

**Comprendre les difficultés des étudiant.es pour les
accompagner à l'entrée à l'université :
le cas des mathématiques en filières scientifiques.**

Ghislaine Gueudet
UR EST, Université Paris-Saclay
ghislaine.gueudet@universite-paris-saclay.fr

Webinaire Unisciel -2 février 2023

Préambule : la recherche en didactique des mathématiques

La didactique des mathématiques est la discipline qui s'intéresse à tous les phénomènes d'enseignement, d'apprentissage et de diffusion des mathématiques.

-> Différence pédagogie (générale, transversale) –Didactique (spécifique au savoir)

« Comment faire en sorte de rendre les étudiants actifs dans le contexte d'un TD à distance (visioconférence) ? »

*« Comment faire en sorte de rendre les étudiants actifs dans le contexte d'un TD à distance (visioconférence) **en mathématiques** ? »*

Organisation de l'intervention

Partie 1: La recherche en didactique et la transition secondaire-supérieur

Partie 2 : Le cas des étudiant.es « non-spécialistes » et les mathématiques

Partie 3: La question des prérequis

Partie 1 :
**La recherche en didactique et la transition
secondaire-supérieur**

*Causes de difficultés à l'entrée dans le supérieur :
identifier différents types de causes pour proposer des
pistes de solutions*

Gueudet & Vandebrouck, 2022, <https://epidemes.episciences.org/9715>

Des notions plus difficiles, plus abstraites à l'université

De nouvelles notions, avec un degré d'abstraction important. Notions formalisatrices, unificatrices, généralisatrices (Robert 1998). Exemple : algèbre linéaire (Dorier 1997)

Pistes de solutions : pratiquer sur différents types d'objets « concrets » pour repérer des structures identiques, avant d'agir sur des objets plus abstraits (Tall 1991)

Un nouveau langage

Un certain type de discours, l'université comme un nouveau pays, où on parle une autre langue. Les étudiant.es tentent de reproduire ce discours, le sens n'est pas toujours là (Nardi & Iannone 2005) –...

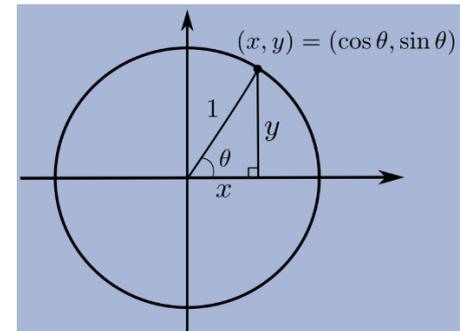
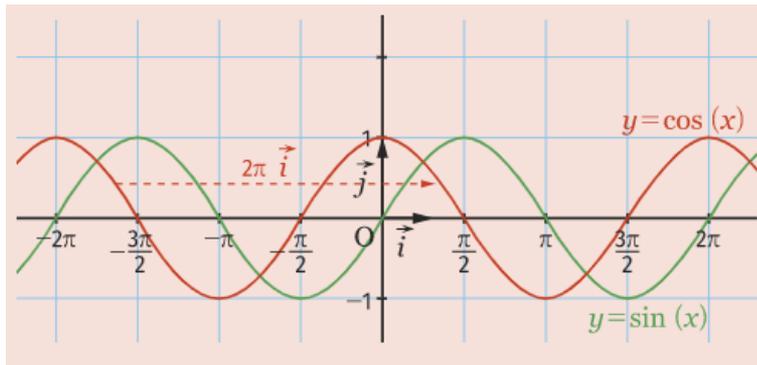
Ex. « Tous les diviseurs d'un nombre pair sont pairs ».

Pistes de solution : Comme pour l'apprentissage d'une langue, de la pratique dans la durée – nécessité de feedbacks constructifs de l'enseignant.e.

Faire des liens, flexibilité

De nouvelles nécessités de faire des liens entre différents concepts, différentes propriétés, différentes représentations...

Pistes de solutions : Travail à l'Institut Villebon-Charpak (Projet SOS Calcul, Julien Sez nec) sur **les registres de représentation sémiotique** (Duval 1996) et changements de registres.



Faire travailler aux étudiant.es les changements de registres, en évaluant soigneusement la difficulté des exercices

Voir [vidéos SOS maths](#)

Les mêmes savoirs abordés différemment

Au lycée beaucoup de travail de la technique, peu de place pour la théorie, une demande limitée de justifications.

