



HAL
open science

Récréations mathématiques d'Ozanam

Pierre Crépel, Nicolas Pelay

► **To cite this version:**

Pierre Crépel, Nicolas Pelay. Récréations mathématiques d'Ozanam. Images des Mathématiques, 2011, <http://images.math.cnrs.fr/Recreations-mathematiques-d-Ozanam.html>. hal-00590000

HAL Id: hal-00590000

<https://hal.science/hal-00590000>

Submitted on 3 May 2011

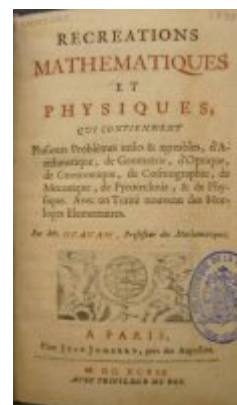
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Récréations mathématiques d'Ozanam

Le 12 mars 2011, par **Pierre Crépel** et **Nicolas Pelay**

On oppose souvent l'utilité des mathématiques à leur gratuité, leur beauté ou leur caractère plaisant et délectable. Le 15 juin 2010, devant les respectables membres de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Lyon, les auteurs ont divagué à ce propos, en invoquant divers ouvrages récréatifs ou non de savants des XVIIe et XVIIIe siècles. Heureusement, une servante a réussi à arrêter le combat avant qu'il ne tournât mal.



L A scène se passe dans un salon de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Lyon, au Palais Saint-Jean. Académiciens aux premiers rangs. Dames aux derniers rangs.

Personnages :

Pierre Crépel, vieux mathématicien cacochyme,
Nicolas Pelay, jeune animateur scientifique et didacticien des mathématiques,
Laura Pallez, servante de Nicolas Pelay

Michel Le Guern, éditeur de Pascal dans la Pléiade, président de l'Académie de Lyon en 2009,

Gérard Pajonk, chimiste, président en exercice de l'Académie de Lyon (2010),

Le Père Dominique Bertrand, jésuite, futur président de l'Académie de Lyon en 2011

Pierre Crépel

Monsieur le Président, mes chers confrères, Mesdames, Messieurs, Il y a peu d'exposés de mathématiques à l'Académie. D'ailleurs, il faut bien reconnaître que les mathématiques, c'est technique, c'est austère, et même incompréhensible pour les non-initiés. En plus, on se demande quelquefois si elles servent à quelque chose hors d'elles-mêmes, sauf pour engendrer des krachs financiers ... Il me semble donc qu'il faut réfléchir à leur utilité dans la vie, si on ne veut pas qu'elles soient rejetées par tout le monde.

Nicolas Pelay

Utilité, utilité : vous n'avez que ce mot à la bouche. Les mathématiques n'ont jamais été aussi présentes et utiles dans notre société il est vrai, mais elles sont devenues invisibles pour le citoyen et même source de méfiance. Elles souffrent d'une image négative : sérieuses, théoriques, utilitaires. Ne faut-il pas s'étonner de la désaffection inquiétante pour les études scientifiques et mathématiques depuis de nombreuses années maintenant ?

Selon moi, l'argument d'utilité pour l'enseignement, bien qu'intéressant, a ses limites, et il est

nécessaire d'insister de façon plus importante sur la dimension de plaisir et de gratuité dans l'apprentissage, de prendre en compte l'épanouissement que l'on trouve à faire des mathématiques, qu'elles soient utiles ou pas !

PC

Vous m'étonnez un peu, M. Pelay, expliquez-nous donc votre projet.

NP

Je travaille sur les possibilités d'apprendre les mathématiques en jouant. Je réalise depuis de nombreuses années des animations, principalement en colonies de vacances, et je constate à quel point les enfants sont capables de réfléchir de façon très créative quand ils jouent, y compris ceux dont on dit un peu trop rapidement qu'ils sont nuls en maths. Rendons-les plus vivantes et attractives, et ces enfants vous surprendront par leur intelligence ! Je compte bien m'appuyer sur le jeu qui est un moteur extrêmement important chez les enfants pour améliorer l'enseignement des mathématiques !

PC

Oui, enfin, le jeu ça va avant 6 ans, mais après ... ? Et puis, c'est un peu futile. Un adolescent ou un adulte, il veut que ça serve, que ça l'aide à trouver un métier.

NP

Etre utile, trouver un métier, c'est la seule chose que vous proposez à un enfant dès qu'il a dépassé 6 ans ??? Sachez qu'on n'élève et n'éduque plus les enfants comme avant guerre ! Bien sûr, il est important de préparer les enfants à l'âge adulte, mais gardons-nous de les assommer dès le berceau avec de telles préoccupations ! Donnons-leur le temps de s'épanouir comme enfant : leur imaginaire et leurs rêves sont plus utiles pour la société de demain que vous ne le croyez ! D'ailleurs, utilité et amusement ne s'opposent pas, au contraire : je prétends que les mathématiques peuvent être tout à la fois amusantes ET utiles. Il suffit de regarder dans l'histoire des mathématiques pour s'en convaincre : L'ouvrage du docte Bachet, Sieur de Méziriac, mathématicien reconnu, qui a écrit en 1612 ses *Problemes plaisans et delectables* [1], c'est un ouvrage qui apporte des avancées mathématiques à son époque, dans les domaines arithmétique et algébrique, et les aborde, comme le suggère le titre, sous un angle plaisant et amusant !

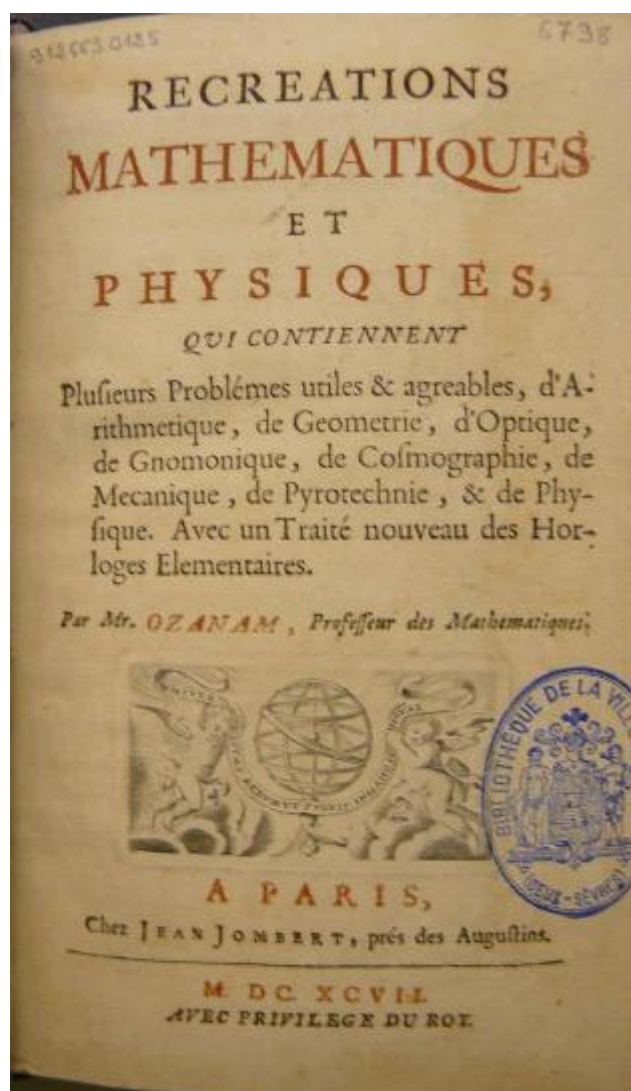


PC

Vos « Problemes plaisans et delectables », parlons-en : ce sont des défis entre savants à la mode du début du XVIIème siècle, c'est une manière déguisée de faire des mathématiques, mais ça se passe entre quelques personnes, ça n'a rien à voir avec l'enseignement, ni avec la diffusion des sciences, ni avec la culture scientifique pour un public plus large.

