



**TITRE:** ÉVOLUTION DU TRAVAIL DOCUMENTAIRE D'UN ENSEIGNANT DU PRIMAIRE LORS DE L'USAGE D'UNE RESSOURCE TECHNOLOGIQUE POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOMÉTRIE

**AUTEURS:** KHALLOUFI-MOUHA FATEN ET BRINI MOHAMED

**PUBLICATION:** ACTES DU HUITIÈME COLLOQUE DE L'ESPACE MATHÉMATIQUE FRANCOPHONE – EMF 2022

**DIRECTEUR:** ADOLPHE COSSI ADIHOU, UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE (CANADA/BÉNIN) AVEC L'APPUI DES MEMBRES DU COMITÉ SCIENTIFIQUE ET DES RESPONSABLES DES GROUPES DE TRAVAIL ET PROJETS SPÉCIAUX

**ÉDITEUR:** LES ÉDITIONS DE L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

**ANNÉE:** 2023

**PAGES:** 566 - 578

**ISBN:** 978-2-7622-0366-0

**URI:**

**DOI:**

# Évolution du travail documentaire d'un enseignant du primaire lors de l'usage d'une ressource technologique pour l'enseignement de la géométrie

KHALLOUFI-MOUHA<sup>1</sup> Faten – BRINI<sup>2</sup> Mohamed

**Résumé** – En se plaçant dans le cadre de l'approche documentaire et en utilisant la notion d'orchestration instrumentale, nous étudions le développement du travail documentaire d'un enseignant du primaire utilisant la ressource technologique GeoGebra pour enseigner les propriétés des parallélogrammes à des élèves de 6<sup>ème</sup> (11-12 ans). Les résultats des analyses font apparaître l'importance de l'impact de l'utilisation de cette ressource technologique sur le développement des pratiques de l'enseignant.

**Mots-clés** : Ressource technologique, Genèse documentaire, enseignement primaire, orchestration expérimentale, Pratiques de l'enseignant

**Abstract** – Using the documentational approach and the notion of instrumental orchestration, we explore the documentation work of an elementary school teacher using the technological resource GeoGebra to introduce the properties of parallelograms to 6th grade students (11-12 years old). Findings show the importance of the impact of the new resource on the teacher's practice.

**Keywords**: digital resources, documentational genesis, Primary school, Instrumental orchestration, Teacher's practices.

---

1. \*Université de Carthage, Tunisie, [faten.khalloufi@fsb.u-carthage.tn](mailto:faten.khalloufi@fsb.u-carthage.tn) ou [fkhalloufi@yahoo.fr](mailto:fkhalloufi@yahoo.fr)

2. \*\*Université Virtuelle de Tunis, Tunisie, [brinimohamed83@gmail.com](mailto:brinimohamed83@gmail.com)

## Introduction

Lors des dernières années, l'importante évolution au niveau du nombre et des types de ressources disponibles pour l'enseignant en général et pour l'enseignant des mathématiques en particulier, a soulevé la question de leurs utilisations et leurs appropriations, notamment lorsqu'il s'agit d'une ressource technologique comme les logiciels de géométrie dynamique. Le terme ressource est utilisé selon la définition de Adler (2000) comme tout ce qui peut re-sourcer l'activité de l'enseignant. Adler (2000) propose "think of a resource as the verb resource, to source again or differently" (p. 207). L'utilisation des différents types de ressources dans l'enseignement n'est pas une problématique récente, mais elle reste centrale dans les travaux de recherches en didactique des mathématiques (Pepin, Gueudet et Trouche, 2013). Les travaux focalisant sur l'utilisation des ressources technologiques, s'accordent sur l'importance de leurs impacts sur les activités choisies ou élaborées lors de la phase de la préparation du cours, sur les pratiques de l'enseignant lors de leur mise en œuvre en classe, sur le contenu mathématique proposé en classe et sur l'apprentissage des élèves (Khalloufi-Mouha, 2014, 2022).

