

LA LIGNE DROITE, UN OBJET PLURIDISCIPLINAIRE AU DÉBUT DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : UNE ANALYSE INSTITUTIONNELLE DES MANUELS

TCHONANG YOUKAP* Patrick - NJOMGANG NGANSOP Judith - MEUKOA CHENKEP
Emeline

Résumé - Le présent article porte sur l'introduction de la notion de « droite » dans les manuels de mathématiques au début de l'enseignement secondaire. Les données empiriques analysées dans cet article proviennent de quatre manuels de mathématiques de l'institution classe de sixième (âge des élèves 11 à 12 ans). Les résultats des analyses montrent que les manuels ne prennent pas toujours en compte le rapport entre la géométrie et la physique dans l'organisation des contenus sur les droites. Les problèmes de découverte ne sont pas pertinents pour le développement des connaissances et des compétences dans les manuels.

Mots-clés : Droite, objet géométrie, objet physique, définition.

Abstract - This article focuses on the introduction of the “straight line” concept in mathematics textbooks at the beginning of secondary school. The empirical data analyzed in this article come from four mathematics textbooks of form 1 (student ages 11 to 12 years). The results of analysis show that textbooks do not always take into account the relationship between geometry and physics in their content on straight line organization. Discovery problems are not appropriate for the development of knowledge and skills in textbooks.

Keywords : Right, object geometry, physical object, definition.

I. INTRODUCTION

L'interdisciplinarité fait partie des prescriptions des programmes des classes de sixième et de cinquième au Cameroun. Les activités de reconstruction des définitions par les élèves ne sont pas une recommandation des programmes au Cameroun. On peut donc craindre l'apparition de certains phénomènes dans la conceptualisation des objets étudiés tels que la droite ainsi que les relations entre les droites. La présente recherche vient mettre en lumière les phénomènes liés à l'introduction de la notion de droite dans les manuels de mathématiques, ce qui permettra par ailleurs d'identifier la prise en compte ou non des rapports entre les disciplines où elle intervient.

Des travaux existent en didactique des mathématiques sur le rapport entre les mathématiques et d'autres disciplines. Ils sont de nature épistémologique et/ou didactique (Cissé BA, 2005; Michelsen, 2015). Il ressort des travaux de BA (2005) que les élèves ont de nombreuses difficultés dans l'accomplissement des tâches. Ce qui nécessite la mobilisation conjointe des connaissances mathématiques et physiques. Ces difficultés montrent un réinvestissement inadéquat des connaissances acquises en calcul vectoriel dans des situations physiques. Cela est dû, d'après lui, au cloisonnement disciplinaire. Des travaux en didactique des mathématiques sur la définition des objets mathématiques caractérisent la définition en mathématiques, mettent en lumière les aspects cognitifs et didactiques de la définition d'un objet mathématique (De Villiers, 1998; Freudenthal, 2001; Shir & Zaslavsky, 2002). Toujours en rapport avec notre problématique, certains auteurs se sont intéressés à la problématique du dessin et de la figure ainsi qu'à leur rôle dans la résolution des problèmes, il en découle que les élèves éprouvent des difficultés à interpréter les dessins (Chaachoua, 2010; Gobert, 2007; Laborde, 1994). Le cloisonnement des champs de la physique et de la géométrie peut être

* Université de Yaoundé 1– Cameroun– patricktchonang@yahoo.fr

réduit, car la géométrie permet la modélisation des objets physiques ; la physique quant à elle inspire la géométrie. Il est opportun pour nous de questionner cette relation pour permettre une meilleure approche de la notion de droite au secondaire.

La question à laquelle nous voulons répondre dans cette étude est la suivante : comment le rapport entre la géométrie et la physique est-il pris en compte dans l'introduction de la ligne droite dans les manuels au début du secondaire ? Nous comptons à travers cet objectif déterminer la façon dont les manuels introduisent les objets géométriques en relation avec la droite, les éléments pouvant faire référence aux objets du monde sensible dans le traitement des contenus. Nous faisons l'hypothèse suivante : la prise en compte dans la conception des problèmes de découvertes des apports de la physique pourrait favoriser la construction de la notion de droite par les élèves de telle sorte qu'elle a un sens pour ces derniers.