Ex. Etude d'une fonction sur un intervalle donné (pas de recherche du domaine de définition)

A l'université, la théorie est plus importante, on attend plus de justifications.

Pistes de solution :

« Bridging courses » (Biehler et al., 2011) avant de démarrer l'année universitaire, ou en début de semestre 1, orientés vers l'acculturation à ces nouvelles pratiques.

Un nouveau contrat didactique

Changement entre lycée et université dans les règles (implicites) qui décrivent les responsabilités, obligations etc. des étudiant.es et des enseignant.es en lien avec les savoirs.

Exemples :

- En probabilités, à l'université plus le droit de faire des arbres ? (Doukhan 2022)
- Format cours magistral, travaux dirigés, nécessité pour les étudiant.es de faire des liens par eux-mêmes entre le cours et les exercices

Pistes de solution (à étudier par la recherche)

Dans certaines formations, la première année en cours-TD intégré. Des formations à la méthodologie du travail universitaire.

Partie 2 :
Le cas des étudiant.es « non-spécialistes » en
mathématiques

Les mathématiques comme causes de difficultés dans les filières scientifiques

Filières de physique, chimie, biologie, géologie, ingénierie, informatique, médecine, économie, gestion etc. qui sont toutes largement utilisatrices de mathématiques (les mathématiques comme « discipline de service »).

Une inquiétude internationale croissante, venue des formations d'ingénieurs (USA et UK) :

Dans certaines universités, un tiers des abandons dans les formations d'ingénieurs sont dus aux mathématiques (Vazquez [2010](#)). Confirmé depuis par de nombreuses études...

Quelles difficultés (à l'entrée à l'université) pour les étudiant.es « non-spécialistes » ?

Les difficultés évoquées en partie 1 sont aussi présentes pour ces étudiant.es :

Notions plus difficiles, nouveau langage, plus de nécessité de flexibilité, les 'mêmes' savoirs abordés différemment, plus de responsabilités pour les étudiant.es (causes de type « changement »).

Y aurait-il en plus des causes spécifiques aux « non-spécialistes » ?

Affects et perspectives sur les mathématiques

Manque de confiance dans leurs capacités en maths (« Je suis nul.le en maths »), attitude négative par rapport aux maths (« Je n'aime pas les maths »), représentation erronée de la discipline (« les mathématiques sont une suite de méthodes à savoir appliquer »)

(Geisler et al. 2023)

Pistes de solution : Proposition de tâches de différents niveaux de complexité (Blömeke 2016) qui permettent à chacun.es de faire quelque chose ; Tutorat ; Projets...

Déconnexion entre les cours de mathématiques et les mathématiques utilisées dans les cours d'autres disciplines

Un cours de mathématique perçu par les étudiants comme trop théorique, déconnecté des cours de [chimie]

Pistes de solutions : des enseignements conçus collectivement, par exemple par un professeur de mathématiques et un professeur de [chimie], et dans lequel un travail significatif est fait sur **la modélisation**

Quéré (2022)

Un parcours d'étude et de recherche en statistiques et chimie

« Dans l'industrie pharmaceutique, comment vérifier qu'un médicament donné respecte bien le dosage indiqué sur la boîte ? »

Les mêmes contenus mathématiques sont vus différemment en cours de mathématiques et en cours de [physique]

Qu'est-ce qui est différent ?

Caussarieu, A. (2020) <https://ditdactique.hypotheses.org/945>

- Notations différentes
- Implicites différents
- Pour un même outil : des tâches différentes
- Pour une même tâche : des outils différents

Partie 3 :
La question des prérequis

Préambule : termes et définitions

Définition de prérequis, CNRTL:

« *Prérequis de lecture*. Ensemble des conditions à remplir et, par voie de conséquence, des comportements à acquérir pour être en mesure d'entreprendre un bon apprentissage de la lecture (MIAL. *Éduc.* 1981). »

Ici :

Prérequis en mathématiques pour [l'économie]: Ensemble des conditions à remplir en lien avec les mathématiques, et par voie de conséquence, des comportements à acquérir pour être en mesure d'entreprendre un bon apprentissage de [l'économie].

En anglais, termes employés dans la littérature :

Prerequisites; Prior knowledge; Precondition etc.

