

Le Rôle Des Germes de Situation dans un Dispositif de Formation des Enseignants Adapté des Lesson Studies

The Role of Situation Seeds in a Teacher Training Device Adapted from Lesson Studies

Blandine MASSELIN

LDAR & IREM de Rouen, Université de Rouen, France

Michèle ARTIGUE

LDAR, Université Paris Cité, Paris, Paris, France

Correspondência do autor:

blandine.masselin@wanadoo.fr, michele.artigue@univ-paris-diderot.fr

RÉSUMÉ

Cette recherche étudie le rôle des germes de situation dans le travail collaboratif des enseignants et le développement professionnel des facilitateurs et futurs facilitateurs engagés dans des LSa, une adaptation des Lesson Studies japonaises qui a émergé à l'Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (IREM) de Rouen en France en 2016 et qui se développe depuis. Plus précisément, après avoir présenté le dispositif LSa et ses spécificités par rapport aux *lesson studies* japonaises, notre cadre théorique et notre méthodologie de recherche, nous nous centrons sur une spécificité importante du dispositif, le concept de germe de situation. Nous décrivons son émergence et son développement, identifions ses raisons d'être, puis montrons le rôle crucial joué par les germes de situation dans le travail collaboratif mené par les enseignants, les facilitateurs et les futurs animateurs engagés dans des LSa, en prenant comme exemple le germe de situation intitulé « Aire de baignade ».

Mot-clés : Lesson Study, LSa, formation des enseignants, facilitateur, collaboration.

ABSTRACT

This research investigates the role of situation seeds in the collaborative work of teachers and the professional development of facilitators and future facilitators involved in LSa, an adaptation of Lesson Studies that emerged at the Institute of Research on Mathematics Teaching (IREM) of Rouen in France in 2016 and has been developing since then. More precisely, after presenting the LSa device and its specificities with respect to Japanese lesson studies, our theoretical framework and research methodology, we focus on one important specificity of the device, the concept of situation seed. We describe its emergence and development, identify its “reasons d'être”, then show the crucial role played by the situation germs in the collaborative work carried out by teachers, LSa facilitators and future facilitators engaged in LSa, taking as an example the situation seed called “Bathing area”.

Keywords: Lesson Study, LSa, teacher education, facilitator, collaboration.



INTRODUCTION

L'implémentation des réformes curriculaires nécessite un accompagnement substantiel et dans la durée des enseignants qui ont à les mettre en œuvre. La récente étude ICMI 24 consacrée aux réformes curriculaires (SHIMIZU & VITHAL, 2023) et, en particulier, la section de cette étude dédiée à l'implémentation des réformes (RUIZ et al., 2023) montrent que cet accompagnement est souvent très insuffisant et qu'il n'est pas nécessairement adapté aux besoins réels des enseignants. Les expériences positives montrent l'importance dans ce domaine, comme plus généralement dans tout ce qui concerne le développement professionnel des enseignants, de la possibilité pour les enseignants de développer un travail collaboratif qui se nourrisse des apports de la recherche, notamment la recherche didactique, et de la constitution de communautés de pratique, voire de communautés de pratique et de recherche (GOOS, 2020 ; JAWORSKI, 2020). Comme le montre l'étude ICMI 25 dédiée au travail collaboratif des enseignants (BORKO & POTARI, 2024), ce travail collaboratif peut prendre des formes diverses. Néanmoins, l'exemple des *lesson studies* (*jugyo kenkyu*) au Japon où ce dispositif est depuis plus d'un siècle celui privilégié pour accompagner les réformes curriculaires, aider l'entrée dans le métier des futurs enseignants et soutenir leur développement professionnel tout au long de leur carrière, est de plus en plus source d'inspiration internationalement (LEWIS et al., 2009 ; QUARESMA et al., 2018). C'est aussi le cas aujourd'hui en France, même s'il y existe, depuis les années 70, grâce au réseau des IREM, une culture propre de travail collaboratif entre enseignants et chercheurs en didactique des mathématiques, mathématiques et histoire des

mathématiques au sein de groupes thématiques qui développent des recherches-actions, produisent des ressources pour l'enseignement et organisent des actions de formation continue s'appuyant sur ces travaux¹. C'est d'ailleurs au sein d'un IREM, celui de Rouen, que le dispositif LSa (Lesson Study adaptée) qui fait l'objet de cet article, a émergé, pour accompagner la réforme curriculaire de 2016 qui a concerné tous les niveaux de la scolarité obligatoire (les trois années d'école maternelle, les cinq années d'école primaire et les quatre années du collège). À l'époque, un groupe de travail de cet IREM, le groupe Activités (GA dans la suite), qui travaillait sur les relations entre mathématiques et vie quotidienne dans l'enseignement, avait collaboré à l'écriture d'un document ressource national sur ce thème², un des enjeux de la réforme étant de renforcer les liens entre mathématiques et vie quotidienne, en relation avec le développement de la compétence de modélisation chez les élèves. Le groupe avait ensuite été chargé par l'inspection régionale de mathématiques de l'académie de Normandie d'organiser des sessions de formation continue pour aider à la diffusion et l'exploitation de cette ressource nationale par les enseignants de l'académie. Par ailleurs, grâce à une de ses membres, Blandine Masselin, à l'époque doctorante au sein du LDAR, et à l'invitation par le LDAR de Stéphane Clivaz, professeur à la Haute École Pédagogique de Lausanne et spécialiste des *lesson studies*, les membres de GA découvrirent la proximité entre le travail mené au sein du groupe pour produire des ressources et les *lesson studies* (voir aussi CLIVAZ, 2015). Conscients du fait que ce travail collaboratif interne au groupe ne se répercutait pas totalement dans les formations IREM usuelles, ils décidèrent alors de mettre en place un dispositif adapté des *lesson studies* dans les formations prévues pour diffuser la ressource

¹ Voir la présentation du réseau IREM dans le document préparé pour le congrès ICME-14 en 2021 (CFEM, 2021)

² <https://eduscol.education.fr/document/17206/download>



nationale. Et c'est ainsi qu'ont émergé en 2016 puis se sont progressivement développées et étendues les LSa qui font l'objet de cet article.

Plus précisément, dans cet article, après avoir présenté le dispositif LSa, souligné son caractère hybride au carrefour de deux cultures : celle des IREM et celle des *lesson studies* japonaises, ainsi que ses spécificités, et après avoir précisé le cadrage théorique et méthodologique de cette recherche, nous étudions un élément clef de ce dispositif sans équivalent dans les *lesson studies* à notre connaissance : les germes de situation. Nous essayons de répondre aux questions suivantes : Pourquoi des germes de situation ? Comment sont-ils conceptualisés et élaborés ? Quelle est leur fonction exacte dans le dispositif et cette fonction a-t-elle évolué au cours du temps ? Pour répondre à ces questions, nous analyserons plus précisément le cas du germe « Aire de baignade », dont la trajectoire au sein du dispositif s'est révélée particulièrement riche.

