



TITRE: L'ÉVALUATION-RÉGULATION INTERACTIVE DANS LA RÉOLUTION D'UN PROBLÈME SOUS DESMOS : TENSIONS ENTRE COLLECTE DE TRACES ET GUIDAGE

AUTEURS: TREMBLAY MÉLANIE ET DELOBBE ANNE-MICHÈLE

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

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

ÉDITEUR: LES ÉDITIONS DE L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

ANNÉE: 2023

PAGES: 1021 - 1037

ISBN: 978-2-7622-0366-0

URI:

DOI:

L'évaluation-régulation interactive dans la résolution d'un problème sous desmos : tensions entre collecte de traces et guidage

TREMBLAY¹ Mélanie – DELOBBE ² Anne-Michèle

Résumé – À partir d'une situation vécue en classe par deux enseignantes, le présent texte met en lumière des tensions portant sur les façons de mener l'évaluation-régulation interactive tout en ayant comme visée de recueillir des traces permettant d'apprécier les compétences mathématiques d'élèves de 15 ans dans la résolution d'un problème sous Desmos.

Mots-clefs : mathématiques ; évaluation ; régulation interactive; résolution de problèmes ; technologie

Abstract –Based on situations experienced in class with two teachers, this communication highlights questions about the ways of conducting interactive assessment-regulation while having the aim of collecting traces to assess the mathematical skills of 15 years old students solving a problem with Desmos.

Keywords: mathematics; assessment; interactive-regulation; problem solving; technology

1. Université du Québec à Rimouski, campus Lévis, Canada, melanie_tremblay@uqar.ca

2. Université du Québec à Rimouski, campus Lévis, Canada, anne-michele_delobbe@uqar.ca

Introduction

Prolongement de nombreuses consultations, au Québec, la Politique d'évaluation des apprentissages (MEQ, 2003) est motivée par la nécessité de se donner une vision commune de l'évaluation qui soit en conformité avec l'approche par compétences promue dans le programme de formation implanté quelques années auparavant. Dans ses orientations, le MEQ préconise une évaluation des apprentissages au service de l'élève, il renforce l'importance de la régulation et de l'exercice du jugement professionnel de la personne enseignante tant pour rendre compte des acquis que pour offrir du soutien aux élèves. Plus d'une décennie plus tard, le déploiement du Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur (PAN) articulé sous 12 dimensions de la compétence numérique (MEES, 2018) devient un levier supplémentaire pour les enseignants pour enrichir les pratiques évaluatives menées en classe. La mise en œuvre du PAN pousse les établissements scolaires du Québec à innover et à créer des environnements ainsi que des situations d'apprentissage et d'évaluation, où chaque élève pourra non seulement développer sa compétence numérique, mais aussi où l'enseignant·e pourra recourir au numérique pour évaluer. Cela exige de la personne enseignante qu'elle démontre elle-même des habiletés, parfois nouvelles, en matière d'utilisation du numérique. Échelonné sur trois ans, le projet de recherche-action ÉCRAN (Évaluation Collaborative Réussie des Apprentissages par le Numérique) a comme premier objectif de créer de nouveaux alignements dans la dynamique d'enseignement-apprentissage-évaluation³ (E-A-E) appuyée par des technologies (ou plateformes) numériques. L'innovation y étant centrale, un processus de codesign est retenu. Ainsi, au cours de la première année du projet, des personnes enseignantes du primaire et du secondaire et des membres de l'Équipe de recherche-intervention (ÉRI) ont coélaboré et mis en œuvre des séquences d'E-A-E qui exploitent les possibilités du numérique (Voogt *et al.*, 2015) afin d'examiner les conditions d'équité tout en augmentant un tant soit peu le « retour sur l'investissement » (ROI). Le ROI est ainsi perçu non pas uniquement en termes de réussite confirmée à l'aide d'un résultat chiffré, mais dans l'expression de l'engagement des élèves dans les processus de résolution de problèmes en collaboration qui permettront de reconnaître et de rendre compte de la progression de manières d'interroger et d'investiguer les situations qui sont propres à chaque discipline. Pour l'équipe de recherche et d'enseignant·e·s s'intéressant aux mathématiques, il s'agit alors de concevoir et de piloter des situations qui encourageront le travail de modélisation, de généralisation ou d'argumentation mathématique en reconnaissant l'importance de la communication entre pairs. Or, pour la personne enseignante, rendre compte de l'agir mathématique des élèves en variant les modalités d'évaluation retenues et offrir une régulation constructive (Rodet, 2000) n'est pas simple. La dernière exige du même souffle de se familiariser avec de nouvelles stratégies de résolution qui n'étaient pas nécessairement anticipées et qui émergent par le recours au numérique. Ce sont des enjeux qui motivent à eux seuls

3. Lorsqu'il s'agit de rendre compte de l'évaluation-soutien aux apprentissages, les pratiques évaluatives et pratiques d'enseignement s'entremêlent. Adoptant une posture socio-historico-culturelle pour approcher les phénomènes de la classe, nous privilégions l'expression de dynamique d'enseignement-apprentissage-évaluation en qu'activité partagée par la personne enseignante et les élèves.

le travail de concertation entre les équipes enseignantes et l'ERI pour ainsi réfléchir ensemble sur ces objets. Le codesign collaboratif amorcé aborde à la fois la conception de l'évaluation et la place de la rétroaction, l'activité mathématique visée chez les élèves en portant une attention particulière aux nouvelles possibilités du numérique et au recueil de traces pour mieux apprécier les compétences des élèves. Ces composantes de réflexion du codesign ne vont pas de soi. Dans un précédent article (Nadeau-Tremblay *et al.*, 2022), à partir de l'analyse de récits d'enseignants, nous avons fait ressortir cinq principaux enjeux (innovation, rapport aux savoirs, institutionnel, alignement enseignement-apprentissage-évaluation et valeur ajoutée) et cinq catégories de défis (réciprocité, interprétation du curriculum, défi d'apprentissage pour les personnes enseignantes, défis didactico-pédagogiques et technologiques) avec lesquels, lors de la première année du projet, elles ont eu à composer.