Constat international d'un problème de prérequis mathématiques

Ces difficultés se sont graduellement accrues à l'échelle internationale depuis les années 1990.

Dès 2000, constat d'une maîtrise insuffisante des prérequis en mathématiques dans les filières de physique et d'ingénierie (UK, Measuring the Mathematics Problem, Hawkes and Savage, 2000)

Arrivée à l'université d'un public plus hétérogène (le taux d'accès à l'enseignement supérieur a doublé entre 2000 et 2018, Viera, 2020).

En France : prérequis mathématiques et réformes

Un problème particulièrement sensible en France depuis la dernière réforme du lycée :

Données 2021 ([rapport DEPP 2022](#))

En Première : 64,1 % des élèves font la spécialité mathématiques (4h/semaine) – environ 36% des élèves abandonnent les maths en fin de Seconde.

En Terminale : 37,5% des élèves font la spécialité mathématiques (6h/semaine); 17,2% suivent l'option mathématiques complémentaires (3h/semaine) – environ 45% des élèves ne font pas de mathématiques en Terminale.

Les prérequis attendus par les enseignant.es doivent tenir compte des changements de programmes ...

Diagnostic et prérequis

Des tests diagnostics à l'entrée de nombreuses universités, internationalement.

Aux Etats-Unis, utilisation du American College Test ([ACT](#)), 60 items en 60 minutes

10. **How many irrational numbers are there between 1 and 6 ?**

F. 1

G. 3

H. 4

I. 10

J. Infinitely many

Passeports, Université de Namur

A l'Université de Namur, dispositif « [passeports pour le Bac](#) », Massart et al. (2022)

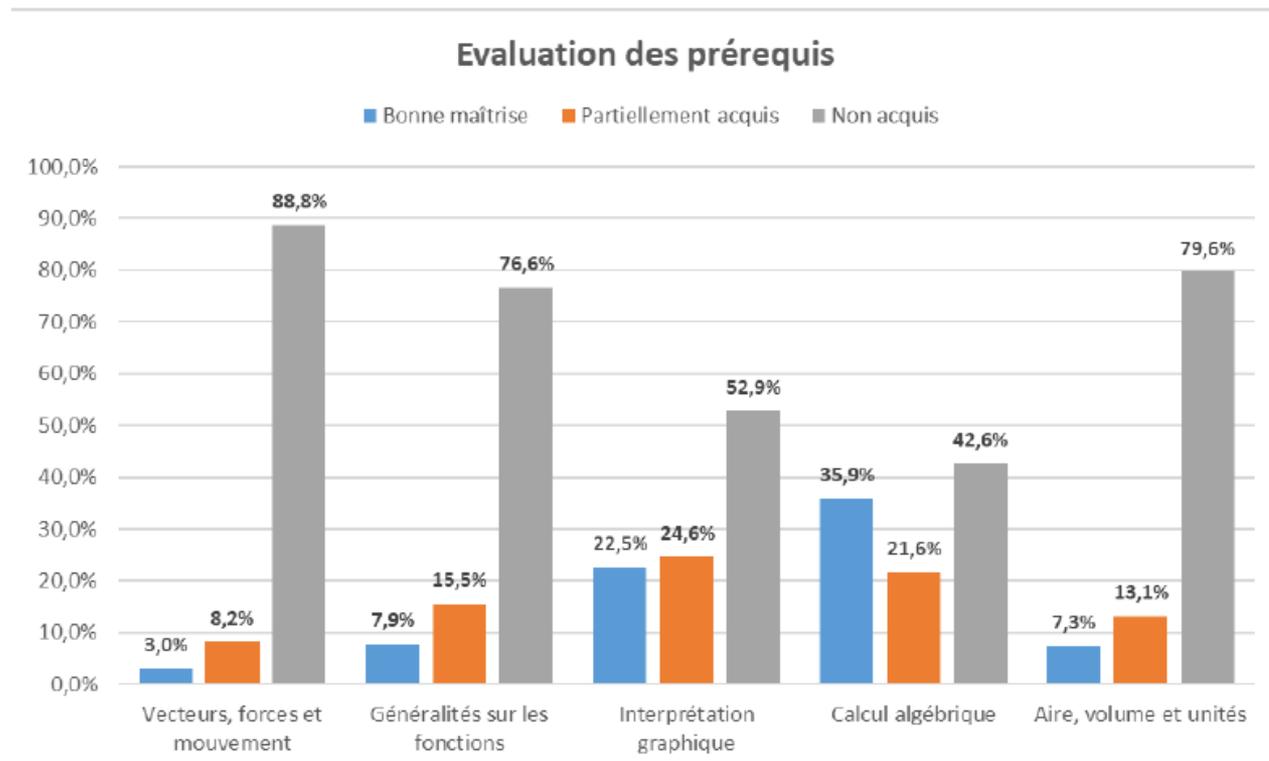
Passeports					
En ligne					
Sections	Chimie	Math-Physique		Biologie	Transversal en Sciences
		Base	Avancé		
B1 Math			✓		✓
B1 Physique	✓		✓		✓
B1 Chimie	✓		✓		✓
B1 Bio	✓	✓		✓	✓
B1 Géo	✓	✓			✓
B1 VT	✓	✓		✓	✓
B1 Biomed	✓	✓		✓	
B1 Pharma	✓	✓		✓	

