Sommaire Chantiers avril 2026

Article mis en ligne le 2 avril 2026
dernière modification le 22 avril 2026

les Chantiers de pédagogie mathématique — n°208 avril 2026

Édito
Le printemps est sous le signe du mouvement, notamment avec les nouveaux programmes à prendre en compte pour la prochaine rentrée scolaire et on peut se demander pourquoi ce mouvement et dans quel but ? D'autant plus que le bilan des précédents mouvements n'a pas été fait. Il y a quand même des mouvements qui ont plus de sens : notre concours, le Salon Culture et Jeux Mathématiques, les Journées Nationales de l'APMEP, les examens en juin et tous les projets avec les élèves qui sont des moments forts dans une année.
Lire l'article

Aide aux projets
Vous avez un projet avec l'une de vos classes qui concerne les mathématiques ? La Régionale Île-de-France de l'APMEP peut peut-être vous aider !
Lire l'article

Jacques Peletier du Mans — un algébriste du XVIe siècle
Après l'atelier de notre journée régionale 2025, voici un article qui donne à voir comment l'algèbre s'écrivait et se vivait au XVIe siècle, avec une utilisation en classe de 2de où l'on voit comment l'histoire des mathématiques permet de remédier à des erreurs en algèbre.
Lire l'article

Les brèves de la Régionale
L'actualité des mathématiques est riche et foisonnante comme le prouvent ces quelques pépites glanées ici et là. Pour le prochain numéro des Chantiers, envoyez-nous vos trouvailles et événements mathématiques que vous avez pu croiser.
Lire l'article

Les classes flexibles
Réfléchir sur notre pratique du métier d'enseignant, intégrer des modifications sur certains aspects et bien d'autres aménagements sont notre lot habituel. Mais il y a des projets qui nous font entrer dans l'inconnu : c'est le cas avec les « classes flexibles ». Élaboration, mise en œuvre, adaptations aux différentes contraintes rencontrées sont autant d'occasion de nourrir notre réflexion collective : n'hésitez pas à partager vous aussi vos expériences et réflexions.
Lire l'article

Le jeu au cœur des apprentissages
Le jeu en classe de mathématiques peut vous aider à faire travailler, entre autres objectifs, des automatismes fondamentaux tout en favorisant l'engagement et les échanges entre élèves : un exemple avec un FabJeux inspiré du jeu Jungle Speed.
Lire l'article

Un article pour AFDM
Une de vos séances de cours vous a sûrement incité à quelques réflexions : et si vous proposiez un article pour notre revue nationale Au Fil des Maths (AFDM) ? Toute une équipe peut vous accompagner pour vous aider : lancez-vous ! Une BD d'Olivier Longuet vous convaincra.
Lire l'article

Connaissez-vous l'ETC ?
Pour les amoureux de la géométrie du triangle : des points, des droites, des cercles et autres pépites que vous aurez plaisir à (re)découvrir.
Lire l'article

Avis de recherche
La solution du n°207 et une relecture du PB 1. Trois nouveaux avis vous sont proposés. On attend vos recherches et propositions de problèmes.
Lire l'article

Comment contribuer aux Chantiers ?
Chaque adhérent·e et lect·eur·rice peut aussi contribuer aux Chantiers en proposant des articles : toutes les idées sont bonnes à prendre et à partager...
Lire l'article

Édito

Article mis en ligne le 2 avril 2026

par Le Comité de la Régionale

Un printemps sous le signe du mouvement

Le calendrier s'accélère et, avec lui, les chantiers de notre profession se multiplient. Entre les réformes qui se dessinent et les échéances de fin d'année qui approchent, ce nouveau numéro de notre revue régionale se veut à la fois un point d'étape et un espace de respiration.

Le mois de juin se profile avec son lot habituel de responsabilités. Cette année encore, la mobilisation des collègues du lycée sera forte pour le jury du baccalauréat : épreuve anticipée en 1re, épreuve de spécialité et grand oral en Tle. Ces moments, bien que denses, restent des temps forts d'échanges professionnels sur nos attentes et nos exigences pour la réussite de nos élèves.

L'actualité, c'est aussi la publication des projets de nouveaux programmes. **Au collège**, la mise en place sera échelonnée : les classes de 5e ouvriront le bal à la rentrée 2026, suivies de la 4e en 2027 et de la 3e en 2028. **Au lycée** (général et technologique), le calendrier s'annonce plus serré avec un « échelonnage expérimental [1] » synthétisé sur une seule année : les projets pour les classes de 2de et 1re sont déjà là pour une mise en place simultanée en 2026, ceux de Tle en 2027 et, en conséquence, une incohérence notable avec les programmes de 3e actuels, les nouveaux pour ce niveau n'étant appliqués qu'en 2028. L'APMEP reste, comme à son habitude, vigilante et force de proposition face à ces changements majeurs qui impactent nos pratiques et nos carrières ; hélas, les décideurs semblent vivre dans un autre monde.

La vie de notre régionale, c'est aussi le Concours de la Régionale : vous avez **jusqu'au 4 avril 2026** pour envoyer les productions de vos élèves à concours@apmep-iledefrance.fr. Il nous tarde de découvrir leur créativité !

Par ailleurs, pour le plaisir du jeu et de la réflexion partagée, n'oubliez pas d'inscrire vos classes pour le prochain Salon de la Culture et des Jeux Mathématiques, qui se tiendra **du 21 au 24 mai 2026** place Saint-Sulpice, Paris 6e. Un rendez-vous incontournable pour faire vivre les mathématiques autrement.

L'horizon s'élargit également vers les prochaines Journées Nationales « Maths in Stras' » qui se tiendront à Strasbourg **du 17 au 20 octobre 2026**. Les ventes de billets de train pour Strasbourg sont désormais ouvertes et les hébergements commencent à se tarir en raison d'une session du parlement européen aux mêmes dates. Malgré cela, nous vous y attendons nombreux, notamment pour notre traditionnel *repas de la Régionale*, moment privilégié de convivialité et de réseaux entre collègues franciliens.

Dans ce tourbillon d'actualités, nous espérons que les articles de ce numéro vous apporteront l'éclairage et le soutien nécessaires pour aborder cette dernière ligne droite.

Bonne lecture, et au plaisir de vous croiser à Strasbourg ou lors du Salon !

Notes

[1] Expérimentation déjà pratiquée pour le collège en 2016 : tous les programmes avaient été mis en œuvre la même année.

Jacques Peletier du Mans

un algébriste du XVIe siècle

Article mis en ligne le 2 avril 2026
dernière modification le 1er avril 2026

par Martine Bühler, Sabine de Foville

Sommaire

Jacques Peletier et le groupe M. : A.T.H.

Le groupe M. : A.T.H. (Mathématiques : Approche par des Textes Historiques) de l'IREMS de Paris travaille depuis le début des années 1980 à l'introduction d'une perspective historique dans l'enseignement des mathématiques.

L'étude d'extraits de textes originaux, entrant dans le cadre des programmes scolaires et choisis pour être accessibles aux élèves, leur permet de prendre conscience de l'évolution historique d'une notion mathématique et les aide à remettre en question une vision des mathématiques comme un « produit fini » .
Ces textes peuvent être utilisés de manières diverses : pour introduire une notion, pour étudier un problème ayant préoccupé les mathématiciens, pour une remédiation sur des notions mal assimilées, etc.

Le groupe M. : A.T.H. propose aux personnes intéressées des séances mensuelles de lecture de textes historiques ; depuis fin 2024, le thème choisi est l'algèbre et nous avons ainsi été amené·es à lire un certain nombre de textes. C'est le cas de *L'algèbre, departie an deus livres* de Jacques Peletier du Mans, écrit en 1554, dont la découverte ou redécouverte a été source d'un grand intérêt et de beaucoup de plaisir, que nous avons eu immédiatement envie de partager, aussi bien avec nos élèves que nos collègues.


L'ALGEBRE
DE IAQVES PELETIER
DV MANS,
departie an deus
Liures.
A Tresillustre Signeur CHARLES
DE COSSE Marechal de France.
A LION
PAR IAN DE TOVRNES.
M. D. LIIII.
Auec Priuilege de la Court.

Une présentation de ce travail a été l'objet d'un atelier lors de la Journée Régionale 2025 du samedi 29 novembre 2025 à l'IHP (Institut Henri Poincaré).

Jacques Peletier du Mans (Le Mans, 1517 — Paris, 1582 ou 1583) est envoyé très jeune étudier à Paris au collège de Navarre où son frère Jean enseigne la philosophie. Il a un esprit curieux et de nombreux centres d'intérêt. Il a étudié la philosophie, le droit, la médecine, les mathématiques ; il a beaucoup voyagé, en France, mais aussi en Italie. Il était grammairien, poète, mathématicien…

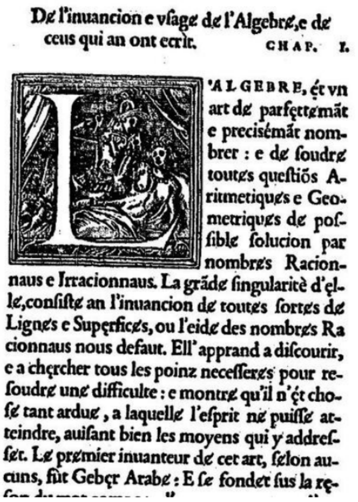
Au cours de ses voyages, il se lie d'amitié avec Pierre de Ronsard et Joachim Du Bellay, rencontre des humanistes et des poètes, fréquente aussi Montaigne (Genin, 2017). Peletier a une grande ouverture d'esprit et, bien que catholique, il a de nombreux amis protestants, dans une période troublée par les guerres de religion.

Jacques Peletier conçoit une réforme de l'orthographe française, qu'il juge inutilement compliquée et qu'il voudrait plus proche de sa prononciation, et publie en 1550 un *Dialogue de l'ortografe e prononciation francoese, departi an deus livres*.

En sciences, Jacques Peletier a publié des ouvrages sur la médecine et des traités mathématiques, en algèbre, mais aussi en arithmétique et en géométrie.

Le début du livre d'algèbre de Peletier

Le chapitre I s'intitule : « De l'invention et usage de l'Algèbre, et de ceux qui en ont écrit » . Il commence par ces mots :


De l'inuancion e vsage de l'Algebre, e de ceus qui an ont ecrit. CHAP. I.

L'ALGEBRE, ét vn art de parfettemãt e precisémãt nombrer : e de soudre toutes questiõs Aritmetiques e Geometriques de possible solucion par nombres Racionnaus e Irracionnaus. La grãde singularitè d'elle, consiste an l'inuancion de toutes sortes de Lignes e Superfices, ou l'eide des nombres Racionnaus nous defaut. Ell'apprand a discourir, e a chercher tous les poinz necesseres pour resoudre une difficulte : e montre qu'il n'ét chose tant ardue, a laquelle l'esprit ne puisse atteindre, auisant bien les moyens qui y addresset. Le premier inuanteur de cet art, selon aucuns, fût Geber Arabe : E se fondet sus la re-

> L'ALGÈBRE est un art de parfaitement et précisément nombrer : et de soudre toutes questions Arithmétiques et Géométriques de possible solution par nombres Rationnaux et Irrationnaux. […]
>
> Elle apprend à discourir, et à chercher tous les points nécessaires pour résoudre une difficulté : et montre qu'il n'est chose tant ardue, à laquelle l'esprit ne puisse atteindre, avisant bien les moyens qui y adressent.
>
> L'algèbre, Peletier, 1554, p.1
> *traduction en français actuel*

Peletier donne ensuite un « aperçu historique » sur les premiers algébristes. L'édition de 1554 du livre de Peletier est écrite avec son orthographe rénovée, conforme à la prononciation du français… de son époque, ce qui ne facilite pas la tâche d'une lectrice cherchant à savoir quels sont les auteurs dont il parle. Nous avons modernisé son langage dans nos citations.

Il commence ainsi : « Le premier inventeur de cet art, selon d'aucuns, fut Geber Arabe ». Nous ignorons qui sont ces « d'aucuns » dont Peletier tire cette information (fausse) ; d'après Wikipedia, Geber est la latinisation du nom d'un mathématicien et astronome arabe. Il semble qu'il y en ait eu plusieurs de ce nom, cependant le site de l'Université de St Andrew, en Écosse, n'en cite qu'un, Jabir ibn Aflah. qui aurait vécu de 1100 à 1160 (peut-être à Séville, en tous les cas en Espagne). Peletier corrige immédiatement cette affirmation sur le « premier inventeur » :

> Selon les autres, ce fut un Mahomet fils de Moïse Arabe : Lequel, comme dit Jérôme Cardan, après un Léonard de Pesare, en a laissé quatre chapitres ou règles avec leurs Démonstrations : lesquels ne se trouvent publiquement que je sache.
>
> *Ibid.* p.2

Cette phrase nous renvoie à *l'Ars Magna* (1545, écrit en latin) de Cardan qui cite « Mahomete, Mosis Arabis filius » comme étant à l'origine de cet Art (l'Algèbre) et dit qu'un témoin sûr (« testis locuples ») de cela est « Leonartus Pisanus [1] ». Il est assez curieux que « Pisanus » devienne « de Pesare » chez Peletier. Quant à « Mahomet, fils d'un Moïse Arabe » , il s'agit sans doute d'Al-Khwarizmi, dont le nom complet est Abu Ja'far Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi. Or *Mahomet* est la latinisation de *Muhammad*, *Musa* la version arabe de *Moïse*, et *ibn* signifie *fils*.