Nous abordons, dans cette communication, des aspects du travail de réflexion mené avec deux enseignantes de mathématique en 4^e secondaire (élèves de 15 et 16 ans) au sujet d'un des enjeux d'alignement E-A-E portant sur l'exercice du jugement évaluatif. Ce dernier est approché sous l'angle du défi de réinterprétation et d'application des critères d'évaluation des compétences mathématiques proposées dans le programme québécois alors que ces enseignantes avaient aussi comme objectif de recueillir des traces permettant d'apprécier la compétence « Résoudre une situation-problème » à partir d'un problème à résoudre sous *Desmos*. La mise en lumière de leur façon de mener l'évaluation-régulation interactive alors qu'elles circulent d'équipe d'élèves en équipe d'élèves est l'un des principaux objets discutés lors des échanges réflexifs. Le cadre conceptuel qui suit expose ce qui soutient les analyses des activités de la classe ainsi que les réflexions partagées avec les enseignantes. Si on veut les amener à apprécier les compétences des élèves alors que ces derniers résolvent des problèmes en collaboration à l'aide du numérique, encore faut-il réfléchir à la conception que l'on se donne de l'évaluation et que l'on définisse ce que l'on souhaite évaluer. Dans ce dernier cas, on décidera si l'on portera notre attention uniquement sur les traces écrites ou si l'on souhaite plutôt apprécier le processus dynamique de résolution qui s'exprime dans les conversations des élèves et avec l'enseignante sous la médiation des outils.

Cadre conceptuel

La démarche d'évaluation en soutien aux apprentissages

Qu'il s'agisse de rendre compte des acquis à un instant donné ou de soutenir les apprentissages, le processus d'évaluation devrait répondre à l'objectif d'évaluation fixé préalablement⁴. Il faut ainsi que l'enseignant planifie la nature des apprentissages visés (p.ex. connaissances, compétences), la façon de les évaluer (p.ex. test papier-crayon, situation authentique) et à quoi serviront les informations recueillies (p.ex. décider d'un niveau de compétence, cumuler des traces). Dans une démarche

4. Cet objectif bien que pouvant être énoncé au préalable n'est pas protégé de nouveaux objets d'évaluation qui pourraient émerger en cours d'action lors des interactions entre enseignant-e-s et élèves.

d'évaluation en soutien aux apprentissages (Allal et Laveault, 2009), l'enseignant·e doit recueillir différentes informations sur les apprentissages de sorte à utiliser celles-ci pour aider les élèves à progresser (Wiliam, 2011). L'évaluation y est ainsi vue non pas uniquement comme une démarche formelle (p.ex. résolution de situations-problèmes écrites, questionnaire), mais également comme une démarche informelle (p.ex. recueil d'informations via des observations pendant la réalisation d'un problème ou par le biais d'espace où il est possible de revoir les actions posées par des élèves résolvant un problème en collaboration) qui se déroule de façon continue (Mottier Lopez, 2015a).

Dans cette perspective de l'évaluation-soutien aux apprentissages, Mottiez Lopez (2015b) évoque que l'évaluation et la régulation sont coconstitutives l'une de l'autre. D'où l'importance de mieux comprendre cette évaluation-régulation interactive qui va au-delà de la seule notion de rétroaction. Pour mieux appréhender la nature du guidage de l'enseignante dans les séquences interactives retenues pour leur fonction de soutien formatif à l'activité d'apprentissage de l'élève, Mottiez-Lopez (2015b) a développé un outil prenant la forme d'un continuum. Ce dernier aborde la nature du guidage et pour lequel elle retient cinq catégories de participation guidée où les conduites verbales d'initiation et de réponses sont qualifiées selon qu'elles soient de l'ordre de la restitution des savoirs en jeu ou plutôt décrites « à développement ». Dans le premier cas, elles sont « sous le contrôle de l'enseignant·e » qui mène le questionnement. Dans le second cas, le contenu de la discussion n'a pas été désigné préalablement par la personne enseignante, laquelle construit alors à partir des propos des élèves. Ainsi sur le continuum proposé, sous un pôle, nommé guidage ciblé, la gestion est sous le contrôle quasi exclusif de l'enseignant (p.ex. l'enseignant·e donne des consignes sans attendre de réponse verbale des élèves). À l'autre pôle, elle réfère à un guidage dit ouvert alors qu'il y a gestion partagée avec les élèves des interactions et de la structuration des contenus de savoir (Voir en Annexe 1, le continuum de Mottier-Lopez). Plus le guidage est ouvert, plus l'enseignant·e devra recourir au questionnement et à la reformulation dans le processus partagé visant les avancées des savoirs en jeu. Les capacités d'analyse des raisonnements mathématiques en cours d'élaboration sont ainsi fortement sollicitées. Dans le cadre du projet ÉCRAN, la motivation du guidage à mettre de l'avant a été approchée en interrogeant le rapport aux mathématiques des enseignant·e·s pour ainsi se donner une vision commune de ce que nous nommons l'agir mathématique espéré dans la classe.