Tableau 1 : récapitulatif des Passeports présentés par les différentes sections en septembre 2021

Passeports, Université de Namur

Passeport Maths-Physique de base

5 prérequis, 5 questions par prérequis. Bonne maîtrise 4 ou 5, Partiellement acquis 3, Non acquis < 3.



Diagnostic et prérequis en France

- 2008, plan « Réussir en Licence », tests de positionnement avec WIMS, Université Rennes 1, ([Lebaud, 2010](#))
- Le module [Presciences](#) de Unisciel
- Les tests de positionnement à Paris-Saclay (M.-J. Ramage) dans les différentes filières. Les résultats des tests de positionnement sont corrélés aux résultats de fin de premier semestre.

Les prérequis nécessaires selon les enseignants

Deeken et al. (2019), en Allemagne :

Quels prérequis mathématiques pour les filières STEM, selon les enseignants ?

Méthode Delphi, 3 étapes

Etape 1

36 enseignants, représentant les différentes disciplines STEM, interrogés sur ce que sont pour eux les prérequis mathématiques. Analyse des réponses, produisant 152 prérequis organisés en 4 catégories :

- Des contenus mathématiques : « Notion de fonction »
- Des savoir-faire mathématiques : « Savoir démontrer une propriété »
- Des perspectives sur les mathématiques : « La démonstration est un savoir-faire essentiel en mathématiques »
- Des caractéristiques personnelles : « Curiosité vis-à-vis des mathématiques »

Les prérequis nécessaires selon les enseignants

Etape 2

La liste des 152 prérequis est proposée à 952 (2138 au départ) enseignants de mathématiques en filière STEM. Nécessaire ou pas nécessaire + précisions selon chaque catégorie + ajouts de prérequis manquants, commentaires...

105 prérequis considérés comme nécessaires par plus de 2/3 des participants; 3 pas nécessaires ; pas d'accord pour 44. Des suggestions de modifications et d'ajouts.

Liste de 179 prérequis.

Etape 3

La liste de 179 prérequis est soumise à nouveau aux 952 répondants, 664 réponses, consensus sur **140 prérequis**.

Les prérequis nécessaires selon les enseignants

A propos de la liste des 140 prérequis

- (1) Contenus mathématiques 77 (dont 46 en mathématiques « élémentaires »)
- (2) Savoir-faire mathématiques 37
- (3) Perspectives sur les mathématiques 7
- (4) Caractéristiques personnelles 19

Résultats diffusés aux institutions : enseignement secondaire, université. Réflexions en cours sur les curricula. Information aux lycéens, mise à disposition d'auto-diagnostics.

Prérequis et succès

Des études sur les « prédicteurs de succès » dans différentes filières.

Ex. Nicol & Francisco, 2001, Cas de la chimie physique

Plusieurs tests diagnostics : mathématiques, logique, traitement de l'information (77 étudiant.es)

La réussite au cours de chimie physique est corrélée à la réussite au diagnostic en maths ; **surtout à la partie résolution de problèmes** (contextualisés).

La réussite au cours de chimie physique est aussi corrélée à la réussite au test de **logique**.

Les enseignants pensaient que les mathématiques élémentaires étaient le principal facteur de succès.