NP

Vous avez tout à fait raison sur ce point : Bachet s'adresse à des élites et son livre n'est en rien un manuel d'enseignement ou de diffusion des mathématiques. Mais, et c'est là où je veux en venir, il est précisément en grande partie à l'origine du développement d'un genre d'ouvrages nouveaux au XVIIème : celui des récréations mathématiques. Vous devriez lire la thèse de Gilles Chabaud [2]. Elle retrace fort bien l'émergence de ce genre nouveau : tout au long du XVIIème siècle, les « Problemes plaisans et delectables » sont réédités ; des ouvrages contenant des jeux, des tours & des expériences sont vendus en France et à ses frontières, leurs auteurs ne se privent d'ailleurs pas pour copier largement et négligemment Bachet. D'ailleurs, ce mélange des genres sans principes entre récréations et science scandalise des mathématiciens. Je pense par exemple à Mydorge [3] qui publie en 1630 une sorte de pamphlet intitulé « L'Examen », y critiquant des auteurs de récréations, tels Henrion [4], trop approximatifs à son goût. Mais, tout cela témoigne du fait que les temps changent. Rendez vous compte, on dénombre avant 1694 pas moins de 43 éditions en français portant le titre « récréations mathématiques », publiées chez 17 éditeurs différents. Si j'ai dit « avant 1694 », c'est parce que justement, à la fin du XVIIème siècle, en 1694 exactement, Jacques Ozanam, un mathématicien reconnu, va mettre tout le monde d'accord en publiant ses *Récréations Mathématiques et Physiques* [5] qui rétablissent une rigueur tout en conservant l'aspect récréatif. Cet ouvrage va devenir la référence du genre des récréations mathématiques pendant près de cent-cinquante ans, puisqu'il est réédité tout au long du XVIIIème siècle et au début XIXème, il est même traduit dans d'autres langues comme l'anglais. C'est précisément cet ouvrage que j'étudie dans ma thèse : les Récréations Mathém...



PC [coupant la parole de façon agacée]

Oui, mais à partir de 1666, avec la création de l'Académie des sciences, tout change. L'Etat prend les sciences en main : Colbert, c'est un grand ministre, il a une certaine idée de la France, de la science, de la culture, mais il ne plaisante pas, il crée l'académie aussi pour la marine, pour la puissance du pays, pas pour jouer avec les nombres parfaits, les nombres amiables, etc. Et puis, à partir de Huygens, Newton et Leibniz, les mathématiques, ce sont le calcul différentiel et intégral, les équations différentielles pour la mécanique, l'hydrodynamique, l'acoustique. C'est quand même autre chose que votre jeu de pharaon et vos amusettes sur les nombres !

Et votre Ozanam, avec ses *Récréations mathématiques*, n'aurait-il rien vu venir de tout ça ? Mais dans quel monde vivait-il ?

NP

Ozanam n'a évidemment pas le calibre des grands contemporains que vous citez, il n'en a d'ailleurs pas la prétention, mais il n'en demeure pas moins un mathématicien présent dans le paysage scientifique, la publication de ses traités, de ses tables logarithmiques, les plus précises de l'époque, lui valant l'estime de Leibniz [6]. Et puis, vous ne m'avez pas laissé le temps de vous décrire cet ouvrage. Le titre exact est « Récréations mathématiques ET physiques ». Autant vous dire que cet ouvrage ne néglige pas les aspects physiques, il est donc beaucoup plus diversifié que vous ne le croyez : il contient des questions de musique, d'optique, de gnomonique, de

cosmographie, de mécanique, de pyrotechnique, de physique, et un traité des horloges élémentaires. Et puisque vous accordez tant d'importance à l'Académie des sciences, vous serez sûrement heureux d'apprendre qu'Ozanam est élu membre de cette académie en 1707.

Jacques Ozanam (1640-1718)

1640 : naissance à Bouligneux (Dombes)

1670 : publie des tables trigonométriques et logarithmiques

1688 : L'Usage du Compas de proportion

1691 : Dictionnaire des mathématiques

1693 : Cours de mathématiques

1694 : Récréations mathématiques et physiques

1707 : élève à l'Académie Royale des sciences

1718 : décès

Bref, comme je vous le disais, je ne vois pas en quoi plaisir et utilité des mathématiques s'opposent, et je ne vois pas en quoi les sciences présentées de façon agréable poseraient problème. Vous préféreriez peut-être qu'elles le soient de façon austère et guindée, qu'on meure d'ennui en les lisant ?

PC

Bon. Enfin, je regarde le premier problème d'Ozanam, avec une abbessse aveugle.

« Une abbessse aveugle vérifiant les religieuses qui sont dispersées également dans huit cellules construites aux quatre angles d'un carré, et au milieu de chaque côté, trouve partout un nombre égal de personnes dans chaque rang qui est composé de trois cellules : et en les vérifiant une seconde fois, elle trouve dans chaque rang le même nombre de personnes quoiqu'il soit entré quatre hommes : et en les vérifiant une troisième fois, elle trouve encore dans chaque rang le même nombre de personnes quoique les quatre hommes soient sortis, chacun avec une religieuse ; on demande comment cela se peut et se doit se faire. »

*Une Abbesse aveugle visitant ses Religieuses qui
dispersées également dans huit Cellules consti-
tes aux quatre angles d'un Quarré, & au
lieu de chaque côté, trouve par tout un non-
égal de personnes dans chaque rang, qui est
posé de trois Cellules : & en les visitant un
conde fois, elle trouve dans chaque rang le
me nombre de personnes, quoiqu'il y soit
quatre hommes : & en les visitant une troisi-
me fois, elle trouve encore dans chaque rang le
me nombre de personnes, quoique les quatre
mes soient sortis, chacun avec une Religieuse.
on demande comment cela se peut & se doit fa-*

Qu'est-ce que c'est que cette grivoiserie ? Vous n'avez pas honte en présence du Père Bertrand ? Nous ne sommes pas à un meeting de la Libre Pensée, nous sommes à l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon.

NP

Ce problème était déjà dans Bachet, avec un propriétaire qui a du vin dans sa cave et un domestique indélicat. Vous préféreriez peut-être insinuer que les gens au bas de l'échelle sociale sont des voleurs ?

