

# « Coder un album » pour modéliser en sciences

## Résumé

Lors de précédents travaux, nous avons proposé à des élèves de maternelle et d'élémentaire de produire des représentations codées (non figuratives) de différentes scènes d'un conte présenté sans illustrations. Cette première étude, nous a permis de mettre en évidence le potentiel de différentes modalités de l'activité de « codage d'albums » pour développer et / ou mobiliser des compétences mathématiques relatives à la définition, la caractérisation, la représentation et la modélisation. Dans le cadre d'un nouveau projet, nous testons le potentiel de l'activité de codage d'albums pour travailler différents enjeux relatifs aux grandeurs masse et volume. Plus particulièrement, nous faisons l'hypothèse que les activités proposées à des élèves de cycle 2 devraient leur permettre de mieux conceptualiser les grandeurs masse et volume et de donner du sens à leur mesure.

Mots-clés : codage d'album ; représentation ; masse ; volume ; conception.

## Abstract

In a previous study, we asked pupils (4 to 6 years old) to produce coded representations of several scenes from a tale presented without any illustrations. This first study allowed us to highlight the potential of different modalities of the “album coding” activity to develop and / or mobilize mathematical skills relating to definition, characterization, representation and modeling. As part of a new interdisciplinary research project, we are testing the impact of coding activities to work on the concepts of mass and volume quantities. More specifically, we hypothesize that the activities proposed to pupils (7 years old) should enable them to better conceptualize these concepts of mass and volume and give meaning to their measurement.

Key-words: storybook coding ; representation ; mass ; volume ; conception.

## Introduction

En France, au cycle 2, l'étude des grandeurs et de leurs mesures doit faire l'objet d'un enseignement structuré et explicite qui s'appuie sur des situations de manipulation : « à travers des activités de comparaison, ils apprennent à distinguer différents types de grandeurs et à utiliser le lexique approprié : longueurs [...], masses, contenances (et volume contenu), durées [...], prix (MEN, 2020). Parmi les ressources institutionnelles, des activités de comparaison sont proposées pour les longueurs, mais ce n'est pas le cas pour la masse. Plusieurs études en didactique des sciences (Passelaigue, 2011 ; Javoy, Decroix & de Hosson, 2018) ont pourtant montré qu'au cycle 3, les élèves ont encore des difficultés (souvent sous-estimées) à conceptualiser certaines grandeurs comme la masse et le volume.

Dans le cadre d'une recherche en cours, nous testons le potentiel de l'activité de « codage d'albums » pour travailler différents enjeux relatifs à l'appréhension des grandeurs masse et volume. Nous avons pour cela élaboré un protocole d'expérimentation à partir de l'album « *Un tout petit coup de main* » d'Ann Tompert dans lequel nous proposons à des élèves de CE1 de produire des « représentations codées » des différentes positions d'équilibre mises en jeu dans l'album. Nous faisons l'hypothèse que l'élaboration de représentations non figuratives et leur confrontation à la cohérence de l'histoire va participer à la conceptualisation des grandeurs masse et volume.

Dans la première partie de ce texte, nous définissons l'activité de « codage d'albums » et mettons en évidence que ce type d'approche permet effectivement la mobilisation de processus relatifs à la représentation et la modélisation. Dans la seconde partie, après avoir présenté les difficultés des élèves concernant la conceptualisation des deux grandeurs masse et volume, nous proposons des

éléments d'analyse *a priori* de la séquence conçue à partir de l'album ainsi que des éléments de notre méthodologie d'analyse des données recueillies.

## Codage, représentation, modélisation

En mathématiques et en sciences expérimentales, les élèves sont amenés à produire des représentations de situations ou de phénomènes. Qu'elles soient figuratives ou abstraites, ces représentations jouent plusieurs rôles dans les apprentissages : compréhension, explication, communication, etc. Les recherches en didactique montrent qu'il est difficile pour les élèves de produire des représentations qui soient opératoires et de comprendre et d'utiliser des représentations institutionnalisées. Dans notre travail, nous proposons de nous appuyer sur des activités de « codage d'album » comme un moyen de produire des représentations en les considérant comme une étape vers une modélisation plus formelle.

