

Transposition didactique et démarche de définition dans l'enseignement de la physique au collège

Koffi, Kouakou Innocent⁽¹⁾

⁽¹⁾Ecole Normale Supérieure d'Abidjan – Côte d'Ivoire

Résumé : Définir en science peut-il servir de référence pour définir au collège ? Cette étude se propose d'analyser des approches définitionnelles au collège en examinant les prescriptions et les contenus des mentions « définir ». L'étude porte sur les programmes éducatifs des classes de sixième, cinquième et quatrième, en Côte d'Ivoire, dans le domaine de l'électricité. Les résultats montrent qu'il faut distinguer, dans l'enseignement des sciences, deux champs sémantiques du verbe définir. Définir comme identifier des attributs, quand les concepts sont de la catégorie « matière ». Définir, comme établir des liens quantitatifs, pour élucider la dimension et l'unité d'une grandeur physique. Il en résulte que définir au collège est une action didactique contextuelle liée au contexte curriculaire.

Mots-clés : transposition didactique, définir, électrocinétique, attributs, grandeur physique.

Contexte et problématique

L'écriture des nouveaux programmes des collèges utilise des niveaux taxonomiques variés exprimés à partir des verbes d'action (Pelpel, 1993). Dans le domaine de l'électricité au collège, concernant le niveau de base, six verbes, définir, connaître, reconnaître, montrer, identifier et décrire, cumulent plus de la moitié des verbes d'action utilisés pour l'ensemble des niveaux (35 sur 64 soit, 64%). On peut donc soutenir qu'une part importante de l'enseignement de l'électricité au collège porte sur la connaissance des objets de l'électricité. Or la définition d'un objet d'apprentissage participe à sa connaissance. L'acquisition de la définition donne la capacité de connaître ; connaître donne la capacité de reconnaître ; reconnaître selon Bruner (2002), donne à son tour la capacité de construire. Aussi Galili et Lehavi (2006) considèrent-ils que les définitions de concepts sont nécessaires à la présentation cohérente d'un sujet dans la science en raison de leur rôle dans l'organisation de la connaissance scientifique. Un autre aspect de l'importance de la définition est souligné par Astolfi (2008) indiquant que l'introduction d'un enseignement scientifique précoce implique la prise en compte du niveau de développement cognitif des élèves. La transposition didactique qui joue ce rôle d'adaptation, porte traditionnellement sur les concepts pour montrer que les savoirs savants subissent une décontextualisation, une déhistorisation, une dépersonnalisation et une programmabilité lorsqu'ils deviennent savoir à enseigner (Chevallard, 1985). La définition apparaît comme une pratique sociale de référence (Martinand, 1986) dans la recherche scientifique. Dans le domaine de la physique, selon Fourez (1996), Bachelard (1986) et Feynman (1999), les définitions font intervenir l'expérience, les mesures et les relations quantitatives entre les grandeurs physiques. Certaines de ces relations quantitatives sont appelées relation de définition (Perdijon, 2004) de telle sorte que dans la sphère savante de la physique, définir c'est établir des relations quantitatives qui permettent de déterminer les unités et les dimensions. Les travaux de Galili et Lehavi (2006) insistent également sur la mesure, mais dans la catégorie de définitions qu'ils nomment « operational definition », qui est une définition de la notion en termes d'une mesure particulière, indiquant l'appareil, les conditions de la

mesure, et peut être, aussi, les unités facilitant la quantification. Ce type de définition est à rapprocher de celui que Perdijon (2004) appelle relation de définition, propre aux grandeurs physiques. L'autre classe de définitions « nominal definition » (Galili et Lehavi, 2006), non centrée sur la mesure, consiste à établir la signification d'un concept en le reliant à d'autres concepts et en énumérant ses caractéristiques.

