



Corol'aire

Juin 2026

n° 145



Une fenêtre ouverte sur vos idées

Céline Fauvinet

Notre métier peut parfois donner l'impression que chacun travaille derrière la porte de sa salle de classe. Pourtant, nous savons combien les rencontres entre collègues sont précieuses. Elles nous permettent de prendre du recul, de renouveler nos approches, d'enrichir nos pratiques et, tout simplement, de retrouver le plaisir de réfléchir ensemble aux mathématiques et à leur enseignement.

Les occasions de partage ne manquent pas : la Journée de notre Régionale, les Journées Nationales, les Mercredis de l'APMEP, la revue *Au fil des maths*, le Coin boulot des profs de maths ou encore notre *Corol'aire* constituent autant de lieux où circulent idées, expériences et ressources. Chacun peut y trouver matière à expérimenter, à questionner ses habitudes ou à découvrir de nouvelles pistes.

Mais ces espaces ne vivent que grâce aux contributions de celles et ceux qui osent partager leur travail. Une activité qui a bien fonctionné, une séquence originale, une réflexion sur une difficulté rencontrée en classe, un regard sur un sujet de culture mathématique, un livre qui éveille notre curiosité mathématique : autant d'expériences qui peuvent intéresser et inspirer d'autres collègues.

C'est pourquoi nous vous invitons aujourd'hui à franchir le pas. N'hésitez pas à proposer un article pour un prochain numéro de *Corol'aire*. Il n'est pas nécessaire de présenter une pratique révolutionnaire ; les idées les plus simples sont souvent celles qui trouvent le plus d'écho. En partageant vos expériences, vous contribuez à faire vivre notre communauté professionnelle et à enrichir collectivement notre enseignement des mathématiques.

Nous espérons que ce numéro suscitera votre curiosité, alimentera vos réflexions et, pourquoi pas, vous donnera l'envie d'écrire à votre tour quelques lignes pour les prochains.

Sommaire

Édito	p.1
Comité du 21/01/26	p.2
Comité du 17/06/26	p.3
Serge nous a quittés	p.4
Rallye mathématique	p.5
Rubric'Ouverte :	
L'art rencontre les Maths	p.6
Recherche en seconde	p.7
Salon Culture et jeux	p.8
Nouvelle exposition	p.9
Rubricol'age	p.10

Comités de la Régionale APMEP de Poitou-Charentes

Mercredi 1^{er} avril 2026 à l'IREM&S

Journée de la Régionale

La Journée de la Régionale aura lieu le 14 octobre 2026.

L'Espace Mendès France peut mettre gracieusement à disposition une salle pour la conférence. On est toujours à la recherche d'un conférencier.

Le collège Henri-IV pourrait accueillir les ateliers.

Les ateliers de la journée ainsi que les visites guidées de l'exposition pourraient être suivis d'une visite libre à partir de 17 h.

Les différents intervenants et ateliers possibles sont ensuite recensés.

Rallye mathématique

Le Rallye s'est déroulé la semaine précédant la Semaine des mathématiques. Cent vingt-cinq dossiers nous sont parvenus, avec une majorité de classes de 6e et de 5e. Le nombre de classes de 4e et de 3e est en diminution, mais on note une belle progression du nombre de classes de seconde, avec 33 classes participantes.

Le principe des flocons est conservé pour établir le palmarès, et les trois classes les plus méritantes seront récompensées. Les dossiers ont été répartis entre les différents correcteurs.

La prochaine réunion du groupe Rallye se tiendra en juin. Il y sera discuté de l'avenir du Rallye et des évolutions nécessaires à sa pérennisation.

Le jeu *Hex*, le livre et le cahier *Goûter Maths* et des brochures *Jeux* de l'APMEP seront donnés en lots ; un trophée « Flocon » sera attribué à toutes les classes lauréates.

L'idée d'offrir l'ensemble des ouvrages du Prix Tangente des collégiens et des lycéens 2027 à deux établissements est évoquée. Cette proposition est retenue.

Exposition (partenariat APMEP – Espace Mendès France)

La discussion s'ouvre sur l'exposition en cours de réalisation.

Le projet avance bien et la partie purement mathématique devrait être achevée d'ici un mois.

La mise en page de la brochure nécessite encore plusieurs demandes de droits à l'image. Une fois de plus, le manque de personnes impliquées dans le projet se fait sentir. Dominique Gaud insiste toutefois sur la nécessité de conserver une équipe composée de personnes de terrain.

Il évoque également les problèmes de maintenance rencontrés avec les expositions itinérantes de l'APMEP ainsi que les difficultés liées à la gestion des réservations. Il insiste sur la nécessité de recycler les anciennes petites expositions.

Enfin, il nous informe de l'inauguration de l'exposition sur la chimie, prévue le 28 avril à 18 h.

Corol'aire

Le prochain numéro de *Corol'aire* est prévu pour la fin du mois de juin. Un tour de table permet d'établir à peu près son contenu.

Le prochain comité est prévu en visioconférence le 17 juin à 14 h 30.

Rallye mathématique

La réunion pour établir le palmarès a dû avoir lieu en distanciel. De ce fait l'ensemble des dossiers n'a pu être rassemblé, ce qui a retardé la réalisation des morceaux choisis.

Certains envois des diplômes et des flocons vers les boîtes mail professionnelles ont été retenus par le service de sécurité de l'académie. Il faudra penser à demander une adresse personnelle l'an prochain.

Le diaporama doit être mis en ligne sur le site de la Régionale afin de mettre en valeur les productions du Rallye.

L'avenir du Rallye fera l'objet d'une prochaine discussion au sein du groupe.

Corol'aire

Le prochain numéro de Corol'aire est prévu pour la fin du mois de juin.

Les articles et projets d'articles sont passés en revue.

L'édito invitera les collègues à proposer des articles de partage de pratiques.

Une relance sera faite dans le Corol'aire de septembre pour l'inauguration de l'exposition.

Journée de la Régionale

L'organisation de la journée avance bien. La conférence aura bien lieu à l'EMF. La salle Confluence est disponible pour la journée.

La question du stationnement est soulevée : une possibilité, utiliser les parcobus puis les bus. Des informations plus précises seront données dans le Corol'aire de septembre et sur notre site.

L'organisation de la matinée reste à préciser. Contact est pris avec Jean-Jacques Dupas pour positionner sa conférence et les questions d'actualité. Celles-ci devraient porter, pour les lycées, sur les nouveaux programmes et la nouvelle épreuve de mathématiques en classe de première. Pour les collèges, elles porteraient sur les nouveaux programmes et le brevet.

Tous les ateliers sont présentés sur le site de la Régionale. Il reste à ajouter un atelier intitulé « IA et mathématiques ».

Exposition (partenariat APMEP – Espace Mendès France)

L'Espace Mendès France est prêt au niveau des panneaux, mais du matériel reste à fabriquer. Un livret pédagogique réalisé par l'IREM&S accompagnera l'exposition.

Il faudra réfléchir au contenu de l'exposition itinérante correspondante.