Pour répondre à notre objectif, nous présentons dans les lignes qui suivent, quelques aspects épistémologiques de la ligne droite en mathématiques et en physique. Nous présentons le cadre de la Théorie Anthropologique du Didactique (TAD) constituée des différents modèles qui nous aident à décrire et expliquer les phénomènes (Castela, 2008; Chaachoua, 2010; Chevallard, 1994). Nous exposons ensuite la méthodologie utilisée pour la collecte et l'analyse des données. Nous procèderons enfin aux analyses des manuels de notre corpus.

II. LA LIGNE DROITE : UN OBJET GÉOMÉTRIQUE ET UN OBJET DE LA PHYSIQUE

Michelsen dans ses travaux (Michelsen, 2015) montre la pertinence d'une approche interdisciplinaire dans l'apprentissage en mathématiques et en physique. Nous examinons dans cette partie quelques aspects épistémologiques de la ligne droite en mathématique et en physique.

1. La ligne droite en géométrie

La droite en géométrie est avant tout une figure. Les figures sont considérées par Laborde comme des domaines de réalité. Il s'agit, selon elle, des objets qui permettent de résoudre les problèmes que rencontrent les individus au quotidien (Laborde, 1994). De façon générale, la figure est représentée par un dessin qui offre une certaine lecture et une interprétation de cette figure. La notion de droite fait partie des objets géométriques définis par Euclide. Il s'agit d'une définition ontologique, dans la mesure où elle est censée décrire un objet qui existe au préalable. Elle est formulée ainsi : « Une ligne droite est celle qui est placée de manière égale par rapport aux points qui sont sur elles »¹. Notons que chez Euclide, la ligne droite est un objet limité à ces bornes, et par conséquent, elle peut être entièrement représentée par un dessin sur un support graphique. Ce qui n'est plus le cas de nos jours. En effet, le dessin d'une droite sur un support est partiel. Tous les attributs de la droite ne peuvent pas être lus sur son dessin, par exemple le caractère illimité à ses extrémités. Plus tard, Legendre (Legendre, 1799-1844) définit la notion de ligne droite de la manière suivante : « le plus court chemin d'un point à l'autre. » Il faudrait pour cette définition que la notion de chemin soit connue d'avance par les élèves, ce qui de notre avis est le cas. Les élèves qui arrivent au collège ont au préalable une connaissance spéciale acquise dans les classes antérieures voire à la maison et nous pensons que la connaissance relative au chemin en fait partie. Toutefois, la définition

¹ Euclide, *Les éléments*, Volume 1, p.154

telle que proposée par Legendre pose le même problème que la définition euclidienne, à savoir l'absence de la propriété « être illimitée de part et d'autre ». Une telle définition de nos jours correspond à celle d'un segment. Définir une droite de la sorte pourrait induire un obstacle épistémologique qui serait dû à la difficulté de passer du dessin à la figure. Parmi les définitions qui ont émergé au cours du développement de la géométrie, on peut citer celle de Leibniz qui pense qu'il suffit de deux points pour parler d'une droite : « *la ligne droite est la ligne qui est déterminée par deux points donnés sans autre condition que celle-ci* ». Bien que cette définition nous semble ambiguë, l'utilisation de l'objet point comme terme dans cette définition nous semble pertinente, cet objet est familier des élèves. Selon Leibniz, pour construire la notion de droite il faut considérer deux de ces points. Ce qui pour nous semble pertinent pour construire de façon empirique la définition de la ligne droite. Pour notre étude, nous nous limitons à la ligne droite dans le cadre de la géométrie élémentaire.

La ligne droite fait partie de la géométrie naturelle, et de la physique. Nous nous proposons à présent d'examiner ce que représente la ligne droite en physique.

2. La ligne droite : un objet de la physique

La ligne droite est un objet que l'on rencontre dans plusieurs domaines de la physique au secondaire. Parmi les contenus de la physique où elle intervient, nous avons l'optique géométrique, la mécanique classique.

La ligne droite est utilisée en optique pour décrire la trajectoire du rayon lumineux. En effet, la lumière est considérée comme un objet non matériel, elle se déplace et ce déplacement est appelé propagation de la lumière. Cette propagation dépend du milieu dans lequel elle a lieu. Dans un milieu transparent, elle se propage en ligne droite, on dit alors que sa trajectoire est rectiligne. La lumière fait partie des objets de la physique enseignés au début du secondaire. L'élève doit pouvoir découvrir la propagation rectiligne de la lumière.

