VALERIE BATTEAU, TAKESHI MIYAKAWA

DES SPÉCIFICITÉS DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES À L'ÉCOLE PRIMAIRE AU JAPON : UNE ÉTUDE DES PRATIQUES D'UN ENSEIGNANT

Abstract. The specificities of mathematics teaching in Japanese primary school: a study of the teacher's practices. Mathematics teaching in Japanese primary school presents some specificities: the structured *problem solving* lessons, the importance of *mathematical thinking*, and the *lesson study* tradition. This paper aims to understand ordinary practices of a Japanese teacher, especially how these cultural specificities translate into his practices. We analyze teacher practices during a sequence of lessons on the length of the 3rd year of primary school (students of 8-9 years) from the perspective of double didactic and ergonomic approach.

Résumé. L'enseignement des mathématiques à l'école primaire au Japon présente des spécificités : des leçons structurées par *problem solving*, l'importance accordée aux *mathematical thinking* et la pratique des *lesson study*. Cet article vise à comprendre les pratiques ordinaires d'un enseignant japonais et comment se traduisent dans ses pratiques ces spécificités culturelles. L'analyse des pratiques se place dans le cadre de la double approche didactique et ergonomique lors d'une séquence sur la longueur en 3e année d'école primaire (élèves de 8-9 ans).

Mots-clés. *Mathematical thinking*, *problem solving*, *lesson study* japonais.

1. Contexte de la recherche[1]

Cet article présente le contexte de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire au Japon, contexte éloigné et peu connu du monde francophone de l'enseignement des mathématiques. Cet article propose d'une part une autre vision de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire et d'autre part d'enrichir les connaissances sur ce contexte en vue d'adaptations du dispositif japonais *lesson study* dans le contexte francophone. En effet, lors d'adaptation de *lesson study*

[1] Dans cet article, nous conservons les vocables *problem solving* (résolution de problèmes), *lesson study* (études des leçons), *mathematical thinking* (pensée mathématique) et *mathematics education* (enseignement des mathématiques) en anglais pour mettre en valeur leur caractère particulier dans la culture japonaise et à la fois pour permettre aux lecteurs de aisément saisir le sens. Au fil du texte, nous définissons aussi certains termes techniques japonais concernant les *lesson study* et l'approche par *problem solving*.

ANNALES de DIDACTIQUE et de SCIENCES COGNITIVES, volume 25, p. 9 – 48.

japonaises, les chercheurs japonais pointent la mauvaise compréhension des *lesson study* à l'international (Clivaz & Takahashi, 2018).

1.1. Des spécificités de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire dans le contexte japonais

L'enseignement des mathématiques à l'école primaire au Japon est marqué par plusieurs spécificités : les leçons ordinaires sont généralement structurées par *problem solving* (Elipane, 2012; Inprasitha, Isoda, Wang-Iverson & Yeap, 2015; Isoda, Stephens, Ohara & Miyakawa, 2007; Stigler & Hiebert, 1999; Takahashi, 2006, 2008). La formation initiale et continue des enseignants s'organise souvent sous forme de *lesson study* (Fernandez & Yoshida, 2004 ; Isoda et al., 2007 ; Miyakawa & Winsløw, 2009b). Une troisième spécificité est l'importance accordée aux *mathematical thinking* dans l'enseignement des mathématiques, dans les programmes scolaires et les manuels scolaires (Hino, 2007 ; Isoda, 2012).

Ces trois spécificités de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire sont imbriquées et se sont développées conjointement. D'un point de vue historique, la pratique des *lesson study* est la plus ancienne, car elle date de la fin du XIXe siècle. Le concept de *mathematical thinking* que nous développerons plus loin dans le texte, s'est quant à lui développé dans un mouvement de modernisation du Japon après la Deuxième Guerre mondiale (Baba, Iwasaki, Ueda & Date, 2012; Hino, 2007). La culture des *mathematical thinking* influe sur la recherche en *mathematics education* et sur les pratiques dans la classe (Hino, 2007). L'approche par *problem solving* devient l'approche d'enseignement reconnue et recommandée pour développer les *mathematical thinking* à partir des années 1960 (Isoda, 2012). Et les *lesson study* représentent un moyen déjà en place dans le système éducatif pour développer les pratiques enseignantes, former et perfectionner les enseignants à cette approche d'enseignement. Des chercheurs japonais revendiquent que l'approche par *problem solving* est la conséquence de la pratique des *lesson study* (Fujii, 2018 ; Isoda, 2012 ; Isoda & Nakamura, 2010 ; Isoda et al., 2007) : les *lesson study* ont permis la diffusion à large échelle de cette approche et cette approche est issue du travail des enseignants en *lesson study*.

L'enseignement japonais par *problem solving* fait référence à une structure de leçon[2] et à une approche d'enseignement axée sur l'enseignement collectif et le

---

[2] Nous employons le terme de leçon en référence à la culture japonaise des *lesson study* que nous exposons dans cet article. Une séquence d'enseignement est composée de plusieurs leçons et chaque leçon recouvre une période d'enseignement (ou séance) d'une durée de 45 minutes à l'école primaire.

Nous employons aussi le terme de leçon en référence aux recherches internationales de comparaison de l'enseignement des mathématiques qui utilise la leçon comme unité développement des *mathematical thinking* lors de ces moments collectifs. Dans cette approche, le problème est souvent un problème ouvert[3] c'est-à-dire qui admet plusieurs solutions ou plusieurs procédures de résolution. La comparaison et la discussion de ces différentes solutions et procédures lors de moments collectifs visent le développement de *mathematical thinking* qui correspondent à une connaissance mathématique non encore disponible chez les élèves ou à une méthode mathématique (ce que nous développerons plus loin dans le texte, ce sont des types de raisonnement : induction, analogie...). Dans la culture japonaise, les enseignants d'école primaire estiment souvent que le cœur de la leçon correspond au moment collectif qui suit la résolution du problème par les élèves (Shimizu, 1999). L'enseignement par *problem solving* se définit par une structure de leçon, par la compréhension par l'enseignant de cette structure et de ses objectifs associés, et par le rôle déterminant de l'enseignant lors de chaque phase de la leçon.

1.2. Mise en perspective avec le contexte francophone

La structure d'une séance de résolution de problème valorisée en formation peut présenter différentes phases ou processus : de dévolution du problème aux élèves, de résolution du problème individuel ou en groupe, de mise en commun des différentes solutions et procédures, et d'institutionnalisation des savoirs nouveaux, en se basant sur les travaux de Batteau (2018) dans le contexte d'un dispositif de formation continue en Suisse romande et sur les travaux de Charles-Pézard, Butlen et Masselot (2012) dans le contexte français. Dans la vision suisse de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire, le cœur de la leçon tant en importance qu'en temps accordé par les enseignants, ne se situe pas dans la gestion de la mise en commun (Clivaz & Miyakawa, 2020). Dans une comparaison de leçons suisse et japonaise, ces auteurs ont montré que la mise en commun dans la leçon japonaise représente le cœur de la leçon et correspond à la phase la plus longue de la leçon, contrairement à la leçon suisse qui donne une part plus importante au moment de recherche de la solution par les élèves. Cette différence de vision de l'enseignement des mathématiques est majeure, car elle implique une importance accordée à l'enseignement collectif dans le contexte japonais et une importance accordée à

---

d'analyse et de comparaison (étude TIMSS vidéo dans les années 90 : http://www.timssvideo.com), même si certains la requestionnent en proposant « lesson event » prenant en compte la place de la leçon dans la séquence d'enseignement (récent projet international LPS, The Learner's Perspective Study).

[3] Il ne s'agit pas ici de « problème ouvert » tel que défini par Charnay (1992-1993) comme étant des problèmes « destinés à mettre l'élève en situation de recherche et donc de développer des compétences plus méthodologiques » (p. 79). Nous conservons toutefois les mêmes termes de « problème ouvert » mais en référence à l'*open-ended approach* qui utilise des « open-ended problem » défini comme étant des « problem that is formulated so as to have multiple correct answers" (Hino, 2007, p. 508).

l'individualisation de l'enseignement dans le contexte francophone. D'ailleurs, Brousseau critique l'individualisation de l'enseignement :

> Le public a le sentiment que la condition idéale pour l'enseignement serait celle du précepteur s'occupant d'un élève unique. [...] Conjuguée avec des apports de la psychologie, elle [*cette idée*] amène à croire que chaque élève penserait et apprendrait de façon différente ce qui requerrait une pédagogie différenciée et des classes homogènes ! Ce modèle est faux [...]. (1997, p. 56)
>
> Parmi les demandes les plus populaires, la plus violente et la plus destructrice a été [*lors du mouvement de réformes dans les années 50-70 en France*] et est encore celle de l'individualisation de l'enseignement. (2012, p. 124)

L'enseignement par *problem solving* japonais vise le développement de *mathematical thinking* et celles-ci ne concernent pas des connaissances transversales aux mathématiques : elles sont bien en lien avec les connaissances et les méthodes (types de raisonnement). Dans l'enseignement par résolution de problème dans le contexte de la France, les objectifs d'apprentissage sont davantage en lien avec des connaissances transversales aux mathématiques : développer des compétences générales de résolution de problème chez les élèves (Coppé & Houdement, 2002). L'enseignement par résolution de problème, influencé par les travaux de Schoenfeld (1985), se limite dans les programmes [4] de l'école primaire en France à la méthodologie de la résolution de problème et aux problèmes non routiniers (Houdement, 2013). Ainsi, l'enseignement des mathématiques à l'école primaire dans ces deux contextes a été influencé par les mêmes travaux principaux de Polya (1945) et Schoenfeld (1985), mais avec des adaptations et des objectifs bien différents. Dans le contexte japonais, la focale a été mise sur le développement de *mathematical thinking* lors d'enseignement en collectif, tout en adaptant une structure de leçon proche des quatre étapes de résolution de problème mentionnées dans les travaux de Polya (1945). Dans le contexte français, la focale dans les programmes officiels et les manuels scolaires a été mise sur des aspects méthodologiques et des connaissances transversales aux mathématiques.

1.3. Problématique de la recherche

La problématique de cette recherche est d'analyser pour comprendre les pratiques enseignantes observées à l'école primaire en appui sur une étude historique de

[4] Houdement (2013, p. 55) se réfère aux programmes français d'avant 2002, « 1. Savoir rechercher et sélectionner l'information pertinente : les informations données sont-elles toutes nécessaires ? Sont-elles suffisantes ? etc. 2. Savoir organiser l'information 3. Savoir exploiter l'information pertinente. » (MEN 1981, p. 41), « Dans des situations variées, l'élève pourra : - reconnaître, trier, organiser et traiter les données utiles à la résolution d'un problème[...] » (Les cycles à l'école primaire, 1991, CNDP, p. 52).

spécificités japonaises de l'enseignement des mathématiques, l'approche par *problem solving*, les *mathematical thinking* et les *lesson study,* pour ensuite pouvoir mieux envisager des transpositions dans d'autres contextes éducatifs. Bien qu'il existe d'autres spécificités de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire au Japon (par exemple, les liens étroits entre recherche et enseignement), cet article se focalise sur ces trois spécificités, car celles-ci permettent d'expliciter les marges de manœuvre et les contraintes des enseignants dans nos analyses de leurs pratiques. Ces spécificités se situent au niveau de l'enseignement : l'approche par *problem solving* se place au niveau de l'enseignement mis en œuvre pour les élèves, les *mathematical thinking* représentent les objectifs d'apprentissage et les *lesson study* se placent au niveau de la formation des enseignants, mais aussi au niveau de l'enseignement dans la préparation (et l'observation) des leçons notamment.

Cette recherche s'inscrit dans la continuité de notre travail de thèse (Batteau, 2018) dans lequel nous avons montré l'influence de la représentation de l'enseignement des mathématiques sur ce que des enseignantes s'autorisent ou non en classe, en particulier par rapport aux interventions et aides qu'elles s'autorisent à apporter aux élèves lors de la prescription de la tâche et des moments de recherche, dans une étude de cas de trois enseignantes dans le contexte de la Suisse romande. Dans le contexte japonais, nous analysons les pratiques ordinaires d'un enseignant : quelles sont les marges de manœuvre qu'il ou elle s'autorise et les contraintes auxquelles il ou elle est soumis ou soumise ?

1.4. Plan de l'article

Bien que les trois spécificités soient imbriquées, chacune est présentée séparément dans cet article en prenant à chaque fois le point de vue de l'une d'entre elles. La deuxième partie présente l'approche par *problem solving* au Japon, les phases d'un modèle de leçon structuré par *problem solving* et un des éléments clés de cette approche : l'utilisation du tableau noir. La troisième partie présente les *mathematical thinking* du point de vue de la recherche japonaise en *mathematics education* et montre comment les *mathematical thinking* se traduisent dans les programmes, dans l'enseignement et dans un manuel scolaire. La quatrième partie expose les caractéristiques des pratiques de *lesson study* japonaises, qui ont d'abord été remarquées par les chercheurs américains (Stigler & Hiebert, 1999) et puis qui se sont répandues dans le monde entier. La cinquième partie est une analyse des pratiques d'un enseignant de 3e année d'école primaire (élèves de 8-9 ans) lors d'une séquence sur la longueur. Cette partie sert à illustrer comment les spécificités se traduisent dans les pratiques ordinaires d'un enseignant, dans ce qu'il ou elle dit, pense et fait avant, pendant et après la classe. Nous concluons cet article avec des perspectives quant à de potentielles adaptations des spécificités japonaises dans d'autres contextes éducatifs.