Il est envisagé de poursuivre au rythme d'une grande exposition tous les trois à quatre ans, complétée par une exposition mathématique plus réduite, issue des expositions antérieures. Mais ceci demande beaucoup de travail, d'où un appel important à volontaires.

Le prochain comité est fixé au 30 septembre, avec l'ouverture de l'exposition.

Serge nous a quittés.

Serge Parpay nous a quittés le 18 avril 2026 dans sa 94^{ème} année. Nombreux sont venus le mercredi 22 avril 2026 rendre un dernier hommage à un membre éminent et des plus actifs de notre association, l'APMEP.

Serge a toujours œuvré pour un enseignement des mathématiques de qualité, préconisant les échanges entre professeurs, organisant des rencontres APMEP locales dans les Deux-Sèvres ou faisant venir de célèbres conférenciers.



Au lycée Jean Macé de Niort, à son initiative, les professeurs de mathématiques avaient créé, avant la lettre, un laboratoire de mathématiques où ils entreposaient du matériel pour leur enseignement. Ils s'y réunissaient au moins une fois par semaine pour échanger sur leurs cours et faire état d'une recherche sur un sujet mathématique donné.

C'est naturellement qu'il a été choisi, dans les années 70, comme animateur-formateur lors de la création de l'IREM de Poitiers, l'Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques.

En 1991 il a grandement participé à la création d'une épreuve de mathématiques en 3^{ème} et 2^{nde} sur les départements des Deux-Sèvres et de la Charente-Maritime, épreuve où ce sont les classes entières et non les élèves individuellement qui participent, et donc au Rallye Mathématique de Poitou-Charentes.

Ses contributions remarquables de problèmes mathématiques pour cette compétition nous ont amenés à en rassembler un grand nombre dans une brochure de l'APMEP nationale intitulée... on ne s'étonne pas : « Les problèmes du Prof Ila Ransor ».

Et oui, en plus de ses étonnantes compétences mathématiques et de sa grande culture, Serge avait beaucoup d'humour : lui, le prof Ila Ransor, aurait-il le profil hareng-saur ? On en rit... bien sûr, et le Prof hilare en sort !

Un trait d'humour particulièrement bien choisi : « Devant un inspecteur, ne faites pas de cours bête » !

Au Comité de la Régionale APMEP de Poitou-Charentes où il siégeait en permanence, son franc-parler appuyait ses convictions partagées par tous.

Il faut bien sûr faire mention de sa participation au CIJM, le Comité International des Jeux Mathématiques. Il y était perçu comme une personnalité à la fois très riche et très discrète, et surtout remarqué par sa gentillesse.

Notre Régionale est reconnaissante et fière d'avoir eu en son sein un militant tel que lui !

Serge, un compagnon de la première heure

Jean Fromentin

C'est en 1972, tout juste nommé à Niort, que Serge Parpay m'a fait connaître l'APMEP à l'occasion de réunions très locales qu'il organisait dans le cadre de l'Association. Son objectif : se rencontrer et partager tout ce qui concerne l'enseignement des mathématiques, à la fois disciplinaire et humain. Des réunions informelles où les uns et les autres étaient tout simplement heureux de se retrouver pour échanger sur le métier mais aussi plancher sur des sujets mathématiques.

Il faisait aussi venir des conférenciers célèbres dont l'un, Maurice Glaymann, m'a particulièrement marqué avec « L'algèbre des carrés magiques », me faisant découvrir ainsi l'aspect ludique des mathématiques. Ma carrière dès lors était toute tracée.

Il m'a alors associé à toutes ses activités mathématiques me permettant, à son contact, d'élargir ma culture mathématique. Je rentrais sur ordinateur tous ses problèmes manuscrits et ses dessins à main levée. On covoitait pour toutes les réunions qui se faisaient à l'IREM de Poitiers. Il aimait ainsi à dire que j'étais son secrétaire-chauffeur ! Et je peux ajouter « secrétaire-chauffeur » d'une personnalité indéniablement étonnante et attachante.

Et Serge a mis un terme à notre compagnonnage le 18 avril dernier malgré sa volonté de nous fournir encore et toujours des problèmes pour le Rallye.

Merci Serge pour ce long chemin d'une richesse inouïe qu'on a parcouru ensemble.



Rallye Mathématique de Poitou-Charentes

Rallye 2026 : l'heure de la dégustation...

Corinne Parcelier

Nous avons pu réaliser un magnifique diaporama des morceaux choisis de notre Rallye. On ne peut être qu'admiratif devant le travail réalisé par les élèves guidés par leurs professeurs !



Vous pouvez le visualiser sur notre site ou en cliquant sur le lien :

https://www.apmep.fr/IMG/pdf/Morceaux_choisis_2026.pdf



Le bilan de la participation de cette année s'élève à 115 classes pour 31 établissements (environ 10 % des établissements de Poitou-Charentes). Au vu de la concurrence des événements proposés dans l'académie (concours divers, olympiades...) nous estimons que ce résultat vaut la peine de poursuivre notre Rallye. Nous pensons qu'il faut encourager les collègues qui s'approprient le Rallye comme un véritable ingrédient du programme et qui s'appuie sur notre travail pour « donner le goût des mathématiques, en favorisant le plaisir de chercher, de comprendre, de progresser, et en encourageant une approche positive de la discipline » (1^{er} objectif majeur du nouveau programme de cycle 4).

Cependant, force est de constater que nous peinons à assumer toute la charge de l'organisation. Les membres de l'équipe encore en activité sont soumis à des pressions de l'institution qui ne leur permet pas de s'investir pleinement et qui génère souvent une grande frustration. Au point qu'il ou elle peut être amené.e à abandonner son investissement tant la situation est inconfortable.

Nous réfléchissons donc à une organisation simplifiée pour l'année prochaine à la fois sur le plan technique et sur le format du Rallye.

Nous souhaitons garder la partie « thème » qui fait notre spécificité. Elle sera constituée d'une présentation puis d'un ou deux problèmes ouverts en lien avec le sujet choisi.

De même, on garde l'épreuve finale mais en la limitant à 4 problèmes par niveau au lieu de 6.

Il nous faut également faire évoluer la communication autour de notre Rallye ; on évoque un flyer, une vidéo... mais c'est du boulot ! Heureusement, Ghislaine Jourdin qui nous a rejoint cette année a plein de cordes à son arc et va nous préparer ça !

Pour le thème du Rallye 2027, l'équipe a validé une idée qui me tient particulièrement à cœur :

Voyage aux pays des mathématiciennes

Ce sera, je l'espère, l'occasion de nouvelles découvertes !