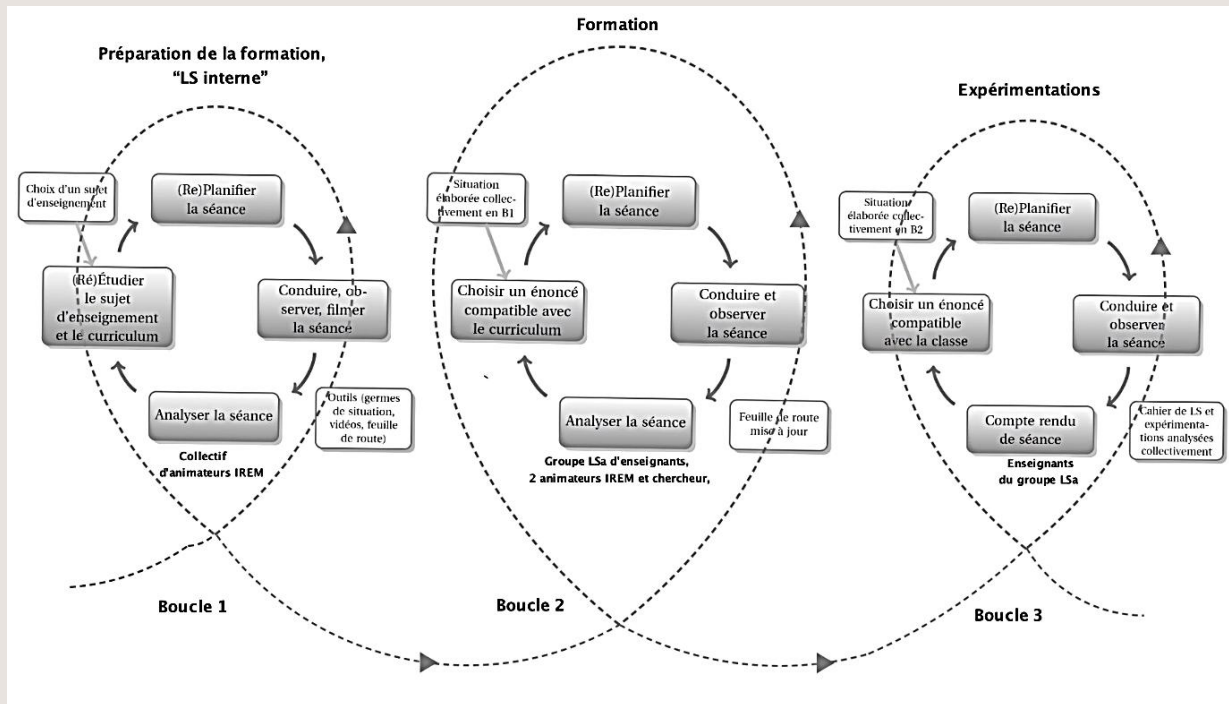
d'une ressource curriculaire nationale. Les premières LSa, destinées à des enseignants de mathématiques du second degré, ont donc été logiquement basées sur des situations proposées dans cette ressource, mais en s'inspirant des *lesson studies* japonaises pour organiser le travail collaboratif des enseignants, tout en s'adaptant aux contraintes institutionnelles du contexte français, avec notamment la limitation à trois journées maximum d'une formation continue. Rapidement, de nouvelles situations ont été élaborées par GA au sein de *lesson studies* internes à ce groupe, ce qui a amené à une conceptualisation des LSa comme un dispositif constitué de trois boucles, comme le montre la Figure 1.

PRESENTATION DES LSa

Comme indiqué ci-dessus, les LSa ont émergé dans l'académie de Normandie à l'initiative du groupe Activités de l'IREM de Rouen pour soutenir la diffusion et l'exploitation



Figure 1 – Les trois boucles du dispositif LSa



Source : Masselin et al. (2022)

La première boucle (B1) concerne les formateurs appelés aussi facilitateurs (Masselin et al., 2022). À partir d'une problématique d'enseignement, un collectif de facilitateurs prépare ensemble une feuille de route (énoncé, scénario, grille d'intervention de l'enseignant) en s'appuyant sur un germe de situation constitué d'un énoncé de problème. L'un des membres du collectif met en œuvre la séance qui est observée par les autres. Des extraits vidéo sont captés puis collectivement analysés, puis certains d'entre eux sont sélectionnés et encodés afin de créer une vidéothèque qui servira en boucle 2 avec des enseignants.

La seconde boucle (B2) concerne un collectif d'enseignants, deux facilitateurs et un chercheur. Elle comprend deux journées de formation et un travail à distance sur une plateforme entre les deux journées. Le premier jour, J1, le collectif prépare une feuille de route à partir d'un germe de situation apporté par les facilitateurs. Il commence par résoudre le problème posé dans le germe, puis l'analyse *a priori* via une grille d'analyse fournie par les

facilitateurs qui partagent également avec les enseignants des extraits vidéo issus de B1 pour nourrir l'analyse, avant d'élaborer la feuille de route. Le second jour, J2, l'un des enseignants, volontaire, mène la séance dont la préparation a été finalisée à distance dans une classe et les autres observent le travail des élèves et de l'enseignant en prenant des notes. La séance est ensuite collectivement analysée avec les facilitateurs et le chercheur, et des alternatives sont envisagées (énoncé, scénario, interventions de l'enseignant). Les enseignants sont ensuite invités à mettre en œuvre la situation dans une de leurs classes tout en pouvant l'adapter à leur contexte propre, ce qui initie la troisième boucle (B3). Le troisième jour de formation, J3, situé environ quatre mois après J2, les enseignants partagent leurs propres expérimentations, puis les facilitateurs et le chercheur font des apports didactiques en fonction des besoins identifiés et des demandes des enseignants. Un temps est consacré à l'initiation de la co-écriture d'un cahier de LS qui relate le vécu en LSa.

Comme analysé dans (ARTIGUE &

MASSELIN, 2024), au fil des années, le dispositif LSa s'est développé. Il a pris en charge de nouvelles problématiques au-delà des seules questions de vie quotidienne et de modélisation, notamment des problématiques de transition institutionnelle entre collège et lycée mais surtout entre école primaire et collège, la réforme de 2016 ayant introduit un cycle d'enseignement, le cycle 3, à cheval sur les deux niveaux d'enseignement. Le dispositif a engagé aussi de nouveaux acteurs. Suite au rapport de la commission Villani-Torossian (2018), un plan Mathématiques³ a été lancé en 2019 encourageant, pour améliorer la formation des enseignants du primaire, leur travail collaboratif en constellations de huit enseignants environ encadrées par des référents mathématiques de circonscription (RMC), eux-mêmes étant amenés à se former à ces nouvelles formes de travail collaboratif. D'où la mise en place de LSa visant à la fois l'acculturation des RMC à ce dispositif et leur formation comme futurs facilitateurs. À partir de 2020, des LSa ont commencé aussi à se développer en formation initiale d'enseignants, et plus récemment, elles se sont étendues aux sciences physiques (Di FABIO et al., à paraître). Tout ceci a nécessité des adaptations mais, fondamentalement, la structure est restée stable.

Ce dispositif présente par rapport aux *lesson studies* japonaises de nombreuses spécificités analysées dans (MASSELIN et al., 2022). C'est de fait un dispositif hybride. Il est fortement marqué par la culture de travail et de formation des IREM décrite dans le document (CFEM, 2021) déjà cité. En témoigne notamment l'importance accordée à la boucle B1 et le rôle joué dans le fonctionnement des LSa par les ressources que produisent ces boucles B1, notamment les germes de situation sur lesquels nous nous centrons dans cet article. Mais les formations LSa sont aussi substantiellement différentes des formations organisées usuellement par les IREM. Même si, dans ces

formations, il peut exister des élaborations collectives, un travail aussi approfondi sur l'élaboration d'un scénario pour une seule séance de classe, la réalisation par l'un des enseignants de cette séance préparée collectivement, les autres étant observateurs, l'analyse *a posteriori* approfondie de cette réalisation, et la poursuite du travail sur cette même situation dans la boucle B3, tout ceci est distant des formations IREM usuelles. Ces caractéristiques sont directement inspirées des *lesson studies*.

CADRE THÉORIQUE ET MÉTHODOLOGIE

CADRE THÉORIQUE

Diverses recherches ont déjà été engagées sur les LSa, mobilisant des cadres théoriques et des méthodologies différentes. Vu la problématique de cette étude, il nous semble important de mobiliser d'une part des cadres didactiques qui permettent de comprendre le dispositif LSa car ils l'influencent de façon indéniable. Nous en retenons principalement deux : la théorie des situations didactiques (BROUSSEAU, 1997), pilier de la tradition didactique française et de la culture des IREM au sein desquelles cette tradition s'est développée (ARTIGUE et al., 2019), et la double approche didactique et ergonomique des pratiques enseignantes (ROBERT & ROGALSKI, 2002), plus récente mais utilisée par de nombreux didacticiens et didacticiennes des mathématiques pour approcher les pratiques enseignantes et penser les conditions de leur possible évolution en formation.