En mécanique classique, un objet qui se déplace suit une certaine trajectoire. La trajectoire d'un point matériel est l'ensemble des positions successives occupées par ce point au cours du temps. La trajectoire est ici considérée comme domaine de réalité, le modèle qui la représente dépend du référentiel choisi. Lorsque la trajectoire d'un point matériel est une ligne droite, on dit qu'il s'agit d'une trajectoire rectiligne. La trajectoire d'un point peut également être comprise comme la ligne formée par l'ensemble des positions prises par un point au cours de son mouvement. Ainsi, l'un des objets en interrelation avec la ligne droite en physique est le mouvement rectiligne. En physique, l'on dit qu'un système possède un mouvement de translation rectiligne lorsqu'à chaque instant de ce mouvement, l'ensemble de ses points est caractérisé par des vitesses constantes. Si un système possède un mouvement de translation rectiligne alors tous ses points possèdent la même trajectoire.

Nos commentaires : la définition de la droite qui semble pertinente en géométrie naturelle est celle qui s'inspire à la fois de la géométrie euclidienne et de la physique. Un exemple de définition qui peut être reconstruit en salle de classe est la suivante : « *une droite est une ligne illimitée qui contient le plus court chemin entre-deux de ses points quelconques.* » Cette définition respecte les critères d'une définition (Shir & Zaslavsky, 2002). Les notions de chemin et de trajectoire sont beaucoup plus utilisées en physique.

Pour conclure, les observations ci-dessus montrent que la ligne droite est un objet pluridisciplinaire. Par ailleurs, de façon isolée, une discipline ne nous donne qu'une image restreinte d'un objet pluridisciplinaire. C'est une fois réuni c'est-à-dire en s'articulant que des disciplines donnent une vue d'ensemble de l'objet en question. Notre hypothèse est la

suivante : la prise en compte de l'interdisciplinarité, dans l'enseignement du concept de droite pourrait favoriser la construction de la notion de droite par les élèves.

III. CADRE THEORIQUE

Nos analyses des manuels au sujet de l'introduction du concept de droite suivent une approche institutionnelle. Nous souhaitons décrire les choix institutionnels et leur répercussion. Le rapport institutionnel à un objet est perçu par Chevallard (1994) comme l'ensemble des interactions possibles entre l'institution I et l'objet O . Il devrait y avoir une certaine conformité entre le rapport personnel des élèves et le rapport institutionnel à l'objet O . Le modèle de praxéologie est proposé par la théorie pour décrire le rapport institutionnel qui contraint le rapport personnel d'un sujet à l'objet de savoir (Chaachoua, 2010). Du point de vue de la TAD, toute activité humaine consiste à l'accomplissement d'une tâche « t » d'un certain type « T » au moyen d'une technique τ , justifiée par une technologie θ qui permet en même temps de la penser, voire de la produire. Cette technologie est à son tour justifiable par une théorie Θ . Selon Chevallard (1999), une organisation notée $[T/\tau/\theta/\Theta]$ est mise en œuvre dans toute activité humaine. L'organisation mathématique est dite ponctuelle lorsqu'elle est relative à une seule tâche. Dans le cadre de cette étude, cette organisation mathématique nous semble pertinente. Dans le cadre de la TAD, Castela (Castela, 2008) définit la notion de tâche prescrite à l'élève, il s'agit d'un couple constitué de l'énoncé et du contexte institutionnel de prescription : l'énoncé est une mise en texte du problème mathématique en ajoutant éventuellement des indications ou des questions qui prennent en charge partiellement ou complètement les étapes de la technique attendue. Le contexte institutionnel précise les éléments du contexte dans lequel la tâche est prescrite. Selon Chaachoua (Chaachoua, 2010) le choix d'une technique et sa mise en œuvre par l'élève dépendront des éléments de ce contexte. Toutefois dans une perspective d'un diagnostic automatique, elle propose un modèle qui intègre dans le contexte institutionnel des éléments relatifs à une classe génétique qui correspond au niveau donné. Il s'agit de ce qu'elle nomme une tâche mathématique. C'est un problème mathématique sans aucune indication sur la technique possible ou attendue et avec une formulation qui reste la plus neutre possible vis-à-vis de la technique. Ainsi, pour chaque problème de géométrie, il est de la responsabilité du chercheur de déterminer la tâche mathématique qui lui est associée.