Dans notre travail, nous nous plaçons dans la lignée des travaux explorant la dimension professionnelle du travail de l'enseignant en lien avec l'évolution rapide des nouvelles technologies (Khalloufi-Mouha et Brini, 2022). Ainsi, en adoptant le cadre de l'approche documentaire du didactique et en s'appuyant sur la notion d'orchestration instrumentale, nous cherchons à explorer le développement des pratiques de l'enseignant du point de vue de son interaction avec la ressource technologique utilisée, lors des différentes phases de son travail.

## Cadre théorique

### *L'approche documentaire du didactique*

L'approche documentaire, introduite à travers les travaux de Trouche et Gueudet (Gueudet et Trouche 2008, 2009 ; Gueudet 2019), a pour objet d'explorer l'apprentissage professionnel et le travail de l'enseignant à travers son interaction avec les ressources curriculaires. Cette approche « propose ainsi d'analyser le travail des professeurs en se centrant sur les « ressources » pour et dans l'enseignement : ce qu'elles préparent pour nourrir leurs pratiques de classe, et ce qui est continuellement renouvelé par ces pratiques. » (Trouche, Gueudet et Pepin, 2020, p.3). En s'appuyant sur la distinction entre artefact et instrument, l'approche documentaire introduit la distinction entre ressource et document. Les ressources comportent tous les types de ressources numériques et technologiques ou traditionnelles (programmes, manuels, guides) développées et utilisées par l'enseignant et les élèves dans la classe et en dehors de la classe (Gueudet et Trouche, 2008). Le document est défini comme étant une entité mixte composée des ressources et de leurs schèmes d'usage. La notion de schème est utilisée en accord avec la définition de Vergnaud (1996), comme une organisation invariante de

l'activité, caractérisée par les quatre composantes suivantes : le but de l'activité, les actions stables et reproductibles qui organisent l'activité nommées règles d'action, des invariants opératoires formés par des théorèmes en acte (des propositions considérées comme vraies mais pouvant être vraies ou fausses) et des concepts en actes (des fonctions propositionnelles nécessaires pour l'élaboration des propositions et qui ne sont pas susceptibles d'être vraies ou fausses.). La quatrième composante étant la possibilité d'inférence à la variété des situations. Le processus d'élaboration et de développement d'un document est désigné par le processus de la genèse documentaire (Gueudet et Trouche, 2009).

### *La notion d'orchestration instrumentale*

Dans l'objectif d'éclairer l'évolution du processus de la genèse documentaire de l'enseignant, nous avons choisi de faire appel à la notion d'orchestration instrumentale (Trouche, 2005). L'apport de cette notion d'orchestration instrumentale à notre travail revient à éclairer la façon dont l'enseignant exploite les potentialités de la ressource technologique et l'articule avec les autres ressources disponibles pour mettre en œuvre son projet d'enseignement. La notion d'orchestration instrumentale est définie comme étant « l'agencement systématique par un agent intentionnel des éléments (artefacts et humains) d'un environnement en vue de mettre en œuvre une situation donnée et, plus généralement, de guider les apprenants dans les genèses instrumentales et dans l'évolution et l'équilibrage de leurs systèmes d'instruments » (Trouche, 2005, p. 126). Drijvers (2011) a étendu les travaux de Trouche pour définir une typologie des orchestrations instrumentales en prenant en considération les intentions didactiques, les configurations et les modes d'exploitation. Dans notre travail nous considérons que l'étude des types d'orchestrations utilisées et les modes de leurs exploitations, nous permet d'identifier certaines caractéristiques des schèmes d'usage de la ressource technologique. Cela permet ainsi, d'éclairer l'analyse du développement du processus de la genèse documentaire de l'enseignant. Dans nos analyses, les orchestrations sont considérées comme la partie perceptible du document, permettant de décrire les ressources utilisées et les règles d'action. Nous partageons ainsi l'idée de Besnier (2019) qui considère que « la mise en place régulière de certaines orchestrations témoigne de règles d'actions, pilotées par des invariants opératoires » (p.122). Notre travail est guidé par les questions de recherches suivantes :

1. Quelles sont les caractéristiques des documents développés par l'enseignant lors de l'utilisation de la ressource technologique Geogebra ?
2. Comment évolue le processus de la genèse documentaire à la suite de plusieurs mises en œuvre en classe ?