Pour cette nouvelle rubrique, les articles sont à envoyer à Jean Fromentin : jeanfromentin@icloud.com

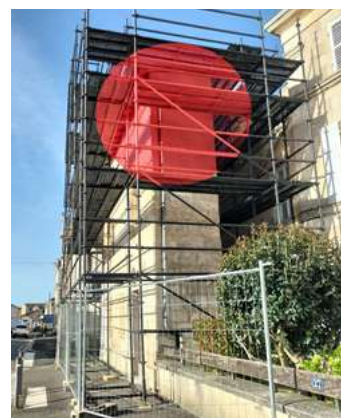
Le bon point de vue... quand l'art rencontre les mathématiques

Céline Fauvinet

Depuis la visite de l'exposition *Maths et Images*, mon collègue d'arts plastiques me sollicite chaque année pour mener au moins un projet transdisciplinaire entre les mathématiques et les arts. Et cette année, coup de chance : une exposition de Georges Rousse organisée par le centre d'art contemporain photographique de la Ville Pérochon de Niort est prévue à la Maison Gaufrette de Niort.

En préambule à cette exposition, le lieu a revêtu son plus bel habit : un échafaudage noir peu engageant et une énorme tache rouge qui, de loin, ne ressemble pas à grand-chose. Enfin, c'est l'avis de nos collégiens, qui se demandent une fois de plus ce qu'on leur prépare.

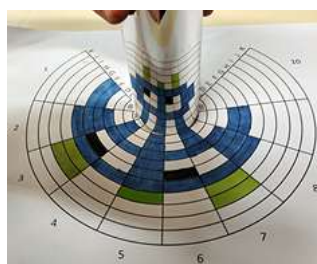
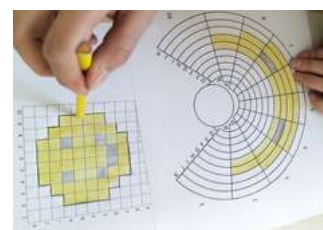
Mais la curiosité l'emporte et, tout à coup, c'est l'effet waouh ! Un premier élève voit le disque, puis un deuxième, et c'est enfin toute la classe qui s'étonne de voir apparaître un disque parfait.



Pas simple d'expliquer le phénomène à nos élèves. Dans un premier temps, on pense aux plans parallèles : l'échafaudage, le mur, le fait de jouer sur les dimensions de l'image selon l'éloignement des plans... Mais difficile de parler du théorème de Thalès dans ce contexte. Et les choses se corsent.

La Maison Gaufrette ne se nomme pas ainsi pour rien : il s'agit de la maison la plus fine de Niort. Bien sûr, le disque ne tient pas sur la façade de la maison et nous avons donc affaire à des plans perpendiculaires. Mon collègue d'arts plastiques lâche l'affaire et je m'avoue vaincue.

En tout cas, dans l'esprit de tous, c'est forcément une histoire de mathématiques. De retour en classe, nous nous sommes aussi essayés aux anamorphoses et, en pleine étude du cercle, nous avons travaillé sur les anamorphoses cylindriques. On commence par pixeliser, puis on déforme grâce à un repérage précis, et nous partons à la recherche du bon point de vue.



Très rapidement, l'idée émerge : c'est une symétrie ou presque, il nous faut un miroir. Après différents essais, une élève a l'idée de courber le miroir et là, c'est le deuxième effet waouh !

Au final, nous avons fait peu de mathématiques au sens strict, mais la recherche n'est-elle pas une partie essentielle de cette discipline ? Et puis l'effet waouh ne s'oublie pas. Qui sait ? Dans deux ans, nous nous lancerons peut-être dans une anamorphose en utilisant le théorème de Thalès.

Je remercie Claire Lommé pour le partage de son activité sur les anamorphoses cylindriques.

Lien vers le blog de Claire Lommé :

<https://clairelommeblog.wordpress.com/2024/01/20/un-petit-point-sur-les-anamorphoses-cylindriques/>



S'initier à la recherche en mathématiques en seconde

Julien Michel

Dans le cadre des stages de fin d'année pour les élèves de seconde, et pour la seconde année consécutive, le Laboratoire de Mathématiques et Applications de l'Université de Poitiers a proposé sur le site « un élève un stage » un stage de deux semaines dans ses locaux pour présenter le métier d'enseignant chercheur (en mathématiques).

Fonction publique

Enseignant Chercheur

Postuler

0 places

Informations sur le stage

Le Laboratoire de Mathématiques de l'Université de Poitiers propose aux élèves de suivre des exposés scientifiques, réaliser des ateliers de recherche en mathématiques et visiter des locaux essentiels à une activité de recherche.

Disponible pour un stage de 2 semaines du 15 juin au 26 juin 2026

Chasseneuil-du-poitou

Ces deux stages ont attiré une quinzaine d'élèves chaque année, venus découvrir, par choix ou parfois par défaut ou facilité, voire à reculons (non, nous ne dénonçons pas les parents profs – éventuellement APMEPistes - qui ont incité leur enfant à s'inscrire et venir !), ce qui se passe à la fois dans un laboratoire de mathématiques, mais aussi dans les têtes de celles et ceux qui le hantent...

Deux semaines de rencontres, d'exposés, d'ateliers, d'échanges nourris et de partage, avec l'espoir de nourrir ou de susciter des vocations ou de simplement faire découvrir notre matière sous un jour complémentaire et différent, tout en ne mentant pas sur la réalité de la recherche et les soucis qu'elle rencontre, par exemple sur le thème de la parité et de l'accès aux métiers en STEM pour les filles : le programme est chargé et pourtant nous avons l'impression de ne découvrir qu'une infime partie du voile !

Inégalité de traitement !



Jusqu'ici tout va bien... Solutions

Julien Michel

Dans le dernier Corol'aire, Julien Michel nous faisait part d'une petite interaction qu'il a pu avoir avec quelques IA lorsqu'il leur a proposé un sujet de projet qu'il souhaitait donner à ses étudiants de L1 maths et info. Le sujet était assez simple, il s'agissait de prouver qu'un cryptarithme était résoluble, voire d'être capable d'en créer d'autres, et de proposer des algorithmes de résolution.

Pour nous brancher sur le problème, il rappelait les exemples classiques suivants :

$SEND + MORE = MONEY$ ou $TWO \times TWO = SQUARE$
ou $Pi \times R \times R = AREA$.

Les avez-vous résolus ? Voici les solutions :

$SEND + MORE = MONEY : 9567 + 1085 = 10652$

$Pi \times R \times R = AREA : 96 \times 7 \times 7 = 4704,$

$TWO \times TWO = SQUARE : 567 \times 567 = 321489$ ou $807 \times 807 = 651249$ ou $854 \times 854 = 729316$

Le salon Culture et Jeux Mathématiques

Céline Fauvinet, Jean Fromentin

Le 27^e Salon Culture et Jeux Mathématiques s'est tenu place Saint-Sulpice à Paris du 21 au 24 mai. Comme chaque année, l'APMEP y animait son stand « Jeux de l'APMEP », auquel les auteurs de cet article ont largement contribué.

Ce rendez-vous incontournable de la culture scientifique rassemble associations, éditeurs, établissements scolaires, sociétés savantes, artistes ainsi qu'auteurs et fabricants de jeux. Les visiteurs peuvent y découvrir une grande variété d'activités à travers ateliers, présentations, conférences et animations destinés à tous les publics.

