (Derolez & Bécu-Robinault, 2021).

L'analyse des caractéristiques de la situation "Star Wars" produite par l'enseignant, combinée aux éléments effectivement mobilisés par les élèves nous permet aujourd'hui de communiquer aux enseignants de nouveaux éléments relatifs à la place du récit dans la situation donnée à l'étude. En effet, le récit ne doit pas seulement être un prétexte à la mise en activité du point de vue de la physique. Il semble important que l'intention qui préside au récit soit en cohérence avec les autres documents de l'activité. De plus, il convient que la situation soit suffisamment dense pour permettre aux élèves de saisir les éléments de l'histoire et la structure qui les anime et que la question soit en lien avec l'intrigue du récit. Enfin, la description de la situation doit conduire à prévoir ou expliquer un dénouement suite à la péripétie.

Bibliographie

- Bécu-Robinault, K. (2022). Multimodalité et modélisation pour enseigner et étudier la physique. Dans C. Houdement, C. de Hosson & C. Hache, *Approches sémiotiques en didactique des sciences*, (p.173-244). ISTE Éditions.
- Bruner, J. S. (2008). *L'éducation, entrée dans la culture : les problèmes de l'école à la lumière de la psychologie culturelle* (Nouv. éd.). Retz.
- Daujean, C., Alibert, F., Fernoux, P., Massa, F., et Wozniak, S. (2017). *Physique chimie, le manuel de cycle 4, 5e, 4e, 3e, nouveaux programmes 2016*. Hatier.
- Derolez, S. et Bécu-Robinault, K. (2021). Activité d'élèves dans une situation de résolution de problème introduite par la fiction : propagations du son dans Star Wars. Dans 11èmes rencontres scientifiques de l'ARDiST, 31 mars-2 avril, Bruxelles, Belgique.
- Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. (2003). *Educational Researcher*, 32(1), 5–8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Lehoucq, R. (2017). *Faire des sciences avec Star Wars*. Le Béliat'.
- Lucas, G. (2002). *Star Wars: Episode II – Attack of the Clones*. 20th Century Fox.
- Orange Ravachol, D. et Triquet, E. (2007) Sciences et récits des rapports problématiques. *Aster*, 44, 7-22.
- Orange Ravachol, D. (2012). *Didactique des sciences de la vie et de la Terre : Entre phénomènes et événements*. Presses universitaires de Rennes.
- Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and Instruction*, 4(1), 71- 87.