

ANALYSE DES PRATIQUES ISSUES D'UN COLLECTIF D'ENSEIGNANTS EN LESSON STUDY SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA PENSEE LOGIQUE DANS UNE ECOLE PRIMAIRE JAPONAISE

Valérie BATTEAU

Chargée d'enseignement, UER MS, HEP Vaud

Laboratoire 3LS

valerie.batteau@hepl.ch

Résumé

L'enseignement des mathématiques à l'école primaire au Japon vise le développement des *pensées mathématiques* des élèves (Hino, 2007 ; Isoda & Katagiri, 2012). Celles-ci concernent les types de raisonnement, les contenus mathématiques et les *thinking* sur le contenu. Cette recherche se place dans le cadre de la double approche didactique et ergonomique (Abboud-Blanchard, Robert, Rogalski & Vandebrouck, 2017) et questionne comment les enseignants développent les *pensées mathématiques* pendant les moments d'enseignement collectifs. Nous analysons en particulier le choix des tâches de la leçon et de la séquence (composante cognitive) et les interventions de l'enseignant en classe (composante médiative). Les données sont issues du travail d'un collectif d'enseignants en *lesson study* autour du thème annuel : le développement de la *pensée logique* des élèves.

Cette communication est issue d'une recherche post-doctorale (Batteau 2018) financée par le FNS et menée au Japon entre août 2018 et janvier 2020. Ce texte est issu de plusieurs publications (Batteau and Miyakawa 2020 ; sous révision ; Batteau sous presse).

Le travail en collectif d'enseignants, accompagnés de formateurs et parfois de chercheurs, se retrouve au centre de l'intérêt de la communauté éducative dans de nombreux pays. Un des dispositifs au centre de cet intérêt est le dispositif *lesson study*. Originaire du Japon, ce dispositif est utilisé comme dispositif de développement professionnel et a connu de multiples adaptations à l'international depuis les années 1990-2000. Que peut-on observer dans les pratiques d'enseignants engagés dans de tels dispositifs ? Notre recherche a montré des évolutions et aussi des résistances dans les pratiques de quelques enseignants engagés dans un dispositif *lesson study* adapté en Suisse (Batteau 2020). Au Japon, nous nous sommes intéressée aux pratiques d'enseignants engagés dans des *lesson study* (Batteau and Miyakawa 2020 ; sous révision ; Batteau sous presse). Pour appréhender les pratiques dans le contexte japonais, nous avons dû prendre en considération les spécificités de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire : l'enseignement se fait dans l'approche par résolution de problème avec une importance accordée aux moments d'enseignement collectif (équivalent des mises en commun), l'objectif de cet enseignement est de développer les *mathematical thinking*¹ des élèves, le travail des enseignants s'inscrit dans ces fameux dispositifs *lesson study*. Ainsi, la problématique de notre recherche est de comprendre les pratiques d'enseignants lors de l'enseignement en collectif pour développer les *logical thinking* des élèves, qui constitue le thème du collectif de *lesson study*. Le concept de *logical thinking* est beaucoup utilisé dans les

¹ Les termes japonais *sugakuteki kangaekata* sont traduits en anglais par *a way of mathematical thinking* ou *mathematical thinking*. Nous traduisons en français par *pensée mathématique*.

programmes scolaires japonais. La pensée logique (*logical thinking*) fait partie des pensées mathématiques et a été définie dans le guide d'accompagnement des programmes scolaires précédents (Isoda 2010) comme : "The deductive method in which explanation is given based on some assumption is well known, but inductive and analogical reasoning are also considered to be *logical thinking* methods since students need to justify each step of their reasoning" (p.41). La pensée logique est ainsi liée à l'idée qu'un problème peut se résoudre étape par étape et que chaque étape doit être justifiée d'une manière logique. Les nouveaux programmes la caractérisent comme étant "thinking reasonably based on the arguments" (MEXT 2017).

La première partie du texte expose les spécificités de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire dans le contexte japonais : le dispositif *lesson study*, les *pensées mathématiques et logique* et l'enseignement par résolution de problème. La deuxième partie présente le cadre de la recherche : l'analyse des pratiques est conduite dans un cadre de la recherche française en didactiques des mathématiques, la double approche didactique et ergonomique. La troisième partie expose les résultats d'analyses de pratiques enseignantes. Le texte se termine par une discussion et conclusion.

I - CONTEXTE JAPONAIS

1 Lesson Study

Les *lesson study* sont une approche de développement professionnel basée sur le travail collectif entre enseignants et sur l'observation de l'enseignement (Miyakawa and Winsløw 2009a, 2009b). Ces pratiques datent de la fin du XIX^e siècle au Japon (par exemple, Clivaz 2015 ; Miyakawa and Winsløw 2009a). Les *lesson study* sont un mode de fonctionnement ordinaire des enseignants au Japon et sont enracinées à toutes les échelles du système éducatif (Okubo 2007). Une *lesson study* japonaise comporte plusieurs phases : la première est l'étude du sujet et du curriculum par un collectif. Le collectif est composé généralement d'enseignants d'un établissement scolaire accompagnés d'un enseignant expert qui est le responsable de la recherche dans l'établissement scolaire. La deuxième est la planification de la séquence de leçons et d'une leçon particulière de cette séquence, leçon qui est nommée leçon de recherche. Cette leçon est ensuite mise en œuvre par un des enseignants du collectif dans sa classe avec ses élèves (troisième phase). La quatrième phase consiste en une ou plusieurs séances qui ont lieu après la leçon de recherche. Dans cette phase, le collectif analyse la leçon et discute des apprentissages des élèves visés par la leçon.

