
UN DISPOSITIF DE FORMATION INSPIRE DES *LESSON STUDIES* DANS L'ACADEMIE DE ROUEN

Un avenir dans les laboratoires de mathématiques ?

Blandine MASSELIN,
Frédéric HARTMANN¹
Irem de Rouen

Résumé : Cet article présente un dispositif innovant de formation des enseignants de mathématiques développé par le groupe « Activités » de l'IREM de Rouen et des chercheurs en didactiques du LDAR et du LISEC. Après une présentation rapide de ce qu'est une *lesson study*, nous précisons les adaptations réalisées dans l'académie de Rouen depuis 2016 en les illustrant à travers une formation ayant eu lieu en 2018-2019. À partir de ces expériences, nous donnerons des pistes d'exploitation d'un tel dispositif dans les laboratoires de mathématiques.

Introduction

Le rapport Villani-Torossian (2018) a formulé 21 mesures principales pour l'enseignement des mathématiques, parmi lesquelles on trouve dans le thème "Formation continue et développement professionnel" la mesure 16 intitulée "Laboratoire de mathématiques" qui préconise ceci :

Expérimenter, financer et évaluer sous trois ans, dès septembre 2018, dans au moins cinq établissements et un campus des métiers par académie, la mise en place de laboratoires de mathématiques en lien avec l'enseignement supérieur et conçus comme autant de lieux de formation et de réflexion (disciplinaire, didactique et pédagogique) des équipes. (p. 10)

Pour mettre en place cette recommandation, un vademécum sur les laboratoires de mathématiques (2018) a été diffusé. Dans ce vademécum, nous retrouvons quatre fois l'occurrence "*lesson studies*". Les *lesson studies* y sont définies comme une "démarche consistant pour les enseignants à préparer en groupe – par étapes et sur le temps long – une leçon d'étude sur un problème identifié par l'équipe avec l'aide de littérature scientifique et éventuellement d'experts, de chercheurs" (p. 5), définition empruntée au site internet Eduveille (2017). Mis à part la volonté de mettre en place des *lesson studies* qui semble transparente dans ce docu-

¹ Blandine Masselin et Frédéric Hartmann sont membres du groupe « Activités » de l'IREM de Rouen. Blandine Masselin est aussi rattachée au LDAR de l'Université de Paris. lessonstudy.iremrouen@gmail.com

ment, aucune indication concrète sur ce dispositif n'est donnée. Cette pratique professionnelle étant très peu connue en France, il semble peu probable que les équipes d'enseignants des laboratoires de mathématiques soient outillées pour mettre en place des *lesson studies* dans leur établissement.

Dans cet article, nous n'exposerons pas une expérience de *lesson study* dans un laboratoire de mathématiques, mais nous donnerons des détails sur un dispositif de formation de type *lesson studies* proposé par le groupe « Activités » de l'Irem de Rouen. Nous précisons le dispositif tel qu'il est adapté au contexte de formations continues d'enseignants de mathématiques ou de professeurs des écoles en France, avec une temporalité relativement courte. À travers cette présentation, nous souhaitons donner à voir un nouveau modèle de formation des enseignants expérimenté dans notre académie depuis quatre ans.

Tout d'abord, nous précisons ce que nous entendons par *lesson study*, puis nous détaillons le dispositif mis en place à l'Irem de Rouen avant d'envisager son insertion dans les laboratoires de mathématiques.

1. — Une *lesson study*, qu'est-ce que c'est ?

Originaire du Japon (fin du XIX^{ème} siècle) les *lesson studies* font partie intégrante du métier d'enseignant du premier degré et y sont donc très répandues. Il s'agit d'une démarche de formation dans laquelle les enseignants d'un même établissement se réunissent régulièrement et travaillent ensemble sur une leçon avant de l'expérimenter et l'observer en direct dans une classe afin d'en tirer des améliorations après analyse collective. Clivaz (2015) explique le cheminement suivi d'un dispositif de *lesson study* (LS) :

Les LS partent d'une difficulté à propos d'un sujet d'enseignement, relevée par un groupe d'enseignants. Les enseignants analysent l'apprentissage visé, étudient la notion mathématique, consultent les divers moyens d'enseignement, étudient des articles de revues professionnelles... Cette étude leur permet de planifier ensemble une leçon. Cette leçon est mise en œuvre dans la classe d'un des membres du groupe. Les autres enseignants observent la leçon en direct et analysent son impact sur les apprentissages des élèves. Le groupe peut décider de planifier une version améliorée de la leçon qui sera donnée dans la classe d'un autre enseignant et la boucle recommence. Le résultat du travail est diffusé, à la fois sous la forme d'un plan de leçon détaillé utilisable par d'autres enseignants et d'articles dans des revues professionnelles. (p. 23)

Nous pouvons résumer ce dispositif par les étapes suivantes :

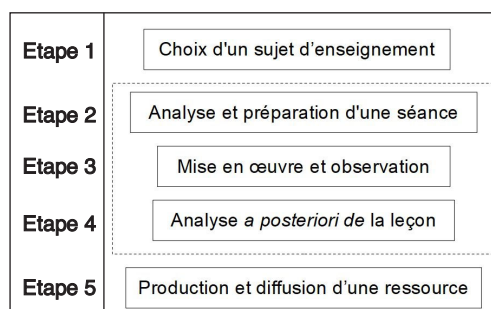


Figure 1 : Étapes du dispositif

Les étapes centrales 2, 3 et 4 encadrées en tiret ci-dessus peuvent être répétées plusieurs fois et forment ainsi un cycle, précisé par Lewis & Hurd et schématisé par Clivaz dans la figure de l'encadré (figure 2) de la page suivante.

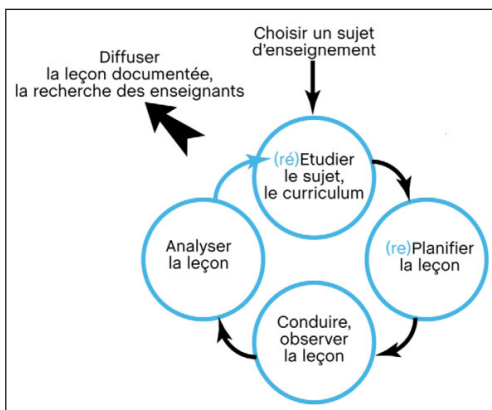


Figure 2 : Le processus de LS (Clivaz, 2015, p.25, d'après Lewis & Hurd, 2011)

Originaires d'Asie, les *lesson studies* se développent ensuite aux Etats-Unis, puis en Europe du Nord. En Suisse, une équipe de

chercheurs (Clivaz, 2015) met en place un tel dispositif de formation avec des enseignants du premier degré d'une même école.