Nous notons que la nature ontologique des concepts et les contraintes didactiques en milieu scolaire influencent les formulations des définitions. En effet, le monde de la physique scolaire est complexe et diversifié, il est composé d'objets matériels, d'instruments de mesure, de concepts (grandeurs physiques fondamentales avec des unités de base, grandeurs physiques avec des unités dérivées), des lois, des modèles physiques, des modèles symboliques et quelquefois de son histoire. Le savoir à enseigner est constitué de toutes ces catégories de concepts. Certains sont catégoriels avec des attributs (Barth, 1987) ce que Chi, Slotta et Leeuw (1994) classent dans la catégorie « matière », parce que ce sont des objets naturels ou des artefacts, possédant une masse, une couleur ou occupant un volume. Une pile électrique ou une lampe électrique sont de cette catégorie. D'autres sont formels (Lemeignan et Weil-Barais, 1993) établissant entre eux des liens. La tension électrique est un exemple. Cette diversité d'objets curriculaires, est à connaître par l'apprenant souvent au moyen d'une explication que l'enseignant construit de quatre manières (Galili et Lehavi, 2006) qui sont la paraphrase, la description des caractéristiques, l'utilisation des exemples et les méthodes expérimentales conduisant aux mesures.

« Définir » dans le domaine de l'enseignement de la physique est une tâche qui a ses contraintes, aussi examinons-nous ce que peut recouvrir le terme « définir » dans les coutumes didactiques à travers les prescriptions curriculaires. En effet, le curriculum pris comme l'itinéraire scolaire emprunté par l'élève et le parcours singulier qui lui est proposé à travers le monde de la technique (Lebeaume, 2008), comporte des états des concepts (Paindroge, 2007). Leur programmabilité montre que tous leurs attributs ou toutes les relations quantitatives dans lesquelles ils sont impliqués sont distribués tout au long du parcours scolaire. Le niveau collège retient particulièrement notre attention parce qu'en ce qui concerne les objets d'enseignement, ce niveau présente le degré de connaissance le moins complet et le moins complexe du point de vue de la progressivité des notions. Il y a donc absence de certaines facettes de savoirs (Tiberghien et al., 2007) qui seraient requises pour une définition exhaustive.

Par conséquent, les questions que nous souhaitons traiter sont les suivantes : Quels sont les objets (concepts, lois) que les programmes de collèges exigent de définir ? Quelles sont les démarches préconisées par les instructions officielles pour les définir ? Quel est le contenu de ces définitions ?

Démarche méthodologique

Le corpus que nous analysons est un extrait des programmes de physique de collège en Côte d'Ivoire, comportant des concepts de l'électrocinétique, tels que, circuit électrique, courant électrique, court-circuit, tension électrique, courant du secteur. Ces concepts sont choisis du fait de leur différence de nature. En effet, circuit électrique, courant électrique et court-circuit ne sont pas des grandeurs physiques, mais la tension électrique est une grandeur physique dérivée et possède une unité dérivée. Nous identifions et examinons les indications qui accompagnent chacune des prescriptions commençant par « définir » et portant sur ces concepts : par exemple, 1. Définir le circuit électrique (MEN, 2014a, p.7),

2. Définir un court-circuit (MEN, 2014a, p.8 ; p.18) ; 3. Définir la tension électrique entre deux points d'un circuit électrique (MEN, 2014b, p.11 ; p. 24). Ces prescriptions curriculaires sont analysées pour comprendre la manière et le contenu de « définir », exigibles dans une classe de collège en physique.

Résultat

Nous identifions quatre manières de parvenir à la définition d'un objet

Discours du professeur

Dans des consignes adressées aux enseignants, il leur est demandé de « donner » la définition du concept à définir. Dans ce cas, les prescriptions indiquent à l'enseignant de recourir uniquement au discours (mots et expressions) sans la médiation d'un dispositif expérimental. C'est la paraphrase, comme le soulignent Galili et Lehavi (2006).

Observation naturelle des objets matériels

Dans d'autres consignes, lorsque l'objet à définir est un objet matériel ou un phénomène empirique, il est demandé à l'enseignant de présenter cet objet dans son état physique à l'apprenant pour une observation directe (la vue et le toucher sont sollicités). C'est la recherche de caractéristiques ou d'attributs (Barth, 1987 ; Galili et Lehavi, 2006).

Dispositif expérimental pour une étude quantitative

Par rapport au programme de collège que nous examinons, aucune définition n'est faite à partir d'une expérience quantitative. La mesure intervient dans d'autres contextes, par exemple dans les indications « mesurer l'intensité du courant électrique en un point du circuit électrique (MEN, 2014b, p.11). Ce sont les méthodes expérimentales conduisant aux mesures (Galili et Lehavi, 2006).