### *Le codage d'albums en maternelle*

Généralement inspiré des imageries de Warja Lavater et en particulier celle du Petit Chaperon Rouge (Figure 1), le « codage d'album » consiste à remplacer les illustrations habituelles par des symboles ou des représentations non figuratives. La production, qui ne doit pas être accompagnée de texte, si ce n'est une simple légende, doit donc être suffisamment explicite pour qu'un lecteur ou une lectrice qui connaît l'histoire s'y retrouve. Dans ses imageries, Warja Lavater propose ainsi "une réécriture au moyen de codes visuels (...) [une] écriture en pictogrammes [qui] peut être interprétée par le spectateur selon son propre point de vue" (Meunier, 2013). Dans le cadre scolaire, les élèves sont généralement invités à produire un album codé « à la manière de » Warja Lavater. La production codée est, dans ce contexte, généralement pensée comme l'aboutissement d'un travail de compréhension du récit et un prolongement de l'activité de lecture dans le cadre des arts plastiques.

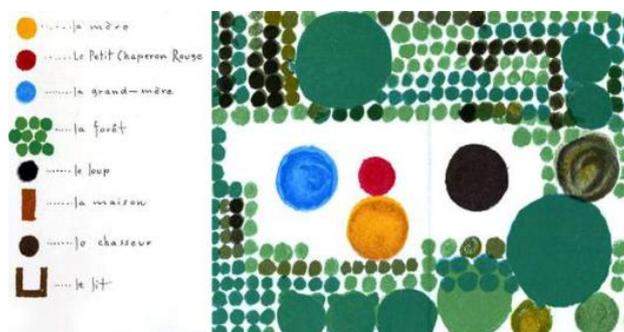


Figure 1 : Le petit chaperon rouge W. Lavater (1965)

### *L'activité de « codage » comme un moyen de construire des représentations*

Dans le cadre d'un projet de recherche interdisciplinaire conduit depuis 2018, nous tentons de caractériser le potentiel de ce type d'activité pour le développement de compétences spécifiques à l'activité mathématique et scientifique. Notre travail, qui s'est appuyé sur la mise en place et l'analyse de deux protocoles expérimentaux menés dans des classes d'école maternelle et élémentaire, nous a conduit à opérer trois changements majeurs par rapport à la pratique décrite ci-dessus :

- Ne pas imposer une légende « à la manière de » mais laisser les élèves libres de leurs choix de « codage » tout en les amenant à expliciter les raisons de ces choix et à les justifier.
- Proposer aux élèves d'utiliser des objets ordinaires disponibles dans la classe (tube de colle, rouleaux en cartons, gommettes, cubes, etc.) pour représenter les lieux, personnages, objets et actions en lieu et place de symboles dessinés et / ou découpés et collés.

- Envisager la « production codée » non pas comme une finalité mais comme une étape dans un processus de conceptualisation, l'expression d'une représentation construite par l'élève à un moment donné, qui peut être discutée puis modifiée.

L'activité de « codage » telle que nous la proposons amène nécessairement une analyse des objets / personnages et des événements et conduit l'élève à sélectionner un caractère déterminant pour choisir un objet qui a également ce caractère (couleur, taille, forme, quantité, etc.) en fonction de son intention et de ce qu'il ou elle veut exprimer. Ainsi les choix faits ne sont pas seulement le résultat d'une simplification mais l'expression d'une manière de se rapporter au texte et de l'analyser, de le restituer, de le reformuler, de le « réécrire » (Gaiotti, F & al., 2018). Nous considérerons donc, au regard des travaux de Duval (1993), que cette activité nommée « codage » dans les pratiques d'enseignement est en fait une « conversion » d'un registre sémiotique textuel à un registre de représentation particulier avec l'utilisation d'objets (Moulin & Hache, 2019).