Les jeudi et vendredi sont consacrés à l'accueil des groupes scolaires. Chaque année, nous sommes surpris par la diversité géographique des établissements présents. Nous retrouvons avec plaisir des collègues fidèles qui n'hésitent pas à organiser le déplacement de classes entières afin de faire participer leurs élèves à cette manifestation. L'intérêt, l'engagement et la persévérance dont font preuve les élèves face aux défis proposés constituent sans doute la plus belle récompense pour les animateurs.



Sur le stand de l'APMEP, origami, escape games, puzzles de juxtaposition, puzzles 3D, grilles logiques, polycubes et nombreux autres jeux sont mis à disposition des visiteurs. Ces activités sollicitent la réflexion, l'expérimentation et la persévérance. Plus que la réussite immédiate, c'est la démarche de recherche qui est valorisée.



Les échanges avec les élèves montrent combien ces situations ludiques favorisent l'engagement dans une activité mathématique authentique et implicitement la motivation.

Le salon est également pour nous l'occasion de présenter l'APMEP et, plus particulièrement, sa collection de brochures JEUX aux enseignants accompagnateurs.

Certains viennent compléter leur collection ; d'autres découvrent les nombreuses ressources proposées par l'association et les possibilités qu'elles offrent pour faire pratiquer les mathématiques autrement dans leurs classes.

Les samedi et dimanche, le salon accueille un large public familial. De nombreux élèves reviennent alors accompagnés de leurs parents. La table des casse-tête (puzzles et ficelles), installée devant le stand, rencontre toujours un vif succès. Ces moments permettent également d'échanger avec les adultes autour des mathématiques et de leur place dans la formation des élèves.

Cette participation au Salon Culture et Jeux Mathématiques constitue ainsi un temps fort pour l'APMEP. Elle permet de promouvoir une image dynamique et accessible des mathématiques, de faire connaître les ressources de l'association et de favoriser les échanges avec les élèves, les enseignants, les familles et l'ensemble du public.

Nouvelle exposition

Solides, vous avez dit solides ?

Dominique Gaud

La nouvelle exposition sur les solides ouvrira au public le mercredi 30 septembre 2026. Conformément à nos habitudes, cette exposition s'adresse à tous les publics à partir de 3 ans.

Reconnaître des solides par des propriétés, construire des solides sont des activités qui sont proposées pour les 3 à 6 ans dans un espace « cosy » confortable, le but étant de faire des mathématiques tout en jouant.

Les formes usuelles étudiées dès le primaire sont dans notre environnement mais nous ne les voyons pas. Pourtant, elles permettent de donner du sens à ce que nous enseignons : quelles formes usuelles retrouve-t-on dans certains monuments, dans l'architecture autour de nous, dans la vie courante, au supermarché...? Ces formes usuelles peuvent être tronquées, assemblées, évidées... Les reconnaît-on ?

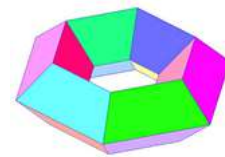
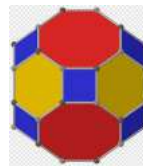


L'entonnoir est un assemblage de deux troncs de cônes.



Prisme, pyramide, demi cylindres, demi cône composent la structure du baptistère Saint-Jean de Poitiers.

Pour les mathématiciens, les polyèdres jouent un rôle important depuis l'antiquité. Les solides réguliers, archimédiens... ont émerveillé des générations. Quelle est leur histoire ? Quels liens ont-ils entre eux ? Où les rencontre-t-on autour de nous ?



Est-il facile de classer les polyèdres ? Quels sont les solides qui vérifient la formule d'Euler ? Autant de questions que le visiteur curieux ne manquera pas de se poser.

Nous généralisons usuellement le vocabulaire des polyèdres aux autres solides : le cylindre a 3 faces et deux arêtes... Des exemples de solides curieux (monoèdre, oloïde...) qui ont parfois des utilisations pratiques insoupçonnées, seront présentés. Le vocabulaire naïf issu des polyèdres suffit-il ? Comment définir une face, une arête, un sommet ?

La sphère n'a pas de patron. Comment la construire, comment l'approcher ? Quels rapports a-t-elle avec les polyèdres ? Qu'est-ce qu'une géode ? Comment en construire ?



Nous rendons aussi un hommage à une femme mathématicienne, Alicia Boole (1860-1940) qui de manière autodidacte a découvert qu'il existait six polyèdres réguliers convexes dans un espace quadridimensionnel. Mais comment concevoir un espace à 4 dimensions ?

Avec cette exposition nous plongeons dans un univers mêlant géométrie, architecture, art, histoire et science par des constructions, des puzzles, des quiz, des expériences...

Merci aux collègues d'alimenter cette rubrique. Nous nous ferons un plaisir de publier vos énoncés de problèmes, vos solutions, vos notes de lectures, vos interrogations, vos expériences pédagogiques, vos billets d'humeur... Cette rubrique est à vous.

Vous pouvez envoyer vos contributions à l'adresse : frederic.deligt2@gmail.com

Serge Parpay nous a quittés, il a beaucoup donné à notre association.

Outre sa participation constante et ses contributions nombreuses depuis sa création au Rallye Mathématique de Poitou-Charentes (voir par exemple la brochure APMEP 1002, *Les problèmes du Prof Ila Ransor*), il avait été aussi l'initiateur de cette rubrique qui lui doit son titre.

Même après m'avoir passé la main pour mieux s'occuper de la rubrique équivalente dans le Bulletin Vert, il a continué à alimenter par ses énoncés et ses solutions notre rubrique régionale. Il était toujours en train de chercher, de bricoler un énoncé. Quant à son humour décalé très personnel, je ne résiste pas au plaisir de vous présenter ci-dessous un de ses textes inédits.



Le rêve délirant du prof Ila Ransor

Le prof Ila Ransor rêve, et souvent de choses hétéroclites et incohérentes. Cela n'étonnera personne ! Voici son dernier rêve, à vrai dire un cauchemar, tel qu'il me l'a compté.