Prérequis et succès

Rach & Ufer (2020) en Allemagne

Point de départ : différences entre la manière d'aborder les savoirs au lycée et à l'université. Nécessité de reconstruction – donc pas seulement diagnostiquer la quantité de savoirs du lycée.

Diagnostic (KUMA) sur 705 étudiant.es en maths, 17 items.

Items classés en 4 niveaux de difficulté :

- Technique-procédural
- Conceptuel – familier, ex. donner 5 nombres irrationnels
- Conceptuel – plusieurs représentations- pas formel, ex. Dans quel intervalle est l'angle α tel que $\tan(\alpha) > 0$ et $\sin(\alpha) < 0$? (QCM, 4 choix)
- Conceptuel – formel – prouver ou définir

Prérequis et succès

Construction d'indicateurs avec les résultats au test diagnostic, recherche de corrélation avec la réussite/échec au cours d'analyse.

Le meilleur indicateur est la note obtenue à l'ensemble d'items de niveau 3 :

items qui demandent en particulier de mobiliser plusieurs représentations, de prendre des initiatives dans le choix des représentations pertinentes (sans être formels ou demander une démonstration)

Pistes de solutions : accorder une place importante aux changements de représentations dans les 'bridging courses' pour faire passer les étudiants du niveau 2 au niveau 3.

Conclusions : les prérequis et leur diagnostic

Que met-on derrière le terme « prérequis »?

Savoir, savoir-faire, pratique d'étude, attitude....

Facteur influençant positivement (ou dont l'absence influence négativement) la réussite à l'examen

Élément nécessaire pour que les étudiant.es puissent réaliser en TD ou TP les activités prévues

Pour qui et dans quel but ?

Enseignants et élèves du lycée, utile d'avoir des listes de prérequis voire des outils de diagnostic pour choisir la bonne orientation, bien se préparer.

Enseignants et étudiants de l'université, si on peut proposer des compléments ou des dispositifs d'accompagnement si un manque est constaté.

Décideurs des différents niveaux...

Comment ?

Nécessité de faire des choix, contraintes de longueur.

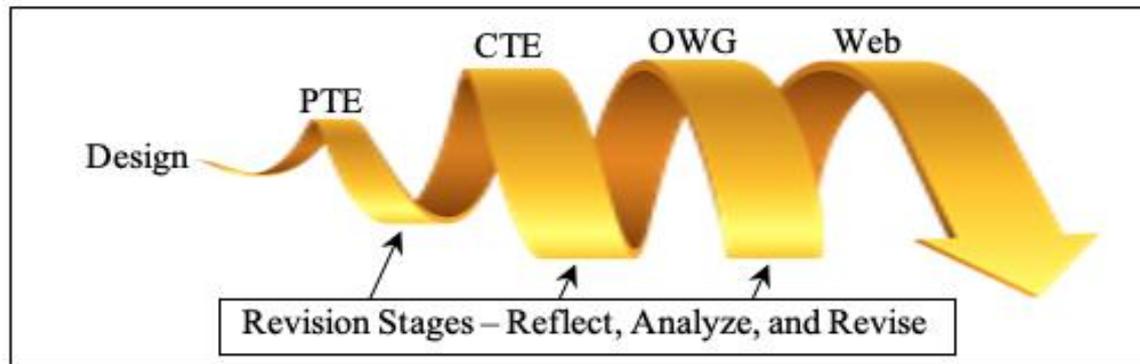
Quand est-ce qu'on considère qu'un prérequis est maîtrisé ?

Ne pas diagnostiquer une quantité de connaissances, mais un niveau de maîtrise adapté.

Conclusions : la recherche et la formation

Beaucoup d'initiatives, d'expérimentations locales qui semblent avoir de bons résultats (pour soutenir la transition, notamment pour les non-spécialistes).

Comment passer à une échelle plus importante ?



Le modèle IOLA (Wawro et al., 2022) : des groupes intégrant des chercheurs en didactique conçoivent des ressources (V1), les testent à petite échelle (et les révisent, V2), puis plus largement (V3). Des actions de formations continues sont menées (V4), puis les ressources sont mises en ligne.

Possible en France ?

Merci pour votre attention !