IV. MÉTHODOLOGIE

Notre étude s'inscrit dans une approche qualitative, nous avons opté pour une étude exploratoire afin de répondre à notre premier objectif de recherche. Nous mentionnerons d'abord le corpus sur lequel porte l'étude, puis la collecte et l'analyse des données.

Les données proviennent de quelques manuels de mathématiques recommandés par le Ministère des Enseignements secondaires au Cameroun. Ce sont des manuels que l'on retrouve dans chaque région du Cameroun. Il s'agit des manuels les plus utilisés sur le territoire national.

Manuels	Titre	Auteurs	Éditeurs
M1	Majors en Mathématiques 6e (B)	Mvomo et al.	ASVA Education (2016)
M2	Excellence en Mathématiques 6e	Elandi et al.	ACIPEC (2016)
M3	CIAM Mathématiques 6e (B)	Touré et al.	EDICEF (2016)
M4	Cargo collection de Mathématiques 6e	Une équipe d'enseignants	Hachette International (2016)

Figure 1 - corpus de manuel utilisé pour les analyses

Les manuels scolaires ainsi présentés sont organisés en chapitres. Les chapitres de chaque manuel sont regroupés en deux parties : une partie intitulée « Activités numériques » et une partie intitulée « Activités géométriques ». Les chapitres des manuels sont organisés en deux rubriques : une première rubrique où l'on retrouve les différentes sections avec des thèmes précis et une seconde rubrique où l'on retrouve les exercices destinés aux élèves. Une section du chapitre peut être une leçon ou un ensemble de sous-sections qui sont des leçons. Les leçons sont pour la plupart, organisées en blocs : un bloc destiné aux « Activités découvertes » ; un bloc destiné aux « Énoncés institutionnalisés » et illustrations (définition, théorème, méthode, règles) et enfin un bloc destiné aux « Exercices d'application ». Les documents qui font partie de notre échantillon ont tous des leçons qui portent sur les droites du plan. Les apprenants sont susceptibles d'y avoir accès directement en salle de classe ou en dehors de la salle de classe. Notre étude porte exclusivement sur les leçons du chapitre intitulé : les droites du plan.

La collecte des données a fait intervenir une grille d'analyse des documents. Chacun des documents de notre corpus possède un chapitre intitulé : « Droites du plan ». Pour des raisons de nombre de pages, nous présenterons dans cette étude une grille à quatre sous parties : — les problèmes proposés dans les blocs « Activités de découverte ». Il s'agit ici de déterminer les types de problèmes proposés dans les manuels pour découvrir les droites et les relations entre les droites ; — les modèles associés aux problèmes dans les blocs « Activités de découverte » : Il sera question dans cette partie de déterminer les fonctions des dessins dans les problèmes, les types de dessins que proposent les auteurs des manuels (Elia & Philippou, 2004); — les énoncés institutionnalisés dans les blocs « Institutionnalisation » des différents manuels. Il s'agit de décrire la manière dont les énoncés sont formulés, l'adéquation des énoncés des définitions avec une définition formelle en mathématiques. On pourra également vérifier la congruence entre les schémas pour traduire les énoncés dans le registre graphique et ces mêmes énoncés.

Les données recueillies ont été décrites, puis interprétées à l'aide des travaux antérieurs et des modèles proposés comme cadre théorique.

V. RÉSULTATS

Dans les lignes qui suivent, nous rapportons une partie des résultats obtenus en raison de la restriction du nombre de pages.

1. Les problèmes présents dans les blocs « Activités de découverte »

L'objectif de cette partie est d'identifier le type de problèmes proposés par les auteurs des manuels pour découvrir les objets géométriques et les relations entre ces objets.