Chronos dans le cosmos manipule un chronomètre en lisant une chronique du Monde sur le Mondial. C'est anachronique. Pythagore dans l'agora est aux prises avec de hardies harpies qui veulent lui voler son théorème et crient « Diachronie, synchronie, ni, ni ni ! » Thalès s'exclame : « Ces cris sont hors de proportion » ; Euclide renchérit : « Quelle chronerie ; on ne peut pas tirer sur la comète, même avec un plan ». Il fait mauvais temps. « Oh temps ! Suspends ton vol » dit un cleptomane prenant une clepsydre pour mesurer la durée de la fuite des Bleus prenant la ... clé des champs. Un chronomètre aurait suffi et même un sablier, tant la fuite fut rapide ! « Et vous matheux prolixes suspendez tous vos cours ! » s'écrie Lamartine, amateur égaré dans l'espace. Archimède est intrigué : « On ne respecte pas assez l'accord des temps ici. Je fais appel à la section 'grammaire' de la police académique ». Bon ! Voilà Léa Broutille qui cherche des idées pour le rallye ; elle prend son ordinateur —quelle drôle d'idée !—, mais ça va mal ; que des soucis avec ces machins-là. Elle fait une prière à Saint Chrono. Ila rit : « Va voir mon secrétaire, Johannes Frohmentein, il sait tout faire et prendra le temps de t'expliquer ! ». La pendule sonne. Un clairon retentit : « Kronenbourg, abonnez-vous, abonnez-vous au canard enchaîné » lance Cabu en brandissant une image de l'adjudant éponyme dans ce Canard Outré, Christian Huygens veut parler de l'échappement à ancre et écrire, mais pas d'encre ! Moment de colère. Mais pourquoi Gogol, faisant le gogo, est-il là, et Attila avec ses Huns, deux trois, et Raspoutine qui rase Poutine ? La Révolution d'Octobre gronde, mais on n'est pas en octobre ? Un calendrier bizarre est accroché à côté du portrait du tsar Pierre le Grand. Robespierre arrive en rouspétant. Il amène, lui, un calendrier républicain ; il veut donner la date du rallye mathématique ! Jules César se précipite, parle des ides, veut la date en chiffres romains. « Eureka » dit Archimède, prenant l'eau de sa baignoire pour en mettre dans sa clepsydre personnelle. Pascal et Fermat arrivent en trombe. Un vent violent, le temps s'envole, passe, revient. Les horloges s'affolent, Emmanuel Kant, toujours sur son quant à soi, regarde. Max Planck se planque, ne voulant pas de polémique. « Au fait, les quantas, tu connais ? ». « Einstein, zwei Steine,

trois pierres ». *Albert surgit, accompagné de son professeur Hermann Minkowsky, dans son univers. Il semble désolé : « En relativité, tout est décalé, hélas la mécanique quantique n'a rien arrangé ». Niels Bohr, au milieu de ce cercle savant, et Max Born à la limite évidemment ! Sentencieux, Paul Dirac dit raccourcir sa théorie, car il y a matière à parler d'anti-matière. Belinda Fram-Heto est éblouie, Léa Broutille plus réservée. Soudain des cris intempestifs. Erwin Schrödinger : « Où est mon chat, où est mon chat ? ». Émile Borel le rassure : « S'il n'est pas dans cette pièce, il est dans la pièce d'à côté ». « Oui, mais je voulais partir dans le nord des Deux-Sèvres ». Louis de Broglie se débrouille pour avoir une voiture. Allez, en route avec Jean Becquerel. Mais quel tacot cette voiture ! Elle a des ennuis d'allumage avec des soubresauts pas possibles. Wolfgang Pauli, moqueur, qui est du voyage, rigole : « On pourrait dire que la mécanique ondule à Thouars ». Ils sont tous là dans mon cauchemar, savants ou amateurs. Une foule, un big-bang pas possible. Bing, bang, cling, clang, l'horloge sonne. Je me réveille en sueur et en sursaut.*

Le temps est beau, le petit déjeuner est servi, café au lait, thé, biscottes, beurre, confiture et dattes. « Ôtez ce thé que je ne saurais boire ! Ouf ! Allez, au travail pour le rallye ».

Pauvre Prof Ila Ransor.

Au revoir Serge et merci !

Autre triste nouvelle. Notre fidèle contributeur **Jean-Christophe Laugier** nous a aussi quittés. Il proposait régulièrement aux collègues des énoncés qui leur donnaient du fil à retordre et/ou d'élégantes solutions depuis le numéro 37 de juin 1999 de notre bulletin !



Cette rubrique leur est dédiée à tous les deux.

Des problèmes

145-1 *proposé par Jean-Christophe Laugier (Rochefort)*

Soit dans l'espace trois droites D_1, D_2, D_3 deux à deux non coplanaires. Déterminer une droite Δ qui coupe D_1 en A_1 , D_2 en A_2 , D_3 en A_3 de manière que $\frac{A_1A_2}{A_1A_3}$ ait une valeur k donnée (k différent de 0 et de 1).

145-2 *proposé par Serge Parpay (Niort)*

Quel est le plus petit entier possédant 100 diviseurs ?

145-3 *proposé par Jean-Christophe Laugier (Rochefort)*

On dit qu'une permutation σ de $\{1, 2, \dots, n\}$ atteint un record au rang i égal à $\sigma(i)$ si $\sigma(i) > \sigma(j)$ pour tout $0 < j < i$.

Par exemple la permutation 324165 de $\{1, \dots, 6\}$ atteint 3 records aux rangs 1, 3 et 5 respectivement égaux à 3, 4 et 6.

Quel est le nombre moyen de records d'une permutation de $\{1, 2, \dots, n\}$?

145-4 *proposé par Serge Parpay (Niort)*

Montrer que les nombres n_k de la forme 71...128...89 contenant k chiffres 1 et k chiffres 8 sont toujours des carrés. Exemple $n_2 = 7112889 = 2667^2$.

Des solutions

140-3 proposé par Frédéric de Ligt (Montguyon)

Voici une curiosité numérique découverte par Pierre de Fermat :

Les deux équations simultanées en nombres entiers :

$2p^2 - 1 = r$ et $2q^2 - 1 = r^2$ n'admettent qu'une unique solution non triviale (i.e. différente de $r = p = q = 1$), à savoir : $r = 7$, $p = 2$, $q = 5$.



Portrait de Pierre de Fermat

Solution de l'auteur

Dans une lettre à Carcavi, à l'été 1659, Fermat raconte qu'il a posé l'année passée à Frenicle de Bessy la question proposée dans l'énoncé ci-dessus. Frenicle n'ayant pas trouvé de preuve, Fermat affirme, toujours dans ce même courrier qu'il lui a envoyé sa démonstration. J'ai eu beau chercher dans l'importante correspondance de Fermat, je n'ai pas trouvé trace de cette démonstration. Peut-être ce courrier s'est-il perdu.



A. Genocchi 1817-1889

Des mathématiciens de la fin du XIX^e et du début du XX^e siècle ont repris le problème et ont produit diverses solutions plus ou moins compliquées. Je vais plutôt emprunter la voie choisie par le mathématicien turinois Angelo Genocchi qui m'a paru la plus « élémentaire ».

Sa solution figure dans un article intitulé *Démonstration d'un théorème de Fermat* qu'il a publié dans les Nouvelles annales de mathématiques en 1883.

Au cours du développement, il se sert de façon cruciale de deux résultats obtenus par Euler que ce dernier a établis dans un article rédigé en latin en 1747 : *Theorematum quorundam arithmeticonum demonstrationes* (merci Google traduction).

Ces deux articles sont accessibles en ligne.

Voici donc une solution complète. Les outils utilisés se réduisent à la méthode de descente infinie, la classique paramétrisation des triplets primitifs pythagoriciens et le fait que si un produit de facteurs, premiers entre eux deux à deux, est un carré alors tous les facteurs sont eux-mêmes des carrés.