2. – Nos formations et les *lesson studies* : ressemblances et écarts

2.1 Quels points communs avec les *lesson studies* ?

Notre dispositif reprend l'idée du travail collectif autour d'une leçon de recherche et implique différents collectifs dans le temps. Il constitue une originalité actuellement dans le contexte français de formation continue. Le processus est résumé par les étapes suivantes (figure 3 ci-dessous).

C'est ce processus qui est vécu par les enseignants dans nos formations, tandis que le groupe Irem développe en amont des *lesson studies* comme décrites par le cycle de Clivaz

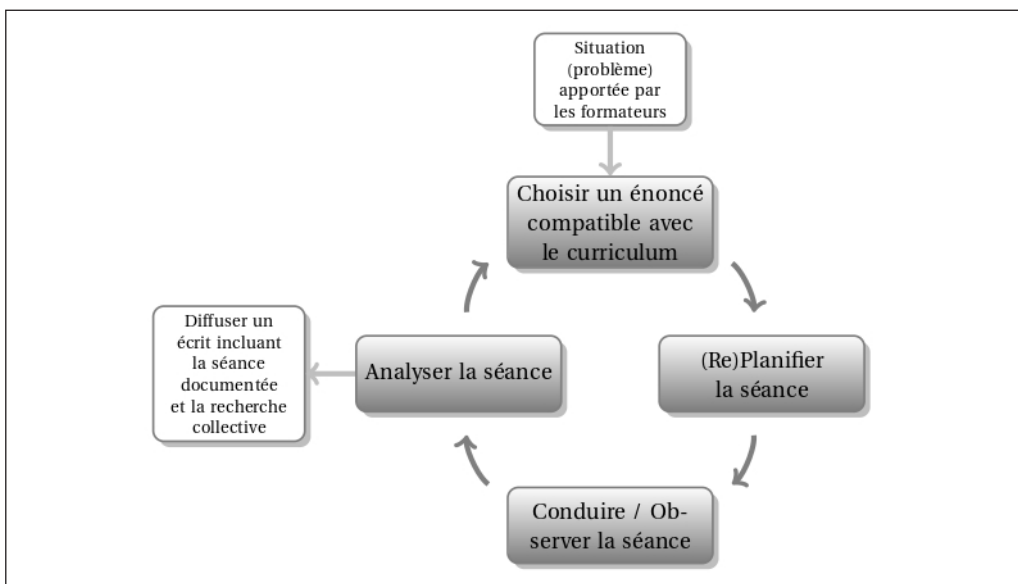


Figure 3 : Le processus de *lesson study* adaptée (Masselin, 2020)

(figure 2) en partant d'un sujet d'enseignement. Les adaptations réalisées dans notre modèle de *lesson study* « à la française » sont précisées dans Masselin & Hartmann (2020).

2.2 Ce qui nous distingue des *lesson studies* japonaises

Pour élaborer de telles formations, plusieurs cycles (incluant les étapes 2/3/4 de la figure 1) sont à l'œuvre et menés à partir d'une même ressource par l'équipe encadrant la formation. Des premiers cycles sont réalisés uniquement entre formateurs et chercheurs en amont de la formation. L'équipe procède à des relevés d'observables, façonne et stabilise l'énoncé de la situation et ses questions pour la formation.

L'équipe fait également varier les types de classes concernées (niveaux, type d'établissement, profil d'élèves) et travaille sur différents avatars² (Masselin, 2019) de la tâche.

En amont de la formation, des données sont extraites de cycles internes entre formateurs et chercheurs. Analysées, elles servent d'appui pour créer des outils pour la formation comme une vidéothèque (extrait en annexe 1 à propos de la ressource « Casseroles »). Elles ciblent une analyse *a priori* plus fine de la situation par le collectif d'enseignants en s'appuyant sur l'analyse de pratique, ce qui est spécifique à notre dispositif. La courte durée (trois jours) de notre dispositif (étalé sur une longue période d'environ 5 mois) le distingue des *lesson studies* japonaises inscrites sur un temps long dans un même établissement.

L'ensemble de ces cycles de préparation

² Un avatar est l'incarnation d'un problème à un moment donné, c'est un énoncé et ses questions choisis par un enseignant ou un collectif d'enseignants à un instant précis.

de la formation constitue la première boucle (Masselin, 2019, p.79) (notée Boucle 1) de notre dispositif.

Si nous avons en commun avec les *lesson studies* japonaises de travailler un point du curriculum, la situation au cœur de la séance est apportée par l'équipe de formateurs.

Dans ce qui constitue la deuxième boucle (Boucle 2, annexe 2), un énoncé initial est proposé : libre ensuite au collectif d'enseignants en formation de le façonner à sa guise (modification de variables didactiques, d'éléments de l'énoncé, modification de(s) question(s)...).

Si nous ne partons pas d'une difficulté d'enseignement (comme souvent au Japon), des obstacles sont soulevés par la situation proposée et sa mise en œuvre et seront traités collectivement. Les échanges sur les productions des élèves mettront en lumière certaines difficultés d'enseignement éclairées par des concepts didactiques repérés par le chercheur. Dans notre cas, l'implication d'un chercheur dans le dispositif permet une transposition de certains résultats de la recherche en didactique à l'enseignement. Il y a une réelle proximité avec le chercheur inclus dans la formation, ce qui ne semble pas être le cas dans les *lesson studies* menées dans les écoles japonaises.

Une troisième boucle (Boucle 3, annexe 2) est constituée des cycles réalisés par les enseignants dans leur propre classe après avoir été impliqué dans un cycle de la deuxième boucle. Un retour sur une première mise en œuvre de la ressource dans sa propre classe peut être partagé par un enseignant avec le reste du collectif le troisième jour de formation. Des alternatives peuvent alors émerger, comme un nouveau choix d'énoncé et de questions pour un autre niveau de classe que celui concerné par la leçon en formation.