## Méthodologie

### *Présentation de l'enseignant*

L'enseignant participant à l'expérimentation est un professeur des écoles primaires ayant 31 ans de service. Lors du premier interview, l'enseignant a déclaré que les ressources consultées pour l'élaboration de ses cours de mathématiques sont limitées. Il s'appuie essentiellement sur sa longue expérience pour la sélection des activités à proposer aux élèves. Ces activités sont essentiellement extraites du manuel scolaire, du guide du maître, du fichier de classe<sup>3</sup> et des livres parascolaires. Il accède rarement aux sites internet pour télécharger des situations d'apprentissage pour sa classe. Il n'a jamais utilisé une ressource numérique en classe pour enseigner les mathématiques. L'enseignant a découvert le logiciel de géométrie dynamique GeoGebra à travers les discussions avec un collègue (second auteur). Convaincu par ses apports (la manipulation directe, la visualisation, l'expérimentation...) et dans l'objectif de développer ses pratiques professionnelles, il s'est porté volontaire pour participer à expérimenter l'utilisation et l'intégration de ce logiciel dans sa classe.

### *Le contexte de notre expérimentation*

Les deux séances de mise en œuvre en classe, enregistrées par vidéo, ont eu lieu dans une salle d'informatique qui comporte sept ordinateurs placés en forme de U, d'un vidéoprojecteur et d'un tableau blanc. L'expérimentation a eu lieu lors de la période où les classes sont subdivisées en deux groupes pour des raisons sanitaires liées à la pandémie du COVID19. La ressource a été implémentée pour chacun des deux groupes qui forment la classe mais le travail avec un seul groupe (une demi-classe) a été enregistré par vidéo pendant les deux séances. Pour cela, dans chacune des deux séances, dix élèves ont assisté à la mise en œuvre en classe. Ces élèves ont été placés par binôme (deux élèves devant un ordinateur). L'objectif de la première séance est d'introduire les propriétés du parallélogramme à travers une activité extraite du manuel solaire et adaptée par l'enseignant dans l'objectif d'utiliser GeoGebra. La deuxième séance enregistrée est une séance de synthèse où les élèves ont été appelés à investir les nouvelles connaissances en rapport avec les parallélogrammes dans une situation de construction géométrique.

---

3. Le fichier de classe est un document fourni par le centre national pédagogique. Ce document contient des fiches d'introduction des leçons, des fiches d'intégration et des fiches pour la remédiation.

## Dispositif de suivi dans le cadre de la méthodologie d'investigation réflexive

Dans notre étude, le travail de documentaire de l'enseignant a été suivi sur une période de trois mois. Les données collectées sont composées de :

- quatre entretiens qui se sont déroulés à l'école primaire. Les entretiens ont été enregistrés et retranscrits. Deux entretiens pré-mise en œuvre qui portent sur la préparation de la leçon. L'objectif de ces entretiens était d'identifier à travers les déclarations de l'enseignant comment il a sélectionné, utilisé et transformé des ressources existantes pour concevoir une nouvelle ressource selon son projet didactique personnel. Ils ont également porté sur la méthodologie prévue pour la mise en œuvre de la leçon en classe. Les deux entretiens post-mise en œuvre visent à permettre à l'enseignant, à la suite de la visualisation de la vidéo de la séance, de réfléchir et d'évaluer son travail.
- Un compte-rendu de trois séances d'initiation des élèves à l'utilisation des outils GeoGebra dans les constructions géométriques. Les trois séances ont été assurées par l'enseignant et le chercheur (deuxième auteur). Ces sessions n'ont pas été enregistrées mais elles sont supposées être des ressources pour l'enseignant qui expérimente pour la première fois avec ses élèves l'utilisation de GeoGebra en salle informatique.
- Deux séances de mise en œuvre en classe, espacées de cinq semaines, ont été enregistrées par vidéo.
- Le journal de classe du professeur où le professeur décrit le scénario de chaque séance avec les activités proposées et l'organisation de la classe.