2. L'approche par *problem solving*

2.1. Présentation

Le principe de base de l'enseignement des mathématiques japonais est que les élèves doivent apprendre par et pour eux-mêmes (Isoda, 2012), ce qui correspond à un certain idéal d'enseignement dans lequel l'enseignant va jouer un rôle primordial. Cette approche d'enseignement place l'élève au centre, mais pas seul devant ses apprentissages, bien au contraire, le rôle de l'enseignant est de gérer les moments collectifs de la leçon et de prendre des informations sur l'activité des élèves pendant les moments de travail individuel ou en groupe afin de préparer les moments collectifs. En suivant ce principe, l'enseignement porte autant sur des connaissances mathématiques que sur des méthodes (types de raisonnement). Cette approche en question sert à développer les *mathematical thinking* des élèves (Isoda, 2012). L'approche d'enseignement choisie est l'approche par *problem solving*, car celle-ci a pour objectif de rendre les élèves capables d'apprendre par et pour eux-mêmes. Cette approche n'a pas pour objectif seulement de résoudre le problème, mais aussi de développer de nouvelles idées mathématiques à partir de ce qui a déjà été appris (Isoda, 2012).

Cette approche d'enseignement accorde de l'importance à la diversité des procédures mises en œuvre par les élèves pour résoudre un problème (Isoda, 2012). Cette importance accordée à la diversité des procédures se retrouve dans les manuels scolaires (voir annexe 1-C) quels que soit les sujets mathématiques, à travers par exemple de nombreuses illustrations de personnages ou de photos de vrais élèves qui mettent en œuvre des procédures personnelles pour résoudre des problèmes, ou encore avec des suggestions de procédures variées associées à des prénoms d'élèves. Ces manuels scolaires résultent parfois de la collaboration des enseignants lors de *lesson study* et les activités proposées s'inscrivent dans une approche par *problem solving* (Isoda, 2012).

L'importance accordée à la diversité des procédures de résolution d'un problème repose en partie sur l'approche par problème ouvert (*open-ended approach*) dans laquelle un problème admet plusieurs solutions ou procédures de résolution.

> It is significant that the students' multiple solutions were raised and deliberation on them spontaneously occurred in the lesson. This is because it is not enough to have many ideas. It was recognized as necessary to systematize various students' solutions as mathematical activity and theorize them. In other words, the mathematization of the phenomenon was a part of *mathematical thinking* and it was assumed that the mathematization should not be just one way but allow for many possible ways. And it became necessary to revisit the significance of the diversity of students' solutions. The team understood this as an important research agenda and developed this study as a case of interaction between theory and practice. Gradually, the treatment of

> multiple solutions has been systematized and theorized. (Baba, Ueda, Ninomiya & Hino, 2018, p. 29)

La diversité des procédures de résolution d'un problème est une condition nécessaire pour viser les objectifs d'apprentissage d'une leçon structurée par *problem solving*. En effet, pendant l'enseignement collectif, l'enseignant amène les élèves à comparer les différentes procédures et solutions du problème et ces discussions permettent de développer collectivement les *mathematical thinking*.

2.2. Dans les programmes scolaires

Au Japon, il existe un programme national unique qui détermine les objets à enseigner dans tout le pays, comme en France. Dans le programme de l'école primaire ainsi que les guides officiels qui accompagnent les programmes, les termes de *mondai-kaiketsu* (*problem solving*) apparaissent de temps en temps. Ces termes apparaissent explicitement pour la première fois dans la version de 1951 (Hino, 2007). À partir des programmes de 1958, l'objectif de l'enseignement des mathématiques est de favoriser les *mathematical thinking* des élèves et le terme de *problem solving* n'est plus utilisé sauf dans les guides. Dans les nouveaux programmes récemment publiés en 2017, ce terme réapparaît.

Or, les termes de *mondai-kaiketsu* sont utilisés comme une forme d'activités mathématiques visées dans la classe plutôt qu'une approche d'enseignement des mathématiques. L'approche d'enseignement par *problem solving* comme moyen de parvenir aux objectifs d'apprentissage n'est pas explicite dans les programmes, ni dans les guides. Le terme d'approche par *problem solving* souvent appelée en japonais *mondai-kaiketsu-gata-jugyo* n'est jamais utilisé d'après notre analyse des programmes et des guides. Malgré tout, nous pouvons parfois, mais pas toujours, y identifier ses traces. Par exemple, dans la rubrique consacrée aux commentaires pour planifier l'enseignement, le nouveau programme suggère les activités visées dans la classe qui pourraient correspondre plus ou moins aux étapes de l'approche par *problem solving* : « saisir des phénomènes de la vie courante d'une manière mathématique, identifier un problème mathématique, résoudre le problème d'une façon autonome et collaborative, réfléchir au processus d'apprentissage, et former le concept ». Les programmes scolaires induisent implicitement l'approche par *problem solving* et cette approche représente un moyen d'enseignement partagé dans la communauté des enseignants notamment à travers des pratiques de *lesson study*.

2.3. Dans les leçons

Les leçons ordinaires de mathématiques à l'école primaire sont généralement[5] enseignées par *problem solving* (Funahashi & Hino, 2014 ; Stigler & Hiebert, 1999).

Par ailleurs, il n'existe pas de consensus de modèle de leçon structuré par *problem solving*. Les professeurs d'université et les enseignants de terrain au Japon formalisent dans leurs publications la structure de leçon de façons différentes. Le modèle proposé dans cet article reprend les phases d'enseignement de différents modèles de leçon établis par des chercheurs japonais[6] (Fujii, 2018 ; Isoda, 2012 ; Isoda & Nakamura, 2010; Miyakawa & Winsløw, 2009b ; Shimizu, 2009, 2015) ou américains (Stigler & Hiebert, 1999). Les leçons ordinaires débutent généralement par

(1) l'introduction du problème par l'enseignant (*hatsumon* signifie poser une question), suivie éventuellement de l'estimation, la planification ou la prédiction de la solution par les élèves (*mitōshi* signifie deviner ou prévoir) ;

(2) la résolution individuelle du problème, suivie éventuellement de la résolution en groupe (*jiriki-kaiketsu* signifie résolution individuelle et *group gakushu* signifie travail en groupe). Lors de la résolution du problème, l'enseignant se déplace dans la classe (*kikan-shido* signifie enseignement entre les bureaux), observe le travail de chaque élève et s'informe pour préparer la phase suivante ;

(3) la phase collective de présentation, discussion, validation et comparaison des différentes procédures, idées et solutions des élèves, phase de résolution collective (*neriage* vient de *neri* qui signifie malaxer, polir et *age* qui signifie élever) ;

(4) le résumé de la leçon (*matome* signifie résumé) et le nouveau développement ou extension du problème (*hatten* signifie développement).

---

[5] L'enseignement ordinaire des mathématiques à l'école primaire repose sur l'approche par *problem solving*. Cela ne signifie pas que toutes les leçons reposent sur un nouveau problème donné aux élèves. En s'appuyant sur la recherche internationale sur la comparaison de l'enseignement des mathématiques, Funahashi et Hino (2014) ont collecté une séquence de dix leçons consécutives et ordinaires dans une école primaire publique japonaise : les huit premières leçons sont consacrées à de la résolution de problème et les deux dernières à des séances d'exercices. Cette recherche donne une idée de la proportion de leçon par *problem solving* proposées aux élèves dans le cas d'une enseignante expérimentée et d'une séquence d'enseignement ordinaire sur les relations de proportionnalité en 6ème année d'école primaire (élèves de 11-12 ans).

[6] Contrairement au cas de la France, il n'y a pas de théorie didactique mathématique développée au Japon qui permettrait de décrire un modèle de leçon dans l'approche par *problem solving* ou les Japanese Lesson Study, ainsi, il existe des variations dans les interprétations et les modèles proposés par les chercheurs japonais ou étrangers.

Le problème posé par l'enseignant aux élèves relève souvent du contexte réel et permet ainsi des hypothèses assez immédiates chez les élèves (Miyakawa & Winsløw, 2009b), ce qui facilite l'estimation, la planification ou la prédiction de la solution par les élèves. Ce moment peut participer à aider les élèves à se représenter et à s'engager dans le problème (Shimizu, 2015). Quelques élèves sont interrogés pour proposer une solution, une estimation ou une idée initiale de procédures de résolution. Lors de la phase 2, les élèves résolvent le problème d'abord individuellement, puis souvent en groupe, l'enseignant circule dans les rangs, relève mentalement des informations sur le travail des élèves en vue de préparer la phase suivante. Lors de la phase 3, les élèves présentent leurs idées, leurs procédures et leurs solutions. L'enseignant veille à avoir une diversité des procédures et compare ensuite les différentes procédures dans l'objectif de dégager et développer les *mathematical thinking* visées par le problème. Lors de la phase 4, l'enseignant résume ce qui était visé par le problème. Le résumé de la leçon correspond plus ou moins à l'institutionnalisation au sens de la didactique des mathématiques francophone (Shimizu, 2006) : l'enseignant institutionnalise une connaissance ou une procédure mathématique, à partir des procédures effectivement mises en œuvre par les élèves et à partir de la discussion collective lors du *neriage*. Dans cette approche d'enseignement, la leçon ne se termine pas après le *matome*. L'enseignant va développer ou étendre le problème et viser des valeurs de généralité, d'universalité, de simplicité ou de beauté en termes de *hatten* (Isoda & Nakamura, 2010).

Ces phases peuvent avoir lieu lors de plusieurs séances d'enseignement et peuvent aussi ne pas être toutes présentes. Il s'agit d'un modèle de leçon dans lequel le rôle de l'enseignant est essentiel dans sa maîtrise des enjeux liés à cette approche d'enseignement.

L'approche par problème ouvert (*open-ended approach*) est reconnue comme une approche par *problem solving* (Hino, 2007) et elle est très souvent pratiquée dans les classes ordinaires. Cette approche se retrouve également dans le modèle de leçon structuré par *problem solving,* car le problème proposé lors du *hatsumon* est souvent un problème ouvert (Miyakawa & Winsløw, 2009b).

Outre ce modèle de leçon en plusieurs phases, l'enseignement des mathématiques à l'école primaire est également marqué par une pratique de l'utilisation du tableau noir partagée dans la profession.

2.4. Dans l'utilisation du tableau noir

Pour favoriser la compréhension des élèves, l'une des caractéristiques les plus importantes de l'enseignement des mathématiques japonais est la planification attentive et bien organisée du tableau noir pendant une leçon (Yoshida, 2005). En particulier dans l'approche par *problem solving*, le tableau noir joue un rôle primordial de construction collective de connaissances et un rôle de mémoire du déroulement de la leçon. Le tableau noir[7] retrace ainsi le problème (*hatsumon*), les estimations ou prédictions de la solution, les différentes idées et procédures des élèves (*neriage*). Chaque idée et procédure inscrite au tableau sont présentées et discutées lors de la phase collective (*neriage*). Écrire au tableau les noms des élèves à côté de leurs idées et procédures facilite le débat et la comparaison des idées et procédures. La synthèse ou le résumé de la leçon sont également inscrits au tableau (*matome*). Les enseignants utilisent le tableau noir pour illustrer les *mathematical thinking* des élèves et pour permettre aux élèves d'apprendre les mathématiques par eux-mêmes (Isoda, 2012). En d'autres termes, le tableau sert à organiser les processus de pensée et les résultats (Fujii, 2018). Yoshida (2005) résume les différentes fonctions du tableau noir pendant les leçons de mathématiques : garder en mémoire la leçon, aider les élèves à se rappeler ce qu'ils ont besoin de faire et de penser, aider les élèves à voir les connexions entre les différentes parties de la leçon et sa progression, comparer, contraster, discuter les différentes idées et procédures des élèves, aider à organiser les pensées et idées des élèves et découvrir de nouvelles idées, favoriser les capacités des élèves à prendre des notes avec une bonne organisation. Le tableau noir a ainsi une fonction de mémoire et d'affichage, une fonction de partage d'idées, et permet une construction collective des connaissances. L'utilisation du tableau noir véhicule et repose ainsi sur une valeur de partage d'idées et une valeur d'égalité entre les élèves par la pratique des *neriage*. Par ailleurs, une bonne organisation du tableau est donc importante lors de chaque phase d'enseignement dans l'approche par *problem solving*.

L'utilisation du tableau noir peut s'expliquer par des valeurs fortes de partage et d'égalité, d'autant plus que le nombre d'élèves par classe à l'école primaire est important (environ 35 par classe), mais aussi peut-être par l'importance accordée à l'écrit dans la langue japonaise. Dans une étude comparative de leçon sur la symétrie avec des élèves français et japonais, Denys et Grenier (1986) ont mentionné que toutes les étapes d'un raisonnement sont exprimées oralement dans la langue française alors que dans la langue japonaise, le degré d'explicitation est beaucoup plus réduit à l'oral, mais cette langue utilise de très nombreux signes à l'écrit, davantage qu'en français. Cette différence peut renforcer aussi l'utilisation du tableau noir et le passage à l'écrit de toutes les idées des élèves.