PROBLÈME VI

Un bon bourgeois fit faire dans sa cave un casier de neuf cases disposées en carré ; la case du milieu était destinée à recevoir les bouteilles vides provenant de la consommation de 60 bouteilles pleines qu'il disposa dans les 8 autres cases en mettant 6 bouteilles dans chaque case des angles, et 9 dans chacune des autres cases. Son domestique enleva d'abord 4 bouteilles qu'il vendit, et il disposa les bouteilles restantes de manière qu'il y eût toujours 21 bouteilles sur chaque côté du carré. Le maître, trompé par cette disposition, pensa que son domestique n'avait fait qu'une transposition de bouteilles, et qu'il y en avait toujours le même nombre. Le domestique profita de la simplicité de son maître pour enlever de nouveau 4 bouteilles, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il ne fût plus possible d'en enlever 4 sans que le nombre 21 cessât de se trouver sur chaque côté du carré. On demande comment il s'y prit à chaque fois, et de combien de bouteilles il fit tort à son maître.

PC

Bon, je vois que vous vous enflamez, regardons la solution d'Ozanam.

NP

Reprenons en effet calmement, la voici, et laissons le temps au public de bien comprendre le problème. Imaginons en effet que chaque chambre contienne 3 religieuses. Sur chaque rangée, l'abbesse aveugle compte donc 9.

3	3	3
3		3
3	3	3

Comment faire entrer, malgré votre ton scandalisé, ces 4 hommes sans que l'abbesse s'en

aperçoive ?

Voici une solution possible : une religieuse de chaque chambre en coin va dans une chambre du milieu de la rangée, avec un homme. Je comprends votre stupéfaction de voir 4 femmes avec un homme, mais toujours est-il que l'abbesse aveugle n'en comptera encore que 9 sur chaque rangée.

2	5	2
5		5
2	5	2

Faisons maintenant sortir ces 4 hommes avec 4 religieuses, pour l'intérêt mathématique cela va de soi ! Eh bien, voici une configuration leur permettant d'échapper à la vigilance de l'abbesse, qui comptera toujours 9 sur chaque rangée.

4	1	4
1		1
4	1	4

Si vous êtes attentif, vous pourrez remarquer que cela est rendu possible en augmentant ou diminuant le nombre de personnes par chambre dans les coins. Pourquoi ? Parce qu'elles sont comptées deux fois par l'abbesse, dans ce sens, et dans l'autre sens, alors que les personnes se trouvant dans les chambres du milieu de la rangée ne sont comptées qu'une seule fois. Chaque chambre, n'a donc pas « le même poids » et c'est ce qui permet ces variations.

PC

C'est astucieux, je le reconnais, mais je reste sur ma faim du point de vue de la rigueur. La solution est-elle unique ? S'il y en a d'autres, ont-elles toutes cette symétrie ? N'y aurait-il pas une méthode algébrique générale pour résoudre de tels problèmes ?

NP

Une solution dissymétrique est tout aussi possible effectivement, regardez !

4	0	5
0		1
5	1	3

Ainsi, par exemple, si je suppose d'abord qu'on ne recherche que les solutions symétriques, on aura six inconnues et cinq équations, donc un degré de liberté, par exemple le nombre commun de religieuses au départ dans chaque cellule. Mais si on pose toutes les équations dans le cas général, ça se compliquera un peu, mais on y arrive.

Si vous voulez en savoir plus, je vous suggère d'aller lire une édition ultérieure des récréations d'Ozanam où cette question est approfondie.

PC

Finalement, vous voulez dire que le raisonnement « par l'arithmétique » est plus direct et plus élégant que le raisonnement « par l'algèbre », pour parler comme dans les problèmes de robinet du certificat d'études dans les années 1950. Vous ne plaidez pas pour l'intérêt et l'efficacité de l'algèbre : c'est pourtant ce qu'on doit à Descartes qui l'a appliquée, par exemple, à la géométrie.

NP

Détrompez vous, je voulais simplement par cet exemple vous montrer que les mathématiques ont une grande diversité, et qu'elles ne se réduisent pas aux équations et aux systèmes d'équations numériques. Mais je relève le défi, je vais vous poser d'autres problèmes. Pensez à un nombre ...

PC

Qu'est ce que vous me demandez là ? Où voulez vous m'emmener ? Demandez plutôt au président.

[Le président écrit un nombre sur le papier que lui tend PC, et le rend à PC qui montre ce nombre à l'assistance en prenant garde de façon exagérément ridicule que NP ne puisse le voir]

NP [visiblement agacé des précautions prises par son collègue]

C'est bon ? Vous en avez fini avec vos manières ?

Multipliez le par 2.

Ajoutez 5.

Multipliez le par 10.

Ajoutez 20.

Multipliez le encore par 10.

Retranchez 700.

Combien trouvez vous ?

PC

1400

NP

Ah tiens, intéressant, vous avez donc pensé au nombre 7 :

PC , à N. Pelay

C'est truqué, vous êtes un charlatan. Et en plus, le Président est dans le coup, il me déçoit.

PC, au Président

M. le Président, je ne pensais pas que vous m'aviez invité à donner une conférence dans ce prestigieux Palais Saint-Jean, ancien siège du Primat des Gaules, pour me faire ridiculiser en public par un jeune freluquet.

NP

M. Crépel, ne vous croyez pas persécuté, je cherchais justement à aller dans votre sens et à vous montrer l'efficacité de l'algèbre. Il me suffisait, et je pensais que vous l'auriez remarqué, d'utiliser un peu d'algèbre élémentaire !

Voici l'explication puisque vous semblez en avoir besoin ... Posons X le nombre pensé. Je multiplie par deux, ce qui donne $2X$ J'y ajoute 5, ce qui me donne $2X+5$ Je multiplie par 10 et J'obtiens $20X+50$ J'ajoute 20 pour obtenir $20X+70$ Je multiplie encore par 10 et j'obtiens $200X+700$ Comme par hasard, je vous fais enlever 700, j'ai donc $200X$, d'où le fait que je retombe facilement sur le nombre pensé, en divisant par 200 !

PC

Bon, j'admets...

[PC baisse la tête honteusement, avec un silence penaud. Il se reprend vigoureusement comme pour se justifier]

... Mais un exemple utile aurait eu le même effet sur les lecteurs d'hier et les auditeurs d'aujourd'hui.

NP

J'en suis moins sûr que vous, car ce qui est en jeu ici, c'est le passage d'une pensée magique à une pensée rationnelle. Et c'est bien là un aspect essentiel du genre des récréations mathématiques et

de ce tour de magie en particulier. Le moyen âge est l'ère des croyances, dans les sorcelleries et les tours de divinisation. On faisait croire aux gens, même éduqués, n'importe quelle sornette, et c'est bien arrangeant pour les duper et tromper ! Aussi, une personne qui aurait réalisé ce tour au XVème siècle serait vite passée pour disposer de pouvoirs surnaturels et de la capacité de lire dans les pensées d'autrui !

Mais, courant XVIème siècle et tout au long du XVIIème, les esprits et mentalités changent. Copernic puis Galilée sont passés par là ; Descartes et bientôt Newton amorcent ce qu'on considère aujourd'hui comme la véritable première révolution scientifique, qui va marquer l'histoire de l'humanité ! Les esprits prennent leur indépendance et veulent rationaliser les phénomènes naturels.