## Méthodologie de l'analyse des données recueillies

Selon l'approche documentaire, étudier le processus de la genèse documentaire d'un enseignant utilisant une ressource dans un objectif d'enseignement, nécessite l'exploration des schèmes d'usage développés à travers l'utilisation de cette ressource et par conséquent l'identification de leurs quatre composantes : objectifs, règles d'action, invariants opératoires ainsi que les inférences. Pour cela notre analyse porte sur les objectifs prévus par l'enseignant lors des phases d'élaboration des séances d'enseignement, ainsi que les objectifs identifiés lors des phases de mise en œuvre en classe. A chaque objectif sont associées les ressources utilisées ainsi que les actions prévues par l'enseignant et les actions mises en œuvre en classe, relatives à l'utilisation de la ressource. Nous avons également identifié les connaissances professionnelles qui justifient ces actions et qui sont interprétées comme des invariants opératoires. Cela nous a amené à élaborer une version adaptée des tableaux documents (Gueudet, 2017) permettant de caractériser les différents documents élaborés par l'enseignant. Dans ces tableaux nous ne prétendons pas fournir une caractérisation du système documentaire de l'enseignant, nous nous limitons à la caractérisation de certains documents en lien avec les types d'orchestrations utilisés. La confrontation entre le tableau document relatif à la mise en œuvre en classe de chacune des deux séances observées, nous permet d'identifier l'évolution du processus de la genèse documentaire à travers l'évolution des documents identifiés. L'étude du déve-

l'ajout de documents est liée à la possibilité des adaptations et des régulations apportées aux documents en réponse aux évolutions des caractéristiques des situations auxquelles l'enseignant se trouve confronté lors de l'utilisation de la ressource technologique. Nous considérons que ces adaptations et régulations se traduisent essentiellement par des changements aux niveaux des actions et des règles d'actions ainsi qu'au niveau des invariants opératoires. Ils peuvent également se traduire par l'émergence de nouveaux objectifs ce qui correspond à ce que Monaghan (2004) désigne par « emergent goal ».