Duval (1993) distingue en effet le « codage », qu'il définit comme la « transcription au moyen d'une série de substitutions en appliquant des règles de correspondance ou en utilisant des substitutions préalablement établies » (p. 43) de la « conversion », qui implique la « transformation d'une représentation en une représentation d'un autre registre en conservant la totalité ou une partie seulement du contenu de la représentation initiale » (p. 42). Il précise que « la conversion ne doit pas être confondue avec deux activités qui en sont cependant proches : le codage et l'interprétation » (p. 43). En laissant aux élèves la responsabilité de leurs choix pour « convertir », nous leur permettons de construire une véritable représentation qui exprime leur compréhension de la situation.

« Représenter, c'est donner à voir, ou au moins rendre perceptible à la vue et à l'esprit » (MEN, 2016a). De manière générale, le travail de représentation se fait à plusieurs niveaux : celui des objets sensibles (premier niveau), celui des relations entre des objets sensibles (second niveau), celui des entités abstraites auxquelles on a accès que par des représentations et leurs relations (troisième niveau). « Ces représentations diverses peuvent alors appartenir à différents registres : registre graphique, registre du langage naturel, registre numérique, registre de l'écriture symbolique, etc. » (MEN, 2016a). En « codant » une histoire dans le registre des objets, l'élève met en évidence des caractéristiques des objets / personnages ainsi que leurs relations.

### *Vers la modélisation ?*

Le travail de modélisation, s'appuie sur l'élaboration de représentations. Il nécessite d'intégrer les normes de la discipline et la prise en charge d'un ensemble de concepts ou théories qui permettent de décrire mais également de comprendre et de prévoir une évolution. Dans notre second protocole, nous avons centré notre attention sur les processus de modification d'une représentation préalablement construite par les élèves (première scène) pour satisfaire de nouvelles contraintes (seconde scène). Les élèves devaient ainsi ré-utiliser le matériel préalablement utilisé et justifier tout ajout ou changement de matériel. Dans ce contexte, les élèves ont opéré plusieurs types de modifications (Moulin & Hache, 2019) :

- Ajouts d'objets pour représenter les nouveaux éléments de la seconde scène.
- Déplacement d'objets pour représenter les différentes positions de l'objet ou du personnage au cours du temps.
- Modification d'un objet ou assemblage d'objets pour mettre en évidence une caractéristique nécessaire ou une conséquence d'une action physique.
- Réutilisation d'un objet ou d'un assemblage d'objets pour représenter un autre objet ou personnage qui présente une caractéristique similaire.

La mise à l'épreuve des choix initiaux permet aux élèves de renforcer le travail de caractérisation inhérent au premier codage et conduit à une analyse approfondie des relations (spatiales, physiques, causales, etc.) en jeu dans l'histoire. En se questionnant et construisant des explications, les élèves

développent et mobilisent des compétences nécessaires au travail de modélisation attendu dans les cycles supérieurs. Ces résultats nous conduisent donc à envisager ce type d'activité comme un levier didactique pertinent pour développer des savoir-faire relatifs à l'activité de représentation et donc de modélisation en mathématiques et en sciences. Nous faisons ainsi l'hypothèse que si le « codage » est réalisée à partir d'un album mettant en jeu des relations relevant des sciences physiques, les élèves s'engageront dans l'élaboration de représentations, voire la modélisation, du phénomène.