Et les mathématiques ne sont pas en reste, elles apportent leur pierre dans cette révolution. En effet, l'algèbre, notamment avec Bachet et Viète au début du XVIIème siècle, devient beaucoup plus compréhensible et accessible. On introduit les inconnues X, Y, Z, les règles de calcul : $X+X=2X$; $X*X=X^2$, etc... et tout devient plus clair.

C'est ainsi que les tours de divination, comme celui que je viens de vous faire, cessent de devenir magiques aux yeux du public ; ils deviennent rationnels, donc explicables. Pour autant, la fascination pour ces tours ne cesse pas, au contraire ! Car il y a bien quelque chose de magique dans l'algèbre et sa capacité à expliquer et à montrer rationnellement ce qui, il y a peu, était considéré comme surnaturel !

Aussi, vous qui étudiez D'Alembert et Condorcet, vous devriez être sensible à cet aspect des choses. Mon problème « deviner un nombre », c'est aussi la lutte de la raison contre les préjugés.

PC

Merci de la leçon. Vous avez une manière de vous prendre pour Salviati et de me prendre pour Simplicio, qui me déplait. De mon temps, les jeunes respectaient les anciens ! Mais revenons-en à la diffusion des sciences mathématiques et à leur enseignement.

NP

Tout à fait ! Ce qui est intéressant avec Ozanam, c'est que cet ouvrage de récréations mathématiques est conçu dans un cadre plus général : un dictionnaire [7], un cours [8], et les *Récréations*. Ces trois ouvrages constituent une sorte de trilogie qu'a souhaitée l'auteur. Ils sont publiés respectivement en 1691, 1693 et 1694. D'ailleurs, le privilège des *Récréations*, qui date de 1692, indique bien qu'il s'agit d'un supplément au cours. Ainsi, vous voyez bien que les *Récréations* sont conçues en lien avec un enseignement des mathématiques, et non simplement comme un simple divertissement.

PC

Et alors ? C'était vraiment efficace ? Pourriez-vous me situer ces ouvrages par rapport à ceux de son époque, les Prestet, les Lamy, les Reyneau, les Guisnée, etc. A-t-il mieux enseigné qu'eux en se livrant à ces plaisanteries ?

NP

Il faut être prudent à ce niveau là bien sûr. Mais ce qui est certain, c'est qu'Ozanam n'était pas seulement un chercheur, il a d'abord été et est resté avant tout un enseignant de mathématiques passionné. Et il a été le maître d'Abraham De Moivre qui a été le mathématicien que l'on sait !

Enfin, j'ajoute et je vous le rappelle, il y a un siècle de rééditions et même des traductions des *Récréations* dans des langues étrangères, c'est bien que les gens y ont trouvé leur compte !

PC

D'accord, mais l'enseignement évolue au XVIIIe siècle. L'abbé de La Chapelle, publie en 1743 un « Discours sur l'étude des mathématiques, où l'on essaie d'établir que les Enfants sont capables de s'y appliquer » [9]. Lui, il a essayé de partir des problèmes concrets vécus par les enfants, il prend des exemples tirés de la vie et non artificiels. Et il ne se contente pas des intentions. Ses *Institutions de Géométrie* [10], publiées pour la première fois en 1746, en font foi. D'ailleurs il en a donné un exemplaire à notre académie, puisque sur l'exemplaire de la Bibliothèque municipale figure le tampon « Acad. scient. lit et art. Lugd. » et la mention manuscrite :

« Ce livre en 2 volumes a été donné par son auteur à l'Académie des Beaux-Arts, qui l'a reçu le 15e Mars 1747 par les mains de Mr. Defleurieux. »

Dans cet ouvrage que l'auteur dédicace à ses élèves du collège Louis-le-Grand, on lit des problèmes sur la façon dont un jeune homme doit gérer son argent, sur l'arpentage, sur le change des monnaies, sur la répartition des subsistances pour les soldats, sur les opérations qui ne tombent pas juste dans le commerce, sur le remplissage des fontaines, sur la construction des canaux, sur les marchands de toile ou de blé, etc. Ce n'est pas un hasard si c'est l'abbé de la Chapelle que D'Alembert a sollicité pour rédiger les articles de mathématiques élémentaires dans l'*Encyclopédie*.

NP

Reconnaissez que, dans l'*Encyclopédie*, il ne s'est pas trop fatigué, il s'est contenté en général de recopier la traduction de la *Cyclopaedia* de Chambers [11] qu'on lui avait fournie ! Mais je vous réponds sur le fond.

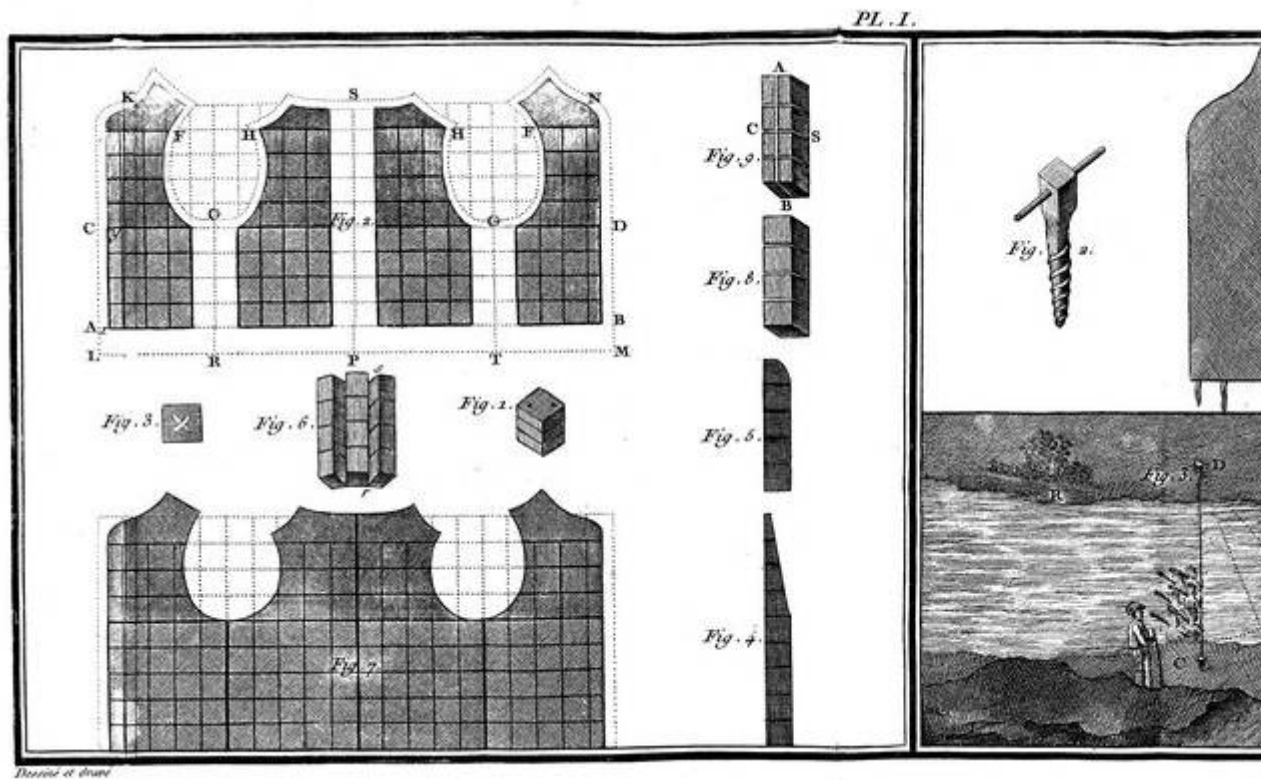
D'abord, je vous ferai remarquer que de tels problèmes existent aussi chez Ozanam et qu'inversement l'abbé de la Chapelle donne également des exercices avec des jeux. Par exemple, il fait comprendre les angles d'incidence et de réflexion par des problèmes sur le jeu de billard. Ensuite l'abbé de la Chapelle a un nom dans l'histoire des *Récréations* mathématiques et physiques. C'est même lui qui en tant que censeur royal a approuvé les *Nouvelles Récréations* de Guyot en 1769 [12].