2.5. Dans la recherche japonaise en *mathematics education*

La recherche sur l'approche par *problem solving* pendant les années 1950, 1960 et 1970 s'est focalisée sur les « word problems » ; les chercheurs japonais

---

[7] L'enseignant et les élèves écrivent au tableau noir, mais l'enseignant organise la gestion et l'occupation de l'espace.

s'intéressaient alors à développer les *mathematical thinking* des élèves et à analyser les interventions des enseignants en prenant en compte les processus de résolution des élèves (Nunokawa, 2015). Puis dans les années 1970-1980, se déroule l'un des principaux mouvements de réforme de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques (NCTM, 1980) avec une emphase sur la résolution de problème mathématique (Nunokawa, 2015 ; Takahashi, 2006). Pendant cette même période, les travaux de Schoenfeld (1985) et de Silver (1985) sont introduits dans la communauté de *mathematics education* au Japon (Nunokawa, 2015). Au niveau des pratiques, l'un des principaux aspects de cette réforme a été de basculer de la classe traditionnelle centrée sur l'enseignant à la classe centrée sur les élèves, avec leurs participations actives dans les activités mathématiques (Takahashi, 2006). L'approche par *problem solving* devient alors le fondement de l'enseignement centré sur les élèves (Takahashi, 2006). La recherche sur l'approche par *problem solving* conserve ses traditions qui accordent de l'importance à la nature mathématique de la résolution de problème et à la richesse des *mathematical thinking* même après l'impact des travaux américains et européens (Nunokawa, 2015). Comme nous l'avons vu dans la partie 1.2, l'adaptation française de l'enseignement par *problem solving* a été différente de celle japonaise dans le sens où l'accent a été davantage porté sur des connaissances transversales ou méthodologiques (Houdement, 2013).

Pour résumer, l'approche par *problem solving* se traduit dans l'enseignement des mathématiques au Japon par plusieurs éléments clés : la structure des leçons ordinaires par *problem solving*, l'importance accordée à la diversité des procédures des élèves, la pratique du tableau noir pour l'affichage et la mémorisation du déroulement de la leçon, des processus d'apprentissage, des différentes idées et procédures des élèves, pour le partage des idées des élèves et pour la construction collective des *mathematical thinking*.

La partie suivante expose comment s'est développé le concept de *mathematical thinking* au Japon depuis les années 50 et comment ce concept imprègne l'enseignement des mathématiques en étant le principal objectif d'apprentissage de cette approche par *problem solving*.

3. Mathematical thinking

3.1 Présentation

Au Japon, le terme de *mathematical thinking* (*sugakuteki kangaekata* en japonais) est utilisé depuis longtemps dans les programmes officiels ainsi que dans l'enseignement des mathématiques. Ce terme a été utilisé dans le contexte des programmes pour la première fois en 1958 (Baba et al., 2018). Les *mathematical thinking* y apparaissent en tant que principal objectif de l'enseignement des mathématiques. Celles-ci visent à développer d'une part, un niveau plus avancé de connaissance et de pensée mathématique à partir de concepts fondamentaux et de capacités élémentaires acquises, et à développer d'autre part, les capacités à les appliquer dans des situations de la vie quotidienne (Baba et al., 2018). Les chercheurs japonais ont alors essayé de décrire et caractériser ce terme utilisé dans les programmes et par les enseignants, mais aussi de le concrétiser à travers des exemples. Les travaux de Nakajima et Katagiri sont emblématiques de ces recherches et proposent deux caractérisations différentes. Selon Nakajima qui a introduit ce terme dans les programmes de 1958, « les *mathematical thinking* dénotent de la capacité et de l'attitude permettant de conduire d'une façon autonome des activités créatives pertinentes aux mathématiques » (1982-2015, p. ii). Katagiri, Sakurai, Takahashi et Oshima (1971)[8] proposent une autre caractérisation des *mathematical thinking* d'abord en trois éléments : les situations qui permettent de produire des *mathematical thinking*, les processus qui permettent d'organiser les *mathematical thinking* et les contenus des *mathematical thinking*. Katagiri (1988) réorganise cette catégorisation en méthodes mathématiques, contenus mathématiques et capacités mathématiques. Puis, il propose une catégorisation en deux types de MT, les méthodes mathématiques et les contenus mathématiques, et en a établi une liste exhaustive (Katagiri, 2017). Les méthodes mathématiques recouvrent dix types de raisonnement : raisonnement déductif, raisonnement analogique, raisonnement inductif, raisonnement d'intégration (*togo*)[9], raisonnement lié au développement (*hatten*)[10], raisonnement d'abstraction, raisonnement de

---

[8] Baba et al. (2018) ont proposé une traduction en anglais de la caractérisation des Mathematical Thinking de Katagiri et al. (1971) et Katagiri (1988), que nous avons reprise et traduite en français dans cet article.

[9] "What is integrative thinking? Rather than leaving a large number of propositions disconnecte and separate, this thinking method abstracts their essential commonality from a wider viewpoint, thereby summarizing the propositions as the same thing." (Isoda & Katagiri, 2012, p. 62).

[10] Dans la *mathematics eduction* au Japon, la notion de développement, *hatten*, correspond au développement ou évolution du problème initialement proposé et résolu dans la classe en un nouveau problème par le changement de conditions ou par le changement de points de vue, comme Isoda & Katagiri (2012) remarquent :

"What is developmental thinking? Developmental thinking is when one achieves one thing and then seeks an even better method, or attempts to discover a more general or newer thing based on the first thing. There are two types of developmental thinking: Type I developmental thinking. Changing the conditions of the problem in a broad sense. By "changing the conditions of the problem" is meant: (1) Changing some conditions to something else, or trying to loosen the conditions; (2) Changing the situation of the problem.

Type II developmental thinking. Changing the perspective of thinking." (Isoda & Katagiri, 2012, p. 66) simplification, raisonnement de généralisation, raisonnement de spécification et raisonnement de symbolisation. Le contenu mathématique inclut à la fois le contenu et le raisonnement (*thinking*) sur le contenu pour : les nombres, le calcul, les grandeurs et mesures, la géométrie, les expressions et formules, les fonctions et les statistiques. Isoda et Katagiri (2012) ont écrit un livre en anglais "Mathematical thinking: how to develop it in the classroom?" dans lequel ils distinguent en plus les capacités mathématiques derrière les MT liées aux méthodes mathématiques et les MT liées aux contenus mathématiques et aux idées. Dans le cadre de cet article, nous retenons la catégorisation des *mathematical thinking* donnée par Katagiri (2017) en méthodes mathématiques (types de raisonnement) et en contenus mathématiques (contenus et raisonnement sur ce contenu).

3.2 Dans les programmes

Dans les programmes officiels, le terme de *mathematical thinking* est utilisé d'une façon différente selon les périodes. Comme mentionné plus haut, ce terme apparaît dans l'objectif principal des mathématiques de l'école primaire dans le programme de 1958. Dans les programmes de 1968 qui correspondent à l'introduction des Mathématiques Modernes, le terme de *mathematical thinking* apparaît encore, mais l'objectif principal insiste sur les notions de *hatten* et *togo* (raisonnement d'intégration). Dans les programmes de 1977, ces trois termes de *mathematical thinking*, *hatten* et *togo* n'apparaissent plus dans les objectifs principaux. Néanmoins, les *mathematical thinking* demeurent dans les guides de programmes comme étant un élément important de l'enseignement des mathématiques à l'école au Japon (Hino, 2007). Et aujourd'hui, le terme de *mathematical thinking* reprend un statut particulier dans le nouveau programme de mathématiques au primaire qui est entré en vigueur à la rentrée 2020. L'objectif principal de ce programme commence par le terme *mathematical thinking* : « Nous visons à favoriser les compétences et les capacités de penser d'une façon mathématique en mobilisant les *mathematical thinking* et à travers les activités mathématiques. […] » [11]. Ce programme définit également les *mathematical thinking* avec les deux termes japonais suivants, *mikata* : « saisir les caractéristiques ou les essences de l'événement en remarquant des quantités numériques ou des figures et leurs rapports » et *kangaekata* : « penser d'une façon *togo* et *hatten* en utilisant les nombres, expressions mathématiques, diagrammes, graphes, etc. selon l'objectif, penser d'une manière rationnelle utilisant des arguments, et mettre en rapport les connaissances et compétences acquises en réfléchissant sur les processus de *problem solving* » (MEXT, 2017, pp. 22-23).

[11] En raison de la traduction française, l'ordre des termes en japonais est changé.

3.3 Dans l'enseignement

Selon Fujii (2018), les *mathematical thinking* ne peuvent pas être enseignées en montrant simplement des définitions de concept, mais doivent être réellement expérimentées à travers des activités de *problem solving*. L'enseignement par *problem solving* vise le développement des *mathematical thinking* : en particulier, la discussion des procédures et solutions (*neriage*) et le développement de problèmes après avoir résolu le problème initial (*hatten*) sont des composantes importantes des *mathematical thinking* (Fujii, 2018 ; Nunokawa, 2015). Cet enseignement par *problem solving* encourage les élèves à penser mathématiquement et les aide à devenir des élèves indépendants, ce qui représente l'un des objectifs de l'enseignement à l'école (Fujii, 2018).

Le concept de *mathematical thinking* est utilisé par les chercheurs, mais aussi par les enseignants japonais. Ce concept est défini dans le lexique en ligne du manuel scolaire Shinko Keirin[12] avec une catégorisation proche de celle de Katagiri (2017) mais en trois catégories. Les *mathematical thinking* recouvrent : l'objet de la pensée, la méthode mathématique (types de raisonnement) et les connaissances/contenus mathématiques. L'objet de la pensée correspond à l'abstraction, la concrétisation, la mise en nombres, la mise en figure, le symbolisme, la formalisation, la spécification...

Dans les manuels scolaires, les objets de la pensée, les méthodes mathématiques (types de raisonnement) et la connaissance/contenu mathématique travaillés et visés par les tâches et problèmes apparaissent explicitement. Il en est de même dans les plans de leçon issu du travail en *lesson study*.

Les éléments clés de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire, l'importance accordée à la diversité des procédures des élèves, l'approche par *problem solving* et la pratique du tableau noir ont pour objectif de développer les *mathematical thinking*. Ces pratiques sont partagées dans la profession enseignante notamment grâce aux formations initiales et continues sous forme de *lesson study* que nous présentons dans la partie suivante.

4. Les *lesson study* japonaises

4.1. Présentation

D'un point de vue étymologique, le terme de *lesson study* est la traduction anglaise de l'expression japonaise *jugyo kenkyu* : *jugyo* signifie la leçon ou l'enseignement et *kenkyu* signifie la recherche. Les premiers textes francophones sur les *lesson study*

---

[12] Le lexique en japonais est consultable à cette adresse : https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/sansu/WebHelp/02/page2_25.html.

ont proposé la traduction « étude collective d'une leçon » (Miyakawa & Winsløw, 2009a, 2009b). Dans ce texte, nous utilisons la traduction anglaise qui est celle utilisée à l'international.

Les *lesson study* sont une approche de développement professionnel originaire du Japon basée sur le travail collectif entre enseignants et sur l'observation de l'enseignement (Miyakawa & Winsløw, 2009a, 2009b). Ces pratiques datent de la fin du XIXe siècle au Japon et connaissent un intérêt international depuis les années 1990-2000 (par exemple, Clivaz, 2015 ; Miyakawa & Winsløw, 2009a). Dans les années 1990, après des études internationales TIMSS, des chercheurs américains Stigler et Hiebert (1999) ont comparé des leçons de mathématiques dans des classes de 8e année aux États-Unis, au Japon et en Allemagne. À partir des vidéos de leçon de l'étude TIMSS[13], ces chercheurs ont mis en évidence plusieurs éléments : un facteur critique est l'enseignement et les approches d'enseignement, mais pas l'enseignant. Autrement dit, selon Stigler et Hiebert (1999), de bons enseignants avec des approches d'enseignement limitées ne peuvent pas amener leurs élèves à de hauts niveaux de résultats. Ils ont ensuite relevé que l'enseignement est une activité culturelle et qu'il existe un fossé entre les pays dans les méthodes pour améliorer l'enseignement. En particulier, le système éducatif japonais perfectionne en continu ses approches d'enseignement par un mécanisme de développement professionnel : les *lesson study*.

Selon Stephens et Isoda (2007), les *lesson study* reposent sur plusieurs idées sous-jacentes : les enseignants apprennent mieux et améliorent leurs pratiques en voyant d'autres enseignants enseigner. La deuxième est une idée de partage des connaissances et d'expériences des enseignants qui ont développé certaines expertises. La troisième est l'accent porté sur les intérêts des élèves et les apprentissages des élèves. Selon ces auteurs, le cœur des *lesson study* japonaises porte sur l'amélioration de la qualité de l'apprentissage des élèves.

4.2. Fonctionnement au niveau institutionnel

Les *lesson study* sont un mode de fonctionnement ordinaire des enseignants au Japon et sont enracinées à toutes les échelles du système éducatif : de l'établissement, de la ville, de la préfecture, de la région et du pays (Okubo, 2007). Ce mode de fonctionnement remplit différentes fonctions. Les *lesson study* représentent un moyen pratique et effectif d'implémenter le curriculum national. Ainsi, les écoles les utilisent pour aider les enseignants à la transition lors de nouveaux programmes scolaires (Murata & Takahashi, 2002, dans Clivaz & Takahashi, 2018). Les *lesson study* remplissent des fonctions de formation enseignante : formation initiale et continue, insertion dans la profession des stagiaires et novices, développement

[13] L'ensemble de l'étude se trouve à cette adresse http://www.timssvideo.com/.

professionnel (par exemple, Miyakawa & Winsløw, 2009a, 2009b). En fonction du niveau, les modalités, les fonctions et les objectifs diffèrent. En particulier, les *lesson study* au niveau national ont pour principale fonction de partager de nouvelles idées sur les pratiques, du nouveau matériel, de nouvelles approches d'enseignement et de montrer leur mise en œuvre en classe (Shimizu, 2002).