## Un codage d'album en sciences

### *Conceptions des élèves sur les grandeurs masse et volume*

Une conception représente « les systèmes de connaissances qu'un sujet mobilise face à une question ou à une thématique, que celle-ci ait fait l'objet d'un enseignement ou pas » (Reuter et al., 2007, p. 197). Santini (2009, p. 228), en se référant aux travaux de Vosniadou (1994), considère les conceptions des élèves comme des « théories personnelles qui présentent une relative cohérence générale et une certaine stabilité ». Comme un ou une élève construit ses connaissances en fonction de celles qu'il ou elle a déjà et de ses conceptions initiales, il est important de les prendre en compte lors de l'élaboration de séquences d'enseignement afin de lui permettre de modifier ses conceptions initiales – généralement non conformes aux connaissances scientifiques.

Par ailleurs, Piaget et Inhelder (1941) considèrent qu'une grandeur peut être construite chez un enfant si l'enfant est conservant pour cette grandeur. Or ces auteurs montrent que jusqu'à 10 ans :

- l'enfant n'a pas acquis la notion de conservation du volume après déformation
- l'enfant pense que la masse de la substance diffère après déformation.

L'élève, vers 7 ans (âge des élèves interrogés dans notre étude) ne dissocie donc pas la masse du volume ; en d'autres termes, pour les élèves, un corps est lourd s'il est gros, quel que soit le matériau qui le constitue. Piaget et Inhelder (1941, p.XVI) soulignent cependant que le développement des structures opératoires n'est pas lié uniquement à la maturation du système nerveux mais que l'expérience acquise, les interactions sociales et « une équilibration progressive des coordinations d'actions » peuvent permettre de faire évoluer certaines représentations des élèves. La séquence que nous proposons dans la suite vise à permettre aux élèves de construire différentes représentations de situations d'équilibre (en faisant l'hypothèse que ces représentations seront conformes à leurs conceptions erronées ou non) et à les confronter afin de permettre leur évolution si nécessaire et la conceptualisation des grandeurs en jeu.

### *Questions de recherche et problématique*

Des recherches s'intéressant aux confusions masse volume chez les élèves montrent que certaines conceptions des élèves « résistent » à l'apprentissage (Passelaigue, 2011 ; Decroix & Javoy, 2020). Potvin et Cyr (2017) précisent que les connaissances scientifiques acquises ne remplacent pas ou ne modifient pas nécessairement les conceptions initiales, mais coexistent avec elles. Les conflits cognitifs sont souvent nécessaires aux changements conceptuels comme l'illustrent par exemple Potvin, Sauriol et Rioppel (2015) dans une étude réalisée à l'école primaire. Nous avons indiqué précédemment que les élèves de l'école primaire ont des difficultés à conceptualiser certaines grandeurs comme la masse et le volume. Des travaux montrent l'intérêt de passer par des activités de comparaison pour favoriser la construction du sens d'une grandeur et du sens de la mesure (Passelaigue, 2011).

Cela nous conduit à envisager la construction d'une séquence d'enseignement au cours desquelles les élèves seront amenés à comparer la masse de différents objets tout en se confrontant à la pertinence de choix des objets avec le déroulement de l'histoire. Nous cherchons donc à répondre aux questions suivantes : Quel est l'impact d'activités autour du codage d'un album de littérature de

jeunesse sur la conceptualisation des grandeurs masse et volume ? Ces activités favorisent-elles, chez les élèves, la construction du sens de leur mesure ? Nous faisons l'hypothèse que les activités proposées à des élèves de cycle 2 devraient leur permettre de mieux conceptualiser les grandeurs masse et volume et aidera les élèves à donner du sens à leur mesure. Nous faisons également l'hypothèse que les expériences menées permettront aux élèves de mieux dissocier la masse du volume.

### *Présentation du protocole et éléments d'analyse*

Nous avons élaboré un protocole basé sur le livre « *Un tout petit coup de main* » d'Ann Tompert qui met en scène un éléphant et une souris qui veulent jouer à la balançoire (type bascule). L'histoire peut se décomposer en quatre moments clefs :

- Scène 1 : La souris n'arrive pas à soulever l'éléphant.
- Scène 2 : La souris et d'autres animaux arrivés en renfort n'arrivent pas à soulever l'éléphant.
- Scène 3 : Tous les animaux arrivent à soulever l'éléphant.
- Scène 4 : L'ensemble des animaux et l'éléphant parviennent à se balancer.