3. — La mise en place de formations s'inspirant des *lesson studies* à l'Irem de Rouen

3.1. Une origine à trouver dans un lien recherche/enseignement

Le groupe « Activités »³ de l'Irem de Rouen propose des formations continues des enseignants du second degré dans l'académie depuis une dizaine d'années. Depuis 2016, il met en place ce dispositif de formation innovant en France.

Depuis deux ans, ces formations sont à destination des enseignants impliqués dans des liaisons école-collège (en cycle 3) ou collège-lycée, en mathématiques. Ce type de formations encadrées par les formateurs du groupe « Activités » et des chercheurs a émergé grâce à la proximité d'enseignants-formateurs et chercheurs en didactique des mathématiques. Ceux-ci ont ressenti la nécessité d'intervenir dans une classe pour préparer des formations.

Le contexte des formations continues académiques impose des formations sur trois jours de présentiel au maximum et des enseignants non exclusivement d'un même établissement. Ces différentes contraintes ont amené à apporter des adaptations des *lesson studies* japonaises (ou suisses). La contrainte de temps a modifié l'étape 1 (choix d'un sujet en lien avec une difficulté d'enseignement) en apportant directement un thème et une ressource exploitable sur un temps court de formation.

Notre dispositif de formation s'appuie sur différents outils de la didactique des mathématiques issus de la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998), de la double approche

didactique et ergonomique (Robert & Rogalski, 2002, Robert, 2008a), et de l'approche sémiotique (Duval, 1993). Ces cadres et les résultats de didactiques relatifs aux domaines mathématiques en jeu dans la ressource initiale de la formation nourrissent les analyses et contenus du dispositif.

L'objectif principal de cette démarche est donc la formation des enseignants et vise l'appropriation d'une ressource jusqu'à sa mise en œuvre dans une classe. Il s'agit de développer chez les enseignants des connaissances didactiques et mathématiques incluses dans des pratiques de classe. La production d'une ressource mathématique utilisable en classe et analysée en termes didactiques participe de cette démarche, initiant un retour réflexif.

Nos dispositifs mis en place depuis 2016 partent tous de ressources ayant un ancrage fort avec le quotidien, dans l'esprit de Dewey (1938). Nos ressources pour la formation incluent donc une réflexion sur la modélisation en mathématiques. Ce choix a été insufflé par un partenariat DGESCO-IREM sur l'écriture de la ressource éducol « Mathématiques et quotidien » en 2015.

3.2. Articulation de la formation, exemple de la LS « Casseroles »

Nous avons choisi d'illustrer nos propos par une formation qui a eu lieu dans l'académie de Rouen en 2018/2019. Elle s'inscrivait dans une liaison 3^{ème}/2^{nde} et visait des enseignants (une douzaine en tout) de collège et lycée d'un même bassin d'enseignement sur deux sites différents : le lycée Marcel Sembat de Sotteville-lès-Rouen et le lycée Pierre-de-Coubertin de Bolbec. Cette adaptation des *lesson studies* (Masselin & Derouet, 2018) dans l'académie de Rouen sera par la suite notée LS par commodité.

L'articulation générale d'une LS comprend trois journées de formation en présentiel (J1, J2

2 Une présentation des membres du groupe se trouve sur le site de l'IREM de Rouen à l'adresse :

<https://irem.univ-rouen.fr/presentationactivites>

et J3). Ces trois journées ne sont pas consécutives. En effet, à l'issue de chaque journée, un travail à distance est nécessaire. Les deux premières journées en présentiel (J1 et J2) sont séparées d'environ 1 mois et demi tandis que J3 a lieu trois à quatre mois après J2. Un continuum entre ces journées est facilité par la mise en place d'un espace numérique collaboratif (sur la plateforme Réséda au niveau académique ou dorénavant Tribu).

L'annexe 2 présente le calendrier de cette LS pour illustrer cette articulation.

J1 : Les enseignants découvrent une situation amenée par l'équipe de formation qu'elle reconnaît comme étant «suffisamment riche». Nous entendons par «suffisamment riche» une situation permettant à la fois une forte dévolution et une part importante de modélisation potentiellement laissée à la charge des élèves, mais aussi une possibilité pour les enseignants de s'en emparer et de la modeler à sa guise. La situation « Casseroles » remplit ces conditions. Nous indiquons en annexe 3 cette situation dans sa version proposée en formation.

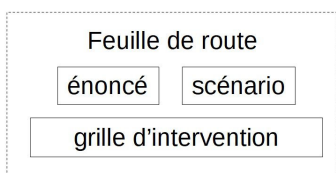


Figure 4 : Éléments constituant la « feuille de route » de l'enseignant

Dans un premier temps, la ressource permet de fédérer un collectif autour d'un projet de séance, tout en découvrant le dispositif et ses outils. Après une analyse *a priori* réalisée à l'aide d'une grille d'amorce (Masselin, 2020) de la situation, le collectif élabore ensuite une "feuille de route" qui comprend un aménage-

ment de l'énoncé (faisant consensus) avec un objectif et un bilan prévu accompagné d'un choix de scénario qui vise l'objectif prévu.

Après discussions lors de J1, les deux collectifs d'enseignants ont finalisé deux énoncés (figure 5) :

Les casseroles

Une entreprise doit fabriquer un grand nombre de casseroles de forme cylindrique et ayant un volume de 1 L. Un premier modèle est envisagé avec les caractéristiques suivantes :

- le rayon du fond de la casserole est de 5,7cm;
- la hauteur de la casserole est de 9,8 cm.

L'un des employés affirme qu'en modifiant les dimensions, il est possible de conserver le volume de 1 L en utilisant moins de métal.

A-t-il raison ? Argumentez votre réponse.

Figure 5 : Énoncé, Sotteville-lès-Rouen

Le collectif d'enseignants de Sotteville a jugé utile de proposer un exemple de cassero-

le dont le volume est proche d'1L pour entrer dans la situation, ce qui n'est pas le cas de l'énoncé du collectif de Bolbec qui a articulé la situation en deux sous-tâches.

Les casseroles

Une entreprise doit fabriquer un grand nombre de casseroles ayant un volume de 1 L

1) Proposer des dimensions possibles pour ces casseroles.

2) Le directeur de l'entreprise voudrait utiliser le moins de métal possible.

Trouver alors les dimensions idéales de la casserole en conservant un volume d'1L.