Plus précisément, nous mobilisons des concepts de base de la théorie des situations didactiques (TSD dans la suite), pour analyser certains des choix faits dans l'élaboration des germes de situation et leur usage en LSa. Il s'agit

³ [https://eduscol.education.fr/1476/plan-de-formation-en-](https://eduscol.education.fr/1476/plan-de-formation-en-mathematiques-premier-degre)



d'une part des concepts de situation didactique, de variable didactique et de milieu qui, dans la TSD, soutiennent la modélisation du développement des connaissances mathématiques en classe par la recherche autonome par les élèves de solutions à des problèmes dont la résolution nécessite la mise en œuvre des connaissances visées par l'enseignement, en faisant abstraction des attentes didactiques de l'enseignant. Il s'agit aussi des processus duaux de dévolution et d'institutionnalisation, par lesquels l'enseignant assure que les élèves acceptent la responsabilité mathématique de résoudre le problème sans chercher à décèler ses intentions didactiques (dévolution), puis les aide à mettre en relation les connaissances contextualisées mises en œuvre dans la résolution et celles visées par l'institution scolaire, à les décontextualiser et transformer en savoirs (institutionnalisation)⁴.

La double approche didactique et ergonomique des pratiques enseignantes, pour sa part, nous aide à prendre en compte la complexité des pratiques enseignantes et de leurs déterminants, à comprendre leur stabilité. Ces pratiques y sont approchées à travers cinq composantes : cognitive, médiative, institutionnelle, sociale et personnelle (ROBERT & ROGALSKI, 2002 ; ROBERT, 2008). Elles imprègnent aussi les différents niveaux d'organisation des pratiques (MASSELOT & ROBERT, 2007), le niveau global avec les projets et conceptions générales des enseignants, le niveau local correspond à celui de la classe avec l'attention portée aux élèves pendant les déroulements, le niveau micro avec ce à quoi s'attachent les gestes automatisés.

Comme dans (ARTIGUE & MASSELIN, 2024 ; MASSELIN et al., 2022), nous nous appuyons aussi sur la théorie anthropologique du

didactique (TAD dans la suite) pour prendre en charge la dimension institutionnelle des processus étudiés. Les LSa mobilisent en effet de nombreuses institutions et des acteurs aux affiliations et positions institutionnelles diverses, elles sont soumises à des contraintes diverses. Les concepts clefs de la TAD (CHEVALLARD, 2019), ceux d'institution et de position institutionnelle, la hiérarchie des niveaux de co-détermination didactique, nous aident à les approcher⁵.

Toutes ces constructions théoriques sont au cœur de la recherche didactique en France. Les didacticiens et didacticiennes ont l'habitude de combiner leur usage. Comme dans l'article (MASSELIN & ARTIGUE, 2023) centré sur l'étude du rôle des germes de situation dans la formation de facilitateurs, il nous a semblé pertinent d'y ajouter le modèle tétraédrique proposé dans (PREDIGER et al., 2019). Ce modèle (3T-Model) distingue trois niveaux en interaction, celui de la classe, celui du développement professionnel des enseignants et celui du développement professionnel des facilitateurs, et quatre dimensions pour chaque niveau : *Content-specific learning support*, *Structuring the content and realisation in resources*, *Content-specific learning pathways*, *Content-independent pedagogy*. Ces distinctions nous ont semblé pertinentes car, on le verra dans la suite, l'usage des germes de situation dans les LSa met en jeu ces différents niveaux et catégories.

MÉTHODOLOGIE

Pour répondre aux questions de recherche posées, nous nous sommes appuyées sur les très nombreuses données et publications accessibles concernant les LSa en nous centrant plus particulièrement sur ce qui concernait les germes

⁴ Nous renvoyons le lecteur peu familier avec la TSD à la présentation de cette théorie proposée dans l'unité dédiée à Guy Brousseau du projet AMOR de l'ICMI : <https://www.mathunion.org/icmi/awards/amor/guy-brousseau-unit>

⁵ Nous renvoyons le lecteur peu familier avec la théorie à l'unité consacrée à Yves Chevallard dans le projet AMOR de l'ICMI : <https://www.mathunion.org/icmi/awards/amor/yves-chevallard-unit>



de situation. Nous avons ainsi recensé et documenté tous les germes de situation élaborés (nom du germe, description, année de production) (voir Annexe 1), leurs différents contextes d'usage au fil des années ainsi que les ressources qui leur ont été progressivement associées (vidéothèques, grilles d'analyse et feuilles de route). Nous avons aussi recensé les publications, communications orales ou ateliers à des séminaires ou colloques qui les ont concernés et les textes associés (écrits ou présentations powerpoint). Nous avons construit des tableaux synthétisant ces données (voir les tableaux 1 et 2 concernant le germe *Aire de baignade*), ce qui nous a fourni une vision globale de ces germes, de leur raison d'être, de leur nature et de leurs usages. Ensuite, nous avons conduit une analyse plus approfondie sur le germe *Aire de baignade*, de sa conception à ses diverses exploitations, en distinguant les trois niveaux du 3T-Model présenté ci-dessus, et en nous centrant plus particulièrement sur la formation des enseignants et celle des formateurs/facilitateurs, même si ce qui se produit à ces deux niveaux ne peut être décorrélié du niveau de classe également très présent dans le dispositif. Pour chaque niveau, nous avons analysé l'exploitation du germe par les acteurs du collectif, ses fonctions au sein des boucles B1, B2 et B3, les apports didactiques associés, en triangulant les nombreuses données recueillies sur les actions menées et les nombreuses ressources produites par les collectifs d'enseignants et de facilitateurs.

LE CONCEPT DE GERME DE SITUATION

La dénomination *germe de situation* est apparue relativement récemment dans les travaux concernant les LSa, même si l'objet lui-même est présent dès le départ. Elle est utilisée pour la première fois, semble-t-il, dans (MASSELIN et al., 2022), en note de bas de page, pour préciser le sens de ce qui est dans le texte désigné par *situation initiale* : « Ce qui est appelé situation en LSa est un germe de situation

constitué d'un problème offrant de larges possibilités d'adaptation de la part des enseignants. Sa résolution inclut souvent une part de modélisation et plusieurs procédures de résolution sont envisageables ». L'utilisation du mot *situation*, ou de l'expression *situation-problème* dans la plupart des textes relatifs aux LSa n'a rien de surprenant. Il exprime l'influence de la TSD dans la culture IREM, et le fait que, dans les ressources IREM et la littérature d'interface, l'expression *situation-problème* est davantage utilisée que celle, plus théorique, de *situation a-didactique*. Dans le répertoire du vocabulaire didactique et pédagogique d'enseignants expérimentés de mathématiques du collège en France élaboré dans le cadre du projet international Lexicon (Mesiti et al., 2021), figurent à la fois le terme *situation a-didactique* et le terme *situation-problème*, mais les enquêtes menées montrent que, seul, le second est familier à presque tous les enseignants et utilisé par eux. L'introduction et l'utilisation plus systématique de l'expression germe de situation visent, comme expliqué dans (MASSELIN & ARTIGUE, 2023, p. 4996), à clarifier la nature de cet objet et la différence avec une situation au sens de la TSD : « A situation seed (MASSELIN et al., 2022) is the text of an open problem; much work needs to be done to develop it into a teaching situation, and the text of the problem itself can be adapted according to the context; hence the name of situation seed ». Ceci étant, la forme des germes de situation est restée stable, des premiers germes qui ont résulté d'expérimentations menées par GA pour sa contribution à la ressource nationale (les germes *Compteur d'eau* et *Radar tronçon*) à aujourd'hui : un énoncé de problème, éventuellement accompagné d'une image ou d'une courte vidéo comme dans le cas du germe *Radar tronçon*.

