

Des EIAH pour apprendre l’algèbre linéaire

Laurent Souchard¹

¹ Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue
Laurent.Souchard@uqat.ca

Résumé. Notre présentation est le résultat d’un cours donné à l’hiver 2025 en algèbre linéaire à des étudiants de troisième année de formation universitaire du baccalauréat sur l’enseignement des mathématiques au secondaire à l’université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. Ce cours centré sur le calcul des matrices a été l’occasion d’autoriser tous les outils de calcul, formel ou non, pour le cours comme pour les examens. Il semble que les étudiants ont trouvé dans cette expérience suffisamment de motivation pour envisager l’usage généralisé des outils informatiques dans le cadre de leurs cours avec leurs futurs élèves du secondaire au Québec.

Mots-clés : calculation, legitimacy, motivation, training, linear algebra.

Abstract. Our presentation is the result of a course given in the winter of 2025 in linear algebra to third-year university students in the baccalaureate program on teaching mathematics in secondary schools at the University of Quebec in Abitibi-Temiskaming. This course, focused on matrix calculation, was an opportunity to authorize all calculation tools, formal or not, for the course as well as for the exams. It seems that the students found in this experience enough motivation to consider the widespread use of computer tools in their courses with their future secondary school students in Quebec.

Keywords: A list of 5 keywords separated by commas.

1 Introduction

Les usages des outils informatiques pour faire et apprendre les mathématiques sont toujours aussi moribonds. Depuis plus de cinquante ans, les passionnées s’activent pour que la calculatrice, les logiciels de géométrie dynamique, les tableurs et autres logiciels de calcul formel puissent faire partie du quotidien des apprenants et des enseignants en mathématiques. Pour de nombreux élèves, utiliser une calculatrice d’apparence à de la triche. Et beaucoup d’enseignants indiquent toujours que les élèves ne sauront pas compter s’ils utilisent trop la calculatrice. Malgré toutes les recherches sur le sujet, Michèle Artigue [1], Luc Trouche [2] et Jean-Baptiste Lagrange [3] pour ne citer qu’eux, aucune réelle évolution n’est visible, et ceci, dans de nombreux pays, en France et au Québec par exemple.

Dans le cadre d'un cours d'algèbre linéaire que nous venons de donner à l'UQAT cet hiver 2025 pour des étudiants de premier cycle universitaire qui se forment pour devenir enseignant de mathématiques au secondaire au Québec, nous avons décidé d'autoriser de nombreux outils informatiques en cours et pour les évaluations des étudiants. Tout d'abord, nous souhaitons présenter dans cet atelier, sur la motivation et l'engagement des apprenants dans les EIAH, la façon dont les étudiants ont utilisé ses outils pendant ce cours, calculatrice, mathématiques dynamiques et calcul formel. Dans un deuxième temps, nous allons analyser la façon dont certains étudiants ont réagi à cet usage pour découvrir l'algèbre linéaire à l'université. C'est de l'impact sur leur futur métier d'enseignant de mathématiques dont il est question ici. Nous souhaitons préciser que nous n'en sommes qu'au début de notre processus de recherche.

2 La légitimité

2.1 Dans une institution

Les objets du savoir sont toujours liés à des institutions. Un individu, un élève ou n'importe quel apprenant, devient une personne grâce à la somme de tous ses rapports aux objets de savoir qu'il va trouver en devenant le sujet d'institutions d'enseignement, de formation et d'apprentissage. C'est par son assujettissement à de multiples institutions que son rapport aux savoirs va se créer et s'enrichir [4]. La classe, l'Ecole, le cours particulier, le conservatoire, le club de sport, le voyage linguistique ..., tous ses environnements peuvent devenir des institutions selon la façon dont l'élève va les considérer et pouvoir en faire partie. Le cours d'algèbre linéaire est vu en tant qu'une institution d'enseignement et d'apprentissage.

Nous définissons les critères suivant pour qu'un environnement de travail ou une convention puisse être considérée comme une institution [5].

a. Critères

➤ La réalité sociale

Réalité sociale ou groupement social, une institution doit concerner un ensemble d'individus même si cet ensemble peut être réduit au minimum et aller jusqu'à deux êtres humains seulement, un enseignant et un élève.

➤ La stabilité

La stabilité qui peut être vue comme de la régularité ou comme une certaine durée dans le temps est une condition assez centrale pour qu'une institution existe dans la réalité sociale. Cependant, il n'y a pas de notion de durée minimum même si l'existence d'une institution nécessite un temps certain.