Les problèmes présents dans les blocs « Activités de découverte » des chapitres dans la plupart des manuels sont des tâches prescrites. En effet, les formulations des énoncés des problèmes ne sont pas neutres. Ces problèmes sont conçus dans une intention didactique, les indications sont fournies par l'énoncé du problème. Les indications se présentent sous les formes suivantes : les tâches intermédiaires qui orientent sur la technique à utiliser ; les éléments du contexte sont préalablement rappelés dans le préambule de la tâche et des dessins qui correspondent aux résultats de la tâche sont également associés aux problèmes dans certains cas. Le problème ci-dessous est un exemple de problème où le dessin qui représente le résultat de la tâche est associé à l'énoncé.

Marque deux points A et B distincts sur une page vierge de ton cahier.

Trace sur toute la page une droite qui passe entre les deux points.



Figure 2 - Problème du manuel Excellence, page 31

Dans ce problème, le dessin est donné en même temps que l'énoncé du problème. Pour exécuter cette tâche, l'élève pourra tout simplement reproduire le dessin associé à l'énoncé. Tout en étant prudent, l'on pourrait penser que les auteurs des manuels s'intéressent au résultat du problème et restent dans une approche behavioriste.

Les types de tâche que l'on retrouve dans les problèmes de chaque manuel appartiennent pour la plupart aux genres de tâche : construire, communiquer et interpréter. Les techniques de résolution des tâches font appel : à l'expérience par le biais de l'utilisation des instruments de géométrie ; à l'intuition par le biais de la perception visuelle. Les technologies qui justifient les techniques permettant de résoudre ces tâches sont supposées connues des élèves, car elles ont fait l'objet d'un apprentissage dans les classes antérieures.

Les manuels ne proposent pas toujours les problèmes décrivant des situations proches des réalités. L'unique manuel qui s'inspire des situations proches de la réalité est le manuel Cargo. Certains de ces problèmes font intervenir des objets tels que le chemin, la corde et la route qui sont des objets de la physique ou encore des objets matériels. Les problèmes des activités de découverte sont pour certains des problèmes qui conduisent à la formulation de la conjecture d'un énoncé. L'on observe ce genre de problèmes dans le manuel CIAM.

Pour terminer, nous notons l'absence dans les manuels des types de tâche conduisant à la reconstruction de la définition des objets géométriques et des relations entre ces objets.

Nos commentaires : le fait de proposer uniquement les tâches prescrites dans les manuels pourrait transformer les élèves en des automates, n'ayant à exécuter que des tâches intermédiaires dont ils ne saisissent pas la logique. Ce type de problème ne laisse pas à notre avis une part assez grande à l'initiative ; l'inventivité où la maîtrise de la complexité. Les auteurs des manuels prennent en compte les modes de pensée de la géométrie naturelle, cela correspond bien à cette institution. Nous pouvons également relever le fait que les interrelations entre la géométrie et la physique ne sont pas suffisamment exploitées dans les problèmes. L'absence des tâches relatives à la reconstruction de la définition dans les différents manuels laisse supposer que les auteurs des manuels sont dans une approche axiomatique des définitions, cela pourrait avoir des conséquences sur les concepts images des élèves.

2. Les modèles graphiques présents dans les blocs « Activités »

Les modèles sont utilisés pour représenter les figures géométriques et les objets matériels dans les manuels.

L'exploration des modèles graphiques associés aux problèmes dans les blocs « Activités de découverte » a permis d'identifier les fonctions des différents dessins ainsi que leur type. Nous avons identifié les dessins ayant une fonction décorative : ce sont des dessins qui en dehors de leur nature ne fournissent aucune autre information en relation avec l'énoncé du problème ; on observe également des dessins ayant une fonction représentative : ces dessins sont sémantiquement congruents aux hypothèses du problème ; des dessins ayant une fonction informative : l'essentiel du problème est basé sur le dessin.

Enfin, les dessins ayant une fonction organisatrice : ces dessins orientent sur la résolution des problèmes auxquels ils sont associés. L'on a ainsi identifié des dessins qui traduisent des instructions successives dans la construction d'une configuration, ainsi que des dessins qui représentent le résultat final d'une tâche à exécuter.

Les dessins identifiés sont les dessins représentés avec des instruments de géométrie, qui respectent les propriétés qui déterminent la figure sans aucune mesure indiquée. La plupart de ces dessins sont des dessins qui représentent des objets géométriques. Seul le manuel Cargo propose des images représentant des objets physiques.