Par rapport aux *lesson study* américaines ou suisses, les *lesson study* japonaises ont des particularités : le travail est à la fois individuel et collectif avec de nombreux allers-retours lors de la préparation de la séquence et de la leçon (phase 2) et de l'étude du sujet (phase 1). Lors de cette phase 2, l'enseignant qui donnera la leçon dans sa classe rédige seul un plan de leçon qu'il expose au collectif. Lors de chaque séance de cette phase, cet enseignant intègre les commentaires du collectif dans son plan de leçon et représente au collectif une nouvelle version de son plan de leçon. Une autre différence est qu'il n'y a généralement pas de ré-enseignement de la leçon de recherche lors d'un cycle de *lesson study*.

2 Pensée mathématique et pensée logique

Le concept de *pensée mathématique* (PM) est central dans le contexte japonais comme principal objectif du programme officiel et comme principal objectif de l'enseignement par résolution de problème (Hino 2007 ; Isoda 2012). Il n'existe pas de définition partagée de ce concept entre chercheurs et enseignants. À la place d'une définition, Katagiri (2017) a catégorisé deux types de PM, les méthodes mathématiques et les contenus mathématiques, et en a établi une liste exhaustive. Les méthodes mathématiques recouvrent dix types de raisonnement : raisonnement déductif, raisonnement analogique, raisonnement inductif,

raisonnement d'intégration², raisonnement lié au développement, raisonnement d'abstraction, raisonnement de 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 PM liées aux méthodes mathématiques et les PM liées aux contenus mathématiques (et idées). Ils fournissent aussi de nombreux exemples de PM dans leur livre. Par ailleurs, l'un des six manuels scolaires obligatoires au Japon donne une définition des PM proche de celle de Katagiri mais en trois catégories : les objets de la pensée (abstraction, concrétisation, mise en nombres, mise en figure, symbolisme, formalisation, spécification...), les méthodes mathématiques (types de raisonnement) et les contenus mathématiques.

Pour cette recherche, nous retenons que le concept de PM est l'objectif central de l'enseignement collectif en résolution de problème. De plus, les objectifs d'enseignement recouvrent à la fois le contenu mathématique et à la fois les idées et réflexions mathématiques qui accompagnent ce contenu.

Pour cette recherche, nous retenons que la pensée logique fait partie des *pensées mathématiques*, et nous retenons comme caractérisation de la pensée logique celle qui sera adoptée par le collectif *lesson study* étudié dans cette recherche, c'est-à-dire les élèves développent la pensée logique lorsqu'ils sont capables de faire des raisonnements basés sur des arguments dans la résolution d'un problème de mathématiques.

3 Approche par résolution de problème

L'enseignement des mathématiques à l'école primaire au Japon se fait dans une approche par résolution de problème dont le principal objectif est de développer les *pensées mathématiques* des élèves (Baba et al. 2018). Les leçons ordinaires de mathématiques se structurent généralement en phases (par exemple Batteau and Miyakawa 2020 ; Fujii 2018 ; Shimizu 1999 ; Miyakawa and Winsløw 2009b) :

- Présentation du problème, suivi éventuellement de l'estimation, la prédiction ou la planification des solutions
- Recherche des solutions par les élèves en individuel et éventuellement après en groupe
- Discussions collectives des procédures et solutions du problème trouvées par les élèves (*neriage*). Le terme *neriage* vient des mots *neri* qui signifie mixer, mélanger, polir et *ageru* qui signifie s'élever ou élever. Dans le contexte de l'enseignement mathématique, la phase de *neriage* recouvre deux idées : la première est la présentation, la comparaison des procédures et des résultats des élèves, et la deuxième est le développement collectif des *pensées mathématiques* à partir de ces discussions.
- Résumé de la leçon (*matome*). Cette phase a pour fonction d'institutionnaliser les connaissances, suivi éventuellement du développement ou extension du problème.

² "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). Le terme japonais est *togo*.

Les leçons japonaises donnent une part importante à la dimension collective de l'enseignement : les trois phases de leçon par résolution de problème, la présentation du problème, le *neriage* et le *matome* se déroulent en collectif.

Cette recherche se focalise sur les pratiques enseignantes lors de la phase du *neriage* en lien avec le *matome* pour des raisons culturelles : le *neriage* est considéré comme étant le cœur de la leçon par les enseignants, le *neriage* comme le *matome* s'inscrivent dans leurs pratiques ordinaires. Le *neriage* occupe la place centrale de la leçon en importance et en temps accordés (Miyakawa and Clivaz 2019) et représente le vecteur de réussite ou non de la leçon (Shimizu 1999). Ce choix repose aussi sur une raison didactique : pendant le *neriage*, les enseignants japonais visent le développement collectif des *pensées mathématiques* et préparent la phase suivante du *matome* dans laquelle les connaissances mathématiques visées sont institutionnalisées. En d'autres termes, une séance (ou éventuellement deux séances) de classe ordinaire en mathématiques à l'école primaire au Japon se déroule généralement par résolution de problème. Lors de cette séance, l'enseignant organise une discussion collective des procédures, idées, solutions des élèves qu'il inscrit au tableau noir, généralement à côté du nom de l'élève, puis il écrit au tableau ce que les élèves doivent retenir de la leçon (*matome*) à partir de ce qu'il a écrit et discuté lors du *neriage*.