En termes de contenu de définition, nous montrons des exemples scolaires de définition des entités catégorielles dans le tableau 1. Les quatre contenus repérés par les facettes 0 à 3 sont formulés les uns après les autres, au cours d'une ou de plusieurs séances de cours.

Facettes	Composition de l'énoncé définitionnel	Cas du circuit électrique
0	Dénomination/Etiquette	Circuit électrique
1	Attribut principal pertinent	Association de pile, fils de connexion et de lampes.
2	Symbole normalisé	Symboles normalisés des composantes
3	Hyperonymie : famille générale à laquelle l'attribut appartient	Circuit électrique

Tableau n°1 : Structure des définitions des objets de la catégorie matière

Définir un objet de la catégorie « matière » revient à identifier certains de ces attributs en lien avec le niveau d'étude. Le cas du circuit électrique montre comment « définir » est ancré dans un exemple lié au contexte curriculaire. Ici, les concepts génériques de générateur, de récepteur, de conducteur électrique ne sont pas encore étudiés au moment où intervient cette prescription. La définition est donc contextuelle. Elle est nominale.

En termes de contenus définitionnels, nous explicitons des exemples scolaires de définition des concepts formels ou des grandeurs physiques comme l'indique le tableau 2.

Facettes	Composition de l'énoncé définitionnel	Cas de la tension électrique
0	Dénomination/étiquette	Tension électrique
1	Notation conventionnelle/unité/type de grandeur	Symbole : U, unité : volt (V)
2	Relation quantitative fondamentale de définition/autres relations quantitatives	Autres relations : loi d'additivité des tensions électriques
3	Expressions langagières spécifiques	Tension électrique aux bornes de ; différence de potentiels entre; différence d'états électriques entre ; mesure de la tension électrique aux bornes de :

Tableau 2. Structure des définitions des grandeurs physiques

Pour la tension électrique, la relation fondamentale qui la définit est : $U = P/I$, avec I, intensité du courant électrique qui est une grandeur physique fondamentale ou de base, elle possède une unité de base, et P, puissance électrique, grandeur physique dérivée. C'est cette relation qui donne sa dimension et son unité dans le système international SI. Mais cette relation n'est pas programmée au niveau du segment curriculaire 6^{ème} à 4^{ème}. Cependant la loi d'additivité de la tension électrique fait partie de ce programme. Cette loi ($u = u_1 + u_2 + u_3$), est une propriété importante caractéristique de la tension électrique. Elle fait partie de ses attributs, parce que la tension électrique est algébrique et additive. « Définir » la tension électrique en classe de cinquième, c'est identifier la notation conventionnelle U, indiquer son unité V (volt) et manipuler le vocabulaire qui lui est associé et quelques-unes des propriétés algébriques, de même que quelques instruments de mesures (multimètre, voltmètre, oscilloscope). L'ensemble des facettes (quantitatives et qualitatives) fournissent une définition complexe et diversifiée de la tension électrique, mais une telle définition ne peut-être exigible au collège.

Discussion

La définition des grandeurs physiques formelles dans la sphère savante est, d'après nous, quantitative et soutenue par une expérience quantitative. Certaines de ces définitions, ayant le statut de définition d'une grandeur physique, sont classées opératoires (Fourez, 1996, Feynmann, 1999) ou « operational » (Galili et Lehavi, 2006). C'est le cas de la définition de la tension électrique avec la relation, « $U = P/I$ ». Cependant, il existe des relations quantitatives qui interviennent, certes, avec un dispositif de matériels conçus pour des mesures, mais elles ne sont pas définitionnelles. Elles complètent les attributs qualitatifs de la grandeur physique. C'est le cas de la loi d'additivité des tensions électriques qui ne définit pas la tension électrique, mais complète les facettes de savoirs sur cette grandeur physique. Le tableau 2, indiquant des facettes de savoirs ne comprenant pas une relation de définition, donne une définition nominale de la tension et non une définition opératoire. La transposition didactique de la définition scientifique en classe est une construction didactique. Elle est progressive et liée à la nature ontologique de l'objet à définir. Dans le contexte scolaire au collège, les définitions quantitatives ou qualitatives sont en majorité de type nominal. Les définitions conventionnelles de type « operational » que l'on rencontre dans les textes officiels du système international SI, sont rares. La découverte des attributs est une marche progressive, utilisant l'observation naturelle, les dispositifs expérimentaux