La pratique des *lesson study* concerne toutes les écoles de la maternelle au lycée (mais sont peu présentes au lycée). Il existe par ailleurs différents types d'école : les écoles rattachées (*fuzoku*) à chaque Université d'Éducation[14], les écoles spéciales[15] au niveau national comme des écoles désignées écoles de recherche par le ministère de l'Éducation et les écoles ordinaires. Les *fuzoku* tissent des liens étroits avec les chercheurs et les étudiants de l'Université d'Éducation en ce qui concerne la formation et la recherche (Miyakawa & Winsløw, 2009a, 2009b; Shimizu, 2002).

Dans les écoles ordinaires, les *lesson study* sont ancrées dans les pratiques ordinaires des enseignants (Okubo, 2007) et se déroulent souvent entre enseignants sans observateur extérieur à l'établissement, hormis de manière occasionnelle un cadre éducatif ou un expert dans la discipline, nommé *knowledgeable other* : chercheur, formateur ou enseignant reconnu en tant qu'expert par ses pairs. Elles ont pour principal objectif le développement professionnel des enseignants et l'amélioration de l'enseignement en lien avec le thème pédagogique annuel de l'école (Fernandez & Yoshida, 2004).

Dans les écoles *fuzoku* et écoles spéciales, les *lesson study* sont ouvertes aux membres de la communauté éducative. Dans ces écoles *fuzoku*, les *lesson study* ont pour principal objectif de montrer les nouvelles approches d'enseignement en classe (Shimizu, 2002 ; Takahashi, 2015). Des *lesson study* sont généralement organisées une fois par année autour d'une ou de deux journées ouvertes, nommées *kenkyukai* (*kenkyu* signifie recherche et *kai* réunion). Lors d'un *kenkyukai*[16], des leçons de recherche (expression que nous définissons dans la partie suivante) se déroulent en parallèle dans plusieurs classes et parfois dans des salles de sport lorsque les observateurs sont très nombreux. Ces journées proposent souvent des conférences

---

[14] Chaque préfecture du Japon a au moins une Université d'Education et donc au moins une école *fuzoku* rattachée, généralement une école maternelle, primaire, collège/secondaire et parfois lycée (voir annexe 1-A).

[15] Chaque année, une dizaine d'établissements japonais (école maternelle, école élémentaire, collège et lycée) peuvent obtenir le statut d'école de recherche pour un projet d'une durée de 3, 4 ou 5 ans.

[16] Les écoles ordinaires organisent aussi occasionnellement des *kenkyukai* mais l'objectif principal n'est pas la diffusion d'approche d'enseignement comme dans les écoles *fuzoku*, mais la formation continue des enseignants.

de chercheurs invités, ainsi que la présentation générale des objectifs pédagogiques de l'école. En plus de ces journées ouvertes *kenkyukai*, ces écoles organisent aussi des *lesson study* ancrées dans les pratiques ordinaires des enseignants plusieurs fois par an.

4.3. Présentation des différentes étapes d'une *lesson study* japonaise

Dans une *lesson study* japonaise, l'enseignant choisit un sujet mathématique, prépare une séquence de leçons sur ce sujet et prévoit la mise en œuvre d'une des leçons, celle-ci est appelée la leçon de recherche qui sera préparée en détail, observée et analysée. Cette étape, nommée *kyozai kenkyu*, correspond à une analyse attentive du sujet selon les objectifs de la leçon et du curriculum. Cette étape inclut des analyses des liens mathématiques entre le sujet actuel et les sujets précédents, l'anticipation des procédures des élèves et la planification de la leçon basée sur l'anticipation des procédures des élèves (Shimizu, 1999 ; Watanabe, Takahashi & Yoshida, 2008).

L'enseignant, qui va enseigner la leçon de recherche, présente le plan de leçon en collectif : lors de réunions internes à l'établissement et/ou lors de réunions externes à l'établissement organisées par des associations locales de professeurs de mathématiques (Miyakawa & Winsløw, 2019 ; Miyakawa & Xu, 2019). Les réunions externes sont ouvertes à l'extérieur et fonctionnent sur le volontariat des différents participants : chercheurs, formateurs, enseignants externes à l'école, étudiants... Les réunions internes se déroulent entre enseignants de l'école avec parfois un cadre éducatif ou un expert de la discipline. Lors de ces réunions externes ou internes s'en suit un débat entre les participants sur le plan de leçon présenté. L'enseignant reprend alors le plan de leçon, modifie et intègre (ou non) les différents commentaires. Cette étape correspond souvent à la fois à un travail individuel de l'enseignant (pour une partie de la préparation et la rédaction du plan de leçon) et à un travail collectif (discussions collectives avant la rédaction d'un premier plan de leçon, puis discussions du plan de leçon).

L'étape suivante consiste en la leçon de recherche enseignée par l'enseignant dans sa classe avec ses élèves. La leçon est observée par les enseignants de l'école dans les écoles ordinaires et par les membres de la communauté éducative dans le cas des écoles *fuzoku* et écoles spéciales.

Enfin, une discussion post-leçon se déroule avec les participants de la leçon de recherche en réunion interne ou en réunion externe.

Ces *lesson study* aboutissent à la rédaction d'un rapport de leçon par l'enseignant, recueilli et archivé dans l'école dans une brochure annuelle qui regroupe le travail en *lesson study* dans toutes les disciplines.

Pour résumer, les *lesson study* sont culturellement ancrées, existent sous différentes formes et remplissent plusieurs fonctions dont la diffusion d'approche d'enseignement. Après avoir donné quelques clés de compréhension de l'enseignement mathématique japonais, nous pouvons nous demander comment prendre en compte les contraintes de l'institution pour analyser leur impact possible sur les pratiques ? Comment analyser dans la planification et le déroulement de l'enseignement la place de ces spécificités du contexte japonais ? La partie suivante propose une analyse des pratiques d'un enseignant d'école primaire dans le cadre de la double approche didactique et ergonomique.

5. Analyse des pratiques dans la double approche didactique et ergonomique

5.1. Cadre théorique

Cette recherche s'inscrit dans le cadre théorique de la Double Approche (Robert, 2008 ; Robert & Rogalski, 2002) pour analyser les pratiques d'un enseignant, car ce cadre permet de prendre en compte l'activité de l'enseignant en classe, mais aussi ce qui se passe hors la classe et qui peut influencer son activité en classe. Dans ce cadre, les pratiques des enseignants sont analysées selon cinq composantes : cognitive, médiative, personnelle, sociale et institutionnelle. Les deux premières traduisent les choix de l'enseignant sur l'organisation de la leçon et de son déroulement : le choix des contenus, des tâches et les différentes interventions de l'enseignant avec les élèves, la dévolution des consignes, les validations... La composante personnelle correspond à la représentation de l'enseignant sur ses élèves, sur les mathématiques, sur l'enseignement des mathématiques. La composante sociale se traduit par l'inscription de l'enseignant dans son établissement et en particulier dans le travail collectif en *lesson study* dans notre contexte. La composante institutionnelle correspond au rapport qu'entretient l'enseignant avec les diverses contraintes de la profession. Cette composante des pratiques correspond à l'adhésion de l'enseignant aux programmes officiels qui sont marqués dans le contexte japonais par l'importance accordée aux *mathematical thinking* et par l'enseignement par *problem solving*. Cette composante des pratiques correspond aussi à la façon dont l'enseignant s'approprie les manuels scolaires ou encore les contraintes liées au type d'école.

L'analyse des pratiques en composantes a pour objectif d'interpréter les choix de l'enseignant ou de l'enseignante pour sa classe en termes de marges de manœuvre laissées par le contexte et que l'enseignant ou l'enseignante va investir et en termes de contraintes auxquelles il ou elle est soumis ou soumise.

5.2. Question de recherche

Au vu du cadre théorique choisi et des spécificités japonaises présentées, nous émettons une hypothèse qui donne lieu à une question de recherche. Nous faisons l'hypothèse que l'importance accordée aux *mathematical thinking* et l'enseignement par *problem solving* peut être donnée à voir pendant la leçon, dans les composantes cognitive et médiative des pratiques. D'où la question de recherche : comment l'approche d'enseignement par *problem solving* et l'importance accordée aux *mathematical thinking* se traduisent-elles dans les composantes cognitive et médiative des pratiques ?

Nous complétons l'analyse des pratiques pendant les leçons observées, par l'analyse des composantes personnelle, sociale et institutionnelle, et nous discutons dans la conclusion du comment se traduisent les spécificités japonaises dans ces composantes.

5.3. Données de recherche

La séquence observée s'est déroulée au mois d'octobre 2018 dans la classe d'un enseignant de l'école primaire *fuzoku* rattachée à une Université d'Éducation au Japon. L'enseignant, nommé Kazu, a une dizaine d'années d'expérience d'enseignement. Il est impliqué en mathématiques, notamment par son adhésion à l'association des professeurs de mathématiques de la ville. Cet enseignant est représentatif d'un enseignant expérimenté, car il a intégré une école *fuzoku*.

La séquence observée s'inscrit dans le thème pédagogique annuel de l'école autour de la démarche d'investigation. La séquence s'est déroulée pendant quinze leçons dont la 8e est une leçon de recherche en *lesson study*. L'enseignant a étudié individuellement le curriculum sur le sujet (*kyozai kenkyu*). Il a ensuite préparé et rédigé un plan de la leçon de recherche qu'il a présenté à ses collègues lors de réunions internes sans observateur extérieur. La leçon de recherche a ensuite été observée par des chercheurs, tous les enseignants de l'école[17] et quelques étudiants. La discussion post-leçon a eu lieu en interne sans observateur extérieur et l'enseignant a rédigé un rapport de leçon suite à cette discussion. Cette *lesson study* est suivie d'un autre type de *lesson study* : une journée ouverte *kenkyukai* (fin novembre 2018) dans laquelle la leçon de recherche est enseignée par cet enseignant, devant une centaine d'observateurs. Cette autre leçon de recherche concerne le même thème « grandeurs et mesures », mais porte sur la masse.

Le corpus contient quinze vidéos des leçons de la séquence sur la longueur. Les vidéos des leçons 1 et 3 ont été transcrites et traduites en anglais et en français. Le corpus contient aussi des données écrites que nous avons traduites et analysées : les photos du tableau noir de chaque leçon, le manuel scolaire et le guide de l'enseignant, le plan de la leçon de recherche, le rapport de leçon, la correspondance email entre l'enseignant et un chercheur de cette Université d'Éducation.

---

[17] Les enseignants de l'école laissent leurs élèves travailler en autonomie pour pouvoir observer la leçon de recherche.

En particulier, l'analyse de la composante cognitive s'appuie sur les vidéos des leçons, sur nos notes d'observations, le programme officiel (extrait en annexe 1-G), le manuel scolaire, les transcriptions des leçons 1 et 3. L'analyse de la composante médiative s'appuie sur les vidéos des leçons, les transcriptions des leçons 1 et 3, et les tableaux noirs des leçons. L'analyse des composantes personnelle, sociale et institutionnelle s'appuie sur les données qui ont été récoltées hors temps de classe et qui peuvent expliquer les choix de l'enseignant en classe : le plan de leçon, le rapport de leçon, le manuel scolaire, le guide de l'enseignant, le programme officiel et la correspondance courriel. Nous nous appuyons sur l'hypothèse de stabilité et de cohérence des pratiques (Robert, 2007 ; Roditi, 2008) pour généraliser l'analyse des pratiques de cet enseignant observées pendant quinze leçons.

5.4. Analyses des pratiques

Le thème de la séquence observée est « sentir/ressentir la longueur » dans le cas de grandes longueurs en 3e année d'école primaire (annexe 1-A). Cette séquence se place dans le domaine « grandeurs et mesures » dont les principaux objectifs sont de comprendre les unités et les mesures de diverses quantités qui sont étroitement liées à la vie quotidienne des élèves, pour développer les compétences de mesure et pour favoriser un sens riche des quantités. Un autre objectif est de faire prendre conscience aux élèves de l'utilité d'exprimer la taille en utilisant des unités, afin qu'ils soient capables de choisir une unité de façon ciblée (guide du programme, Isoda, 2010, p. 67)[18]. Les objectifs de la séquence en termes de nouveaux contenus mathématiques sont l'introduction de l'unité de longueur kilomètre et les procédures de mesurages. Les connaissances en jeu dans la séquence sont le système métrique : les unités mètres, centimètres et millimètres, les conversions entre ces différentes unités et les additions de ces unités de longueur. Bien que les élèves aient déjà été amenés à effectuer des procédures de mesurage l'année précédente, le programme scolaire indique que « Measurement using instruments » (guide du programme, Isoda, 2010, p. 27) se fait à partir de la 3ème année (Batteau, 2019).