Ainsi, notre recherche vise à comprendre comment les enseignants japonais organisent cet enseignement en collectif à travers les phases de *neriage* en vue du développement de la pensée logique des élèves.

II - CADRE DE LA RECHERCHE

1 Cadre théorique et questions de recherche

Pour prendre en compte les pratiques enseignantes, notre étude se place dans le cadre de la double approche didactique et ergonomique (Robert and Rogalski 2002 ; Abboud-Blanchard et al. 2017). Pour appréhender notre objet, nous considérons la composante cognitive des pratiques qui se traduit par le choix des tâches, leur organisation et les déroulements en classe et la composante médiative des pratiques qui correspond aux choix et interventions de l'enseignant pendant la leçon, la dévolution des consignes, les différents accompagnements de l'enseignant, les aides et les expositions des connaissances.

L'analyse des composantes cognitive et médiative des pratiques nous permet d'identifier les choix et interventions de l'enseignant qui contribuent à développer la pensée logique des élèves pendant l'enseignement collectif.

Cette recherche se focalise sur les éléments qui pilotent les choix des tâches et les interventions de l'enseignant participant au développement de la pensée logique à partir des discussions sur les procédures et solutions des élèves. La question de recherche se formule ainsi : comment l'analyse des composantes cognitive et médiative des pratiques, choix des tâches et interventions de l'enseignant, nous permet d'identifier l'organisation de l'enseignement collectif en *neriage* qui participe au développement de la pensée logique des élèves ?

2 Méthodologie

Cette recherche qualitative contient un corpus de données concernant les pratiques d'une enseignante renommée Noriko, prises entre septembre 2018 et janvier 2019. Noriko est une jeune enseignante avec peu d'expérience d'enseignement et elle enseigne dans une école primaire de Joetsu : l'école désignée école de recherche par le Ministère de l'Éducation Japonais. Cette école entretient davantage de liens étroits avec la recherche d'une manière générale et avec l'Université d'Éducation de Joetsu que les autres écoles ordinaires. Parmi ces liens étroits, se trouve le dispositif de formation continue et de recherche nommé *lesson study* qui est ancré dans les écoles (Batteau and Miyakawa 2020 ; Miyakawa and Winslów 2009b).

Les données sont constituées de données vidéos : une leçon de recherche et de la séance collective post-leçon organisée lors d'une *lesson study* avec de nombreux participants (enseignants, étudiants, formateurs, chercheurs, directeurs d'école...) venus de toute la préfecture, et de deux séances collectives de préparation de la leçon entre membres de l'école. Les données vidéos ont été transcrites en Japonais puis traduites en français et/ou anglais. Le travail de traduction a constitué une première analyse des données dû aux difficultés liées à la langue japonaise. Comme une partie des phrases prononcées est toujours implicite, il est nécessaire de traduire ce que les enseignants et élèves ont prononcé et de compléter par des éléments de contexte (le sujet, le verbe et/ou l'objet de la phrase), voire par ce qu'ils ont voulu dire. Par ailleurs certains termes japonais n'ont pas de traduction en anglais/français et peuvent être porteurs de concept mathématique. Par exemple, le terme *bun* possède plusieurs traductions (minute, pourcent, dixième...), mais s'emploie en mathématiques à l'école primaire pour illustrer le passage du cadre des nombres *hitotsu* (compteur pour « une chose ») au cadre des grandeurs *hitotsu bun* (qui désigne « une unité »).

Le corpus contient également des documents écrits de différentes natures : les photos des tableaux noirs des leçons, le guide du programme officiel traduit en anglais (Isoda 2010), les plans de leçons de recherche et les rapports de leçon rédigés par Noriko. Les documents écrits ont été traduits également en français et/ou anglais.

Pour chaque leçon observée, nous avons réalisé une analyse *a priori* du problème pour identifier les variables didactiques, les stratégies possibles et les connaissances mathématiques en jeu. L'analyse *a priori* nous permet d'identifier ce qui relève des pensées mathématiques et logique : en particulier ce qui relève du contenu et des *pensées* et idées concernant ce contenu. Ensuite, nous analysons le déroulement de chaque leçon sous forme de tableau qui contient les formes de travail des élèves (en collectif, en groupe, en individuel) avec la phase de leçon par résolution de problème correspondante, l'activité de l'enseignant et les activités proposées aux élèves par l'enseignant.

Pour analyser la composante cognitive des pratiques, nous avons analysé les tâches choisies par l'enseignant dans la séquence de leçons, puis analysé les déroulements en classe sur la base du tableau précédent. Pour analyser la composante médiative des pratiques, nous avons analysé les interventions de l'enseignant (ce qu'il dit, fait, écrit, demande aux élèves), ses choix, les expositions de connaissance pendant les phases de *neriage*. Pour comprendre les choix de l'enseignant pendant les leçons, nous avons complété ces analyses avec les documents écrits de préparation (plans de leçon), les séances pré et post-leçon, ainsi qu'avec l'ensemble des données écrites. Nous relevons d'une part les éléments communs des analyses des composantes cognitive et médiative des pratiques qui peuvent expliquer l'organisation de l'enseignement collectif. D'autre part, nous relevons comment les interventions et choix de l'enseignant participent au développement de la pensée logique.