Peletier cite ensuite divers algébristes, en précisant la langue dans laquelle ils ont écrit sur l'algèbre : Luca Pacioli en italien (*Summa de arithmetica geometria proportioni et proportionalita*, 1494), Cardan en latin, l'Allemand Michael Stifel qui publie en latin l'*Arithmetica Integra* (1544), Christoff Rudolff (*Die Coss*, 1525) et Adam Riese (*Coss*, resté manuscrit, peu connu) « tous deux Allemands, qui l'ont rédigée en leur langue. J'ai encore ouï dire de Pierre None [2], Mathématicien de Lisbonne au Portugal, qu'il l'avait aussi traitée dans son langage Espagnol : Mais je n'ai pas vu son livre, non plus que *[ceux]* des deux Allemands : et je crois qu'il n'est pas encore publié ».

Peletier dit enfin avoir vu l'ouvrage de Johannes Scheubel, *Algebrae compendiosa facilí'sque descriptio, qua depromuntur magna Arithmetices miracula*, publié en latin à Paris en 1551, « lequel attribue l'invention de cet art à un Diophante Grec, qui en a laissé treize livres, au rapport de Ian Demõroe, fameux mathématicien de notre temps ». Ce « Demõroe » nous a laissées perplexes, mais nous avons réalisé que *roe* était mis pour *roi* (prononciation de l'époque), *õ* étant généralement mis pour *on*, et l'édition de 1620 nous a confortées dans cette interprétation en orthographiant ce nom *Demontroy* : nous avons alors identifié ce « fameux mathématicien » comme étant Johannes Müller (1436 — 1476), né près de Königsberg, plus connu sous le nom de Regiomontanus, qui a découvert lors de son séjour à Rome (1461 — 1465) un manuscrit grec des *Arithmétiques* de Diophante.

Ce chapitre I confirme ainsi que Peletier est « doué de connaissances étendues » (Bosmans, 1907). Il est de plus scrupuleux et cite toujours ses sources lors de ses emprunts aux algébristes qui l'ont précédé, et en particulier, n'hésite pas à reconnaître ce qu'il doit à Stifel.

Le calcul algébrique de Peletier

Peletier, à la suite de Stifel, nomme « nombres cossiques » les expressions renfermant l'inconnue et utilise des « signes cossiques » pour les représenter. Il donne une table pour les signes cossiques, qui servent aussi à dénommer les puissances de nombres connus :

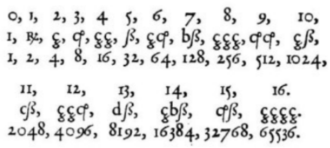


figure 1
table des signes cossiques
L'algèbre, Peletier, 1554, p.8

La deuxième ligne du tableau présente les symboles représentant l'inconnue et ses puissances dans l'ordre croissant, la première ligne étant constituée de leurs exposants : par exemple, $3c\beta$ est le « signe cossique » pour ce que nous noterions $3x^{11}$, l'inconnue étant notée x (à ne pas confondre avec $3ʒ\beta$, que nous noterions $3x^{10}$). La dernière ligne est un exemple de progression géométrique.

Peletier précise :

> Ce que sont l'Addition et la Soustraction en la Progression Arithmétique, cela même sont la Multiplication et Division en la Progression Géométrique. Savoir, Comme par l'addition de ces deux termes supérieurs $\mathbf{4}$ et $\mathbf{6}$, se produisent $\mathbf{10}$: ainsi par la multiplication de $\mathbf{16}$ et $\mathbf{64}$, se produisent $\mathbf{1024}$, qui est le terme sous $\mathbf{10}$.
>
> *Ibid.*, p.9

On remarque que l'invention des signes cossiques est « multiplicative », le signe correspondant à l'exposant $\mathbf{6}$ étant formé de la juxtaposition des signes correspondant à $\mathbf{2}$ et $\mathbf{3}$. Il est donc nécessaire d'inventer de nouveaux signes pour les exposants premiers, comme $\mathbf{5}$, $\mathbf{7}$ ou $\mathbf{11}$: de fait, pour $\mathbf{5}$, on emploie un signe ressemblant au bêta grec (β) ou à l'eszett allemand, mais pour les suivants, il combine ce signe avec les lettres latines successives, $b\beta$ pour $\mathbf{7}$, $c\beta$ pour $\mathbf{11}$, etc. Comme Stifel, Peletier donne également une table pour les signes cossiques correspondant aux nombres premiers.

Il utilise d'ailleurs la nomenclature de Stifel, « racine » pour l'inconnue, « cens » pour son carré, « cube » pour son cube, nomenclature qui se révèle aussi multiplicative pour les puissances ultérieures.

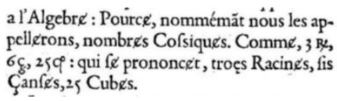

a l'Algebre : Pource, nommémãt nous les appellerons, nombres Cossiques. Comme, 3 ℞, 6ʒ, 25 cꝭ : qui se prononcet, troes Racines, sis Canses, 25 Cubes.

figure 2
nous les appellerons nombres cossiques
L'algèbre, Peletier, 1554, p.11

Dans l'exemple de Peletier, nous noterions, en appelant x l'inconnue, $3x$, $6x^2$, $25x^3$ les « trois racines, six cens, 25 cubes ». Il donne plus loin les règles de calcul algébrique.

Compte-rendu d'une activité en classe de seconde

L'activité que nous vous présentons ici a été réalisée en novembre 2025 sur deux séances d'aide personnalisée d'une heure dans deux classes de seconde du lycée Voltaire (Paris). Les élèves étaient en demi-groupe, environ 16 élèves.

Les objectifs sont surtout :
- **faire de la remédiation** sur deux règles de calculs algébriques (réduction de termes et soustraction d'une expression algébrique) : des erreurs souvent présentes en seconde empêchent les élèves de réussir en calcul littéral.
- **donner une culture générale** en présentant un algébriste du XVIᵉ siècle qui utilise un autre langage que le nôtre et l'évolution de l'algèbre.

Première séance

Étape 1

J'ai présenté Jacques Peletier du Mans en projetant une diapositive contenant quelques éléments biographiques et un plan de 1550 avec la localisation de son collège [3]. Nous avons précisé deux lieux géographiques : la ville du Mans (la ville de sa naissance) et la montagne Sainte-Geneviève à Paris (lieu de sa scolarité) que les élèves ne connaissent pas. Nous avons collectivement précisé le contexte historique des guerres de religion.

Les élèves ont été très curieux et ont vraiment participé avec l'envie de partager leurs connaissances sur cette période. Ils ont découvert un personnage et se sont intéressés à sa formation et son parcours.

J'ai terminé la présentation de Jacques Peletier avec la description de son livre d'algèbre publié pour la première fois en 1554. Pour l'anecdote, je leur ai dit que l'édition était écrite avec les règles d'orthographe qu'il avait lui-même établies. Ensuite, je leur ai expliqué pourquoi j'avais choisi de leur parler de Jacques Peletier. Son ouvrage d'algèbre allait nous permettre de revoir certaines règles algébriques à partir d'extraits de son livre, et de mieux les comprendre.

Étape 2

Après toutes ces informations sur Peletier, j'ai projeté sa nomenclature (figure 1, ci-dessus) avec les termes « nombres cossiques » et « signes cossiques » . En lisant la diapositive, j'ai expliqué le vocabulaire utilisé par Peletier : un « nombre cossique » est un terme contenant l'inconnue et Peletier utilise des « signes cossiques » pour les écrire. Je précise tout de suite qu'il existe différents symboles selon la puissance de l'inconnue. Un signe cossique représente à la fois l'inconnue et l'exposant de l'inconnue. Les élèves sont surpris par la quantité de symboles et par leur écriture, ils ne comprennent pas l'intérêt d'avoir autant de symboles qu'ils trouvent compliqués. Ils se demandent à quoi peuvent servir tous ces symboles. On peut faire autrement et plus simple. Il n'y a pas de x et de y !

Avant de leur expliquer précisément les symboles, je leur présente quelques points importants sur l'évolution de l'algèbre. Je commence par leur parler d'Al-Khwarizmi, auteur d'un livre considéré comme celui qui fonde l'algèbre en tant que discipline. Dans son ouvrage, il définit les trois objets de l'algèbre, l'inconnue, appelée racine ou chose, le carré de l'inconnue, appelé bien, et le « nombre seul » , notre constante. Le livre présente ensuite des algorithmes pour résoudre les équations du premier et second degré. Ce livre date du IXᵉ siècle et est écrit en langage naturel, Al-Khwarizmi n'utilise aucun symbole pour résoudre une équation (Djebbar, 2005).

Ensuite, je leur explique brièvement la transmission du livre d'algèbre d'Al-Khwarizmi à l'Occident au XIIᵉ siècle : le livre ayant eu immédiatement un grand succès, on le retrouve dans différentes régions de l'empire musulman qui s'étend jusqu'en Espagne à cette période. L'ouvrage, dont des copies ont été transmises aux grands foyers intellectuels et scientifiques, comme Tolède ou Cordoue, a été traduit en latin ou en hébreu et se répand ainsi dans toute l'Europe. Dès le XIIᵉ siècle, certains auteurs italiens font référence à cet ouvrage et participe à l'assimilation en Occident de l'algèbre et à son développement.

Nous revenons à Peletier, qui cite les ouvrages qu'il connaît et dont il s'inspire, principalement ceux de deux allemands, Scheubel et surtout Stifel. Ces derniers utilisent le mot « die Coss » pour parler de l'inconnue. Peletier reprend leur vocabulaire ainsi que de nombreuses notations et symboles. Mais il ne les reprend pas toutes et pas seulement. « Die Coss » est sans doute la germanisation du mot « cosa » en italien qui signifie la chose, le mot « chose » étant la traduction du nom arabe donné par Al-Khwarizmi à l'inconnue.

À cette période, les notations ne sont pas fixées, des mathématiciens de la même époque utilisent des symboles différents pour l'inconnue et ses puissances. Peletier, qui est quelqu'un de très honnête, nous permet de savoir où nous en sommes, il nomme toujours ses sources et nous dit si cela vient de lui ou de quelqu'un d'autre. Il fait, par exemple, référence à plusieurs reprises à Stifel. Cela me parait important de présenter l'évolution de ce langage mathématique et d'utiliser un autre langage, celui de Peletier, qui devrait aider à ne plus commettre certaines erreurs fréquentes avec celui de notre époque.

À ce moment de mon cours, je reprends alors la signification des symboles utilisés par Peletier. J'insiste sur le fait que Peletier utilise des symboles pour représenter l'inconnue avec sa puissance et que les symboles ne sont pas les mêmes quand l'inconnue est à une autre puissance.

L'explication de la nomenclature se fait en trois étapes. Je présente d'abord les symboles qui représentent l'inconnue, le carré de l'inconnue, puis son cube en leur disant qu'on s'intéressera particulièrement à ces trois symboles dans l'activité. Ensuite, je leur décris les symboles qui représentent l'inconnue dont la puissance est un nombre premier à partir de 5. Pour cela, je commence par leur montrer le symbole qui représente l'inconnue puissance 5. Ce symbole évoque une lettre allemande, reconnue par quelques élèves, ou grecque. Ensuite, je leur demande de lire et d'interpréter les symboles qui représentent les inconnues puissance 7, puissance 11…

Ce fut l'occasion de revoir avec eux les premiers nombres premiers. La plupart remarquent qu'on retrouve le même symbole, celui de l'inconnue à la puissance 5, précédé d'un autre symbole, mais ne voit pas la logique. Je leur demande de regarder plus attentivement, d'essayer de comprendre ce que fait Peletier.

Un élève remarque que l'on retrouve les lettres de l'alphabet avant le symbole de l'inconnu puissance 5. Je leur explique comment Peletier a construit ses différents symboles à partir d'autres pour ne pas en avoir trop. Avec ses notations, à chaque nombre premier correspondrait un nouveau symbole.

Dans le cas où les exposants ne sont pas des nombres premiers, en prenant comme exemple l'inconnue puissance 6, certains élèves ont assez vite compris que Peletier juxtaposait deux symboles celui du carré et celui du cube. Ils ont aussi compris qu'il décompose ses exposants en produit de nombres premiers et juxtapose les symboles correspondants.

Pour conclure, je leur ai posé plusieurs questions à l'oral, leur demandant de me donner l'écriture de certaines puissances afin de vérifier qu'ils avaient bien assimilé la nomenclature et sa construction.

J'ai terminé en leur disant que la première ligne du tableau correspond bien à nos exposants, nous avons donc la notion d'exposant mais pas la notation puisque Peletier utilise un symbole différent pour chaque exposant. La troisième ligne est, elle, un exemple, celui des puissances successives du nombre 2.