Il s'est en outre intéressé aux ventriloques, sur lequel il a écrit un livre [13] ; il a construit ce qu'il a appelé des scaphandres [14], en fait plutôt des gilets de sauvetage avec du liège, il n'a pas hésité à en faire des démonstrations spectaculaires, y compris devant les commissaires de l'Académie des sciences, on lit par exemple ceci dans le rapport de Dortous de Mairan et de l'abbé Nollet en 1765 :

« M. de la Chapelle quitta son habit, se revêtit de son scaphandre et se jeta tout habillé d'ailleurs en pleine eau dans la Seine à peu de distance au-dessus de la Râpée »,

puis plus loin les commissaires décrivent l'homme qui flottait sans se noyer :

« il entretenoit une conversation suivie avec les personnes qui étoient à sa portée, et, ayant les deux bras hors de l'eau, il pouvoit porter à sa bouche de quoi boire et manger, il pouvoit tirer un pistolet, gesticuler avec une épée, un bâton ».



Ainsi, La Chapelle dit lui-même que son invention peut tout aussi bien permettre de s'amuser, de pêcher, de chasser, de se protéger lors d'un naufrage, ou même de faciliter la descente d'une troupe sur les côtes. Encore une fois, n'opposez donc pas le sérieux et concret, et n'opposez donc pas La Chapelle à Ozanam, cela n'a aucun sens !

PC [cherchant à changer de sujet]

Parlons donc de l'*Encyclopédie*. D'Alembert et les mathématiques, voici un bon sujet. Ce savant a fait des mathématiques pures et des sciences physico-mathématiques, il a donné une théorie pour traiter tous les problèmes de dynamique, il s'est occupé de la cause générale des vents, des cordes vibrantes, des écoulements de fluides par les orifices des vases, en fournissant les équations de leurs mouvements. Mais il ne s'est pas livré à vos amusettes sur les nombres, ni à de la géométrie éthérée purement spéculative.

NP

Pourtant, si je ne m'abuse, c'est bien D'Alembert qui a embauché Rallier des Ourmes, un amateur éclairé de Rennes, pour écrire les articles sur les nombres dans l'*Encyclopédie* ?

PC

Je vous le concède, mais ces articles [15] sont didactiques, clairs et parlent aussi du taux d'intérêt, des bases de l'arithmétique commerciale. Voilà qui est utile.

NP

Mais n'est ce pas ce même Rallier des Ourmes qui a écrit un Mémoire sur les carrés magiques [16] ? Or, il n'y a rien de plus inutile de votre point de vue. Ce sont de purs amusements de l'esprit, parfois considérés dans certaines civilisations comme des amulettes. En effet, un carré magique, est simplement un carré où la somme dans toutes les directions, y compris les

diagonales, est toujours la même. Et pourtant que de mathématiciens, depuis la nuit des temps, ont cherché à distinguer et trouver des carrés magiques !

PC

Mais justement, je vous fais remarquer que, lorsque l'Académie a analysé ce mémoire sur les carrés magiques, elle a hésité à le publier (comme on le voit dans le brouillon du rapport) et a argumenté ainsi : quand un auteur montre des capacités en mathématiques, il serait bon qu'il ne les gâche pas à des sornettes de théorie des nombres, il vaut mieux qu'il s'attaque à des problèmes non artificiels. Je vous lis la conclusion du rapport de l'Académie [17] :

« Nous concluons donc de ce qui vient d'être exposé que le mémoire de M. Rallier mérite l'approbation de l'Académie mais que par la nature de son objet il n'est pas fait pour être imprimé dans le recueil des Savans étrangers, il semble qu'au lieu de les insérer dans de pareils recueils ces sortes [de] sujets devraient être relégués dans les livres de récréations mathématiques afin de détourner les personnes capables de faire mieux de s'y appliquer, on ne peut trop s'attacher à tourner les sciences, du côté des objets utiles. »

Certes, finalement, l'Académie par bonté et par tolérance a corrigé sa conclusion et accepté de publier le mémoire, mais vous voyez bien que les savants des Lumières avaient un minimum de sens du social et de l'utile.

NP

Encore une fois, et ça devient lassant, vous vous entêtez dans une seule pensée. Car les carrés magiques, ainsi que de nombreux autres problèmes arithmétiques de théorie des nombres que vous semblez mépriser, ont été traités par Euler, qui est certainement le plus grand mathématicien de ce siècle (plus grand même que votre D'Alembert) et qui a également abordé en toutes occasions de nombreux problèmes pratiques.

PC

Admettons. Mais, puisque vous dites que les Récréations d'Ozanam ont eu du succès et des rééditions tout au long du XVIIIème siècle, puisque votre Ozanam est mort en 1718, celles-ci ont-elles été enrichies par ses successeurs ?

NP

Par Grandin, Montucla [18]...

RÉCRÉATIONS MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES,

QUI CONTIENNENT les Problèmes & les Questions les plus remarquables, & les plus propres à piquer la curiosité, tant des Mathématiciens que de la Physique; le tout traité d'une manière à la portée des Lecteurs qui ont seulement quelques connoissances légères de ces Sciences.

Par feu M. OZANAM, de l'Académie royale des Sciences, &c.

NOUVELLE EDITION, totalement refondue & considérablement augmentée par M. de C. G. F.
(Chanla, géomètre forézien, - le signa Montucla; c'est lui qui a écrit la préface p. 212)
TOME PREMIER,

Contenant L'ARITHMÉTIQUE & la GÉOMÉTRIE.



Ex Libris
VIRGUIN.

A PARIS, RUE DAUPHINE,
Chez CL. ANT. JOMBERT, fils aîné, Libraire du Roi
pour le Génie & l'Artillerie.

M. DCC. LXXVIII.

AVEC APPROBATION, ET PRIVILEGE DU ROI.

PC

Je vous arrête tout de suite, vous vous moquez de moi. Montucla est quelqu'un de sérieux, et en plus il était membre de l'Académie de Lyon, il mène le combat des encyclopédistes. Il combat les charlatans et, à ce titre, écrit l'Histoire de la quadrature du cercle [19] en 1754. Il publie en 1758 une *Histoire des mathématiques* [20], où on traite de la mécanique, de l'astronomie, des machines, de l'arpentage, etc., entre nous, c'est une histoire cent fois plus ouverte que celles de l'époque Bourbaki. Et puis, il a eu un rôle administratif important à Grenoble, ensuite comme secrétaire des bâtiments du roi. Alors Montucla en train de faire le bouffon avec des jeux déplacés sur les abbesses, je n'y crois pas.