III - ANALYSE DES PRATIQUES ENSEIGNANTES

1 Présentation de la leçon et quelques éléments de l'analyse *a priori* du problème

Noriko participe à un groupe de recherche en *lesson study* en mathématiques dans son école autour du thème annuel sur le développement de la pensée logique des élèves. L'équipe pédagogique de l'école choisit tous les ans un nouveau thème qui est transversal et qui est travaillé en séances de *lesson study*. Le collectif d'enseignants de *lesson study* définit la pensée logique comme étant la capacité de raisonner avec des arguments, en accord avec le programme scolaire. La leçon observée porte sur un problème d'identification d'un solide mystère à partir de trois des faces du solide projetées par ombre chinoise (deux triangles et un carré - Figure 2) et de trois directions données (avant, dessous et côté), telles que les faces et les directions ne sont pas associées (Figure 1).

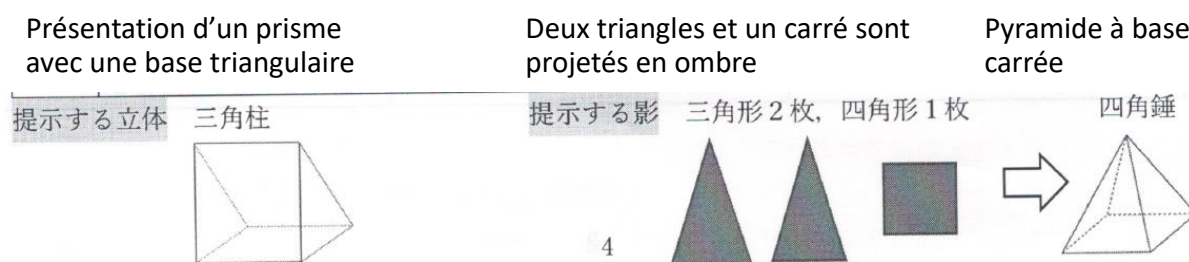


Figure 1. Extrait d'un plan de leçon provisoire écrit par Noriko

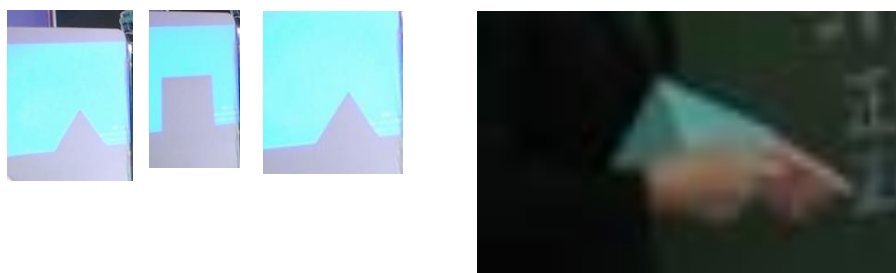


Figure 2. Trois ombres des faces projetées, puis le solide mystère solution du problème

Dans son plan de leçon, Noriko organise la leçon en deux problèmes : le problème 1 qui est de trouver le solide mystère et puis le problème 2 qui est de justifier pourquoi le prisme à base triangulaire (à gauche dans la Figure 1) est une réponse incorrecte. Ainsi, lorsque les élèves vont résoudre ces deux problèmes, ils devront être amenés à développer leurs pensées logiques dans le sens où ils devront justifier et argumenter pourquoi ils ont trouvé tel ou tel solide, puis pourquoi le prisme est une réponse incorrecte. Noriko précise dans le plan de leçon que les *logical thinking* sont la capacité de raisonner sur des solides en utilisant les relations entre les faces du solide. Il s'agit donc de l'objectif d'apprentissage visé par la leçon en termes de pensée logique.

Si la face avant et celle du côté sont des triangles et la face du dessous un carré, le solide est une pyramide à base carrée, ce qui est la réponse attendue. Noriko a anticipé une mauvaise réponse (Figure 1), un prisme droit à base triangulaire, appelé « forme de gâteau » dans une leçon précédente. Ce prisme peut être obtenu avec un carré en face avant, un triangle sur un côté et un carré en face de dessous. Dans ce cas, les trois faces sont deux carrés et un triangle en gardant les directions données dans l'énoncé. Ce prisme peut également être obtenu avec un carré en face avant et deux triangles sur les côtés. Dans ce cas, les directions changent : face avant et deux côtés. Pour le problème 1, nous avons donc identifié les variables didactiques suivantes :

- Choix du solide : cube, pyramide tronquée, prisme...
- Formes des faces : triangles, carrés, rectangles...
- Nombre de conditions associées ou non : deux, trois, quatre... positions et formes des faces
- Matériel : triangles et carrés en papier

La variation des valeurs de ces variables didactiques joue sur les procédures des élèves.

Pour la première variable, si le solide est un cube, toutes les faces sont des carrés, cela simplifie la tâche.

Pour la deuxième variable, si la tâche propose trois même forme de faces (trois carrés), compte tenu des connaissances des élèves de 3^{ème} année de primaire (8-9 ans), le solide cherché sera un cube. Dans ce cas, les positions des faces ne jouent pas de rôle particulier pour trouver le solide.

Pour la troisième variable, si le nombre de conditions est de deux positions avec deux formes de faces associées, il y a plusieurs solides qui peuvent être solution. Par exemple, avec un carré dessous et un triangle devant, la pyramide à base carré et un prisme (non droit) sont des solutions. S'il y a trois faces associées à trois positions, il n'y aura qu'une seule solution (compte tenu des connaissances des élèves de ce niveau).