Cette explication demande un peu de temps. Après un effet de surprise, les élèves s'intéressent à cette nomenclature, ils cherchent à la comprendre pour pouvoir la lire et l'utiliser. Les élèves découvrent une autre façon d'écrire, ils la trouvent étonnante et surprenante, mais ils sont curieux et ont envie d'écrire avec cet autre langage.

Étape 3

Chapitre V

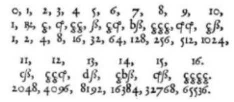
Les premiers nombres de l'algèbre, sont ceux auxquels sont proposés les signes ci-dessus baillés. D'aucuns les appellent nombres dénommés. Et ceux-ci plus directement appartiennent à l'algèbre : Pour cela, nommément, nous les appellerons nombres Cossiques. Comme 3R, 6ç, 25q : qui se prononcent trois Racines, six Censes, 25 Cubes.

figure 3
les nombres de l'algèbre
L'algèbre, Peletier, 1554, p.11

Lecture collective de la diapositive ci-dessus en précisant quelques mots de vocabulaire puis distribution du polycopié avec l'activité (encadré ci-dessous).

Les notations de Peletier pour les « nombres Cossiques »

Peletier note R l'inconnue, ç le carré de l'inconnue, q le cube de l'inconnue,…



le tableau de Jacques Peletier du Mans
L'algèbre, Peletier, 1554, p.8

Question 1
a. Écrire, avec nos notations modernes, en appelant x l'inconnue, les expressions suivantes : 6ç, $14R$, $3q$
b. Écrire à la manière de Peletier : $3x^3$, $2x$, $5x^2$

Peletier note l'opération d'addition par $p.$ (abréviation du mot Plus) et celle de soustraction par $m.$ (abréviation du mot Moins).

> Quand les signes *[cossiques]* sont divers, l'addition se fait par ce mot Plus : et la soustraction, par ce mot Moins. Comme, 4ç ajoutés avec $5q$, font $5q$ $p.$ 4ç. Au contraire, 4ç ôtés de $5q$, laissent $5q$ $m.$ 4ç. *[…]* Quand les signes *[cossiques]* sont semblables, ajoutez les absolus ensemble pour l'addition, et les soustrayez l'un de l'autre pour la soustraction ; et retenez le signe *[cossique]* à *[la somme]* et à *[la différence]*. Comme, 3ç ajoutés avec 5ç, font 8ç. Au contraire, 3ç soustraits de 5ç, font 2ç.

Question 2
Écrire 6ç $p.3R$ et 6ç $m.3R$ en notation moderne, en appelant x l'inconnue.

Question 3
Réduire autant que possible les expressions :
$2R$ $p.23$ $p.35$ $p.2$ç $m.12$; $3q$ $m.2R$ $p.5$ $p.5R$

Question 4
Réduire autant que possible et ordonner les expressions :
$8x^2 - 4x + 3$; $x^3 + 4x - x^2 + 5 - x + 2x^2$

Question 5
Refaire la question 4 avec les notations de Peletier.

J'ai demandé aux élèves de lire le polycopié et de répondre à la question 1. Les élèves devaient fournir un travail personnel. Je circulais dans les rangs pour vérifier qu'ils complétaient bien le polycopié. Certains m'ont interpellée quand ils se rendaient compte que finalement ils n'avaient pas si bien compris comment écrire et utiliser les signes cossiques ou qu'ils ne trouvaient pas la même chose que leur voisin !

Pour la question 1.a, certains élèves écrivait 6^2 pour 6ç. Ils utilisaient le symbole comme la notation d'un exposant, ils avaient retenu que ce symbole représentait le carré mais n'avaient pas assimilé que c'était une inconnue au carré et que le carré de l'inconnue était multiplié par 6. Cette erreur met aussi en évidence que l'écriture simplifiée $6x^2$ peut être difficile pour certains. Ils ne lisent pas l'expression comme un produit.

Pour la question 1.b, des élèves utilisaient aussi les signes cossiques pour écrire une constante, car ils n'avaient toujours pas compris que le signe cossique contenait un nombre inconnu dans notre activité. J'ai vu qq pour $3x^3$ sur certains cahiers.

Après que je leur ai donné certaines explications et précisions, les élèves se sont vite remis au travail pour traduire dans un langage ou l'autre les termes donnés. Ils avaient très envie de comprendre le langage de Peletier et de réussir à l'utiliser. Il leur a fallu un peu de temps et de pratique. Deux élèves pour chaque groupe sont venus au tableau corriger les questions.

Étape 4

Certains élèves avaient lu la suite de l'activité et avait commencé à répondre aux questions suivantes. Après la correction de la question 1, j'ai projeté la diapositive ci-dessous pour reprendre le travail collectif et j'ai demandé à un élève de lire la suite de la question 1.

Chapitre VI
De l'Algorithme des nombres simples Cossiques :
En premier de l'Addition et Soustraction

Quand les signes sont divers, l'addition se fait par ce mot Plus : et la soustraction, par ce mot Moins. Comme, 4ç ajoutés avec 5q, font 5q p. 4ç. Au contraire, 4ç ôtés de 5q, laissent 5q m. 4ç.
Quand les signes sont semblables, ajoutez les Absolus ensemble pour l'Addition : Et les soustrayez l'un de l'autre pour la Soustraction : et retenez le Signe au produit et au reste. Comme, 3ç ajoutés avec 5ç, font 8ç. Au contraire, 3ç soustrait de 5ç, font 2ç.

figure 4
addition et soustraction
L'algèbre, Peletier, 1554, p.12

J'ai demandé quelques précisions aux élèves sur le vocabulaire et les notations. Le vocabulaire n'a pas posé de problème, l'adjectif « semblable » est toujours utilisé pour réduire une somme ou une différence. J'en ai profité pour préciser la signification d'absolu et de produit. Peletier utilise les abréviations $p.$ et $m.$, présentes chez les auteurs italiens, pour noter une addition ou une soustraction. Les Allemands comme Stifel utilisent le signe $+$ pour l'addition et le signe $-$ pour la soustraction. Ce choix de Peletier, qui a des sources germaniques et italiennes, met en évidence que les notations ne sont vraiment pas fixées et que chacun reprend à son compte certaines notations ou certains symboles et pas d'autres.

Ensuite, j'ai demandé aux élèves de poursuivre l'activité jusqu'à la question 5. Les élèves se sont en général pris au jeu et ont répondu aux questions. J'ai continué à circuler entre les rangs pour vérifier leur travail et répondre aux questions. La majorité voulaient me montrer qu'ils savaient écrire et calculer avec les symboles de Peletier.

Des élèves se sont succédé au tableau pour corriger les questions 2 à 5. Il y a eu de nombreux volontaires. J'ai repris des erreurs habituelles commises assez souvent durant l'année lors d'exercices de calcul algébrique avec notre langage moderne. Certains additionnent des termes qui ne peuvent pas s'additionner, par exemple $2x^3$ et $5x$. Avec le langage de Peletier, il n'est pas possible de commettre cette erreur. En effet deux puissances différentes sont représentées par des symboles différents et les élèves savent repérer les termes écrits avec les mêmes symboles, dits termes semblables, pour les additionner ou les soustraire.

Lors des échanges avec les élèves à la fin de la séance, nous avons évoqué le langage actuel de l'algèbre, qui utilise un seul symbole pour écrire une inconnue, par exemple la lettre x, la puissance à laquelle on élève l'inconnue étant indiquée par le nombre mis en « exposant ».

J'ai compris que certains élèves dissociaient la lettre qui représente l'inconnue de l'exposant, ce qui pouvait expliquer certaines erreurs. Pour eux ils ont des x à additionner, ils regardent l'exposant après. Pour certains élèves, ce sont deux entités différentes qu'ils ne relient pas. Ils n'ont pas assimilé que la lettre et l'exposant forment un tout. Cette notation est très efficace, les élèves l'ont bien compris, mais parfois confuse pour certains d'entre eux.

À la fin de la séance, un élève m'a demandé si je leur demanderai d'utiliser Peletier dans la prochaine évaluation, il avait aimé son langage et avait envie de l'utiliser. La plupart des élèves étaient contents de la séance, ils avaient l'impression d'avoir appris quelque chose de nouveau et même maintenant de connaître Peletier ! Un élève m'a dit qu'il y avait beaucoup trop de symboles et que c'était dommage, parce qu'il trouvait que les calculs étaient plus simples. Il faudrait inventer un langage entre le nôtre et le sien.

Deuxième séance

Étape 5 : la fin de l’activité

Lors d’une autre séance d’aide personnalisée, j’ai demandé aux élèves de rapporter l’activité pour la poursuivre et la terminer. Je tenais à aborder un autre point avec eux, la soustraction d’expressions algébriques.

Exemples de soustractions chez Jacques Peletier du Mans

8℞ p.6	8ç m.6℞	6ȼ p. 8℞	6ȼ m.8℞
3℞ p.2	4ç m. 2℞	2ȼ p.10℞	2ȼ m.10℞
5℞ p.4	4ç m.4℞	4ȼ m.2℞	4ȼ p. 2℞

Question 6
a. Comment expliqueriez-vous les résultats de ces soustractions à un élève plus jeune ?
b. Écrire ces soustractions en ligne avec vos notations modernes.

Une explication donnée par Viète en 1591 :

> si de A l’on doive retrancher B plus D, le reste sera A moins B moins D, les grandeurs B et D étant retranchées séparément.
>
> Mais si l’on soustrayait D de la même B et que l’on eût à retrancher B moins D de A, le reste sera A moins B plus D ; car en retranchant la grandeur B, on retranche plus qu’il ne faut de la grandeur A, il faut donc compenser en ajoutant D.

Avant de faire la question 6, j’ai projeté la nomenclature de Peletier pour leur poser quelques questions sur les notations et les symboles. Certains se sont souvenus et se sont lancés tout de suite dans la question 6. D’autres avaient, eux, oublié. J’ai dû reprendre et préciser le langage utilisé par Peletier.

Les élèves étaient en autonomie et devaient fournir un travail personnel. Mon objectif était qu’ils découvrent les démarches de Peletier pour soustraire à partir de 4 exemples (qui étaient projetés au tableau). Je circulais dans les rangs pour les obliger à rédiger. Certains voulaient bien participer et expliquer mais juste à l’oral. Je leur ai laissé du temps et je passais pour les motiver, lire certaines explications et discuter avec eux.

Ensuite nous avons fait une synthèse à l’oral, certains ont lu leur explication, ce qui a amené quelques discussions entre eux. En guise d’explication, la plupart des élèves avaient essayé de traduire les opérations de Peletier avec notre langage, en utilisant la lettre x pour désigner l’inconnue et éventuellement des parenthèses, parfois avec des erreurs. D’autres ont décrit les opérations effectuées en langage naturel, sans expliquer la raison de la procédure.

Les deux premiers exemples n’ont pas posé de difficultés, cela paraissait évident, on enlève des quantités plus petites à des plus grandes. Pour le premier exemple, on soustrait 3 racines à 8 racines, il reste 5 racines et ensuite on enlève 2 à 6, il reste 4. Pour le second exemple, les élèves ont fait le même raisonnement. Mais pour le troisième, certains élèves ont parlé des nombres négatifs pour expliquer le résultat. On veut enlever 10 à 8, il manque 2, d’où l’écriture de Peletier. Les élèves n’ont pas été surpris et ont compris les opérations écrites.

Le plus difficile était de maintenir l’attention de toute la classe. Certains n’étaient pas intéressés, ou peu, par cette question, il a fallu rédiger et expliquer des choses qui leur paraissaient évidentes ou identiques à ce que l’on fait.

Pour le quatrième exemple, soit ils ne savaient pas, soit ils ont traduit en langage moderne et donc soustraire -10 revient à additionner 10.

J’ai surtout repris le dernier exemple au tableau pour mettre en évidence la technique opératoire utilisée par Peletier. J’ai aussi insisté sur le fait que les nombres négatifs n’existent pas à cette époque. Les symboles $m.$ ou $p.$ ne peuvent pas être écrits au début d’une expression, ils représentent des opérations et jamais des signes.

Puis, je leur ai laissé un peu de temps pour écrire ces mêmes opérations en ligne, les obliger à mettre des parenthèses. La correction de cette question m’a permis de reprendre certaines règles en calcul algébrique pour soustraire une somme algébrique avec un autre regard, en utilisant les méthodes de Peletier. Je leur ai expliqué que pour effectuer la dernière opération, Peletier soustrait d’abord 2 cubes à 6 cubes moins 8 racines, il reste donc 4 cubes moins 8 racines. Mais en fait il faut soustraire 2 cubes moins 10 racines, on a donc trop enlevé, il faut ajouter les 10 racines qu’on a enlevées alors qu’il ne fallait pas les enlever. En additionnant 10 racines aux 8 racines qui manquent, on obtient alors 2 racines.

Pour finir la séance et cette activité, j’ai lu la démonstration de Viète et fait un dessin au tableau pour illustrer cette démonstration. Les élèves semblaient convaincus.