Plusieurs écrits concernant les LSa explicitent une raison d'être de ces germes de situation. La principale raison invoquée est la contrainte de durée imposée aux LSa par l'institution académique. Par exemple, dans



(MASSELIN et al., 2022), on peut lire (p. 218) : « Celles-ci [les contraintes institutionnelles] ont conduit le groupe IREM à apporter une situation initiale en formation alors que dans les LS ce choix émane du collectif enseignant ». À cette contrainte temporelle indéniable s'ajoutent, selon nous, d'autres raisons, notamment les suivantes :

- le fait que, pour la problématique privilégiée dans les LSa, celle des relations avec la vie quotidienne et de la modélisation, il est difficile de s'appuyer sur les pratiques des enseignants eux-mêmes, comme cela peut être le cas pour d'autres formations par exemple sur l'enseignement de l'algèbre ou de la géométrie, car ces pratiques sont au mieux embryonnaires ;
- la culture IREM, où les formations proposées s'appuient systématiquement sur le travail de recherche-action mené en amont par les groupes (comme ici GA) et les ressources qui en résultent.

L'objet germe de situation est ainsi un objet hybride élaboré à partir du travail de recherche et d'expérimentation de GA et qui prend en compte la responsabilité à dévoluer aux enseignants dans la conception de situations d'enseignement qui est caractéristique des *lesson studies*. Au fil des années, 17 germes de situation ont été élaborés, la plupart par GA mais quelques-uns aussi par des RMC dans le cadre du plan Mathématiques, et exploités dans des LSa (voir annexe 1).

Avant d'en venir à l'analyse détaillée de l'un de ces germes et de ses usages, il nous semble important de souligner que les germes de situation ne sont pas des objets isolés dans le dispositif LSa. Ils s'inscrivent dans un ensemble de ressources qui vont guider le travail des enseignants pour la préparation de la séance de

classe, son analyse *a priori*, l'observation de sa réalisation et son analyse *a posteriori*, la production d'artefacts comme les *cahiers de LS* ainsi que, depuis 2023, les *situations en bref*⁶. Parmi ces ressources, un élément essentiel est constitué par la vidéothèque associée au germe de situation. L'idée d'associer une vidéothèque aux germes de situation a été présente dès le début. On peut y voir l'influence directe sur les LSa de la double approche des pratiques enseignantes très influente dans le master professionnel de formateur en didactique des mathématiques de l'université Paris Cité, qu'a suivi Masselin avant de s'engager dans la préparation d'une thèse. Cette formation met au premier plan, méthodologiquement, pour soutenir l'analyse des pratiques enseignantes et penser des alternatives possibles, l'utilisation de vidéos réalisées par les enseignants-étudiants du master eux-mêmes (ROBERT et al., 2012). Elle s'est raffinée progressivement, comme analysé dans (MASSELIN et al., 2022) avec un autre exemple de germe, *La caisse*. Aujourd'hui, la vidéothèque associée à un germe contient un ensemble de courts extraits vidéo issus des expérimentations réalisées et précise pour chacun d'eux son contenu et sa durée. À cette vidéothèque est associée une grille d'intervention du formateur qui, pour chaque vidéo, outre son descriptif comme dans la vidéothèque, précise un/des déclencheur(s) possible(s) de son visionnage en B2, ainsi que les apports visés par l'usage de cet extrait vidéo en B2, par exemple dans l'analyse *a priori* du germe de situation.

Dans les deux sections suivantes, nous centrons l'analyse sur un germe de situation particulier, le germe *Aire de baignade*. Ses usages ont concerné à la fois les niveaux 2 et 3 du 3T-Model, et suivant la chronologie de ces usages, nous commençons par le niveau 3.

⁶ Plus synthétiques que les cahiers de LS, les situations en bref contiennent l'énoncé du germe, des mots-clef, des objectifs d'enseignement, un scénario collectivement préparé, un bilan, quelques interventions de l'enseignant, deux ou trois productions

de groupes d'élèves issus d'une B2 et également une rubrique « Pour aller plus loin », et éventuellement une rubrique complémentaire « Éléments de consolidation ».



LE GERME DE SITUATION AIRE DE BAIGNADE (NIVEAU 3)

L'ÉMERGENCE DU GERME ET DE RESSOURCES ASSOCIEES AU SEIN DE GA

Comme la majorité des germes, *Aire de baignade* a été apporté par un membre de GA, dans ce cas Masselin, qui avait utilisé ce problème avec des élèves de troisième (grade 9) et de seconde (grade 10). Lors d'une réunion de GA, elle en partage l'énoncé (Figure 2) accompagné d'une photo d'aire de baignade et des productions d'élèves (Figures 3 et 4).

Figure 2 – Énoncé du germe de situation Aire de baignade

Aire de baignade

Les moniteurs d'une colonie de vacances souhaitent amener 120 enfants se baigner tous ensemble dans un lac. Pour délimiter une aire de baignade, ils disposent d'une ligne d'eau de 25 m.

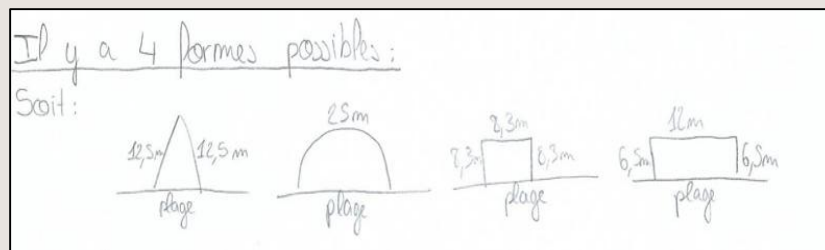
Article D1332-10 Transféré par Décret n°2008-990 du 18 septembre 2008 - art. 1
Modifié par Décret n°2006-676 du 8 juin 2006 - art. 2 () JORF 10 juin 2006 (extrait)

La fréquentation maximale instantanée en baigneurs présents dans l'établissement ne doit pas dépasser trois personnes pour 2 mètres carrés de plan d'eau en plein air et une personne par mètre carré de plan d'eau couvert.

Pourront-ils respecter la loi ?

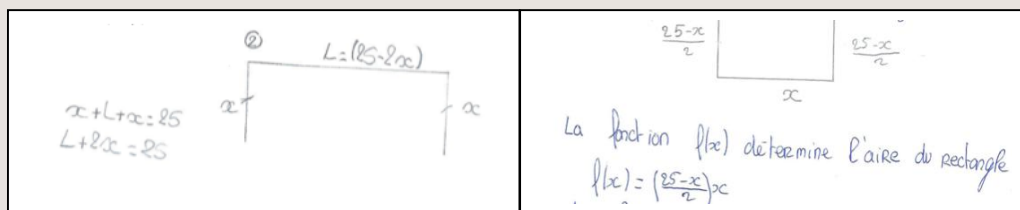
Source : Les auteurs

Figure 3 – Extrait de la production d'un groupe d'élèves (formes géométriques variées)



Source : Les auteurs

Figure 4 – Extrait de deux productions de groupes avec une zone rectangulaire



Source : Les auteurs

Comme expliqué dans (MASSELIN & ARTIGUE, 2023), l'étude collective du problème et des productions d'élèves persuade les membres de GA de son intérêt en termes de modélisation : plusieurs formes géométriques pour l'aire de baignade sont *a priori* envisageables, ainsi que divers niveaux de modélisation : géométrique, numérique, algébrique, fonctionnelle. Une zone rectangulaire à laquelle on peut naturellement penser ne permet pas d'obtenir une solution, le maximum de l'aire pour une telle forme étant inférieur à la valeur de 80m² nécessaire pour respecter la loi. C'est aussi le cas pour une zone triangulaire, mais il existe des solutions avec des zones trapézoïdales ou polygonales diverses, et la solution mathématique maximisant l'aire est fournie par une zone en forme de demi-disque. Il s'agit d'un problème connu historiquement comme le problème de Didon, comme le découvrent les membres de GA, dans une analyse mathématique approfondie du problème. Ceci va lancer un travail interne à GA pour préparer son exploitation en LSa.