Pour la quatrième variable, si on propose du matériel, les élèves pourront manipuler les triangles et carrés pour former le solide cherché. Sans matériel, les élèves peuvent se représenter mentalement le solide ou alors le dessiner et raisonner avec les relations entre les positions des faces.

2 Déroulement de la leçon de recherche

Le tableau ci-dessous propose le déroulement de la leçon de recherche en précisant la phase de la leçon par résolution de problème, le moment de la leçon, l'activité de Noriko (ce qu'elle fait, ce qu'elle dit) et l'activité possible des élèves (complétée avec l'activité observée des élèves en classe).

Forme de travail/Temps	Activité de Noriko	Activité des élèves
Collectif <i>Présentation du problème 1- 4:35</i>	Introduction du problème 1 : quel est le solide montré en ombre et quelle est la direction du solide montré ? (7:18)	Les élèves choisissent trois directions de faces du solide caché : devant, dessous et côté
Indiv. 11:59 Groupe 21:15	Noriko se déplace entre les bureaux des élèves. Elle leur demande de discuter par deux à propos du solide mystère.	Les élèves manipulent des triangles et des carrés pour trouver le solide mystère.
Collectif <i>Neriage 22:11</i>	Noriko demande quel solide les élèves ont réalisé avec le matériel. (22:11) Elle écrit deux réponses : pyramide et forme de gâteau (prisme).	Les élèves répondent pyramide et forme de gâteau.
Discussions sur le prisme	Pendant qu'un élève donne une explication, Noriko demande aux autres élèves d'imaginer le solide et de manipuler les faces avec le matériel (24:18, 27:48 et 27:59). Elle demande des détails sur la stratégie présentée et la position des faces (24 :35). Elle écrit en-dessous le nom du solide et les explications de l'élève pour construire le prisme. Noriko et les élèves lisent les affiches des matome des précédentes leçons affichées dans la classe. Sous-tâche : si le carré est en-dessous, peut-on former une forme de gâteau ? Et quelle sera la face opposée à la face avant ? (27:31) Comment les élèves peuvent-ils obtenir une forme de gâteau ? (28:12) Quelles figures sont utilisées pour construire la forme de gâteau ? (28:58)	Quatre élèves expliquent comment ils trouvent un prisme et montrent comment ils ont construit le solide (22:11 et 26:40-28:12 et 28:35) Des élèves répondent oralement aux questions de Noriko puis écrivent et dessinent leurs réponses. Quand un élève explique sa stratégie, les autres élèves manipulent les faces dans le but de suivre la stratégie et de construire le solide avec la stratégie expliquée
Sur la pyramide	Et quel est le solide construit finalement? (29:06) Quelles sont les figures utilisées pour construire le solide ? (29:51) Quel solide les élèves ont-ils construit ? Donner les positions des faces (29:55) et les élèves écrivent et dessinent les positions et les figures des faces du solide. Elle demande les mêmes sortes de sous-tâches dans le cas de la pyramide.	Les élèves effectuent les sous-tâches en manipulant le matériel
Individuel 35:50	Elle se déplace entre les bureaux des élèves.	Les élèves écrivent pourquoi le prisme est une réponse incorrecte

Collectif <i>hatsumon</i> 37:25	Problème 2 : pourquoi le prisme est une réponse incorrecte ? Sous-tâches : comment certains élèves ont-ils fait pour trouver le prisme ? (37:25) Quelles sont les positions des faces pour la pyramide ? (39:45) Nommer la face avant de la pyramide et la face du dessous (40:15)	Un élève explique pourquoi la pyramide est une réponse correcte et le prisme une réponse incorrecte. (37:49)
Individuel 40:29	Sous-tâche : si le solide est une pyramide, quelle est la face à côté de celle de devant ?	Les élèves écrivent et dessinent leur réponse.
Groupe 41:03	Elle se déplace entre les bureaux des élèves	Les élèves discutent par 2
Collectif 41:23	Sous-tâche : dessiner le prisme, écrire et dessiner la face à côté de celle de devant	Les élèves réalisent la sous-tâche
Groupe 41:54	Elle demande si le solide est un prisme, quelle est la face de devant ? (42:43)	Les élèves discutent par deux de leur réponse
Collectif <i>neriage</i> 43:46	Elle montre un prisme droit avec une base triangulaire et demande les noms des faces de devant, de dessous et du côté (44:17) Sous-tâches : regarder les conditions du problème (2 triangles et 1 carré dessinés au tableau noir) (45:40). Le solide peut être différent si vous essayez de changer la direction ? Qu'est-ce qu'il pourrait être ? (45:52) Et si le carré est sur la face avant du prisme, quelle sera la face du dessous ? (45:59) Est-ce que quelqu'un a remarqué quelque chose à propos du quizz ? (47:02) Elle conclut et compare les deux solides : les figures projetées sont les mêmes mais le nombre de chaque figure projetée était différent. (47:47)	Un élève donne les noms des faces avant, dessous et côté. (44:29) Les élèves réalisent les sous-tâches à l'oral et à l'écrit.
Groupe 48:07	Elle demande pourquoi le prisme est une réponse impossible.	Les élèves écrivent leurs explications pour répondre à la tâche.
Collectif <i>neriage</i> 49:57	Discussion sur les raisons pour lesquelles le prisme est une réponse incorrecte et les différences entre les deux solides.	Les élèves trouvent des différences entre les deux solides. Un élève explique que le prisme est une réponse incorrecte parce que les positions des ombres et les figures sont différentes.
Collectif <i>Matome</i> 52:03	Noriko dit et écrit "parce que les positions des ombres et les figures sont différentes ».	