Malheureusement, je ne suis pas certaine que les élèves aient toujours fait le lien entre ces explications et les règles de calculs algébriques à appliquer. Les élèves étaient moins mobilisés et curieux pour cette partie de l’activité. En fait trop de temps s’était écoulé entre les deux séances ; pour conserver l’attention et la motivation de la classe, il faudrait faire les deux séances sur un temps plus court, par exemple la seconde séance en classe entière, après la première séance faite en demi-groupes. Il pourrait être intéressant de ne distribuer que les questions 1 à 5 au départ, puis de demander aux élèves d’effectuer les 4 soustractions de Peletier, sans leur en donner le résultat. L’examen des éventuelles erreurs permettrait de faire une remédiation, par exemple avec l’explication de Viète.

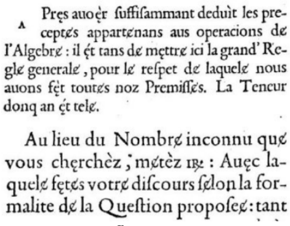
Une autre rédaction de la question 6

Voici 4 soustractions proposées par Peletier. Effectuer ces soustractions :

8℞ p.6	8ç m.6℞	6ȼ p. 8℞	6ȼ m.8℞
3℞ p.2	4ç m. 2℞	2ȼ p.10℞	2ȼ m.10℞

La grande règle générale de l’Algèbre

Après avoir donné les règles de calcul algébrique et la procédure de résolution des équations « censiques » , c’est-à-dire du second degré, Peletier nous donne sa grande règle générale de l’Algèbre.


Apres auoer suffisammant deduit les preceptes appartenans aus operacions de l’Algebre : il ét tans de mettre ici la grand’ Regle generale, pour le respet de laquele nous auons fet toutes noz Premisses. La Teneur donq an ét tele.

Au lieu du Nombre inconnu que vous cherchez, metez 1℞ : Auec laquele fetes votre discours selon la formalite de la Question proposee : tant

figure 5
la grande règle générale de l’algèbre
L’algèbre, Peletier, 1554, p.46

> Après avoir suffisamment déduit les préceptes appartenant aux opérations de l’Algèbre : il est temps de mettre ici la grande Règle générale, pour le respect de laquelle nous aurons fait toutes nos Prémisses. La Teneur donc en est telle.
>
> Au lieu du Nombre inconnu que vous cherchez, mettez $1R$: Avec laquelle faites votre discours selon la formalité de la question proposée : tant qu’ayez trouvé une Équation convenable, et celle-ci réduite si besoin est. *]…]*
>
> Voilà le texte formel de l’Algèbre, réduite à sa simplicité. Auquel sont comprises toutes les Règles qui en ont été baillées par ceux qui l’ont traitée. Les uns desquels au lieu de $1R$ que nous voulons être mis, mettent 1 Chose : Les autres, 1 Position. Et combien que tout revient à un : et ce qui est le plus convenable, est $1R$: Comme on peut connaître par la progression des signes Radicaux et de leurs Exposants ci devant baillés : et par la régulière opération qui en vient.
>
> L’algèbre, Peletier, 1554 Chapitre XXII, pages 46 — 47

Il lui faut maintenant donner « quelques exemples choisis » :

> Avant toutes choses, Faut entendre que le plus requis en Algèbre, est de bien raisonner ou discourir, pour parvenir à l’Équation. Pour cela, il convient d’être attentif au mérite et à la formalité des Questions : et s’exercer à en faire d’artificielles, et à les résoudre : Qui sera cause, que nous ne chargerons point notre Livre de multitude d’Exemples, remettant cela à la diligence des studieux. Et nous suffira, que nos Exemples soient expliqués avec telle pratique, qu’elle donne le moyen d’en inventer et résoudre de toutes sortes.
>
> **Exemple Premier**
>
> Il y a un Nombre, lequel multiplié par 9, et le produit ajouté à 90 : font autant comme le même Nombre multiplié par 14.
>
> Ce Nombre-là est $1R$. Je multiplie $1R$ par 9 : cela fait $9R$: Auquel j’ajoute 90 : cela fait $9R\ p.90$. Puis je multiplie $1R$ par 14, comme veut la Question : cela fait $14R$ qui seront égaux à $9R\ p.90$. J’ôte de chacun, $9R$ (pour la réduction de l’Équation) demeure $5R$, égaux à 90. Je divise donc 90 par 5, comme dit le texte de la règle : je trouve 18 pour $1R$: qui sera le Nombre que je cherchais.
>
> La preuve est, que 18 multiplié par 9, font 162 : auquel 90 est ajouté, font 252. Et les mêmes 18 multiplié par 14, font 252.
>
> Cette Question se peut traduire aux choses en cette forme.
>
> Deux hommes partent d’un même lieu, 10 jours l’un après l’autre : Le premier fait 9 lieux par jour : Le second en fait 14 : En combien de jours le second rejoindra-t-il le premier ?
>
> Entendu que le premier a déjà fait 90 lieux en 10 jours, Mettons que le second le rejoindra en $1R$ de jours. Donc par la Règle de 3, si 1 jour donne 9 combien donne $1R$? Ce sont $9R$ pour le premier : Puis, Si 1 jour donne 14, combien donne $1R$? Ce sont $14R$ pour le second.
>
> | Iours | Lieues | Iours | Lieues |
> |---|---|---|---|
> | 1 | 9, | 1℞ ? | 9℞. |
> | 1 | 14, | 1℞ ? | 14℞. |
>
> **figure 6**
> tableau de Peletier
> L’algèbre, Peletier, 1554, p.50
>
> Enfin, quand le premier aura fait $9R$, avec 90 lieues qu’il a faites : et que le second aura fait $14R$: lorsqu’ils se rejoindront, et auront autant fait l’un comme l’autre. Partant $14R$ font également $9R\ p.90$. Ôtez $9R$ de chacun : demeure $5R$, égaux à 90. Divisez 90 par 5, Vous aurez 18 : Et en tant de jours le second rejoindra le premier.
>
> La preuve, est que le premier en 18 jours, fait 162 lieues, qui ajouté à 90 font 252 : et le second en 18 jours, fait aussi 252 lieues : Car 18 multiplié à 14 font 252.
>
> L’algèbre, Peletier, 1554 Chapitre XXIII, pages 48-49-50

Peletier donne un deuxième habillage « concret » de la même équation, avec les gains de deux hommes, puis de nouveau le problème du voyage en le « retournant ».

> Un homme a gagné 90 florins en 10 jours ; un autre vient nouvellement, qui gagne 14 florins par chaque jour. En combien de jours seront-il égaux en gain, gardée la proportion lucrative de tous deux ? Faites comme dessus, et vous trouverez qu’en 18 jours,&c.
>
> Elle se peut retourner en cette sorte :
>
> Un homme fait 9 lieues par jour ; son compagnon part 10 jours après. Combien faut-il qu’il fasse de lieues par jour, pour le rejoindre en 18 jours ?
>
> L’algèbre, Peletier, 1554 pages 50-51

Recherche de solutions particulières d’équations

Peletier, après avoir donné l’algorithme général de résolution d’équations du second degré, donne une « manière nouvelle et abrégée » de trouver des solutions d’équations. Peletier citant toujours ses sources et présentant son travail comme nouveau, on peut lui attribuer la paternité de ces « abrégés ».

Comme Stifel, Peletier écrit toujours ses équations en isolant le terme de plus haut degré, dont le coefficient est l’unité. Une équation du second degré a donc trois formes possibles, dont on trouve dans le texte des exemples : $1_ç$ est égal à $9R\ m.20$, ou $1_ç$ est égal à $48\ m.2R$, ou $1_ç$ est égal à $6R\ p.4$.

Les expressions comportant une somme de deux termes dont l’un au moins comporte l’inconnue sont appelées Nombres Composés, par exemple $6R\ p.4$, et celles concernant une différence sont appelées Nombres Commecomposés.

Résoudre l’équation $1_ç$ est égal à $9R\ m.20$ (pour nous, $x^2 = 9x - 20$), c’est « extraire la racine censique » du Nombre Commecomposé $9R\ m.20$.

Un premier « abrégé »

> Quand, en un Nombre Composé, l'Absolu surpassera de 1, ou bien ,*[quand]*, en un Nombre Commecomposé, *[l'Absolu]* sera moindre de 1, que le Nombre des R : ce même Nombre absolu sera la R. Comme, $1_{\text{ç}}$ égal à $8R\ p.9$, la R est 9 ; $1_{\text{ç}}$ égal à $10R\ p.11$, la R est 11. De même, $1_{\text{ç}}$ égal à $7R\ m.6$, la R est 6 ; $1_{\text{ç}}$ égal à $8R\ m.7$, la R est 7. Et ainsi des autres.
>
> L'algèbre, Peletier, 1554 p.40

L'Absolu est la constante, toujours un nombre positif, qu'on ajoute ou soustrait au terme du premier degré, le Nombre des R le coefficient de l'inconnue. Comme à son habitude, Peletier donne deux règles en une phrase, ce qui ne facilite pas notre compréhension : Peletier donne une règle pour les équations du second degré dont, en termes modernes, le second membre est une somme du type $ax+a+1$ et pour celles dont ce second membre est une différence du type $ax-(a-1)$. Dans les deux cas, le Nombre absolu est solution de l'équation. Peletier ne justifie pas son résultat.

Remarquons qu'il ne donne qu'une solution, dans le premier cas car il n'y a qu'une solution positive, l'autre étant -1, mais aussi dans le deuxième cas où 1 est aussi solution.

Justifier l'affirmation de Peletier pourrait être en classe l'occasion de motiver du calcul littéral, y compris pour un niveau où on ne sait pas encore résoudre des équations du second degré ; ce serait aussi un rappel du fait que vérifier qu'un nombre est solution est facile, même quand on ne sait pas résoudre.

Un second « abrégé »

> Et sur ceci, l'homme de bon discours pourra raisonner semblablement pour d'autres formes d'Équations. Comme, si $1_{\text{ç}}$ est égal à $14R\ m.24$, il pourra facilement aviser que la moitié du Nombre absolu, qui est 12, sera la R. Car puisque $1_{\text{ç}}$ est égal à Racines et Nombre, il est certain que la R que l'on cherche, quelle qu'elle soit, doit être enclose précisément au Nombre. C'est-à-dire, que quand le Nombre serait divisé par R, si elle était connue, il ressortirait un Quotient sans fraction. Comme $1_{\text{ç}}$ égal à $2R\ p.15$, il est certain que la R que nous cherchons doit être contenue également en 15, puisque $1_{\text{ç}}$ est égal à deux racines et 15, et que tout Nombre Censique contient ses Racines également et précisément. Maintenant, puisque $2R$ sont certain nombre de Racines, il faut donc que 15 fasse l'achèvement des Racines qui sont nécessaires pour accomplir $1_{\text{ç}}$. Donc, puisque 15 se départ précisément en 5, et en 3 aussi, il se peut connaître aisément que 5 ou 3 sont la R. Que si vous prenez 3, les $2R$ vaudront 6, lequel joint à 15 font 21, qui n'est pas Censique. Partant, il faut que 5 soit la Racine. Car les $2R$ font 10, et 10 joint à 15 font 25, Nombre Censique.
>
> L'algèbre, Peletier, 1554 p.40-41

Cette méthode pour chercher des racines d'une équation polynomiale est extrêmement intéressante. En fait, il s'agit de chercher une racine entière d'équations à coefficients entiers. Nous demandons souvent à nos élèves de chercher une solution « évidente » d'une équation, nous cantonnant en général à des petits nombres solutions, -1, ou 1, ou -2, ou 2.

Le raisonnement de Peletier, qui fait intervenir la notion de divisibilité de manière simple, permet d'envisager des cas moins évidents, et, couplée à la relation entre somme et produit des solutions d'une équation du second degré et coefficients de cette équation, de la résoudre sans passer par le discriminant. Par exemple, pour l'équation $2x^2-13x-7=0$, s'il existe une solution entière, ce doit être un diviseur de 7 ; il est immédiat que 1 n'est pas solution, et le calcul est assez simple pour vérifier que 7 est solution. Le produit des racines étant $\frac{7}{2}$, la deuxième racine est $-\frac{1}{2}$.

Le procédé est encore plus intéressant pour une équation de degré supérieur. On peut ainsi déterminer une solution d'une équation du troisième degré sans savoir la résoudre, puis la factoriser pour trouver les autres solutions, ou bien, en généralisant au degré trois le résultat sur somme et produit des solutions, déterminer l'équation du second degré dont sont solutions les deux autres nombres cherchés, pour terminer la résolution.

Conclusion

Le livre de Peletier comporte bien d'autres exemples intéressants, qui peuvent fournir l'occasion d'activités en classe de lycée ou de collège. Nous n'avons pas fini d'explorer cet ouvrage, qui nous réserve encore bien d'heureuses surprises.

Indications bibliographiques

- **Peletier du Mans Jacques**, 1554, *L'algèbre, departie an deus livres*, Lyon, éditeur Jan de Tournes
  Disponible sur le site Gallica
  Réédition de l'édition de 1620 par l'IREMS de Paris, Reproduction de textes anciens, n°14.
  Disponible sur la page du groupe M. : A.T.H.