Avec le système $2p^2 - 1 = r$ et $2q^2 - 1 = r^2$ on tire $(2p^2 - 1)^2 = 2q^2 - 1$ que l'on peut écrire sous la forme $(p^2)^2 + (p^2 - 1)^2 = q^2$. Comme p et $p - 1$ sont premiers entre eux, $(p^2, p^2 - 1, q)$ est un triplet pythagoricien primitif.

Cas 1. On va supposer que p est impair.

On alors la paramétrisation classique suivante :

$$p^2 = m^2 - n^2, \quad p^2 - 1 = 2mn \text{ et } q = m^2 + n^2,$$

où m et n sont des entiers naturels premiers entre eux de parité contraire.

On va effectuer un changement de variables en posant $f = m + n$ et $g = m - n$. Les deux premières égalités précédentes se réécrivent : $p^2 = fg$, $p^2 - 1 = (f^2 - g^2)/2$ où f et g sont encore premiers entre eux mais où cette fois f et g sont tous les deux impairs.

De $p^2 = fg$ on tire que f et g sont eux-mêmes des carrés. On a donc $f = s^2$ et $g = t^2$.

Mais alors $p^2 - 1 = (s^4 - t^4)/2$ et donc $s^2 t^2 - 1 = (s^4 - t^4)/2$, que l'on transforme en $2s^4 + 2 = (s^2 + t^2)^2$.

La seule solution en entiers naturels de cette équation est $s = t = 1$. Ce qui, en remontant dans les calculs, donne la solution triviale $p = q = r = 1$. Mais il reste à prouver l'affirmation selon laquelle $s = t = 1$ est la seule solution en entiers naturels de $2s^4 + 2 = (s^2 + t^2)^2$. C'est là qu'interviennent les résultats établis par Euler dans son article.

Lemme 1

Les seules solutions en nombres entiers naturels de l'équation $n^4 - m^4 = k^2$ sont $n = m$ avec $k = 0$ et $m = 0$ avec $k = n^2$.

Preuve

En excluant les cas où $m = n$ et $m = 0$, on peut déjà prendre n et m premiers entre eux sans perte de généralité. On choisit parmi les éventuelles solutions une pour laquelle l'entier naturel k est le plus petit possible.

On écrit plutôt $n^4 = k^2 + m^4$. Alors (k, m^2, n^2) est un triplet pythagoricien primitif. On sait qu'alors l'entier n doit être impair.

Possibilité 1. On suppose m pair

On a la paramétrisation $n^2 = p^2 + q^2$ (1), $m^2 = 2pq$ avec p et q premiers entre eux et de parité contraire. On peut supposer que c'est q qui est pair, par conséquent $2q$ et p sont des carrés. Par ailleurs, avec (1), on a la paramétrisation $q = 2ab$ et $p = a^2 - b^2$ avec a et b premiers entre eux de parité contraire. On a $2q = 2 \times 2ab$ est un carré donc a et b sont aussi des carrés ; on pose $a = x^2$ et $b = y^2$.

D'où $p = x^4 - y^4$ est aussi un carré. On pose $p = z^2$. On obtient l'équation $x^4 - y^4 = z^2$. Mais $z < k$ ce qui contredit le caractère minimal de k . Il n'y a pas de solution avec $n > m > 0$.

Possibilité 2. On suppose m impair.

On a alors plutôt $m^2 = p^2 - q^2$ et $n^2 = p^2 + q^2$ avec p et q premiers entre eux et de parité contraire. Il n'y a rien à supposer : p doit être impair car un carré ne peut pas être congru à -1 modulo 4 et **q est pair**. On a alors $m^2 n^2 = (mn)^2 = p^4 - q^4$ se ramène à la possibilité 1 dont on a montré l'impossibilité. Il n'y a pas de solution avec $n > m > 0$.

On revient à la résolution de l'équation en nombres entiers naturels de $2x^4 + 2 = y^2$.

Théorème 1 : La seule solution de cette équation est $x = 1$ et $y = 2$.

Preuve

On a que y est clairement pair et x est nécessairement impair car un carré n'est pas congru à 2 modulo 4. On écrit l'équation sous la forme $(x^2 - 1)^2 + (x^2 + 1)^2 = y^2$.

Les quantités $(x^2 - 1)$ et $(x^2 + 1)$ sont deux entiers pairs consécutifs mais $(x^2 + 1)$ n'est pas le multiple de 4, et donc $(x^2 - 1)/2$ et $(x^2 + 1)/2$ sont deux entiers premiers entre eux de parité différente avec $(x^2 - 1)/2$ pair. On peut demander la résolution de :

$((x^2 - 1)/2)^2 + ((x^2 + 1)/2)^2 = (y/2)^2$ avec $((x^2 - 1)/2, (x^2 + 1)/2, y/2)$ triplet pythagoricien primitif.

La paramétrisation donne $(x^2 - 1)/2 = 2ab$ et $(x^2 + 1)/2 = a^2 - b^2$ avec a et b premiers entre eux de parité différente.

On a donc $x^2 - 1 = (x - 1)(x + 1) = 4ab$. On peut bien écrire $x + 1 = 2ma/n$ et $x - 1 = 2nb/m$ avec la réserve suivante $n > m > 0$.

En effet si $n = m$ on a $x + 1 = 2a$ et $x - 1 = 2b$, $x = a + b$, $1 = a - b$, ou encore $x = a^2 - b^2 = (x^2 + 1)/2$, d'où l'on tire $x = 1$, $b = 0$, $a = 1$ et $y = 2$. En revenant à l'équation $2s^4 + 2 = (s^2 + t^2)^2$, on trouve $s = t = 1$ et on obtient la solution triviale **$p = q = r = 1$** .

En additionnant ou en soustrayant ces deux égalités on obtient $x = ma/n + nb/m$ et $1 = ma/n - nb/m$.

D'où $(x^2 + 1)/2 = a^2 - b^2 = (x^2 + 1^2)/2 = [(ma/n + nb/m)^2 + (ma/n - nb/m)^2]/2 = (ma/n)^2 + (nb/m)^2$.

Quelques manipulations permettent d'écrire :

$$(a/b)^2 = n^2(n^2 + m^2)/m^2(n^2 - m^2) = n^2(n^4 - m^4)/m^2(n^2 - m^2)^2.$$

La quantité $(n^4 - m^4)$ doit donc être le carré d'un entier, ce qui n'est pas possible d'après le **lemme 1** puisque $n > m > 0$.

Cas 2. On va supposer que p est pair.

On reprend les mêmes notations que dans le cas 1 : $p^2 - 1 = m^2 - n^2$, $p^2 = 2mn$

où m et n sont des entiers naturels premiers entre eux de parité contraire.

m est pair car un carré n'a pas pour reste 2 modulo 4, par conséquent $m = 2s^2$ et $n = t^2$, d'où $p^2 = 4s^2 t^2$. Mais alors $p^2 - 1 = m^2 - n^2 = 4s^4 - t^4 = 4s^2 t^2 - 1$. On pose $u = 2s^2 + t^2$ et donc $u^2 = 8s^4 + 1$.