5.4.1. Composante cognitive des pratiques

Kazu a proposé les tâches suivantes aux élèves pour organiser la séquence de quinze leçons (figure 1).

Kazu propose une même tâche pendant plusieurs leçons d'une durée allant de 2h05 à plus de 5h d'enseignement. Cela signifie qu'en accord avec l'approche par *problem solving*, la leçon ne s'arrête pas lorsque les élèves ont trouvé la solution du problème. Il consacre les cinq premières leçons sur une même tâche alors même que la valeur considérée comme exacte est trouvée au début de la leçon 3. Le temps accordé à

[18] Voir annexe 1-G.

chaque tâche permet aux élèves d'aller jusqu'au bout de leur idée ou de la mise en œuvre de leurs procédures même si celles-ci ne sont pas optimales. Cela signifie aussi qu'en accord avec le programme officiel japonais, il est possible pour cet enseignant d'accorder autant de temps pour chaque tâche dans une séquence d'enseignement (voir annexe 1-B-G).

Leçon	Durée	Tâches proposées
1, 2, 3, 4 et début leçon 5	4:50:00	Mesurer la longueur du couloir du 2e étage de l'école
5	2:05:00	Mesurer différentes longueurs choisies par les élèves à l'intérieur de l'école : couloir du 1er étage, longueur de la salle de gymnastique, hauteur du 1er étage au 2e étage...
6, 7 et leçon de recherche 8	3:02:00	Mesurer le tour du terrain de sport
10, 11 et début leçon 12	5:32:00	Mesurer et parcourir 1 km
9, fin leçon 12, 13, 14 et 15	4:18:00	Mesurer la distance de l'école à un magasin de bonbons (environ 750 mètres)

Figure 1. Organisation de la séquence d'enseignement observée

La composante cognitive des pratiques de Kazu est marquée en particulier par le choix de problèmes adaptés du manuel scolaire et qui relèvent de la vie quotidienne des élèves. Les élèves sont ainsi amenés à résoudre des problèmes concrets de mesurage. Par exemple, la roue de mesure numérique ne peut pas aller contre le mur au bout du couloir (voir figure 2). Les élèves devront donc prendre en compte la longueur du rayon de la roue et la rajouter à la longueur totale.

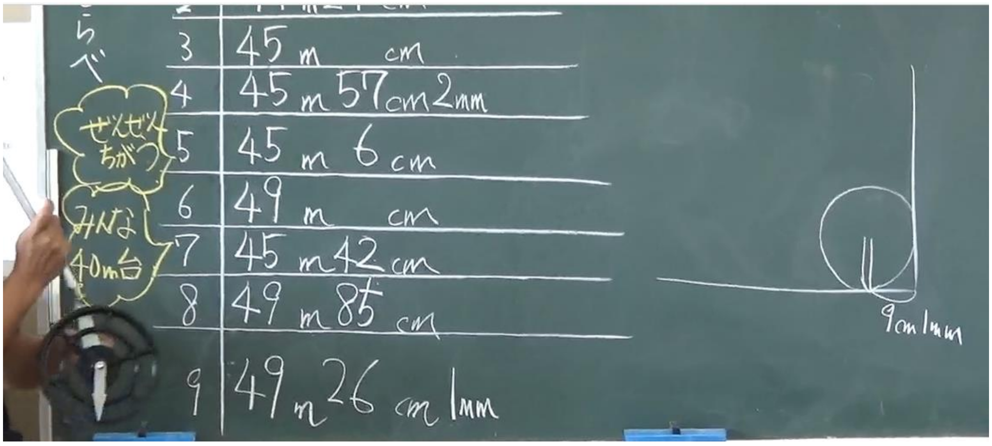


Figure 2. Tableau noir au début de la leçon 3

Pour chacune des tâches de la séquence, Kazu a suivi la même structure de leçon par *problem solving* décrite précédemment dans cet article. Nous détaillons les activités proposées aux élèves lors des cinq premières leçons qui sont représentatives, en termes d'organisation, de l'ensemble de la séquence (voir annexe 2). En particulier, il propose la tâche de mesurage de la longueur du couloir lors des leçons 1, 2 et 3, puis il repropose cette même tâche lors de la leçon 4 en demandant aux élèves d'utiliser des procédures variées, alors même que la valeur de haute précision considérée comme la mesure exacte a déjà été trouvée et validée au début de la leçon 3. En effet, il explique que trop d'élèves, quatre groupes sur neuf, ont utilisé le même instrument de mesure, une règle d'un mètre. Ainsi, le choix des tâches est guidé en partie par l'importance accordée à la diversité des procédures personnelles (voir figure 3). Ces procédures reposent sur l'utilisation d'instruments de mesure conventionnels (règles graduées, dérouleur de cent mètres, roue de mesure numérique) ou non conventionnels[19] (écartement d'un compas pour tableau noir, fil en laine, baguettes, pieds, pas, corps, tabourets).

Figure 3. Quelques exemples de procédures

[19] « Les instruments de mesure non conventionnels sont des objets utilisables pour mesurer une longueur et dont on a besoin de mesurer la longueur » (Batteau, 2019).

Les élèves ont eu des tâches pour lesquelles ils connaissaient déjà le résultat (leçon 4 pour la longueur du couloir du 2e étage, leçon 8 pour le mesurage du tour du terrain de sport pour vérifier que la longueur est de 200 mètres). Ceci peut être expliqué par l'importance accordée à la diversité des procédures des élèves et non à l'obtention du résultat ou de la solution du problème, en cohérence avec l'approche par *problem solving*.

Une autre caractéristique de la composante cognitive des pratiques de Kazu est l'importance accordée au développement *hatten* et à l'extension du problème. Il demande aux élèves de développer des idées mathématiques (*hatten*) à partir des idées et procédures personnelles des élèves. Dans le plan de leçon de recherche (leçon 8), il développe l'idée de moyenne arithmétique lorsqu'il reprend une idée d'élève qui est de mesurer la distance parcourue en marchant pendant une minute. Il propose de calculer la distance moyenne parcourue en répétant l'expérience « un certain nombre de fois ». De même pour la procédure qui consiste à compter le nombre de pas avec un podomètre, « le résultat étant différent chaque fois, il est bien de calculer la moyenne ». Puis lors de la leçon 12, il demande aux élèves comment ils feront s'ils trouvent des résultats différents pour le mesurage de la distance entre leur école et le magasin de bonbons. Le développement attendu est ici aussi l'idée de moyenne arithmétique. Un autre exemple de développement d'idées noté dans son rapport de leçon porte sur les notions d'erreur et de précision de mesure.

Une autre caractéristique de sa composante cognitive des pratiques est le rapport à l'écrit. Dans cette école *fuzoku*, les élèves sont invités à écrire quotidiennement et librement leurs réflexions, ce qu'ils ont aimé ou ce qu'ils ont appris. Les élèves ont aussi l'habitude de recopier le tableau avec toutes les procédures et idées des élèves, le *hatsumon*, le *matome* et d'écrire leurs réflexions par rapport au problème présenté. À la fin des leçons, Kazu propose de nouveaux problèmes qui sont un développement du problème présenté (ce qui correspond à la phase de *hatten*) et demande aux élèves de réfléchir par écrit ou alors il leur demande de développer des idées mathématiques par rapport à ce qui a été présenté.

Nous en déduisons que le choix des tâches est guidé en partie par l'importance accordée à la diversité des procédures des élèves, que l'organisation des tâches de la séquence est en cohérence avec l'approche d'enseignement par *problem solving*, en accordant de l'importance à l'enseignement collectif, à la diversité des procédures des élèves et au développement (*hatten*) de nouveaux problèmes issus de la discussion collective du *neriage*. L'enseignant s'appuie sur la diversité des procédures des élèves pour développer les *mathematical thinking*, et en particulier par son guidage lors de l'enseignement collectif que nous précisons dans la partie suivante.

5.4.2. Composante médiative des pratiques

L'analyse de la composante médiative des pratiques est réalisée en lien avec le développement des *mathematical thinking* et l'approche par *problem solving*. Dans son enseignement, la présentation du problème (*hatsumon*) se déroule en collectif, le moment de recherche d'abord individuellement puis en groupe de deux, trois ou quatre élèves avec chaque élève qui effectue une tâche précise. Le *neriage* et le *matome* se déroulent en classe complète (voir annexe 2). Pour les cinq premières leçons, l'enseignement est en collectif (56% du temps), individuel (1% du temps) et en groupe (43% du temps). De plus, toutes les phases de la leçon par *problem solving* sont présentes pendant ces leçons.

La composante médiative des pratiques de Kazu se caractérise par des interventions spécifiques lors des moments collectifs, en particulier du *neriage*. Nous illustrons ses interventions avec ce qu'il écrit au tableau noir, car sa pratique du tableau noir retrace une partie de son activité et de celle des élèves pendant les leçons de la séquence, ce qui est un élément clé de l'approche par *problem solving*. Nous montrons en particulier comment ses interventions participent au développement des *mathematical thinking* dans le cas de la tâche de mesurage de la longueur du couloir, pendant le *neriage* (leçon 3) et le *matome* (leçon 4).

Lors du *neriage* de la leçon 3, Kazu demande à chaque groupe d'élèves : la mesure de la longueur trouvée (dans la partie gauche du tableau, figure 4), l'instrument de mesure utilisé (tableau en liège, compas pour tableau noir, taille d'un élève, règle de 1 mètre), la longueur de l'unité[20] choisie (60 cm pour le tableau en liège par exemple), le nombre d'unités (83 fois pour le tableau en liège) et la procédure mise en œuvre et leurs idées (voir figure 4). Ainsi il retrace les résultats et les processus au tableau : par exemple pour la procédure qui utilise l'écartement d'un compas pour tableau (82 cm), le groupe 3 a trouvé 45 m et 52 cm (au lieu de 45 m et 92 cm), en reportant 56 fois l'écartement du compas de 82 cm et sur la partie droite du tableau, une des élèves du groupe 3 a reporté deux fois l'écartement du compas le long d'une ligne droite.

[20] Dans le guide qui accompagne le programme scolaire de l'école primaire, une unité est définie comme "the basic size that is used to express size of a quantity" (Isoda, 2010, p. 73).

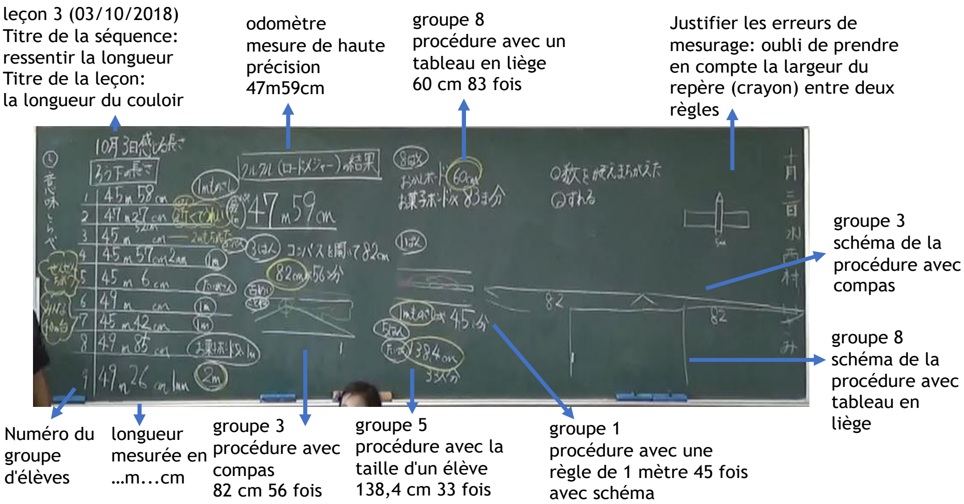
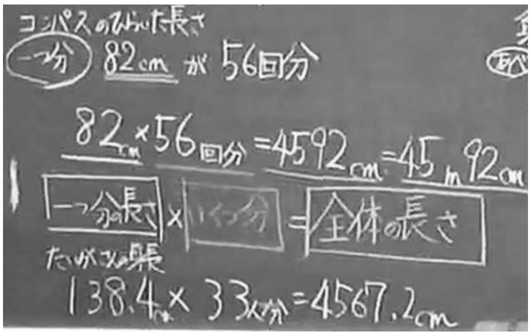


Figure 4. Tableau noir à la fin de la leçon 3

Les éléments identifiés dans chaque procédure (figure 4) constitueront chacun des éléments de l'expression mathématique visée : la longueur de l'unité multipliée par le nombre d'unités est égale à la mesure de la longueur du tout (figure 5).