Tableau 1: Progression de la leçon de recherche, activité de Noriko et des élèves

Nous allons utiliser ce tableau pour les analyses des pratiques de l'enseignante.

3 Choix des tâches (composante cognitive des pratiques)

La leçon de recherche observée est la 8^{ème} de la séquence de 9 leçons. Dans les leçons 1, 2 et 3, les tâches consistent à construire différents solides et à les décrire, leurs faces et les positions des faces. Dans les leçons 4 à 8, les tâches sont des quiz avec quelques manipulations de faces du solide. Ces tâches visent à décrire et à communiquer le solide mystère à partir des relations entre les positions des faces afin de développer la pensée logique des élèves. Noriko choisit pour les leçons 5 à 8 des tâches similaires avec le même matériel pédagogique et en faisant varier les valeurs des variables didactiques : le solide mystère (cube, pyramide tronquée, prisme), la position des faces (devant, dessous, côtés, derrière), les formes des faces (triangles, carrés, rectangles...), le nombre de conditions données (positions et formes de faces) et associées ou non, le matériel donné aux élèves. Pour le déroulement de la leçon de recherche, elle structure la leçon dans l'approche par résolution de problème dans laquelle les différentes phases sont présentes

(introduction du problème appelé *hatsumon*, travail en groupe et individuel, *neriage*, *matome* la synthèse par l'enseignant). La particularité de l'organisation de la leçon est le va-et-vient entre les moments de travail en collectif, en groupe et en individuel. L'enseignante ajoute plusieurs sous-tâches au cours du *neriage* et les élèves disposent d'un moment de travail individuel ou en groupe pour réaliser les sous-tâches demandées. Parallèlement, elle varie les supports pédagogiques (projecteurs, tableau noir, *matome* précédemment affiché, matériel - triangles et carrés) ainsi que le travail demandé aux élèves à réaliser à l'oral et/ou à l'écrit.

Pendant la leçon de recherche, la discussion en classe pendant le premier *neriage* conduit, comme Noriko l'avait prévu dans le plan de leçon (Figure 1) à la réponse correcte (pyramide à base carrée) et à une réponse incorrecte (prisme droit à base triangulaire appelé « gâteau » par les élèves). Elle organise alors la leçon comme elle l'avait anticipée dans le plan de leçon par le problème 1 puis le problème 2. Elle propose alors pour chaque problème des sous-tâches en variant les valeurs des variables didactiques. Ainsi pendant les *neriage*, elle propose une série de sous-tâches (Tableau 1) : par exemple, le solide peut être différent si vous essayez de changer la direction ? Qu'est-ce qu'il pourrait être ? (45:52) Et si le carré est sur la face avant du prisme, quelle sera la face du dessous ? (45:59). L'objectif de ces sous-tâches est de faire raisonner les élèves sur les relations entre les positions des faces.

Pour conclure, Noriko choisit les tâches et leur organisation et l'élément clé de sa composante cognitive réside en des variations des valeurs des variables didactiques à partir d'une même tâche, un quiz avec des ombres, afin de laisser aux élèves la possibilité d'observer, d'argumenter en fonction de ces variations de valeurs de variables didactiques et ainsi, de développer leur pensée logique. Le déroulement de la leçon (Tableau 1) est caractérisé par la variation des supports pédagogiques, la variation du travail des élèves (oral, écrit et manipulation de matériel) et la variation des formes de travail (collectif, individuel et groupe). Son organisation représente un moyen efficace pour impliquer tous les élèves et pour viser les objectifs d'apprentissage.

4 Interventions de Noriko (composante médiative des pratiques)

Noriko réalise différents types d'interventions au cours du *neriage* en référence à la première idée de *neriage*. En effet, elle demande aux élèves de présenter, d'expliquer, de comparer, de justifier, de valider leurs stratégies et leurs réponses. Elle valide également leurs stratégies et réponses, reformule les interventions des élèves, répète leurs interventions, implique d'autres élèves lorsqu'un seul élève présente et explique sa stratégie.

Nous présentons ici ses interventions qui se réfèrent à la deuxième idée du *neriage* : le développement de la pensée logique des élèves.

À chaque sous-tâche proposée aux élèves, Noriko leur consacre un temps de recherche en variant les formes de travail par écrit ou par oral ou les deux, en classe entière, en groupe ou individuellement. De plus, elle adapte le matériel pédagogique (projecteur, tableau noir, référence aux affiches des *matome* des leçons précédentes, avec ou sans matériel : des triangles et des carrés découpés) à chaque sous-tâche proposée. Ces quelques exemples de sous-tâches sont basés sur la variation des valeurs de variable didactique du problème et disposent de temps de recherche pour les élèves et de modalités de travail adaptées (Tableau 1). Ces sous-tâches ont pour objectif de développer leurs capacités à raisonner sur les solides en utilisant les relations entre les faces des solides. Par exemple, des sous-tâches reposent sur des réflexions sur les directions des faces d'un solide : Le solide peut être différent si vous essayez de changer la direction ? Qu'est-ce qu'il pourrait être ? (45:52) ou Et si le carré est sur la face avant du prisme, quelle sera la face du dessous ? (45:59) Une autre sous-tâche repose sur les solutions du problème : les élèves doivent justifier pourquoi une solution est correcte et l'autre non (37:25).

Noriko : Je voudrais vous demander, combien de personnes disent qu'elles se sont trompées et pourquoi ? [...]