NP

Regardez-donc !

PC

Vous voyez bien que sur la page de titre, il y a écrit « par M. de C.G.F. ». Cela signifie M. de Chanla, Géomètre Forézien. Montucla c'est ajouté à la main par un ignorant. Et puis si vous

regardez à l'intérieur du livre, c'est Montucla le censeur. On ne peut pas être à la fois l'auteur et le censeur d'un même ouvrage.

NP

Et pourtant, c'est bien lui, et je vous le prouve simplement : la réédition de 1790 porte son nom sur la page de titre, de son vivant. Et tous les journaux lui ont attribué cet ouvrage.

Par contre, j'admets que Montucla avait un sens de l'humour peut être plus limité, puisqu'il a ramené l'énigme de tout à l'heure sur les religieuses à un problème exagérément neutre ! Ce ne sont pas là ses seules modifications, il a d'ailleurs ajouté de nombreux jeux de hasard et de problèmes liés au triangle arithmétique que voilà !

PROBLÈME X

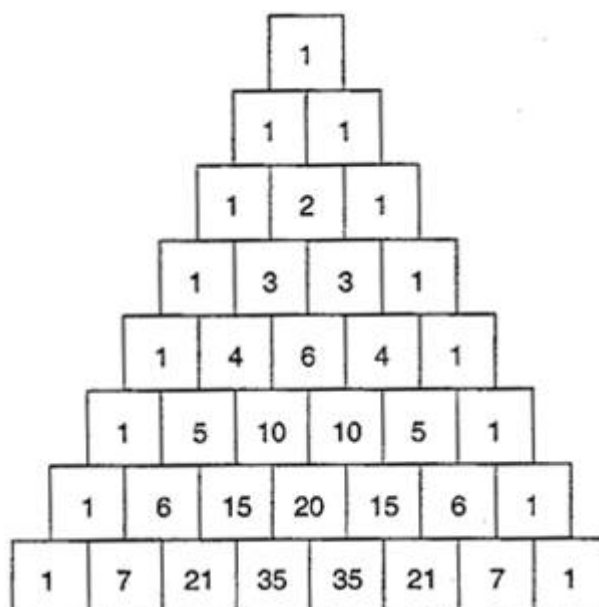
*Comment peut-on disposer dans les l
érieures d'un quarré divisé en neu
ensorte qu'il y en ait toujours 9
bande de l'enceinte, & que cepend
puisse varier depuis 20 jusqu'à 32*

PC

Parlons-en. Ne dites pas n'importe quoi sur ce sujet. M. le Président Le Guern est dans la salle.

NP

Oui, le triangle arithmétique, c'est très intéressant. Vous qui êtes probabiliste, vous pourrez y voir que c'est un moyen de faire comprendre les notions fondamentales, comme la définition de la probabilité par le rapport du nombre des cas favorables au nombre des cas possibles, l'indépendance, l'espérance mathématique.



PC

Vous me faites rire. D'abord, ces « jeux », ce ne sont que des images pour faire comprendre, mais le jeu y a peu de part. C'est comme le schéma des urnes de Bernoulli avec ses boules blanches et ses boules rouges.

NP

Le jeu donne naissance au fameux problème des partis. Vous connaissez bien la phrase de Joseph Bertrand*, selon laquelle le calcul des probabilités est né d'une question posée par un homme du monde à un austère janséniste ...

PC

Pascal n'était pas si janséniste que ça, vous dira M. le Président Le Guern. Et puis, le problème des partis, c'est aussi la rupture du contrat aléatoire, cette question est alors devenue fondamentale pour des raisons beaucoup plus sérieuses que les aventures hasardées du chevalier de Méré. C'est le développement du système marchand en situation d'incertitude partielle. Voyez donc le remarquable article d'Ernest Coumet [21], « La théorie du hasard est-elle née par hasard ? »

NP

Il n'empêche que les plus grands mathématiciens, Jacques Bernoulli, ses neveux Nicolas et Daniel, de Moivre, ont révolutionné le calcul des probabilités au XVIIIe siècle en résolvant de tels problèmes de jeux. Même votre D'Alembert en a parlé.

PC

Justement. Les doutes de D'Alembert sur « croix ou pile », sur le problème de Petersburg, ce n'est pas pour jouer [22]. Il s'exprime en termes de jeux quelquefois (mais pas toujours) pour se mettre à la portée des gens de son temps, mais sa préoccupation, ce sont les conditions d'application du calcul des probabilités dans la vraie vie, notamment le comportement des agents économiques en situation d'incertitude. D'ailleurs il travaille sur les courbes de mortalité, sur le risque de l'inoculation de la petite vérole, sur le calcul des rentes viagères. Et là, il montre que les hypothèses artificielles de symétrie, d'indépendance, d'équi-possibilité, etc. (telles qu'on les

suppose dans les jolis calculs de probabilités pures et dans les jeux de hasard construits pour cela) ne sont pas réalistes, qu'il faut au contraire être plus imaginatif sur la prise en compte du temps, sur la dispersion, sur les inégalités des chances, sur la dépendance des événements ... dans les phénomènes aléatoires.

NP

Ne vous enflammez pas ainsi et ne faites pas de politique, je vous prie. Nous parlons de mathématiques. Je ne dis pas que tout cela soit sans objet, mais pourquoi ne pas commencer de façon simple et amusante avec les enfants. Dans les colonies de vacances, je prends le problème de ROMA qu'on trouve dans les Récréations et que j'ai adapté. C'est une excellent exercice pour comprendre les combinaisons, regardez.

Voici ici un coffre ici fermé par une combinaison. J'ai changé les 4 lettres de ROMA par les symboles que vous voyez. Eh bien, je mets les enfants par équipe, et je demande à chaque groupe de me trouver rapidement la bonne combinaison qui permet d'ouvrir le coffre avant les autres. Les voilà qui me font des propositions, qui inversent et combinent les symboles, et qui ouvrent rapidement un coffre, puis un autre !

Quand je leur demande alors le nombre de combinaisons qui existent, certains d'entre eux, n'ayant pourtant jamais eu de cours sur les combinaisons, ne tardent pas à me donner la bonne réponse, et même à me la justifier !

Alors cette réponse, quelle est-elle ? Quelqu'un l'a-t-il dans la salle ? Eh bien, croyez moi, je l'ai fait avec des adultes, ce n'est pas si facile !

Raisonnons ensemble ! Tout d'abord sur un plus petit cas, ce qui se fait facilement en mathématiques. Combien y-a-t-il de combinaisons avec 3 symboles ? C'est simple, on se convainc rapidement qu'il y en a six. Je reviens maintenant à mes 4 symboles. Je fixe ici un 1er symbole, mettons par exemple celui-ci. Combien y-a-t-il de possibilités ? Je viens de le faire : avec 3 symboles, il y en a 6. Mais le 1er que j'ai choisi, est indifférent, j'aurais très bien pu prendre l'un des 3 autres. Et dans chacun de ces cas, il y a 6 combinaisons ! Par conséquent, j'ai 6 combinaisons pour chacun des 4 premiers symboles ! Donc cela me fait $6 \times 4 = 24$ symboles.