GA élabore collectivement une boucle B1 à partir de l'énoncé de la figure 2. Ceci inclut la préparation d'une feuille de route constituée d'un énoncé, d'un scénario de séance pour une classe de niveau donné et d'une grille d'intervention de l'enseignant, anticipant des interventions nécessaires de celui-ci du fait d'erreurs ou de blocages, même si le scénario prévoit une recherche autonome des élèves (phase a-didactique). Dans cette élaboration, la photo de zone de baignade qui accompagnait l'énoncé initialement et montrait une zone rectangulaire est supprimée. La réalisation de B1 a lieu dans une classe de seconde (grade 10). Elle permet un recueil d'extraits vidéo. Huit sont sélectionnés et encodés pour initier une vidéothèque associée à ce germe. Comme expliqué en section 4, la vidéothèque est composée d'extraits vidéo et d'une grille d'intervention du formateur. La figure 5 en montre un élément pour l'aire de baignade.

niveau 3^e-2^{nde}

Grille d'intervention du formateur « aire de baignade 3 ^e -2 ^{nde} »		
Déclencheur pour le formateur	Descriptif	Effets attendus chez l'enseignant
Le collectif imagine que les élèves seront incapables de modéliser la situation	Croquis-land Durée : 00:33s  Un élève multiplie les formes et parle de l'hypothèse rectiligne de la plage qui facilite sa mathématisation du problème	Inciter à laisser une part de modélisation importante (plage, forme de zone de baignade)

Source : Les auteurs

La vidéothèque est une ressource à destination des facilitateurs intervenant dans les boucles B2 des LSa. Plus précisément, elle doit les aider à anticiper des choix possibles de collectifs en B2 et les outiller d'un point de vue didactique. Sa réalisation conduit aussi GA à approfondir l'analyse du germe et de son potentiel d'exploitation pour des boucles B2 de transition 3^e-2^{nde} visant un travail sur l'enseignement de tâches de modélisation. L'analyse des extraits vidéo révèle notamment des difficultés non anticipées avant cette réalisation dans la classe. Par exemple, dans un extrait vidéo une élève explique qu'elle ne peut pas démarrer la résolution car elle n'a pas les dimensions du lac et ne sait pas où est la plage ni la forme qu'elle a. Ceci conduit GA à approfondir sa réflexion didactique sur la modélisation en s'appuyant à la fois sur le cycle de modélisation de Blum et Leiss (2009) et sur celui proposé par Yvain-Prébiski, une chercheuse impliquée dans le dispositif, dans sa thèse (Yvain-Prébiski, 2018) distinguant mathématisation horizontale et verticale. Elle leur permet aussi de se projeter dans les apports didactiques à envisager avec des enseignants en B2 et B3.

Figure 5 – Extrait de la vidéothèque de



L'EXPLOITATION DANS LE GROUPE GA-LS ET L'EXTENSION AU PRIMAIRE

La dissémination du dispositif LSa a conduit GA à s'élargir en un groupe GA-LS comprenant de futurs facilitateurs (dont deux enseignants du primaire), ce qui engendre une extension de l'exploitation de ce germe à l'école primaire. Une des membres du groupe partage en effet en réunion une utilisation du germe qu'elle a menée en CM1 (grade 4). Une seconde boucle B1 est alors organisée en classe de CM2 (grade 5 et dernière année de l'école primaire) avec une formulation de l'énoncé légèrement simplifiée pour s'adapter à ce niveau d'enseignement. L'analyse des données issues de cette seconde boucle B1 confirme l'exploitabilité du germe en primaire et permet à GA-LS d'identifier de nouvelles formes de modélisation adaptées à ce niveau d'enseignement, par exemple par pavage. Elle met aussi en évidence le potentiel de ce germe pour travailler sur les grandeurs aire et périmètre en jeu à ce niveau d'enseignement et aider à leur différenciation. Ceci conduit à la réalisation d'une seconde vidéothèque comportant quatre extraits vidéo pour le cycle 3 d'enseignement.

L'EXPLOITATION DU GERME DANS LA FORMATION DE FACILITATEURS

À partir de ces ressources, le germe va être exploité en formation de facilitateurs pour préparer ceux-ci à l'organisation de boucles B2 et B3 centrées sur la transition-école-collège en jeu au cycle 3. Comme précisé dans (MASSELIN & ARTIGUE, 2023), ces formations concernent d'une part des RMC, d'autre part des enseignants du second degré suivant le master professionnel didactique de formation de formateurs mentionné précédemment.

L'exploitation du germe a alors pour fonctions de :

- de faire découvrir aux futurs facilitateurs le dispositif LSa à travers le vécu d'une B1 et de les préparer à animer eux-mêmes des LSa ;

- d'enrichir et consolider leurs connaissances didactiques sur la modélisation et sur les grandeurs.

Pour les RMC, il s'agit aussi de les aider à mettre l'accent, dans de futures boucles B2 et B3, sur le travail mathématique dans la classe, au-delà de l'analyse des gestes pédagogiques qui leur est familière. L'analyse *a priori* des potentialités du germe et la réalisation de la feuille de route y contribuent directement.

Le germe est aussi associé à d'autres ressources, elles transversales, comme la feuille de route du facilitateur, qui explicite les rôles des facilitateurs durant les différentes phases des boucles B2 et B3. Par ailleurs, une plateforme Tribu de travail à distance pour les facilitateurs est créée et gérée collectivement. Toutes les ressources produites et utilisées y sont mutualisées.

Les exploitations du germe avec des RMC vont conduire par ailleurs à créer une troisième vidéothèque, constituée à partir de quatre extraits vidéo. Elle complète, pour le cycle 3, la seconde vidéothèque sur des questions relatives à la modélisation, aux grandeurs, à l'influence de l'usage de papier quadrillé, ainsi qu'à la confusion possible à ce niveau entre m et m^2 .

Le tableau 1 synthétise les fonctions et usages du germe à ce niveau 3 du développement professionnel des facilitateurs.



Tableau 1 – Recensement des usages et fonctions du germe *Aire de baignade* au niveau 3

année	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023
Niveau de classe de la leçon de recherche	Classe de 2 ^{nde} (grade 10)	Classe de CM2 (grade 5)	Une classe de CM1-CM2 Une classe de 3 ^{ème} (grade 9)	Une classe de 4 ^e (grade 8) Une classe de 2 ^{nde}
Participants (autres que chercheurs)	GA	GA-LS	RMC Enseignants du Master de Didactique	Enseignants du Master de Didactique Enseignants inscrits au colloque inter-IREM « Modéliser »
Fonctions	Analyser le potentiel du germe sur la modélisation Elaborer des outils de facilitation pour des B2 de liaison 3 ^e -2 ^{nde}	Analyser le potentiel du germe sur la modélisation et les grandeurs (cycle 3) Elaborer une vidéothèque pour de futures B2 de liaison au cycle 3	Former au dispositif LSa (création d'outils de facilitateurs et rôles spécifiques) pour l'exploiter ensuite dans des constellations / des labomaths / en formation initiale ou continue... Faire identifier des potentialités du germe sur la modélisation et les grandeurs Partager/Elaborer des apports didactiques en lien avec le germe	

Source: Les auteurs

Cette analyse, même si elle ne détaille pas les circulations de connaissances en jeu comme celle proposée dans (MASSELIN & ARTIGUE, 2023), montre bien que le germe de situation joue un rôle clef dans la formation des futurs facilitateurs de LSa et le développement professionnel des facilitateurs eux-mêmes. Les potentialités qu’il offre conditionnent le travail possible avec les futurs facilitateurs et les apports didactiques lors des boucles B1 réalisées avec ces derniers. Les questions qui émergent lors des réalisations amènent les facilitateurs à approfondir leurs analyses mathématiques et didactiques, à enrichir et restructurer les ressources associées. Pour reprendre les catégories associées au 3T-Model, les trois premières catégories de ce modèle, liées au contenu, sont bien identifiables (content specific learning support, structuring the content and realisation in resources, content specific learning pathways). Le fait qu’une LSa utilisant le germe concerne une séance de classe particulière n’empêche pas en effet que soient

travaillées des questions concernant des trajectoires d’apprentissage plus larges. Ceci résulte en partie du fait que les collectifs incluent des enseignants de différents niveaux et que le germe est utilisé pour favoriser les transitions institutionnelles. Le travail effectué sur les grandeurs le montre particulièrement bien. Le partage d’articles de recherche sur les thématiques abordées, auquel participent les chercheurs impliqués, y contribue directement. La quatrième catégorie, *content independent pedagogy*, est, elle aussi, présente à travers les apports didactiques plus transversaux concernant la modélisation, mais aussi tous les apports de ressources et discussions concernant le travail spécifique des facilitateurs.