Le rapport aux mathématiques – détour vers le programme

Les finalités du programme de mathématique québécois privilégient une conception des savoirs à faire apprendre non plus comme des objets à transmettre et à assimiler (savoir redire, savoir refaire), mais comme des objets dont l'appropriation sera rendue possible par le biais d'une orchestration didactique qui s'apparente à l'activité « véritable » des mathématicien·ne·s et qui se déploie par le développement des compétences mathématiques. La place prépondérante faite à la résolution de problèmes est ainsi articulée tant comme objet d'étude (compétence à développer chez l'élève) que comme formule pédagogique. En nous appuyant sur les propos de différents chercheurs (Ball & Bass, 2003; Boaler, 2003 Lampert, 1992) qui argumentent que la classe de mathématique doit être le lieu

dans lequel les élèves émettent leurs idées, cherchent à les justifier à leurs pairs et à convaincre ces derniers ainsi que l'enseignant·e de la valeur de leurs propos, il a été convenu d'accroître les occasions où les enseignant·e-s apprécient l'expression des compétences de leurs élèves alors que ces derniers interagissent entre eux. La technologie peut contribuer, d'une part, à favoriser la participation espérée des élèves et, d'autre part, à rendre compte de cette participation de façon différenciée comme, avec des outils tels que Virtual Math Team ou Desmos (Tan & Lee, 2018). Cela sera possible pour autant qu'il s'agira d'une visée pour l'enseignant·e.

L'activité d'enseignement-apprentissage-évaluation en mathématique avec le numérique

L'activité d'E-A-E qui se déroule moment par moment exprime « une forme de vie, une énergie qui est formée par les individus dans la poursuite de quelque chose en commun. Une énergie sensible et sensuelle, matérielle et idéationnelle, discursive et gestuelle » (Radford, 2019, p. 3066; traduction libre). Les outils (p.ex. environnement Desmos, règle, calculatrice) qui médiatisent l'activité sont considérés comme des constituantes de celle-ci (Radford, 2011). Différents chercheurs (Hoyles et Noss, 2009; Jackiw et Sinclair, 2009; Rabardel, 1995) qui se sont intéressés à l'intégration d'outils technologiques (p.ex. environnement de géométrie dynamique, simulateurs) expliquent comment leur intégration transforme l'activité d'E-A usuelle et ainsi la nature même des savoirs en jeu. Les outils technologiques (p.ex. traceurs et géométrie dynamique) facilitent certes la coordination de différents registres de représentation d'un même objet mathématique, mais du même souffle, ils donnent lieu à une compréhension du concept unique (Drijvers, Boon et VanReeuwijk, 2011). L'expérience mathématique proposée avec la technologie amène une nouvelle manière de percevoir, de façonner les objets mathématiques. En résolution de problème, le recours au numérique donne lieu à de nouvelles stratégies de résolution qui ne sont pas nécessairement anticipées par l'enseignant·e.

Les critères d'évaluation ministériels

Si les informations recueillies sur les apprentissages des élèves peuvent être obtenues de diverses façons et porter sur des contenus mathématiques de nature différente (connaissances ou stratégies ou généralisation de relations ou de propriétés), leur interprétation peut, elle aussi, se réaliser selon différents procédés (Scallon, 2004). Dans le contexte scolaire, une interprétation basée sur des critères clairement définis et cohérents aux intentions pédagogiques est fortement recommandée (Conseil supérieur de l'éducation, 2018). Le MEQ propose des cadres d'évaluation propres à chacune des disciplines scolaires dans lesquels sont présentés les critères sur lesquels les enseignant·e-s devraient se baser pour interpréter les informations recueillies. Le recours à des critères d'évaluation communs permet d'assurer une certaine uniformité lors de l'interprétation des apprentissages des élèves. En mathématique, les critères associés aux trois compétences sont exposés dans le Tableau 1.

Tableau 1- Critères de compétences

Résoudre une situation-problème	Déployer un raisonnement mathématique	Communiquer à l'aide du langage mathématique*
• Manifestation, oralement ou par écrit, de sa compréhension de la situation-problème • Mobilisation des savoirs mathématiques appropriés • Élaboration d'une solution appropriée • Validation appropriée des étapes de la solution élaborée*	Formulation d'une conjecture Formulation d'une conjecture appropriée à la situation Utilisation correcte des concepts et des processus mathématiques appropriés Mise en œuvre convenable d'un raisonnement mathématique adapté à la situation Structuration adéquate des étapes d'une démarche pertinente Justification congruente des étapes d'une démarche pertinente	Interprétation juste d'un message à caractère mathématique Production d'un message conforme à la terminologie, aux règles et aux conventions propres à la mathématique et en fonction du contexte
* Cet élément doit faire l'objet d'une rétroaction à l'élève, mais ne doit pas être considéré dans les résultats communiqués à l'intérieur des bulletins Ø L'évaluation de la maîtrise des connaissances est prise en compte dans Raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques.		