Eh bien, je vous le dis, laissez jouer les enfants, et ils vous trouvent des justifications très proches de celles que je viens de vous faire !

PC

Bien sûr, mais c'est beaucoup plus profond que cela et Ozanam ou Montucla n'en soufflent mot. C'est le problème des arrangements réguliers. Vous ratez une occasion de vous réconcilier avec le Père Bertrand, notamment sur l'existence d'un Etre intelligent et sur l'immortalité de l'âme. Je vais vous expliquer cela. Votre exercice, ce ne sont que les préliminaires d'une question beaucoup plus fondamentale. Montucla compte parmi les 24 combinaisons possibles des lettres ROMA celles qui ont un sens en latin, il en donne 8 :

- ROMA
- RAMO, datif ou ablatif de Ramus (Branche)
- ORAM, accusatif de Ora (Bord)
- AMOR
- ARMO (J'arme)

- MARO, nom de Virgile
- MORA (Retard)
- OMAR, nom propre

Condorcet en ajoute une 9ème, notamment dans son manuscrit sur la persistance de l'âme [23] : OMRA, nom de dignité dans les Indes.

De nombreux auteurs posent, plus ou moins explicitement, la question suivante : « Parmi les 24 combinaisons possibles, il y en a 9 qui ont un sens. Je suppose que je trouve ces lettres disposées sur une table avec une combinaison qui ait un sens (par ex. Roma), quelle est la probabilité qu'elles aient été disposées avec un but, une intention, un être intelligent, ou au contraire au hasard ? »

Evidemment, ici, avec 9 combinaisons qui font sens sur 24, on a l'impression de ne pas pouvoir dire grand chose. Mais voici une variante avec plus de lettres : vous trouvez dans l'ordre CONSTANTINOPOLITANENSIBUS. Ce serait quand même bien étonnant que ce soit le hasard qui les ait mises dans cet ordre. Et je ne parle pas du miracle des singes dactylographes de Borel qui tapent au hasard sur le clavier d'une machine à écrire et sortent la *Légende des Siècles* de Victor Hugo. Vous voyez bien que c'est lié à la question de l'existence de Dieu.

D'Alembert pose des doutes dans ses *Opuscules* et Condorcet y répond de plusieurs façons dans ses manuscrits.

NP

Je vous parle jeu et amusement pour les enfants, vous me parlez de Dieu ! Je vous concède que c'est une question profonde et angoissante, mais vous croyez que les enfants dans les colonies de vacances et même les étudiants de première année de fac se motivent par les démonstrations mathématiques de l'existence de Dieu ? On n'est plus au XVIIIème siècle, voyons !

PC

Je vous laisse régler la question avec le Père Bertrand. Mais je vous ferais remarquer que ce problème des arrangements réguliers touche aussi aux tests de signification, aux statistiques en médecine, à l'interprétation des données chiffrées dans les sciences sociales et même à des problèmes simples de la vie courante. Vous pourriez donc profiter de cela dans vos animations scientifiques. En dépassant le simple jeu combinatoire de Montucla et autres, vous pourriez développer l'esprit critique des enfants et des étudiants.

D'ailleurs Condorcet et Laplace ont pris cela très au sérieux. Le premier a ainsi créé les bases de l'utilisation des mathématiques dans les sciences sociales. Le second a fait les calculs : de l'astronomie à la géodésie, en passant par les problèmes des naissances, l'un des problèmes fondamentaux de la démographie.

NP

Encore une fois, vous faites fausse route ! Vous opposez par plaisir des aspects qui pourraient être complémentaires. Je ne cesse de vous dire que dans les *Récréations*, il y a aussi des problèmes utiles : de droit, de commerce, d'économie.

PC

Bon, regardons. Je lis ceci dans vos *Récréations* :

« Un père en mourant laisse sa femme enceinte. Il ordonne par son testament que, si elle accouche d'un mâle, il héritera des deux tiers de son bien, & sa femme de l'autre tiers ; mais, si elle accouche d'une fille, la mère héritera des deux tiers & la fille d'un tiers. Cette femme accouche de deux enfants, un garçon & une fille. Quelle sera la part de chacun ? »

Cela me rappelle un peu un examen fédéral pour les arbitres de rugby : le ballon avait éclaté au cours de la transformation d'un essai, l'enveloppe était passée entre les barres et la baudruche à côté, fallait-il accorder la transformation ? Vous croyez franchement que c'est avec des invraisemblances de ce genre que vous allez faire prospérer les mathématiques ?

NP

Non, mais vous devenez de plus en plus de mauvaise foi ! La question soulevée par cette récréation est une question de droit très intéressante : il s'agit de savoir comment insérer un événement imprévu dans un contrat. Les problèmes d'héritage sont extrêmement sérieux, même si ce cas-là prête effectivement à sourire, et c'est bien pourquoi il a été choisi parmi d'autres.

Et puisque vous voulez encore de l'utilité, sachez que Montucla introduit spécifiquement un nouveau chapitre sur l'arithmétique politique dans les *Récréations*, et qui est pour le coup plus utile que ludique, ce qui prouve bien qu'on ne doit pas opposer les deux genres.

Et vous qui vous me parliez de l'*Encyclopédie* tout à l'heure, là encore, celle-ci n'oppose pas le sérieux et le plaisir. Les encyclopédistes fustigent la fureur des jeux d'argent, et ils montrent aussi justement, en utilisant le calcul des probabilités, comment les gens se font tromper par ceux qui en profitent. Il s'agit donc bien d'éduquer le lecteur à un raisonnement rationnel !

Enfin, quand se met en place la refonte de l'*Encyclopédie* par ordre de matières, et plus seulement par ordre totalement alphabétique, le libraire-imprimeur Panckoucke fait rédiger des volumes de mathématiques, un volume de jeux, un volume de finance (où on calcule les loteries), un volume d'amusements des sciences. Et il n'oppose en rien toutes ces activités humaines !

Bref, si vous n'êtes pas sensible à tous ces arguments objectifs qui plaident en faveur d'un lien entre l'aspect récréatif et utile, je préfère stopper le débat, et je vous encourage à réviser vos classiques, et à aller fouiller dans la riche bibliothèque de cette académie ! D'ailleurs, j'ai été moi-même ébloui par cette bibliothèque en arrivant, et j'ai aussitôt envoyé ma servante y chercher quelque ouvrage d'académiciens permettant de vous faire entendre raison !

PC

Je demande à voir !