➤ La spécificité

Une institution se doit de prouver le bienfondé de son existence.

• La vérité en raison

Sa fonction, ou sa finalité, lui permet de montrer sa spécificité et ainsi de fonder sa vérité en raison.

• La vérité en nature

Ses règles de fonctionnement ou ses règlements doivent être suffisamment visibles et reconnues pour que l'institution fonde sa vérité en nature.

➤ La légitimité

Une convention va pouvoir être institutionnalisée à partir du moment où une autorité légitimante va prendre à sa charge cette légitimation. Cette autorité légitimante est, en général, une autre institution. Elle peut aussi se fonder sur un consensus ou sur un principe fondateur général.

Une institution d'enseignement et d'apprentissage doit donc être vue comme un groupement social légitimé dont la raison d'être et la nature sont suffisamment explicitées. Elle ne peut être un arrangement purement utilitaire ou provisoire et nécessite ainsi une certaine stabilité [6].

2.2 Motivation et légitimité

Être motivé pour utiliser des outils technologiques en cours de mathématiques dans une classe du secondaire, au Québec, pour ce qui nous occupe pour l'instant : voilà un des enjeux pour les étudiants et futurs enseignants de mathématiques. Une des difficultés est, souvent, de faire en sorte que dans la salle de classe, l'institution classe, l'intégration des outils informatiques pour faire et apprendre les mathématiques soit suffisamment légitime. La salle de classe ordinaire devient alors une nouvelle institution, salle de classe instrumentalisée par exemple. Souvent, les jeunes enseignants n'osent pas cette intégration car, ils sont souvent seuls dans leur établissement scolaire à oser. Cette intégration n'est souvent pas assez légitime pour l'ensemble des collègues. De plus, les étudiants qui viennent de finir leurs études pour devenir professeur de maths, n'ont pratiquement pas utilisé d'outils informatiques dans les cours de mathématiques qu'ils ont suivis à l'université. La motivation n'est pas suffisante pour trouver une autorité légitimante et concevoir de nouvelles institutions informatisées ou numériques pour apprendre les mathématiques.

Il semble que nous ayons permis aux étudiants du cours d'algèbre linéaire d'imaginer la force suffisante pour faire vivre à leurs futurs élèves ce qu'ils ont eux-mêmes vécu en utilisant de nombreux outils informatiques pour apprendre à jongler avec des matrices.

3 Les outils informatiques de calcul en algèbre linéaire

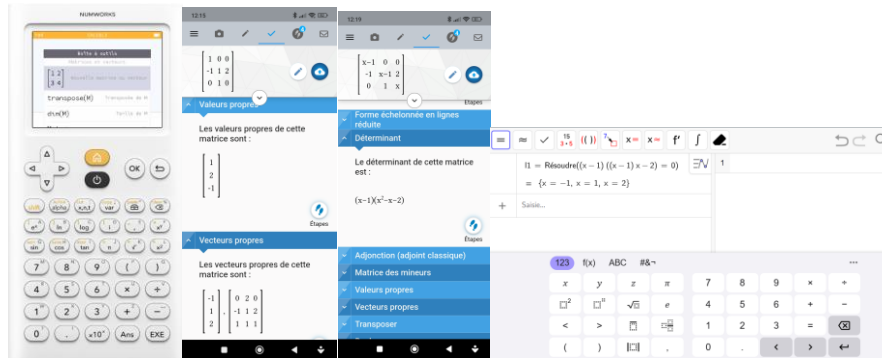


Fig. 1. Les matrices et le calcul formel avec la Numworks, Maple Calculator et Geogebra [7]

Dès le début du cours d'algèbre linéaire, les étudiants ont utilisé la calculatrice Numworks et le logiciel Geogebra. L'usage de la calculatrice de chez Maple est venu par la suite.

Nous ne détaillerons pas ici le travail qui a été réalisé par les étudiants avec ses différents outils. Précisons que nous avons beaucoup utilisé le livre de cours [8]. Nous proposons aussi la lecture de l'ouvrage [9]. Toutes ses analyses seront précisées dans un prochain article. Il faut pour l'instant savoir qu'il n'y a pas eu de limitation d'usage des outils de calcul durant le cours et pendant les examens.