Méthodologie

Le codesign est un processus considéré comme une forme de développement professionnel (Breuleux *et al.*, 2002; Voogt *et al.*, 2015) misant sur l'agentivité des acteur·e·s et au cours duquel les enseignant·e·s, les chercheur·e·s et les [autres professionnel·le·s] travaillent ensemble dans des rôles définis pour concevoir une innovation éducative (Collins, 1999; Roschelle *et al.*, 2006). Les deux enseignantes de mathématiques dont il est question dans le présent texte font partie d'un groupe d'enseignant·e·s accompagné par l'ERI prenant place dans une même école secondaire (nommé site) pour laquelle les cinq enseignant·e·s participants ont plus de quinze ans d'expérience en enseignement et interviennent de la première à la cinquième secondaire. Les deux enseignantes ciblées sont en classe de 4^e secondaire auprès d'élèves qui ont eu de grandes difficultés en 3^e secondaire. Elles collaborent dans la sélection de situations et échangent régulièrement. Avant que ne débute le projet, elles précisent ne pas ou peu recourir aux technologies dans leurs activités d'enseignement-apprentissage en mathématique. Aucune n'avait d'ailleurs envisagé l'usage du numérique aux fins d'évaluation bien que ce soit à leur demande que ce site a été choisi puisque l'évaluation était au cœur de leurs préoccupations. Le travail des élèves en équipe était utilisé de façon sporadique dans chacune des classes. Au cours de la première année, quatre rencontres ont eu lieu, la directrice de l'école et la conseillère pédagogique en mathématique se sont ajoutées aux enseignant·e·s. Les premiers temps de l'accompagnement ont été consacrés 1) à la compréhension du rapport aux savoirs, notamment sur « qu'est-ce que faire/apprendre des mathématiques? », 2) aux objets mathématiques et aux tâches retenus aux fins d'apprentissage/évaluation et 3) au choix des technologies en appui aux fins de collaboration entre les élèves. Le volet intervention a consisté à accompagner les enseignant·e·s dans le choix et

dans la mise à l'essai de situations d'apprentissage et d'évaluation. Cela nous a ensemble conduit à réfléchir aux conditions permettant de favoriser le développement des compétences disciplinaires en y intégrant le numérique. L'évaluation promue vise à apporter un soutien à l'élève – qui peut être de nature diverse selon le profil d'apprenant – dans des boucles de régulation interactive en cours d'apprentissage de sorte que chaque élève puisse progresser en vue d'atteindre la réussite. Dans ce prolongement, un accompagnement sur l'élaboration de grilles d'observation de l'activité des élèves a aussi débuté et une attention particulière a été portée à la formulation de rétroactions aux élèves. Afin de faciliter les échanges réflexifs portant sur l'exploitation des situations vécues en classe et plus précisément sur la façon de mener la régulation interactive, l'ÉRI a assisté à des séances de classe, agissant parfois à la manière d'un enseignant pour ainsi mener des échanges avec des élèves. Le volet recherche a ainsi consisté à repérer, à travers le déroulement de l'action, les enjeux et défis de l'accompagnement d'enseignant·e·s au regard de l'évaluation des apprentissages par le biais de situations de résolution de problèmes en collaboration à l'aide du numérique, lesquels deviennent des motifs des échanges aux rencontres suivantes.

Collecte et analyse de données

Toutes les rencontres où l'ÉRI était impliquée ont été filmées et un compte-rendu de chacune a été rédigé. Il en a été de même pour toutes les séances de classe où l'ÉRI a participé. Une membre de l'ÉRI suivait pas à pas l'enseignant·e pour ainsi filmer de façon plus étroite les interactions élèves-enseignant·e. Afin de mieux cibler les enjeux et défis rencontrés par chacun·e des enseignant·e·s, un codage a été effectué à même les vidéos. Pour les unités de signification identifiées, les verbatim des propos tenus ont été rédigés. Lors des expérimentations sur Desmos, un membre de l'ÉRI a été identifié comme enseignant-collaborateur sur la plateforme de manière à pouvoir visualiser les tâches proposées ainsi que les rétroactions écrites laissées par l'enseignant·e. Pour donner suite à cette expérimentation, les enseignant·e·s devaient rédiger ou raconter, sur le dictaphone de leur téléphone intelligent ou encore à l'aide d'un enregistrement sur leur plateforme visioconférence, le récit de leur pratique limitée à la période enregistrée. Pour chaque tranche d'environ dix minutes, l'enseignant·e était invité·e à cibler l'intention didactique qui portait ses actions, le ou les outils utilisés ainsi que leurs usages. Si de la rétroaction avait été offerte aux élèves, l'enseignant·e devait en préciser l'objet (technique, savoir, stratégies de résolution) ainsi que sa forme (orale ou écrite). L'analyse des données de ces récits, par l'ÉRI, a permis de cibler des objets qui ont alimenté les discussions menées lors de la quatrième rencontre.

Tâche retenue

Les deux enseignantes, nommées ici Mireille et Nicole, ont choisi de proposer une tâche dite créative (source Récit MST, 2021) sur Desmos (géométrie dynamique avec grapheur) où les élèves ont dû représenter la vue de face d'une habitation de leur choix. Cette tâche fut proposée lors de la 3^e pé-

riode d'une séquence d'E-A-E ayant pour intention de travailler la distinction des fonctions. Comme les élèves sont considérés faibles, la tâche créative est une occasion pour les deux enseignantes de réinvestir les connaissances sur la fonction du premier degré et rationnelle (forme générale) tout en consolidant le travail de définition du domaine d'une fonction et son impact sur la représentation graphique, objet nouveau du programme de 4^e secondaire. Afin d'assurer le réinvestissement de différentes fonctions, les enseignantes ont ajouté différentes contraintes à respecter. Sur Desmos, différents écrans introduisent la tâche (voir annexe 2). Les élèves ont été placés en dyade, chacun devait réaliser son habitation. Sans l'imposer, les enseignantes anticipaient une première phase de représentation de l'habitation sous le format papier/crayon. Cette phase permettrait déjà, selon elles, d'évaluer la reconnaissance des fonctions contraintes imposées lors de la réalisation du schéma. Elles espéraient ensuite que les élèves s'engagent dans la recherche des règles de chacune des fonctions à partir de couples de points déterminés sur leur représentation papier/crayon et qu'ils en déduisent aussi le domaine de chacune des fonctions. Elles anticipaient aussi une autre phase de travail de représentation sous Desmos où la gestion du respect du domaine de chaque fonction serait un enjeu. Ne souhaitant pas intervenir sur les choix de stratégies de modélisation de la représentation de l'habitation, elles avaient précisé avoir planifié ces possibles phases qui exprimeraient le processus de résolution des élèves. Pour soutenir leur jugement évaluatif, les enseignantes ont créé un document d'accompagnement de la tâche qui contient aussi des grilles d'évaluation pour la compétence *Résoudre une situation-problème* (voir annexe 3). Ce document n'a été remis à l'ÉRI que la journée même de l'expérimentation. Les enseignantes précisent d'emblée qu'elles ne croient pas être en mesure de compléter les grilles durant la réalisation de la tâche, mais de plutôt y recourir pour apprécier les productions sous Desmos.