LE GERME DE
SITUATION AIRE
DE BAINADE
(NIVEAU 2)

L’exploitation de ce germe au niveau 2, celui de la formation des enseignants, s’est effectuée via des boucles B2 et B3. Nous en avons recensé sept jusqu’en juin 2023, six boucles B2 et B3 concernant des enseignants en exercice et une boucle B2 concernant de futurs enseignants de mathématiques (voir Tableau 2). Tous les collectifs, sauf celui des futurs enseignants, ont regroupé des enseignants d’école et de collège, ou de collège et lycée, et ont exploité le germe pour travailler la question des transitions institutionnelles, localement, au sein d’un même bassin d’enseignement.

Tableau 2 – Recensement des usages et fonctions du germe *Aire de baignade* (niveau 2)

année	2021-2022	2022-2023
Niveau de classe en B2	1 classe de 3 ^{ème} (grade 9)	5 classes de Cycle 3 (CM2 ou 6 ^e , grades 5 ou 6) 1 classe de 3 ^{ème} (grade 9)
Participants (autres que facilitateurs)	Futurs enseignants de mathématiques du secondaire	5 collectifs d’enseignants d’école et collège



et chercheurs)		1 collectif d'enseignants de collège et lycée
Fonctions	Aider à la structuration d'une séance de classe Développer le regard sur le travail des élèves Favoriser le travail collaboratif des futurs enseignants et des élèves Faire réfléchir sur l'enseignement de situations de modélisation	Aider les transitions école-collège et collège-lycée Favoriser le travail collaboratif des élèves et des enseignants Faire réfléchir à la question de l'enseignement de situations de modélisation et sur les grandeurs en transition école- collège

Source : Les auteurs

Comme c'était le cas pour les formations de facilitateurs, le germe joue un rôle central dans les boucles organisées et, comme c'était le cas au niveau 3, les différentes catégories du 3T-Model sont bien présentes. Pour les enseignants en exercice, le germe est le catalyseur qui permet aux enseignants d'école et de collège, ou de collège et de lycée, d'engager des discussions approfondies sur les modélisations possibles aux différents niveaux d'enseignement, et sur la place des grandeurs en jeu dans leurs curricula respectifs. En B3, on observe une mutualisation des ressources utilisées à leurs niveaux de classe respectifs autour de ces concepts et les participants élaborent ensemble une progression commune, en se référant à des documents institutionnels.

Pour les futurs enseignants, la séance préparée collectivement à l'université est réalisée par l'un d'eux dans une classe d'un membre de GA. Vécue en début de formation, cette boucle B2 aide à travailler la structuration d'une séance, et les rôles de l'enseignant en classe comme le montre la figure 6 qui est un extrait du scénario de la feuille de route produite par le groupe après la leçon (les éléments initiaux, antérieurs à la réalisation en classe sont en noir, les parties en bleu correspondent aux adaptations faites après l'observation de la séance, P désigne l'enseignant).

Figure 6 – Extrait de feuille de route réajustée post leçon (B2 des futurs enseignants)

Phase 2 (7 minutes) :
P « Vous commencez votre recherche sur une feuille individuellement durant 7min » *feuille distribuée.*
P passe dans les rangs pour prendre des indices de début de travail.
P interroge un élève qui expliquerait ce qu'il a compris du problème

Phase 3 (45 minutes) : Travail de groupe
P « Vous échangez entre vous sur vos idées, vos travaux, et vous allez devoir rendre une feuille de synthèse du groupe pour répondre au problème dans 45min. Faire apparaître toutes les pistes de recherche même si elles n'aboutissent pas. »
Rôle de P : repérer des informations
Faire parler les élèves du groupe tous ensemble : questionner les idées du groupe, valider ou invalider, identifier des idées à mettre en valeur.
P peut orienter le travail.
Prendre des indices pour construire le bilan du prof
A un moment donné faire un point sur des hypothèses de modélisation
Pour résoudre le problème on a supposé que :

- Les monteuses ne se baignent pas
- Tous les enfants se baignent simultanément
- Le lac est suffisamment grand

Pause : 10 minutes

Phase 4 (25 minutes) 40min : Bilan-Institutionnalisation
3 productions retenues :

- Une entrée par la loi qui amène à 80m²
- Une procédure avec zone rectangulaire
- Un disque ou demi-disque s'il y a
- Un triangle rectangle

P laisse un élève du groupe expliquer le travail projeté (ou une partie du travail)
Les élèves sont acteurs : comment ?

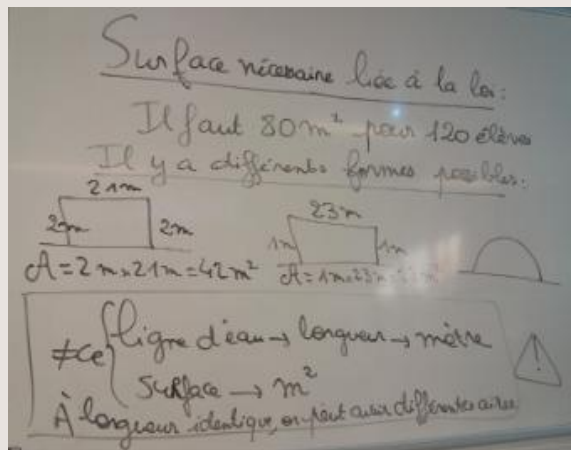
Source : Les auteurs

Par ailleurs, comme pour les enseignants en exercice, les ressources produites sont mutualisées sur une plateforme à distance Tribu dédiée accessible aux différentes cohortes d'étudiants se préparant au métier d'enseignant. Ils ont ainsi accès aux ressources produites sur différents germes. Ceci a conduit une étudiante à réaliser un mémoire sur les différents statuts de la lettre en algèbre à partir des données accessibles sur ce germe (LESAGE, 2022).

Dans les deux cas, enseignants en exercice et futurs enseignants, les discussions autour du germe concernent aussi la question délicate de l'institutionnalisation qui est anticipée dès la conception de séance, comme le montre l'extrait de tableau prévu en bilan de la figure 7.