## Analyse du développement de la genèse documentaire

### *Analyse des documents relatifs à la première séance*

L'analyse du tableau documents relatif à la première séance fait apparaître l'importance des modifications et des adaptations apportées par l'enseignant lors de la mise en œuvre en classe du projet de sa leçon de point de vue de l'utilisation de la ressource GeoGebra et ainsi aux différents documents élaborés. Cela s'est traduit à travers l'éclatement du scénario global élaboré par l'enseignant autour de cinq objectifs initiaux (Introduire la leçon, mettre en place une phase de travail par binômes, mettre en place une phase de travail collectif, mettre en place une phase de conclusion et mettre en place une phase d'institutionnalisation) en des scénarios locaux relatifs à chaque question de l'activité proposée. Cela permet à l'enseignant d'avoir un contrôle plus étroit du travail des élèves lors des différentes phases. Le document relatif à l'objectif de mettre en place une phase d'investigation à travers un travail par binômes pour explorer chaque question a été associé à l'utilisation d'une orchestration émergente qui est une orchestration hybride combinant le travail collectif et le travail par binômes. Ainsi, l'enseignant circule entre les élèves qui travaillent par binômes et lorsqu'il repère une difficulté chez l'un des binômes, il intervient publiquement pour prévenir les autres binômes et donner la stratégie adéquate. En cas de difficulté d'ordre instrumentale, l'enseignant prend parfois en charge l'exécution de la tâche demandée à la place des élèves en difficulté. Nous considérons que l'invariant opératoire qui engendre ces pratiques de l'enseignant relève d'un théorème en acte « il faut que tous les élèves arrivent à accomplir l'activité, à identifier la connaissance mathématique visée à travers une procédure appropriée. » Lors de l'entretien post-mise en œuvre et à la suite de la visualisation de la vidéo de la séance, l'enseignant admet qu'il a trop guidé les élèves lors de cette phase en justifiant ses pratiques par la variation au niveau du rythme de travail des élèves et au niveau de la maîtrise de l'utilisation du logiciel. Il déclare lors de l'entretien « *Pendant la séance, j'ai été vraiment gêné par le fait que le travail des élèves n'avance pas à un même rythme. Il y a des élèves plus rapides que d'autres et le niveau de maîtrise de l'utilisation du logiciel diffère d'un élève à l'autre. Ceci m'a obligé à faire plusieurs interventions pour faire avancer leur travail et gagner du temps. En plus, les manipulations fausses des élèves entraînent parfois un blocage du travail à cause des problèmes techniques comme la perte de la figure géométrique et dans certains cas, je n'arrive pas à corriger ces problèmes.* » Cela est en accord avec l'idée de Drijvers (2011) qui considère la nécessité de compétences élevées de

diagnostique pour identifier les difficultés des élèves lors de ce type d'orchestration et ce qui n'est pas le cas de notre enseignant qui utilise cette ressource technologique pour la première fois en classe.

Le document relatif à l'objectif de mettre en place une phase de travail collectif s'est traduit à travers des pratiques spécifiques qui ont émergé lorsque l'enseignant s'est adressé à toute la classe pour expliquer une stratégie de résolution ou pour apporter une interprétation mathématique de l'activité avec l'artefact. Ces actions ont été identifiées essentiellement lors de l'émergence d'une orchestration qui combine la configuration de de « l'élève Sherpa » avec celle de « explain the screen ». En plus de cette configuration, l'objectif de mettre en place une phase de travail collectif s'est traduit lors de la séance, à travers l'utilisation des orchestrations « explain the screen » et « link screen board » où l'enseignant s'adresse à toute la classe. Il explique, en utilisant comme support la projection de l'écran de l'ordinateur, des aspects techniques (le mode de fonctionnement de l'outil « relation ») ou un contenu mathématique (la somme des angles complémentaires). Nous avons considéré que ces différentes pratiques sont guidées par l'invariant opératoire « le travail collectif permet de s'accorder sur une même stratégie et d'apprendre le même contenu mathématique visé. ».

Le document relatif à l'objectif de mettre en place des phases de conclusions devrait faire partie de la phase d'institutionnalisation selon le scénario prévu par l'enseignant. Il constitue un document émergent comme conséquence de l'éclatement du scénario global en des scénarios locaux en fonction des différentes questions de l'activité proposée. Les phases de conclusions sont initiées par l'enseignant, à la suite de la phase de travail collectif, à travers l'utilisation de questions fermées et très ciblées. Pour la formulation des conclusions, l'enseignant ne laisse pas l'initiative aux élèves, il les guide vers la formulation souhaitée par des questions nécessitant une réponse par oui ou non comme la question suivante « est-ce que les diagonales sont égales ? ». Nos analyses nous amènent à considérer que les actions de l'enseignant associées à cette phase sont gérées par l'invariant opératoire « les élèves peuvent avoir des difficultés à donner une interprétation mathématique de leur activité avec l'artefact » pour cela il cherche à les guider d'une façon très étroite.