Résultats

Lors de la rencontre préalable au pilotage dans la classe, l'ÉRI avait invité les enseignantes à réfléchir aux rétroactions que pourrait fournir Desmos dans la réalisation de la tâche. Les enseignantes avaient avancé : la représentation graphique permettant « de voir si les côtés se collent ou s'ils dépassent [en référant ici à l'intersection des segments] à partir des règles entrées. Elles avançaient que deux erreurs pouvaient être possibles : une mauvaise règle entrée ou une mauvaise définition du domaine de chaque fonction.

Lors de la réalisation de l'activité, diverses tensions ressortent de l'analyse de l'activité d'E-A-E menée dans chaque classe. Certaines tensions émergent par la comparaison de l'activité des enseignantes et la conception de l'ÉRI du développement et de l'appréciation de la compétence *Résoudre une situation-problème*. À titre d'exemple, le choix de fournir les grilles d'évaluation aux élèves est en soi une régulation offerte aux élèves. Elle permet certes de partager les critères d'évaluation aux élèves, mais l'ajout de descripteurs sur les attentes pour certains critères vient en quelque sorte miner le travail de modélisation des élèves, des stratégies de résolution (version d'essai dans le Carnet) étant proposées. D'autres tensions sont identifiées dans l'activité d'E-A-E menée par chaque enseignante.

Nous avons sélectionné deux épisodes dans chaque classe qui ont fait l'objet d'une première discussion et dont les tensions exprimées continuent de nourrir les échanges sur ce site ainsi que dans les deux nouveaux sites de l'an 2 du projet qui portent sur l'évaluation de la résolution de problèmes en collaboration à l'aide du numérique. Ces tensions portent sur la possibilité d'évaluer plus d'une compétence selon les interactions réalisées avec les élèves ainsi que la signification des critères initiaux d'évaluation lorsqu'il s'agit de prendre en compte les observations faites en classe alors qu'il y a aussi nécessaire familiarisation de l'outil Desmos pour les élèves, mais aussi émergence de nouvelles stratégies de résolution qui ne sont pas nécessairement anticipées par les enseignantes et enseignants. Ces deux tensions sont présentées sous forme synthétisée.

Quand l'affichage d'une fonction sur Desmos ouvre la porte sur l'appréciation du regard covariationnel ou... Quand la compétence retenue aux fins d'évaluation ne semble plus la bonne

Deux élèves ont réalisé leur croquis sur papier/crayon et interpellent Mireille après avoir entré les points d'intersection de segments sur Desmos. Les élèves précisent éprouver des difficultés à représenter un segment qui constituerait la pente inclinée d'une portion de leur toit de maison. Mireille nous dira après coup qu'elle était intéressée à évaluer si les deux élèves comprenaient bien l'influence du taux de variation d'une fonction du premier degré sur la droite. Elle nous mentionne sentir avoir évalué plus qu'elle ne le fait d'habitude et même plus que ce que les guides d'administration des épreuves ministérielles ne le suggèrent. Elle précise que lorsqu'elle évalue sous format papier, elle a tendance à valider si une règle trouvée est correcte et si la représentation graphique est bien cohérente. En s'étant permise de poser des questions sur l'influence de la variation du taux sous un regard covariationnel, elle sent qu'elle est allée beaucoup plus loin et elle se demande si elle doit en tenir compte dans l'exercice de son jugement, soit au moment de mettre une cote (A à D). En supposant qu'elle allait dans ce sens, une tension s'exprime sur le choix de la compétence retenue aux fins d'évaluation. Elle évoque qu'elle ne sent plus qu'elle porte un jugement sur la compétence *Résoudre une situation-problème*, laquelle mise davantage sur la modélisation du problème (processus de résolution d'un problème selon Verschaffel et De Corte (2008), puisqu'elle va au-delà de la recherche du modèle pour plutôt apprécier la compréhension en profondeur d'un concept, ce qui serait davantage tourné vers la compétence *Déployer un raisonnement mathématique*.

Quand l'ingéniosité des élèves mène à une stratégie non-anticipée qui mine la régulation-interactive