Longueur de l'écartement du compas
Unité de mesure choisie : 82 cm, 56 fois

$82_{cm} \times 56_{fois} = 4592_{cm} = 45_{m}92_{cm}$

La longueur de l'unité choisie	×	le nombre d'unités choisies	=	la longueur entière

La taille de l'élève
$138.4_{cm} \times 33_{fois} = 4567.2_{cm}$

Figure 5. Tableau noir au début de la leçon 4 (Batteau, 2019)

Les interventions de l'enseignant en *neriage* sont ainsi guidées par l'institutionnalisation de l'expression mathématique lors du *matome* qui aura lieu au début de la leçon 4 (figure 5). L'expression mathématique permet de modéliser les procédures de mesurage réellement mises en œuvre, même si cette modélisation ne prend pas en compte la longueur potentiellement restante entre le dernier report de l'instrument et le bout du couloir. Cette expression illustre aussi les *mathematical thinking* : le contenu qui est l'expression elle-même et les *thinking* sur le contenu identifié comme étant la nécessité du concept d'unité dans les stratégies de mesure. En effet, Kazu écrit dans son rapport de leçon l'importance de l'intégration (le *togo*, l’un des dix types de raisonnement des *mathematical thinking*) des unités dans l’apprentissage à long terme, en conformité avec le programme officiel (Isoda, 2010). Kazu s’appuie sur la diversité des procédures des élèves pour renforcer la conceptualisation de l'unité (la longueur de l'unité correspond ici à la longueur de l'instrument de mesure choisi) et la conceptualisation de la multiplication avec la comparaison de stratégies additives et multiplicatives proposées par des élèves lors du *neriage*. Les élèves ont utilisé des données différentes dans leurs procédures et Kazu s’appuie sur cette diversité pour recontextualiser l’expression mathématique dans chaque groupe d’élèves, comme dans l’exemple au tableau noir avec la taille d’un élève (figure 4). Un premier mouvement des procédures des élèves vers l’expression mathématique correspond à la décontextualisation des connaissances et un deuxième mouvement de l’expression mathématique aux procédures des élèves correspond à la recontextualisation des connaissances. Le premier mouvement s'appuie sur la diversité des procédures des élèves avec l'identification d'éléments communs pour identifier l'expression mathématique. Le deuxième mouvement utilise également la diversité des procédures pour que les élèves s'approprient et recontextualisent l'expression mathématique avec leurs propres données.

Pendant toute cette séquence, Kazu va, dans ses choix et ses interventions, accorder une importance à la diversité des procédures des élèves. Il fait primer les procédures personnelles de mesurage sur la mise en œuvre de procédure plus optimale, comme le dérouleur de 100 mètres. Ainsi, pour mesurer la distance de l’école à un magasin de bonbons (environ 750 mètres), aucun élève n’a utilisé la roue de mesure numérique ou de dérouleurs de 100 mètres et plusieurs élèves ont utilisé l’écartement d’un compas pour tableau noir. Dans son rapport de leçon, il écrit que les élèves ont comparé les différentes procédures, leurs avantages et leurs inconvénients, mais que la procédure qu’ils ont choisie reste toujours la meilleure selon eux.

Un autre aspect de la composante médiative des pratiques est de faire appliquer aux élèves des connaissances mathématiques qui ne sont pas directement celles visées par la séquence sur les longueurs lors des moments collectifs de *neriage*. Cette caractéristique permet de faire des liens entre les connaissances mathématiques des élèves, de les réappliquer dans d’autres contextes et cela peut contribuer à développer les *mathematical thinking*. Par exemple, pour comparer les mesures proposées par les élèves, Kazu place sur une droite graduée les différents nombres correspondant aux mesures trouvées lors de la leçon 12 lors d’un moment collectif (voir figure 6).

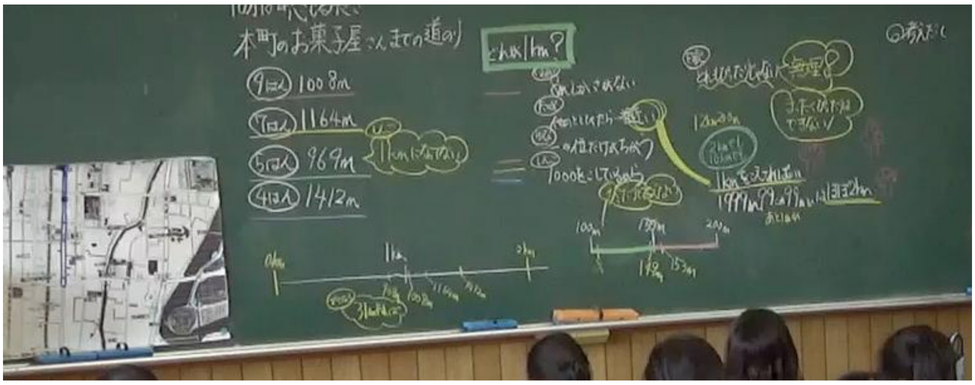
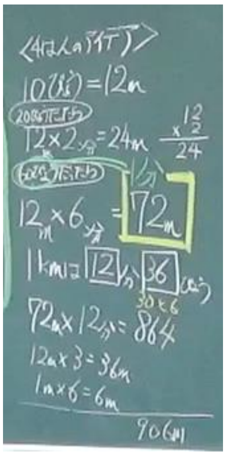


Figure 6. Tableau noir lors de la leçon 12

Les élèves sont amenés à appliquer des connaissances mathématiques pour résoudre des problèmes rencontrés de mesurage : mesurer le rayon d'un disque (voir figure 2), placer des nombres sur une droite graduée pour les comparer (voir figure 6), travailler la proportionnalité entre le temps et la distance en supposant une vitesse constante (voir figure 7) et travailler la proportionnalité entre longueur et nombre de pas.



<Idée du groupe 4>

10 secondes = 12 m
si c'est 20 secondes
$12_{m} \times 2_{fois} = 24_{m}$
si c'est 60 secondes

$$\begin{array}{r} 12 \\ \underline{\times\ 2} \\ 24 \end{array}$$

1 minute
$12_{m} \times 6_{fois} = \boxed{72_{m}}$
1 km = $\boxed{12}_{min}$ $\boxed{36}$ secondes
30 et 6
$72_{m} \times 12_{min} = 864$
$12_{m} \times 3 = 36_{m}$
$1_{m} \times 6 = 6_{m}$

906_{m}

Figure 7. Extrait du tableau noir lors de la leçon 11

En résumé, la composante médiative des pratiques de Kazu est marquée par un guidage précis de l'enseignant lors des *neriage* et par le fait de faire appliquer des connaissances mathématiques autres que celles directement inscrites dans la séquence qui concernent l'introduction de l'unité kilomètre et les stratégies de mesurage. Le guidage s'illustre à l'oral par les questions posées par l'enseignant dont les réponses figurent sur le tableau noir avec toutes les informations qui seront utilisées pour écrire l'expression mathématique institutionnalisée lors du *matome* et qui correspond aux *mathematical thinking* visées.

5.4.3. Composantes personnelle, sociale et institutionnelle des pratiques

Les écoles *fuzoku* ont la particularité d'avoir des enseignants « actifs » et expérimentés, ce qui est le cas de Kazu. Comme les *lesson study* en école *fuzoku* ont pour fonction de montrer des approches et des pratiques d'enseignement, les enseignants subissent une certaine pression les amenant à devoir « faire plus et mieux » que les tâches proposées dans les manuels scolaires obligatoires. Dans les écoles ordinaires, il est attendu dans la plupart des cas que les enseignants proposent toutes les tâches du manuel scolaire. Le parcours de Kazu (comme celui des enseignants d'école *fuzoku*) a été d'abord d'enseigner dans des écoles ordinaires pendant plusieurs années, tout en s'investissant dans une association d'enseignants, puis d'enseigner quatre ou cinq années (voir annexe 1-D) dans une école *fuzoku* avant d'évoluer vers un autre poste, soit comme responsable de la recherche dans une école ordinaire, soit comme cadre de l'établissement scolaire (par exemple le chef des enseignants). Kazu a donc pour objectif professionnel de partager son expertise d'enseignement et de recherche auprès d'autres enseignants d'école primaire ordinaire. Sa composante personnelle des pratiques est marquée par son adhésion à l'approche par *problem solving* avec une maîtrise de ses éléments clés : accorder de l'importance à la diversité des procédures des élèves, structurer les leçons par *problem solving* et la pratique du tableau noir. Sa représentation de l'enseignement est marquée aussi par une recherche de créativité de l'activité mathématique des élèves, en accord avec les objectifs de l'approche par *problem solving* et des programmes officiels.

Conformément au manuel scolaire, Kazu reprend certaines tâches du méso-espace (mesures de différentes longueurs dans l'école) et aussi du macro-espace : marche de 1 km pour ressentir la longueur de 1 km et pour connaître le temps nécessaire pour la parcourir. Il reprend et adapte une tâche du macro-espace en la plaçant dans le cadre de la vie réelle des élèves : mesurer une distance de leur école à un magasin de bonbons. Pour cette tâche, il se conforme aux indications du guide de l'enseignant : à propos des longueurs, « je ressens à travers les expériences » et « les élèves sont habitués à apprendre à l'extérieur de l'école en vivant les études et l'apprentissage » (p. 12). Les tâches du manuel concernant le macro-espace sont proposées sous la forme de schémas de quartiers dans lesquels les élèves sont amenés à additionner des longueurs, à réfléchir aux chemins possibles, à comparer les longueurs des différents chemins, etc. Il va ainsi modifier ces tâches privilégiant des calculs de longueurs en une tâche du macro-espace qui permet aux élèves de « ressentir la longueur ». Ce choix illustre l'importance accordée à l'inscription de problèmes dans le cadre de la vie réelle, l'importance de ressentir avec son corps des notions qui peuvent être abstraites pour les élèves (ici les unités de mesure : mètre et kilomètre) et aussi l'importance de donner du sens aux différentes unités de mesure en accord avec le programme officiel (voir annexe 1-G).

Lors de la *lesson study*, Kazu montre une envie d'améliorer ses pratiques. Dans son rapport de leçon, il écrit : « je réfléchis moi-même jusqu'au dernier moment et je veux faire de meilleures activités avec les enfants ». Il montre aussi la prise en compte et la réflexion de l'apprentissage des élèves à long terme lorsqu'il écrit dans son rapport de leçon « en apprentissage à long terme, je pense que l'enseignement des unités est important ». Dans l'expression mathématique qu'il a institutionnalisée lors de la leçon 4, il emploie les termes « nombre d'unités », ce qui relève d'un degré de conceptualisation supérieur aux termes usuels « nombre de reports » et il confirme dans son rapport l'importance qu'il accorde à l'enseignement des unités, ce qui est en accord avec les programmes (voir annexe 1-G).

Cette séquence sur la longueur permet à Kazu de favoriser les *mathematical thinking* des élèves comme prescrit dans les programmes, de comparer les différentes procédures des élèves en *neriage*, de mettre en œuvre des connaissances mathématiques pour résoudre des problèmes rencontrés de mesurage : mesurer le rayon d'un disque, placer des nombres sur une droite graduée, comparer des nombres, travailler sur la proportionnalité entre temps et distance (en supposant une vitesse constante) et travailler sur la proportionnalité entre nombre de pas et distance, s'initier au calcul de moyenne arithmétique.

5.4.5. Discussion et conclusion de l'analyse des pratiques

Pour apporter des éléments de réponse à la première question de recherche, le choix des tâches par cet enseignant (composante cognitive des pratiques) est régi par des contraintes relevant de son appartenance à une école *fuzoku* (composantes sociale et institutionnelle). Il est attendu de Kazu qu'il propose des tâches du manuel scolaire. Ses marges de manœuvre portent sur la modification des tâches pour les inscrire dans le contexte de la vie réelle des élèves. De plus, il privilégie des tâches de mesure de distance dans le macro-espace à des tâches davantage calculatoires proposées dans le manuel. Le choix des tâches est aussi régi par l'importance qu'il accorde à la diversité des procédures des élèves. Cette caractéristique influe sur le choix des tâches (composante cognitive) et sur sa gestion des phases collectives de *neriage* (composante médiative).

La structure des leçons de cette séquence se place dans l'approche par *problem solving*. Kazu accorde une importance aux *mathematical thinking*, en particulier lors des *neriage* et du développement *hatten* qui se déroule souvent à l'écrit à la fin des leçons.

Cette recherche a permis de donner à voir comment la participation aux *lesson study* se traduit dans les composantes cognitive (choix et organisation des problèmes), médiative (interventions de l'enseignant lors des phases collectives) et personnelle des pratiques de l'enseignant (représentation de l'enseignement des mathématiques). La composante personnelle des pratiques de Kazu est marquée par son adhésion à l'approche par *problem solving* avec une maîtrise des éléments clés. Toutefois, le fait qu'une leçon de recherche se déroule au milieu de cette séquence ne semble pas avoir de conséquence sur ses composantes cognitive et médiative, mais davantage sur sa composante personnelle. En effet, sa participation à la *lesson study* implique la rédaction d'un rapport de leçon dans lequel il adopte une posture réflexive sur ses pratiques. Par ailleurs, la participation aux *lesson study* peut aussi être de l'ordre des contraintes professionnelles, car elles présentent un caractère obligatoire, par exemple avec la participation au *kenkyukai* annuel au niveau de la préfecture et au moins une *lesson study* au niveau de l'école *fuzoku*.

Cette recherche n'a pas questionné l'influence de la participation aux *lesson study* sur la préparation des leçons, sur les analyses mathématiques et didactiques de l'enseignant, sur le travail en collaboration avec les autres membres du monde éducatif dans et hors l'école dans les composantes sociales et institutionnelles des pratiques. Ces données de recherche ne nous permettent pas de mesurer les effets des *lesson study* sur les composantes sociale et institutionnelle des pratiques.

Conclusion

Cet article a illustré des spécificités de l'enseignement mathématique dans le contexte de l'école primaire japonaise sur la base d'une revue de littérature en *mathematics education* au Japon complétée par des points de vue de chercheurs étrangers, d'une part pour établir ce qui est générique dans les pratiques ordinaires d'enseignants japonais et d'autre part pour voir comment se traduisent ces spécificités dans les pratiques ordinaires d'un enseignant particulier.