Figure 6 : Énoncé, Bolbec

Le scénario est minuté et détaillé par phases : phases liées aux modes de travail (individuel,

par groupe, en classe entière) et aux différents moments (phase de découverte de l'énoncé, synthèse, institutionnalisation...).

Les scénarios prévus en J1 par les deux collectifs d'enseignants diffèrent (figure 7 ci-dessous). De plus, une grille d'interventions de l'enseignant est imaginée par le collectif en cas de blocage du travail mathématique des élèves.

L'annexe 4 présente un extrait de cette grille élaboré dans l'atelier de Sotteville-lès-Rouen lors de la LS « Casseroles ».

En fin de J1, un enseignant-expérimentateur se porte volontaire pour mener ce projet collectif dans une classe prévue par l'équipe de formation lors de la deuxième journée.

Entre J1 et J2 : Pour chaque LS, le collectif continue d'échanger à distance pour finir de préparer des éléments pour la mise en œuvre (fichiers TICE, correction, bilan et institutionnalisation...). L'équipe encadrant la formation assure un suivi du groupe à distance de façon à continuer de faire vivre le collectif initié en J1. À ce stade, aucune modification de l'énoncé ou du scénario ne peut être faite et c'est à l'équipe de formation de veiller à cela. Ce qui a été

Phase 1 (5min) : Énoncé distribué avec brouillon, lecture et recherche individuelles

Phase 2 (2min) : Consigne avec attendus du travail de groupe (production d'une feuille de synthèse par groupe d'élèves), calculatrice autorisée

Phase 3 (45min) : Recherche en groupe

Phase 4 (30min) : Bilan : discussion en plénière, présentation de deux ou trois productions par un élève rapporteur (productions ordonnées par intérêt croissant)

Phase 1 (2min) : Présentation de la séance

Phase 2 (2min) : Distribution des énoncés et brouillon, point sur le vocabulaire

Phase 3 (5min) : Recherche individuelle sans intervention du prof

Phase 4 (15min) : Recherche des dimensions possibles, en groupe

Phase 5 (5min) : Mise en commun des recherches

Phase 6 (25min) : Recherche en groupe sur la question 2)

Phase 7 : Bilan

Figure 7 : Résumé des scénarii prévus, à gauche, Sotteville, à droite Bolbec

discuté en J1 l'a été fait collectivement et revenir de façon individuelle sur des décisions collectives serait problématique.

J2 : Le matin, après s'être remémorés le scénario prévu et après des derniers ajustements, le collectif vit la séance d'une durée d'environ 2h en direct dans une classe. Pendant toute l'expérimentation, l'enseignant expérimentateur suit le scénario prévu et les autres enseignants du collectif observent son déroulement. Ils notent leurs observations de façon factuelle, sans interprétation, sur des grilles d'observations apportées par l'équipe de formation (annexe 5). A la fin de la séance de classe, le collectif récolte le ressenti immédiat de l'enseignant-expérimentateur sans entrer dans une analyse approfondie. L'après-midi de J2 se poursuit par une analyse *a posteriori* de la séance. Grâce aux grilles des observateurs (Masselin, 2019, pp.153-154), des données recueillies sont analysées. Le collectif réfléchit alors à des alternatives en termes d'énoncé ou de scénario et enrichit la grille d'interventions de l'enseignant.

Le collectif d'enseignants de Sotteville-lès-Rouen a pris conscience de l'importance d'anticiper l'organisation de la phase de bilan (phase 4, figure 7). De plus, le collectif a repéré que si les conversions d'unités sont à construire au collège, le passage du litre au cm^3 a constitué un obstacle majeur à la poursuite du travail avant toute modélisation pour certains élèves. Le chercheur impliqué dans la formation a alors pointé la nécessité d'une hiérarchisation des connaissances convoquées par cette ressource selon qu'elle est proposée en collège ou en lycée. Le collectif a alors convenu que le travail visait plutôt la co-variation entre le rayon et la hauteur du cylindre (si la casserole est modélisée par un cylindre) ou les conversions au collège alors qu'au lycée, il s'agit plutôt de développer un travail plus approfondi sur

l'aspect fonctionnel (variations, la notion de minimum...).

Le rôle de l'enseignant a aussi été éclairé. Les observateurs de groupes d'élèves, après la séance, ont pensé de nouvelles interventions possibles à mettre en œuvre pour débloquer ou faciliter le travail des élèves comme le montre une grille d'intervention de l'enseignant (Masselin, 2020) réalisée en formation (extrait en annexe 4). Le collectif d'enseignants a aussi repéré des usages variés et massifs de la calculatrice dans les groupes ainsi que son impact en lien avec l'exemple de casserole proposé dans l'énoncé (figure 5). Le collectif a alors pensé des alternatives d'énoncé se rapprochant de celui choisi par le groupe d'enseignants de Bolbec (deux parties distinctes, figure 6, dont la première pourrait constituer à elle-seule un énoncé pour une classe de collège).

Sur le site de Bolbec, l'analyse *a posteriori* a été l'occasion pour le collectif de s'interroger sur la phase de bilan et sur l'institutionnalisation. Le bilan a en effet été construit de manière à atteindre un objectif fixé par le collectif en amont de la séance. Le document d'institutionnalisation avait lui aussi été prévu à l'avance. Il est apparu lors de la séance que la phase de bilan n'était peut-être pas complètement adaptée à la situation et cela a amené le collectif à se questionner sur la difficulté de l'anticiper.

L'une des pistes entrevues consistait à repousser la phase de bilan à une séance ultérieure. L'enseignant aurait ainsi tout le loisir d'étudier les productions des élèves et de prévoir un bilan et une institutionnalisation s'appuyant au mieux sur ces productions.

Entre J2 et J3 : L'équipe de formation attend des enseignants du collectif qu'ils mettent en œuvre la ressource proposée avec des adapta-

tions possibles liées au contexte des classes de chacun.

J3 : La plus grande partie de cette demi-journée est consacrée aux différents retours sur les diverses mises en œuvre de la situation proposée. Les comptes rendus sont exposés à tous et une nouvelle fois, des alternatives sont proposées puis discutées. Le reste du temps, elle contient des apports supplémentaires mathématiques et/ou didactiques sur des concepts. Ils sont ciblés par les chercheurs et formateurs en fonction des besoins émergents tout au long de la formation et complètent ceux déjà discutés collectivement après la séance en J2 après-midi. Si J3 est une journée complète (non réduite à une demi-journée), une écriture collaborative de cahier de *lesson study* (Masselin, 2020) est amorcée dans le but d'être partagé ensuite à un plus grand nombre d'enseignants. Il s'agit d'un écrit collaboratif réalisé par les acteurs du dispositif (enseignants, formateurs, chercheur) dans lequel sont insérés des éléments qu'ils souhaitent partager sur la LS pour la communauté éducative.