L'étude du document relatif à l'objectif de mettre en place une phase d'institutionnalisation fait apparaître l'utilisation de l'orchestration Not-use-tech. Lors de cette phase, l'enseignant prend en charge l'interprétation mathématique de l'activité en proposant une formulation mathématique des différentes propriétés identifiées et en éliminant toute référence à l'activité et à l'utilisation de GeoGebra. Ainsi, l'enseignant dicte les propriétés des parallélogrammes et les élèves se contentent d'écrire sur leurs fiches, sans participer à la formulation de ces propriétés. L'insistance de l'enseignant pour que les élèves gardent une trace écrite atteste l'importance des liens avec les pratiques traditionnelles. Nous supposons que ces pratiques sont engendrées par le théorème en acte « Il faut proposer aux élèves une formulation mathématique du savoir en jeu utilisable lors de la résolution des problèmes. » Les ressources caractérisant cette phase de travail, sont essentiellement les conclusions déjà élaborées lors des différentes phases intermédiaires de conclusions.

## Développement des documents lors de la deuxième séance

La deuxième séance observée est une séance de synthèse dont l'objectif est d'amener les élèves à investir les connaissances étudiées lors du chapitre sur les propriétés des parallélogrammes, dans des situations de construction. Pour élaborer les activités de cette séance, l'enseignant a sélectionné, modifié et combiné des situations extraites du manuel scolaire et du fichier de classe. Ce travail, lui a permis d'élaborer une nouvelle ressource qu'il a exploité en classe. Les adaptations et les modifications réalisées visent d'une part, l'exploitation des potentialités du logiciel GeoGebra, notamment, l'outil « déplacement » et d'autre part, l'établissement du lien entre le travail dans l'environnement technologique et le travail dans l'environnement papier-crayon. Cette nouvelle ressource conçue à partir de plusieurs ressources, pour répondre aux différents objectifs de l'enseignant, constitue une manifestation de l'évolution du rôle de son rôle en tant que concepteur qui adapte les ressources à son projet d'enseignement pour élaborer sa propre ressource. Les analyses font également apparaître que l'enseignant reste toujours fidèle à son système routinier de ressources notamment le manuel scolaire, considéré comme la ressource principale pour son enseignement.

La confrontation entre les deux tableaux documents relatifs aux deux séances de mise en œuvre, fait apparaître certaines continuités dans les pratiques de l'enseignant, mais également une évolution qui s'est traduite par plusieurs adaptations en lien avec l'utilisation de la ressource GeoGebra et ainsi aux différents documents élaborés. La continuité s'est traduite par la subdivision du scénario global élaboré par l'enseignant autour de quatre objectifs initiaux (Introduire la leçon, mettre en place une phase de travail par binômes, mettre en place une phase de travail collectif et mettre en place une phase d'institutionnalisation), en deux scénarios locaux, relatifs à chacune des deux parties de la situation proposée. Cela revient à la volonté de l'enseignant d'imposer un même rythme d'avancement et de contrôler de plus près le travail des élèves lors des différentes phases. En plus, l'enseignant considère que cette décomposition permet aux élèves en difficultés de réguler leurs stratégies de résolution et de réussir leurs constructions pour arriver à obtenir des parallélogrammes particuliers et à faire des conjectures. Il considère également que l'échec de certains élèves tout au long de l'activité pourrait perturber leur attention et leur apprentissage.

Les analyses font également apparaître une évolution au niveau de l'utilisation des orchestrations instrumentales. En fait, lors de la phase de travail par binômes, les élèves collaborent et travaillent d'une façon autonome. L'enseignant circule, repère les difficultés et intervient individuellement à la demande de l'élève. Nous constatons que l'enseignant développe de nouvelles pratiques à la suite à des utilisations successives<sup>4</sup> de cette ressource.

---

4. L'enseignant a réutilisé la ressource en classe avec le deuxième groupe de la classe. Il a également réutilisé la ressource dans d'autres séances non programmées dans l'expérimentation qui ont été réalisées à l'initiative de l'enseignant dans l'objectif de développer ses compétences.