On a clairement u impair, par conséquent $(u - 1)$ et $(u + 1)$ sont deux entiers pairs consécutifs dont l'un est un multiple de 4. $(u - 1)/2$ et $(u + 1)/2$ sont deux entiers premiers entre eux et de parité contraire. $(u^2 - 1)/8 = (u - 1)(u + 1)/8 = s^4$. On a la décomposition possible de s en deux facteurs premiers entre eux : $s = ab$. Il y a alors deux possibilités. Soit $(u - 1)/2 = a^4$ et $(u + 1)/4 = b^4$ et alors $a^4 - 2b^4 = -1$ (1) ; soit $(u + 1)/2 = a^4$ et $(u - 1)/4 = b^4$ et alors $a^4 - 2b^4 = 1$ (2).

La relation (1) peut être mise sous la forme $a^4 + 1 = 2b^4$, ou encore $a^4 + 1 = 2(b^2)^2$ ou mieux $2a^4 + 2 = (2b^2)^2$ dont on sait d'après le théorème 1 que la seule solution est $a = b = 1$. D'où $u = 3$, $s = t = 1$, $p = 2$, $r = 7$, $q = 5$.

La relation (2) peut être mise sous la forme $a^4 - 1 = 2b^4$, ou mieux $2a^4 - 2 = (2b^2)^2$. On va maintenant utiliser un second cas particulier d'un théorème d'Euler pour conclure l'étude de la relation (2).

Théorème 2 : L'équation en nombres entiers naturels $2x^4 - 2 = y^2$ n'a qu'une solution $x = 1$ et $y = 0$.

Preuve

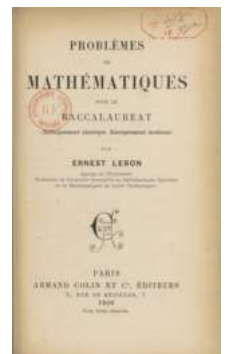
$2x^4 - 2 = 2(x - 1)(x + 1)(x^2 + 1) = y^2$. Comme x est nécessairement impair puisqu'un carré n'est pas congru à -2 modulo 4, $(x - 1)$, $(x + 1)$ et $(x^2 + 1)$ sont tous des entiers pairs. On peut donc dire que y est un multiple de 4. On considère alors les entiers $(x - 1)/2$, $(x + 1)/2$ et $(x^2 + 1)/2$ et on pose $4z = y$. L'équation initiale se réécrit $((x - 1)/2)((x + 1)/2)((x^2 + 1)/2) = z^2$. Par ailleurs on vérifie facilement que $(x - 1)/2$, $(x + 1)/2$ et $(x^2 + 1)/2$ sont des entiers premiers entre eux deux à deux, d'où l'on tire que chacun est un carré. On pose $(x - 1)/2 = c^2$, $(x + 1)/2 = d^2$. Par addition ou soustraction membre à membre de ces deux expressions on obtient $x = c^2 + d^2$ et $1 = c^2 - d^2$. Finalement on doit avoir $c = 1$, $d = 0$, d'où $x = 1$ et $y = 0$.

On peut donc affirmer que $a = 1$ et $b = 0$, $u = 1$, $s = 0$, $t = 1$, $p = 0$, $q = 1$, mais alors $r = -1$ ce qui a été exclu.

143-3 proposé par Jacques Chayé

Problème tiré de « Problèmes mathématiques » par Ernest Lebon - Armand Colin (1898)

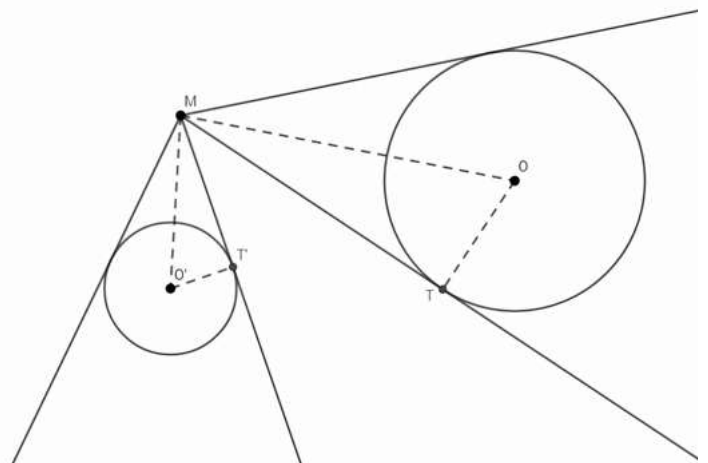
Quel est le lieu des points tels que deux circonférences données soient vues de chacun d'eux sous des angles égaux ?



Solution de l'auteur

Un point M appartient à ce lieu si et seulement si $R/MO = R'/MO'$ ou encore $MO/MO' = R/R'$.

Le lieu cherché est donc l'ensemble des points dont le rapport des distances à O et O' est égal à R/R' . **C'est donc le cercle** de diamètre $[IJ]$, I étant le barycentre de O affecté de R' et de O' affecté de R , et J le barycentre de O affecté de R et O' affecté de $-R$.



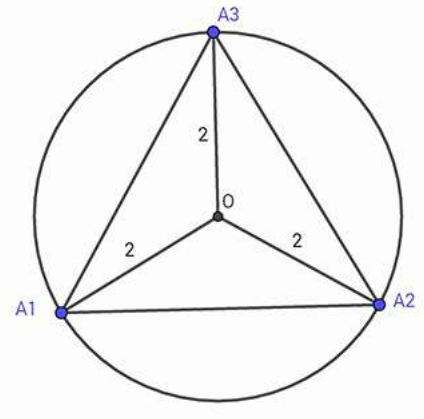
144-1 proposé par Frédéric de Lig

On considère un polygone régulier à n sommets $A_1, A_2, \dots, A_n$ avec $n \geq 2$ inscrit dans un cercle de rayon 2. On définit un circuit de la façon suivante : on part du sommet A_1 , on passe ensuite d'un sommet à un sommet adjacent, dans un sens ou dans l'autre, et on revient à la fin du parcours au sommet initial A_1 .

Par exemple il y a 10 circuits de longueur 5 sur un triangle équilatéral $A_1A_2A_3$.