- **Bosmans Henri**, 1907, *L'algèbre de Jacques Peletier du Mans*
  Revue des questions scientifiques, tome XI, p.117-173, Louvain, Société Scientifique de Bruxelles
  Reproduit dans le n°14 de la série Reproduction de textes anciens de l'IREMS de Paris, 1999

- **Cajori Florian**, 1928-1929, *A History of Mathematical Notations*
  La Salle, Illinois, Open Court Pub. Co., Ré-édition 1993, New York, Dover.
  Disponible sur le site de l'APMEP

- **Djebbar Ahmed**, 2005, *L'algèbre arabe, genèse d'un art*
  Paris, Vuibert-Adapt

- **Genin Christine**, 2017, *Jacques Peletier du Mans : un novateur né il y a 500 ans*
  Disponible sur le site Gallica

- **Jugé Clément**, 1907, *Jacques Peletier du Mans, 1517-1582 ; essai sur sa vie, son œuvre, son influence*
  Paris, éditeur Lemerre
  Disponible sur le site Internet Archive

Notes

[1] Léonard de Pise, autrement dit Fibonacci.

[2] Pedro Nunes, *Libro de Algebra*, 1567.

[3] Cette diapositive est la première page du diaporama présenté aux élèves : il est disponible dans le dossier « Histoire des maths et algèbre » sur le site de l'IREMS de Paris.

CHANTIERS DE PÉDAGOGIE MATHÉMATIQUE

Les brèves de la Régionale

Article mis en ligne le 2 avril 2026

par Le Comité de la Régionale, Michel Suquet

Sommaire

Le concours « Maths & Égalités »

Maths et égalités 2025 — 2026

Le concours 2025 — 2026 de la Régionale APMEP d'Île-de-France et de l'IREMS de Paris a pour thème « Maths & Égalités ».

Le concours est ouvert aux classes et groupes d'élèves d'Île-de-France, de l'école à l'université, encadrés par un ou plusieur·e·s enseignant·e·s, et nous attendons qu'ils réalisent **un journal** dont le contenu doit être en lien avec le thème.

La date limite d'envoi des journaux pour cette édition 2026 est le 4 avril 2026 ; le jury se réunira la semaine suivante. Nous sommes en train de préparer la remise des prix avec un spectacle de la Compagnie Terraquée qui est une compagnie théâtrale orientée vers les disciplines scientifiques et l'exploration des savoirs.

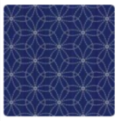
Mat' les Vacances

Mat' les Vacances est une une colonie pour faire des maths à la montagne ! Nous vous en avions déjà parlé dans un article des Chantiers en avril 2024. Ainsi qu'AFDM dans son n°531 de mars 2019.

L'édition 2026 de cette colonie se prépare, avec un séjour du 21 au 31 juillet 2026 à La Chapelle d'Abondance (Haute-Savoie). Elle est ouverte aux lycéen·ne·s motivé·e·s de première spé, plutôt issu·e·s de milieux défavorisés (selon les revenus des parents, elle coûte entre 50 et 450 € avec transport depuis Paris compris ; bien loin du coût réel de la colonie).

Les inscriptions sont ouvertes sur le site de l'association Paestel jusqu'au 17 mai 2026 : n'hésitez pas à inciter vos élèves de première « spé maths » qui auraient le profil à candidater !

Couture et géométrie



Connaissez-vous la technique Sashiko ? Elle est faite de motifs géométriques simples et élégants qui apportent à vos réparations de vêtements une dimension esthétique très appréciable.

De nombreux sites vous donneront sans doute des idées pour des projets interdisciplinaire ; notamment ceux décrivant des techniques de base.

Concours de poésie « Michèle Audin »

La SMF (Société Mathématique de France) invite à célébrer la beauté des mathématiques à travers les mots avec son concours de poésie « Michèle Audin ».

- informations sur le concours
- règlement du concours
- formulaire d'inscription

Société Mathématique de France

Saisissez votre plume (ou votre clavier), laissez dialoguer nombres et images, et soumettez votre poème avant le 1er octobre 2026.

Les Maths par le Jeu, avec la FFJM

Régulièrement, la FFJM (Fédération Française des Jeux Mathématiques) publie une newsletter pour nous donner des nouvelles de ses activités dont bien entendu le championnat : Newsletter FFJM n°25 du 2 mars 2026 avec le retour en images sur les demi-finales du championnat.

Vous pouvez également consultez les articles parus dans les Chantiers sur ce championnat de jeux mathématiques, par exemple le n°204 d'avril 2005 ou le n°202 d'octobre 2004.

Sophie Germain — Les nombres à tout prix

L'IHP (Institut Henri Poincaré) propose une exposition sur la vie et les travaux de Sophie Germain, mathématicienne du XIXe siècle, à une époque où l'accès aux études supérieures était réservé aux hommes.

Cette exposition débute le 1er avril 2026.

L'IHP propose des expositions itinérantes qui peuvent s'inclure dans vos projets de développement de la culture scientifique de toutes et tous. Le prêt des expositions est gratuit, sur réservation.

Origamis mathématiques

L'IHP (Institut Henri Poincaré) propose des tutoriels de réalisation de polyèdres en origami avec le procédé « Sonobe » pour certains : le cube, le dodécaèdre et le tétraèdre.

Vous pouvez, vous aussi, participer à cette collection d'origamis mathématiques en proposant vos réalisations ou celles de vos élèves.

Coder sans écran, avec du bois

On peut apprendre à coder sans écran, « en débranché » ! Et des outils à manipuler existent, ils sont en bois ! Avec plein de ressources disponibles sur le site de Code en Bois.

Deux interviews du créateur Marc Agenis-Nevers sont disponibles, à 3 ans d'intervalle : cela vous permettra de repérer les évolutions de Code en Bois.

- interview du 7 décembre 2022
- interview du 16 mars 2026

Des doigts et des maths

Compter sur ses doigts aide-t-il un enfant à progresser en maths ? Mais oui, contrairement à certaines idées reçues, il n'est pas nécessaire de décourager les enfants de compter sur leurs doigts. Une étude publiée récemment apporte quelques éléments d'explication.

Varions nos méthodes

Apprendre les maths autrement : les pistes de la recherche. Comment rendre plus accessibles les mathématiques ? Le succès de situations « adidactiques » offre quelques pistes à la recherche.

Les problèmes préférés de Denise Grenier

Le mathématicien René Cori soumet ses collègues à la question : quels sont vos problèmes préférés et pourquoi ?

Denise Grenier est interviewée et nous propose 3 problèmes : *n carrés dans un carré*, *empilement optimal de jetons* et *polygones réguliers à sommets entiers*.

Les trois problèmes préférés de Denise Grenier et leurs solutions figurent dans le magazine tangente n°228 et sur le site tangente-mag.com : Mes problèmes préférés — Denise Grenier

Retrouvez la vidéo de l'entretien sur YouTube, avec le texte de chaque problème dans la description de la vidéo.

Apprendre de ses erreurs

On ne peut progresser sans se tromper. Comment dès lors inviter les étudiant·e·s à ne plus craindre l'erreur mais à la voir comme une opportunité d'acquérir de nouvelles compétences ? Exemple à travers un dispositif d'apprentissage par l'action.

Peut-être que cet article rencontre, ou suscitera, vos réflexions pour engager vos élèves vers une « pédagogie de l'erreur » : comment passer des aspects négatifs de l'erreur à ses aspects positifs ?

La confiance en soi

Maths en classe : la confiance en soi, une clé de la réussite ?

Les formats ludiques invitent les élèves à tester des stratégies pour résoudre des problèmes de maths. Des expérimentations autour de jeux mathématiques ouvrent des pistes pour diminuer la pression de « la bonne réponse immédiate » et transformer l'erreur en ressource.

Le projet VUNEA

Le projet VUNEA (Vers Une Nouvelle Équation Académique) est porté par l'académie de Créteil, avec 4 objectifs principalement : voir l'article dans nos actualités.

Des conférences viennent ponctuer ce projet, en abordant des thèmes variés, et une MAM (maison académique des mathématiques) a été créée, lieu de ressources, de formation, d'animations à destination des enseignants des premier et second degrés, et qui peut également accueillir les élèves.

La « crise des vocations »

D'où vient cette crise d'attractivité qui touche les métiers de l'enseignement en France et dans le monde ?

Une revue d'études menées dans 18 pays incite à se pencher sur les conditions d'exercice et la reconnaissance d'une profession dont la contribution sociale fait pourtant toujours rêver un nombre non négligeable de candidats.

La forme de la Terre

Déterminer la forme de la Terre : une aventure scientifique et politique entre la France et le Royaume-Uni.

Quelle est la forme exacte de la Terre ? Est-elle aplatie ou plutôt allongée aux pôles ? La question a agité les milieux scientifiques des deux côtés de la Manche pendant plusieurs siècles.

Une exposition, « La figure de la Terre. Un débat scientifique franco-anglais (XVII^{e}-XXIe siècle) », se tient du 1er avril au 20 juin 2026, dans les locaux de la bibliothèque Mazarine, au cœur de l'Institut de France, à Paris.

Les mathématiques au féminin

Le magazine Tangente vous propose son numéro 228 de mars 2026 (avec 2 dossiers : la statistique publique et l'aimable savant Cramer) et aussi son hors-série 97 dont le thème est une histoire des mathématiques au féminin.

Ce hors-série comprend 3 parties :
- Des savantes aux calculatrices
- La formation au féminin
- Vivre en mathématicienne

L'IREM de Paris

Vous pouvez consultez les actualités de l'IREM de Paris avec de nombreuses informations : hommage à Michèle Audin, exposition, séminaires, colloques.

De nombreuses ressources sont disponibles sur le site de l'IREM dont celles des groupes de l'IREM.

À noter la journée des IREM franciliens (Paris-Nord et Paris) en partenariat par les labomaths de l'académie de Versailles, soutenue par les rectorats de Créteil et Paris ; journée qui aura lieu le mercredi 10 juin 2026 : inscrivez-vous !

L'IREM Paris-Nord

En plus de la journée des IREM franciliens (voir ci-dessus), vous pouvez vous documenter sur les 2 rallyes organisés par l'IREM Paris-Nord qui édite des gazettes :
- Rallye Cycle 2
- Rallye Cycle 3

Comme pour l'IREM de Paris, de nombreuses ressources sont disponibles sur le site de l'IREM dont celles des groupes de l'IREM.

Revue de presse

Sur le site Images des mathématiques qui donne à voir « la recherche mathématique en mots et en images », une revue de presse est proposée chaque mois.

Sont abordés divers thèmes qui alimenteront vos réflexions : la vie de la recherche, la recherche et ses applications, l'enseignement, la diffusion de la culture mathématique, les parutions d'ouvrages ou de magazines, l'histoire des mathématiques, les concours, les arts et les maths,...

Le Petit Vert

Le bulletin de nos amis de Lorraine a été publié en mars 2026, avec le numéro 165 qui sera, comme les autres numéros, une source d'idées pour vos cours.

Dans l'édito de ce numéro, des interrogations sur les examens dont les évolutions montrent une grande désinvolture : les réformes s'enchaînent d'année en année sans véritable réflexion, ni bilan de la précédente...

MathémaTICE

Le numéro 99 de la revue en ligne MathémaTICE est paru en mars 2026 avec pour thème principal l'intégration des TICE dans l'enseignement des mathématiques et pour ce numéro des articles très divers dont un plaidoyer pour la Forge de l'Éducation Nationale, une Forge des Communs Numériques Éducatifs.

Pour les prochains numéros de cette revue, des articles sont déjà prêts mais susceptibles de corrections avant leur publication définitive.

CHANTIERS DE PÉDAGOGIE MATHÉMATIQUE

Les classes flexibles

Article mis en ligne le 2 avril 2026

par Stéphanie Doret Guerre

Sommaire

Un projet NEFLE

Dans notre métier, il y a des projets plus ou moins lourds à mener. Les freins à leur mise en place peuvent malheureusement être nombreux, des obligations du calendrier scolaire aux démarches administratives complexes. Et il y a également des projets qui nous plongent dans l'inconnu ! C'est bien ce sentiment que j'éprouve au quotidien et auquel j'ai été confronté en souscrivant au projet de « classe flexible » que ma collègue de physique-chimie, Patricia, m'a proposé.

Ma mention de Patricia n'a rien d'anecdotique : son dynamisme et ses ressources sont le moteur du projet. Il y a quelques années, elle a décroché une subvention NEFLE (Notre école, faisons-la ensemble, guide sur le site Éduscol, Ministère de l'Éducation nationale) pour transformer son laboratoire de physique-chimie. Le changement a d'abord été structurel : sa salle rectangulaire a pivoté de 90°. Désormais exploitée dans sa longueur, elle facilite une circulation fluide entre des îlots à géométrie variable. Toutefois, ce lieu reste dédié aux sciences expérimentales. Son usage ponctuel par les élèves rendait alors difficile le transfert de ces pratiques vers d'autres disciplines.

L'équipe de physique du lycée ne s'étant pas pleinement inscrite dans le projet, les tables n'ont pas de roues, ni les chaises… Et nous en reparlerons, ceci n'est pas accessoire. En somme, le mobilier peut servir pour mettre en place une pédagogie alternative ou non.