3. 3. *Quid des objectifs visés par une LS ?*

Telle que nous la concevons, une LS vise un travail approfondi collectif sur l'enseignement de concepts du curriculum, et à plus long terme une amélioration des pratiques enseignantes dans le champ mathématique concerné par la ressource (ici la modélisation et les fonctions). Notre dispositif vise aussi une meilleure cohésion d'équipe. Si certains enseignants n'osent pas ouvrir leur porte de classe aux collègues, cette formation est une belle occasion à saisir pour changer les mentalités. Elle impulse, dans son déroulement, un partage des pratiques au sein d'un établissement scolaire. Certains enseignants resteront plus observateurs tandis que d'autres choisiront un rôle plus exposé : c'est le cas de l'enseignant

qui mène la séance (produit du collectif) dans une classe.

Si nous cherchons à repérer des impacts d'un tel dispositif de LS sur les pratiques enseignantes, des premiers indices d'effets de cette formation sont les nombreux témoignages d'adaptations de la ressource « Casseroles » réalisées dans leur propre classe (adaptations allant de la classe de 5^{ème} au BTS). C'est en apportant une ressource que les enseignants devront s'approprier jusqu'à la mise en œuvre dans une classe que nous pensons atteindre ces objectifs. Bien sûr, cela mériterait un travail approfondi sur la trajectoire du problème (Kuzniak et al., 2013) ou plus précisément sur la trajectoire d'avatars (Masselin, 2019). Cette méthodologie de recherche visant une ressource en probabilités incluse dans une LS a permis de mieux caractériser le travail de l'enseignant sur la simulation (Masselin, 2019) et de repérer les métamorphoses d'un problème au fil d'une telle formation. Les enseignants (y compris les formateurs), mis en posture d'observateurs et de chercheurs le temps de la formation, ont bénéficié d'apports de la recherche, tout en partageant des outils didactiques. Ces travaux de recherche mettent en évidence des indices d'effets de telle formation sur le travail de l'enseignant.

4. — Dans un laboratoire de mathématique

4.1. *Rendre une LS possible dans un laboratoire de mathématiques*

Le cadre des laboratoires de mathématiques dans les lycées, préconisés par le plan Villani-Torossian, semble ouvrir la possibilité pour les enseignants de vivre des *lesson studies*. Leur mise en œuvre paraît facilitée par la connaissance de l'établissement, des classes et l'équipe déjà constituée. Cet avantage est cependant à nuancer par le point de vigilance suivant :

des effets de contrat possibles pourront apparaître si l'enseignant-expérimentateur est celui de la classe concernée par la mise en œuvre du scénario. En effet, soulignons ici que ce qui est observé lors de J2 est bien le projet collectif établi sur la feuille de route construite en J1 et non pas la façon que l'enseignant-expérimentateur a de s'en emparer.

Ce dispositif adapté à un laboratoire de mathématiques présente l'avantage de rapprocher des enseignants qui, s'ils font partie d'une même équipe, n'ont que très peu le temps ou l'occasion de coopérer sur le cœur de leur métier au quotidien.

Parmi des adaptations possibles, voici celles qui nous semblent importantes :

- entre J1 et J2, le collectif peut encore se réunir, tout en restant fidèle au projet initial ;
- la possibilité d'organiser les trois journées autrement avec un autre séquençage ;
- si toutes les classes sont connues des enseignants de lycée, l'enseignant-expérimentateur peut ne pas être celui de la classe visée par la formation ;
- la répétition d'un tel dispositif fait naturellement changer les rôles des enseignants au sein d'un laboratoire (qui peuvent passer d'observateur à enseignant-expérimentateur ou inversement) ;
- le choix de la classe peut se faire avec un profil recherché car le laboratoire connaît et peut intégrer ses caractéristiques (élèves à besoin particulier, niveau de classe, enseignement de spécialité...).

Ce dispositif se doit d'être piloté par une équipe plurielle composée d'un formateur (membre extérieur au laboratoire), d'un référent *lesson study* (dit aussi RLS) qui organise entre autres les aspects pratiques de la *lesson*

study) et être accompagné d'un chercheur dans la formation. Nous souhaitons souligner l'importance de la présence d'experts. Par experts, nous n'entendons pas exclusivement des chercheurs, ce peut être aussi des formateurs d'enseignants en mathématiques ayant un certain recul sur les obstacles didactiques, les appuis théoriques pour s'assurer des fondements. Ces experts en contact tout au long de la formation assurent un suivi et une vigilance épistémologique concernant la situation mathématique et sa mise en œuvre.

Un référent *lesson study* aidera au pilotage du processus, il n'est pas forcément un « expert » mais il fait partie du laboratoire de mathématiques de l'établissement et assure une certaine proximité avec les formateurs et chercheurs, comme personne ressource. Il peut, entre autres, remonter à l'équipe d'experts des choix de thèmes pour de nouvelles *lesson studies* et joue un rôle d'interface entre l'administration de l'établissement de la *lesson study*, les enseignants, le formateur et le chercheur. Le profil d'un référent *lesson study* est celui d'un enseignant ayant un sens développé du collectif, à l'écoute, capable de ne pas imposer ses idées et faisant consensus.

4.2. Des difficultés à venir ?

Il existe bien sûr des freins à la mise en place d'une *lesson study*. Il y en aura sans doute car réussir à mobiliser tous les enseignants dans un laboratoire sur un unique thème n'est pas forcément possible.

La LS « Casseroles », insérée dans une liaison collège-lycée, concernait des enseignants ne partageant pas nécessairement un même niveau de classe. Cette LS a montré que des outils numériques non partagés (TICE) entre enseignants de collège et de lycée peuvent être un frein lors des échanges entre enseignants.

Ceci a déjà été relevé dans les travaux de recherche de Masselin (2019, p.278) avec le logiciel Scratch. Mais nous pensons la LS comme une opportunité de croiser ces outils distincts pour mieux comprendre les enjeux des différentes institutions (collège-lycée ou encore école-collège).