Le document relatif à l'objectif de mettre en place un travail collectif fait apparaître l'émergence de nouvelles actions chez l'enseignant qui n'ont pas été repérées lors de la première séance. L'enseignant invite des élèves ayant rencontrés des difficultés lors de la phase de travail par binôme pour jouer le rôle de Sherpa. Ainsi, l'élève propose une résolution de la tâche demandée devant toute la classe. Ce choix atteste l'évolution de l'appropriation de la ressource par l'enseignant par rapport à sa première utilisation lors de la première séance. En fait, il n'essaie plus d'éviter l'émergence des situations imprévues, plutôt, il choisit de mettre en commun les stratégies erronées pour favoriser les interactions entre les élèves afin d'améliorer la genèse instrumentale collective. A titre d'exemple, les interactions entre l'élève Sherpa et un autre élève a abouti à la construction de la deuxième diagonale en utilisant tout d'abord l'outil « droite » puis l'outil « segment » car l'utilisation de ce dernier outil seulement (la proposition de l'élève Sherpa), donne une figure qui ne résiste pas au déplacement. Ce mode d'exploitation proposé par l'enseignant vise à exploiter les erreurs et les échanges des élèves pour une co-élaboration d'une stratégie adéquate. L'enseignant gère les interactions en posant des questions et en demandant toujours à l'élève de justifier sa résolution. Nous notons que les élèves se servent de l'outil « déplacement » pour valider leurs constructions. Ce qui marque également une évolution dans l'instrumentation collective. Le changement au niveau des pratiques de l'enseignant relève de l'invariant opératoire suivante : « La discussion de différentes stratégies élaborées par les élèves (erronées ou adéquates) favorise le processus de la genèse instrumentale et l'apprentissage des élèves ». Lors de l'interview, l'enseignant déclare qu'il a cherché à mettre en place des discussions collectives relatives aux stratégies élaborées par les élèves, même les stratégies erronées. Il considère que cela est susceptible de favoriser le processus d'apprentissage des élèves, puisqu'il est convaincu que l'erreur est une source d'apprentissage.

Le document relatif à la mise en place d'une phase d'institutionnalisation, fait apparaître une évolution au niveau des actions de l'enseignant par rapport à ce que nous avons noté lors de la première séance. En fait, L'enseignant s'est limité à l'utilisation de l'orchestration « Link-screen-board ». De plus, Il n'a pas pris en charge l'énoncé des conclusions mais, il a plutôt aidé ses élèves à élaborer des formulations qui synthétisent les différentes relations entre les quadrilatères réguliers avec un vocabulaire mathématiques. Ainsi, il accorde un rôle plus actif aux élèves. A travers l'interview réalisé avec l'enseignant, nous considérons que l'invariant opératoire justifiant ses actions est le théorème-en-acte « la participation de l'élève à la construction des connaissances mathématiques permet d'améliorer son apprentissage »

L'analyse de la deuxième séance nous a également permis d'identifier une continuité au niveau des certaines pratiques, notamment, l'importance que l'enseignant accorde à la formulation commune des résultats au tableau. Ainsi, il transcrit les étapes de construction et les conjectures des élèves sur le tableau et demande aux élèves de prendre des notes.

## Discussion et conclusion

L'enseignant s'appuie sur son système de ressource routinier pour élaborer un nouveau document. Le travail documentaire qui consiste à sélectionner, modifier, combiner et adapter un ensemble de ressource engendre un document adapté aux objectifs de l'enseignant et aux objectifs de l'utilisation du logiciel de géométrie dynamique. Ainsi, nous remarquons un changement au niveau du rôle de l'enseignant. Il devient un concepteur qui adapte un ensemble de ressources à ses objectifs. Les deux processus d'instrumentation et d'instrumentalisation ainsi que les orchestrations observées lors de la mise en œuvre en classe font apparaître un développement au niveau des pratiques de l'enseignant à travers l'émergence de nouveaux invariants opératoires. Cependant, nous constatons que ce changement dans les pratiques enseignantes nécessite encore plus de temps pour que l'enseignant se familiarise avec ce type de ressource. Dans la même perspective, Artigue (1998) affirme que l'intégration des TICE nécessite non seulement une maîtrise technique des outils informatiques, mais surtout un renouvellement des pratiques professionnelles qui ne peut s'inscrire que dans la durée, car l'introduction de ces outils dans la classe modifie profondément le rôle de l'enseignant. La formation continue des professeurs a sur ce point une importance décisive.