Dans une première séance, après avoir lu l'album, nous proposerons aux élèves de « coder » la scène 1 avec du matériel « tout venant » disponible dans la classe. Une fois cette première scène représentée, les élèves devront réinvestir le matériel utilisé pour représenter la scène 3. L'objectif est d'amener les élèves à questionner les relations de masse entre les personnages. Nous anticipons pour la scène 1, un choix d'objet qui concorde avec la taille des animaux (un gros objet pour l'éléphant, un petit objet pour la souris) et / ou avec le rapport de masse (lourd pour l'éléphant, léger pour la souris) mais éventuellement avec d'autres caractéristiques (couleur, forme, etc.). Le fait de compléter cette première représentation (en conservant les objets choisis pour l'éléphant à la souris) pour représenter la troisième scène doit conduire les élèves à sélectionner un ensemble d'objets qui à eux tous, seront plus lourds que l'objet-éléphant pour que « ça bascule », ou, si les élèves n'ont pas modélisé le système de balancier à inverser la représentation pour représenter le basculement.

Lors des séances suivantes, il sera demandé aux élèves de « coder » la scène 2 en utilisant le même matériel que pour les scènes 1 et 3. Nous supposons que cela ne fonctionnera pas pour certains groupes car les objets choisis pour représenter un ou plusieurs animaux pourraient être plus lourds que celui choisi pour représenter l'éléphant. La confrontation des différentes productions et / ou la modification du choix de matériel lors d'une discussion collective devrait conduire à une réflexion sur la cohérence interne des représentations, ce qui devrait permettre (en relation avec l'album) de mettre en relation masses et positions d'équilibre. Ce travail se conclura sur une réflexion collective pour proposer un matériel plus adapté pour représenter les différentes scènes.

Lors de la dernière séance, les élèves devront « coder » toutes les scènes avec de nouveaux objets. Il faudra donc choisir les objets pour que :

- L'objet souris soit plus « léger » (et idéalement plus petit) que l'objet-éléphant.
- Tous les objets-animaux soient aussi lourds que l'objet-éléphant (et non plus lourds).

La question du volume occupé par « tous les animaux » et par « l'éléphant » pourra éventuellement être discutée et faire l'objet d'une séance supplémentaire si cela s'avère nécessaire. Les différentes productions des élèves seront analysées au regard de l'explicitation des caractéristiques retenues pour représenter la masse, le volume, la taille, la couleur, la forme, etc.), de la cohérence de ces choix avec les grandeurs en jeu et des rapports d'équilibre, de la cohérence globale des représentations, et des modifications effectuées au fil des séances.

### **Conclusion**

Au-delà de proposer une situation déclenchante et une mise en contexte, l'album de littérature de jeunesse constitue une référence qui permettra la mise à l'épreuve des représentations et des

conceptions des élèves sur les grandeurs masses et volume. Comme le souligne Chirouter (2010), « [en tant que] véritable expérience de pensée, la littérature peut effectivement permettre aux enfants de mieux comprendre le monde, de le rendre plus intelligible. La fiction littéraire n'est pas seulement de l'ordre de l'imaginaire, elle dispose d'une fonction référentielle qui dévoile des dimensions insoupçonnées de la réalité ». (Chirouter, 2010, p. 10).

La séquence a été réalisée en période 3 dans des classes de cycle 2 du Nord de la France. Nous présenterons les résultats obtenus lors du colloque. Nous faisons l'hypothèse que le travail conduit en classe devrait permettre aux élèves de mieux conceptualiser les grandeurs masse et volume et jouer un rôle dans la construction du sens de la mesure :

- Distinction masse / volume (l'objet le plus gros n'est pas toujours le plus lourd) et meilleure compréhension de la grandeur masse par comparaison directe et essais / erreurs.
- Comparaison de masses, sans unité de mesure conventionnelle (étalons non conventionnels).
- Développement et/ou mobilisation de compétences de schématisation, modélisation.