D'autres difficultés rencontrées sont sans doute à rapprocher des habitudes sociales des enseignants qui sont peu acculturés à l'échange de pratiques. C'est à l'équipe de veiller à une critique positive et constructive tout au long du processus de LS pour le bon déroulement du dispositif et afin qu'il soit constructif pour tous.

4.3. *Expérimentation à venir dans un laboratoire de maths de l'Eure*

Sur l'académie de Normandie, les retours majoritairement positifs des enseignants, les mises en œuvre multiples des ressources partagées en LS dans leurs propres classes nous ont encouragé à approcher des laboratoires de mathématiques. Nous croyons, sans que cela soit une réponse unique et définitive, que le laboratoire où se joueront de telles formations permettra un réel espace d'échange sur le cœur du métier d'enseignant avec des retombées positives sur leurs pratiques qui profiteront directement aux élèves.

Une première LS a été amorcée sur un laboratoire (Verneuil sur Avre) de lycée du département de l'Eure en 2020. Elle a été mise en pause à cause du confinement. Un deuxième bassin d'enseignement vivra prochainement cette LS. Une fois ces deux premières journées vécues, notre équipe réunira le troisième jour les collectifs d'enseignants autour de la modélisation dans un troisième lycée (plutôt qu'à l'Irem de Rouen comme dans l'expérience relatée). Réunir les collectifs des deux LS a permis de confronter des choix et leurs

répercussions sur les enseignements en classe. Forts de cette première expérience à Sotteville et Bolbec, nous reconduirons cette rencontre qui permet d'initier une dynamique d'échanges fructueux sur les plans mathématique et didactique sans oublier les autres facettes de l'enseignement.

Rêvons un peu plus loin... à plus long terme, avec l'existence d'un séminaire à plus grande échelle (académique, inter-académiques ou nationale) autour de *lesson study* exposant des ressources testées dans plusieurs laboratoires, à l'image de ce qui se passe au Japon. L'idée serait ainsi de mutualiser nos expériences avec le souci premier d'améliorer l'enseignement dans nos classes.

Mais revenons à cette première expérimentation dans le laboratoire de l'Eure. Des évolutions liées au changement de contexte se feront en étroite collaboration avec les acteurs des laboratoires. À la suite de cette année, nous avons prévu de revenir en 2022 avec une ressource qui partira cette fois des besoins exprimés par les enseignants des laboratoires.

5. — Conclusion

Tout ceci promet de belles découvertes et de riches échanges entre enseignants, formateurs et chercheurs dans les laboratoires autour des mathématiques. Si notre équipe a été pionnière dans cette réalisation en France, nous rapportons une précaution indiquée par Artigue (Masselin, 2020) dans la mise en œuvre de *lesson studies* :

M. Artigue : *“Il faut bien sûr qu'à l'image de ce qui se passe au Japon, les collectifs ainsi constitués (d'enseignants, formateurs et chercheurs) puissent continuer à collaborer, réfléchir ensemble, pour espérer obtenir des effets substantiels et durables.”*

Les laboratoires de mathématiques nous semblent être des lieux permettant une action durable allant dans ce sens. Alors, il n'y a plus qu'à se lancer et à penser des adaptations au contexte des laboratoires ! Pour vous aider, l'équipe de Rouen partage des outils déjà réalisés sur le site de l'Irem de Rouen.

Nos outils pensés spécifiquement pour le déroulement d'une LS, conçus conjointement par

des chercheurs en didactique et des formateurs enseignants pourront être discutés, remaniés, et évoluer. Des "points de vigilance" sont précisés dans le vademécum de notre ouvrage (Masselin, à paraître) et sont issus des douzaines d'expériences vécues depuis 2016 dans l'académie de Rouen. Nous espérons qu'ils faciliteront la mise en œuvre d'un tel dispositif. Des actions en laboratoire pourront s'en inspirer ou se rapprocher plus des *jugyô kenkyû* (lesson study en japonais).

Bibliographie

- Brousseau, G. (1998). *Théorie des Situations Didactiques*. La pensée sauvage.
- Clerc-Georgy, A., & Clivaz, S. (2016). Évolution des rôles entre chercheurs et enseignants dans un processus lesson study : quel partage des savoirs ? In F. Ligozat, M. Charmillot & Muller (Eds) *Le partage des savoirs dans les processus de recherche en éducation* (pp. 189–208). Série Raisons Éducatives, n° 20. Bruxelles : De Boeck.
- Clivaz, S. (2015b). Les Lesson Study : Des situations scolaires aux situations d'apprentissage professionnel pour les enseignants. *Revue des HEP et institutions assimilées de Suisse romande et du Tessin*, 19, 99-105.
- Clivaz, S. (2018). Lesson study as a fundamental situation for the knowledge of teaching. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 7 (3), 172–183.
- Dewey, J. (1938). *Democracy and Education* (traduction française (2011) *Démocratie et Education*, suivi de *Expérience et Education*. Paris : Armand Colin).
- Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 5, 37–65.
- Hartmann, F. & Voisin, S. (2019) Dispositifs de type lesson study : retours sur expérience, table ronde, CORFEM 2019, Strasbourg. https://corfem2019.sciencesconf.org/data/Table_ronde_Lesson_study.pdf
- Hartmann, F. & Masselin, B. (accepté) Quand un collectif d'enseignants s'empare d'une situation issue du quotidien, retour sur une lesson study adaptée, au cycle 3 sur la situation de la caisse. Actes de colloque COPIRELEM 2019, Lausanne
- Hartmann, F. & Masselin, B. (2019) *Ingénieries de formation en Mathématiques : des réalisations inspirées des Lesson Studies*. Au fil des Maths, Ed. APMEP, Paris, n° 534, 48–55.
- Kuzniak, A., Parzys, B., & Vivier, L. (2013). Trajectory of a problem : a study in Teacher Training. *The Mathematics Enthusiast*, 10 (1), 407–440.
- Masselin, B., Derouet, C. (2019), Sur la mise en évidence des effets d'une formation courte sur les pratiques d'enseignants autour de la simulation en probabilité en classe de troisième, In *Abboud, M. (2019). Mathématiques en scènes, des ponts entre les disciplines – (pp. 198-207). Université de Cergy Pontoise, France, Octobre 2018.*