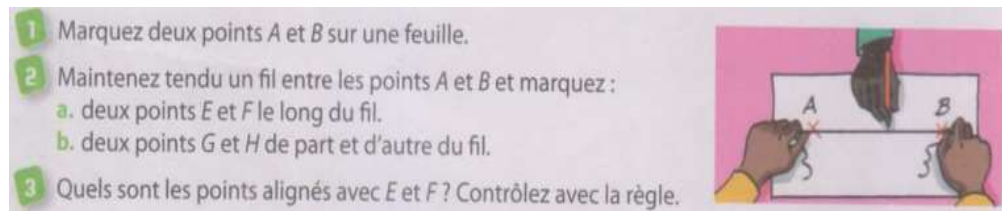


Figure 3 - Problème du manuel Cargo, page 8

Nos commentaires : la présence des dessins ayant une fonction organisatrice au côté des problèmes dans les blocs « Activités de découverte » constitue une aide dans la résolution du problème. Une tentative d'explication à cette approche pourrait provenir du fait que les auteurs ont du mal à se défaire de l'approche behavioriste. L'exploration des manuels permet également de remarquer que la plupart des manuels n'utilisent pas les dessins représentant des objets matériels dans les problèmes. Cela ne favorise pas le rapprochement entre la géométrie et la physique dans l'institution classe de sixième.

3. Les énoncés institutionnalisés et les illustrations

Les énoncés institutionnalisés dans les blocs institutionnalisations sont pour la plupart, les définitions des propriétés (théorèmes) des règles et des méthodes.

Nous constatons que les manuels des collections CIAM, Majors, et Excellence ne donnent pas de définition à la notion de droite. Les auteurs de ce manuel préfèrent énumérer les propriétés de la droite plutôt que de tenter d'en donner une définition. Le manuel CIAM ne définit pas la notion de droite perpendiculaire, il procède par une monstration. Les énoncés de définitions ne sont pas précédés des activités de reconstruction de la définition. Elles sont présentées de façon axiomatique. Nous observons que le manuel de la collection Cargo définit tous les objets et les relations présents dans le chapitre qui fait l'objet de notre étude.

D1 : « une droite est une ligne formée de points sans épaisseur et illimitée des deux côtés »

D2 : « deux droites sécantes sont deux droites qui ont un seul point en commun... »

D3 : « trois points sont alignés lorsqu'ils appartiennent à une même droite »

D4 : « deux droites perpendiculaires sont deux droites sécantes qui forment quatre angles droits »

D5 : « deux droites parallèles sont deux droites qui ne sont pas sécantes »

La définition D1 est une définition ambiguë, car l'expression « ligne sans épaisseur » n'a pas été préalablement définie dans le manuel. De plus, cette définition n'est pas correcte, car plusieurs objets du domaine de la géométrie naturelle peuvent satisfaire les propriétés présentes dans cette définition sans pour autant être des droites. Nous pensons que pour une définition acceptable il aurait fallu signifier qu'il s'agit de la plus courte ligne entre deux de ses points quelconques. Les définitions D2 et D3 sont considérées comme des définitions formelles. La définition D4 bien qu'elle satisfasse le critère de hiérarchie (Shir & Zaslavsky, 2002) n'est pas minimale. En effet, il suffit que deux droites se coupent en forment un angle droit pour conclure à la perpendicularité de deux droites. La définition D5 bien qu'elle soit une définition formelle peut induire des obstacles épistémologiques liés au mode de pensée

dans la géométrie axiomatique naturelle. La relation utilisée par les auteurs des manuels CIAM et Majors pour caractériser le parallélisme de deux droites est la perpendicularité à une même droite. Ces définitions sont opératoires, dans la mesure où elle peut servir de technologie justifiant une technique utilisée pour exécuter une tâche.

Les modèles qui illustrent les énoncés sont des dessins accompagnés d'un commentaire. Le dessin peut être considéré ici comme un cas particulier de traduction de l'énoncé en langage graphique. Les commentaires qui sont associés au dessin dans les manuels sont : une description des propriétés lues sur le dessin en langage mixte c'est à dire symbolique et naturelle ; un diagramme de déduction, il permet de montrer le schéma déductif partant des prémisses à la conclusion. Cette approche permet à notre avis de montrer l'opérationnalité de la propriété dans une tâche de construction et dans une tâche de preuve. Certaines de ces modèles sont des schémas indiquant le procédé de vérification des relations de parallélisme et de perpendicularité entre deux droites.