Un pré-test et un post-test individuels (rigoureusement identiques) seront également réalisés. Cela nous permettra, dans un premier temps, de déterminer le niveau de conceptualisation des élèves des grandeurs masse et volume et de recueillir et de recueillir leur conception sur ces grandeurs et dans un second de constater l'impact de la séquence d'enseignement sur la compréhension des élèves.

## Bibliographie

Chirouter, E. (2010). À quoi pense la littérature de jeunesse ? *Sciences humaines*, 218(8), pp18

Decroix, A.-A., Javoy, S. (2020). Compréhension du rôle du matériau dans la flottabilité des objets et dissociation de la masse et du volume en maternelle. *RDST - Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 22, 31-59.

Gaiotti, F., Hamaide, E., & Moulin, M. (2018). Le codage d'album: et après?. In 6e journées LEMME (Langage dans l'Enseignement et l'apprentissage des Mathématiques).

Javoy S., Decroix A.-A. & Hosson C. de (2018). La construction du concept physique de volume en cycle III : Quelles difficultés ? Quelles stratégies didactiques ? *Actes du colloque Espace mathématique francophone : mathématiques en scène, des ponts entre les disciplines*. Gennevilliers 22 au 26 octobre 2018.

MEN (Ministère de l'Éducation nationale) (2016a), Représenter, *Ressources d'accompagnement des programmes de mathématiques*, disponible en ligne.

MEN (Ministère de l'Éducation nationale) (2016b), Modéliser, *Ressources d'accompagnement des programmes de mathématiques*, disponible en ligne.

MEN (Ministère de l'Éducation nationale) (2020). Programmes du cycle 2. *Bulletin officiel du ministère de l'Éducation nationale*, n° 31 du 30 juillet 2020.

Meunier, C. (2013). Les imageries de Warja Lavater: une mise en espace des contes.... *Revue Hypothèses*, billet, 396.

Moulin, M., & Hache, C. (2019). *Codage d'album et activité mathématique?*. In *Telling Science, drawing Science* TSDS# 2.

Passelaigue D. (2011). Grandeurs et mesures à l'école élémentaire. Des activités de comparaison à la construction des concepts : le cas de la masse en CE1. Thèse de didactique des sciences physiques, Montpellier : université Montpellier 2.

Piaget J. & Inhelder B. (1941). *Le développement des quantités physiques chez l'enfant*. Paris : Delachaux et Niestlé.

- Potvin P., CYR G. (2017). Toward a durable prevalence of scientific conceptions: Tracking the effects of two interfering misconceptions about buoyancy from preschoolers to science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 54, no 9, 1121–1142.
- Potvin P., Sauriol, E., Riopel M. (2015) Experimental Evidence of the Superiority of the Prevalence Model of Conceptual Change over the Classical Models and Repetition. *Journal of research in science teaching*, vol. 52, no 8, 1082-1108.
- Reuter Y., Cohen-Azria C., Daunay B., Delcambre I. & Lahanierreuterd. (2007). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*. Bruxelles : De Boeck.
- Santini J. (2009). Les conceptions des élèves : des données empiriques aux résultats inférés. Questionner l'implicite d'un objet des didactiques à partir des conceptions du mécanisme sismique. In C. Cohen-Azria & N. Sayac (dir.). *Questionner l'implicite. Les méthodes de recherche en didactiques*, vol. 3, Lille : Presses universitaires du Septentrion, 227-242.
- Vosniadou S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Grémy, J.P., Le Moan, M.J. (1977). Analyse de la démarche de construction de typologies dans les sciences sociales, *Informatique et sciences humaines*, 35, Numéro spécial.