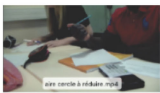


- Masselin, B. & Hartmann, F. (accepté) Lesson Study adaptée : présentation d'une formation continue innovante. Actes de colloque COPIRELEM 2019, Lausanne.
- Masselin, B. (2019), *Étude du travail de l'enseignant autour de la simulation en classe de troisième et seconde : métamorphoses d'un problème au fil d'une formation en probabilité*. Thèse de doctorat. Université Paris Sorbonne Cité, Université Paris Diderot. <https://tel.archives-ouvertes.fr/view/index/docid/2507438->
- Masselin, B. (2020) *Ingénieries de formation en Mathématiques de l'école au lycée : des réalisations inspirées des Lesson Studies.*, Ed. Presses Universitaires de Rouen et du Havre, Rouen.
- Masselin, B., Kuzniak, A., Hartmann, F. (2020) in *Study of collaborative work developed as part of doctoral research articulated with a teacher training.*, In ICMI Study 25th Conference Proceedings, pp.238-245, Teachers of Mathematics Working and Learning in Collaborative Groups, Eds Borko, H. & Potari, D., Université de Lisbonne, Portugal, Février 2020.
<https://www.mathunion.org/icmi/conferences/icmi-study-conferences>
- MEN-DGESCO, 2016, Mathématiques et quotidien, Document Ressources Transversales (2016), en ligne sur le site ÉduSCOL https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Ressources_transversales/99/8/RA16_C3_C4_MATH_math_et_quotidien_600998.pdf
- Robert, A. (2008a). La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques. In Vandebrouck (Ed.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (pp. 59–68). Toulouse : Octarès Editions.
- Robert, A., & Rogalski, M. (2002). Comment peuvent varier les activités mathématiques des élèves sur des exercices ? Le double travail de l'enseignant sur les énoncés et sur la gestion en classe. *Petit x*, 60, 6–25.

Sitographie

- https://cache.media.education.gouv.fr/file/Fevrier/19/0/Rapport_Villani_Torossian_21_mesures_pour_enseignement_des_mathematiques_896190.pdf
- https://www.apmep.fr/IMG/pdf/Vademecum_Laboratoires-de-Mathematiques-Version1-0.pdf
- <http://cellule-innovation.spip.ac-rouen.fr/spip.php?article525>
- <https://eduveille.hypotheses.org/8809>
- <https://eduveille.hypotheses.org/8811>
- <http://irem.univ-rouen.fr/presentationactivites>

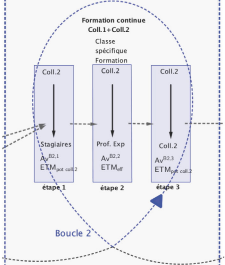

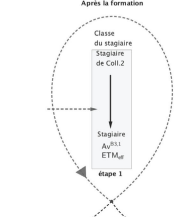
ANNEXE 1

*Extrait, grille d'intervention du formateur,
LS « Casseroles », (Masselin, 2020, p.33)*

Déclencheur pour le formateur	Descriptif	Apport pour le stagiaire
<p>Lien entre r et h pas vu</p> 	<p>aire cercle à réduire Durée 00 : 27</p> <p><i>Lorsqu'on réduit le rayon de la base, la hauteur, contrainte pas le volume de la casserole, augmente. Réduire le rayon de la base ne suffit donc pas à réduire l'aire totale.</i></p>	<p>Pointer la difficulté des élèves, prise de conscience</p>
<p>L'enseignant n'est pas conscient que certains élèves ne rentreront pas dans la modélisation</p> 	<p>calcul ou pas Durée 00 : 59</p> <p><i>Si on augmente une dimension, l'autre diminue, il n'y a donc pas de raison que l'aire varie. Il n'y a donc pas besoin de faire de calcul.</i></p>	<p>Soulève la question de quelle interprétation a le prof Confusion aire/volume ?</p> <p>Prendre conscience d'un obstacle à la compréhension</p> <p>Accompagner l'enseignant vers prise de conscience que des élèves ne vont peut-être pas mathématiser. Question du contrat en maths, ce raisonnement suffit-il ?</p>
<p>L'enseignant envisage le calcul d'aire comme seul émergeant dans la classe</p> <p>hypothèse de modélisation</p> 	<p>Matière et poids Durée 00 : 43</p> <p><i>Il manque des données : les élèves ont besoin de la masse pour minimiser la matière.</i></p>	<p>Choix du modèle autre que l'aire réalisé par un groupe. Il n'y a pas une unique approche de la situation, d'autres hypothèses de modélisation peuvent être initiées par des élèves</p>

ANNEXE 2

Calendrier de la LS « Casseroles » et structure

Boucle	Temporalité	Étapes	Présentiel	Distanciel
 <p>Boucle 2 (B2) (Masselin, 2019, extrait Fig.2.20, p. 79)</p>	<p>J1 (8 Octobre 2018)</p>	<p>Étape 1 : Initialisation de l'énoncé, ses questions et des phases du scénario pour la leçon</p>	Lycée	 <p>Groupe à distance sur plateforme académique (Tribu) accessible dès J1 et non fermé après J3</p>
	<p>Entre J1 et J2</p>	<p>Finalisation des éléments pour le scénario</p>		
<p>J2 (8 Novembre 2018)</p>	<p>Étape 2 : le matin : réalisation de la séance observée collectivement Étape 3 : l'après-midi : analyse <i>a posteriori</i> collective, alternatives</p>	Lycée		
 <p>Boucle 3 (B3) (Masselin, 2019, extrait Fig.2.20, p. 79)</p>	<p>Entre J2 et J3 (≈ 4 mois)</p>	<p>Étape 1 : mise en œuvre de la ressource dans leur classe par des enseignants</p>	Classe des enseignants	
	<p>J3 (20 Mars 2019, matinée)</p>	<p>Retour des enseignants sur leur propre expérimentation</p>	IREM de Rouen	

Calendrier global (LS « Casserole », Rouen, 2018/2019)

ANNEXE 3

Énoncé de « Casseroles » pour la formation

« Casseroles »


Une entreprise doit fabriquer un grand nombre de casseroles ayant un volume de 1 L.

Un premier modèle est envisagé avec les caractéristiques suivantes :

- le rayon du fond de la casserole est de 7cm;
- la hauteur de la casserole est de 6,5 cm.

L'un des employés affirme qu'en modifiant les dimensions, il est possible de conserver le volume de 1 L en utilisant moins de métal.