4 Le retour des étudiants

Les étudiants, de troisième année, ont décrit l'utilisation généralisée des outils numériques de calcul comme une première expérience en cours de mathématiques à l'université, que ce soit en algèbre, en analyse ou en géométrie, en probabilité ou en statistique. Ils ont pointé les avantages de passer plus de temps pour la théorie. Il faudrait vérifier plus en détail ce point mais ce n'est pas celui qui nous intéresse ici. Les étudiants ont découvert un véritable intérêt à utiliser les outils informatiques en amont de leurs raisonnements et non, uniquement pour « vérifier » ! Nous sommes au cœur de la genèse instrumentale décrit par Luc Trouche [10] dans le cas des mathématiques : penser les mathématiques à travers l'outil de calcul. De cette découverte pour faire leurs mathématiques à l'université, les étudiants ont rapidement extrapolé vers de véritables usages pour leurs futurs élèves dans le secondaire. Et c'est avant tout sur ce point que nous allons construire notre travail de recherche dans les temps à venir. Les questions sont bien sur nombreuses notamment sur les mathématiques apprises dans ses conditions, à travers les outils informatiques de calcul. Par exemple, nous avons à nous poser la question de savoir comment un étudiant en mathématiques construit le concept de matrice sans jamais avoir inversé une matrice « à la main ».

En tout cas, si une chose semble déjà relativement acquise, c'est la motivation de ces étudiants à faire apprendre les maths à leurs futurs élèves à travers les EIAH pour les mathématiques.

5 Conclusion

Nous n'en sommes qu'au début de notre travail mais, pour la première fois depuis bien longtemps, nous avons vu des futurs enseignants de mathématiques envisager de façon évidente l'usage d'outils informatiques pour faire des mathématiques avec leurs élèves. Malgré le fait que les environnements informatiques et numériques font partie de leur quotidien depuis leur naissance, jamais cet usage ne s'était proposé à eux avec une telle évidence.

Nous avons maintenant à essayer de comprendre vers quelles mathématiques nous allons, ou plutôt, ces jeunes professeurs, vont emmener leurs élèves. D'autres façons de voir, de concevoir les mathématiques vont se présenter et nous devons les anticiper sans en avoir peur.

References

1. Michèle Artigue, Badr Defouad, Michèle Dupérier, Guy Juge, Jean-Baptiste Lagrange. Intégration de calculatrices complexes dans l'enseignement des mathématiques au lycée.. IREM de Paris. IREM de Paris, Spécial n° 4, 1998, Cahier de DIDIREM, René Cori, 2-86612-149-X.
2. Guin, D., & Trouche, L. (2002). *Calculatrices symboliques. Transformer un outil en un instrument du travail mathématique : un problème didactique*. Editions La pensée sauvage.
3. Lagrange, JB., Richard, P.R., Vélez, M.P., Van Vaerenbergh, S. (2023). Artificial Intelligence Techniques in Software Design for Mathematics Education. In: Pepin, B., Gueudet, G., Choppin, J. (eds) *Handbook of Digital Resources in Mathematics Education*. Springer International Handbooks of Education. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-95060-6_37-1
4. Chevallard, Y. (2003) Approche anthropologique du rapport au savoir in *Rapport au savoir et didactiques*, Fabert, p 81-104.

5. Souchard, L. (2009) Les logiciels tuteurs fermes : institutions d'apprentissage et d'enseignement des mathématiques ? le cas du début du secondaire. Education. Université Paris-Diderot - Paris VII. Format papier : <https://www.diffusiontheses.fr/66635-these-de-souchard--laurent-.html>. Téléchargeable : <https://theses.hal.science/tel-00421836/fr/>. (p. 63-76)
6. Douglas, M. (2004, 1986), Comment pensent les institutions ? La Découverte. (p. 81)
7. <https://www.numworks.com/fr/simulateur/> ; <https://fr.maplesoft.com/products/Maplecalculator/index.aspx> ; <https://www.geogebra.org/classic?lang=fr>.
8. Lay, D., Lay, S., MacDonald, J. Linear Algebra and its applications, Pearson Education, Inc. Version française chez ERPI.
9. Dorier, J.-L. (ed.) (1997), L'enseignement de l'algèbre linéaire en question. Grenoble : la Pensée Sauvage.
10. Trouche, L. Environnements informatisés et mathématiques : quels usages pour quels apprentissages ? Educational Studies in Mathematics, Vol. 55, No. 1/3 (2004), pp. 181-197 Published by: Springer Stable URL: <https://www.jstor.org/stable/4150307>.