C'est donc motivée par le travail en équipe et grâce à sa pratique que Patricia a par la suite sollicité d'autres collègues pour un projet à plus grande échelle : m'y incluant, nous avons constitué ensemble une équipe éducative complète pour enseigner en classe flexible. Mais voilà, les subventions NEFLE sont maintenant réduites à peau de chagrin ou réservées au premier degré. Il nous a fallu chercher de l'argent ailleurs et improviser avec les ressources humaines et financières de l'établissement.

Mais enfin qu'est-ce- qu'une « classe flexible » ?

Une « classe flexible », c'est le nom donné à un dispositif pédagogique qui se veut favoriser l'apprentissage en offrant aux élèves plus de mobilité, d'autonomie et de motivation.

Une salle aménagée pour ce dispositif ne contient pas seulement des tables et des chaises mais des espaces distincts. C'est en passant d'un espace à un autre que la flexibilité se fait. Les élèves peuvent évoluer d'un îlot de tables banales à des tables hautes, d'un espace numérique à un espace plus « calme » ou encore vers un coin bibliothèque. Ainsi, donnons quelques exemples de modalités d'assises : Z-tool, pouf, chaises roulantes, canapé, gradins, galette de sol, tabouret oscillant, un vrai catalogue de la CAMIF…

on trouve en ligne une multitude d'exemples de configurations possibles
notamment un dossier complet de la CARDIE

Mais, comme je l'ai expliqué en introduction, le mobilier ne fait pas tout. Cela passe surtout par la pédagogie mise en place et les gestes des enseignants.

L'îlot modulable : au-delà du mobilier, une nouvelle posture

Cette organisation permet aux élèves de travailler à plusieurs, pour organiser des échanges réflexifs en petits groupes ou pour mettre en place une différenciation pédagogique. Elle est aussi plus propice à l'entraide et au travail collaboratif.

Ainsi le professeur est moins au centre de la classe et devient surtout plus mobile. Il se déplace d'îlots en îlots pour échanger avec les élèves, il est donc plus accessible et peut aisément mettre en œuvre une pédagogie différenciée en accord avec les besoins des élèves en suivant par exemple individuellement ce qu'ils font. La « classe flexible » que nous imaginons au lycée s'inspire des lectures [1] que nous avons pu faire sur la « classe autonome » et le rôle de l'enseignant comme un régulateur au sein de la classe.

Notons également que pour les élèves les plus réservés et les plus fragiles, nous souhaitons proposer un espace de sociabilité plus restreint que celui de la classe entière et par conséquent un climat de classe plus serein afin qu'ils s'investissent et participent davantage.

Quelle configuration avons-nous choisi au lycée ?

Une fois réunis des collègues de SES, d'EPS, de physique-chimie, de maths, d'anglais, d'allemand, nous n'avions toujours pas de subvention ! Ni de salle d'ailleurs !

Devant l'accueil du projet par les autres collègues et le manque de salles au lycée, il ne nous semblait pas envisageable de transformer une salle banale avec une configuration « autobus » en classe flexible. Nous avons donc décidé d'attendre et de réfléchir au projet avec les premiers concernés : les élèves. L'année 2024-2025, l'équipe que nous avions constituée a partagé une classe de seconde avec laquelle nous avons réfléchi à ce que pourrait être notre classe flexible et nous avons écrit le projet pour le présenter à l'administration et obtenir un financement.

L'aubaine pour nous a été l'existence au sein du lycée de deux salles dites Stage 1 et 2, jusqu'alors réservées au GRETA ou stages externes, qui n'étaient que très peu utilisées. C'est ici que nous avons décidé d'installer la salle flexible à la rentrée suivante. À l'époque, nous avions envisagé une configuration qui nécessitait tout de même des travaux comme abattre une cloison.

la configuration envisagée, en 2024

Finalement, la classe de 2de8, année scolaire 2025 — 2026, a pris possession de la salle à la rentrée, certes, avec des tables classiques, des chaises classiques, une cloison encore présente mais avec tout de même beaucoup de surfaces pour écrire sur les murs, une salle annexe à aménager et surtout, des enseignants eux-mêmes flexibles.

En complément du mobilier élèves, nous avons effectivement investi les murs. Ces surfaces transforment la classe en « galerie d'exposition » : les élèves travaillent debout, changent de posture et interagissent plus activement. Écrire à la verticale libère le corps et favorise la coopération. Le mur d'écriture ou le tableau représentent aussi un moyen de développer la coopération entre élèves, de donner des responsabilités à tous les élèves pour qu'ils deviennent acteurs de leurs apprentissages. C'est aussi un moyen de laisser une trace écrite de cette réflexion.

les élèves et la classe flexible

En complément de cette surface d'écriture, nous avons voulu avoir des espaces d'affichages pour les productions des élèves. Il s'agit de montrer pour faire connaître, pour donner envie de faire, pour nourrir l'imagination et la recherche, pour valoriser. L'ensemble des productions peut donc être présenté, non pour « décorer » mais pour faire prendre conscience du travail effectué.

Quelles avancées depuis septembre ?

Aux aménagements envisagés s'ajoutaient du mobilier que nous avons pu acquérir au fil de l'année scolaire. Des armoires pour stocker du matériel (par exemple des jeux de maths…), une bibliothèque, des plantes, un espace numérique, une grande table ovale pour les travaux de groupe et un amphithéâtre ! Imaginé comme un lieu de présentation au groupe, l'endroit du débat, le forum, l'Agora se veut être un lieu citoyen où tout le monde échange, donne son avis et apprend à écouter celui des autres. Cette superbe réalisation est l'œuvre de M. Gonin, agent du lycée et ébéniste de formation.

l'Agora, œuvre de M. Gonin, agent du lycée et ébéniste de formation

L'espace continue à évoluer au fil du temps. L'absence d'un mobilier adapté empêche certainement les élèves de se projeter dans un modèle moins figé. Ainsi, lorsqu'ils arrivent en classe, ils s'assoient toujours aux mêmes places et demandent souvent l'autorisation pour se lever. L'équipe a décidé de fonctionner toujours par îlots en ayant tout de même des « groupes fixes » pour établir des rituels.

Récemment, nous avons laissé les élèves constituer de nouveaux groupes en leur fixant des contraintes (ne pas se répartir uniquement par affinités, faire des groupes mixtes, chercher des camarades avec qui on peut travailler). De cette manière, ils ont trouvé des combinaisons qui ont particulièrement fonctionné et c'était une très bonne source de motivation pour eux.

séance de travail avec les nouveaux îlots

Quelles perspectives ?

Finalement, nous n'en sommes qu'au commencement. La commande de mobilier sera faite en avril et celui-ci ne sera probablement livré qu'en fin d'année scolaire et ne servira donc qu'à la rentrée prochaine. L'option retenue consiste à créer différents espaces avec « tables modulables » colorées dotées de seulement deux roulettes pour faciliter les déplacements rapides, des chaises offrant une assise avant et arrière ainsi que des tables et tabourets hauts.

tables modulables permettant de créer des îlots de 3 à 5 personnes

chaises permettant de se retourner facilement

Ce qui nous apparaît au quotidien, c'est que l'organisation de la classe se fait essentiellement par les modalités de travail proposées au groupe. Certes, les espaces peuvent être créés, c'est à l'enseignant d'imaginer des séances pour les faire vivre et permettre aux élèves d'y évoluer. Classe puzzle, plans de travail, parcours en autonomie avec les outils numériques comme Eléa ou MathAléa, oraux, autant de pistes que nous avons explorées pour mettre en place notre conception de la classe flexible.

Ces thématiques seront sûrement abordées dans les prochains Chantiers avec la possibilité d'y inclure vos propres retours d'expérience.

l'espace numérique
élèves qui travaillent en petits groupes

la classe flexible
une configuration

une autre configuration

une troisième configuration

Notes

[1] Irem de Rennes : Classe accompagnée en mathématiques. Changer les postures pour stimuler l'autonomie et la motivation des élèves ou Dossier CRAP : Les ateliers, une façon pédagogique de gérer la classe ?

CHANTIERS DE PÉDAGOGIE MATHÉMATIQUE

Le jeu au cœur des apprentissages

Article mis en ligne le 2 avril 2026
dernière modification le 1er avril 2026

par Céline Fauvinet

Utiliser le jeu en classe

Dans ma vie d'élève, les mathématiques ont toujours été un jeu. La recherche de la solution m'a toujours paru grisante. Or nos élèves ne partagent pas toujours ce point de vue, et la maîtrise des automatismes nécessaires à une véritable recherche mathématique leur semble souvent rébarbative.

Certains ont bien compris la règle du jeu et acceptent ce passage obligé, d'autres non ; et l'écart entre les élèves se creuse. Ce constat a longtemps été frustrant : comment engager l'implication des élèves dans la maîtrise des automatismes ? Comment susciter l'échange verbal entre élèves ? Toutes ces questions m'ont conduit à m'orienter vers l'utilisation du jeu en classe. J'ai dû faire face à des freins naturels : le manque de temps, le bruit, la difficulté à faire le lien entre l'activité ludique et les automatismes mobilisés.

Le premier frein était facile à surmonter : ne pas perdre de temps dans les explications en m'appuyant sur des principes de jeux existants, et accepter que les automatismes ne fassent pas systématiquement l'objet d'exercices supplémentaires. Pour le bruit, il s'agissait d'expliquer clairement l'objectif et l'intérêt des échanges, et d'autoriser si besoin le travail hors des murs de la classe (couloir, extérieur). Enfin, pour assurer le lien avec les apprentissages, il est indispensable de prévoir pour chaque jeu un temps de restitution individuelle, au cours duquel l'élève peut faire le point sur ce qui a été travaillé.

C'est dans cette perspective que j'ai conçu un jeu court, directement inspiré de Jungle Speed, afin de faire travailler des automatismes fondamentaux tout en favorisant l'engagement et les échanges entre élèves.

le jeu Jungle Speed *puissances* est disponible sur le site de l'APMEP

Jungle speed et les puissances

Le jeu s'inspire du principe de Jungle Speed : observation et argumentation sont au cœur de l'activité. Il vise à faire travailler le lien entre différentes écritures d'un même nombre autour des puissances de 10. Chaque nombre est représenté par quatre écritures : son écriture décimale ; une écriture sous la forme d'un produit d'un entier par une puissance de 10 ; son écriture scientifique ; et une écriture utilisant les préfixes des unités (kilo, méga, milli, micro, etc.).

Ainsi, les élèves doivent reconnaître rapidement que deux cartes correspondent au même nombre, malgré des écritures distinctes. Au-delà de l'aspect ludique, l'activité mobilise des automatismes essentiels : passage d'une écriture à une autre, interprétation des puissances de 10, compréhension du sens des préfixes. Le jeu favorise également la verbalisation : lors des erreurs ou des hésitations, les élèves sont amenés à expliciter leurs procédures. Il s'agit donc d'un travail exigeant, mais porté par une dynamique collective et motivante.

Je l'ai d'abord pensé pour deux classes de 4^{e} aux profils très différents : une classe de section sportive, dynamique mais peu centrée sur l'écoute et composée d'élèves très individualistes, et une seconde classe très portée sur l'échange et l'entraide. Je l'ai intégré assez tôt dans les apprentissages afin d'éviter les écarts, puis nous l'avons réutilisé lors d'une séance de préparation au contrôle.

Je l'ai réutilisé cette année avec une classe de 3^{e} au profil particulier : un groupe d'élèves littéraires n'aimant pas les mathématiques et un groupe de filles passionnées de sciences, excellant dans la matière. Nous fonctionnons avec un livret d'automatismes et, suite à de nombreuses questions sur les calculs avec les puissances de 10, deux élèves ont proposé d'utiliser le jeu en classe. J'ai également pu utiliser ce jeu auprès d'élèves d'un dispositif relais. C'était un défi pour eux, mais ils se sont pris au jeu et en redemandent… Prochain objectif : les équations.

Mise en œuvre en classe

Les élèves sont habituellement disposés en îlots de quatre. La composition des groupes est modifiée à chaque retour de vacances, afin de renouveler les interactions et d'éviter l'installation de rôles figés. La séance de jeu n'excède pas trente minutes. Elle est précédée d'une présentation collective rappelant les objectifs mathématiques. Pendant le jeu, j'observe et j'interviens ponctuellement pour faire préciser une démarche ou lever un blocage.

Dans certains groupes, le départ est compliqué. Je reste alors un moment auprès d'eux et, dès que deux nombres s'écrivent avec les mêmes chiffres, je lance le débat : nous discutons ensemble de la possibilité de prendre ou non le totem.

Lors d'une séance en 3^{e}, je me suis assise au sein d'un groupe d'élèves en situation de conflit : l'une affirmait pouvoir prendre le totem, l'autre lui disait qu'elle avait tort. La discussion portait sur les nombres « $8,3\times10^8$ » et « 830 méga ». Théa précisait : « méga, c'est 10^6, donc le 0 est le chiffre des 10^6, le 3 celui des 10^7 et le 8 celui des 10^8, donc c'est bon ». Lætitia expliquait que $10^8=10^6\times10^2$ et qu'il fallait donc diviser $8,3$ par 10^2 pour convertir en méga. L'explication de Théa lui paraissait logique, la sienne plus mathématique. Après un passage à l'écrit, Lætitia a compris son erreur.