qualitatifs ou quantitatifs. Chaque manière de définir permet de construire un ou plusieurs attributs (fonctions, rôles, caractéristiques qualitatives). Définir un objet curriculaire est une action didactique fortement contextuelle dont le contenu est lié à l'explicitation d'un ou plusieurs attributs prescrits du fait même de la progressivité des concepts. La définition des concepts catégoriels est nominal (Galili et Lehavi, 2006). Ainsi, définir des entités de cette catégorie, c'est identifier leurs attributs. C'est en fait les décrire. Que signifierait alors définir le circuit électrique sans précision du contexte scolaire ?

Conclusion

Définir une grandeur physique dans le domaine de la physique se réfère à un contenu conventionnel et codifié partagé par la communauté scientifique ou scolaire. En milieu scolaire, il est question d'identifier progressivement des attributs des concepts, les uns après les autres, comme des éléments précurseurs qui aideront à faire une définition quantitative. La définition d'un objet suit quatre cheminements et dépend de la nature des objets à définir. Le discours, l'observation naturelle et le dispositif expérimental pour une étude qualitative sans lien avec la mesure, sont des manières utilisées pour définir les concepts catégoriels. Le dispositif expérimental quantitatif, centré sur la mesure de grandeur physique, est employé pour les grandeurs physiques. Aussi, les facettes de savoirs contenues dans une définition, sont-elles plurielles, comme l'indiquent les tableaux 1 et 2. Elles sont progressivement découvertes par les apprenants au cours de la scolarité et au cours des enseignements. Ainsi, en milieu scolaire, il faut plusieurs séances de cours sur le même concept pour obtenir toutes les facettes exigibles pour une définition complète et satisfaisante. Les deux instances de la définition, la physique et le milieu scolaire, se distinguent par leur méthode et par leur contenu. Ainsi la question épistémologique qui se pose est avant tout celle de la définition en milieu scolaire, car définir, nous semble être une tâche de synthèse.

Références bibliographiques

- Astolfi, J-P. et Host, V. (2008). Victor Host, penseur de l'éveil et promoteur de la didactique des sciences. *Le télématique*, 34, 101-112.
- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin
- Bart, B-M. (1987). *L'apprentissage de l'abstraction*. Paris : édition Retz
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : pensée sauvage
- Chi, M.T.H., Slotta, J.D. et Leew, N. (1994). From things to processes : a theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, n°4, 27-45
- Feynman, R., Leighton, R. et Sands, M. (1999). *Les cours de physique de Feynman*. Mécanique tome 1. Paris : Dunod.
- Fourez, G. (1986). *La construction des sciences*. Bruxelles : De Boeck
- Galili, I., et Lehavi, Y. (2006). Research report. *International journal of science Education* vol 28, n°5, 521-541.
- Lebeaume, J. (2008). La genèse de l'éducation technologique en directives. *Revue de Recherche en Education*, 42, 109-122.

Lemeignan, G. et Weil-Barais, A. (1993). *Construire des concepts en physique*. Paris : Hachette.

MEN (2104 a). Programme éducatifs de physique-chimie classe de sixième. <http://www.education-ci.org>

MEN (2014b). Programme éducatifs de physique-chimie classe de cinquième. <http://www.education-ci.org>

Martinand, J-L. (1986). *Connaitre et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.

Paindroge, M. (2007). La progressivité des notions dans les programmes de l'éducation technologique. *Didaskalia*, 30, 89-108.

Pelpel, P. (1993). *Se former pour enseigner*. Paris : Dunod.

Perdijon, J. (2004). *La mesure. Histoire, science et philosophie*. Paris : Dunod.

Tiberghien, A., Malkoun, L., Buty, C. Souassy, N. et Mortimer E. (2007). Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps. In G. Sensevy (Dir.). *Agir ensemble*. PP. 93-122.