Figure 7 – Tableau blanc prévu dans une B2 de transition école-collège

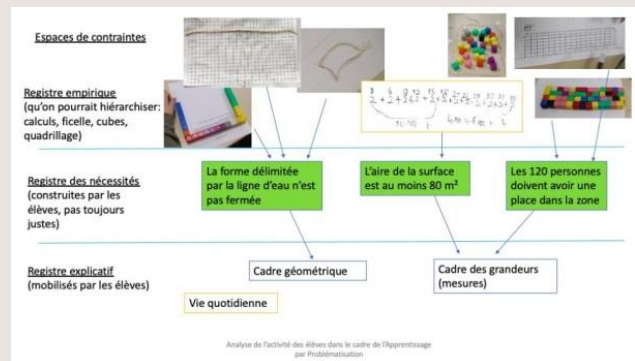




Source : Les auteurs

Comme c'était le cas au niveau 3, les apports didactiques associés à ce germe concernent globalement la modélisation ainsi que les grandeurs. Les enseignants ont, par exemple, à situer des productions d'élèves par rapport aux étapes du cycle de modélisation de Blum et Leiss (2007) qui leur est présenté. Les rapports entre aire et périmètre sont travaillés en liaison avec l'analyse de tâches sur les aires proposées dans des documents institutionnels permettant différents types de travail (calcul, estimation, encadrement, comparaison). À ce niveau 2 cependant, de nouveaux chercheurs interviennent dans les boucles B2, avec comme conséquence que les apports didactiques associés au germe dépendent, au moins partiellement, des chercheurs impliqués. Ainsi, lors d'une B2 de liaison Cycle 3, la chercheuse associée, Christine Choquet, qui utilise dans ses recherches le cadre de l'Apprentissage par Problématisation (ORANGE, 2005), s'appuie sur ce cadre pour analyser l'espace de contraintes associé au germe en distinguant trois registres, le registre empirique, le registre explicatif et celui des nécessités (voir figure 8).

Figure 8 – Espaces de contraintes reprenant des éléments de B2



Source : Powerpoint de Christine Choquet

Soulignons que ces nouvelles approches et contributions enrichissent en retour le travail des facilitateurs qui échangent sur elles lors de leurs réunions.

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'étude qui fait l'objet de cet article visait à répondre aux questions suivantes : Pourquoi des germes de situation ? Comment sont-ils conceptualisés et élaborés ? Quelle est leur fonction exacte dans le dispositif et cette fonction a-t-elle évolué au cours du temps ? Pour répondre à ces questions, nous avons choisi d'étudier plus précisément le germe *Aire de baignade*, et ses usages. Ce germe est sans aucun doute celui dont les usages ont été les plus diversifiés. Il partage cependant avec les autres germes de nombreuses caractéristiques. Comme expliqué dans la section présentant le concept, comme les autres germes, il trouve sa raison d'être dans les contraintes institutionnelles imposées à la formation continue des enseignants en France, dans l'absence de pratiques réelles de modélisation dans les classes sur lesquelles s'appuyer pour faire évoluer les pratiques enseignantes, ainsi que dans la culture des groupes IREM. De même, comme la quasi-totalité des germes produits jusqu'ici, il a été initialement proposé par un membre de GA, puis travaillé au sein d'une première LS interne au groupe GA. Il lui a été tout de suite associé un ensemble de ressources permettant de préparer son exploitation future en

LSa, et notamment une première vidéothèque. Comme les autres germes, il a été peu modifié au fil de ses exploitations. Ce qui a varié en revanche, ce sont les ressources matérielles qui ont été mobilisées pour faciliter la compréhension du contexte et le travail des élèves, notamment dans les usages avec des élèves du primaire, comme le montre bien le cahier de LS associé⁷. Comme les autres germes, il a joué un rôle essentiel dans les LSa qui l'ont exploité pour structurer et soutenir le travail collaboratif des enseignants, et ce travail a contribué à l'enrichissement des ressources associées. Ce germe présente cependant aussi des spécificités. L'une d'elles est la diversité des publics avec lesquels il a été utilisé. L'étude menée montre en effet qu'il a été exploité avec des enseignants du primaire et du secondaire exerçant en collège ou en lycée, des futurs enseignants, mais aussi pour assurer la formation de futurs facilitateurs, ceux du groupe GA-LS, des RMC et des enseignants en formation de formateurs. Ces utilisations avec de futurs facilitateurs ont d'ailleurs en partie précédé les usages dans des LSa avec des enseignants. Il a de ce fait eu des fonctions diverses résumées dans les tableaux 1 et 2, qui ont contribué à l'enrichissement observé des ressources associées. Suivant les usages du germe, l'accent a été mis sur différents aspects, comme nous l'avons montré en ce qui concerne le domaine des grandeurs géométriques, mais la modélisation est restée un dénominateur commun à tous ces usages, comme plus généralement dans les LSa. Le choix fréquent de ce germe pour des LSa de transition au niveau 2 du 3T-Model a eu également un effet indéniable sur le travail effectué au cours des LSa associées. Il a favorisé la comparaison des modélisations et résolutions possibles suivant les différents niveaux scolaires et les outils mathématiques à la disposition des élèves, la réflexion sur les progressions curriculaires, et il a conduit à envisager des relances du travail fait sur des situations proches, comme le montre le

cahier de LS. Il s'en est suivi une mutualisation de ressources émanant également des collectifs d'enseignants et non seulement des facilitateurs et chercheurs, aidant la transition dans les enseignements. Comme nous l'avons montré, le travail mené autour de ce germe aux niveaux 2 et 3 a mobilisé, à ces deux niveaux, les quatre catégories qui structurent le 3T-Model de Prediger.

Ceci étant, l'étude que nous avons menée reste une étude locale limitée à un seul germe. Si elle aide à mieux comprendre le rôle crucial que jouent les germes de situation dans le dispositif LSa, elle n'épuise pas les questions que ces objets suscitent. Jusqu'à quel point sont-ils nécessaires à la viabilité de cette adaptation des LS au contexte institutionnel français ? Quel va être leur devenir dans l'extension aujourd'hui observée du dispositif à d'autres disciplines ou à d'autres contextes de travail collaboratif des enseignants comme celui des laboratoires de mathématiques créés dans de nombreux collèges et lycées, dans le cadre également du plan Mathématiques ? Ces extensions, qui ne sont pas limitées à l'académie de Normandie, mobilisent de nouveaux acteurs institutionnels qui vont, à leur tour, sans aucun doute, créer de nouveaux germes et leur associer de nouvelles ressources. Le contrôle que GA exerce sur les germes depuis l'émergence des LSa, en étant à l'origine de la quasi-totalité de ces derniers, va s'affaiblir, avec des effets qu'il est difficile d'anticiper sur le dispositif lui-même. Diverses recherches sont aujourd'hui en cours concernant le dispositif LSa, le fonctionnement précis des boucles B2, les interactions entre enseignants, facilitateurs et chercheurs, et les effets du dispositif sur les pratiques enseignantes. Plusieurs de ces recherches concernent des LSa exploitant le germe *Aire de baignade*. Il sera intéressant de croiser les résultats de cette étude avec leurs résultats, et plus largement avec ceux des travaux concernant la façon dont les adaptations diverses du dispositif des *lesson studies* soutiennent le travail collaboratif des

⁷ https://irem.univ-rouen.fr/sites/irem.univ-rouen.fr/files/groupes/Activites/Cahier_LS_aire_baignade.pdf



enseignants, facilitateurs et chercheurs.

R É F É R E N C E S

ARTIGUE, M. et al. The French didactic tradition. In W. Blum; M. Artigue; M. A. Mariotti ; R. Sträber ; M. Van den Heuvel-Panhuizen (Éds.), **European traditions in didactics of mathematics**, p. 11–56. Springer Cham, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05514-1_2

ARTIGUE, M.; MASSELIN, B. The role of institutional networks in the implementation of innovative collaborative devices of teacher professional development: the case of adapted lesson studies. **Implementation and Replication Studies in Mathematics Education**, 4(1), p. 50–82, 2024 <https://doi.org/10.1163/26670127-bja10019>

BLUM, W. ; LEISS, D. How do students and teachers deal with modelling problems. In G.- P. B. W. Haines ; S. Khan (Éds.), **Mathematical Modelling. Education, Engineering and Economics**, p. 222–231, 2007. Horwood Publishing.

BORKO, H. ; POTARI, D. (Éds.) **Teachers of Mathematics Working and Learning in Collaborative Groups. The 25th ICMI Study**. Springer Cham, 2024. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-56488-8>

BROUSSEAU, G. **Theory of Didactical Situations in Mathematics. Didactique des Mathématiques 1970–1990**. Kluwer Academic Publishers, 1997.