Tout comme sa collègue, Nicole circule dans sa classe, elle répond aux questions de ses élèves ou, à son initiative, elle observe certaines équipes et les questionne sur les stratégies dont ils usent pour respecter les contraintes imposées. Dans la présente situation, l'élève, nommé Tom ici, a inséré une image d'une maison qui agit comme trame de fond. Il a déplacé les axes du plan cartésien pour répondre à la contrainte associée à la représentation dans le premier quadrant. À son arrivée près de l'élève, Nicole constate qu'il coordonne gestes de modification du pas de graduation et déplacement de l'image afin que certains points spécifiques (intersection de sections) se retrouvent sur des coordonnées entières. L'élève semble bien saisir l'influence de la variation de la valeur du taux de variation dans la fonction du premier degré. On assiste à un jeu d'essai-erreur contrôlé alors qu'il augmente la valeur du taux pour obtenir la bonne inclinaison de la droite. Avec sa main positionnée de manière à conserver l'inclinaison de la droite voulue, il balaie le dessus de son écran et cible la valeur approximative de la valeur initiale puis modifie la règle rédigée sur Desmos en incrémentant au dixième puis au centième près pour augmenter en précision. Alors que dans d'autres épisodes de régulation-interactive, on pourrait décrire le guidage de Nicole comme étant plutôt ouvert, Nicole se tourne vers l'autre élève de la dyade et lui demande s'il trouve la stratégie de son collègue adéquate. Ce dernier n'offre pas de rétroaction. Nicole verbalise ses attentes, soit que l'élève cherche la règle à partir des coordonnées de deux points. Son questionnement qui devait d'abord être tourné sur la compréhension de ce que fait l'élève devient alors plus directif pour plutôt imposer la façon de faire attendue. Lors de l'échange avec l'ERI qui a suivi cette séance de classe, Nicole et Mireille discutent de la variété des stratégies de résolution des élèves et de leur impression d'avoir obligé le calcul de taux de variation alors que ce n'était pas nécessaire pour évaluer la compréhension des élèves. Ramenées sur ce que pourraient être les objets d'évaluation-soutien d'apprentissage dans ce contexte particulier de situation avec Desmos, elles s'engagent alors dans la remise en question de leurs attentes. Rapportant la situation avec Tom, Nicole mentionnera avoir été surprise de constater que l'élève avait finalement bien saisi l'influence de la valeur du taux de variation sur l'inclinaison de la droite. Elle avouera toutefois ne pas avoir saisi l'opportunité pour valoriser son travail puisqu'il n'était pas celui anticipé et qu'avant même cet échange de codesign, elle se serait probablement ramenée à rechercher des traces écrites qui témoignent du calcul usuel attendu.



Conclusion

Le recours au numérique pour formuler et résoudre des problèmes peut amener de nouvelles stratégies de résolution mobilisées par l'élève. Bien que la régulation des apprentissages puisse être au cœur de la dynamique d'E-A-E, si les stratégies employées par les élèves ne sont pas anticipées par les personnes enseignantes ou que ces dernières éprouvent des difficultés à évaluer ces stratégies, ces deux aspects peuvent influencer la variation des guidages menés. En ayant comme visée d'évaluer dans une perspective de soutien aux apprentissages, la mise à profit de la rétroaction qu'offrent certains outils et plateformes numériques (coordination équations et représentations graphiques, déplacement de curseurs-paramètres et impact sur l'allure de la courbe) peut alors enrichir la régulation-constructive où l'étude du contrôle considéré partagé entre l'enseignant et l'élève s'appuierait sur les nouvelles opportunités offertes par la médiation de l'outil.

Références

- Allal, L., & Laveault, D. (2009). Assessment for Learning : évaluation-soutien d'Apprentissage. *Mesure et évaluation en éducation*, 32(2), 99–106. <https://doi.org/10.7202/1024956ar>
- Ball, D. L., & Bass, H. (2003). Towards a Practice-Based Theory of Mathematical Knowledge for Teaching. *Proceedings of the 2002 Annual Meeting of the Canadian Mathematics Education Study Group*. 24-28 May, 2002. Edmonton, AB, 3-14.
- Boaler, J. (2003) When Learning no Longer Matters – standardized testing and the creation of inequality. *Phi Delta Kappan*, 84(7), 502-506.
- Breuleux, A., Erickson, G., Laferrière, T., & Lamon, M. (2002). Devis sociotechniques pour l'établissement de communautés d'apprentissage en réseau : Principes de conception et conditions de réussite résultant de plusieurs cycles d'intégration pédagogique des TIC. *Revue des sciences de l'éducation*, 28(2), 411-434. <http://www.erudit.org/revue/rse/2002/v28/n2/007361ar.html?vue=resume>
- Collins, A. (1999) The changing infrastructure of education research. In E. Lagemann & L. Shulman (Eds.), *Issues in education research* (pp. 289-298). Jossey-Bass.
- Conseil supérieur de l'Éducation (CSE) (2018). Évaluer pour que ça compte vraiment, Rapport sur l'état et les besoins de l'éducation 2016-2018, Québec : Le Conseil.
- Drijvers, P., Boon, P., & Van Reeuwijk, M. (2011). Algebra and Technology. In P. Drijvers (Ed.), *Secondary Algebra Education*. (pp. 179-202). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-334-1_8
- Hoyles, C., & Noss, R. (2009). The technological mediation of mathematics and its learning. *Human Development*, 52(2), 29-147.
- Jackiw, N., & Sinclair, N. (2009). Sounds and pictures: dynamism and dualism in dynamic geometry. *ZDM*, 41(4), 413–426.
- Lampert, M. (1992). Practices and problems in teaching authentic mathematics in school. In F. Oser, A. Dick, & J.-L. Patry (Eds.), *Effective and Responsible Teaching: The New Synthesis* (pp. 295-314). NY: Jossey-Bass.
- Ministère de l'Éducation du Québec (MEQ). (2003). *Politique d'évaluation des apprentissages*. Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation. (2020). *Référentiel de compétences professionnelles de la profession enseignante*. Québec : Ministère de l'Éducation. Récupéré de https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/education/publications-adm/devenir-enseignant/referentiel_compentes_professionnelles_profession_enseignante.pdf?1606848024

- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MEES). (2018). *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur*. Québec : Gouvernement du Québec. Récupéré de <http://www.education.gouv.qc.ca/dossiers-thematiques/plan-daction-numerique/plan-daction-numerique/>
- Mottier-Lopez, L. (2015a). *Evaluations formative et certificative des apprentissages*. De Boeck.
- Mottier Lopez, L. (2015b). Évaluation-régulation interactive : étude des structures de participation guidée entre enseignant et élèves dans le problème mathématique « Enclos de la chèvre ». *Mesure et évaluation en éducation*, 38(1), 89–120. Récupéré de : <https://doi.org/10.7202/1036552ar>
- Nadeau-Tremblay, S., Tremblay, M., Laferrière, T., & Allaire, S. (2022). Les enjeux et défis d'accompagnement d'enseignantes et d'enseignants dans l'évaluation des apprentissages à l'aide de technologies collaboratives au primaire et au secondaire. *Médiations et médiatisations*, 9, 7-27. <https://doi.org/10.52358/mm.vi9.249>
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01017462/document>
- Radford, L. (2019). On the Epistemology of the Theory of Objectification. In U. T. Jankvist, M. Van den Heuvel-Panhuizen, & M. Veldhuis (Eds.), *Proceedings of the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME11, February 6 – 10, 2019)* (pp. 3062-3069). Utrecht, the Netherlands: Freudenthal Group & Freudenthal Institute, Utrecht University and ERME.
- Rodet, J. (2000). La rétroaction, support d'apprentissage? *Distances*, 4(4), 45-74.
- Roschelle, J., Penuel, W. R., & Schechtman, N. (2006). Co-design of innovations with teachers: Definition and dynamics. *Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences*, Bloomington, IN.
- Scallon, G. (2004). *L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétences*. Éditions du Renouveau Pédagogique Inc.
- Tan, S.C. & Lee, A.V.Y. (2018). Online Learning Communities in K-12 Settings. In Voogt J., Knezek G., Christensen R., Lai, KW. (Eds.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education. International Handbooks of Education*. Cham :Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-53803-7_48-2
- Verschaffel, L., & De Corte, E. (2008). La modélisation et la résolution des problèmes d'application : de l'analyse à l'utilisation efficace. In : M. Crahay (Ed.), *Enseignement et apprentissage des mathématiques : Que disent les recherches psychopédagogiques* (p. 153-176). Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur.
- Voogt, J. M., Laferrière, T., Breuleux, A., Itow, R., Hickey, D. T., & McKenney, S. (2015). Collaborative design as a form of professional development. *Instructional Science*, 43, 259–282. doi: 10.1007/s11251-014-9340-7
- Wiliam, D. (2011). What is assessment for learning? *Studies in Educational Evaluation*, 37(1), 3-14.

Annexe 1

Continuum de l'évaluation-régulation interactive tel que proposé dans Mottier-Lopez (2015, p. 100)

Contrôle de l'enseignant (E) de la gestion des interactions, de la gestion des apports et de la structuration du contenu			Contrôle partagé entre l'enseignant et les élèves de la gestion des interactions, de la gestion des apports et de la structuration du contenu	
← Apports des élèves contraints par un guidage ciblé de l'E			→ Apports des élèves moins contraints, avec un guidage ouvert de l'E	
	Initiations/Réponses de restitution		Initiations/Réponses de développement	
L'E explique, présente, incite, donne des consignes.	L'E fait lire, sollicite des <i>éléments présents</i> (tableau, documents, consignes, etc.) en tant que référence externe à l'élève, une référence « culturelle », construite ou non par la classe.	L'E pose des questions ouvertes ou ciblées sur des éléments <i>qu'il</i> <i>attend</i> (mais qui ne sont pas directement présents).	L'E pose des questions ouvertes (dont le contenu <i>n'est pas de la</i> <i>restitution</i>) et fait explicitement des réponses. Si nécessaire, l'E fournit de l'étayage ciblé.	En plus, l'E sollicite des <i>échanges entre</i> <i>élèves</i> .
Les élèves écoutent.	Les élèves lisent ou citent les éléments présents.	Les élèves apportent des réponses essentiellement de restitution (souvent une seule réponse possible).	Les élèves donnent des réponses variées de développement (souvent plusieurs réponses et raisonnements possibles). Ils explicitent leur raisonnement, démarche, etc.	En plus, les élèves prennent des initiatives, par exemple l'élève pose une question à un pair, le contredit, interpelle l'E, formule des hypothèses, etc.
[PG-A]	[PG-B]	[PG-C]	[PG-D (ou D-ciblé)]	[PG-E]
[EV-E] : évaluation exclusivement sous la responsabilité de l'enseignant			[EV-é+E] : évaluation partagée avec les élèves	

Figure 1. L'évaluation-régulation interactive comme participation guidée

Annexe 2

Écrans Desmos du problème «Mon habitation»

Idée originale de M. J. Simard. Modifiée dans le cadre d'un groupe de travail sur l'évaluation autrement avec le RÉCIT MST par M. C. Paquin. Disponible en ligne :

<https://teacher.desmos.com/activitybuilder/custom/61b791b54f6f1315d458cbbc?lang>

Écran 1

Secondaire 3: Mon habitation

Ce projet créatif est une occasion pour toi de mobiliser tes savoirs mathématiques et de démontrer tes compétences.

Tu devras créer une habitation, en respectant certaines contraintes.

👉 Lorsque le travail est terminé, sup'indiquer sur le dernier écran.



Écran 2

Ton défi

Tu auras à dessiner la façade d'une habitation de ton choix en respectant des contraintes mathématiques.

À partir des exemples suggérés, quel type d'habitation souhaites-tu dessiner?

Tu pourras revenir sur cette page si tu changes d'idée en cours de projet.