Dans un second groupe, Tim expliquait à Arthur pourquoi il avait pris le totem : « $0,0452$, c'est $0\times10^{-1}+4\times10^{-2}$; le reste n'est pas important, son écriture scientifique, c'est donc $4,52\times10^{-2}$ ». Un peu plus tard, Tim reprenait la même technique : « $9,31\times10^{3}$, c'est $9\times10^{3}+3\times10^{2}+1\times10^{1}$, donc c'est 931 ». J'ai dû intervenir pour redéfinir avec eux le sens des puissances.

Les erreurs deviennent alors des supports de discussion au sein des groupes et favorisent la justification des procédures. La séance se conclut par un temps de restitution individuelle : chaque élève écrit dans son cahier ce qui a été travaillé, ce qu'il a compris, et se positionne quant à la maîtrise de l'automatisme (acquis, en cours d'acquisition, à retravailler). Lors de la séance suivante, l'automatisme est réinvesti à travers des questions « flash », afin d'ancrer durablement les apprentissages.



Bénéfices et limites du jeu

Ce jeu s'est révélé efficace pour engager les élèves dans le travail. Tous se sont impliqués, et les échanges ont été nombreux et centrés sur les procédures de conversion et de reconnaissance des écritures. Le temps de restitution individuelle et les questions flash ont permis de consolider les acquis et d'inscrire l'activité dans une progression cohérente.

Le dispositif présente néanmoins certaines limites : le niveau sonore peut être élevé et le jeu ne peut se substituer à l'ensemble des situations d'entraînement. Il s'agit d'un outil ponctuel, destiné à réactiver ou consolider des connaissances déjà introduites.

Cette expérience montre que le jeu peut constituer un levier efficace pour faire travailler des automatismes souvent perçus comme techniques et rébarbatifs. En donnant du sens, de la rapidité et de l'interaction aux apprentissages, il favorise à la fois l'engagement des élèves et la verbalisation des procédures. Au-delà de ce dispositif, cette approche ouvre des perspectives pour d'autres notions du collège et interroge plus largement nos pratiques : intégrer ponctuellement le jeu en classe, ce n'est pas renoncer à l'exigence mathématique, mais proposer un autre chemin pour y guider les élèves.

CHANTIERS DE PÉDAGOGIE MATHÉMATIQUE

Un article pour AFDM ?

pourquoi pas…

Article mis en ligne le 2 avril 2026
dernière modification le 1er avril 2026

par Olivier Longuet

*La bande dessinée d'Olivier Longuet devrait vous inciter à proposer un ou des articles pour notre revue préférée : **Au fil des maths**. Toute une équipe de collègues vous aiderons à clarifier vos idées, si c'est nécessaire, comme cela est montré dans cette BD.*

La BD d'Olivier Longuet est parue dans AFDM n°554, décembre 2024.

Vous aussi, partagez votre expérience pédagogique ou vos réflexions sur notre métier, le travail avec vos élèves.

Peut-être avez-vous envie de rejoindre l'équipe éditoriale : une très bonne idée ! Elle se réunit cinq fois par an pour produire quatre numéros « papier » et les contenus numériques.

N'hésitez pas à contacter Cécile Kerboul, la responsable de la publication.

CHANTIERS DE PÉDAGOGIE MATHÉMATIQUE

Connaissez-vous l'ETC ?

pour les amoureux de la géométrie du triangle !

Article mis en ligne le 2 avril 2026
dernière modification le 12 avril 2026

par René Drucker

Sommaire

Une encyclopédie des centres du triangle

Géomètrophiles, si vous êtes passionné par la géométrie plane et les constructions géométriques j'aimerais vous faire partager un de mes sites préférés : en lisant un article de mathématique j'ai découvert le site Encyclopedia of Triangle Centers — ETC que je désignerai plus simplement par ETC.

Un de ses fondateurs est Clark Kimberling, professeur de mathématiques à l'université d'Evansville (États-Unis) qui héberge ce site collectionnant des points caractéristiques du triangle, ceux que nous connaissons comme l'orthocentre H, le centre de gravité G, les centres des cercles inscrit I et circonscrit O… et bien d'autres. Mais oui, il y en a plus de 70 000 qui sont documentés !

Des points mais aussi des droites ; et il n'y a pas que les bissectrices, les médianes, les médiatrices, ou les hauteurs !

Généralement, trois droites quelconques n'ont aucune raison d'être concourantes, mais avez-vous remarqué que, dans le triangle, il se passe des choses à ce sujet ? Pour le triangle, les droites ont une forte tendance à être concourantes trois par trois.

De même, trois cercles quelconques n'ont aucune raison d'être concourants, mais dans le triangle, pour les cercles, comme pour les points ou les droites il se passe des choses…

Et pourquoi 4 points seraient-ils cocycliques ?

Découverte du site ETC

Pour simplifier, le triangle est nommé ABC, de côtés a, b, c et, comme dans Geogebra, a, b, c sont aussi les longueurs de ses côtés.

Les points, numérotés $X(1)$, $X(2)$, … , $X(n)$, dans le plan d'un triangle peuvent être repérés de 2 façons :
- **coordonnées trilinéaires**
  trilinéaires : distances du point aux côtés du triangle
- **coordonnées barycentriques**
  barycentriques : distances du point aux sommets du triangle.

Dans le tableau suivant, voici les différentes coordonnées pour les points classiques I, G, H, O dans ABC ; j'utilise le vocabulaire du site et vous trouverez en fin de cet article la correspondance avec l'usage français.

point	coordonnées trilinéaires $(x : y : z)$	coordonnées barycentriques $(ax : by : cz)$
A	$(1 : 1 : 1)$	$(1 : 0 : 0)$
M_A milieu de BC	$(0 : ca : ba)$	$(0 : 1 : 1)$
$X(1) = I$ incenter	$(1 : 1 : 1)$	$(a : b : c)$ $= (sin(A) : sin(B) : sin(C))$
$X(2) = G$ centroid	$(bc : ca : ab)$ $= \left(\frac{1}{a} : \frac{1}{b} : \frac{1}{c}\right)$	$(1 : 1 : 1)$
$X(3) = O$ circumcenter	$(cos(A) : cos(B) : cos(C))$	$(acos(A) : bcos(B) : ccos(C))$ $= (sin(2A) : sin(2B) : sin(2C))$
$X(4) = H$ orthocenter	$\left(\frac{1}{cos(A)} : \frac{1}{cos(B)} : \frac{1}{cos(C)}\right)$	$\left(\frac{a}{cos(A)} : \frac{b}{cos(B)} : \frac{c}{cos(C)}\right)$ $= (tan(A) : tan(B) : tan(C))$

Remarque : Dans Geogebra, sont à votre disposition les commandes Trilinéaire et Barycentre.

Je vous présente ci-dessous quelques points, droites et cercles que l'on peut découvrir ou retrouver dans ETC.

À noter que BC peut désigner tout aussi bien la droite passant par B et C, le segment d'extrémités B et C ou la distance entre B et C ; le contexte permet de comprendre de quoi il est question. Et un cercle peut être définit par 3 points différents de ce cercle ; par exemple « le cercle ABC » : c'est le cercle passant par les 3 points A, B et C.

En annexe, vous trouverez un lexique français-anglais et quelques définitions usuelles telles que cévienne ou ménélienne. Le glossaire de Publimath peut aussi vous aider à retrouver une définition.

Le site Wolfram MathWorld est aussi une mine, je vous invite à le consulter.

D'autres références peuvent être consultées :
- **le livre d'Yvonne et René Sortais**
  La géométrie du triangle (1987 chez Hermann)
- **le n°24 de la bibliothèque Tangente**
  Le triangle — Trois points, c'est tout !
- **la page Wikipedia sur le renouveau de la géométrie du triangle**, notamment sa partie historique
  Géométrie moderne du triangle

Le point de Lemoine : $X(6)$

Une symédiane d'un triangle est une droite partant d'un sommet et symétrique de la médiane de ce sommet par rapport à la bissectrice de ce sommet (figure 1a).

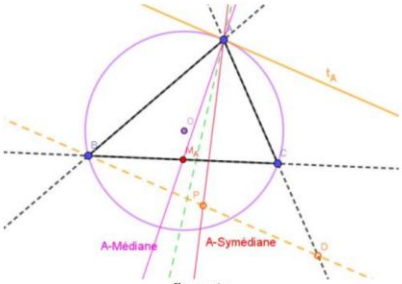


figure 1a
la A-symédiane : la symédiane issue de A

La parallèle en B à la tangente en A au cercle circonscrit coupe AC en D et la A-symédiane en P, milieu de BD.

Les trois symédianes d'un triangle sont concourantes : leur intersection est le point de Lemoine $L_e = X(6)$ (figure 1b).

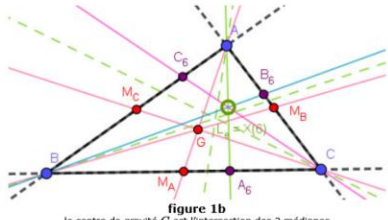


figure 1b
le centre de gravité G est l'intersection des 3 médianes
le point de Lemoine L_e est l'intersection des 3 symédianes

Le point de Gergonne : $X(7)$

Dans un triangle, le point de Gergonne $G_e = X(7)$ est le point de concours des trois céviennes (figure 2) qui aboutissent aux points de contact des côtés d'un triangle avec le cercle inscrit de centre $I = X(1)$.

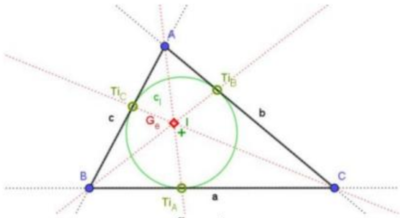


figure 2
le centre du cercle inscrit I est l'intersection des 3 bissectrices
le point de Gergonne G_e est l'intersection de 3 céviennes

Le point de Nagel : $X(8)$

Le point de Nagel $N_{ag} = X(8)$ est le point de concours des trois céviennes qui aboutissent aux points de contact Te_A, Te_B, Te_C des côtés d'un triangle avec les cercles exinscrits (figure 3).

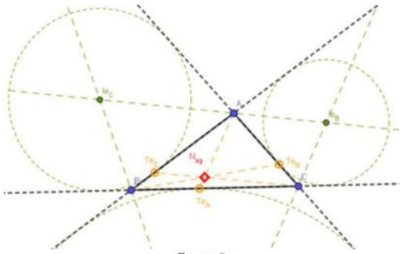


figure 3
Le point de Nagel N_{ag} et les cercles exinscrits

Des cercles dans le triangle

Le cercle de Conway

Des points (4 ou plus) n'ont aucune raison d'être cocycliques ; et pourtant…

Quand on prolonge chaque côté du triangle, à partir de chaque sommet, d'une longueur égale à la longueur du côté opposé à ce sommet, les six extrémités A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2 (hexagone) sont cocycliques, sur un cercle concentrique au cercle inscrit de ABC de centre $\Omega = X(1)$ et les diagonales de l'hexagone sont isométriques (figure 4).

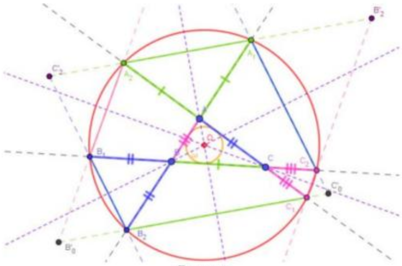


figure 4
Ω est le centre du cercle inscrit et du cercle de Conway

Le cercle de Miquel

Des cercles (3 ou plus) n'ont aucune raison d'être concourants, et pourtant...

Une ménélienne (voir figure 5) coupe les côtés de ABC en 3 points A', B', C' (oui, d'accord, il ne faut pas qu'elle soit parallèle à un côté). Les cercles $AB'C'$, $BA'C'$, $CA'B'$ sont concourants en M_i, le point de Miquel $X(501)$, associé à la ménélienne. Et les centres de ces cercles sont cocycliques avec $O = X(3)$, centre du cercle circonscrit, et M_i (le point de Miquel).

Cinq points cocycliques et cinq cercles concourants. Je vous disais bien qu'il se passe des choses pour un triangle !

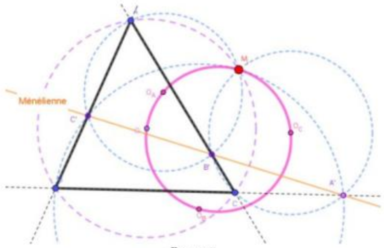


figure 5
une ménélienne et son cercle de Miquel

Les cercles de Johnson

H, ou $X(4)$ pour les intimes, l'orthocentre de ABC, les 4 cercles HBC, HAC, HAB, (de centres respectivement O_A, O_B, O_C) et le cercle $O_AO_BO_C$ sont isométriques. H est le centre de $O_AO_BO_C$ (figure 6).

Par l'homothétie h, de centre H et de rapport 2, $h(O_AO_BO_C) = A'B'C'$ qui est le triangle anti-complémentaire de ABC.

Soit G le centre de gravité (ou $X(2)$). Les droites AA', BB', CC' se coupent en G, ce sont des G-céviennes de ABC.