CFEM. **Présentation Nationale de l'enseignement des mathématiques en France au congrès ICME-14**, 2021. http://www.cfem.asso.fr/icmi/icme-14/NP_France_ICME14Francais.pdf

CHEVALLARD, Y. Introducing the anthropological theory of the didactic: An attempt at a principled approach. **Hiroshima Journal of Mathematics Education**, 12, p. 71–114, 2019. https://www.jasme.jp/hjme/download/05_Yves%20Chevallard.pdf

CLIVAZ, S. French didactique des mathématiques and lesson study: A profitable dialogue? **International Journal for Lesson and Learning Studies**, 4(3), p. 245–260, 2015.

<https://doi.org/10.1108/ijlls-12-2014-0046>.

DI FABIO, A. ; JAVOY, S. ; TISON, E. (à paraître). Connaissances professionnelles mises en jeu par des enseignants de physique-chimie en début de formation sur la modélisation. **Actes des 13^e rencontres scientifiques de l'ARDiST**.

GOOS, M. Communities of practice in mathematics teacher education. In S. Lerman (Éd.), **Encyclopedia of mathematics education**, p. 107–110. Springer Cham, 2020. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8_28..

JAWORSKI, B. Communities of inquiry in mathematics teacher education. In S. Lerman (Éd.), **Encyclopedia of mathematics education**, p. 102–104, 2020. Springer Cham, 2020. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8_28..

LESAGE, J. **Projet Collaboratif Innovant « Comment, à partir d'une situation de modélisation, faire travailler les différents statuts de la lettre ? » autour de l'aire de baignade**. INSPE de Normandie (Rouen), 2022.

LEWIS, C. ; PERRY, R. ; HURD, J. Improving mathematic instruction through lesson study: A theoretical model and North American case. **Journal of Mathematics Teacher Education**, 12, p. 285–304, 2009. <https://doi.org/10.1007/s10857-009-9102-7>

MASSELIN, B. ; ARTIGUE, M. How the situation seeds used in adapted lesson studies support the collaborative work of facilitators and future facilitators. In P. Drijvers ; C. Csapodi ; H. Palmér ; K. Gosztonyi ; E. Kónya (Éds.), **Proceedings of the Thirteenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME13)**, p. 4996–5003. Alfréd Rényi Institute of Mathematics and ERME, 2023. <https://hal.science/hal-04414790v1/document>

MASSELIN, B. ; HARTMANN, F. ; ARTIGUE, M. Etude du rôle des facilitateurs dans un dispositif de Lesson Study adapté. **Annales de Didactique et de Sciences cognitives, numéro thématique « Les pratiques de formation à l'enseignement des mathématiques. Une approche par la recherche en didactique »**, 1, p. 213–260, 2021. <https://doi.org/10.4000/adsc.1816>

MASSELOT, P. ; ROBERT, A. Le rôle des organisateurs dans nos analyses didactiques de professeurs enseignant les mathématiques.



Recherche et formation, 56, p. 15-32, 2007.

MESITI, C. ; ARTIGUE, M. ; HOLLINGSWORTH, H. ; CAO, Y. ; CLARKE, D. J. (Éds.). **Teachers talking about their classrooms: Learning from the professional lexicons of mathematics teachers around the world**. London and New York : Routledge, 2021.

ORANGE, C. Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. **Les Sciences de l'éducation, Pour l'ère nouvelle**, 38(3), p. 69-93, 2005.

PREDIGER, S. ; ROESKEN-WINTER, B. ; LEUDERS, T. Which research can support PD facilitators? Strategies for content-related PD research in the Three-Tetrahedron Model. **Journal of Mathematics Teacher Education**, 22, p. 407-425, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10857-019-09434-3>

QUARESMA, M. ; WINSLØW, C. ; CLIVAZ, S. ; DA PONTE, J.P. ; SHUILLEABHAIN, A.N. ; TAKAHASHI, A. (Éds.) **Mathematics Lesson Study Around the World**. Springer Cham, 2018. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-75696-7>

ROBERT, A. . ROGALSKI, J. Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : Une double approche. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, 2(4), p. 505-528, 2002. <https://doi.org/10.1080/14926150209556538>.

ROBERT A. Le cadre général de nos recherches en didactique des mathématiques. In F. Vandebrouk (Éd.), **La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants**, p. 11-22. Toulouse : Octarès Editions, 2008.

ROBERT, A. ; PENNINCKX, J. ; LATTUATI, M. **Une caméra au fond de la classe de mathématiques**. Besançon : Presses

Universitaires de Franche-Comté, 2012.

RUIZ, A. ; NISS, M. ; ARTIGUE, M. ; CAO, Y. ; RESTON, E. A first exploration to understand mathematics curricula implementation: results, limitations and successes. In Y. Shimizu ; R. Vithal (Éds.), **Mathematics curriculum reforms around the world. The 24th ICMI Study**, p. 231-260. Springer, Cham, 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13548-4_16

SHIMIZU, Y ; VITHAL, R. (Éds.) (2023). **Mathematics curriculum reforms around the world. The 24th ICMI Study**. Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-13548-4>

VILLANI, C. ; TOROSSIAN, C. **21 mesures pour l'enseignement des mathématiques**, 2018. <https://www.education.gouv.fr/cid126423/21-mesures-pour-l-enseignement-des-mathematiques.html>

YVAIN-PREBISKI, S. **Etude de la transposition à la classe de pratiques de chercheurs en modélisation mathématique dans les sciences du vivant. Analyse des conditions de la dévolution de la mathématisation horizontale aux élèves**. Thèse de Doctorat. Université de Montpellier, 2018. <https://theses.hal.science/tel-01956661v1>



Annexe:

Germe de situation	Niveau	Domaines mathématiques	Mots-clés	Cahier de LS	Situation en bref
Le lièvre et la tortue	Lycée Cycle 4	Probabilités-statistiques	modélisation, simulation, fréquences, probabilités	X	X
Casseroles		Fonctions, Grandeurs et mesures, géométrie dans l'espace	modélisation, aire, volume, covariation	X	X
Permis de conduire		Suites, information chiffrée	modélisation, suites, puissances, pourcentages		X
Aire de baignade		Fonctions, grandeurs et mesures	modélisation, aire, longueur, covariation		X
Radar tronçon	Cycle 4	Grandeurs et mesures	modélisation, vitesse	X	X
Jauge	Cycles 3/4	Construction du nombre	modélisation, fractions	A paraître	X
Budget bonbons	Cycles 3/4	Grandeurs et mesures	modélisation, proportionnalité,		
Cinq terrains	Cycle 4	Arithmétique Calcul littéral	modélisation, équations		X
Aire de baignade	Cycles 2/3	Grandeurs et mesures	modélisation, aire, longueur, proportionnalité	X	X
Compteur d'eau	Cycles 3/4	Grandeurs et mesures	modélisation, écriture décimale, contenance, volumes	X	X
Caisse	Cycle 3	Géométrie dans l'espace, grandeurs et mesures	modélisation, nombres, dimensions, fractions, pavé droit	X	X
Allumettes	Cycle 3	Construction du nombre	dénombrement, arithmétique, suites		X
Bondé	Cycle 3	Grandeurs et mesures	modélisation, densité, aire,		X
Armada	Cycle 3	Grandeurs et mesures	modélisation, distance, échelle, proportionnalité, durée, vitesse,		X
Lancer d'anneaux	Cycles 2/3	Géométrie plane	Modélisation, distance, cercle et arc, polygones (réguliers) inégalité triangulaire,	X	X
Garage	Cycles 1/2/3	Construction du nombre	décomposition additive, opérations	X	X
Clap-nombre	Cycle 2	Construction du nombre	additions itérées, multiples, multiples communs	X	X
Déménageurs	Cycles 1/2	Grandeurs et mesures	longueurs, estimation, comparaison		