Laura Pallez

Monsieur Pelay, Monsieur Crépel, j'ai trouvé ! j'ai trouvé ! J'ai trouvé ce qui va vous réconcilier ! Ecoutez cela, « Discours sur l'utilité des mathématiques transcendantes » de M Allégret [24], un académicien lyonnais de la fin du XIXème siècle ! Voilà ce qu'il dit, après avoir évoqué Frédéric II, Euler, Arnaud, Platon, Archimède et quelques autres :

« La science, en se proposant le vrai, indépendamment de toute utilité ou de l'éclat des résultats, reste dans une voie éprouvée où elle est sûre de remporter de nouvelles victoires. Elle n'a pas à craindre les échecs qui suivent souvent de près les promesses séduisantes de l'empirisme. Elle

n'est pas enfin réduite à attendre d'un heureux hasard des découvertes que rien ne fait prévoir d'avance, et auxquelles aucune vue théorique ne saurait être rattachée. [...] La fable antique nous apprend, Messieurs, qu'une vierge célèbre, la belle Atalante, perdit son renom d'agilité, en se détournant un jour de sa course pour ramasser quelques pommes d'or jetées sur sa route. Ne redoutons pas ce sort fâcheux pour la science, elle ne cessera pas d'avoir les yeux fixés sur un idéal sévère et élevé. Les vérités naturelles sont entre elles, dans l'univers, des liens cachés qui confondent notre ignorance, et nous ne jugerions pas sagement de leur importance et de leur beauté, en ne considérant que nos intérêts du moment ; nous risquerions même de nous égarer enfin, en nous préoccupant outre mesure et exclusivement des progrès et des améliorations de nos industries. »

PC

Bien, je dois admettre que tout s'accumule contre moi ! Le président me trahit. Monsieur Pelay, vous introduisez des mercenaires à votre solde dans la salle, vous picorez dans les archives de l'académie ...

Laura Pallez

Monsieur Crépel, ne vous fâchez pas. Monsieur Pelay, ne cherche pas à vous blesser, il n'est pas contre l'importance de l'utilité des mathématiques, il veut juste vous sensibiliser au fait que l'amusement et le plaisir sont aussi des chemins qui mènent au savoir. S'il s'emporte, c'est parce qu'il croit à la force des arguments historiques, comme vous le lui avez vous-même appris. Il faut donc prendre comme un hommage le fait de vous laisser convaincre, c'est la preuve que vos méthodes d'enseignement et de recherche sont bonnes, n'est ce pas là l'essentiel ?

PC [visiblement flatté et revigoré par ce discours]

Ah Laura, vous cherchez à me faire revivre, je succombe à votre charme ! Monsieur Pelay, je vous suggère de continuer à poursuivre votre travail et à engager de nouvelles recherches. Quel votre projet maintenant ?

NP [ne répondant pas, et regardant sa servante avec extase]

PC [fort]

Monsieur Pelay ?

NP [sortant de sa torpeur]

Oui ?

PC [fort]

Monsieur Pelay ? Quel est votre prochain projet de recherche maintenant ?

NP

Euh, la beauté Monsieur Crépel...La beauté des mathématiques !

PC

Hé bien je demanderai à mon ami M. Etienne Ghys, de l'Académie des sciences, de venir nous présenter une conférence sur les mathématiques dans le textile en 2011.

P.S. :

La rédaction d'Images des maths, ainsi que les auteurs, remercient pour leur relecture attentive, les relecteurs dont le pseudonyme est le suivant : Jérôme Poineau, Frédéric Chardard et janpol3.

Notes

[▲1] Bachet Cl. G., *Problemes plaisans et delectables*, Lyon, P. Rigaud, 1612. Edition plus récente, par J. Itard : Paris, A. Blanchard, 1959

[▲2] Chabaud G., *Sciences en jeux. Les Récréations mathématiques et physiques en France du XVIIe au XVIIIe siècle*, Thèse, Paris, EHESS, 20 décembre 1994

[▲3] Mydorge Cl., *Examen du livre des recreations mathematiques*, Paris, A. Robinot, 1630

[▲4] D.H.P.E.M. [Henrion D.], *Recreation mathematique*, Paris, Rolet Boutonné, 1627

[▲5] Ozanam J., *Récréations mathématiques et physiques*, Paris, J. Jombert, 1694, 4 vol. Nombreuses rééditions

[▲6] Voir notamment Montucla, *Histoire des mathématiques*, Paris, Agasse, an VII, t. II, p. 168

[▲7] Ozanam J., *Dictionnaire [sic] mathématique*, Amsterdam, Huguetan, 1691

[▲8] Ozanam J., *Cours de mathématiques*, Paris, J. Jombert, 1693, 5 vol.

[▲9] La Chapelle abbé de, *Discours sur l'étude des mathématiques, où l'on essaie d'établir que les Enfants sont capables de s'y appliquer*, Paris, Prault & le Clerc, 1743

[▲10] La Chapelle, *Institutions de géométrie*, Paris, de Bure, 1746. Nombreuses éditions ultérieures.

[▲11] Chambers E., *Cyclopaedia, or, An universal dictionary of arts and sciences...*, London, 1728, 2 vol.

[▲12] Guyot, *Nouvelles Récréations physiques et mathématiques*, Paris, Gueffier, t. I-II, 1769, t. III-IV, 1770

[▲13] La Chapelle, *Le ventriloque ou l'engastrimythe*, Londres, De l'Etanville et Paris Veuve Duchesne, 1772

[▲14] La Chapelle, *Traité de la construction théorique et pratique du scaphandre*, Paris, de Bure, 1775

[▲15] Rallier des Ourmes, art. « Echelle arithmétique », « Escompte », « Fraction », « Intérêt » ..., *Encyclopédie*, t. V-VIII, 1755-1765

[▲16] Rallier des Ourmes, « Mémoire sur les Quarrés Magiques », *Mém. de math. & de phys. prés. à l'Ac. par divers savans*, t. V, 1759, p. 196-241.

[▲17] Archives de l'Académie des sciences, Pochette de séance du 9 août 1758

[▲18] Ozanam J., *Récréations mathématiques et physiques*, éd. Grandin, Paris, Cl. Jombert, 1723. Nombreuses rééditions. *Id.*, éd. Montucla, Paris, Cl.-A. Jombert, 1778. Nombreuses rééditions

[▲19] Montucla J.E., *Histoire des recherches sur la quadrature du cercle*, Paris, Jombert, 1754

[▲20] Montucla J.E., *Histoire des mathématiques*, Paris, Ch.-A. Jombert, 1758, 2 vol. Seconde édition, Paris, Agasse, an VII et 1802, 4 vol.

[▲21] Coumet E., « La théorie du hasard est-elle née par hasard ? », *Annales Economie, Sociétés, Civilisations*, 3, 1970, p. 574-598

[▲22] Voir en particulier Mémoires 10 et 11, *Opuscles mathématiques*, t. II, Paris, David, 1761, p. 1-95

[▲23] Condorcet, *Arithmétique politique. Textes rares ou inédits*, Paris, INED, 1994, p. 316-326. Voir aussi « Arrangements réguliers » à l'index des matières

[▲24] Allégret, *Discours sur l'utilité des mathématiques transcendantes*, prononcé à la Séance solennelle de rentrée des Facultés de Clermont, le 1er décembre 1875, brochure de 15 pages, Clermont, typ. Mont-Louis

► Crédits images

Pour citer cet article : **Pierre Crépel** et **Nicolas Pelay**, **Récréations mathématiques d'Ozanam. Images des Mathématiques**, CNRS, 2011. En ligne, URL : <http://images.math.cnrs.fr/Recreations-mathematiques-d-Ozanam.html>