Élève : Pour la forme du gâteau, toutes les formes apparaissent avec les trois ombres, mais parce que la face

à côté de la face avant sera un carré, donc si vous voulez montrer la forme du gâteau, il doit y avoir un triangle et deux carrés. Donc, c'est une forme de pyramide.

Cet extrait montre que l'élève utilise un raisonnement sur les relations entre les faces du solide pour justifier que le solide cherché est une pyramide. Ce type de raisonnement dévoile une capacité de pensée logique telle que définie par l'enseignante.

La leçon vise ce type de raisonnement. Nous voyons que Noriko fait varier les valeurs des variables didactiques (les faces choisies, les positions des faces et le solide). Un autre exemple de sous-tâche est : comment le prisme à base triangulaire peut devenir une réponse correcte au quiz en gardant les trois faces (deux triangles et un carré) et les deux positions (devant et dessous). Quelle sera la troisième position ? (51:17) Figure 3 : tableau noir pendant cet échange (51 :17)



Noriko : [...] Si tu veux avoir la forme du gâteau, ici c'est un triangle, ici c'est un triangle, quelle position voudriez-vous voir ici ? [...] Lorsque l'on considère la forme du gâteau, où le devant est un triangle et le dessous est un carré, où va le triangle ?

Élève : A l'opposé de la face avant ?

Noriko : C'est vrai. [...] c'est un gâteau.

Cet extrait montre que les élèves doivent raisonner sur les positions des faces pour que le prisme qui est une réponse incorrecte devienne une solution du problème. Les deux extraits précédents montrent que les interventions de Noriko ne sont pas focalisées sur la recherche de la réponse au problème mais davantage sur l'argumentation et la réflexion. Les discussions lors du *neriage* aboutissent ainsi à un *matome* contextualisé au problème « car les positions des ombres et des figures sont différentes ». Cette synthèse fait référence aux raisons pour lesquelles la forme du gâteau n'est pas une réponse correcte. Noriko vise le développement de la pensée logique des élèves au cours de cette leçon, mais ne vise pas la décontextualisation des connaissances, concernant les relations entre les faces. Ici, le *matome* ne remplit pas les fonctions de décontextualisation et d'institutionnalisation des savoirs. D'ailleurs, elle critique même son *matome* lors de la réunion post-leçon « C'était mauvais. [...] Je regrette ». Elle avait anticipé un *matome* dans lequel les élèves devaient remarquer que différents solides peuvent être obtenus avec les mêmes faces projetées en ombres en faisant varier les relations des positions des faces.

Pour conclure, les interventions de Noriko au cours du *neriage* peuvent s'expliquer par un élément clé, la variation des valeurs des variables didactiques. Cette variation implique des sous-tâches basées sur deux réponses d'élèves, la réponse correcte et la réponse incorrecte anticipée, afin de laisser aux élèves la possibilité d'observer et d'argumenter et ainsi de développer leur pensée logique.

5 Synthèse

Nous avons identifié pour cette enseignante un élément commun dans ses composantes cognitive et médiative des pratiques : la variation des valeurs des variables didactiques du problème. Cet élément permet d'expliquer à la fois comment Noriko construit les problèmes qu'elle propose aux élèves lors de la

leçon et de la séquence de leçons et à la fois comment elle intervient en *neriage* par l'ajout de sous-tâches à réaliser au fur et à mesure de l'avancement de la leçon. Cette variation représente un levier dans ses pratiques qui participe au développement de la pensée logique des élèves et intervient dans le choix des tâches, la construction de la séquence de leçons mais aussi dans ses interventions pendant le *neriage* avec l'ajout de sous-tâches.

IV - DISCUSSION ET CONCLUSION

Cette recherche a permis d'identifier un levier qui agit sur les composantes cognitives et médiatives des pratiques d'une enseignante étudiée : la variation des valeurs des variables didactiques du problème. Nous avons étudié les pratiques d'un deuxième enseignant, renommé Kenji, qui a travaillé avec Noriko dans le même groupe de recherche en *lesson study* autour du même thème. Cet enseignant expérimenté en mathématique travaille en plus en duo avec Noriko. Notre recherche a mis en évidence que le levier observé dans les pratiques de Noriko est le même que celui observé dans les pratiques de Kenji. Le levier commun dans les pratiques de ces deux enseignants peut être interprété comme le résultat d'un travail collectif dans leur groupe de recherche en *lesson study* et leur travail en duo, ceci indépendamment du niveau des classes et des sujets enseignés pour les leçons observées, les solides en 3ème année d'école primaire pour Noriko et la comparaison de surfaces en 1ère année d'école primaire pour Kenji. Ces deux enseignants poursuivent un objectif commun qui est de développer les *logical thinking* des élèves. Par ailleurs, nos résultats concernant la construction et le choix des problèmes de la séquence de leçons proposée par Noriko font écho avec l'approche d'enseignement dominante en Chine. L'une des possibilités de cette approche appelée enseignement par *variation problem* est de proposer un seul problème avec de multiples variations en faisant varier les conditions et les conclusions (Sun 2011), ce que nous avons observé dans le cas de Noriko.