A-t-il raison ?



ANNEXE 4

Extrait de la grille d'intervention de l'enseignant, Sotteville-lès-Rouen (LS « Casserole», Rouen, 2018/2019)

Phases	Déclencheur d'intervention	Interventions	Effets attendus, buts
1	Question sur le manche	C'est le même pour toutes les casseroles, il est en plastique	Ne pas se soucier du manche
3	Question sur le fond plus épais	Question sur l'épaisseur constante partout ; c'est la même épaisseur pour toutes les casseroles	Travailler sur un même modèle mathématique
3	Les élèves disent qu'il n'y a rien à faire	Proposer d'autres photos de casseroles. Faire varier les dimensions de la casserole	Induire des essais
3	Difficulté à trouver des dimensions exactes	Le processus industriel accepte une tolérance au centième près	Faire dépasser l'obstacle des arrondis
3	Face à plusieurs solutions proposées	Faire calculer le volume (vérifier la contenance d'1 L) puis l'aire	
3	Difficulté aire / métal	Faire manipuler avec un patron Prévoir deux bouteilles de 1L (une découpée, une complète) Prévoir le matériel collège avec solide/patron À la demande dans les groupes	Relier quantité de métal et aire par visualisation (c'est le prof qui manipule)
3	Besoin de formules pour trouver aire, périmètre, volume	L'enseignant vient donner la formule au groupe si la demande est faite (ou accès permis à un formulaire, agenda, livre)	
3	Si émergence des deux fonctions : r en fonction de h ou h en fonction de r	On choisit le modèle le plus accessible à tous (bien qu'un autre modèle existe)	
3	Si fonction à deux variables proposée	Contrainte entre r et h (visible via essais/ erreurs, on ne peut pas changer l'un sans changer l'autre) Fixer une des deux variables en prenant une valeur pour exemple, puis demander Obtenir une fonction à une seule variable (éliminer une var)	L'une dépend de l'autre Exprimer la 2e variable en fonction de cette valeur

ANNEXE 5

Exemple de feuille d'observateur de groupe
(Groupe 1, Sotteville)

Pour mieux comprendre les notes de l'enseignant observateur, voici la fiche de synthèse du groupe 1 associée à la fiche d'observation de l'enseignant qui suit.

Groupe 1: Baptiste, Léa, Léo, Coffen

8.11

En diminuant la hauteur de la casserole et en augmentant la base, on obtient un volume plus important. Par conséquent, on peut retirer de la matière à la hauteur diminuant ainsi la matière utilisée. On peut donc conclure que l'employé a raison.


$$\begin{aligned} \text{Volume d'un cylindre: } B \times h &= \pi \times r^2 \times h \\ &= \pi \times 5,7^2 \times 9,8 \\ &= 1000,289384 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Notre calcul: } \pi \times 9^2 \times 3,95 \\ = 1005,15257 \end{aligned}$$

Fiche de synthèse du groupe 1, Sotteville-lès-Rouen,
(LS « Casserole », Rouen, 2018/2019)

Fiche observateur groupe n° 1. -

1

Phase n°	Intervention de P N° de Groupe ou frontale	Horaire De... à....
1	- Présentat ⁿ de la séance et des \neq les phases. - Distri ⁿ de l'éamée. - Rech. indiv. B. ce lance dans des calculs / schémas. C souligne infinités. Léa note r et h .	10 ^h 28 10 ^h 31
2	- Précisions apportées aux élèves : "Vous devez utiliser Calculatrice"	10 ^h 35
3	Q^2 de B sur le vol. cyl. ⊗ Les élé ^{ts} de réponse donnés par prof avec pavé droit. Léa → \ominus d'épaisseur et c'est bon! (enlève matière). Rq de Léa : c'est beaucoup le volume (2955,34288) ! Les pb d'unité. ⊗ Prof vient voir le gpe pour les aider à trouver l'unité. — Calcul littéral fait pour aux élèves — (dit Léa) Léa trouve bizarre leur résultat (casserole pouvant contenir 3L d'eau...) alors qu'elle ne doit avoir un vol de 1L. - Interv ⁿ prof qui donne une photocop des vol. des oolides Co recopie le vol. du cyl. sur son brouillon. Léa trouve le bon vol! Léa trouve que ce n'est pas minimal car on trouve 1000,2... B. change les dim. et essaie de recalculer un vol. mais il n'est pas égal à 1L... Débat sur le fait que ça ressemble plus à une poêle... C. souligne ses résultats mais ne participe pas aux échanges. "Si tu rétrécis la base et que tu augmentes h , ça revient au même!" (Léa)	10 ^h 41 10 ^h 44 10 ^h 45 10 ^h 47 10 ^h 50 10 ^h 52
	⊗ Prof vient voir le gpe sans rien dire (Juste "Alors ça avance?") Patron du cylindre pour voir la surface de métal Les pb ⇒ 	Les pas de réponse Les donc change de gpe

Extrait d'une feuille d'observateur (1/2), groupe 1, Sotteville-lès-Rouen,
(LS « Casserole », Rouen, 2018/2019)

Fiche observateur groupe n° 1.. -

2

Phase n°	Intervention de P N° de Groupe ou frontal F	Horaire De à....
	Décident de changer les valeurs et voir ce qui se passe. Commencent à lâcher l'affaire... Lés confond vol. et surface du cyl. ("Attendez sur un cyl y'a un disque au-dessus moi!") B. Continue de changer les valeurs	10 ^h 56.
	Là si on enlève 3,3 cmh. et on les rajoute à r, ça alors même change pas la qtté de mat. mais le vol sera bcp plus grand (1656...) Donc on va pouvoir enlever de la hauteur pr économiser de la matière!	11 ^h 00
	Après quelques essais il trouve : $r = 9$ et $h = 3,95$ ($V = 1005,15257$) Débat entre Lés et B par rapport aux dim de la casserole.	11 ^h 10
	⊗ Prof vient pour savoir qui fait le rapporteur.	11 ^h 15
	<u>Synthèse</u> : Ils ont juste calculé le volume sans se préoccuper de la surface du cylindre. Pour gagner de la quantité de matière, ils ont joué sur les dim.	

Extrait d'une feuille d'observateur (2/2), groupe 1, Sotteville-lès-Rouen,
(LS « Casserole », Rouen, 2018/2019)