Cette étude de cas est révélatrice de pratiques ordinaires dans le cadre d'école *fuzoku* rattachée à une Université d'Éducation. L'analyse des pratiques de cet enseignant donne à voir les trois spécificités culturelles : la structure de leçon par *problem solving* en phases qui s'étalent pendant plusieurs leçons, l'importance accordée aux *mathematical thinking* avec un guidage de l'enseignant pendant les phases de *neriage* et de développement *hatten*, et les *lesson study* avec la leçon de recherche, un plan de leçon et un rapport de leçon, dans lesquels l'enseignant a pu montrer une réflexivité sur ses pratiques et une envie de se développer professionnellement. Cette étude de cas illustre les pratiques ordinaires d'un enseignant expérimenté. Ses pratiques peuvent être considérées comme des « bonnes pratiques » dans le sens où l'enseignant a préparé la séquence de leçons observées, dont la leçon de recherche, dans un travail collectif en *lesson study* entre enseignants expérimentés de l'école *fuzoku*. De plus, ses pratiques sont diffusées parmi les enseignants d'écoles ordinaires lors de l'observation de la leçon de recherche en *lesson study*. Cette étude de cas questionne également la part de travail personnel des enseignants qui semble conséquente notamment à travers le travail de préparation de leçon de recherche en *lesson study*. En se basant sur l'étude internationale TALIS 2013[21], la part de travail et de dialogue entre collègues du secondaire (toutes disciplines confondues), dans laquelle les activités de *lesson study* se placent, correspond à 3,9h en moyenne par semaine au Japon contre 2,9h par moyenne par semaine pour les autres pays participants (Oba, 2019, p. 37). Cette étude illustre comment un enseignant japonais investit les marges de manœuvre laissées par le contexte institutionnel de son école *fuzoku* et du dispositif *lesson study* : notamment par rapport au choix et à l'adaptation des tâches du manuel scolaire. Ainsi, les tâches choisies lors de la séquence observée présentent de multiples solutions ou méthodes de résolution, ce qui est souvent le cas dans l'approche d'enseignement par *problem solving*. Une autre marge de manœuvre concerne le temps investi dans chaque tâche de la séquence par l'enseignant. Le temps investi révèle une importance mise sur les moments de discussion et d'enseignement collectifs pour développer les *mathematical thinking* à partir des procédures, idées et solutions des élèves et non – uniquement – une importance apportée à l'obtention des solutions des problèmes proposés.

Une des perspectives de cet article est de fournir des clés de compréhension en vue d'éventuelle transposition du fonctionnement des *lesson study* japonaises imbriquées dans une approche par *problem solving* dont l'objectif principal est de favoriser les *mathematical thinking* des élèves.

Quand on cherche à apprendre d'un autre pays, il ne faut pas seulement s'intéresser à la réussite des élèves ou aux pratiques éducatives, mais également aux valeurs culturelles qui fondent les pratiques (Leung, Park, Shimizu & Xu, 2018). Cet article a tenté d'enrichir la palette des possibles pour l'enseignement des mathématiques à l'école primaire, accompagnée de valeurs portées par l'adaptation japonaise de l'enseignement par *problem solving*, telles que la créativité de l'activité mathématique au travers de la recherche de la diversité des procédures des élèves ou encore l'importance accordée à l'enseignement collectif.

---

[21] Consultable à cette adresse : https://www.oecd-ilibrary.org/education/talis-2013-results_9789264196261-en.

L'étude TALIS 2018 (http://www.oecd.org/fr/education/resultats-de-talis-2018-volume-ii-69e92fca-fr.htm et en particulier http://dx.doi.org/10.1787/888934111873) place le Japon en 3è position pour la collaboration professionnelle, l'échange et la coordination à finalité pédagogique pour les enseignants du premier cycle de l'enseignement secondaire. Les activités de collaboration (faire cours à plusieurs dans la même classe et observer les cours d'autres enseignants pour leur fournir des commentaires au moins une fois par mois) ont progressé au Japon entre 2013 et 2018 (http://dx.doi.org/10.1787/888934111930).

Remerciements

Cet article a été réalisé dans le cadre d'études postdoctorales, subventionnées par le Fonds National Suisse, sous la supervision du Professeur T. Miyakawa. Ces études sont réalisées avec le soutien de l'UER MS de la HEP Vaud et du laboratoire 3LS. Nous remercions aussi le Professeur J.-L. Dorier de l'équipe DiMaGe de l'Université de Genève pour avoir porté et soutenu ce projet. Le projet est visible à cette adresse : http://p3.snf.ch/Project-181510#. Nous remercions les étudiants de Master pour leur aide (accompagnement lors des séances de classe et des séances collectives, traduction, transcription...) tout au long de cette recherche, en particulier Ryu et Yuichi, mais aussi l'enseignant qui nous a accueillis pendant plus d'un mois dans sa classe et la Direction de l'école primaire *fuzoku*.

Bibliographie

BABA, T., IWASAKI, H., UEDA, A. & DATE, F. (2012). Values in Japanese mathematics education. *ZDM,* **44**, 21-32.

BABA, T., UEDA, A., NINOMIYA, H. & HINO, K. (2018). Mathematics Education Lesson Study in Japan from Historical, Community, Institutional and Development Assistance Perspectives. In M. Quaresma, C. Winsløw, S. Clivaz, J. da Ponte, A. Ní Shúilleabháin, & A. Takahashi (Eds.), *Mathematics Lesson Study Around the World* (pp. 23-45). Cham, Switzerland: ICME-13 Monographs Springer.

BATTEAU, V. (2018). *Une étude de l'évolution des pratiques d'enseignants primaires vaudois dans le cadre du dispositif de formation lesson study en mathématiques.* (Thèse de Doctorat), Université de Genève, Genève. https://archive-ouverte.unige.ch/unige:106282

BATTEAU, V. (2019). Activité de mesure de la longueur d'un couloir dans une école primaire japonaise. *Revue de Mathématiques pour l'école,* **232**, 4-14. http://www.revue-mathematiques.ch/consultation/numero-229/

BROUSSEAU, G. (1997). *La théorie des situations didactiques*. Paper presented at the Cours donné lors de l'attribution à Guy Brousseau du titre de Docteur Honoris Causa de l'Université de Montréal. http://guy-brousseau.com/1694/la-theorie-des-situations-didactiques-le-cours-de-montreal-1997/

BROUSSEAU, G. (2012). des dispositifs piagétiens… aux situations didactiques. *Education et Didactique,* **6(2)**, 103-129.

CHARLES-PEZARD, M., BUTLEN, D. & MASSELOT, P. (2012). *Professeurs des écoles débutants en ZEP. Quelles pratiques? Quelle formation?* Grenoble, France : La pensée sauvage.

CHARNAY, R. (1992-1993). Problème ouvert. Problème pour chercher. *Grand N,* **51**, 77-83.

CLIVAZ, S. (2015). Les Lesson Study ? Kesako ? *Math-Ecole,* **224**, 23-26. http://www.ssrdm.ch/mathecole/wa_files/224-Clivaz.pdf

CLIVAZ, S. & MIYAKAWA, T. (2020). The effects of culture on mathematics lessons: an international comparative study of a collaboratively designed lesson. *Educational Studies in Mathematics,* **105(1)**, 53-70.

CLIVAZ, S. & TAKAHASHI, A. (2018). Mathematics Lesson Study Around the World: Conclusions and Looking Ahead. In M. Quaresma, C. Winsløw, S. Clivaz, J. da Ponte, A. Ni Shuilleabhain, & A. Takahashi (Eds.), *Mathematics Lesson Study Around the World. Theoretical and Methodological Issues* (pp. 153-164). Cham, Switzerland: ICME-13 Monographs Springer.

COPPE, S. & HOUDEMENT, C. (2002). Réflexions sur les activités concernant la résolution de problèmes à l'école primaire. *Grand N,* **69**, 53-62.

DENYS, B. & GRENIER, D. (1986). Symétrie orthogonale : des élèves français et japonais face à une même tâche de construction. *Petit x,* **12**, 33-56.

ELIPANE, L. E. (2012). I*ntegrating the essential elements of lesson study in pre-service mathematics teacher education*. University of Copenhagen, Copenhagen.

FERNANDEZ, C. & YOSHIDA, M. (2004). *Lesson Study. A Japanese Approach to Improving Mathematics Teaching and Learning*. New York: Routledge.

FUJII, T. (2018). Lesson Study and Teaching Mathematics Through Problem Solving: The Two Wheels of a Cart. In M. Quaresma, C. Winsløw, S. Clivaz, J. da Ponte, A. Ni Shuilleabhain, & A. Takahashi (Eds.), *Mathematics Lesson Study Around the World. Theoretical and Methodological Issues* (pp. 1-21). Cham, Switzerland: ICME-13 Monographs Springer.

FUNAHASHI, Y. & HINO, K. (2014). The teacher's role in guiding children's mathematical ideas toward meeting lesson objectives. *ZDM,* **46**, 423-436. doi:10.1007/s11858-014-0592-0.

HINO, K. (2007). Toward the problem-centered classroom: trends in mathematical problem solving in Japan. *ZDM,* **39**, 503-514. doi:10.1007/s11858-007-0052-1.

HOUDEMENT, C. (2013). *Au milieu du gué : entre formation des enseignants et recherche en didactique des mathématiques.* (Habilitation à Diriger des Recherches), Université Paris Diderot, Paris.

INPRASITHA, M., ISODA, M., WANG-IVERSON, P. & YEAP, B. H. (2015). *Lesson study: challenges in mathematics education* (Vol. 3). New Jersey: World Scientific.

ISODA, M. (2010). *Elementary School Teaching Guide for the Japanese. Course of Study Mathematics (Grade 1-6), with the English translation on the opposite page* (CRICED Ed.). University of Tsukuba, Tsukuba.

ISODA, M. (2012). Introductory Chapter: Problem Solving Approach to Develop Mathematical Thinking. In M. Isoda & S. Katagiri (Eds.), *Mathematical Thinking: How To Develop It In The Classroom* (pp. 1-28). Singapour: World Scientific.

ISODA, M. & KATAGIRI, S. (2012). *Mathematical Thinking: How To Develop It In The Classroom*. Singapour: World Scientific.

ISODA, M. & NAKAMURA, T. (2010). The Theory of Problem Solving Approach. In M. Isoda & T. Nakamura (Eds.), *Journal of Japan Society of Mathematical Education. Special Issue: Mathematics Education Theories for Lesson Study: Problem Solving Approach and the Curriculum through Extension and Integration* (Vol. XCII, pp. 83). Tokyo: Japan Society of Mathematical Education.

ISODA, M., STEPHENS, M., OHARA, Y. & MIYAKAWA, T. (2007). *Japanese lesson study in mathematics: its impact, diversity and potential for educational improvement*. Singapour: World Scientific.

KATAGIRI, S. (1988). *Concretization of mathematical thinking and attitudes and the teaching.* Tokyo: Toyokan Press (in Japanese).

KATAGIRI, S. (2017). *Sugakutekina kangaekata no gutaika to shido (Concretization and teaching of mathematical thinking)(First edition in 1988)*. Tokyo: Meijitosho.

KATAGIRI, S., SAKURAI, T., TAKAHASHI, E. & OSHIMA, T. (1971). *Mathematical thinking and its teaching (Primary School Editions)*. Tokyo: Modern Shindo Printed (in Japanese).

LEUNG, F. K. S., PARK, K., SHIMIZU, Y. & XU, B. (2018). L'enseignement des mathématiques en Asie du Sud-Est (traduit par Ghislaine Gueudet). In J.-L. Dorier, G. Gueudet, M.-L. Peltier, A. Robert, & E. Roditi (Eds.), *Enseigner les mathématiques. Didactique et enjeux de l'apprentissage*. Paris : Belin Education.

MEXT (2017). *Elementary School Teaching Guide for the Japanese. Course of Study：Mathematics*. Osaka: Nihon Bunkyo Shuppon.

Ministère de l'Éducation nationale de la Jeunesse et des Sports, direction des écoles (1991). *Les cycles à l'école primaire*. Paris : Hachette, CNDP.

Ministère de l'Éducation nationale, Direction des écoles (1981). *Contenus de formation à l'école élémentaire : cycle moyen*. Paris : CNDP.

MIYAKAWA, T. (2007). Textbooks and teaching guides. In M. Isoda, M. Stephens, Y. Ohara & T. Miyakawa (Eds.), *Japanese lesson study in mathematics: its impact,* *diversity and potential for educational improvement* (48-51). Singapour: World Scientific.

MIYAKAWA, T. & WINSLØW, C. (2019). Paradidactic infrastructure for sharing and documenting mathematics teacher knowledge: a case study of "practice research" in Japan. *Journal of Mathematics Teacher Education,* **22(3)**, 281-303. doi:https://doi.org/10.1007/s10857-017-9394-y.

MIYAKAWA, T. & WINSLØW, C. (2009a). Etude collective d'une leçon : Un dispositif japonais pour la recherche en didactique des mathématiques. In I. Bloch & F. Conne (Eds.), *Nouvelles perspectives en didactique des mathématiques. Cours de la XIVe école d'été de didactique des mathématiques* (pp. 1-17). Grenoble, France: La Pensée Sauvage.