Dans son livre « Visions géométriques » paru aux éditions Belin en 1994, page 43 Ian Stewart affirme que le nombre de circuits différents parcourant m arêtes ($m \geq 0$) du polygone à n sommets est donné par la formule :

$$\begin{aligned} &A_1-A_2-A_1-A_2-A_3-A_1 \\ &A_1-A_2-A_1-A_3-A_2-A_1 \\ &A_1-A_2-A_3-A_1-A_2-A_1 \\ &A_1-A_2-A_3-A_1-A_3-A_1 \\ &A_1-A_2-A_3-A_2-A_3-A_1 \\ &A_1-A_3-A_1-A_2-A_3-A_1 \\ &A_1-A_3-A_1-A_3-A_2-A_1 \\ &A_1-A_3-A_2-A_1-A_2-A_1 \\ &A_1-A_3-A_2-A_1-A_3-A_1 \\ &A_1-A_3-A_2-A_3-A_2-A_1 \end{aligned}$$



$$\frac{1}{n} \left(d_1^m + d_2^m + \dots + d_n^m \right) \quad \text{où} \quad d_k = 2 \cos\left(\frac{2\pi(k-1)}{n}\right) \quad \text{avec} \quad 1 \leq k \leq n.$$

Admettons qu'il en soit bien ainsi, cela suppose que cette formule renvoie systématiquement un nombre entier et cela paraît étonnant. Pourriez-vous prouver que c'est effectivement le cas ?

Solution de l'auteur

Pour les amateurs de calculs !

$$\text{Pour } 1 \leq k \leq n, \text{ on a } d_k = 2 \cos\left(\frac{2\pi(k-1)}{n}\right) = e^{-2i\pi\frac{k-1}{n}} + e^{2i\pi\frac{k-1}{n}}$$

$$\text{On peut donc écrire } \frac{1}{n} \left(d_1^m + d_2^m + \dots + d_n^m \right) \text{ sous la forme } \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left(e^{-2i\pi\frac{k-1}{n}} + e^{2i\pi\frac{k-1}{n}} \right)^m$$

$$\text{On pose } l = k - 1, \text{ l'expression prend la forme plus pratique : } \frac{1}{n} \sum_{l=0}^{n-1} \left(e^{-2i\pi\frac{l}{n}} + e^{2i\pi\frac{l}{n}} \right)^m$$

On développe chaque terme avec la formule du binôme de Newton :

$$\frac{1}{n} \sum_{l=0}^{n-1} \sum_{j=0}^m \binom{m}{j} e^{-2i\pi\frac{l}{n}j} e^{2i\pi\frac{l}{n}(m-j)} = \frac{1}{n} \sum_{l=0}^{n-1} \sum_{j=0}^m \binom{m}{j} e^{2i\pi\frac{l}{n}(m-2j)}$$

$$\text{On intervertit les signes sommes : } \frac{1}{n} \sum_{j=0}^m \binom{m}{j} \sum_{l=0}^{n-1} e^{2i\pi\frac{l}{n}(m-2j)}$$

$$\text{Si } m - 2j \text{ est un multiple de } n \text{ alors } e^{2i\pi\frac{l}{n}(m-2j)} = 1 \text{ et } \sum_{l=0}^{n-1} e^{2i\pi\frac{l}{n}(m-2j)} = n$$

On partage la somme double étudiée en deux parties :

$$\frac{1}{n} \sum_{j=0, m-2j \text{ multiple de } n}^m \binom{m}{j} n + \frac{1}{n} \sum_{j=0, m-2j \text{ non multiple de } n}^m \binom{m}{j} \sum_{l=0}^{n-1} e^{2i\pi\frac{l}{n}(m-2j)}$$

$$\text{Ce qui donne : } \sum_{j=0, m-2j \text{ multiple de } n}^m \binom{m}{j} + \frac{1}{n} \sum_{j=0, m-2j \text{ non multiple de } n}^m \binom{m}{j} \frac{1 - e^{2i\pi\frac{l}{n}(m-2j)}}{1 - e^{2i\pi\frac{l}{n}(m-2j)}}$$

Mais $e^{2i\pi(m-2j)} = 1$.

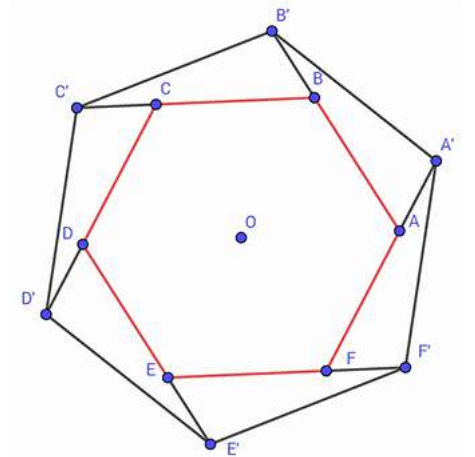
Le second terme de cette dernière expression est toujours nul en conséquence de quoi le nombre de circuits de longueur m sur un polygone à n sommets est donné par la formule :

$$\sum_{j=0, m-2j \text{ multiple de } n}^m \binom{m}{j}$$

$m = 5$ et $n = 3$, $5 - 2j$ est un multiple de 3 pour $j = 1$ et 4. On retrouve bien $\binom{5}{1} + \binom{5}{4} = 10$.

144-4 proposé par Jacques Chayé (Poitiers)

On donne un hexagone régulier dont le côté est a ; on prolonge les côtés, dans le même sens, d'une longueur égale à ma ; on joint les extrémités de ces côtés ainsi prolongés, et on demande de prouver que la figure ainsi formée est un hexagone régulier et que l'aire de ce nouvel hexagone est égale à l'aire du premier multiplié par $m^2 + m + 1$.



Solution de Frédéric de Ligt

Tous les triangles autour de l'hexagone initial sont congruents. Le grand hexagone a donc tous ses côtés de la même longueur. Il est aussi clair que tous les angles au sommet sont égaux comme toujours constitués des deux mêmes angles. Le grand hexagone est bien régulier.

Le triangle OBA est équilatéral donc : $\text{mes}(\widehat{OAB'}) = \text{mes}(\widehat{OAB}) = \frac{\pi}{3}$.

Dans le triangle OAB' on utilise la formule d'Al-Kashi :

$$\begin{aligned} OB'^2 &= OA^2 + AB'^2 - 2OA \cdot AB' \cdot \cos(\pi/3) \\ &= a^2 + (a + ma)^2 - 2a(a + ma) \cdot 0,5 \\ &= a^2 + ma^2 + m^2a^2 \\ &= a^2 \cdot (1 + m + m^2). \end{aligned}$$

Les aires des deux hexagones sont proportionnelles aux carrés des rayons de leurs cercles circonscrits, le coefficient d'agrandissement des aires vaut donc $(1 + m + m^2)$.

Régionale APMEP de Poitou-Charentes
IREM de Poitiers, Bâtiment H3, SP2MI Futuroscope,
Bd Marie et Pierre Curie, TSA 61125
86073 Poitiers Cedex 9

Abonnement 1 an (4 numéros + suppléments) : 8 €.

Site : <https://www.apmep.fr/La-Regionale-Poitou-Charentes>
Mél. regapmep16177986@gmail.com

Tél. 06 67 94 93 36

ISSN : 1145 - 0266

Directeur de la publication	Céline Fauvinet	Éditeur	APMEP, Régionale de Poitou-Charentes
Comité de rédaction	Céline Fauvinet, Frédéric de Ligt Jacques Germain, Jean Fromentin, Philippe Rogeon	Siège social	Voir adresse ci-dessus
Imprimerie	IREM de Poitiers (adresse ci dessus)	Dépôt légal	Juin 2026