## Références

- Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 205–224. <https://doi.org/10.1023/A:1009903206236>
- Artigue, M. (1998). Teacher training as a key issue for the integration of computer technologies. In *Information and Communications Technologies in School Mathematics: IFIP TC3/WG3. 1 Working Conference on Secondary School Mathematics in the World of Communication Technology: Learning, Teaching and the Curriculum, 26–31 October 1997*, Grenoble, France (pp. 121-129). Springer US.
- Besnier, S. (2019). Travail documentaire des professeurs et ressources technologiques : le cas de l'enseignement du nombre à l'école maternelle. *Education didactique*, 13(2), 119-153. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.4206>
- Drijvers P. (2011). Teachers Transforming Resources into Orchestrations. In: Gueudet G., Pepin B., Trouche L. (eds) *From Text to 'Lived' Resources. Mathematics Teacher Education*, vol 7. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1966-8\\_14](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1966-8_14)
- Gueudet G. (2019) Studying Teachers' Documentation Work: Emergence of a Theoretical Approach. In: Trouche L., Gueudet G., Pepin B. (eds) *The 'Resource' Approach to Mathematics Education. Advances in Mathematics Education*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-20393-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20393-1_2)
- Gueudet, G. (2017). University Teachers' Resources Systems and Documents. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 3(1). DOI:10.1007/s40753-016-0034-1
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2008). Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés : Le cas des mathématiques. *Éducation et didactique*, 2(3), 7-33. DOI : 10.4000/educationdidactique.342
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers ? *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 199-218. DOI : 10.1007/s10649-008-9159-8.
- Khalloufi-Mouha, F. (2014). Étude de l'évolution des signes langagiers lors d'une séquence d'enseignement intégrant un artefact technologique. *Spirale-Revue de recherches en éducation*, 54(1), 49-63.
- Khalloufi-Mouha, F. (2022). Une stratégie de réseautage pour une analyse sémiotique et discursive des pratiques langagières de l'enseignant lors d'une discussion collective dans une séance intégrant un environnement informatique. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 22(1), 150-169.
- Khalloufi-Mouha, F., & Brini, M. (2022). Rôles des interactions enseignant-élèves dans l'intégration d'un logiciel de géométrie dynamique: le cas d'un enseignant du primaire en Tunisie. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 22(4), 835-855.

- Monaghan, J. (2004). Teachers' Activities in Technology-Based Mathematics Lessons. *Int J Comput Math Learning* 9, 327 <https://doi.org/10.1007/s10758-004-3467-6>
- Pepin, B., Gueudet, G., & Trouche, L. (2013). Re-sourcing teachers' work and interactions: A collective perspective on resources, their use and transformation. *ZDM*, 45(7), 929-943.
- Trouche, L. (2005). Des artefacts aux instruments, une approche pour guider et intégrer les usages des outils de calcul dans l'enseignement des mathématiques. In *Le calcul sous toutes ses formes*. Académie de Clermont-Ferrand.
- Trouche, L., Gueudet, G., & Pepin, B. (2020). *The documental approach to didactics*. [arXiv:2003.01392](https://arxiv.org/abs/2003.01392)
- Vergnaud, G. (1996). Au fond de l'apprentissage, la conceptualisation. Dans R. Noirfalise & M.-J. Perin Glorian (dir.), *Actes de la VIIIe École d'été de didactiques des mathématiques*, (p. 174-185). Clermont-Ferrand : IREM de Clermont-Ferrand.