MIYAKAWA, T. & WINSLØW, C. (2009b). Un dispositif japonais pour le travail en équipe d'enseignants: Etude collective d'une leçon. *Education et Didactique,* **3(1)**, 77-90.

MIYAKAWA, T. & XU, B. (2019). Teachers' collective work inside and outside school as an essential source of mathematics teachers' documentation work: experiences from Japan and China. In L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin (Eds.), *The 'Resource' Approach to Mathematics Education* (pp. 145-172). Switzerland: Springer.

NAKAJIMA, K. (1982-2015). *Fostering Mathematical Thinking. The Progress of Mathematics Education in Japan*. Tokyo: Toyokan.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. (1980). *An agenda for action: Recommandations for school mathematics of the 1980s.* Reston, VA: NCTM.

NUNOKAWA, K. (2015). Developments in research on mathematical problem solving in Japan. In B. Sriraman, J. Cai, K.-H. Lee, L. Fan, Y. Shimizu, C. S. Lim, & K. Subramaniam (Eds.), *The First Sourcebook on Asian Research in Mathematics Education: China, Korea, Singapore, Japan, Malaysia, and India* (pp. 1409-1436). Charlotte: Information Age Publishing Inc.

OBA, J. (2019). *L' organisation du système éducatif japonais 2018*. Institut de Recherche pour l'Enseignement Supérieur (RIHE). Hiroshima: Université d'Hiroshima. https://home.hiroshima-u.ac.jp/oba/index-f.html

OKUBO, K. (2007). How is in-service teacher training conducted in Japan? In M. Isoda, M. Stephens, Y. Ohara, & T. Miyakawa (Eds.), *Japanese lesson study in mathematics: its impact, diversity and potential for educational improvement* (pp. 16-21). Singapour: World Scientific.

POLYA, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical model*. Princeton: University Press Princeton.

ROBERT, A. (2007). Stabilité des pratiques des enseignants de mathématiques (second degré) : une hypothèse, des inférences en formation. . *RDM,* **27(3)**, 271–312.

ROBERT, A. (2008). La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques. In P. Rabardel & P. Pastré (Eds.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (collection formation ed., pp. 59-68). Toulouse : Octarès.

ROBERT, A. & ROGALSKI, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies,* **2(4)**, 505–528.

RODITI, E. (2008). Des pratiques enseignantes à la fois contraintes et personnelles, et pourtant cohérentes. In F. Vandebrouck (Ed.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (pp. 73-93). Toulouse : Octarès.

SCHOENFELD, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando: FL Academic Press.

SHIMIZU, Y. (1999). Aspects of mathematical teacher education in Japan: Focusing on the teachers' roles. *Journal of Mathematics Teacher Education,* **2**, 107-116.

SHIMIZU, Y. (2002). *Sharing a new approach to teaching mathematics with the teachers from outside the school: the role of lesson study at "fuzoku" schools.* Paper presented at the The US-Japan Cross Cultural Seminar on the Professionalization of Teachers Through Lesson StudyPark City, Utah.

SHIMIZU, Y. (2006). How do you conclude today's lesson? The form and functions of ''Matome'' in mathematics lessons. In D. Clarke, J. Emanuelsson, E. Jablonka, & I. A. C. Mok (Eds.), *Making connections: Comparing mathematics classrooms around the world* (pp. 127–145). Rotterdam: Sense Publishers.

SHIMIZU, Y. (2009). Japanese approach to teaching mathematics via problem solving. In B. Kaur, Y. B. Har, & M. Kapur (Eds.), *Mathematical problem solving: Yearbook 2009, Association of Mathematics Educators* (pp. 89-101). Toh Tuck, Singapore: World Scientific Publishing.

SHIMIZU, Y. (2015). Cross-cultural studies of mathematics classroom practices. In B. Sriraman, J. Cai, K.-H. Lee, L. Fan, Y. Shimizu, C. S. Lim, & K. Subramaniam (Eds.), *The First Sourcebook on Asian Research in Mathematics Education: China, Korea, Singapore, Japan, Malaysia, and India* (pp. 1475-1490). Charlotte: Information Age Publishing Inc.

SILVER, E. A. (1985). *Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives*. Hillsdale: NJ: Erlbaum.

STEPHENS, M. & ISODA, M. (2007). Introduction: to the English Translation. In M. Isoda, M. Stephens, Y. Ohara, & T. Miyakawa (Eds.), *Japanese lesson study in mathematics: its impact, diversity and potential for educational improvement* (pp. XV-XXIV). Singapour: World Scientific.

STIGLER, J.-W. & HIEBERT, J. (1999). *The teaching gap: best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom* (1st Free Press trade pbk. ed.). New York, United States: Free Press.

TAKAHASHI, A. (2006). Characteristics of Japanese Mathematics Lessons. *Tsubuka Journal of Educational Study in Mathematics,* **25**, 37-44. www.criced.tsukuba.ac.jp/math/apec/apec2006/Tsukuba_Journal_25.pdf

TAKAHASHI, A. (2008). Beyond Show and Tell: Neriage for Teaching through Problem-Solving - Ideas from Japanese Problem-Solving Approaches for Teaching Mathematics. In M. Santos-Trigo & Y. Shimizu (Eds.), *ICME 11, Topic Study Group 19: Research and Development in Problem Solving in Mathematics Education* (pp. 145-157). Monterrey, Mexico: ICME11.

TAKAHASHI, A. (2015). Systematic support of life-long professional development for teachers through lesson study. In B. Sriraman, J. Cai, K.-H. Lee, L. Fan, Y. Shimizu, C. S. Lim, & K. Subramaniam (Eds.), *The First Sourcebook on Asian Research in Mathematics Education: China, Korea, Singapore, Japan, Malaysia, and India* (pp. 1491-1503). Charlotte: Information Age Publishing Inc.

WATANABE, T., TAKAHASHI, A. & YOSHIDA, M. (2008). Kyozaikenkyu: A critical step for conducting effective lesson study and beyond. In F. Arbaugh & P. M. Taylor (Eds.), *Inquiry into Mathematics Teacher Education* (pp. 131-142). San Diego: Association of Mathematics Teacher Educators.

YOSHIDA, M. (2005). Using Lesson Study to Develop Effective Blackboard Practices. In P. Wang-Iverson & M. Yoshida (Eds.), *Buiding Our Understanding of Lesson Study* (pp. 93-100). Philadelphia, United States: Research for Better Schools.

VALÉRIE BATTEAU

UER MS, 3LS, Haute Ecole Pédagogique du Canton de Vaud, Suisse

valerie.batteau@hepl.ch

TAKESHI MIYAKAWA

Waseda University, Tokyo

tmiyakawa@waseda.jp

Annexe 1 : Quelques informations sur le système éducatif et le guide du programme officiel japonais

A. Système scolaire japonais

Âge	Degré	Établissement
3 à 6 ans		École maternelle (non obligatoire)
6 – 7 ans	1	École primaire (obligatoire)
7 – 8 ans	2	
8 – 9 ans	3	
9 – 10 ans	4	
10 – 11 ans	5	
11 – 12 ans	6	
12 à 15 ans	1 à 3	Collège/enseignement secondaire (obligatoire)
15 à 18 ans	1 à 3	Lycée/enseignement secondaire (non obligatoire)

B. Comparaison de la durée annuelle d'enseignement des mathématiques au Japon, en Suisse (Canton de Vaud) et en France au degré 3

- 175 unités horaires de 45 minutes au Japon (Oba, 2019, p. 27)
- 190 périodes[22] de 45 minutes dans le Canton de Vaud en Suisse
- 180 heures[23] en France (ce qui correspond à 240 périodes de 45 minutes)

C. Manuels scolaires au Japon

Dans les écoles primaires, il existe six manuels scolaires obligatoires (Tokyo-Shoseki, Keirinkan, Gakko-Tosho, etc.) approuvés par le ministère de l'Éducation, de la Culture, des Sports, de la Science et de la Technologie (MEXT), publiés par des entreprises privées (Miyakawa, 2007). Le choix du manuel se fait au niveau de la ville ou de la préfecture, les enseignants n'ont donc pas le choix du manuel.

D. Mutation des enseignants

En général, les enseignants japonais d'école primaire ont l'obligation de changer d'établissement tous les quatre à cinq ans.

E. Fréquence de la pratique des *lesson study* au Japon

Les *lesson study* sont une pratique ordinaire dans les écoles primaires et très répandue, en tant que dispositif de formation continue à l'intérieur de l'établissement scolaire. D'après une étude réalisée en 2010 par l'Institut national de Recherche en Politiques Educatives, rattaché au MEXT, environ trois quarts des écoles primaires stipulent que tous les enseignants s'impliquent dans les études de leçon [*lesson*

[22] Il y a 5 périodes par semaine d'enseignement des mathématiques pendant 38 semaines par année au degré 3 (élèves de 8/9 ans). Consulté à vd.ch/themes/formation/scolarite-obligatoire/deroulement-de-lecole-obligatoire-dans-le-canton-de-vaud/grilles-horaires et https://www.irdp.ch/institut/temps-enseignement-officiel-obligatoire-eleves-2739.html

[23] Consulté à https://www.education.gouv.fr/pid285/bulletinofficiel.html?cid_bo=95203

study]. Les deux tiers des écoles primaires organisent des études de leçon au moins six fois (43 % de 6 à 10 fois, 12 % de 11 à 15 fois, etc.) par an (Oba, 2019, p. 38).

F. Formation des enseignants du primaire au Japon
Il existe trois certificats d'enseignement (classe supérieure, première et seconde classe) qui correspondent au niveau maitrise (second cycle universitaire, avant le doctorat), du baccalauréat (premier cycle universitaire), au niveau « licence junior » (2 années dans une université à cycle court - équivalent de l'IUT dans le système français). Il est intéressant de noter que depuis 2009, ces certificats ne sont valables que 10 années et que les enseignants ont l'obligation de suivre 30 heures de formation au minimum lors des deux dernières années pour prolonger la validité de leur certificat de 10 ans (Oba, 2019). La formation continue officielle est organisée à l'intérieur de l'établissement scolaire ainsi qu'au centre préfectoral de l'éducation.

G. Extrait du guide du programme sur les grandeurs et mesures - degrés 1 à 6
"The main objectives of the domain are to gain understanding about units and measurements of various quantities which have close ties with students' daily life, to develop the skills to measure, and to foster a rich sense of quantities. Quantities taught in mathematics include length, area, volume, time, weight, angle, and speed. Units and measurements appropriate for each quantity are taught. Students are taught to become aware of usefulness of expressing size by using units, and they should become able to choose a unit purposefully." (Isoda, 2010, p. 67)

	Units of quantities	Comparison/ Measurements/ etc.
1		Direct comparisons in length, area, and volume Clock reading
2	Units of lengths (mm, cm, m) Units of volume (ml, dl, l) Units of time (day, hour, minute)	Measurements of length and volume
3	Units of lenghts (km) Units of weight (g, kg) [t] Units of time (second)	Measurements of length and weight Measuring by choosing appropriate units Calculation of clock time and elapsed time
4	Units of area (cm^2, m^2, km^2) [a, ha] Units of angle (°)	Determining area (squares, rectangles) Measurements of angles
5	Units of volume (cm^3, m^3)	Determining area (triangles, parallelograms, trapezoids, rhombuses) Determining volume (cubes, rectangular parallelepipeds) Mean of measurements Determining per-unit quantities
6		Approximating shapes and approximate area Determining area (circles) Determining volume (prisms, cylinders) Determining speed The system of the Metric units

Annexe 2 : Description des activités proposées aux élèves pendant les cinq premières leçons de la séquence

Leçon	Dispositif de travail, durée	Activité proposée aux élèves
1	Collectif *6:07* Individuel *1:43* Collectif *13:27* Groupe *9:07*	Créer collaborativement le problème principal (*hatsumon*) : quelle est la longueur du couloir du 2e étage ? Ce problème principal se décline en deux sous-questions : trouver une estimation de la mesure de la longueur du couloir (*mitōshi*) et trouver une procédure pour mesurer la longueur du couloir avec le choix d'un instrument de mesure (*jiriki-kaiketsu)* Présenter et comparer les estimations et les procédures de mesurage *(neriage)* Planifier en groupe une procédure de mesurage que les élèves mettront en œuvre lors de la leçon suivante *(group gakushu)*
2	Groupe – *1:00:00*	Mesurer la longueur du couloir avec l'instrument choisi et avec la procédure de mesurage planifiée (*jiriki-kaiketsu)*
3	Collectif *1:05:00*	Donner la mesure de la longueur du couloir trouvée lors de la leçon 2 Valider la mesure effectuée avec une roue de mesure numérique (odomètre), mise en œuvre par un élève et observée par la classe (21:00). Cette mesure de haute précision est considérée par l'enseignant et les élèves comme la réponse exacte Discuter des différents résultats et procédures (*neriage*, 44:00)
4	Collectif 43:00 Groupe 57:00	Institutionnaliser que la mesure de la longueur totale du couloir est égale à la mesure de la longueur de l'unité choisie multipliée par le nombre d'unités (*matome)* Les élèves doivent alors écrire l'expression mathématique correspondant à leur procédure personnelle, suivie d'une discussion collective (*neriage)* Mesurer la longueur du couloir *(group gakushu)*
Début 5	Collectif 35:00	Discuter des différents résultats et procédures (*neriage*)