☐ Maison

☐ Château

☐ Cabane à cheueux

☐ Niche

☐ Grange

☐ Ou autre type d'habitation de ton choix

Si tu as une autre idée d'habitation, inscrls-la ici:

🔍 🔊 🗨️

Écran 3

INFORMATIONS CONCERNANT LA CRÉATION DE L'HABITATION

L'habitation que tu vas créer à la page 6 doit contenir, au minimum, les éléments ci-dessous.

En tout temps, tu peux revenir sur cette page pour vérifier les contraintes à respecter et pour cocher au fur à mesure qu'elles sont incluses dans ta création.

(Sélectionner toutes les réponses appropriées.)

☐ Au moins 8 fonctions de variation partielle de la forme $y = ax + b$;

☐ Au moins une fonction directe de la forme $y = ax$;

☐ Au moins 3 fonctions constantes de la forme $y = b$;

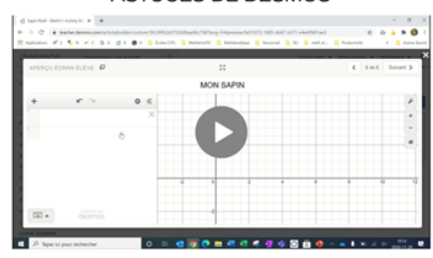
☐ Au moins une fonction de la forme $y = \frac{k}{x}$;

☐ Ton habitation doit se situer dans les 4 quadrants du plan cartésien en respectant le domaine et l'image de -20 à 20;

☐ Ta création doit être une oeuvre originale;

Écran 4

ASTUCES DE DESMOS



Écran 5

MON CROQUIS

Pour faire ton croquis, utilise le plan cartésien dans ton carnet.

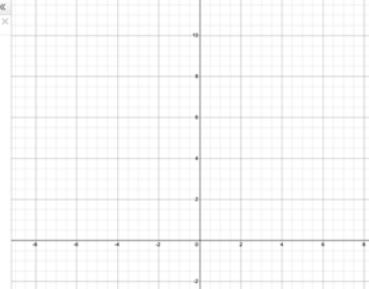
Tu devras fournir les calculs permettant d'obtenir la règle d'au moins 8 fonctions différentes.

Quand tu auras terminé tes calculs et ton croquis, utilise le plan cartésien de l'écran 6 pour réaliser ton oeuvre.

Bonne exploration!

Écran 6

CRÉATION DE MON HABITATION 🚧 N'oublie pas de retourner voir les contraintes de la page 3! 🚧



Écran 7

As-tu terminé?

As-tu terminé ton oeuvre en tenant compte de toutes les contraintes?

Réflète-toi à la grille d'évaluation du carnet.

Annexe 3

Document d'accompagnement

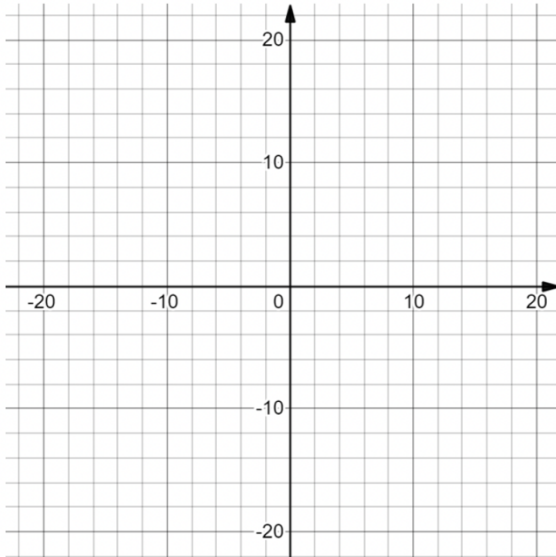
Version d'essai

Mon habitation

Projet Desmos

Résolution de problème (CD1)

Nom : _____ sec.3



- Accéder au projet en allant dans votre compte Desmos.
- Sélectionner l'activité : Mon habitation.
- Prendre le temps de bien lire chacune des diapositives.

Bonne création!

Tâche CD1 : Mon habitation (sec3)

Grille d'évaluation

Tes démarches :

Règle de la première fonction :	Règle de la deuxième fonction :
Règle de la troisième fonction :	Règle de la quatrième fonction :
Règle de la cinquième fonction :	Règle de la sixième fonction :
Règle de la septième fonction :	Règle de la huitième fonction :

Critère 1 : Compréhension du problème	Bleu	Vert	Jaune	Rouge
A compris seul(s) les 6 contraintes de la tâche.				
- V partielle				
- V directe				
- V constante				
- V inverse				
- Les 4 quadrants				
- Création originale				
Planifie, élabore sa démarche				
- Version d'essai (carnet)				
- Version finale (Desmos)				
- Tableau des 8 règles (carnet)				
			Final	

Critère 2 : Mobilisation des connaissances mathématiques				
Les contraintes sont-elles respectées ?				
Avec ou sans erreur(s) ?				
	Bleu	Vert	Jaune	Rouge
Variation partielle		11 et plus	8 à 10	0 à 7
Variation directe		2 et plus	1	0
Fonction inverse		2 et plus	1	0
Fonction constante		4 et plus	3	0
Utilisation des domaines	Aucune erreur ou erreur mineure	Peu d'erreurs	Quelques erreurs majeures	Plusieurs erreurs majeures
Création Originale	Impressionnant	Très bien	Correct	Ça manque d'amour !
Utilisation des 4 quadrants		oui		non
			Final :	

Critère 3 : Élaboration d'une solution appropriée de sa démarche	Bleu	Vert	Jaune	Rouge
Les traces de démarche et de calculs sont-elles complètes et organisées ?	Démarche complète et organisée	Démarche adéquate pouvant manquer de détails	Démarche incomplète	Aucune démarche ou complètement désorganisée
			Final :	