Les pratiques de ces deux enseignants d'école primaire sont révélatrices d'un système éducatif global en mathématiques : d'abord au niveau de l'école à travers les recherches menées par les enseignants en *lesson study*. Leurs pratiques en *lesson study* ont pour effet une cohérence entre le niveau global des pratiques (choix des tâches de la séquence, analyses mathématiques et didactiques sur le sujet, analyses réalisées par les enseignants puis écrites dans les plans de leçon et rapports de leçon) et le niveau local des pratiques avec les choix et interventions de l'enseignant lors de l'enseignement collectif. Les pratiques de ces enseignants sont également révélatrices de l'organisation globale des savoirs : leur place accordée dans la leçon, la nature des savoirs enseignés et l'organisation globale dans les programmes. Les savoirs se situent au premier plan dans les leçons structurées par résolution de problème car l'enseignement collectif en *neriage* et en *matome* visent le développement des *pensées mathématiques*, car ces phases s'inscrivent dans les pratiques ordinaires des enseignants et car les savoirs sont rendus visibles par la pratique du tableau noir partagée dans la profession (Batteau and Miyakawa 2020). Les savoirs enseignés portent sur les méthodes qui sont des types de raisonnement, sur le contenu et sur les pensées et idées liés au contenu.

Cette recherche donne à voir les pratiques d'enseignants japonais dans un système global caractérisé par une approche d'enseignement par résolution de problème, l'importance des *pensées mathématiques* avec une caractérisation et une organisation des savoirs spécifiques et les *lesson study* comme pratiques d'enseignement qui s'inscrit dans l'ordinaire des enseignants en école primaire. L'approche d'enseignement par résolution de problème et les *lesson study* sont historiquement liées au Japon et seraient indissociables selon Fujii (2018). Les différentes adaptations des *lesson study* japonaises dans d'autres contextes éducatifs nécessitent une réflexion globale sur l'approche d'enseignement choisie et sur la place et l'organisation des savoirs dans les leçons et les curricula. Les leviers identifiés dans les pratiques peuvent être adaptables à d'autres contextes à condition de prendre en compte ces autres dimensions.

V - BIBLIOGRAPHIE

Abboud-Blanchard, M., Robert, A., Rogalski, J., et Vandebrouck, F. (2017). Pour une théorie de l'activité en didactique des mathématiques. Un résumé des fondements partagés, des développements récents et des perspectives. *Cahiers du laboratoire de didactique André Revuz*, 18.

Baba, T., Ueda, A., Ninomiya, H., et Hino, K. (2018). Mathematics Education Lesson Study in Japan from Historical, Community, Institutional and Development Assistance Perspectives. In M. Quaresma, C. Winsl w, S. Clivaz, J. da Ponte, A. N  Sh uilleabh  in, & A. Takahashi (Eds.), *Mathematics Lesson Study Around the World* (pp. 23-45). Cham, Switzerland : ICME-13 Monographs Springer.

Batteau, V. (2018). A study of teachers' practices during structured problem solving lessons as part of mathematics Japanese Lesson Study at primary school. Joetsu, University of Education, Japan: Early Postdoc. Mobility - FNS (Fonds National Suisse). <http://p3.snf.ch/Project-181510#>.

Batteau, V. (2020). Evolution des pratiques d'une enseignante d' cole primaire lors d'un dispositif de formation et de recherche en mathématique. *RDM*, 40(1), 13-53.

Batteau, V. (2021). Une étude des pratiques enseignantes dans le contexte d'écoles primaires japonaises lors de phase de neriage. In H. Chaachoua, A. Bessot, B. Barquero, L. Coulang , G. Cirade, P. Job et al. (Eds). *Nouvelles perspectives en didactique : le point de vue de l'élève, questions curriculaires, grandeur et mesure* (XXème Ecole d'été de Didactique des Mathématiques. Autrans du 13 au 19 octobre 2019 ed. Vol. 2, 437-446). Grenoble: ARDM.

Batteau, V., & Miyakawa, T. (2020). Des spécificités de l'enseignement des mathématiques à l' cole primaire au Japon : une étude des pratiques d'un enseignant. *Annales de didactique des mathématiques et de sciences cognitives*, 25, 9-48.

Batteau, V., & Miyakawa, T. (sous révision). The art of Japanese primary school teachers to collectively develop mathematical thinking during whole-class moments of problem solving structured lesson. *JMTE*.

Clivaz, S. (2015). Les Lesson Study ? Kesako ? *MATH-ECOLE*, 224, 23-26.

Fujii, T. (2018). Lesson Study and Teaching Mathematics Through Problem Solving : The Two Wheels of a Cart. In M. Quaresma, C. Winslow, 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: Springer.

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

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*. University of 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). Singapore : World Scientific.

Isoda, M., et Katagiri, S. (2012). *Mathematical Thinking : How To Develop It In The Classroom*. Singapore : World Scientific.

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

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

Miyakawa, T., et Clivaz, S. (2019). Pre-service teachers' resources in the cross-cultural collaborative design of a mathematics lesson. In S. Rezat, L. Fan, M. Hattermann, J. Schumacher, & H. Wuschke (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference on Mathematics Textbook Research and Development (ICMT3), Paderborn, Germany, 2019* (pp. 66-72) : Universitätsbibliothek Paderborn

Miyakawa, T., et Winsløw, C. (2009a). Etude collective d'une leçon : Un dispositif japonais pour la recherche en didactique des mathématiques. In I. Bloch, et 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., et 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, doi : <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.420>

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.

Robert, A., et 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, doi : <http://dx.doi.org/10.1080/14926150209556538>.

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

Sun, X. (2011). An insider's perspective : "variation problems" and their cultural grounds in Chinese curriculum practice. *Journal of Mathematical Education*, 4(1), 101-114.