VI. CONCLUSION

Pour répondre à l'objectif de cette étude, nous avons opté pour une démarche exploratoire basée sur l'analyse de quatre manuels de mathématiques de la classe de sixième au Cameroun. Au terme de notre analyse, nous avons observé que les problèmes utilisés pour faire découvrir la ligne droite et les relations entre les droites sont des tâches prescrites qui ne favorisent pas l'esprit d'initiative et d'innovation chez les élèves. La plupart de ces problèmes ne font pas référence aux objets du monde sensible. Les dessins associés aux problèmes dans la plupart des manuels représentent des objets géométriques et non des objets matériels. Les définitions sont proposées de façons axiomatiques ce qui va à l'encontre des recommandations des chercheurs en didactique des mathématiques (De Villiers, 1998; Freudenthal, 2012). La définition de la ligne droite est quasi-absente des manuels de mathématiques, celle qui y est proposée par un des manuels est erronée. À la lumière des observations issues de cette étude, les suggestions logiques qui en émanent consistent à tenir compte des objets du monde sensible dans la conception des leçons sur la notion de droite par les auteurs des manuels. Il est un impératif, d'associer les élèves dans le processus de reconstruction de la définition des objets géométriques tels que la notion de droite et les relations entre les droites. Les problèmes de découverte doivent également donner l'opportunité aux élèves de prendre les initiatives et de développer des aptitudes heuristiques. Pour faire suite à cette étude, il serait intéressant d'étudier la façon dont les objets en relation avec la notion de droite en géométrie sont construits par les élèves en situation lorsque l'interdisciplinarité est exploitée dans la conception des situations d'apprentissages.

REFERENCES

- Bonnel J. (1871) *Essai sur les définitions géométriques*. Paris: Delagrave.
- Castela C. (2008) Travailler avec, travailler sur la notion de praxéologie mathématique pour décrire les besoins d'apprentissage ignorés par les institutions d'enseignement. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, 28(83), 135-182.
- Chaachoua H. (2010) *La praxéologie comme modèle didactique pour la problématique EIAH. Etude de cas: la modélisation des connaissances des élèves*. Université de Grenoble.
- Chevallard Y. (1994) Les processus de transposition didactique et leur théorisation, In ARSAC, G. et al. (ed.). *La Transposition Didactique À L'épreuve*, (Grenoble : La Pensée sauvage), 135–180.
- Cissé B. (2005) *Etude épistémologique et didactique de l'utilisation du vecteur en*

- mathématiques et en physique – lien entre mouvement de translation et translation mathématique*. Lyon: Université Claude Bernard - Lyon 1.
- Coppé S., Dorier J.-L., & Moreau V. (2005) Différents types de dessins dans les activités d'argumentation en classe de 5ème. *Petit x*, (68), 8–37.
- De Villiers M. (1998) To teach definitions in geometry or teach to define? *Proceedings of the 22th International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, vol. 2, 248–255.
- Elia I., & Philippou G. (2004). The Functions of Pictures in Problem Solving. *Proceedings 28th International Group for the Psychology of Mathematics Education*, vol. 2, 327-334.
- Freudenthal H. (2012). *Mathematics as an educational task*. Dordrecht : Springer.
- Gobert S. (2007). Conditions nécessaires à l'usage des dessins en géométrie déductive. *Petit x*, 47, 34–59.
- Laborde C. (1994). Enseigner la géométrie : Permanence et révolution. *Bulletin APMEP*, 523–548.
- Legendre A.-M. (n.d.). *Éléments de Géométrie. 2e Édition*. Paris: Firmin-Didot.
- Michelsen, C. (2015). Mathematical modeling is also physics—interdisciplinary teaching between mathematics and physics in Danish upper secondary education. *Physics Education*, 50(4), 489–494. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/50/4/489>
- Shir K., & Zaslavsky O. (2002). *Students' conceptions of an acceptable geometric definition. Proceedings 16th International Group for the Psychology of Mathematics Education*, vol. 4, 4–201.