Références

- Biehler, R., Fischer, P.R, Hochmuth, R., & Wassong, T. (2011). Designing and evaluating blended learning bridging courses in mathematics. online blended courses. In M. Pytlak, T. Rowland & E. Swoboda (Eds.), Proceedings of the 7th Conference of European Researchers in Mathematics Education (pp. 1971-1981). University of Rzeszów and ERME.
- Blömeke, S. (2016). Der Übergang von der Schule in die Hochschule: Empirische Erkenntnisse zu mathematikbezogenen Studiengängen. [The Transition from School to University Mathematics: Empirical Results concerning Mathematics demanding Study-Programs.] In A. Hoppenbrock, R. Biehler, R. Hochmuth, & H.-G. Rück (Eds.), Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase. Herausforderungen und Lösungsansätze (pp. 3–13). Springer.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des Situations Didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Deeken, C., Neumann, I., & Heinze, A. (2020). Mathematical Prerequisites for STEM Programs : What do University Instructors Expect from New STEM Undergraduates? *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 6(1), 23-41. <https://doi.org/10.1007/s40753-019-00098-1>
- Di Martino, P., & Zan, R. (2010) 'Me and maths': towards a definition of attitude grounded on students' narratives. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13, 27–48. <https://doi.org/10.1007/s10857-009-9134-z>
- Dorier, J.-L (dir.) (1997). *L'enseignement de l'algèbre linéaire en question*. La Pensée Sauvage.
- Doukhan, C. (2022). Comment l'articulation entre théorie de l'activité et théorie anthropologique éclaire la transition secondaire-supérieur : le cas des probabilités conditionnelles. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*.
- Duval, R. (1996) Quel cognitif retenir en didactique des mathématiques ? *Recherches en Didactique des Mathématiques* 16 (3), 348-382.

Références

- Geisler, S., Rolka, K., & Rach, S. (2023). Development of affect at the transition to university mathematics and its relation to dropout—Identifying related learning situations and deriving possible support measures. *Educational Studies in Mathematics*. <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10200-1>
- Grove, M., & Croft, T. (2019). Learning to Be a Postgraduate Tutor in a Mathematics Support Centre. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 5(2), 228-266. <https://doi.org/10.1007/s40753-019-00091-8>
- Gueudet, G., & Vandebrouck, F. (2022). Transition secondaire-supérieur: Ce que nous apprend la recherche en didactique des mathématiques. *Épjournal de Didactique et Epistémologie des Mathématiques pour l'Enseignement Supérieur*, Episciences. <https://epidemes.episciences.org/9715>
- Hawkes, T. & Savage, M.D. (2000). *Measuring the Mathematics Problem*. Engineering Council.
- Lawson, D., Grove, M., & Croft, T. (2022). The development of mathematics support teaching and learning practices, scholarship, and communities. *Épjournal de Didactique et Epistémologie des Mathématiques pour l'Enseignement Supérieur*, hal-03730343.
- Nardi, E., & Iannone, P. (2005). To appear and to be: acquiring the « genre speech » of university mathematics. In M. Bosch (Ed.) *European Research in Mathematics Education IV: Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. (pp. 1800-1810) Sant Feliu de Guíxols, Spain: FUNDEMI IQS – Universitat Ramon Llull and ERME.
- Nicoll, G., & Francisco, J. S. (2001). An Investigation of the Factors Influencing Student Performance in Physical Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 78(1), 99. <https://doi.org/10.1021/ed078p99>
- Pepin, B. (2014). Using the construct of the didactic contract to understand students' transition into university mathematics education. *Policy Futures in Education* 12(5), 646-657. <https://doi.org/10.2304/pfie.2014.12.5.646>
- Rach, S., & Ufer, S. (2020). Which Prior Mathematical Knowledge Is Necessary for Study Success in the University Study Entrance Phase? Results on a New Model of Knowledge Levels Based on a Reanalysis of Data from Existing Studies. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 6(3), 375-403. <https://doi.org/10.1007/s40753-020-00112-x>
- Société Mathématique de France (2022). <https://smf.emath.fr/actualites-smf/reforme-du-lycee-et-mathematiques-25-ans-de-recul-sur-les-inegalites-fillesgarcons>
- Tall, D. (1991). *Advanced Mathematical Thinking*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Vazquez, A. R. (2010). Mathematics in the training of engineers: An approach from two different perspectives. In *Educational Interfaces between Mathematics and Industry* (pp. 533–540). Lisbon, Portugal.