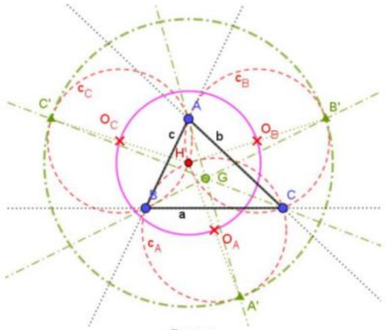


figure 6
les cercles de Johnson
H est l'orthocentre, G est le centre de gravité

Annexe

Lexique français-anglais

Les mots utilisés dans ETC sont typiquement anglais et peuvent surprendre quand on découvre le site ETC. Voici quelques correspondances entre les termes français et anglais.

terme français	terme anglais	ETC
sommet	vertex	
point	point	
droite	line	
côté	side	
cercle inscrit	incircle	
centre du cercle inscrit	incircle center	$X(1)$
centre de gravité	centroid	$X(2)$
cercle circonscrit	circumcircle	
centre du cercle circonscrit	circumcircle center	$X(3)$
orthocentre	orthocenter	$X(4)$

Définitions

Si vous découvrez la géométrie du triangle, les définitions suivantes peuvent être utiles. Nous indiquons, lorsqu'elle est disponible, la définition que l'on peut trouver dans le glossaire de Publimath.

- **cévienne**
  Droite passant par un sommet.
  définition de Publimath

- **ménélienne**
  Droite coupant les 3 côtés.
  définition de Publimath

- **conjugué isogonal**
  - Si on trace les 3 céviennes d'un point P dans le plan ABC (P peut être extérieur à ABC), puis les symétriques de ces 3 céviennes par rapport aux bissectrices intérieures (figure 7a), ces trois nouvelles droites sont concourantes, et leur point d'intersection P' est le conjugué isogonal de P.
  - Les projections (orthogonales) Q_a, Q_b, Q_c, d'un point Q sur les côtés a, b, c (éventuellement prolongés) déterminent un cercle, le cercle podaire de Q pour ABC (figure 7b). Ce cercle recoupe les côtés en 3 points $Q'a$, $Q'b$, $Q'c$. Les perpendiculaires aux côtés à partir de ces 3 points sont concourantes, et leur point d'intersection Q' est le conjugué isogonal de Q.

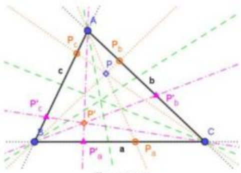


figure 7a
conjugué isogonal
une construction

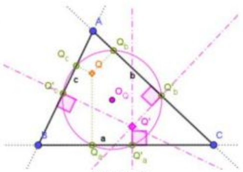


figure 7b
conjugué isogonal
une autre construction

- **conjugué isotomique**
  - Les 3 céviennes d'un point P, dans le plan du triangle ABC, coupent les côtés en P_A, P_B, P_C. $P_AP_BP_C$ est le P-triangle cévian.
    Soient M_A, M_B, M_C les milieux des côtés du triangle et P'_A, P'_B, P'_C les symétriques de P_A, P_B, P_C, par rapport aux milieux.
    Les droites AP'_A, BP'_B, CP'_C sont concourantes en P' qui est le conjugué isotomique de P par rapport à ABC.

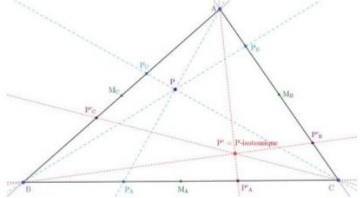


figure 8
conjugué isotomique

Avis de recherche

Article mis en ligne le 2 avril 2026

par Michel Suquet

CHANTIERS DE PÉDAGOGIE MATHÉMATIQUE

Avis de recherche du n°207

Sur une idée de Guy Paty, dans le numéro précédent nous vous avions proposé un avis de recherche avec de la géométrie en 3D.

figure 1
un coin de cube

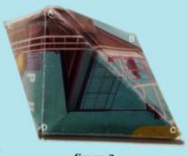


figure 2
une pyramide de sommet A et de base BCDE dont les faces latérales sont identiques

Observez les 2 figures ci-dessus : on part d'un coin de cube (figure 1), formé par un carré ABCD et une arête [AE] ; en faisant un pli avec [AC] on le déforme pour obtenir la figure 2. Les segments [AE], [AB], [AD] et [AC] jouent le rôle de charnières dans cette déformation : les points C et E s'éloignent tandis que les points B et D se rapprochent. À un moment de cette déformation, le segment [BD] coupe le segment [EC] : les points B, C, D et E sont coplanaires (figure 2).

L'arête du cube servant d'unité, pour la figure 2, calculez BD et CE, ainsi que les angles de cette pyramide de sommet A et de base BCDE.

Une autre façon d'aborder ce problème est de prendre un cube un peu plus complet et de le plier pour obtenir un octaèdre dont toutes les faces sont égales à un demi-carré, de côtés 1, 1 et $\sqrt{2}$.

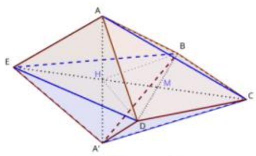
le cube ouvert
3 charnières : une diagonale de la face de dessous et une diagonale de chaque face arrière

le cube fermé
un octaèdre
avec 8 faces identiques

On obtient un octaèdre dont les 8 faces sont des triangles isocèles rectangles tous égaux ; aurait-il un nom particulier ? Il le mérite, non ?

On peut remarquer que $AA' = BD$ et $EH = MC$: en tournant d'un quart de tour d'axe (CE) puis d'un demi-tour d'axe perpendiculaire à la base de la pyramide BCDE, on retrouve le même octaèdre.

On peut aussi remarquer que, d'une part, $EH = HD = HB$: en effet, les triangles EHA, BHA et DHA, rectangles en H, sont égaux, et d'autre part, $AM = EH$ puisque les triangles rectangles AHM et HMD sont égaux.



$BCDE$ est un cerf-volant
avec $EB = ED = \sqrt{2}$
et $BC = DC = 1$

Pour simplifier les écritures qui suivent, posons $EH = e$, $HC = f$ et $AH = h$.

À l'aide du théorème de Pythagore, on a les égalités suivantes :
(1) $h^2 + e^2 = 1$ (triangle AEH rectangle en H)
(2) $h^2 + f^2 = 2$ (triangle ACH rectangle en H)
(3) $h^2 + (f - e)^2 = e^2$ (triangle AMH rectangle en H)

En développant cette troisième égalité, on obtient $h^2 + f^2 = 2ef$ et à l'aide de la deuxième égalité : $ef = 1$, ce qui donne $e^2 f^2 = 1$.

Avec les deux premières égalités, on a $e^2 = 1 - h^2$ et $f^2 = 2 - h^2$
donc $(1 - h^2)(2 - h^2) = 1$
ce qui permet d'obtenir une équation bicarrée : $h^4 - 3h^2 + 1 = 0$
factorisons : $\left(h^2 - \frac{3}{2}\right)^2 - \frac{9}{4} + 1 = 0$ pour obtenir $\left(h^2 - \frac{3}{2}\right)^2 = \frac{5}{4}$
On a donc 2 solutions : $h^2 = \frac{3 + \sqrt{5}}{2}$ et $h^2 = \frac{3 - \sqrt{5}}{2}$
Or, $\frac{3 + \sqrt{5}}{2} > 1$, ce qui n'est pas acceptable puisque $AH < EA = 1$
On a donc $h^2 = \frac{3 - \sqrt{5}}{2}$
h devant être positif, on a donc $h = \frac{-1 + \sqrt{5}}{2}$
puisqu'on peut vérifier que $\left(\frac{-1 + \sqrt{5}}{2}\right)^2 = \frac{3 - \sqrt{5}}{2}$

Remarque : $\left(\frac{1 + \sqrt{5}}{2}\right)^2 = \frac{3 + \sqrt{5}}{2}$; la solution éliminée correspond au nombre d'or et la solution retenue en est l'inverse !

On a donc $BD = -1 + \sqrt{5} \approx 1,24$

Par ailleurs, $CE = e + f$ donc $CE^2 = e^2 + f^2 + 2ef = 2 + \sqrt{5}$
on obtient donc $CE = \sqrt{2 + \sqrt{5}} \approx 2,06$

Un peu de trigonométrie élémentaire permet d'obtenir les angles du cerf-volant $BCDE$.

Par exemple :
$\widehat{DCB} = 2Arcsin\left(\frac{-1 + \sqrt{5}}{2}\right) \approx 76,3^\circ$ et $\widehat{DEB} = 2Arcsin\left(\frac{-1 + \sqrt{5}}{2\sqrt{2}}\right) \approx 51,8^\circ$

Pour donner un autre point de vue sur la solution ci-dessus, Pierre Delezoïde a conduit les calculs d'une autre façon :

> À l'aide des équations (1) et (2), on obtient $f^2 - e^2 = 1$ (4)
>
> puis en développant l'équation (3) comme ci-dessus, on a $ef = 1$
>
> on en déduit que $(f + ie)^2 = 1 + 2i$
>
> Or, le module du carré est le carré du module donc $f^2 + e^2 = \sqrt{5}$
>
> avec (4), $e^2 = f^2 - 1$ et on a $f^2 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$ qui est le nombre d'or, e^2 est son inverse.
>
> On a aussi $e^2 f^2 = 1$, donc $e^2(e^2 + 1) = 1$ ce qui donne $e^4 + e^2 = 1$
>
> et comme $h^2 + e^2 = 1$, on en déduit $e^4 = h^2$, soit $h = e^2$ inverse du nombre d'or.

PB n°1

Pierre Delezoïde propose de reprendre le PB n°1 paru dans les Chantiers n°35 (page 7) qui a été résolu dans le n°181 (Jean Couzineau) et le n°182 (Daniel Perrin), en prolongeant les résultats obtenus.

Si a et b sont des entiers naturels premiers entre eux, on a démontré (n°181) que tous les entiers à partir de $n_0 = (a - 1)(b - 1)$ sont dans $a\mathbb{N} + b\mathbb{N} = S$ (partie stable de $(\mathbb{N}, +)$ engendrée par a et b et que $(a - 1)(b - 1)$ est le plus petit entier ayant cette propriété.

Il y a donc entre 0 et $ab - (a + b) = (a - 1)(b - 1) - 1$ des entiers qui sont dans S et d'autres qui n'y sont pas.

Exemple : $a = 3$, $b = 7$, $n_0 = 12$, $ab - (a + b) = 11$
$0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, \ldots$

Dans cet exemple, il y a 6 entiers, entre 0 et $n_0 - 1$, qui sont dans S et 6 entiers qui n'y sont pas. Est-ce que cette remarque est valable pour tout a et tout b, entiers naturels premiers entre eux ? Cette question est l'objet de l'avis n°3 ci-dessous.

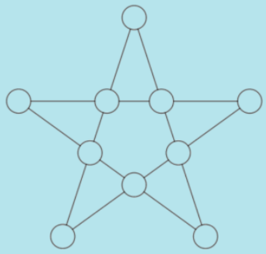
Nouvel avis de recherche

Pour cet avis de recherche, 3 avis sont soumis à vos neurones.

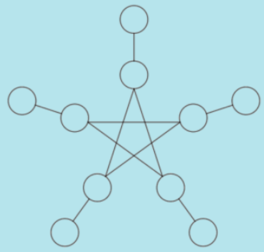
Le premier avis est proposé par René Drucker, à partir d'une idée qu'il a trouvée dans *Location of Triangle Centers Relative to the Incircle and Circumcircle* par Stanley Rabinowitz. Le deuxième avis est proposé à partir d'une idée issue d'un article de la revue *Pour la science* de décembre 2025, article de Jean-paul Delahaye qui explore des graphes dont celui de Petersen. Et le 3e avis est la question posée par Pierre Delezoïde (voir ci-dessus).

Avis n°1
Dans un triangle de côtés a, b et c, comparer $a^2 + b^2 + c^2$ et $ab + ac + bc$.

Avis n°2
Il s'agit de trouver des pentagones étoilés magiques (si cela est possible) : le pentagone étoilé classique et le pentagone de Petersen : comment placer les nombres entiers de 1 à 10 pour que ces pentagones soient magiques ?



le classique



le Petersen

La propriété « magique » est à définir et il y a sans doute plusieurs façons de la définir ; sans aller jusqu'à n'importe quoi sous prétexte que « c'est magique ».

Avis n°3
Rebondissement pour le PB n°1 (voir ci-dessus) : soient a et b deux entiers naturels premiers entre eux et soit S la partie stable de $(\mathbb{N}, +)$ engendrée par a et b.
Entre 0 et $ab - (a + b)$, est-il vrai qu'il y a autant d'entiers qui sont dans S et autant qui n'y sont pas ?

Nous attendons vos solutions que nous aurons plaisir à lire, et si, de plus, vous avez des problèmes à soumettre à la sagacité de nos lecteurs et lectrices, ainsi que des compléments sur des avis précédents, écrivez-nous à l'adresse des problèmes des Chantiers.

Les problèmes en Chantiers

Vous pouvez retrouver tous les problèmes des Chantiers, depuis le numéro 1 jusqu'à aujourd'hui : il y en a qui n'ont pas été résolus et d'autres qui méritent qu'on y revienne :

- les problèmes en Chantiers